



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
CENTRO DE POSGRADOS
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL**

**MODELO DE PLANIFICACIÓN SOSTENIBLE DE VÍAS URBANAS EN
CIUDADES DE HASTA 100.000 HABITANTES.**

AUTOR: CARLOS EDUARDO VILLOTA DÁVILA

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
MAGISTER EN INGENIERÍA CIVIL, MENCIÓN VIALIDAD**

TUTOR: ARQ. FRESIA LUISANA CAMPUZANO VERA

MACHALA

2022

PENSAMIENTO

“Las ciudades de América Latina se han convertido en el motor de desarrollo de la región, y en este ámbito el transporte urbano juega un rol decisivo en la consolidación de ciudades más iguales, habitables y limpias. Sin embargo, la creciente propiedad y uso del automóvil, junto con una inadecuada planificación territorial, pueden generar pérdidas significativas por externalidades negativas. En este escenario, la movilidad compartida presenta una oportunidad importante para lograr esquemas de transporte urbano más sostenibles y eficientes.”(Estupiñán et al., 2018).

DEDICATORIA

Con gratitud sincera dedico este trabajo de titulación a mis padres y familia, que nos han dado desde siempre su apoyo moral, económico y nos han sabido guiar por el camino del bien y así terminar con mucho éxito este trabajo de investigación.

A nuestros docentes, por sus valiosos conocimientos que ayudaron a la realización de este trabajo, a todos nuestros compañeros a quienes nunca olvidaremos por los gratos momentos vividos.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Técnica de Machala, por haberme aceptado ser parte de ella y haber abierto las puertas de su claustro científico y estudiar en este excelente programa de maestría; a sus docentes que me brindaron sus conocimientos y apoyo para seguir día a día en la búsqueda de nuevos horizontes.
- Al Sr. Ing. Carlos Eugenio Sánchez Mendieta, coordinador del Programa de Maestría en Ingeniería Civil, por su paciencia y orientación permanente en la organización de las actividades académicas y logísticas
- A mis asesores del trabajo de titulación la **Arq. Fresia Luisana Campuzano Vera** y la **Ing. Yuddy Medina Sánchez**, quien sin escatimar tiempo y dedicación me proporciono la orientación científica pertinente, su experiencia y su capacidad intelectual, con lo cual pude elaborar y culminar el presente trabajo de investigación, previo a la obtención del **TITULO DE MAGISTER EN INGENIERÍA CIVIL, MENCIÓN VIALIDAD.**
- Además, un agradecimiento especial a las autoridades del municipio, a la unidad de Movilidad y la Dirección de planeamiento Urbanismo de Arenillas, quienes con su colaboración brindada permitieron realizar la investigación de campo y la información bibliográfica que fueron de gran de ayuda en el proceso de la investigación

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Los contenidos, ideas, criterios, análisis, conclusiones y propuesta emitidos en este informe del trabajo de investigación titulado “MODELO DE PLANIFICACIÓN SOSTENIBLE PARA LA ORGANIZACIÓN DE VÍAS URBANAS EN CIUDADES DE HASTA 100.000 HABITANTES”, son de exclusiva responsabilidad del autor.

CARLOS EDUARDO VILLOTA DÁVILA

C.I. 0705383412

Arenillas, 2022/09/26

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En calidad de Tutor del trabajo de MODELO DE PLANIFICACIÓN SOSTENIBLE PARA LA ORGANIZACIÓN DE VÍAS URBANAS EN CIUDADES DE HASTA 100.000 HABITANTES” elaborado por el Ing. Carlos Eduardo Villota Dávila, considero que ha sido realizado con prolijidad, fundamentación teórica y técnica; y, de acuerdo a los requisitos exigidos por la organización del Programa de Maestría en Ingeniería Civil, mención Vialidad, por lo que autorizo su presentación ante las instancias de aprobación correspondiente.

ARQ FRESIA LUISANA CAMPUZANO VERA

C.C. 0704180611

Machala, 2022/09/26

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Ing. Carlos Eduardo Villota Dávila, con cédula de ciudadanía No.- 0705383412, manifiesto en forma libre y voluntaria, ceder a la Universidad Técnica de Machala, los derechos de autor, consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículo 4, 5, y 6 en calidad de autora del trabajo de titulación denominado “MODELO DE PLANIFICACIÓN SOSTENIBLE PARA LA ORGANIZACIÓN DE VÍAS URBANAS EN CIUDADES DE HASTA 100.000 HABITANTES”, que ha sido desarrollado para optar por el título de Magister en Ingeniería Civil, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada, en concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en el formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica de Machala.

CARLOS EDUARDO VILLOTA DÁVILA

C.I. 0705383412

Machala, 2022/09/26

TÍTULO:

MODELO DE PLANIFICACIÓN SOSTENIBLE PARA LA ORGANIZACIÓN DE VÍAS URBANAS EN CIUDADES DE HASTA 100.000 HABITANTES.

RESUMEN

El contexto donde se realizará la investigación es la caracterización de la planificación de las vías urbanas en la ciudad de Arenillas, provincia de El Oro, por cuanto existe una mala planificación de jerarquización de vías, espacios públicos y equipamiento urbano, que se traduce en un permanente malestar ciudadano. La limitación teórica y el poco saber disponible sobre estudios de planificación y su relación con la organización de vías urbanas de ciudades de hasta 10.0000 habitantes, nos permitirá investigar más profundamente este problema y contrastar con lo que sucede en la ciudad Arenillas que se constituye en nuestro catalizador de los factores a determinarse. Considerando que el problema planteado es la falta de planificación y la desorganización de vías urbanas, definimos el objetivo de esta investigación que es desarrollar una planificación para la organización de vías urbanas en ciudades de hasta 100.000 habitantes. Este estudio se basa en elaborar un instrumento de planificación que permita implementar proyectos de vías urbanas con que mejoren las condiciones de movilidad urbana mediante la integración de redes viales que ayuden al desplazamiento de bienes y personas en función de los intereses de la población. Las vías urbanas son obras de infraestructura vial que se conectan a través de accesos y que tienen como función la circulación vehicular o peatonal. en el desarrollo de la investigación se realizarán encuestas, entrevista y guía de observación, dirigidas a la ciudadanía, transportistas y funcionarios públicos. esta investigación aportara con un modelo de planificación sostenible para la organización de vías urbanas en ciudades de hasta 100.000 habitantes.

Palabras claves:

Planificación, vías urbanas, movilidad urbana, infraestructura vial, jerarquización de vías urbanas.

TITLE:

SUSTAINABLE PLANNING MODEL FOR THE ORGANIZATION OF URBAN ROADS IN CITIES OF UP TO 100,000 INHABITANTS.

ABSTRACT:

The context in which the research will be carried out is the characterization of urban road planning in the city of Arenillas, El Oro province, as there is poor planning of the hierarchy of roads, public spaces and urban equipment, which translates into a permanent citizen unrest. The theoretical limitation and the little available knowledge about planning studies and their relationship with the organization of urban roads in cities with up to 10,000 inhabitants, will allow us to investigate this problem more deeply and contrast with what happens in the Arenillas city that is constituted in our catalyst factors to be determined. Considering that the problem posed is the lack of planning and the disorganization of urban roads, we define the objective of this research which is to develop planning for the organization of urban roads in cities with up to 100,000 inhabitants. This study is based on developing a planning instrument that allows the implementation of urban road projects that improve urban mobility conditions through the integration of road networks that help the movement of goods and people according to the interests of the population. Urban roads are road infrastructure works that are connected through accesses and whose function is vehicular or pedestrian circulation. In the development of the investigation, surveys, interviews and observation guides will be carried out, aimed at citizens, transporters and public officials. This research will provide a sustainable planning model for the organization of urban roads in cities with up to 100,000 inhabitants.

Keywords:

Planning, urban roads, urban mobility, road infrastructure, hierarchization of urban roads.

ÍNDICE DE CONTENIDO

PENSAMIENTO	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA	v
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	vi
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT:	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
INTRODUCCIÓN	18
OBJETIVOS	22
Objetivo General:	22
Objetivos Específicos:	22
CAPITULO 1. MARCO TEÓRICO	23
1.1. Antecedentes históricos	23
1.1.1. Historias de las vías urbanas	23
1.1.2. Historia de las vías urbana en el mundo	23
1.2. Antecedentes conceptuales	25
1.2.1. Clasificación de una red vial	26
1.2.2. Clasificación de vías urbanas	27
1.2.3. Accesibilidad de un sistema vial urbano	30
1.2.4. Gradiente de ahorro (GA)	31
1.2.5. Índice de ahorro (IA)	31
1.2.6. Bases para el desarrollo de la planificación de un sistema vial sostenible.	32
1.2.7. Criterios y principios de una Planificación Estratégica de Movilidad	34
1.2.7.1. Planteamiento de objetivos de la planificación	36
1.2.7.2. Integración territorial interior población y actividad	37
1.2.7.3. La Conexión intermodal o conectividad básica interior	37
1.2.7.4. Las redes viales	37

1.2.8.	Caracterización de la Planificación de vías en ciudades de hasta 100.000 habitantes.....	38
1.2.8.1.	Estructura del sistema de transporte y la movilidad de usuarios	38
1.2.9.	Modelo de Planificación sostenible para la organización de vías en ciudades de hasta 100.000 habitantes.....	40
1.3.	Antecedentes referenciales.....	41
1.3.1.	Ordenamiento vial.....	41
1.3.2.	Infraestructura vial.....	44
1.3.3.	Jerarquización Vial	45
1.3.4.	Intersecciones viales	47
1.3.5.	Capacidad vial.....	47
1.3.6.	Transporte publico	47
1.4.	Antecedentes contextuales	48
1.4.1.	Descripción del área de estudio (ciudad de Arenillas)	48
1.4.2.	Localización.....	50
1.4.3.	Población	50
1.4.4.	Trama vial actual	50
CAPITULO 2. METODOLOGÍA		51
2.1	Método de Investigación	51
2.2	Técnicas de Investigación	51
2.3	Instrumentos de Investigación.....	52
2.4	Tipo de Estudio	53
2.5	Paradigma.....	54
2.6	Enfoque	54
2.7	Población y muestra	54
2.7.1	Población o Universo	55
2.7.2	Muestreo	55
2.8	Métodos teóricos con las muestras utilizadas	55
2.9	Técnicas estadísticas para el procesamiento de los datos obtenidos.....	58
2.10	Etapa 1. Caracterización para la planificación de vías urbanas en ciudades de hasta 100.000 habitantes, (Caso de estudio Ciudad de Arenillas).	59
2.10.1	Identificación del sistema básico del Transporte.....	59

2.10.2	- Identificación de los escenarios del plan PSVU	63
2.10.3	Criterios para el proceso de planificación	63
2.10.4	Conexión con la red vial provincial.....	67
2.10.5	Selección de criterios.....	68
2.11	Etapa 2. Evaluación del sistema vial de la ciudad de Arenillas y desarrollo de alternativas y mejoras de la red de infraestructura.....	69
2.11.1	Definición del área de estudio (área de influencia de movilidad de la ciudad de Arenillas).....	69
2.11.2	Red vial (Caracterización y Jerarquización vial de la ciudad de Arenillas). 70	
2.11.3	Cálculo de Accesibilidad.....	72
2.11.4	Gradiente de Ahorro	77
2.11.5	Cálculo del Índice de Ahorro.	81
2.11.6	Cálculo del beneficio costo del ahorro.	84
2.12	Etapa 3. Modelo de gestión de movilidad en el Ecuador.....	86
2.13	Mapas digitales en formato SIG para la Planificación Sostenible de la Organización Vial Urbana de la ciudad de Arenillas.....	87
CAPITULO 3. PROPUESTA.....		89
3.1	Desarrollo del Modelo de Planificación Sostenible de Vías Urbanas en Ciudades de hasta 100.000 Habitantes (PSVU).....	89
3.2	Objetivos y las prioridades del PSVU.....	89
3.2.1	Objetivo General.....	89
3.2.2	Objetivos Específicos	89
3.2.3	Modelo experimental propuesto	89
3.3	Desarrollo de los objetivos del PSVU.....	92
3.3.1	Evaluación del Escenario Actual.....	92
3.3.1.1	Evaluación de la capacidad Técnica y Admirativa.....	92
3.3.1.2	Evaluación y planteamiento de los criterios de análisis del PSVU	93
3.3.1.3	Fase I: Delimitación.....	93
3.3.1.4	Fase II: Recolección de información	93
3.3.1.5	Fase III: Diseño y análisis del procedimiento.....	94
3.3.1.6	Evaluación del Impacto de la accesibilidad media de los usuarios del sistema. 94	

3.3.2	Diseño y elaboración del Plan Sostenible de Vías Urbana para el escenario futuro al Corto, Mediano y Largo Plazo al horizonte en años, Cumplimiento de los Objetivos de la Planificación.	94
3.3.3	Tasa de cobro por mejoras en Ordenanza.....	95
3.3.3.1	Evaluación del Índice de Ahorro en el sistema Vial y Verificación de nuevas obras a integrar el sistema, análisis costo-beneficio.	95
CAPITULO 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS		96
4.1	Interpretación de Resultados.....	96
CONCLUSIONES		103
RECOMENDACIONES.....		105
BIBLIOGRAFÍA		106
ANEXOS		109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla Nro. 1: Coordenadas de ubicación geográfica del caso de estudio punto de inicio y de fin.	49
Tabla Nro. 2: Matriz Origen y Destino de la ciudad de Arenillas	60
Tabla Nro. 3: Rutas o conexiones destino a origen	61
Tabla Nro. 4: Rutas o conexiones origen a destino	62
Tabla Nro. 5: Matriz de tiempos de viaje en conexiones origen a destino	75
Tabla Nro. 6: Matriz de tiempos de viaje en conexiones destino a origen	77
Tabla Nro. 7: Matriz de tiempos de viaje en conexiones origen a destino propuesta ...	79
Tabla Nro. 8: Gradiente de ahorro del escenario origen a destino.	80
Tabla Nro. 9: Matriz de tiempos de viaje en conexiones destino a origen propuesta ...	81
Tabla Nro. 10: Gradiente de ahorro del escenario destino a origen.	81
Tabla Nro. 11: Tabla de Cobertura escenario origen a destino en intervalos de tiempo 1 min.	82
Tabla Nro. 12: Porcentaje de cobertura de la evaluación vs el análisis escenario origen a destino.	83
Tabla Nro. 13: Tabla de Cobertura escenario destino a origen en intervalos de tiempo 1 min.	83
Tabla Nro. 14: Porcentaje de cobertura de la evaluación vs el análisis escenario destino a origen.	84
Tabla Nro. 15: Costo Beneficio Ahorro del escenario origen a destino	85
Tabla Nro. 16: Costo Beneficio Ahorro del escenario destino a origen	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Nro. 1 Comparación entre la demanda vehicular y la oferta vial en una zona urbana.....	26
Figura Nro. 2 Clasificación funcional de un sistema vial.....	27
Figura Nro. 3 Soluciones en la planificación de un sistema vial urbano.	34
Figura Nro. 4: Contexto General del PEM.	34
Figura Nro. 5: Enfoque General del PEM.	35
Figura Nro. 6: Esquema del avance del PEM.	35
Figura Nro. 7: Desarrollo del PEM en los horizontes temporales.	36
Figura Nro. 8: Estructura física básica del sistema de transporte.....	39
Figura Nro. 9: Metodología de cálculo de índice de Ahorro	41
Figura Nro. 10: Superposición de la clasificación de funciones viales	43
Figura Nro. 11: Sistema de clasificación de carreteras tridimensional HAM (Jerarquía/Actividad /Modo).....	43
Figura Nro. 12: Relación entre el sistema de transporte, el sistema de actividad y los flujos.	44
Figura Nro. 13: Jerarquización de un sistema vial urbano.	45
Figura Nro. 14: Movilidad y Accesibilidad de un sistema vial urbano	46
Figura Nro. 15: Ubicación Geográfica del caso de estudio ciudad de Arenillas, El Oro, Ecuador.	49
Figura Nro. 16: Cantón Arenillas	50
Figura Nro. 17: Diseño de la metodología de aplicación para el desarrollo de un Modelo de Planificación Sostenible de Vías Urbanas en Ciudades de Hasta 100.000 Habitantes.	56
Figura Nro. 18: Bases para el desarrollo del PSVU	59
Figura Nro. 19: Matriz de Caracterización para la planificación de la organización de vías urbanas en ciudades de hasta 100.000 habitantes Caso de estudio Ciudad de Arenillas.....	60
Figura Nro. 20: Escenarios de la Planificación PSVU.	63
Figura Nro. 21: Mapa temático del matriz origen destino.....	64
Figura Nro. 22: Rutas de conexión origen a destino.....	65
Figura Nro. 23: Rutas de conexión destino a origen.....	66

Figura Nro. 24: Jerarquización vial actual y sentido de vías	66
Figura Nro. 25: Vías Cantonales por Tipo de Superficie	67
Figura Nro. 26: Vías Cantonales por Tipo de Superficie	68
Figura Nro. 27: Delimitación de las sistema vial urbano de la ciudad de Arenillas.....	70
Figura Nro. 28: Red vial destino origen	71
Figura Nro. 29: Red vial origen destino	72
Figura Nro. 30: Tiempos de viaje de la conexión origen a destino	73
Figura Nro. 31: Curvas Isócronas de la conexión origen a destino en intervalos 1 min.	73
Figura Nro. 32: Tiempos de viaje de la conexión destino a origen	74
Figura Nro. 33: Curvas Isócronas de la conexión destino a origen en intervalos 1 min.	74
Figura Nro. 34: Curvas Isócronas de propuesta conexión origen a destino en intervalos 1 min.	78
Figura Nro. 35: Curvas Isócronas de propuesta conexión destino a origen en intervalos 1 min.	78
Figura Nro. 36: Esquema básico del modelo de gestión general del sistema de transporte.	86
Figura Nro. 37: Modelo de marco institucional.....	86
Figura Nro. 38: Jerarquización Vial de la Ciudad de Arenillas Propuesto.....	87
Figura Nro. 39: Clasificación y sentido vial escenario origen a destino ciudad de Arenillas.....	88
Figura Nro. 40: Clasificación y sentido vial escenario destino a origen ciudad de Arenillas.....	88
Figura Nro. 41: Modelo experimental propuesto para la Planificación Sostenible de Vías Urbanas	91
Figura Nro. 42: Modelo experimental propuesto para la Planificación Sostenible de Vías Urbanas	92
Figura Nro. 43: Curvas Isócronas de propuesta conexión origen a destino en intervalos 1 min.	97
Figura Nro. 44: Curvas Isócronas de propuesta conexión destino a origen en intervalos 1 min., mejoras de la uniformidad de los tiempos de viaje	98
Figura Nro. 45: Grafica del Ahorro en tiempo de viaje del escenario origen a destino	

..... 100

Figura Nro. 46: Grafica del Ahorro en tiempo de viaje del escenario destino a origen

..... 102

INTRODUCCIÓN

Calles, carreteras e infraestructura se construye cada día con especificaciones inadecuadas a las características funcionales, clasificación y calificación de nuevas vías, intersecciones proyectadas sin una implementación técnica, deficientes espacios para estacionamientos, incoherencias en la localización de zonas residenciales en relación con el funcionamiento de zonas industriales, son la causa evidente de una falta de planificación del sistema vial (Cal y Mayor & Cárdenas, 2019, p. 19), estas actividades se han venido ejecutando en nuestras ciudades desde hace mucho tiempo y han crecido de una manera desorganizada y desordenada que año tras año se ha vuelto más frecuente el ver la problemática del tránsito en nuestras calles, la falta de planificación vial ha generado una circulación discontinua, que se ve agravada por la distribución desigual del uso del suelo entre áreas comerciales, institucionales y residenciales, creando dificultades en la relación de la ocupación arbitraria del espacio público, la congestión vehicular y las vías mal organizadas.

La planificación juega un papel clave en la aplicación del desarrollo sostenible a nuevos proyectos, siendo indispensable en la ingeniería de tránsito realizar investigaciones y analizar los diferentes métodos para planificar la vialidad de un país, una municipalidad o una pequeña aérea, el tránsito juega un papel clave en el crecimiento y transformación de un centro urbano como de una región, por lo que debe ser considerado en toda programación urbanística y toda planificación de política económica., y que deben tener en cuenta las distintas exigencias de la colectividad, de la higiene, la seguridad, las actividades comerciales e industriales, etc., (Cal y Mayor & Cárdenas, 2019, p.40).

Por lo expuesto se puede decir que unos de los problemas de la ciudad Arenillas es la falta de planificación del sistema vial, falta de conocimiento de las técnicas, deficientes normativas vigentes que no se adaptan a la realidad del hoy presente, con el propósito de permitir una mejor accesibilidad y movilidad en la circulación, otorgándole a las calles su vocación de servicio de acuerdo a sus características.

En el presente trabajo de tesis se ha formulado el siguiente problema científico ***¿Qué tipo de planificación permite la organización de vías urbanas en ciudades de hasta 100.000 habitantes, Arenillas?***

La planificación de vías urbanas, tiene relevancia social y científica; vigencia, actualidad

y significativo impacto en el conocimiento de la realidad socioeconómico de ciudades de hasta 100.000 habitantes, en la organización del entorno urbano local, regional y nacional. (Evitando los impactos ecológicos negativos), los resultados del estudio serán de utilidad práctica.

Unos de los problemas evidentes es el déficit en dotación de equipamiento y de espacio público, esto genera una inconformidad en la ciudadanía, la ausencia de un catastro de red vial, la falta de información de la infraestructura del sistema vial, como la falta de planificación de obras viales, ocasionan un deterioro prematuro de las vías, y la ausencia de los GADM en atender de manera planificada dichas vías.

En esta investigación ha desarrollado un modelo experimental para la implementación de un **MODELO DE PLANIFICACIÓN SOSTENIBLE DE VÍAS URBANAS EN CIUDADES DE HASTA 100.000 HAB.**, aplicando dos criterios importantes, la evaluación del escenario actual mediante la determinación de la accesibilidad media global mediante la construcción de curvas isócronas de cobertura media a través del análisis geo estadístico por el método de Kriging (Cardona et al., 2020, p. 21), donde se mide el tiempo medio de viaje de los usuarios de un determinado sistema vial a partir de una matriz de origen a destino y viceversa, para la elaboración de la matriz origen y destino se ha empleado los criterios de la planificación estratégica de movilidad desarrollada por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (2016), con este primer criterio se puede evaluar que tan accesible es el sistema vial de una ciudad de hasta 100.000 hab., y el segundo criterio es plantear un escenario futuro bajo condiciones de una solución parcial a bajo costo como lo establecen Cal y Mayor & Cárdenas, (2019), en su libro denominado Ingeniería de Transito, Fundamentos y Aplicaciones novena edición, pagina 23, para luego ser analizada y comparada en términos de tiempos medio de viajes a través del cálculo del Índice de ahorro (IA) de tiempo medio de viaje (Cardona et al., 2020, p. 21).

La investigación se realizó en las vías: Av. Raúl Frías Aguirre, Av. José Joaquín de Olmedo, Av. José Moncada Sánchez, Calle Chile y la Calle Juan Montalvo de la ciudad de Arenillas.

Las ciudades, a nivel mundial, dependen grandemente de sus sistemas de calles, ofreciendo servicios de transporte. En muchos de los casos, estos sistemas tienen que operar por arriba de su capacidad con el fin de satisfacer los incrementos de demanda por

servicio de transporte, originando problemas de tránsito (Pinos, 2016).

El concepto de vía tiene diversos usos vinculados al lugar por el que se circula o se desplaza.

Las vías urbanas se definen como una vía de comunicación destinada específicamente a servir de comunicación en el interior de las ciudades.

Surge así el concepto de planificación vial, definiéndose como el conjunto de estudios necesarios para definir la función que debe cumplir una red vial determinada, ordenando el conjunto de actuaciones a lo largo de un tiempo fijado, determinando las características de las vías que la componen, estableciendo la oportuna jerarquía y determinando los medios que deben dedicarse a cada una de las fases para su correcta realización, fijando asimismo las prioridades convenientes.

Para desarrollar el presente trabajo se planteó las siguientes preguntas de investigación: ¿Qué estudios son necesarios para la planificación de la organización de vías urbanas en ciudades de hasta 100.000 habitantes?, ¿Cuáles son las características de la planificación para la organización de vías urbanas en la ciudad de arenillas? y ¿Qué modelo de planificación sostenible ayudará a una organización de las vías urbanas en ciudades de hasta 100.000 habitantes?

Los métodos que se adoptara fueron dos: Método documental y Método de campo.

Observación, se obtuvo las características de las vías urbanas, mediante las fichas técnicas, que nos permitió obtener la recolección de información como es la clasificación de las vías, intersecciones, capacidad vial, niveles de servicio, jerarquización, mobiliario urbano, tipos de vehículos e infraestructura vial.

Entrevista, cuyo objetivo fue conocer los diferentes criterios y opiniones de los funcionarios públicos del GADM ARENILLAS de los departamentos de la Dirección de Planeamiento y Urbanísimo, Unidad Municipal De Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, en lo referente a la movilidad y planificación de las vías urbanas.

El tráfico vehicular de la ciudad de Arenillas actualmente se encuentra en situación casi caótica a pesar que esta ciudad posee vías con características geométricas más favorables. Sin embargo, el centro de la ciudad, no cuenta con dicha ventaja razón por la que a medida que va aumentando el parque automotor en un futuro no muy lejano la ciudad de Arenillas podría encontrarse en situaciones similares o incluso más graves que las ciudades

grandes.

Las proyecciones de volúmenes vehiculares que se realizaron en cada intersección de estudio fueron para determinar el comportamiento vehicular en el futuro y plantear alternativas de solución que mejoren el nivel de servicio de las intersecciones.

Con lo cual se planteó un *modelo de planificación sostenible para la organización de vías urbanas en ciudades de hasta 100.000 habitantes*.

En este trabajo se desarrolló una planificación para la organización de vías urbanas en ciudades de hasta 100.000 habitantes y que permita la toma de decisiones oportunas, para mejorar la fluidez del tráfico vehicular.

Es necesario que se apliquen los estudios de planificación para la organización de vías urbanas en ciudades de hasta 100.000 habitantes, para tomar decisiones oportunas, que eviten una desorganización en la movilidad urbana.

Para lo cual, el presente trabajo se ha estructurado en 4 capítulos:

En el Capítulo 1, se aborda el Marco teórico, iniciando por los Antecedentes históricos de la investigación; así como la fundamentación teórica sobre el proyecto, con el fin de sustentar el mismo.

En el Capítulo 2 se establece la Metodología de estudio, donde se detalla los métodos, tipos e instrumentos de recolección de información

En el Capítulo 3 se establece la Propuesta con un amplio análisis sobre los objetivos y un análisis de la factibilidad del proyecto.

En el Capítulo 4 se aborda la discusión del Proyecto con un análisis de los datos obtenidos en la investigación, con su análisis e interpretación correspondiente.

OBJETIVOS

Objetivo General:

Desarrollar Modelo de Planificación Sostenible para la Organización de Vías Urbanas en Ciudades de hasta 100.000 Habitantes.

Objetivos Específicos:

- ❖ Determinar los estudios necesarios para la planificación de la organización de vías urbanas en ciudades de hasta 100.000 habitantes.
- ❖ Caracterizar la planificación para la organización de vías urbanas en la ciudad de Arenillas.
- ❖ Formular un modelo de planificación sostenible que ayude a una organización de vías urbanas en ciudades de hasta 100.000 habitantes.

CAPITULO 1. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes históricos

1.1.1. Historias de las vías urbanas

Desde inicios del siglo XIX empieza el auge de incremento de la población y el desarrollo industrial, es ahí cuando empieza a experimentarse con vehículos de autopropulsión utilizando la fuerza del vapor, en los años 1837 a 1876 el ferrocarril progresa y se pone en vanguardia de los medios de transporte haciendo que los caminos pasaran a un segundo término, con la aparición del vehículo a motor por la tendencia a uso privado, empezaron a generar problemas de tránsito y que durante su evolución fue encontrando serios problemas de movilidad por las condiciones de malos caminos, leyes acrónicas y de las empresas particulares que habitualmente usaban el ferrocarril (Cal y Mayor & Cárdenas, 2019).

Los constructores contemporáneos de carreteras son descendientes de los constructores de las vías férreas en cuya filosofía trascendía que la carretera era un medio para el paso del vehículo más sin embargo era cosa del vehículo el transitar sobre él y no del proyectista de carretera, es así que muchas de las calles del mundo están trazadas siguiendo las rutas de las diligencias y es tradicional observar que las velocidades para las cuales fueron diseñadas sobrepasan para los vehículos que actualmente transitan, estos inconvenientes empezaron a generar una problemática en el tránsito vehicular (Cal y Mayor & Cárdenas, 2019).

1.1.2. Historia de las vías urbana en el mundo

Hace unos 5000 años, en Mesopotamia, con la invención de la rueda, surgió la necesidad de construir superficies de rodamiento para la circulación del tránsito. Más tarde los cartagineses, construyeron un sistema de caminos de piedra a lo largo de la costa sur del Mediterráneo. El historiador griego Heródoto (484 – 425 A.C.) menciona que los caminos de piedra, contruidos por el rey Keops de Egipto, sirvieron para brindar una superficie de rodadura, por la que se transportaron las inmensas piedras que hoy forman parte de las célebres pirámides. Con el surgimiento del Imperio Romano, en el año 312 A.C. se construyó la mundialmente famosa Vía Appia, que unió Roma con Hidruntum. En el continente americano, los incas, en el Perú, construyeron verdaderas obras de ingeniería,

así lo demuestra la construcción de sus caminos en una topografía accidentada; mientras que los mayas, dejaron rastros de una avanzada técnica en la construcción de caminos (Pinos, 2016).

En la edad media, durante el siglo X, se registra un incremento en la población y en el comercio, lo que generó un mayor tránsito, entre los mercaderes de Venecia y el Lejano Oriente, ya para los Siglos subsiguientes, las ciudades tienen un crecimiento extraordinario, aumentando el tránsito en los mal conservados caminos, durante el siglo XVI y XVII, la industrialización contribuye al aumento del uso de los vehículos, que ya para la era moderna, el tránsito se incrementa, dando origen al mal estado de los caminos, por lo que se introduce el cobro de peajes, permitiendo la construcción y conservación de estos caminos. En los Estados Unidos y Europa, el desarrollo de estos caminos influye grandemente en la expansión del territorio y su fortalecimiento económico (Pinos, 2016).

En el siglo XIX, se pone en operación el ferrocarril de vapor en Inglaterra, y se coloca a la vanguardia de los medios de transporte, estos sistemas tienen que operar por arriba de su capacidad con el fin de satisfacer los incrementos de demanda por servicio de transporte, originando problemas de tránsito (Pinos, 2016).

1.1.2.1. Historia de las vías urbanas en el Ecuador

Desde la década de los cincuenta en el siglo pasado, la mayoría de las carreteras y calles actuales del mundo se han trazado a lo largo de rutas que mantienen un patrón de cuadrícula rectangular, lo que hace que los vehículos que actualmente las atraviesan excedan la velocidad de diseño; debido a la característica de curvatura, pendiente, sección transversal, capacidad de carga, que corresponde a un tránsito vehicular más lento, como el primer automóvil, los impactos antes mencionados en la red vial, a su vez, han tenido un impacto negativo directo en el proceso de desarrollo económico y productivo del Ecuador, exacerbando la pobreza y limitando el acceso a bienes, productos y servicios esenciales garantizados constitucionalmente (Gaspa, 2021).

Los reglamentos técnicos de los MTOP (MOP-001-F y MOP-001-E) elaborados en 1974 no contribuyeron mucho a solucionar los problemas anteriores, fueron actualizados en 1993 por la Universidad Católica del Ecuador con cambios menores, a través del Acuerdo

Ministerial se ha intentado normalizar y regular aspectos no contemplados en las normas anteriores, y el desarrollo del Código Transitorio de 1999 (antes CORPECUADOR) se ha convertido en una guía técnica de referencia para reducir la probabilidad de fracaso de las obras de construcción de la red vial, sin embargo desde el año 2013 en el Ecuador se ha implementado el plan estratégico de movilidad, que pretende desarrollar una política de estado con visión hasta el año 2037, para el desarrollo de la vialidad en el País (Ministerio de Transportes y Obras Públicas [MTOPE], 2016).

Una de las características críticas de las ciudades en el Ecuador es la expansión de las urbes que no ha sido controlada, dando como resultado ciudades desordenadas, ausentes de planificación, donde el auto es el principal autor de la movilidad urbana, donde los habitantes prefieren el transporte individual al masivo, y las soluciones frente a la congestión han sido medidas de corto o mediano plazo como la ampliación, mejoramiento de vías, construcción de puentes elevados, redondeles, etc. que solo fomentan el uso del vehículo particular que sin lugar a duda arrebatan el espacio público a las personas, así como también el incremento de los costos de operación de los vehículos se ven elevados por la falta de una planificación vial de las urbes que logren reducir tales costos para que sean más eficientes, el acceso a los espacios públicos y la vivienda son factores predominantes y que deben ser analizados al momento de la planificación de ciudades cognitivas (Jiménez-Pacheco et al., 2019).

1.2. Antecedentes conceptuales

Los problemas del tránsito se resumen a dos elementos fundamentales que la originan, la demanda vehicular y la oferta vial, la demanda vehicular se relaciona a la cantidad de vehículos que necesitan desplazarse por un determinado sistema vial y se refiere a aquellos vehículos que están circulando sobre el sistema vial y aquellos que están en cola esperando circular en caso de congestión o aquellos que pueden escoger rutas alternas con tal de no percibir la congestión y disminuir los tiempos de transporte, por otro lado la oferta vial representa la cantidad máxima de vehículos que pueden desplazarse sobre dicho espacio físico (Cal y Mayor & Cárdenas, 2019).

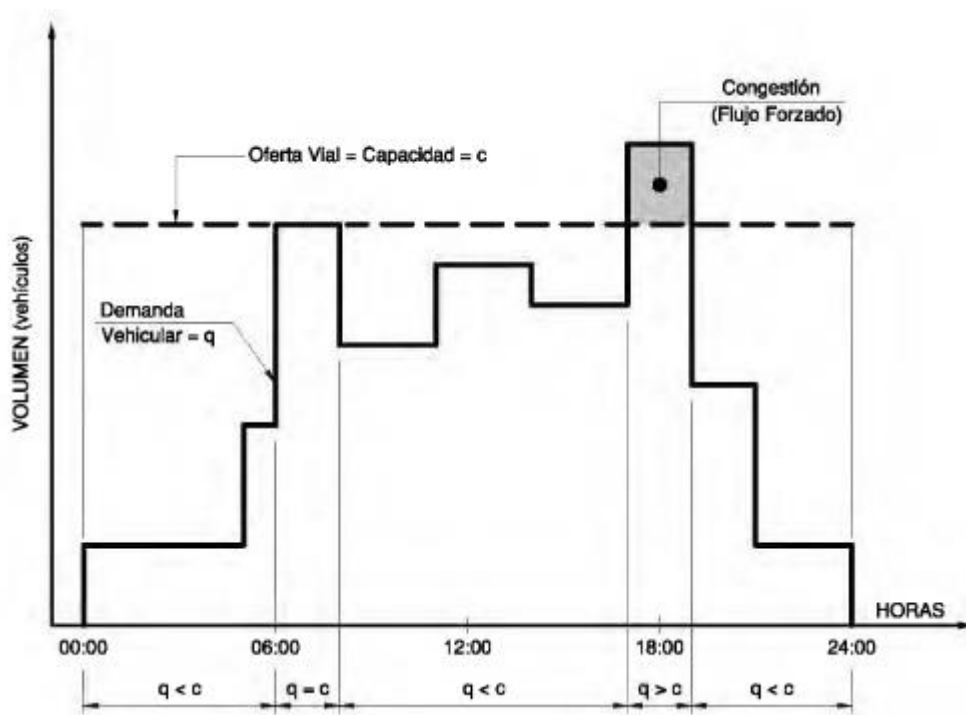


Figura Nro. 1 Comparación entre la demanda vehicular y la oferta vial en una zona urbana.

Elaboración: Cal y Mayor & Cárdenas, 2019

Fuente: Tomado de libro Ingeniería de tránsito, Fundamentos y Aplicaciones (p. 17)

1.2.1. Clasificación de una red vial

Son diversas clasificaciones que tiene una red vial y que cada país cuenta con particularidad sin embargo la clasificación funcional es un criterio muy acertado en la planeación de la red vial de tal manera que se puedan otorgar funciones específicas a las diferentes carreteras y calles de un sistema vial para atender las necesidades de movilidad de las personas y mercancías de una manera rápida, confortable y segura a las necesidades de accesibilidad a las distintas propiedades o usos de áreas colindantes (Cal y Mayor & Cárdenas, 2019, p. 110)

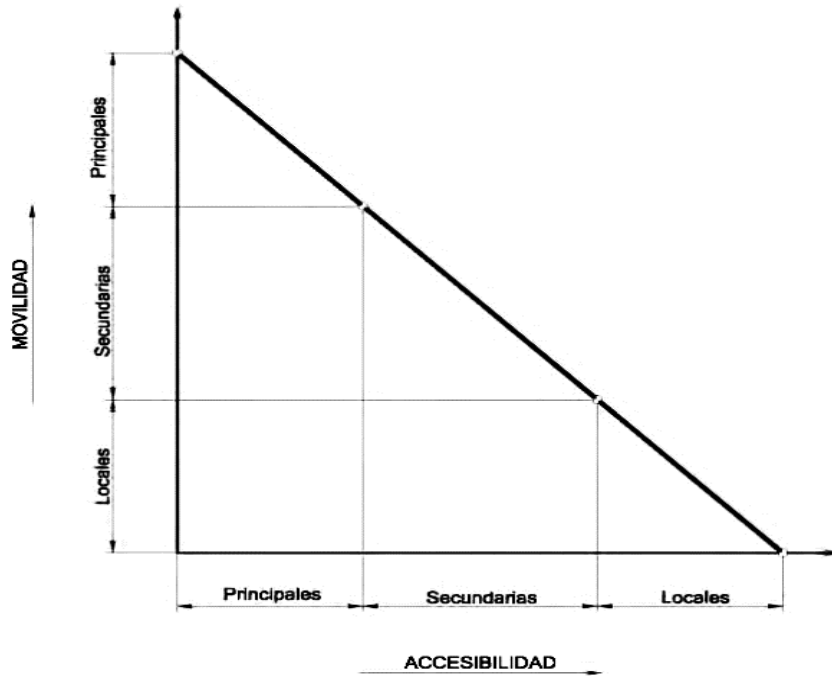


Figura Nro. 2 Clasificación funcional de un sistema vial.

Elaboración: Cal y Mayor & Cárdenas, 2019

Fuente: Tomado de libro Ingeniería de tránsito, Fundamentos y Aplicaciones (p. 111)

Según Hasen (como se sita en Cardona et al., 2020), indica que, la accesibilidad es un modelo de oferta del transporte que mide el potencial de oportunidades que poseen los individuos en una región, muchos investigadores y planificadores de ciudades a través de los años han perfeccionado métodos para evaluar la accesibilidad de un sistema vial (Cardona et al., 2020).

1.2.2. Clasificación de vías urbanas

El actual desarrollo de las áreas urbanas corresponde a la de una ciudad antigua crecida que responde a un patrón de cuadrícula rectangular multiplicada, hechos que se han venido construyendo desde la antigua Pompeya hasta nuestros tiempos con el trazo de vías urbanas angostas, trazados rectangulares que no han evolucionado mucho hasta la actualidad donde predominan dentro de la movilidad urbana no solo los vehículos de motor sino también los ciclistas, el peatón y el transporte público, es decir el sistema vial urbano debe satisfacer la movilidad en su conjunto con todos sus actores (Cal y Mayor & Cárdenas, 2019).

1.2.2.1. Definición de vías

Es necesario especificar que una ruta no puede activar o deshabilitar la población, pero crea una manera decisiva que esto sucede. Por esta razón, construir un camino no solo considerando su concepción técnica del camino y su economía y el medio ambiente, especialmente cuando la primera persona en pensar en los niveles internacionales o nacionales que abandonan la segunda instalación y pensando en un alcance muy pequeño que no considere o minimizar las principales áreas ecológicas también se verán afectadas (Cal y Mayor & Cárdenas, 2019).

Se entiende por camino, aquella faja de terreno acondicionada para el tránsito de vehículos. La denominación camino incluye a nivel rural las llamadas carreteras, y a nivel urbano las calles de la ciudad (Cal y Mayor & Cárdenas, 2019, p. 110)

1.2.2.2. Clasificación de vías

Las vías sirven para facilitar la movilidad en cualquier ciudad, es necesario disponer de vialidades rápidas (primarias) y para tener acceso es indispensable contar con vialidades lentas (locales) permitirá de una manera planificada y adecuada acceder a los espacios de trabajo, vivienda, locales comerciales, etc., en ese aspecto en el Ecuador se ha desarrollado el REGLAMENTO LEY SISTEMA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL TRANSPORTE TERRESTRE., que clasifica a las vías desde diferentes criterios de aplicación y dependiendo a la necesidad de cada lugar se adoptan para ser considerado en su planificación, sin embargo no se ha desarrollado un modelo único para ciudades de hasta 100.000 habitantes (ASAMBLEA NACIONAL DEL ECUADOR [ANE], 2018)

Dentro de la jerarquización del sistema funcional de las vías las más utilizadas y aplicada en el ámbito de la planificación urbana, se han clasificado de la siguiente manera en vías expresas o autopistas las que están en primer orden, calles o arterias principales, calles arterias secundarias, calles colectoras, calles locales, y accesos peatonales (Fernando & Morales, 2016).

1. Expresas o Autopistas

Son clasificadas como de alta capacidad vial, con una planificación adecuada única con características geométricas y estructurales propias, poseen accesos especiales tendientes a proveer velocidades constantes, con restricciones de accesos, con dos carriles mínimos por acceso, tienen un TPAD de 8.000 vehículos, actualmente en el Ecuador no se ha categorizado este tipo de estructura pero se le puede atribuir a la vía panamericana como una vía expresa (ANE, 2018, p. 2)

2. Arteriales principales o mayores

Son aquellas vías de integración nacional que unen capitales provinciales y se enlazan a las vías expresas o arteriales secundarias, que además permiten el tránsito entre áreas o partes de una ciudad. Dan servicio directo a los generadores principales de tránsito y se conectan con el sistema de autopistas y vías rápidas (Cal y Mayor & Cárdenas, 2019, p. 112)

3. Arteriales secundarias o menores

Son aquellas vías que integran las vías arteriales principales con puertos marítimos, aeropuertos, pasos de fronteras, centros de carácter estratégicos, cabeceras cantonales y con las vías colectoras un ejemplo de ello son las vías perimetrales, estas pueden ser divididas y pueden tener un control parcial de sus accesos (Cal y Mayor & Cárdenas, 2019, p. 112).

4. Colectoras

Son aquellas vías que tienen como función colectar el tráfico de las zonas locales para conectarlos con las vías arteriales, proporcionando a su vez acceso a las propiedades colindantes (Cal y Mayor & Cárdenas, 2019).

5. Locales

Son un conjunto de vías y calles que conforman la zona urbana del cantón y aquellas que

de conformidad a cada planificación municipal estén ubicadas en zonas de expansión urbana, y son aquellas que proporcionan acceso directo a las propiedades colindantes, sean estas residenciales, comerciales o industriales, se conectan directamente con calles colectoras o principales (Cal y Mayor & Cárdenas, 2019, p. 113).

6. Peatonales

De uso exclusivo del peatón, como las hay en casco centrales, veredas, o ciclovía.

1.2.3. Accesibilidad de un sistema vial urbano.

La accesibilidad de un sistema vial urbano se basa en la infraestructura utilizada en una red vial y sus características operativas representadas a través de la velocidad de operación para determinar su calidad como representación pura del oferta del transporte en el cual se usan dos tipos de medida, la accesibilidad media global y la accesibilidad media integral, así la accesibilidad media global es un promedio de los tiempos de viaje de todos los nodos de la red vial mientras que la accesibilidad media integral es una medida desde nodos específicos de la ciudad hacia destinos particulares de la misma (Cardona et al., 2020, p. 19)

La accesibilidad media global toma en cuenta un sistema de red vial en varios escenarios que pueden ser el escenario actual y un escenario futuro, y permite medir el tiempo de viaje de los usuarios del sistema (t_{vi}) entre todos los nodos de la red (Cardona et al., 2020, p. 21), según Giraldo, 2022; Li y Heap, 2008 (como se citó en Cardona et al., 2020) se pueden construir curvas isócronas de cobertura mediante análisis geoestadístico a través del método de Kriging ordinario lineal el cual ha mostrado un error menor y aproximaciones acertadas relacionadas a menor distancia entre puntos a interpolar este modelo geoestadístico puede ser ejecutado mediante datos GIS con software de código abierto (Cardona et al., 2020, p. 21)

La accesibilidad media global se puede calcular teniendo en cuenta la matriz origen y destino de la ciudad determinado los tiempos de viaje mínimo entre todos los nodos de la

red mientras que la accesibilidad media integral se efectúa con los puntos que se desea evaluar luego se obtiene los tiempos de viajes de cada nodo determinados como origen y destino de los viajes, donde (T_{vij}) son los tiempos de viajes (n) el número de nodos de origen y (m) el número de viajes del destino y pueden calcularse mediante la siguiente ecuación (Cardona et al., 2020, p. 21).

Ecuación para la accesibilidad media global.

$$T_{VIJ}^- = \frac{\sum_{i=j}^m t_{vij}}{n-1} \quad i=1, 2,3,\dots,n; \quad j=1,2,3,\dots,m \quad (1)$$

1.2.4. Gradiente de ahorro (GA).

El gradiente o índice de ahorro (GA) es una metodología que ha sido utilizada en investigaciones previas para medir el impacto generado por distintas obras de infraestructura vial tales como, el complemento del anillo vial urbano de Manizales, el impacto a la accesibilidad de los habitantes de Bogotá generado por el sistema integrado de transporte público y por el sistema de buses de transporte rápido en Lima (Cardona et al., 2020, p. 19).

El gradiente o índice de ahorro (GA) permite comparar y analizar los tiempos de viaje mínimo de cada escenario de la accesibilidad media global, identificando cuales son los tiempos de la situación actual de un sistema vial urbano respecto a un escenario futuro, se puede calcular mediante la siguiente ecuación (Cardona et al., 2020, p. 21).

$$GA = \frac{A_a - A_f}{A_a} \times 100 \quad (2)$$

A = Vector promedio de viaje ya sea en escenario actual (A_a) o futuro (A_f)

1.2.5. Índice de ahorro (IA).

Para el cálculo del IA, se debe tener en cuenta el área de estudio y las curvas isócronas

de cobertura de ahorro teniendo en cuenta esto se realiza una intercesión de los polígonos obteniendo el porcentaje de la densidad poblacional que se ve cubierto por el porcentaje de ahorro generado luego se realiza una ponderación entre el porcentaje de población y ahorro y se realiza la sumatoria de todo así se puede determinar cuáles son las áreas más beneficiadas por las mejoras en el escenario futuro (Cardona et al., 2020, p. 21), y de esta manera plantear alguna tasa de contribución por mejoras para que el sistema sea sostenible, el IA se ve representada por la siguiente ecuación:

$$IAJ = \sum_{i=1}^n \% Ai * \% Pi \quad (3)$$

1.2.6. Bases para el desarrollo de la planificación de un sistema vial sostenible.

En el libro de Ingeniería de Transito, Fundamentos y Aplicaciones, novena edición el autor redacta “Es indispensable en la ingeniería de tránsito, realizar investigaciones y analizar los diferentes métodos, para planificar la vialidad de un país, una municipalidad o una pequeña área, para poder adaptar el desarrollo de las calles y carreteras a las necesidades del tránsito” (Cal y Mayor & Cárdenas, 2019, p. 40)

Según Cal y Mayor & Cárdenas, en su libro de Ingeniería de Transito, Fundamentos y Aplicaciones, novena edición, redactan tres tipos de soluciones que pueden plantearse para resolver el problema del tránsito solución integral, solución parcial a alto costo y solución parcial a bajo costo (Cal y Mayor & Cárdenas, 2019)

La solución integral esta consistirá en construir nuevos tipos de vialidades y está enfocada para el trazo de nuevas ciudades, esta solución es casi imposible de aplicar a ciudades actuales por el alto costo que significa, por la restructuración del sistema vial y de las edificaciones, siendo necesario eliminar casi todo lo existente (Cal y Mayor & Cárdenas, 2019).

La solución parcial alto costo comprende tomar medidas de modificaciones con ensanchamiento de calles, modificaciones en intersecciones creación de intersecciones canalizadas, cruces a desnivel sobre espacios reducidos, la solución equivale a optimizar lo ya construido que requieren de fuertes inversiones (Cal y Mayor & Cárdenas, 2019), inversiones que pueden ser solventadas por ciudades de más de 100.000 habitantes.

La solución parcial a bajo costo aprovecha al máximo las condiciones existentes, con el mínimo de obra material y el máximo a cuanto regulación funcional del tránsito así como disciplina y educación por parte del usuario y coherente localización de actividades con respecto al patrón de uso y suelo, las características físicas del sistema vial, incluye además la legislación y reglamentación adaptadas a las necesidades del tránsito, la organización del sistema de calles con circulación en un sentido, estacionamientos de tiempo limitado, señales de tránsito y semaforización (Cal y Mayor & Cárdenas, 2019, p. 23) esta solución es la que más se adopta a las necesidades de ciudades de hasta 100.000 habitantes por sus bajos costos de inversión.

Los aspectos fundamentales a bajo costo son:

- Regulación funcional del tránsito
- Disciplina y educación por parte del usuario
- Localización de actividades con respecto al patrón de uso y suelo
- Las características físicas del sistema vial
- Legislación y reglamentación adaptadas a las necesidades del tránsito
- Organización del sistema de calles con circulación en un sentido
- Estacionamientos de tiempo limitado
- Señales de tránsito y semaforización

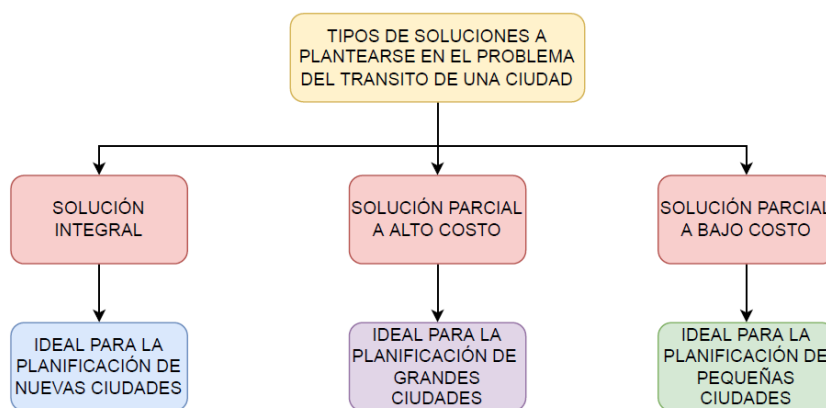


Figura Nro. 3 Soluciones en la planificación de un sistema vial urbano.

Elaboración El Autor

1.2.7. Criterios y principios de una Planificación Estratégica de Movilidad.

Para la planificación nacional el Ecuador en el año 2013 inicio las actividades para el desarrollo del Plan Estratégico de Movilidad (PEM), que fue publicado en diciembre de 2016, en él se detalla varios aspectos fundamentales a aplicar para un adecuado desarrollo de planificación estratégica vial Nacional, en la que, se destacan herramientas adecuadas para que el gobierno tome la regulación y planificación del país y el contexto general en el que el PEM se destaca (MTOP-PEM, 2016).

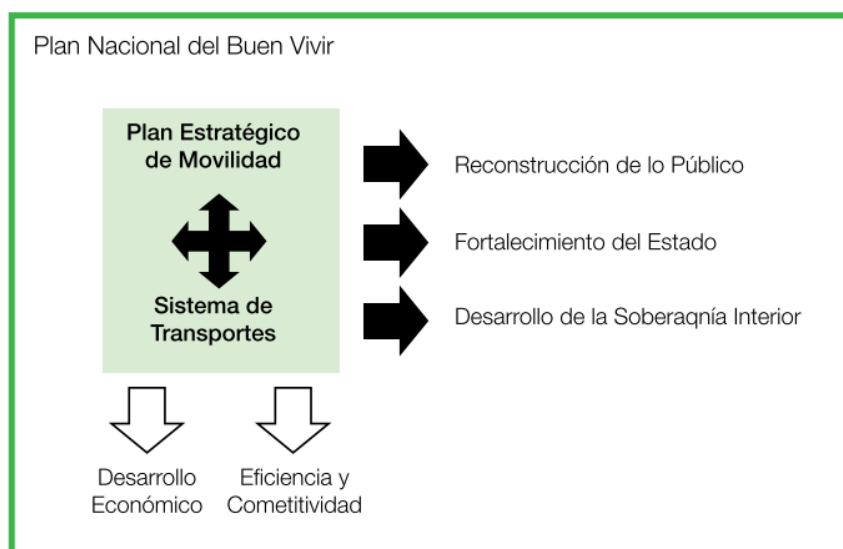


Figura Nro. 4: Contexto General del PEM.

Elaboración: Ministerio de Transportes y Obras Públicas, 2016

Fuente: Plan estratégico de movilidad pág. 6.

Otro de los aspectos fundamentales también lo enfoca el PEM como visión a los recursos necesarios para la implantación del plan.

- ➡ El Plan Estratégico de Movilidad (PEM) es un instrumento político en cuanto que debe responder a una visión país y contribuir a su propio desarrollo, en un amplio periodo.
- ➡ Sus contenidos se apoyan en fundamentos técnicos, sus propuestas tienen una perspectiva técnica, cubren todos los modos e integran todos los aspectos (infraestructuras, gestión, regulación, normativa, ...)
- ➡ El País ha realizado un gran esfuerzo inversor y el MTOP está inmerso en un intenso proceso de reformas para la mejora de la gestión del sistema de transportes.
- ➡ Había que actuar con celeridad, pero a partir de ahora hay que consolidar los esfuerzos y cambiar gradual, pero radicalmente, los métodos de trabajo, .. en todo
- ➡ Las principales claves en las que se apoya el PEM son:
 - ★ La identificación del escenario final que se persigue
 - ★ La información utilizada en los procesos de planificación
 - ★ La identificación del escenario resultante de las actuaciones realizadas, en curso y previstas
 - ★ La selección y definición de las actuaciones (criterios, prioridades, jerarquías, etc.)
- ➡ Existen importantes debilidades en la definición técnica de las actuaciones y en la información en la que debe apoyarse la selección de prioridades, que pueden:
 - ★ Orientar el desarrollo del sistema hacia metas de riesgo, que diluyan los objetivos alcanzados
 - ★ Impedir la consolidación de los avances realizados en la formación bruta del capital fijo
 - ★ Dificultar la racionalización, ordenación, y coordinación del sistema de gestión
- ➡ El PEM se plantea para abrir un proceso de reflexión:
 - ★ Los objetivos y las prioridades
 - ★ Los ritmos de actuación y los métodos de trabajo
 - ★ Las capacidades propias del MTOP y de todo el sector
- ➡ Esta revisión es compatible con que el Plan integre las políticas y acciones en curso.

Figura Nro. 5: Enfoque General del PEM.

Elaboración: Ministerio de Transportes y Obras Públicas, 2016

Fuente: Plan estratégico de movilidad pág. 7.

Siendo necesario establecer escenarios al corto, mediano y largo plazo, para luego de este plantear los objetivos a impulsar en el desarrollo del plan.

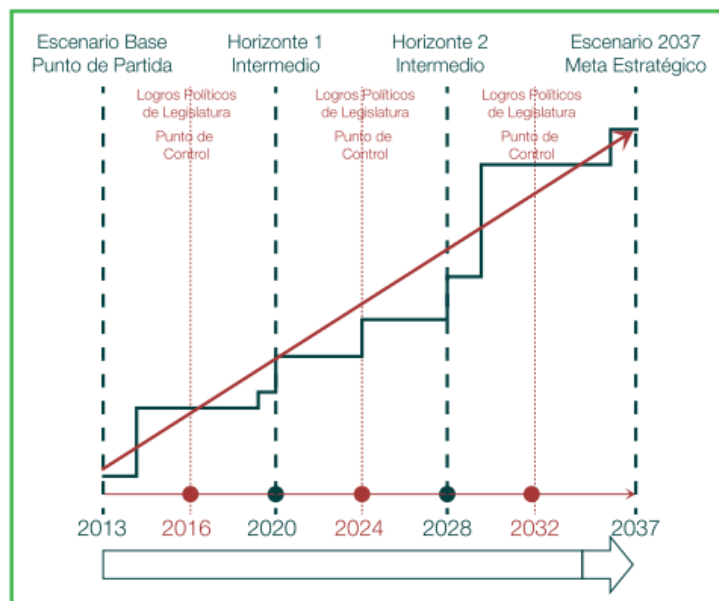


Figura Nro. 6: Esquema del avance del PEM.

Elaboración: Ministerio de Transportes y Obras Públicas, 2016

Fuente: Plan estratégico de movilidad pág. 8.

Para lograr desarrollar el PEM se ha implementado una gráfica de desarrollo de horizontes temporales de la planificación.

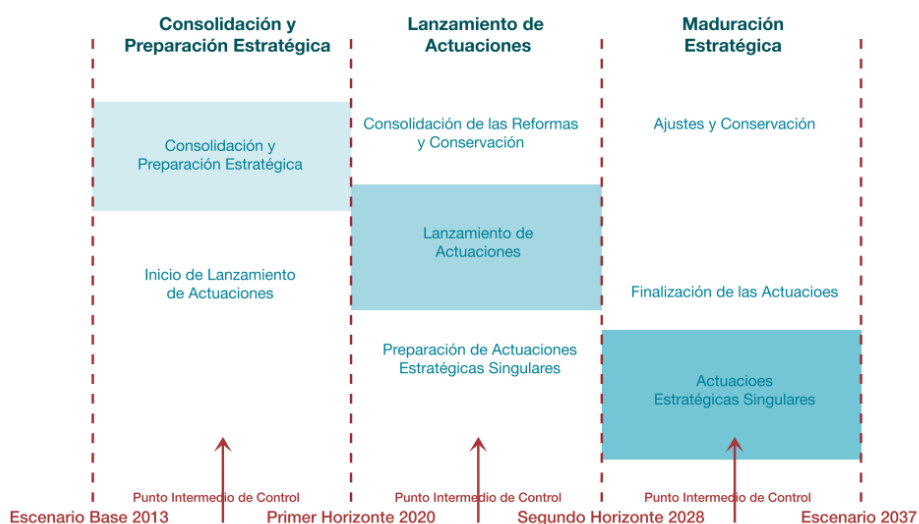


Figura Nro. 7: Desarrollo del PEM en los horizontes temporales.

Elaboración: Ministerio de Transportes y Obras Públicas, 2016

Fuente: Plan estratégico de movilidad pág. 9.

Como base fundamental plantea el PEM el desarrollo de los criterios fundamentales para la planificación y las acciones que se deben efectuar para el planteamiento de los objetivos, en si una planificación estratégica requiere de movilidad requiere:

- Planteamiento de objetivos de la planificación.
- Integración territorial interior población y actividad
- La Conexión intermodal o conectividad básica interior
- Las redes viales

1.2.7.1. Planteamiento de objetivos de la planificación.

Dentro de la planificación de desarrolla el planteamiento de los objetivos para los horizontes planteados y los criterio para la formulación de la propuesta, en la que se considera principales relaciones territoriales existentes e identificando aquellas nuevas

relaciones por aparecer, para establecer cuáles son las que se requieren activar, impulsar y en otros casos reforzar, partiendo de variables como medio natural, demográfico y actividad económica (MTOPEM, 2016).

1.2.7.2. Integración territorial interior población y actividad

La base cartográfica es una referencia sobre los cuales se representa la integración territorial y la actividad, y sobre los cuales se ven representado los límites de las áreas urbanas, calles, espacios públicos, actividades económicas, uso y espacios del suelo (MTOPEM, 2016).

El sistema de información geográfica SIG son la tendencia a la integración y manejo de información digital satelital, que implementa de herramientas necesarias para la valoración y evaluación de la información geo referenciada y que se pueden aplicar en los mapas de formato digital (Quesada, 2015)

1.2.7.3. La Conexión intermodal o conectividad básica interior

Las diferentes variables como demográficas y de actividad, han logrado desarrollar un esquema general de conectividad territorial y de sus formas y fronteras, conexiones que dan origen a las rutas de transporte y de conexión en sus diferentes modalidades y formas, conexiones marítimas, conexiones terrestres y conexiones aéreas, con estos criterios se han desarrollado mapas que ilustran la conectividad interior con la actividad social, teniendo como objetivo principal el dar acceso a los territorios (MTOPEM, 2016).

1.2.7.4. Las redes viales

Una de la formas de conectividad es la vía terrestre, siendo de las más utilizadas en las urbanas, siendo que la movilidad urbana se basa en modelos de transporte colectivos y no motorizados, coordinados y articulados entre sí, siendo estos los elementos claves para el desarrollo de ciudades sustentables (Martínez et al., 2016).

La adaptación gradual de los servicios que presta una carretera están limitados a los parámetros técnicos que esta presta, ese son los puntos de partida para la planificación

vial, y que tiene sus límites de acuerdo a su capacidad y convivencia de los usos que requiere, por otro lado no todos los tráficos pueden convivir en cualquier tipo de vía y los regímenes de velocidades, por lo que no se puede transformar vías destinadas a tráfico de carácter rural y ámbito provincial de vías de mediana capacidad, sin crear alternativas que posibiliten la especialización de las carreteras, de ahí la importancia de general mapas con características de jerarquización vial (MTOPEM, 2016).

1.2.8. Caracterización de la Planificación de vías en ciudades de hasta 100.000 habitantes.

1.2.8.1. Estructura del sistema de transporte y la movilidad de usuarios

Dentro de la planificación del PEM, señala como una de las principales metas la reducción de los tiempos de viaje, pues la mejora de las redes viales sin duda aportaran de manera significativa al objetivo, sin embargo es necesario también un conjunto de actuaciones inmediatas, al corto, mediano y largo plazo (MTOPEM, 2016, p. 289).

El sistema de transporte para la movilidad de los usuarios, es un servicio básico cuya disponibilidad y desempeño son de grandes impactos para la sociedad, la planificación considera necesarios regular la prestación de los servicios públicos del transporte sobre todo en las siguientes áreas Cantidad, Calidad, Precio, Condiciones de competencia dentro del mercado (MTOPEM, 2016).

Mejorar las condiciones de movilidad, respecto a las grandes obras de infraestructura que se ejecutan en las ciudades como puentes, intercambiadores, túneles, generan un gasto importante a las ciudades que evaluarlas las condiciones en las que operan es fundamental para establecer la necesidad y la justificación de ser construidas uno de los métodos para la valoración para el financiamiento de la infraestructura vial es el índice de ahorro del tiempo medio de viaje aplicado al modelo de Manizales (Cardona et al., 2020).

En fin la misión del transporte se lleva a cabo con la conformación de redes compuestas y esquematizadas con tres aspectos fundamentales, las conexiones o medios, Las unidades transportadoras y las terminales (Cal y Mayor & Cárdenas, 2019)

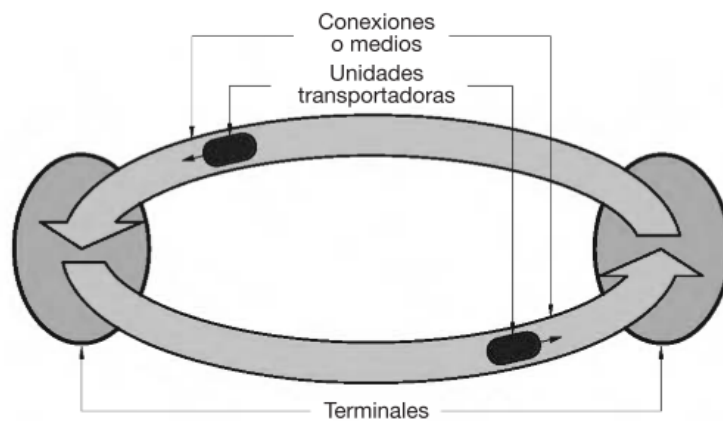


Figura Nro. 8: Estructura física básica del sistema de transporte.

Elaboración: Cal y Mayor & Cárdenas, 2019

Fuente: Tomado de libro Ingeniería de tránsito, Fundamentos y Aplicaciones (p. 36)

1.- Las conexiones o medios

Son aquellos elementos que conectan las terminales y sobre los cuales se desplazan las unidades transportadoras a los usuarios y que se pueden clasificar en físicas como carreteras, calles, rieles etc., o navegables como mares, ríos etc.

2.- Las Unidades transportadoras

Son básicamente las unidades móviles en las que se desplazan los usuarios, por ejemplo, vehículos, trenes, barcos, aviones, etc.

3.- Las terminales

Son aquellos puntos de viaje y embarque donde comienzan y terminan, el origen y el destino y que tiene de lugar a un cambio de modo de transporte, como las terminales terrestres, aeropuertos, puertos, estacionamientos en edificios, paradas de buses, zonas de carga, etc.

1.2.9. Modelo de Planificación sostenible para la organización de vías en ciudades de hasta 100.000 habitantes.

Mucho de los aspectos de la planificación vial nacional serán considerados como base para un modelo de planificación sostenible de vías urbanas en ciudades de hasta 100.000 habitantes para dar énfasis en una solución a bajo costo y aprovechar al máximo las condiciones existentes del sistema vial, del PEM se recolectarán los criterios que más se ajusten para emprender con la solución a bajo costo y determinar:

- Regulación funcional del tránsito
- Disciplina y educación por parte del usuario
- Legislación y reglamentación adaptadas a las necesidades del tránsito
- Localización de actividades con respecto al patrón de uso y suelo

Mientras que, el gradiente o índice de ahorro es un indicador que evalúa el impacto de la accesibilidad de los usuarios a las diferentes zonas urbanas que utilizan como medios para el transporte un sistema vial urbano en todos sus componentes ya que este indicador permite compara los vectores de tiempo de viaje mínimo en cada escenario de accesibilidad media global o integral (Cardona et al., 2020, p. 21), además analiza en su conjunto los siguientes aspectos.

- Las características físicas del sistema vial
- Organización del sistema de calles con circulación en un sentido
- Estacionamientos de tiempo limitado
- Señales de tránsito y semaforización

La metodología del índice de ahorro de tiempo medio de viaje se ha desarrollado en cinco etapas:

E1.-Etapa 1.- Definición del área de estudio.

E2.-Etapa 2.- Red vial

E3.-Etapa 3.- Cálculo de Accesibilidad

E4.-Etapa 4.- Gradiente de Ahorro

E5.-Etapa 5.-Cálculo del Índice de Ahorro.

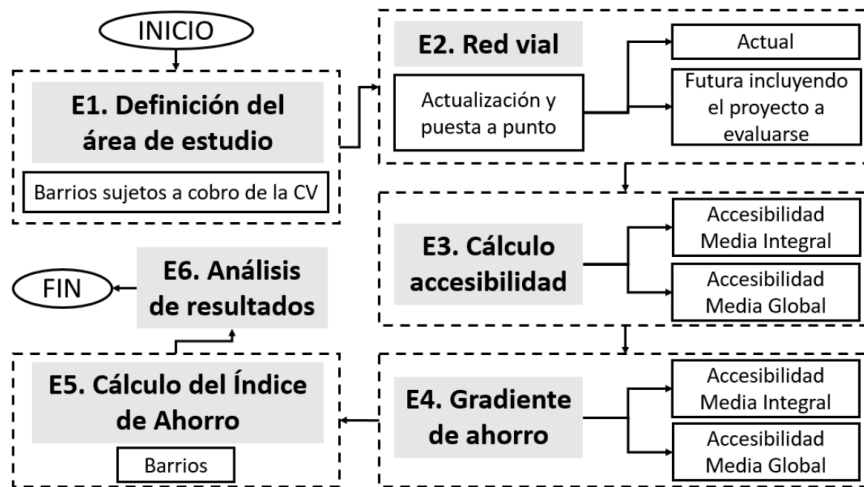


Figura Nro. 9: Metodología de cálculo de índice de Ahorro

Elaboración: Cardona et al., 2020

Fuente: Índice de ahorro de tiempo medio de viaje como variable complementaria en la metodología Contribución por Valorización para la financiación de infraestructura vial Santiago (p. 20)

1.3. Antecedentes referenciales

1.3.1. Ordenamiento vial.

En muchas de las naciones internacionales se están re categorizando y reclasificando los sistemas de calles urbanas, ya que estos están siendo integrados en tres dimensiones la movilidad, actividad y el modo de transporte, estas cualidades han llevado a grandes ciudades a tener nuevas formas de clasificar la red vial así tenemos en China las denominadas áreas ciegas, los criterios dominados por el tráfico motorizado, lugares debilitados de las vías urbanas, necesidades de reclasificación de las vías urbanas, en los Estados Unidos la reclasificación de las vías urbanas han llevado a definir las como (Liu et al., 2017).

Calle General.

Servir tanto al tráfico local como directo; enfatizar el movimiento y acceso de vehículos motorizados, y también puede incluir instalaciones dedicadas para autobuses y/o ciclistas; los vehículos y los peatones suelen estar separados. Permitir calles de diferentes diseños y características de operación a través de ciertos parámetros de diseño con gran flexibilidad.

Boulevard.

Por lo general, actúan como grandes paseos entre destinos importantes con múltiples calzadas anchas para enfatizar la calidad visual y ecológica; las calzadas interiores están destinadas al tráfico de paso y las exteriores al tráfico local.

Calle lenta.

Utilizar amplias medidas de moderación del tráfico para reducir la velocidad de los vehículos, desalentar el tráfico vehicular; reverdecer y embellecer el paisaje urbano, creando un ambiente cómodo para andar en bicicleta y caminar.

Calle de tránsito

Uso exclusivo, casi exclusivo del tránsito de superficie (autobuses) o donde se da prioridad a las operaciones de tránsito. Enfatice el diseño urbano y el apoyo al tránsito, como áreas de espera de autobuses bien diseñadas con paisajismo atractivo, muebles y materiales para exteriores.

Calle peatonal

Calles exclusivamente para peatones con restricción de tiempo completo de acceso de vehículos. El diseño puede ser tan simple como una calle general sin acceso de vehículos o ser diseñado más intensamente con un paisaje urbano atractivo y un tratamiento de plaza.

En las tres dimensiones del sistema de ordenamiento vial se encuentran el modo de transporte, la jerarquía y la actividad y en la categorización las vías locales, colectoras y

arteriales así los demuestran la gráfica 7,8 y 9.

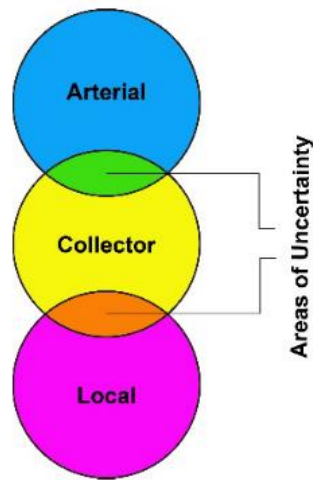


Figura Nro. 10: Superposición de la clasificación de funciones viales

Elaboración: Liu et al., 2017

Fuente: Transportation Research Procedia 25 (2017) 627–638
www.elsevier.com/locate/procedia

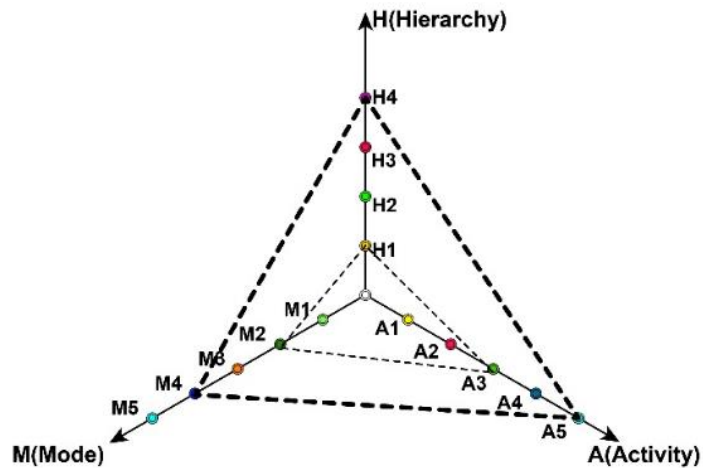


Figura Nro. 11: Sistema de clasificación de carreteras tridimensional HAM (Jerarquía/Actividad /Modo).

Elaboración: Liu et al., 2017

Fuente: Transportation Research Procedia 25 (2017) 627–638
www.elsevier.com/locate/procedia

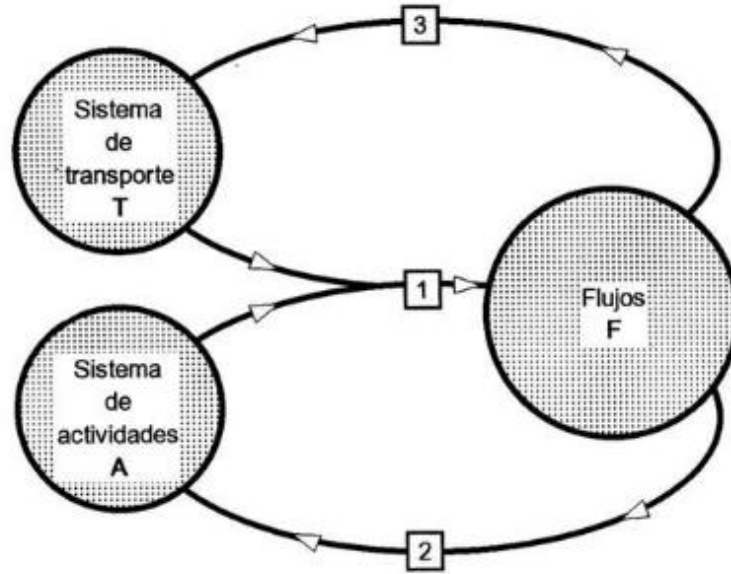


Figura Nro. 12: Relación entre el sistema de transporte, el sistema de actividad y los flujos.

Elaboración: Cal y Mayor & Cárdenas, 2019

Fuente: Tomado de libro Ingeniería de tránsito, Fundamentos y Aplicaciones (p. 35)

1.3.2. Infraestructura vial

La infraestructura vial es el medio a través del cual se le otorga conectividad terrestre al país para el transporte de personas y de carga, permitiendo realizar actividades productivas, de servicios, de distracción y turísticas, estos ejes constituyen una pieza clave e indispensable para el desenvolvimiento de la economía y desarrollo productivo del país. De esta forma, se dota de la accesibilidad e interconectividad terrestre necesarias para el sistema de centros poblados, zonas rurales y territorios en su conjunto e integridad, potenciando y planificando bajo un modelo de desarrollo territorial que se proyecte hacia el desarrollo sustentable y en armonía con el medioambiente (Vallverdu, 2020) .

La variable Infraestructura es un dato de salida en el primer sistema de lógica difusa aplicado en el presente estudio; pero en la matriz denominada Calidad de Vida, la variable Infraestructura, se convierte en una variable de entrada. Para el presente caso, ésta se encuentra alimentada por cuatro datos de entrada.(Pinzón, 2012)

1.3.3. Jerarquización Vial

Las vías de una red deben ser claramente categorizadas en aquellas que son principalmente para el movimiento, y aquellas que son principalmente para acceso local. Deben indicarse claramente las prioridades en cada intersección de modo que siempre se le dé prioridad al tráfico de las vías más importantes sobre aquél de las vías menos importantes (Benzadón et al., 2007)

El sistema de clasificación de carreteras urbanas, en gran medida, determina la estructura de la red, las normas de construcción y el uso del espacio de las carreteras, lo que inevitablemente ejerce un fuerte impacto tanto y planificación del transporte. El informe Buchanan de 1963 estableció un principio básico para el funcionamiento de las carreteras. Clasificación con la distinción entre carreteras de circulación y las que dan acceso a edificios. Esta clasificación de la jerarquía de carreteras se ha convertido en una fuerza influyente en dar forma al trazado de las áreas urbanas al afectar las relaciones entre carreteras, edificios y estructura urbana. Como producto de la era del motor, esta carretera dominada por automóviles La clasificación intenta equilibrar las necesidades de movimiento de los automóviles y el medio ambiente.(Liu et al., 2017).

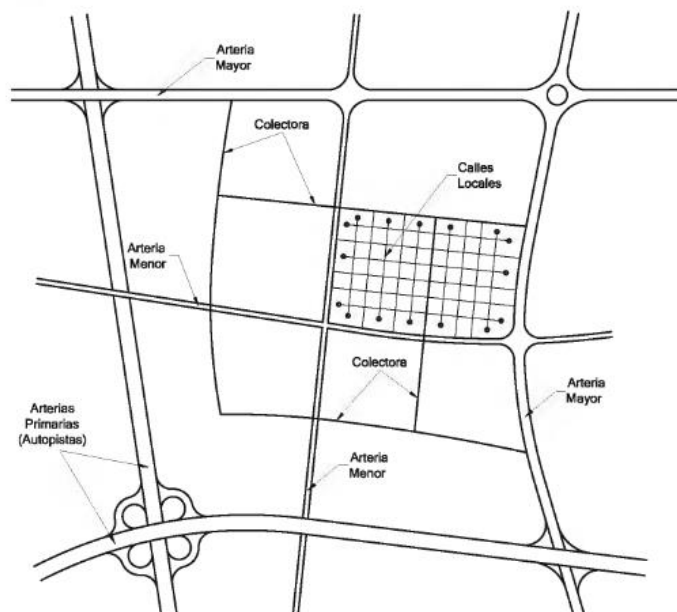


Figura Nro. 13: Jerarquización de un sistema vial urbano.

Elaboración: Cal y Mayor & Cárdenas, 2019

Fuente: Tomado de libro Ingeniería de tránsito, Fundamentos y Aplicaciones (p. 114)

En la figura 14 se ilustra en términos de movilidad y accesibilidad la clasificación funcional de un sistema vial urbano de acuerdo al esquema de jerarquización vial.

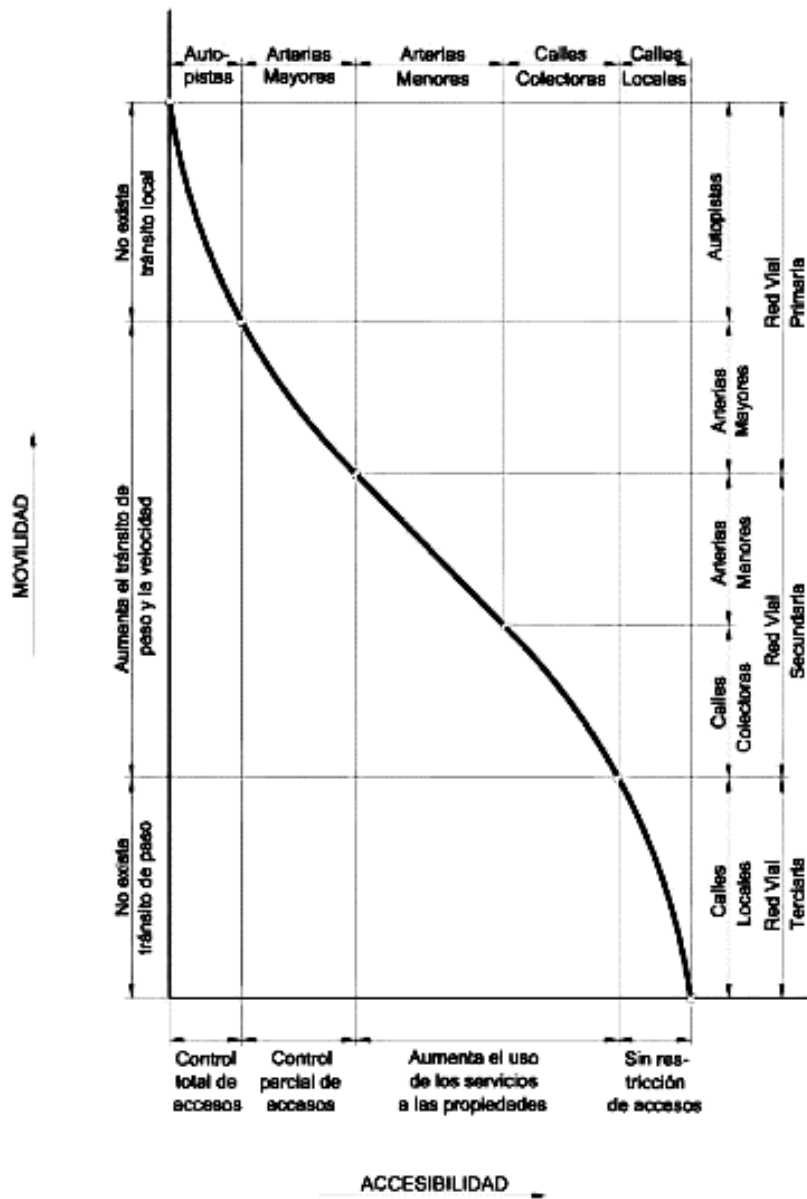


Figura Nro. 14: Movilidad y Accesibilidad de un sistema vial urbano

Elaboración: Cal y Mayor & Cárdenas, 2019

Fuente: Tomado de libro Ingeniería de tránsito, Fundamentos y Aplicaciones (p. 113)

Claramente se puede determinar de la gráfica Nro. 14 que a mayor movilidad menor accesibilidad y que a mayor accesibilidad existe menor movilidad.

1.3.4. Intersecciones viales

Las intersecciones son áreas comunes a dos o más vías que se cruzan al mismo nivel y en las que se incluyen las calzadas que pueden utilizar los vehículos para el desarrollo de todos los movimientos posibles (Castillo Ever, 2018).

Las intersecciones son elementos de discontinuidad en cualquier red vial, por lo que representan situaciones críticas que hay que tratar específicamente, ya que las maniobras de convergencia, divergencia o cruce no son usuales en la mayor parte de los recorridos. Existen dos tipos intersecciones fundamentales que son la intersección a nivel e intersección a desnivel (Castillo Ever, 2018).

La diferencia fundamental entre intersección y enlace radica en la coincidencia o no de los planos de circulación de las distintas vías que concurren: en la intersección el cruce se realiza a nivel, es decir, los ejes de las diversas vías se cortan en un punto; en cambio, en el enlace el cruce se realiza a distinto nivel, interceptándose en este caso las proyecciones horizontales de los ejes. (Castillo Ever, 2018)

1.3.5. Capacidad vial

Es el máximo número de vehículos que puede transitar por un punto o tramo uniforme de una vía en los dos sentidos, en un periodo determinado de tiempo, en las condiciones imperantes de la vía y el tránsito.

Las expansiones de la capacidad vial en sistemas viales urbanos presionados inducen el tráfico y contribuyen al crecimiento del tráfico que de otro modo no se habría producido. (Tennøy et al., 2019).

1.3.6. Transporte publico

Para promover ambientes urbanos sostenibles y habitables, el transporte privado, público y no motorizado debe complementarse funcionalmente entre sí, formando sistemas intermodales equilibrados (Saliara, 2014: 536-537). Nielsen, et al. (2005, citados en Saliara, 2014: 536) explican que el objetivo principal de la integración del transporte es

apoyar la política social a través de asegurar los servicios de transporte, proporcionar un transporte eficiente, aliviar la congestión del tráfico vehicular y contribuir a una ciudad sostenible, promoviendo el Desarrollo Orientado al Transporte (Quintero González, 2019).

Actualmente, la movilidad urbana es un tema que cada vez sugiere poner mayor énfasis en los distintos niveles de gobierno (federal, estatal, municipal), pues las ciudades requieren medios de transporte que satisfagan las necesidades de su población residente, mejore su calidad de vida y reduzcan los problemas suscitados; en este caso, el transporte público. Éste es utilizado para desplazamiento de la población, donde presenta un bajo grado de control, planificación y gestión que deriva en diversos problemas de movilidad urbana (Roberto et al., 2017).

Los sistemas de planificación del transporte urbano desempeñan un papel fundamental en el fomento de ciudades saludables y sostenibles. Para 2050, el 66% de la población mundial La población vivirá en ciudades que requieren una seria consideración del papel del transporte y su impacto en la habitabilidad de las personas y planeta. (Thondoo et al., 2020).

1.4. Antecedentes contextuales

1.4.1. Descripción del área de estudio (ciudad de Arenillas)

El área de estudio plantea la evaluación de la planificación vial actual, su operación y como este se ve influenciado por el índice de ahorro de tiempo medio de viaje, para ello se aplicarán curvas isócronas que ayudarán a determinar los tiempos de viajes y el área de cobertura para con ello establecer los puntos críticos a los cuales se les deba organizar el sistema vial urbano.

Las coordenadas de ubicación del casco central del estudio de la ciudad de Arenillas son las siguientes en sistema UTM.

COORDENADAS DE UBICACIÓN		
	NORTE - SUR	ESTE - OESTE
Centro	9606948.98 m S	604194.64 m E

Tabla Nro. 1: Coordenadas de ubicación geográfica del caso de estudio punto de inicio y de fin.

Fuente: El Autor

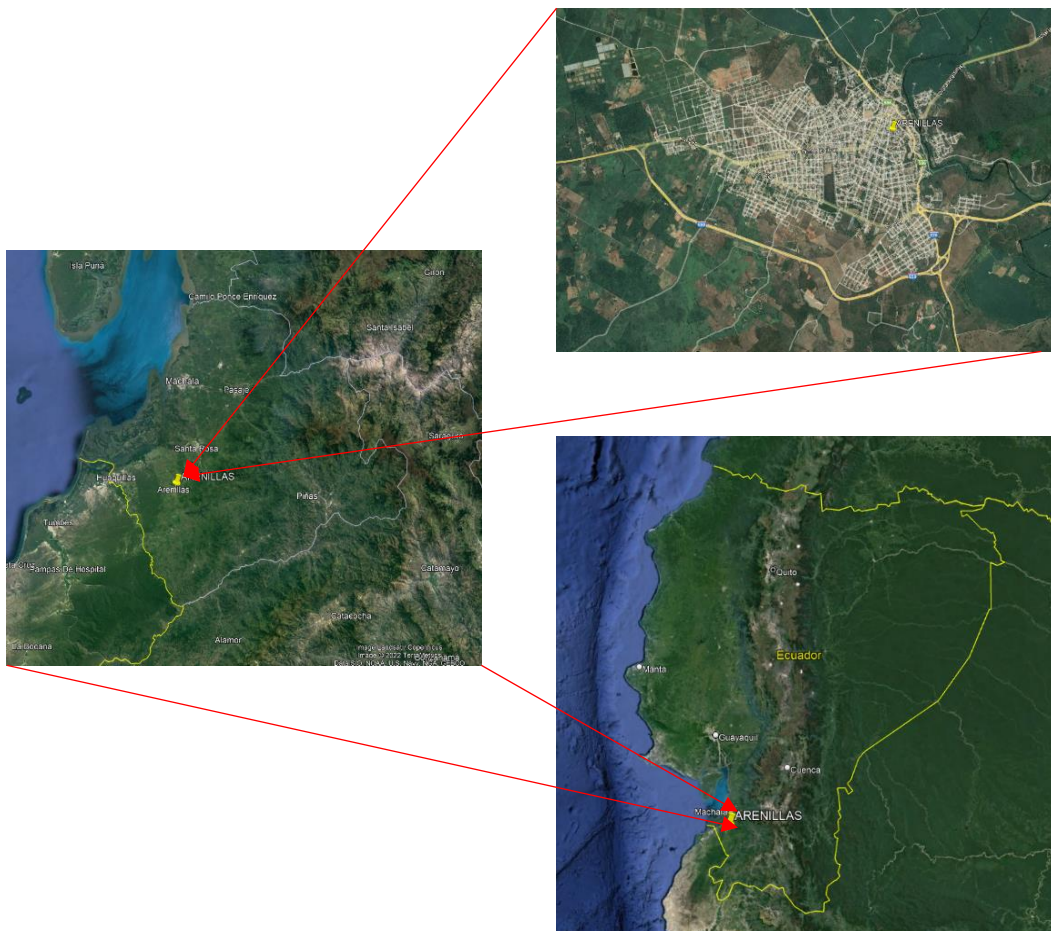


Figura Nro. 15: Ubicación Geográfica del caso de estudio ciudad de Arenillas, El Oro, Ecuador.

Elaboración: El Autor

Fuente: Imagen Satelital de google earth pro.

1.4.2. Localización

Arenillas, oficialmente conocido como Cantón Arenillas, es un cantón de la Provincia de El Oro, ubicado en la parte sur-occidental del territorio ecuatoriano. Su capital es Arenillas.



Figura Nro. 16: Cantón Arenillas

Elaboración: El Autor

Fuente: POT de Arenillas.

1.4.3. Población

Ciudad que de acuerdo al censo del año 2010 tiene una población de 26.844 habitantes, aunque en la actualidad se estima que la ciudad como tal tendría unos 30000 habitantes (SENPLADES, 2010)

1.4.4. Trama vial actual

La trama urbana es la forma en la que una ciudad se extiende o desarrolla y depende de muchos factores, especialmente geográficos o hidrográficos, en este caso la ciudad de Arenillas tiene una topografía casi irregular y no está atravesada por ríos., el cantón se divide en Parroquias que pueden ser urbanas o rurales, entre las cuales tenemos como parroquias urbanas: Arenillas, y parroquias rurales: Chacras, Carcavón, Palmales y La Cuca (SENPLADES, 2010)

CAPITULO 2. METODOLOGÍA

2.1 Método de Investigación

“El **método** significa el camino por seguir mediante una serie de operaciones y reglas prefijadas de antemano para alcanzar el resultado propuesto, ya que procura establecer los procedimientos que deben seguirse, en el orden de las observaciones, experimentaciones, experiencia y razonamientos y la esfera de los objetos a los cuales se aplica” (Baena Paz, 2017).

Los métodos que se adoptara para el presente trabajo de investigación son dos el método documental y de Campo:

- **Método documental** “es el primer paso del investigador debe ser el acopio de noticias sobre libros, expedientes, informes de laboratorio o trabajos de campo en relación con el tema por estudiar desde dos puntos de vista: el general y el particular” (Baena Paz, 2017).

- **Método de campo** “tienen como finalidad recoger y registrar ordenadamente los datos relativos al tema escogido como objeto de estudio. Equivalen, por tanto, a instrumentos que permiten controlar los fenómenos, las técnicas del trabajo de campo se dividen en dos tipos principales:
 - a. La observación y la exploración del terreno, que en realidad es el contacto directo con el objeto de estudio.
 - b. La interrogación que consiste en el acopio de testimonios, orales y escritos, sentimientos, pensamientos, estados de ánimo de personas vivas” (Baena Paz, 2017,p85).

2.2 Técnicas de Investigación

“Las técnicas se vuelven respuestas al “cómo hacer” y permiten la aplicación del método en el ámbito donde se aplica. Hay técnicas para todas las actividades humanas que tienen como fin alcanzar ciertos objetivos, aunque en el caso del método científico, las técnicas son prácticas conscientes y reflexivas dirigidas al apoyo del método” (Baena Paz,

2017,p.83).

Las técnicas que se aplicaron en este trabajo de investigación fueron: las encuestas, observación, documental y entrevista.

- **La encuesta**, nos permitió obtener una interrogación escrita, que se la realizó a los peatones que se movilizaban por las vías de estudio con el fin de obtener información sobre el desplazamiento de personas, el tipo de transporte, el tiempo de viaje, como también el origen y destino, y las actividades económicas y sitios de mayor afluencia para la ciudad de Arenillas.
- **Observación**, se obtuvo a través de mapas digitales y sistemas de información geográfica geo referenciada las características de las vías urbanas, mediante las fichas técnicas, que nos permitió obtener la recolección de información como es la clasificación de las vías, intersecciones, capacidad vial, tiempos de viajes, establecimiento de rutas,
- **Documental**, este método de investigación se aplicó para obtener datos a partir de documentos escritos de referencia bibliográfica como fueron: el Plan Estratégico de Movilidad del Ministerio de Transporte y Obras Públicas para el año 2013-2037 y el artículo científico “Índice de ahorro de tiempo medio de viaje cómo variable complementaria en la metodología Contribución por Valorización para la financiación de infraestructura vial”.
- **Entrevista**, cuyo objetivo fue conocer los diferentes criterios y opiniones de los funcionarios públicos del GADM ARENILLAS de los departamentos de la Dirección de Planeamiento y Urbanísimo, Unidad Municipal De Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, en lo referente a la movilidad y planificación de las vías urbanas.

2.3 Instrumentos de Investigación

“Los instrumentos son los apoyos que se tienen para que las técnicas cumplan su propósito”(Baena Paz, 2017). Los instrumentos que se empleara son los siguientes:

- a) **Cuestionario:** Para el caso de las encuestas es una guía de preguntas o de indicadores que nos permitan conocer conectividad interior con la actividad social dentro de la ciudad de Arenillas para lograr implementar los objetivos del PLANIFICACIÓN SOSTENIBLE PARA LA ORGANIZACIÓN DE VÍAS URBANAS EN CIUDADES DE HASTA 100.000 HABITANTES.

Nos ayudó la recolección de la información mediante un cuestionario, que luego se plasmó en un mapa temático en SIG, para la ubicación de los sitios de origen y destino, así como las rutas de mayor frecuencia de usuarios en la ciudad de Arenillas.

- b) **Entrevista:** “Es un interrogatorio sin un rigor científico (sin sacar una muestra de los entrevistados, sin trabajar las preguntas de manera detallada, sin tener que probar el cuestionario antes de aplicarlo), que nos permite obtener una información general pero muy útil sobre el tema que estamos investigando, cómo se ha recibido cierto suceso o cómo se comporta la gente ante algún hecho”.(Baena Paz, 2017,p79).
- c) **Guías de observación:** Es un instrumento que se basa en una lista de indicadores que se utilizó para conocer los aspectos más relevantes de la movilidad, clasificación de las vías, intersecciones viales, diseño geométrico, jerarquización, mobiliario urbano, tipos de vehículos, estado de vía y superficie de rodamiento.

2.4 Tipo de Estudio

Este trabajo tiene la modalidad de un estudio exploratorio ya que está inmerso en el lugar de los hechos, y nos permitirá obtener nuevos conocimientos en lo que concierne a la realidad social, y una vez indagado dicha situación, identificaremos los problemas que se provoca por una mala planificación vial.

Además, tendrá un alcance descriptivo, que nos permitió describir la situación actual de la zona para hacer el análisis de la situación existente identificando el escenario actual. “Se analiza la información recopilada y el comportamiento del flujo vehicular para finalmente plantear una alternativa de mejora en el nivel de servicio” (Calle Callo, 2018).

Esta investigación entonces es de tipo No Experimental, puesto que se realizó en el lugar de los hechos, es una investigación transversal porque se la realizó en un solo momento.

2.5 Paradigma

“El conocimiento de los paradigmas de investigación nos ayuda a situarnos y conocer mejor el modelo o modelos metodológicos en los que nos proponemos encuadrar un estudio empírico” (Lorenzo y Lorenzo, 2010,p.12).

Este trabajo investigativo obedece a un paradigma positivismo por cuanto se “sustentará a la investigación que tenga como objetivo comprobar una hipótesis por medios estadísticos o determinar los parámetros de una determinada variable mediante la expresión numérica”(Ramos, 2015,p10).

2.6 Enfoque

Este trabajo tiene un enfoque mixto, un producto que contiene un enfoque cuantitativo para el tratamiento de datos numéricos o estadísticos y cualitativos a través de la infraestructura del método encuestas, entrevistas y observaciones.

2.7 Población y muestra

En la estadística inferencial, la población y muestra tienen características muy bien definidas, y es que, a la población se refiere al conjunto de todos los individuos u objetos al que se tiene interés medir., en cambio la muestra es la porción o parte de esa población que se tiene interés (Lind et al., 2014).

El presente trabajo de investigación plantea una metodología de análisis integral para la planificación vial que implica a la movilidad de la población en este ámbito se considera a la población como la medida a tomar y que está influenciada por la densidad poblacional en una área determinada.

2.7.1 Población o Universo

El problema del presente trabajo de titulación plantea identificar qué tipo de planificación permite la organización de vías urbanas en ciudades de hasta 100.000 habitantes, Arenillas, para lograr el desarrollo de este trabajo es necesario medir el impacto de la movilidad en el sistema vial urbano para establecer si el sistema vial urbano satisface las necesidades de los usuarios al trasladarse desde un punto hacia otro, esto se logra determinando el cálculo de la accesibilidad media global, calculando el tiempo de viaje mínimo entre todos los nodos de una red aplicando el algoritmo de Dijkstra (1959), el gradiente de ahorro y el índice de ahorro (Cardona et al., 2020), para nuestro caso de estudio el universo se considera el tiempo de viaje medidos de diferentes rutas de origen - destino de un vehículo tipo automóvil dentro del casco urbano de la ciudad de Arenillas.

2.7.2 Muestreo

La muestra se define como un conjunto de objetos y sujetos procedentes de una población (Monje Álvarez, 2011, p. 123), que pueden ser calificadas como muestras probabilísticas o no probabilísticas, dentro de las no probabilísticas se encuentra el muestreo por conveniencia, donde se selecciona de acuerdo a la intención del investigador el tipo de muestra que se requiere analizar, esta se selecciona con sujetos de una misma característica (Monje Álvarez, 2011, p. 127), para nuestro caso de estudio se plantea a la muestra del tiempo de viaje de un vehículo automóvil en las rutas de origen y destino más frecuentes usadas por comerciantes de la ciudad de Arenillas.

2.8 Métodos teóricos con las muestras utilizadas

La metodología a aplicar propone un modelo de accesibilidad que desarrolla el índice de ahorro de tiempo medio de viaje combinado con el modelo de planificación del PEM del Ecuador, es el aporte de este tema de investigación, por un lado el PEM pretende desarrollar los criterios relacionados a interacción de las zonas de conexión de las actividades sociales y las rutas necesarias para el transporte de usuarios mientras que el índice de ahorro de tiempo medio de viaje busca evaluar de manera eficiente cual es el impacto de la accesibilidad de los usuarios con la medición de tiempos de viaje de un

determinado sistema vial, en otras palabras el tiempo medio de viaje es un indicador que permite conocer que tan accesible es para los usuarios un determinado sistema vial. En el proceso de evaluación del IA se consideran todos los aspectos relacionados al tiempo que demoran los usuarios en trasladarse desde un punto a otro (Cardona et al., 2020), la combinación de los criterio y principios para el desarrollo de la planificación vial PEM junto con la determinación del IA aportarán a desarrollar un MODELO DE PLANIFICACIÓN SOSTENIBLE DE VÍAS URBANAS EN CIUDADES DE HASTA 100.000 HABITANTES.

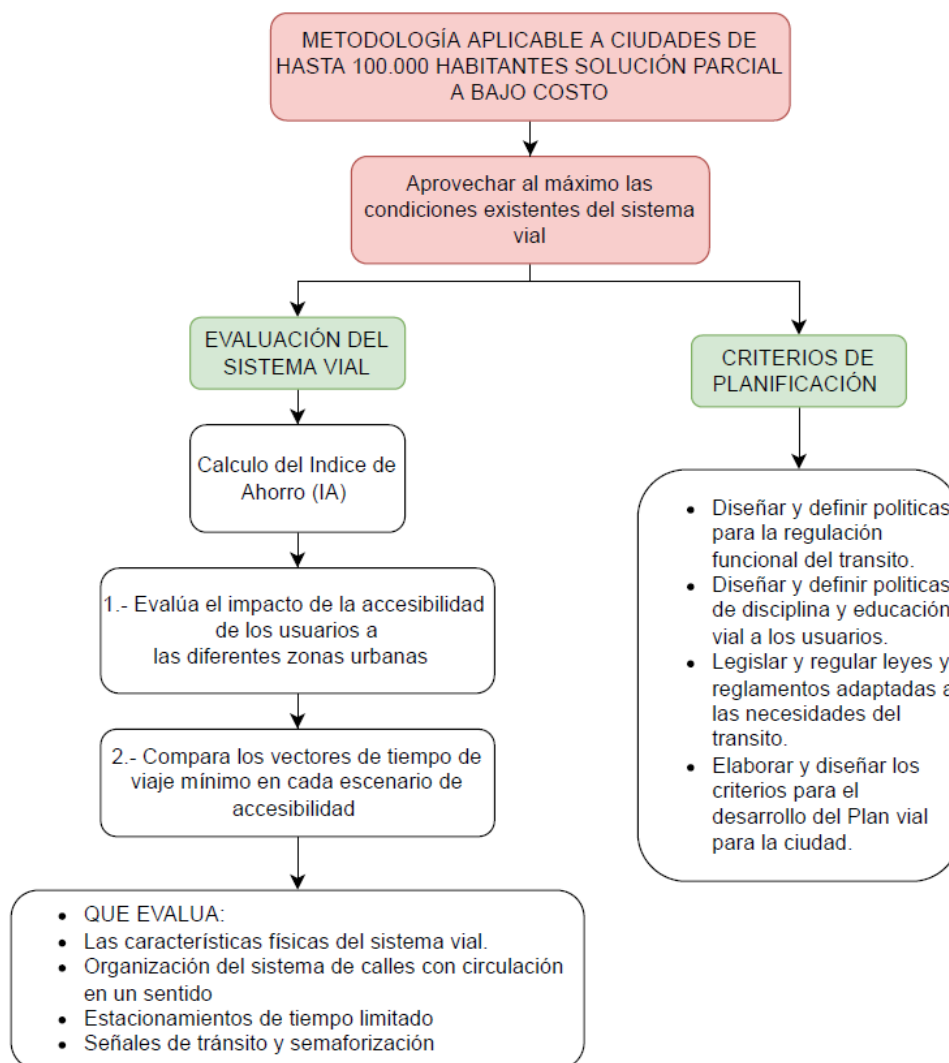


Figura Nro. 17: Diseño de la metodología de aplicación para el desarrollo de un Modelo de Planificación Sostenible de Vías Urbanas en Ciudades de Hasta 100.000 Habitantes.

Elaboración: El Autor

Fuente: El Autor.

En la metodología de investigación para este caso de estudio plantea el desarrollo de la metodología de aplicación para un Modelo de Planificación Sostenible de Vías Urbanas en Ciudades de Hasta 100.000 Habitantes, el mismo que va a comparar dos escenarios el primer escenario evaluará el impacto de la accesibilidad del estado actual del sistema vial con su propia regulación y el segundo escenario se evaluara aplicando mejoras al sistema vial en términos de mejorar las rutas de acceso a los diferentes puntos de movilización de la ciudad de Arenillas, este proceso se desarrollara en tres etapas.

Etapas 1. En esta etapa se desarrollará la caracterización del sistema vial actual del casco urbano de la ciudad de Arenillas, se desarrollará en base a los criterios de planificación del PEM que serán adaptados a la situación de la ciudad y se efectuará el planteamiento de los objetivos para un MODELO DE PLANIFICACIÓN SOSTENIBLE DE VÍAS URBANAS EN CIUDADES DE HASTA 100.000 HABITANTES, (PSVU) considerando los horizontes planteados.

MATERIALES Y MUESTRAS.

Para el desarrollo de esta etapa se utilizará información teórica y desarrollará una matriz de la planificación con los objetivos planteados del PSVU

Etapas 2. Se evaluara el impacto de la accesibilidad media de los usuarios del sistema y se compararan los vectores de tiempo medio de viajes para dos escenarios planteados el escenario actual y un escenario futuro con mejoras al sistema vial urbano actual, para esto se procederá con el cálculo del índice de ahorro (IA) que ayudará a evaluar la organización vial y desarrollar alternativas y mejoras de la red de infraestructura, enfocados a la accesibilidad de los usuarios y con ellos se realizara un análisis comparativo de la alternativa planteada con el estado actual de la red vial.

Para el desarrollo y cálculo del índice de ahorro de tiempo medio de viaje, se aplicarán las siguientes sub etapas para la ciudad de Arenillas.

E1.-Etapas 1.- Definición del área de estudio (área de influencia de movilidad de la ciudad de Arenillas)

E2.-Etapas 2.- Red vial (Caracterización y Jerarquización vial de la ciudad de

Arenillas)

E3.-Etapa 3.- Cálculo de Accesibilidad

E4.-Etapa 4.- Gradiente de Ahorro

E5.-Etapa 5.-Cálculo del Índice de Ahorro.

MATERIALES Y MUESTRAS.

Para el desarrollo de esta etapa se efectuarán recorridos en las rutas planteadas en la matriz origen destino, se determinaran las conexiones entre actividades, las rutas de origen - destino y los tiempos de viajes, para ello será necesario la implementación de información geo referenciada SIG, para abordar esta metodología se la analizara en dos escenarios, el primer escenario se evaluarán las condiciones actuales de la organización vial y el coste que ello conlleva con el análisis del Índice de Ahorro actual, para el segundo escenario se desarrollara una propuesta para el mejoramiento del sistema.

Etapa 3. Con los objetivos planteados del PSVU y el índice de ahorro de tiempo medio de viaje para la infraestructura vial de la ciudad de Arenillas se formulará un modelo de planificación sostenible que aporte a la organización de vías urbanas en ciudades de hasta 100.000 habitantes.

MATERIALES Y MUESTRAS.

Para el desarrollo de esta etapa se utilizará información teórica, mapas digitales SIG, y el desarrollo del modelo experimental en dos condiciones el actual y la propuesta.

2.9 Técnicas estadísticas para el procesamiento de los datos obtenidos.

Las técnicas estadísticas para el procesamiento de datos es mediante mapas temáticos que os ayudaran a la elaboración de curvas isócronas, con las que se determinaran los tiempos de recorridos por áreas de influencias, y de esta manera establecer el índice de ahorro para los tiempos de viaje origen y destino (Cardona et al., 2020).

Con la ayuda de matrices se efectuarán los análisis estadísticos del estado actual de la red vial de la ciudad arenillas con la propuesta de planificación y de cómo esta contribuirá a

mejorar la eficiencia en el transporte vehicular para ciudades de hasta 100.000 habitantes.

2.10 Etapa 1. Caracterización para la planificación de vías urbanas en ciudades de hasta 100.000 habitantes, (Caso de estudio Ciudad de Arenillas).

Para la caracterización de la planificación de vías urbanas en ciudades de hasta 100.000 habitantes, se ha analizado la identificación de la estructura básica del transporte para la aplicación del caso de estudio que es la ciudad de Arenillas, la identificación de los escenarios del plan PSVU, la información utilizada en los procesos de planificación para la organización de vías urbanas y la selección de criterios.

Con estos criterios se plantea para el PSVU, los objetivos y las prioridades, los ritmos de actuación y el método de trabajo y las capacidades propias de la Administración.

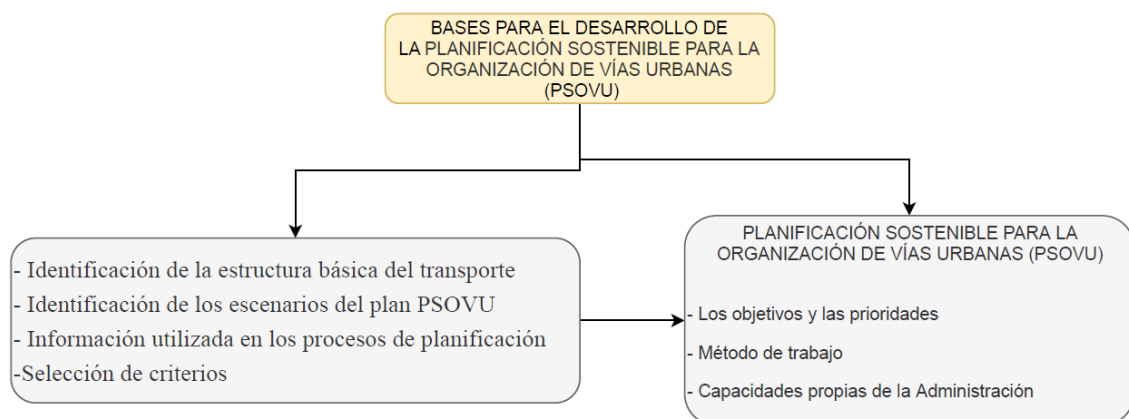


Figura Nro. 18: Bases para el desarrollo del PSVU

Elaboración: El Autor.

Fuente: El Autor

2.10.1 Identificación del sistema básico del Transporte.

Se han identificado los terminales de origen y destino más importantes y más influyentes de la ciudad, así como las rutas de conexión en las cuáles actualmente el sistema funciona y para el caso de las unidades transportadoras solo se cuenta con el vehículo en varias de sus dimensiones, sin embargo, el más común y utilizado es el vehículo.

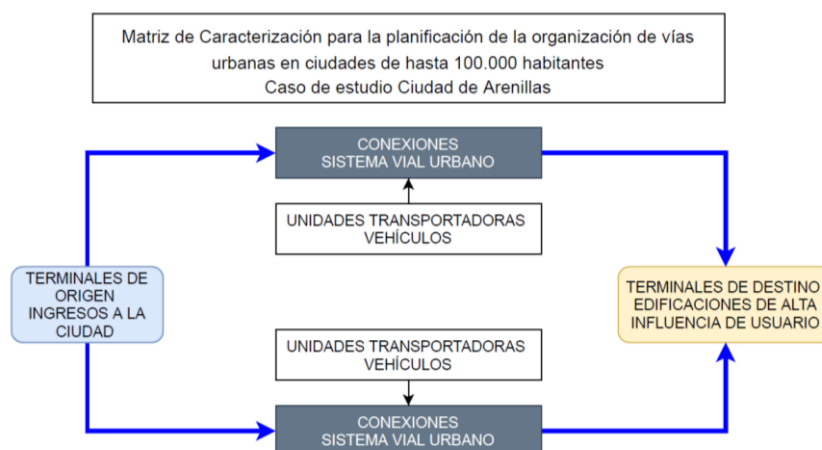


Figura Nro. 19: Matriz de Caracterización para la planificación de la organización de vías urbanas en ciudades de hasta 100.000 habitantes Caso de estudio Ciudad de Arenillas.

Elaboración: El Autor.

Fuente: El Autor.

1.- IDENTIFICACIÓN DE LAS TERMINALES

Se han identificado los puntos de origen y destino más importantes y más influyentes para la ciudad de Arenillas así tenemos:

N°	ORIGEN	COORDENADAS		DESCRIPCIÓN
1	DESTINO	604286.12	9607158.03	GAD MUNICIPAL DE ARENILLAS
2	DESTINO	604022.99	9607112.73	MERCADO MUNICIPAL ARENILLAS
3	DESTINO	604057.20	9607057.02	CONSEJO DE LA JUDICATURA ARENILLAS
4	DESTINO	603336.91	9606953.61	EL DISTRITO 07D05 ARENILLAS-HUAQUILLAS-LAS LAJAS E
1	ORIGEN	603737.28	9608293.05	CAMAL
2	ORIGEN	604888.81	9607254.06	CIUDADELA LAUTARO SANCHEZ
3	ORIGEN	604933.38	9605689.95	LOTIZACIÓN LAS PEÑITAS
4	ORIGEN	604335.08	9604883.83	HILLARRY
5	ORIGEN	601404.86	9607636.24	LOTIZACION NUEVOS HORIZONTES
6	ORIGEN	602124.49	9608134.93	LOTIZACIONES COLINAS DE SANTA FE I-II -III
7	ORIGEN	603086.24	9605380.98	LOTIZACION KENNEDY

Tabla Nro. 2: Matriz Origen y Destino de la ciudad de Arenillas

Elaboración: El Autor

Fuente: El Autor

2.- IDENTIFICACIÓN DE LAS CONEXIONES O MEDIOS

Con la identificación de la matriz de origen y destino se han identificado las rutas o conexiones que existen entre ellas, debemos recalcar que en esta situación solo se atribuyen a modos de transporte terrestre.

Nº	ORIGEN	DESTINO	LONGITUD	RUTAS
1	1	1	1,3	MUNICIPIO AL CAMAL
2	1	2	1,43	MERCADO AL CAMAL
3	1	3	1,62	JEFATURA JUDICIAL AL CAMAL
4	1	4	1,92	DISTRITO AL CAMAL
5	2	1	1,04	MUNICIPIO A CIUDADELA LAUTARO SÁNCHEZ
6	2	2	1,21	MERCADO A CIUDADELA LAUTARO SÁNCHEZ
7	2	3	1,15	JEFATURA JUDICIAL A CIUDADELA LAUTARO SÁNCHEZ
8	2	4	2,03	DISTRITO A CIUDADELA LAUTARO SÁNCHEZ
9	3	1	2,12	MUNICIPIO A LOTIZACIÓN LAS PEÑITAS
10	3	2	2,75	MERCADO A LOTIZACIÓN LAS PEÑITAS
11	3	3	2,14	JEFATURA JUDICIAL A LOTIZACIÓN LAS PEÑITAS
12	3	4	2,4	DISTRITO A LOTIZACIÓN LAS PEÑITAS
13	4	1	2,66	MUNICIPIO A HILLARY
14	4	2	3,26	MERCADO AL HILLARY
15	4	3	2,71	JEFATURA JUDICIAL A HILLARY
16	4	4	2,94	DISTRITO A HILLARY
17	5	1	3,15	MUNICIPIO A LOTIZACIÓN NUEVOS HORIZONTES
18	5	2	2,91	MERCADO A LOTIZACIÓN NUEVOS HORIZONTES
19	5	3	3,14	JEFATURA JUDICIAL A LOTIZACIÓN NUEVOS HORIZONTES
20	5	4	2,17	DISTRITO A LOTIZACIÓN NUEVOS HORIZONTES
21	6	1	2,62	MUNICIPIO A LOTIZACIONES COLINAS DE SANTA FE I-II -III
22	6	2	2,59	MERCADO A LOTIZACIONES COLINAS DE SANTA FE I-II -III
23	6	3	2,61	JEFATURA JUDICIAL A LOTIZACIONES COLINAS DE SANTA FE I-II -III
24	6	4	1,8	DISTRITO A LOTIZACIONES COLINAS DE SANTA FE I-II -III
25	7	1	2,56	MUNICIPIO A LOTIZACIÓN KENNEDY
26	7	2	2,68	MERCADO A LOTIZACIÓN KENNEDY
27	7	3	2,77	JEFATURA JUDICIAL A LOTIZACIÓN KENNEDY
28	7	4	2,84	DISTRITO A LOTIZACIÓN KENNEDY

Tabla Nro. 3: Rutas o conexiones destino a origen

Elaboración: El Autor

Fuente: El Autor

Nº	ORIGEN	DESTINO	LONGITUD	RUTA
1	1	1	1.33	CAMAL AL MUNICIPIO
2	1	2	1.40	CAMAL AL MERCADO
3	1	3	1.49	CAMAL A LA JEFATURA JUDICIAL
4	1	4	1.84	CAMAL AL DISTRITO

5	2	1	0.73	CIUADAELA LAUTARO SÁNCHEZ AL MUNICIPIO
6	2	4	1.86	CIUADAELA LAUTARO SÁNCHEZ AL DISTRITO
7	2	3	1.24	CIUADAELA LAUTARO SÁNCHEZ A LA JEFATURA JUDICIAL
8	2	2	1.10	CIUADAELA LAUTARO SÁNCHEZ AL MERCADO
9	3	1	1.87	LOTIZACIÓN LAS PEÑITAS AL MUNICIPIO
10	3	4	2.55	LOTIZACIÓN LAS PEÑITAS AL DISTRITO
11	3	2	2.83	LOTIZACIÓN LAS PEÑITAS AL MERCADO
12	3	3	2.57	LOTIZACIÓN LAS PEÑITAS A LA JEFATURA JUDICIAL
13	4	1	2.59	HILLARY AL MUNICIPIO
14	4	2	3.52	HILLARY AL MERCADO
15	4	3	3.26	HILLARY A LA JEFATURA JUDICIAL
16	4	4	3.23	HILLARY AL DISTRITO
17	5	2	2.90	LOTIZACIÓN NUEVOS HORIZONTES AL MERCADO
18	5	4	2.17	LOTIZACIÓN NUEVOS HORIZONTES AL DISTRITO
19	5	3	3.04	LOTIZACIÓN NUEVOS HORIZONTES AL JEFATURA JUDICIAL
20	5	1	3.37	LOTIZACIÓN NUEVOS HORIZONTES AL MUNICIPIO
21	6	4	1.77	LOTIZACIONES COLINAS DE SANTA FE I-II -III AL DISTRITO
22	6	1	2.40	LOTIZACIONES COLINAS DE SANTA FE I-II -III HACIA AL MUNICIPIO
23	6	3	2.66	LOTIZACIONES COLINAS DE SANTA FE I-II -III A LA JEFATURA JUDICIAL
24	6	2	2.41	LOTIZACIONES COLINAS DE SANTA FE I-II -III AL MERCADO
25	7	1	2.77	LA LOTIZACIÓN KENNEDY AL MUNICIPIO
26	7	3	2.55	LA LOTIZACIÓN KENNEDY A LA JEFATURA JUDICIAL
27	7	4	2.55	LA LOTIZACIÓN KENNEDY AL DISTRITO
28	7	2	2.82	LA LOTIZACIÓN KENNEDY AL MERCADO

Tabla Nro. 4: Rutas o conexiones origen a destino

Elaboración: El Autor

Fuente: El Autor

3.- IDENTIFICACIÓN DE LAS UNIDADES TRANSPORTADORAS

Las unidades trasportadoras más frecuentes se han adaptado al modo de transportarse de los usuarios y es el vehículo particular.

2.10.2 - Identificación de los escenarios del plan PSVU

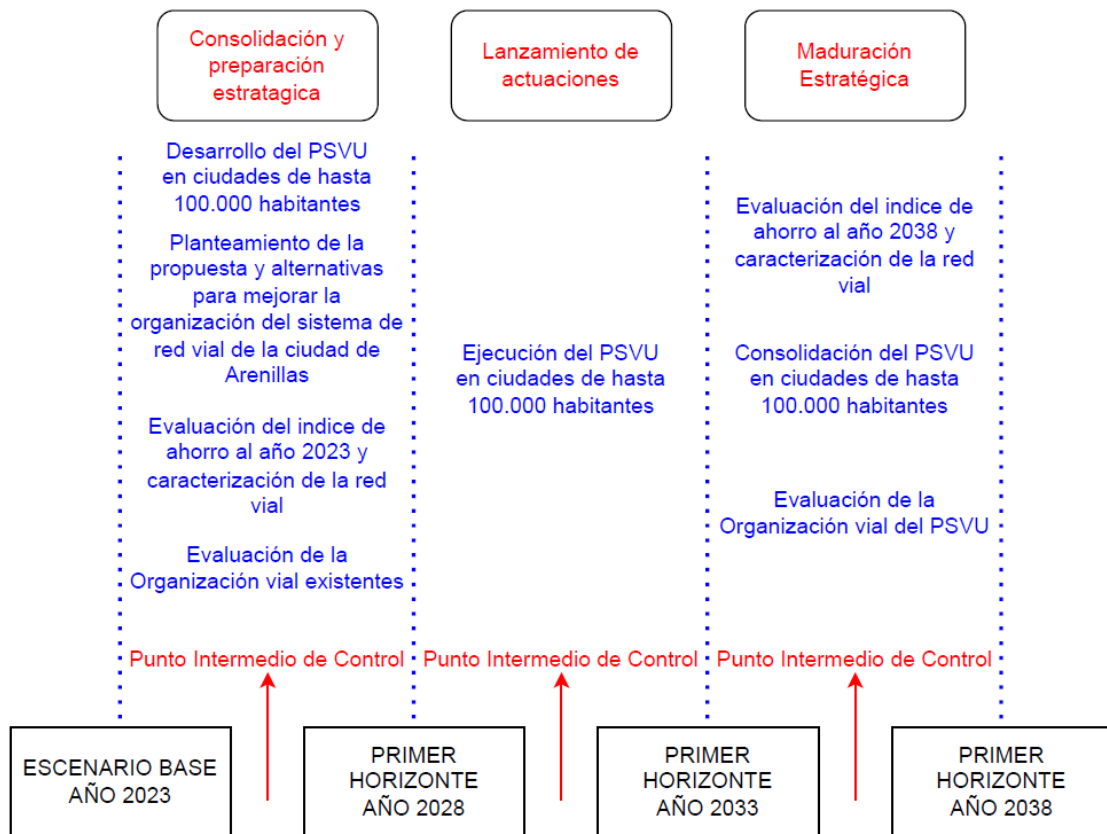


Figura Nro. 20: Escenarios de la Planificación PSVU.

Elaboración: El Autor

Fuente: El Autor

Los escenarios del plan se han identificado en función de las características de las vías, de la densidad poblacional y del índice de crecimiento de la ciudad de Arenillas, siendo necesario la implementación del Plan en un horizonte de 15 años, en tres escenarios distintos al corto, mediano y largo plazo, en los puntos intermedios de control se evalúa el impacto de la accesibilidad de los usuarios del sistema vial con el cálculo del IA.

2.10.3 Criterios para el proceso de planificación

La información levantada en el proceso de evaluación de la red existente para el análisis y planteamiento de objetivos se han relacionado a la integración de las diferentes formas y actividades que efectúan los usuarios en la ciudad de Arenillas, donde se plantea un escenario de movilidad integrada con rutas de conexión desde los orígenes más

importantes desde donde se trasladan los usuarios hasta sus destinos más frecuentes analizados en la matriz origen y destino., y con ello se han elaborado mapas digitales de las rutas de conexión origen y destino.

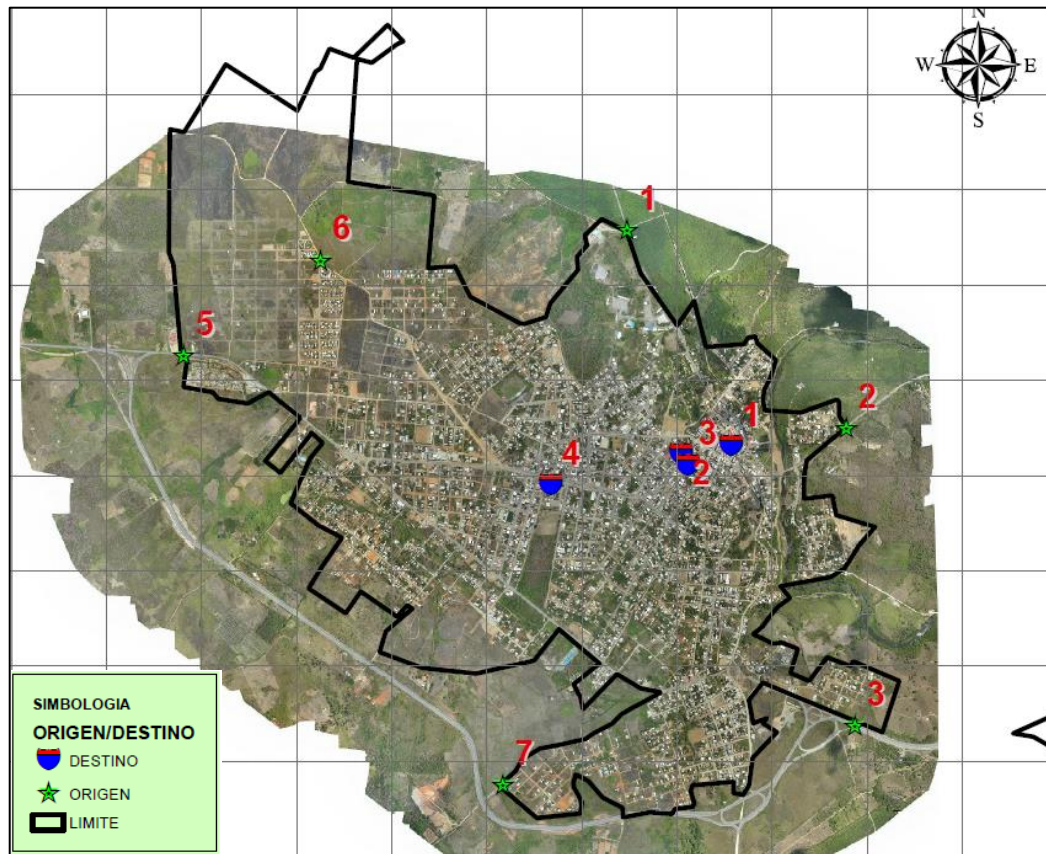


Figura Nro. 21: Mapa temático del matriz origen destino

Elaboración: El Autor

Fuente: El Autor

Con la Matriz de origen y destino se ha logrado elaborar mapas digitales de las rutas de conexión terrestre de origen a destino y viceversa de destino a origen esto en la relación de que los tiempos de transporte y capacidad vial se analizan en ambos sentidos debido a que por la clasificación y designación vial que existe en la ciudad las rutas de ingreso hacia los sitios de mayor frecuencia no son siempre las mismas rutas de salida hacia los puntos de origen y se toman rutas distintas a las de ingreso.

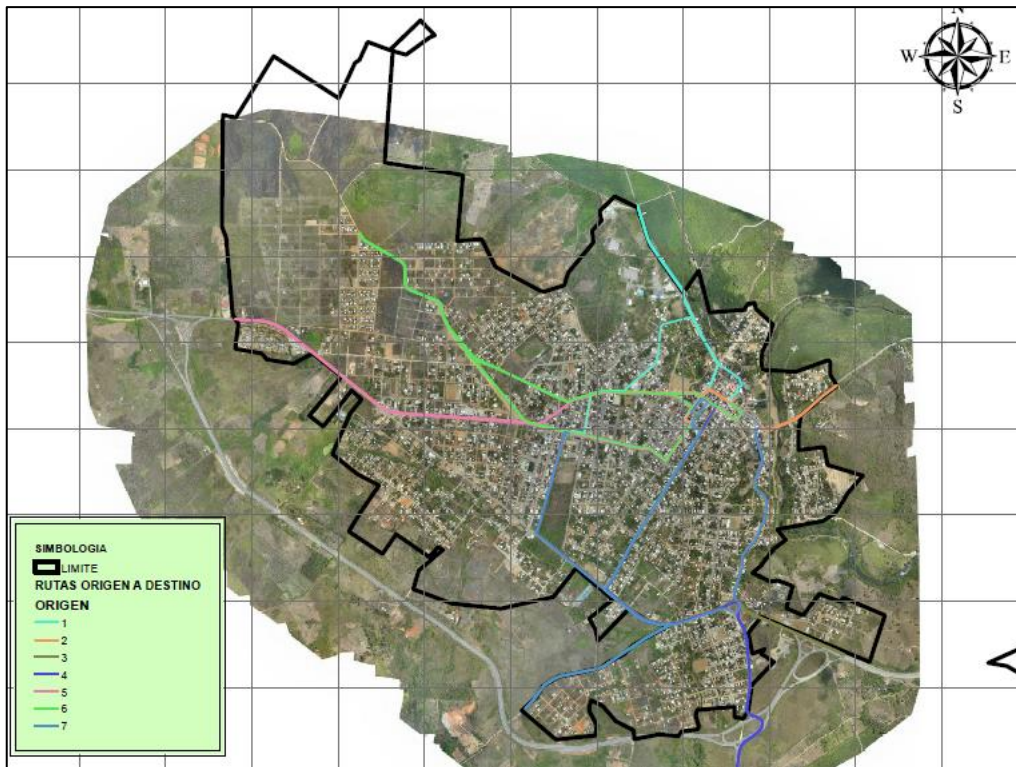


Figura Nro. 22: Rutas de conexión origen a destino

Elaboración: El Autor

Fuente: El Autor

En la gráfica se pueden observar las conexiones más importantes de la integración de la movilidad respecto a las actividades económicas en la ciudad de Arenillas, también se han analizado la capacidad vial y el sentido de circulación de las mismas mediante un mapa digital del sentido y jerarquización vial.

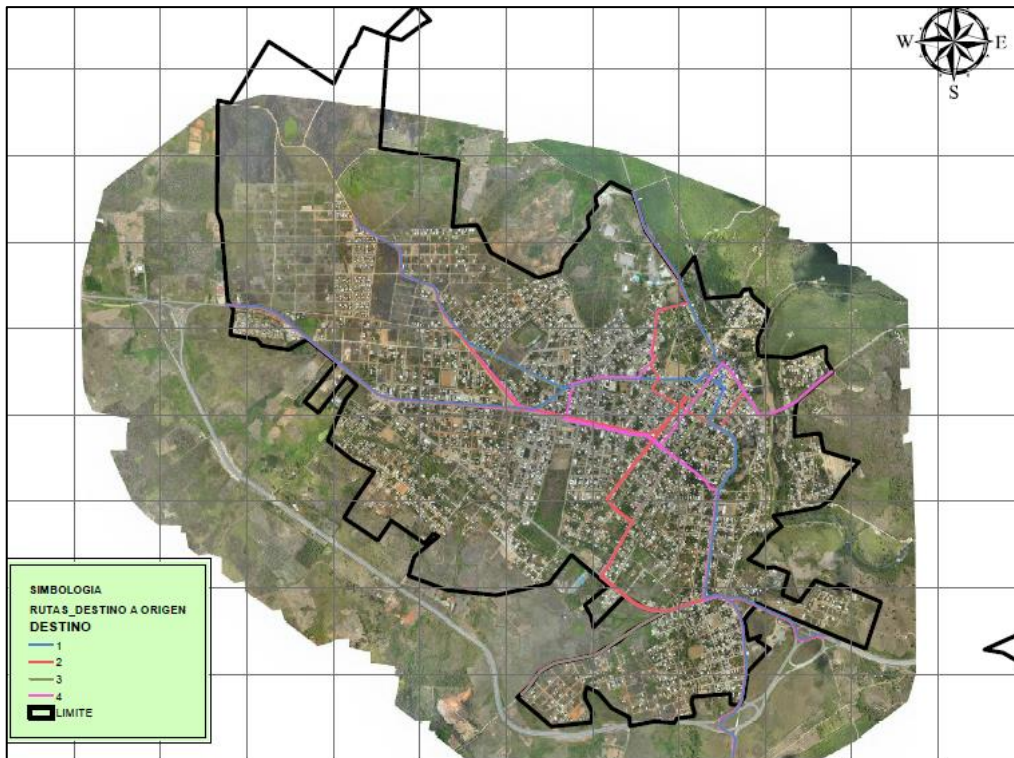


Figura Nro. 23: Rutas de conexión destino a origen

Elaboración: El Autor

Fuente: El Autor

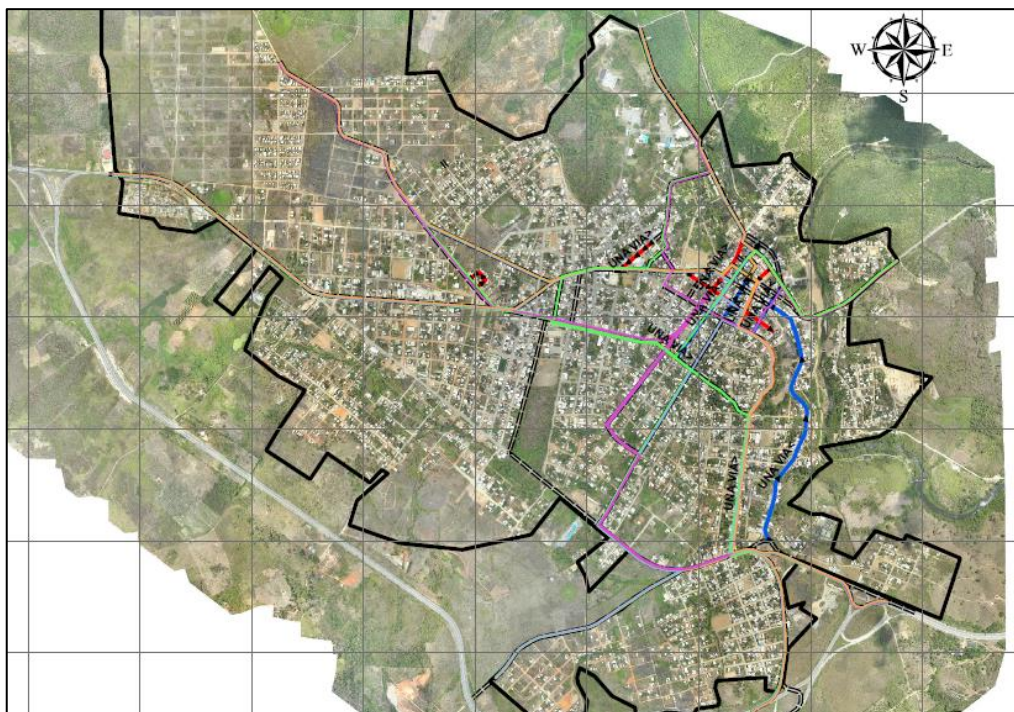


Figura Nro. 24: Jerarquización vial actual y sentido de vías

Elaboración: El Autor

Fuente: El Autor

2.10.4 Conexión con la red vial provincial

La red provincial está compuesta por la vía colectora de 177,79 kilómetros, inicia en el corredor arterial, parroquia Zaracay del cantón Piñas, atravesando los cantones de Portovelo, Zaruma, Atahualpa, Santa Rosa y Pasaje. Otras derivaciones de esta vía son: “Y del Enano – Pasaje – Quera (límite con Azua)”;

la autopista Gral. Gallardo que inicia en la “Y” de Corralitos hasta Pasaje; la “Y” del Cambio – Machala; Santa Rosa - La Avanzada. A continuación se hará una descripción del Plan Vial Provincial del Oro y es de importancia mencionar el inventariado de las vías por el tipo de capa de rodadura y por cada uno de los cantones:

CANTONES	TIPOS DE SUPERFICIE EN KILOMETROS			
	ASFALTADA	EMPEDRADA	LASTRADA	TIERRA (SUELO NATURAL)
MACHALA	44,50		37,30	39,35
ARENILLAS	42,00		98,20	194,80
ATAHUALPA	22,00		70,70	34,90
BALSAS	2,10		27,20	47,50
CHILLA	0,00		35,00	31,50
EL GUABO	26,45		89,32	19,70
HUAQUILLAS	2,50		16,40	12,60
LAS LAJAS	11,50		22,90	81,80
MARCABELI	8,90			74,05
PASAJE	25,10		189,65	81,00
PIÑAS	15,50		155,30	109,40
PORTOVELO	11,00		82,20	98,50
SANTA ROSA	42,50	8,00	169,30	194,50
ZARUMA	0,00		179,90	194,80
TOTAL EL ORO:	254,05	8,00	1.170,37	1.214,40
%	9.70%	0,30%	44%	46%

Figura Nro. 25: Vías Cantonales por Tipo de Superficie

Elaboración: El Autor

Fuente: Plan de desarrollo integral de la provincia de El Oro, 2019.

Para el establecimiento de la propuesta es indispensable conocer el estado actual de las

vías de la provincia para lo cual se detalla la siguiente figura:

CANTONES	ESTADO DE LAS VÍAS EN KILOMETROS					TOTAL CANTONAL EN KILOMETROS
	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO	
1 MACHALA		44,50	11,30	65,35		121,15
2 ARENILLAS		39,00	39,20	256,80		335,00
3 ATAHUALPA		22,00	5,70	90,90	9,00	127,60
4 BALSAS			18,30	58,50		76,80
5 CHILLA			5,00	61,50		66,50
6 EL GUABO	6,00	20,45	42,00	46,92	20,10	135,47
7 HUAQUILLAS		2,50	4,10	24,90		31,50
8 LAS LAJAS		11,50	19,90	78,00	6,80	116,20
9 MARCABELI			8,90	54,05	20,00	82,95
10 PASAJE	6,70	9,30	27,30	234,95	17,50	295,75
11 PIÑAS		24,80	48,50	175,40	31,50	280,20
12 PORTOVELO		11,00	14,00	103,,20	63,50	191,70
13 SANTA ROSA	20,00	14,50	26,00	349,80	4,00	414,30
14 ZARUMA			80,50	255,20	36,00	371,70
TOTAL PROVINCIAL	32,70	199,55	350,70	1.855,47	208,40	2.646,82
(%)	1%	8%	13%	70%	8%	100%

Figura Nro. 26: Vías Cantonales por Tipo de Superficie

Elaboración: El Autor

Fuente: Plan de desarrollo integral de la provincia de El Oro, 2019.

El Tipo de capa de Rodadura existente es de 2646.82, lo que implica que el 9.6% de las savias son asfaltadas y únicamente 0.30% empedradas; por otra parte el 44.88% son tierra es decir suelo natural (Sanchez Reyes, 2018).

2.10.5 Selección de criterios

Para el desarrollo y planteamiento de la propuesta se proponen seleccionar dos criterios básicos para el desarrollo del Modelo de Planificación Sostenible de Vías Urbanas en Ciudades de hasta 100.000 Habitantes.

El primer criterio es evaluar el sistema vial existente con la medición de tiempos de viajes para la determinación de la accesibilidad media de los usuarios mientras que el segundo criterio es el desarrollo de una Planificación Sostenible para la Organización de Vías Urbanas PSVU que pueda ser analizado y evaluado comparando los tiempos medios de viajes del escenario actual y futuro, con esto se podrá verificar si el sistema propuesto existe ahorro de combustible por los tiempos de viaje básicamente se propone:

- Diseñar y definir políticas para la regulación funcional del tránsito.
- Diseñar y definir políticas de disciplina y educación vial a los usuarios.
- Legislar y regular leyes y reglamentos adaptadas a las necesidades del tránsito.
- Elaborar y diseñar los criterios para el desarrollo del Plan vial para la ciudad.

2.11 Etapa 2. Evaluación del sistema vial de la ciudad de Arenillas y desarrollo de alternativas y mejoras de la red de infraestructura.

Para el desarrollo y cálculo del índice de ahorro de tiempo medio de viaje, se aplicarán las siguientes sub etapas para la ciudad de Arenillas.

E1.-Etapa 1.- Definición del área de estudio (área de influencia de movilidad de la ciudad de Arenillas)

E2.-Etapa 2.- Red vial (Caracterización y Jerarquización vial de la ciudad de Arenillas)

E3.-Etapa 3.- Cálculo de Accesibilidad

E4.-Etapa 4.- Gradiente de Ahorro

E5.-Etapa 5.-Cálculo del Índice de Ahorro.

2.11.1 Definición del área de estudio (área de influencia de movilidad de la ciudad de Arenillas)

La sección del área de estudio la define la administración pública para este caso se considera como área de estudio al área urbana de la ciudad de Arenillas.

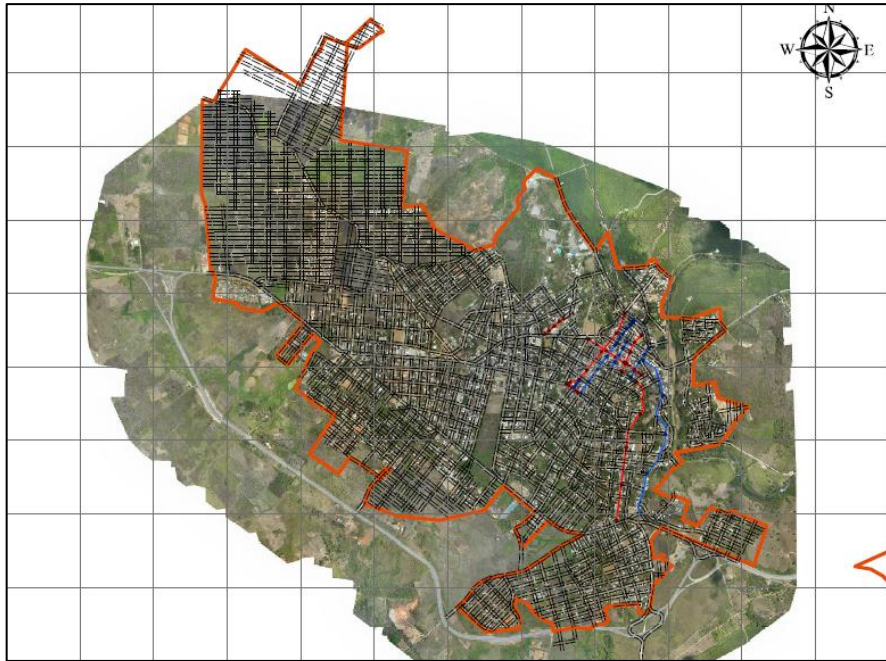


Figura Nro. 27: Delimitación de las sistema vial urbano de la ciudad de Arenillas

Elaboración: El Autor

Fuente: El Autor

2.11.2 Red vial (Caracterización y Jerarquización vial de la ciudad de Arenillas)

La red vial mediante la cual se utiliza para el cálculo de la accesibilidad media global integra los escenarios actuales y futuros donde se evalúa la conectividad a través de nodos que serían las intersecciones viales de origen o destinos y las conexiones que serían las rutas de acceso terrestre, calles avenidas etc., que pueden ser desarrollados mediante mapas temáticos SIG, en la que también consten atributos como la longitud y velocidad, datos que pueden ser extraídos a través de aplicaciones de interfaz con Google o mediante mediciones en campo con el recorrido de vehículos y la toma de datos de tiempos en intervalos de viaje (Cardona et al., 2020).

Para nuestro caso de estudio se efectuó un mapa temático de la conectividad de los nodos origen y destino con las conexiones rutas terrestres donde se midieron las longitudes de las rutas y se midieron los tiempos de transcurridos en llegar desde el origen al destino en vehículo particular.

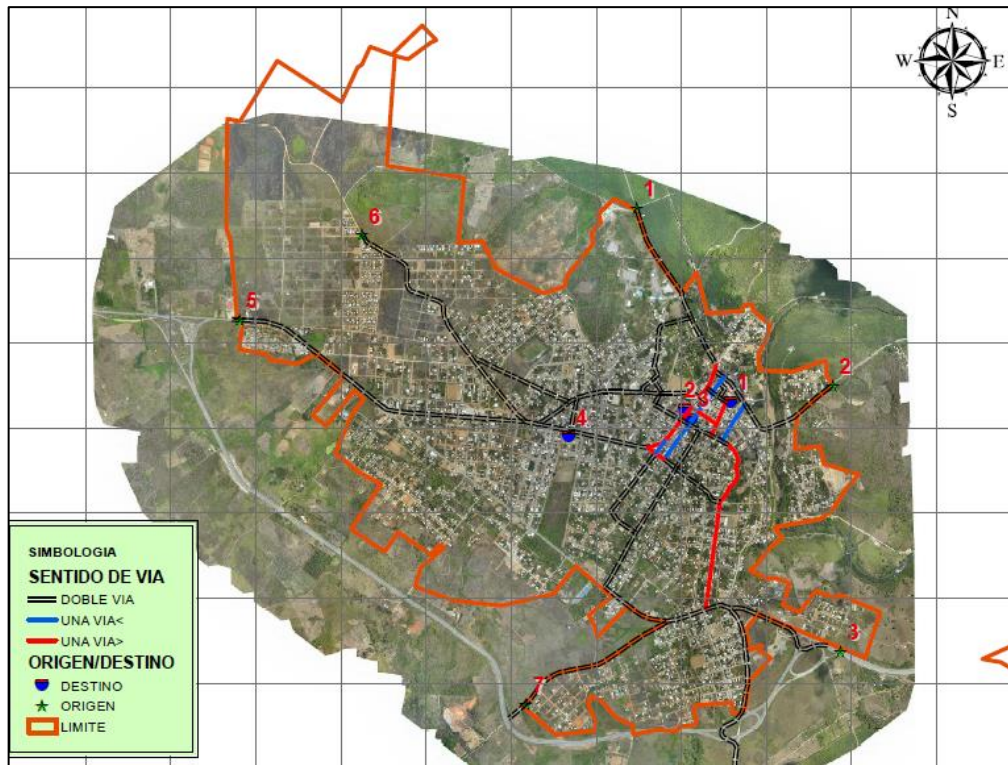


Figura Nro. 28: Red vial destino origen

Elaboración: El Autor

Fuente: El Autor

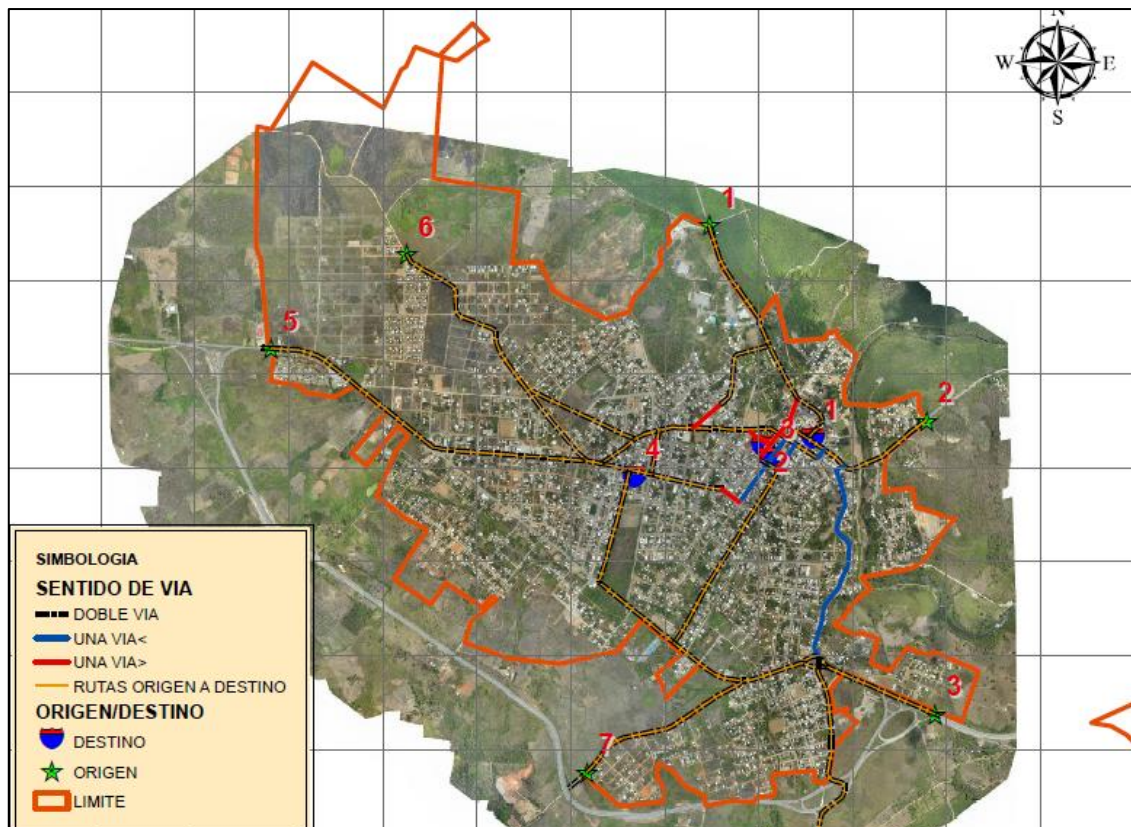


Figura Nro. 29: Red vial origen destino

Elaboración: El Autor

Fuente: El Autor

2.11.3 Cálculo de Accesibilidad

La accesibilidad media global se tiene en cuenta el sistema vial en ambos escenarios desde el sentido origen destino como el sentido destino origen, calculando el tiempo de viaje mínimo entre todos los nodos y así obteniendo la matriz de tiempos de viajes mínimos esta actividad se la puede replicar con un software de aplicación SIG, que ayude analizar las curvas isócronas de los tiempos de viajes entre los nodos origen destino y viceversa (Cardona et al., 2020).

Para nuestro caso de estudio conocida las rutas de conexión terrestre se elaboraron dos matrices de tiempos y longitudes de origen destino y destino origen sobre las cuales se calculó la velocidad a las que se transitan por dichas vías y con la obtención de estos datos se elaboraron las curvas isócronas origen destino y destino origen mediante análisis estadístico a través del método de Kriging ordinario, que ayudaron a evaluar las áreas sobre las cuales está operando el sistema vial en los tiempos de transporte mínimo para ello las curvas isócronas fueron desarrolladas en intervalos de tiempo de un minuto (Cardona et al., 2020).

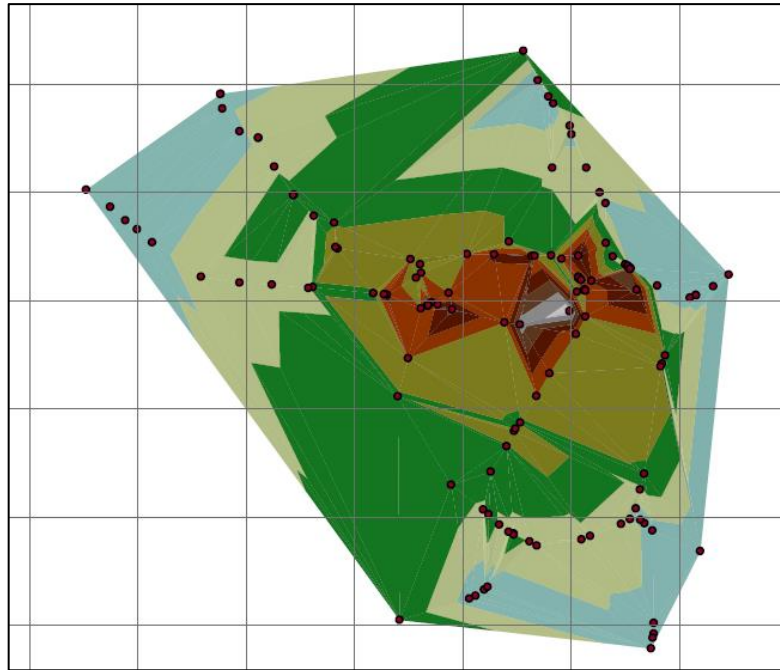


Figura Nro. 30: Tiempos de viaje de la conexión origen a destino

Elaboración: El Autor

Fuente: El Autor

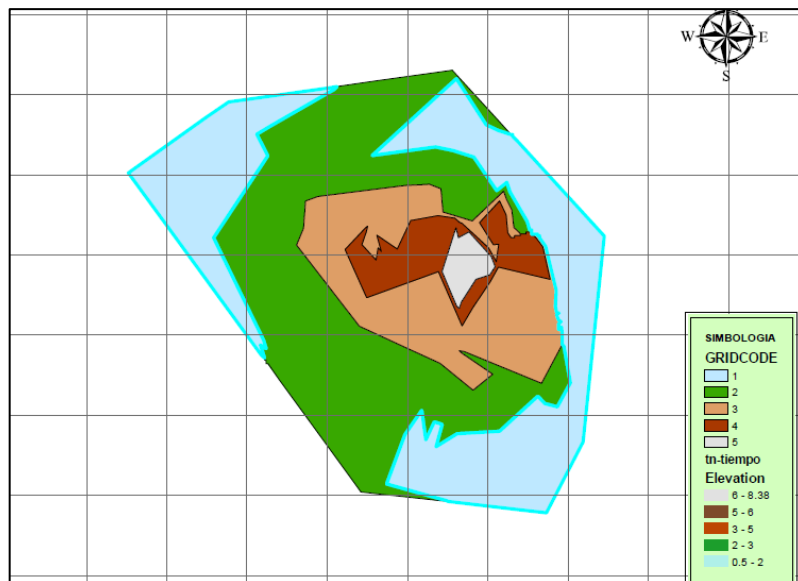


Figura Nro. 31: Curvas Isócronas de la conexión origen a destino en intervalos 1 min.

Elaboración: El Autor

Fuente: El Autor

La accesibilidad media de viaje del sistema actual para las conexiones origen a destino es de cero horas, cinco min y 24 segundos “0:05:24”.

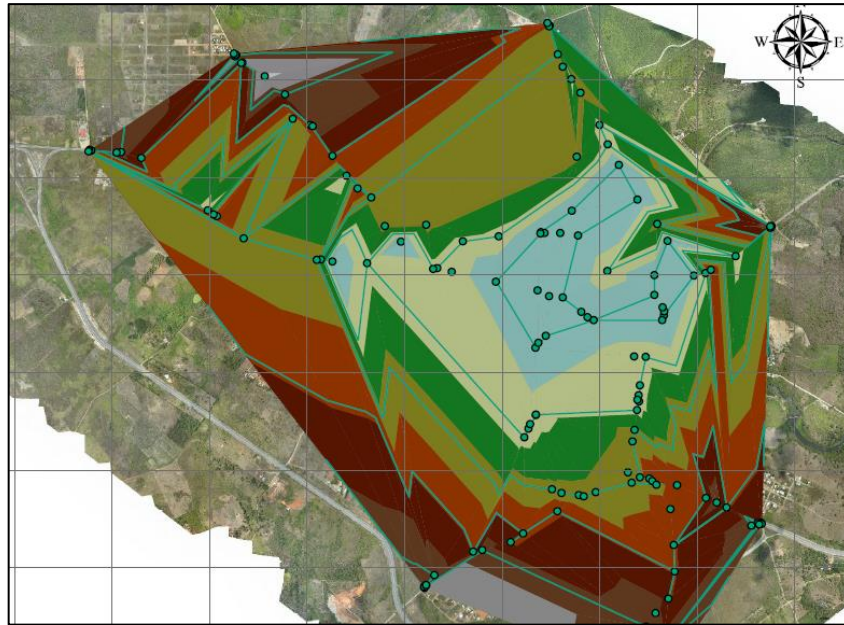


Figura Nro. 32: Tiempos de viaje de la conexión destino a origen

Elaboración: El Autor

Fuente: El Autor

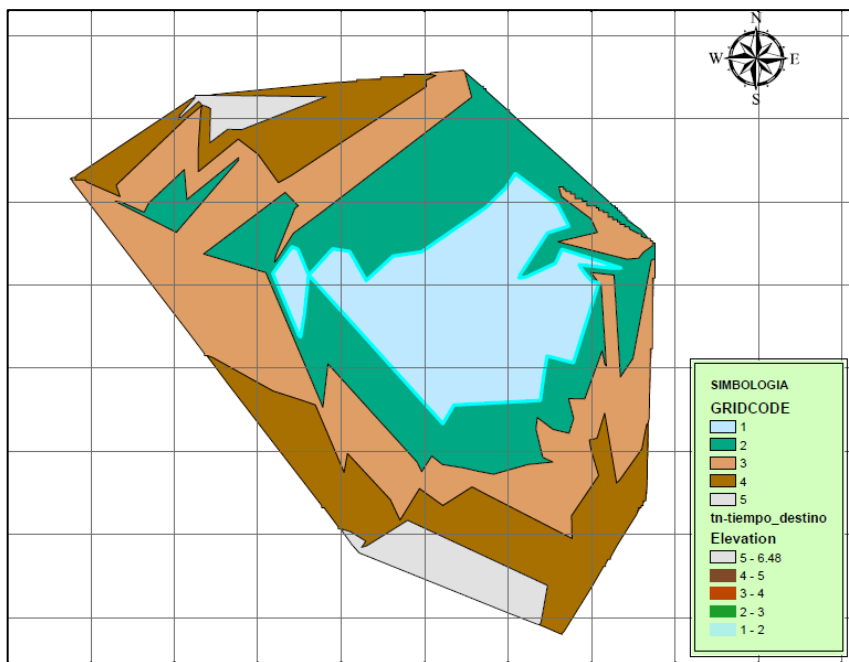


Figura Nro. 33: Curvas Isócronas de la conexión destino a origen en intervalos 1 min.

Elaboración: El Autor

Fuente: El Autor

La accesibilidad media de viaje del sistema actual para las conexiones origen a destino es de cero horas, cinco min y 24 segundos “0:05:24”.

RUTAS DE CONEXIÓN ORIGEN A DESTINO						
N°	TIEMPO	ORIGEN	DESTINO	LONGITUD	VELOCIDAD	RUTA
1	00:02:01 5	1	1	1.37	35 Km/h	CAMAL AL MUNICIPIO
2	00:03:24	1	2	1.37	24 Km/h	CAMAL AL MERCADO
3	00:03:52	1	3	1.50	23,12 Km/h	CAMAL A LA JEFATURA JUDICIAL
4	00:04:16	1	4	1.87	26,88 Km/h	CAMAL AL DISTRITO
5	00:01:14	2	1	0.75	35 Km/h	CIUDADELA LAUTARO SANCHEZ AL MUNICIPIO
6	00:04:51	2	4	1.92	22,98 Km/h	CIUDADELA LAUTARO SANCHEZ AL DISTRITO
7	00:03:10	2	3	1.21	23,4 Km/h	CIUDADELA LAUTARO SANCHEZ A LA JEFATURA JUDICIAL
8	00:02:34	2	2	1.08	24 Km/h	CIUDADELA LAUTARO SÁNCHEZ AL MERCADO
9	00:02:39	3	1	2.05	42 Km/h	LOTIZACIÓN LAS PEÑITAS AL MUNICIPIO
10	00:03:31	3	4	2.69	59 Km/h	LOTIZACIÓN LAS PEÑITAS AL DISTRITO
11	00:04:45	3	2	3.00	30 Km/h	LOTIZACIÓN LAS PEÑITAS AL MERCADO
12	00:04:02	3	3	2.71	38 Km/h	LOTIZACIÓN LAS PEÑITAS A LA JEFATURA JUDICIAL
13	00:03:45	4	1	2.59	41 Km/h	HILLARY AL MUNICIPIO
14	00:05:18	4	2	3.53	32 Km/h	HILLARY AL MERCADO
15	00:05:17	4	3	3.26	37 Km/h	HILLARY A LA JEFATURA JUDICIAL
16	00:04:23	4	4	3.25	44 Km/h	HILLARY AL DISTRITO
17	00:04:11	5	2	2.91	42 Km/h	LOTIZACIÓN NUEVOS HORIZONTES AL MERCADO
18	00:02:45	5	4	2.12	47 Km/h	LOTIZACIÓN NUEVOS HORIZONTES AL DISTRITO
19	00:04:53	5	3	3.00	37 Km/h	LOTIZACIÓN NUEVOS HORIZONTES AL JEFATURA JUDICIAL
20	00:06:21	5	1	3.33	32 Km/h	LOTIZACIÓN NUEVOS HORIZONTES AL MUNICIPIO
21	00:05:39	6	4	1.79	18,74 Km/h	LOTIZACIONES COLINAS DE SANTA FE I-II - III AL DISTRITO
22	00:06:38	6	1	2.82	21,71 Km/h	LOTIZACIONES COLINAS DE SANTA FE I-II - III HACIA AL MUNICIPIO
23	00:08:23	6	3	2.66	18,98 Km/h	LOTIZACIONES COLINAS DE SANTA FE I-II - III A LA JEFATURA JUDICIAL
24	00:04:28	6	2	2.44	32 Km/h	LOTIZACIONES COLINAS DE SANTA FE I-II - III AL MERCADO
25	00:04:59	7	1	2.82	33 Km/h	LA LOTIZACIÓN KENNEDY AL MUNICIPIO
26	00:04:14	7	3	2.61	36 Km/h	LA LOTIZACIÓN KENNEDY A LA JEFATURA JUDICIAL
27	00:04:03	7	4	2.59	38 Km/h	LA LOTIZACIÓN KENNEDY AL DISTRITO
28	00:05:22	7	2	2.87	31 Km/h	LA LOTIZACIÓN KENNEDY AL MERCADO

Tabla Nro. 5: Matriz de tiempos de viaje en conexiones origen a destino

Elaboración: El Autor

RUTAS DE CONEXIÓN DESTINO A ORIGEN						
N°	TIEMPO	ORIGEN	DESTINO	LONGITUD DEL ARGIS	VELOCIDAD	RUTAS
1	00:02:35	1	1	1.33	30 Km/h	MUNICIPIO AL CAMAL
2	00:03:27	1	2	1.66	24,76 Km/h	MERCADO AL CAMAL
3	00:03:22	1	3	1.46	28,78 Km/h	JEFATURA JUDICIAL AL CAMAL
4	00:03:47	1	4	1.92	30 Km/h	DISTRITO AL CAMAL
5	00:01:50	2	1	1.06	34 Km/h	MUNICIPIO A CIUDADELA LAUTARO SÁNCHEZ
6	00:03:00	2	2	1.24	24,18 Km/h	MERCADO A CIUDADELA LAUTARO SÁNCHEZ
7	00:02:29	2	3	1.19	27,75 Km/h	JEFATURA JUDICIAL A CIUDADELA LAUTARO SÁNCHEZ
8	00:04:56	2	4	2.05	24,63 Km/h	DISTRITO A CIUDADELA LAUTARO SÁNCHEZ
9	00:04:31	3	1	2.17	28,07 Km/h	MUNICIPIO A LOTIZACIÓN LAS PEÑITAS
10	00:04:38	3	2	2.77	35 Km/h	MERCADO A LOTIZACIÓN LAS PEÑITAS
11	00:05:46	3	3	2.20	22,29 Km/h	JEFATURA JUDICIAL A LOTIZACIÓN LAS PEÑITAS
12	00:05:05	3	4	2.46	28,31 Km/h	DISTRITO A LOTIZACIÓN LAS PEÑITAS
13	00:05:21	4	1	2.71	29,84 Km/h	MUNICIPIO A HILLARY
14	00:05:45	4	2	3.30	34 Km/h	MERCADO AL HILLARY
15	00:05:43	4	3	2.74	28,39 Km/h	JEFATURA JUDICIAL A HILLARY
16	00:04:54	4	4	2.98	36 Km/h	DISTRITO A HILLARY
17	00:05:16	5	1	3.17	36 Km/h	MUNICIPIO A LOTIZACIÓN NUEVOS HORIZONTES
18	00:04:23	5	2	2.94	40 Km/h	MERCADO A LOTIZACIÓN NUEVOS HORIZONTES
19	00:05:14	5	3	3.14	36 Km/h	JEFATURA JUDICIAL A LOTIZACIÓN NUEVOS HORIZONTES
20	00:03:00	5	4	2.15	43 Km/h	DISTRITO A LOTIZACIÓN NUEVOS HORIZONTES
21	00:05:06	6	1	2.64	31 Km/h	MUNICIPIO A LOTIZACIONES COLINAS DE SANTA FE I-II -III
22	00:05:45	6	2	2.59	26,95 Km/h	MERCADO A LOTIZACIONES COLINAS DE SANTA FE I-II -III
23	00:06:29	6	3	2.62	24,05 Km/h	JEFATURA JUDICIAL A LOTIZACIONES COLINAS DE SANTA FE I-II -III
24	00:04:09	6	4	1.79	25,93 Km/h	DISTRITO A LOTIZACIONES COLINAS DE SANTA FE I-II -III

25	00:05:50	7	1	2.59	26,3 Km/h	MUNICIPIO A LOTIZACIÓN KENNEDY
26	00:05:09	7	2	2.72	31 Km/h	MERCADO A LOTIZACIÓN KENNEDY
27	00:04:54	7	3	2.82	34 Km/h	JEFATURA JUDICIAL A LOTIZACIÓN KENNEDY
28	00:04:28	7	4	2.91	38 Km/h	DISTRITO A LOTIZACIÓN KENNEDY

Tabla Nro. 6: Matriz de tiempos de viaje en conexiones destino a origen

Elaboración: El Autor

2.11.4 Gradiente de Ahorro

El gradiente de ahorro se calcula en base al escenario actual a la que se está analizando y al escenario futuro sobre la base del cual se realizarán las mejoras en el sistema de conexión terrestre con la ejecución de la nueva infraestructura, para nuestro caso de estudio se ha analizado el sistema vial actual y se ha determinado que existe un solo punto de origen y destino que se adaptaría a una misma ruta de conexión y por lo tanto se eliminaría este nodo, para este caso de estudio se elimina el nodo del Distrito de Educación.

Con esta alternativa se evalúa nuevamente los tiempos, se unifican las rutas de conexión se elaboran las curvas isócronas de los tiempos para calcular la accesibilidad medida global, para la determinación del gradiente de ahorro se aplicará la siguiente ecuación:

$$Ga\% = \frac{A_a - A_f}{A_a} \times 100 \quad \text{Ecuación 1}$$

Una de las características de la propuesta es tratar de llevar las curvas isócronas del tiempo a relacionarse de manera uniforme hasta lograr formar anillos radiales que puedan distribuir los tiempos de viajes de manera uniforme, eso se logró eliminando el nodo del Distrito y unificando las rutas existentes para sirvan de transporte a este nodo.

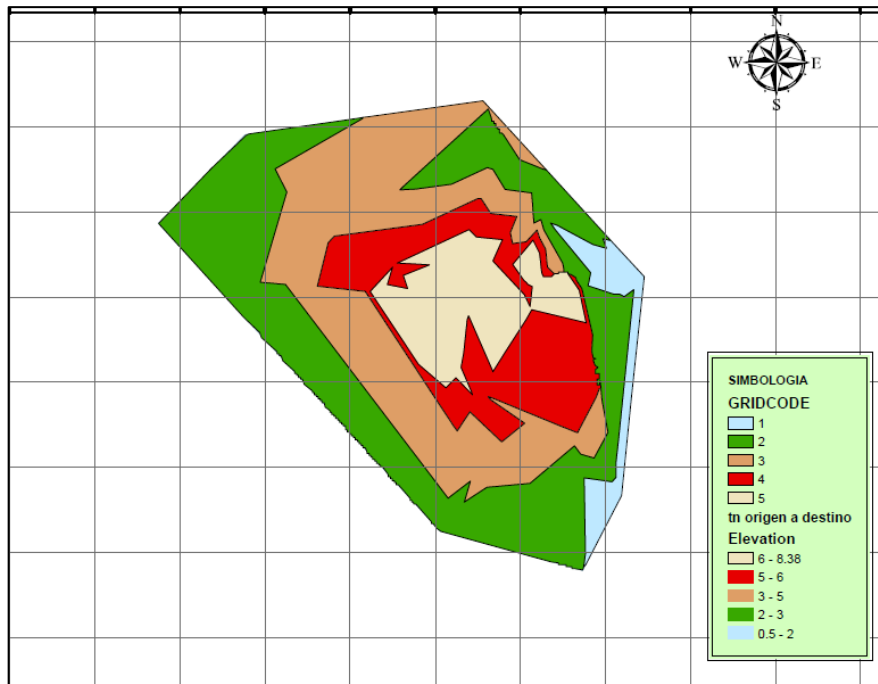


Figura Nro. 34: Curvas Isócronas de propuesta conexión origen a destino en intervalos 1 min.

Elaboración: El Autor

Fuente: El Autor

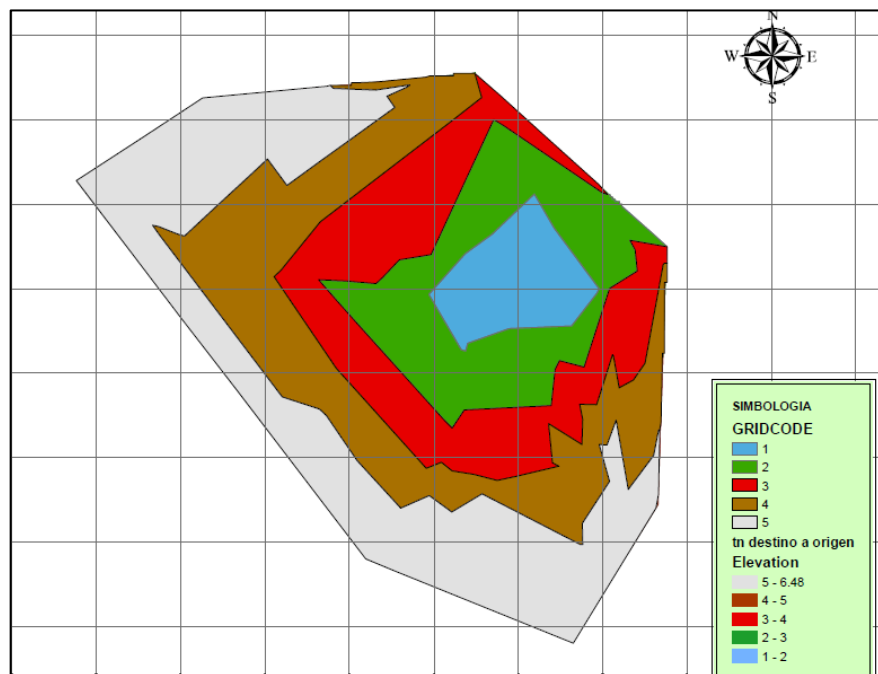


Figura Nro. 35: Curvas Isócronas de propuesta conexión destino a origen en intervalos 1 min.

Elaboración: El Autor

Fuente: El Autor

RUTAS DE CONEXIÓN ORIGEN A DESTINO						
N°	TIEMPO	ORIGEN	DESTINO	LONGITUD	VELOCIDAD	RUTA
1	00:02:015	1	1	1.37	35 Km/h	CAMAL AL MUNICIPIO
2	00:03:24	1	2	1.37	24 Km/h	CAMAL AL MERCADO
3	00:03:52	1	3	1.50	23,12 Km/h	CAMAL A LA JEFATURA JUDICIAL
4	00:01:14	2	1	0.75	35 Km/h	CIUDADELA LAUTARO SÁNCHEZ AL MUNICIPIO
5	00:03:10	2	3	1.21	23,4 Km/h	CIUDADELA LAUTARO SÁNCHEZ A LA JEFATURA JUDICIAL
6	00:02:34	2	2	1.08	24 Km/h	CIUDADELA LAUTARO SÁNCHEZ AL MERCADO
7	00:02:39	3	1	2.05	42 Km/h	LOTIZACIÓN LAS PEÑITAS AL MUNICIPIO
8	00:04:45	3	2	3.00	30 Km/h	LOTIZACIÓN LAS PEÑITAS AL MERCADO
9	00:04:02	3	3	2.71	38 Km/h	LOTIZACIÓN LAS PEÑITAS A LA JEFATURA JUDICIAL
10	00:03:45	4	1	2.59	41 Km/h	HILLARY AL MUNICIPIO
11	00:05:18	4	2	3.53	32 Km/h	HILLARY AL MERCADO
12	00:05:17	4	3	3.26	37 Km/h	HILLARY A LA JEFATURA JUDICIAL
13	00:04:11	5	2	2.91	42 Km/h	LOTIZACIÓN NUEVOS HORIZONTES AL MERCADO
14	00:04:53	5	3	3.00	37 Km/h	LOTIZACIÓN NUEVOS HORIZONTES AL JEFATURA JUDICIAL
15	00:06:21	5	1	3.33	32 Km/h	LOTIZACIÓN NUEVOS HORIZONTES AL MUNICIPIO
16	00:06:38	6	1	2.82	21,71 Km/h	LOTIZACIONES COLINAS DE SANTA FE I - II -III HACIA AL MUNICIPIO
17	00:08:23	6	3	2.66	18,98 Km/h	LOTIZACIONES COLINAS DE SANTA FE I - II -III A LA JEFATURA JUDICIAL
18	00:04:28	6	2	2.44	32 Km/h	LOTIZACIONES COLINAS DE SANTA FE I - II -III AL MERCADO
19	00:04:59	7	1	2.82	33 Km/h	LA LOTIZACIÓN KENNEDY AL MUNICIPIO
20	00:04:14	7	3	2.61	36 Km/h	LA LOTIZACIÓN KENNEDY A LA JEFATURA JUDICIAL
21	00:05:22	7	2	2.87	31 Km/h	LA LOTIZACIÓN KENNEDY AL MERCADO

Tabla Nro. 7: Matriz de tiempos de viaje en conexiones origen a destino propuesta

Elaboración: El Autor

Con la matriz de conexiones origen a destino se ha determinado el gradiente de ahorro para el escenario propuesto y se determina que el valor del gradiente de ahorro es de 3.2%.

Calculo del gradiente de ahorro	
$\Sigma =$	0:36:35
n	7
Tvij=	0:05:14

Aa	0:05:24
Af	0:05:14

Ga%=	3.2%
------	------

NODO	TIEMPO	VALOR
1	0:03:52	MAX
2	0:02:34	MAX
3	0:04:45	MAX
4	0:05:18	MAX
5	0:06:21	MAX
6	0:08:23	MAX
7	0:05:22	MAX
MEDIA	0:36:35	PROM-MAX

Tabla Nro. 8: Gradiente de ahorro del escenario origen a destino.

Elaboración: El Autor

RUTAS DE CONEXIÓN DESTINO A ORIGEN						
N°	TIEMPO	ORIGEN	DESTINO	LONGITUD DEL ARGIS	VELOCIDAD	RUTAS
1	00:02:35	1	1	1.33	30 Km/h	MUNICIPIO AL CAMAL
2	00:03:27	1	2	1.66	24,76 Km/h	MERCADO AL CAMAL
3	00:03:22	1	3	1.46	28,78 Km/h	JEFATURA JUDICIAL AL CAMAL
4	00:01:50	2	1	1.06	34 Km/h	MUNICIPIO A CIUDADELA LAUTARO SÁNCHEZ
5	00:03:00	2	2	1.24	24,18 Km/h	MERCADO A CIUDADELA LAUTARO SÁNCHEZ
6	00:02:29	2	3	1.19	27,75 Km/h	JEFATURA JUDICIAL A CIUDADELA LAUTARO SÁNCHEZ
7	00:04:31	3	1	2.17	28,07 Km/h	MUNICIPIO A LOTIZACIÓN LAS PEÑITAS
8	00:04:38	3	2	2.77	35 Km/h	MERCADO A LOTIZACIÓN LAS PEÑITAS
9	00:05:46	3	3	2.20	22,29 Km/h	JEFATURA JUDICIAL A LOTIZACIÓN LAS PEÑITAS
10	00:05:21	4	1	2.71	29,84 Km/h	MUNICIPIO A HILLARY
11	00:05:45	4	2	3.30	34 Km/h	MERCADO AL HILLARY
12	00:05:43	4	3	2.74	28,39 Km/h	JEFATURA JUDICIAL A HILLARY
13	00:05:16	5	1	3.17	36 Km/h	MUNICIPIO A LOTIZACIÓN NUEVOS HORIZONTES
14	00:04:23	5	2	2.94	40 Km/h	MERCADO A LOTIZACIÓN NUEVOS HORIZONTES
15	00:05:14	5	3	3.14	36 Km/h	JEFATURA JUDICIAL A LOTIZACIÓN NUEVOS HORIZONTES
16	00:05:06	6	1	2.64	31 Km/h	MUNICIPIO A LOTIZACIONES COLINAS DE SANTA FE I-II -III
17	00:05:45	6	2	2.59	26,95 Km/h	MERCADO A LOTIZACIONES COLINAS DE SANTA FE I-II -III
18	00:06:29	6	3	2.62	24,05 Km/h	JEFATURA JUDICIAL A LOTIZACIONES COLINAS DE SANTA FE I-II -III
19	00:05:50	7	1	2.59	26,3 Km/h	MUNICIPIO A LOTIZACIÓN KENNEDY
20	00:05:09	7	2	2.72	31 Km/h	MERCADO A LOTIZACIÓN KENNEDY

21	00:04:54	7	3	2.82	34 Km/h	JEFATURA JUDICIAL A LOTIZACIÓN KENNEDY
----	----------	---	---	------	---------	--

Tabla Nro. 9: Matriz de tiempos de viaje en conexiones destino a origen propuesta

Elaboración: El Autor

Con la matriz de conexiones destino a origen se ha determinado el gradiente de ahorro para el escenario propuesto y se determina que el valor del gradiente de ahorro es de 5.99%.

Calculo del gradiente de ahorro		NODO	TIEMPO	VALOR
$\Sigma =$	0:35:33	1	0:03:27	MAX
n	7	2	0:03:00	MAX
Tvij=	0:05:05	3	0:05:46	MAX
		4	0:05:45	MAX
Aa	0:05:24	5	0:05:16	MAX
Af	0:05:05	6	0:06:29	MAX
		7	0:05:50	MAX
Ga%=	5.99%	MEDIA	0:35:33	PROM-MAX

Tabla Nro. 10: Gradiente de ahorro del escenario destino a origen.

Elaboración: El Autor

2.11.5 Cálculo del Índice de Ahorro.

Para el cálculo del índice de ahorro (IA) se debe tener en cuenta el área de cobertura del estudio obtenida de la etapa 1, y el área de cobertura de las curvas isócronas de la propuesta, teniendo en cuenta esto se realiza una ponderación del porcentaje de población que se ve cubierto por cada porcentaje de ahorro generado, luego se realiza una ponderación entre el porcentaje de población y de ahorro y se realiza la sumatoria por áreas (Cardona et al., 2020)..

En nuestro caso de estudio y como el enfoque de esta investigación está ligada a desarrollar una metodología para la organización vial en ciudades de hasta 100.000 habitantes, se considera el área total y el área que cubre cada intervalo de tiempo, así se definirá cual es el índice de ahorro para cada área, la siguiente expresión analiza.

$$IA_j = \sum_{i=1}^n \% Ai * \% Pi$$

Donde:

%Ai = es el porcentaje de ahorro generado para cada intervalo de tiempo

%Pi= Porcentaje de Población que se ve cubierto por cada porcentaje de ahorro generado

Como el caso de estudio plantea el modelo para la organización vial, el porcentaje de ahorro generado sería igual al gradiente de ahorro total y este se multiplicaría por el ara parcial de cada intervalo de tiempo de viaje en intervalos de 1 min, así se conocería el índice de ahorro parcial para cada intervalo de tiempo, y la sumatoria de todos estos sería el índice de ahorro total.

ORIGEN A DESTINO EVALUACIÓN			CURVA ISOCRONAS MIN
GRIDCODE	AREA ha	%	(t min)
1	179.69	33.30%	0-2
2	220.72	40.90%	2-3.
3	97.66	18.10%	3-5.
4	33.11	6.14%	5-6.
5	8.44	1.56%	6-8.38.
TOTAL	539.62	100.00%	

ORIGEN A DESTINO PROPUESTA			CURVA ISOCRONAS MIN
GRIDCODE	AREA ha	%	(t min)
1	21.57	4.45%	0-2
2	173.22	35.75%	2-3.
3	152.62	31.50%	3-5.
4	79.23	16.35%	5-6.
5	57.94	11.96%	6-8.38.
TOTAL	484.58	100.00%	

Tabla Nro. 11: Tabla de Cobertura escenario origen a destino en intervalos de tiempo 1 min.

Elaboración: El Autor

Por otro lado, si consideramos una densidad poblacional x, que se mantiene en una ciudad en un año determinado, se logra estimar la población beneficiada por el índice de ahorro, bastaría multiplicar el porcentaje de índice de ahorro parcial por el área de cobertura parcial y este por la densidad poblacional, as se obtiene la población beneficiada, de la misma forma se determina la población beneficiada total.

COBERTURA					
ORIGEN A DESTINO EVALUACIÓN VS PROPUESTA					
X (t min)	Y (% Cobert)	X (t min)	Y (% Cobert)	Ga%	IA PARCIAL
0-2	33.30%	0-2	4.45%	3.2%	0.1%
2-3.	74.20%	2-3.	40.20%	3.2%	1.1%
3-5.	92.30%	3-5.	71.69%	3.2%	1.0%
5-6.	98.44%	5-6.	88.04%	3.2%	0.5%
6-8.38.	100.00%	6-8.38.	100.00%	3.2%	0.4%

IA=	3.2%	%
AREA TOTAL	484.58	ha
AREA BENEFICIADA	15.51	ha
HABITANTES	30000	Hab.
DENSIDAD POBLACIONAL	61.91	Hab./ha
POBLACIÓN BENEFICIADA	960	Hab.

Tabla Nro. 12: Porcentaje de cobertura de la evaluación vs el análisis escenario origen a destino.

Elaboración: El Autor

Claramente se puede identificar que el índice de Ahorro para el escenario origen a destino es de 3.2%, considerando el área total de la propuesta de 484,58 ha, el área beneficiada en intervalos de tiempo sería el 15,51 ha, a la quien aplicamos el valor de la densidad población de la ciudad e Arenilla y tenderemos la población beneficiada que es de 960 habitantes.

El mismo criterio se aplica al escenario destino a origen

DESTINO A ORIGEN EVALUACIÓN			CURVA ISOCRONAS MIN
GRIDCODE	AREA HA	%	(t min)
1	139.94	18.72%	1-2.
2	201.83	26.99%	2-3.
3	223.07	29.83%	3-4.
4	143.84	19.24%	4-5.
5	39.02	5.22%	5-6.48.
TOTAL	747.70	100.00%	

DESTINO A ORIGEN PROPUESTA			CURVA ISOCRONAS MIN
GRIDCODE	AREA HA	%	(t min)
1	49.64	6.67%	1-2.
2	125.29	16.82%	2-3.
3	153.70	20.64%	3-4.
4	182.31	24.47%	4-5.
5	233.84	31.40%	5-6.48.
TOTAL	744.78	100.00%	

Tabla Nro. 13: Tabla de Cobertura escenario destino a origen en intervalos de tiempo 1 min.

Elaboración: El Autor

COBERTURA					
DESTINO A ORIGEN EVALUACIÓN VS PROPUESTA					
X (t min)	Y (% Cobert)	X (t min)	Y (% Cobert)	Ga%	IA PARCIAL
1-2.	18.72%	1-2.	6.67%	5.99%	0.4%
2-3.	45.71%	2-3.	23.49%	5.99%	1.0%
3-4.	75.54%	3-4.	44.13%	5.99%	1.2%
4-5.	94.78%	4-5.	68.60%	5.99%	1.5%
5-6.48.	100.00%	5-6.48.	100.00%	5.99%	1.9%

IA=	5.99%	%
AREA TOTAL	744.78	ha
AREA BENEFICIADA	44.61	ha
HABITANTES	30000	hab.
DENSIDAD POBLACIONAL	40.28	hab/ha
POBLACIÓN BENEFICIADA	1797	hab.

Tabla Nro. 14: Porcentaje de cobertura de la evaluación vs el análisis escenario destino a origen.

Elaboración: El Autor

El índice de Ahorro para el escenario destino a origen es de 5.99%, considerando el área total de la propuesta de 744,88 ha, el área beneficiada en intervalos de tiempo sería el 44,61 ha, a la quien aplicamos el valor de la densidad población de la ciudad e Arenilla y tenderemos la población beneficiada que es de 1797 habitantes

2.11.6 Cálculo del beneficio costo del ahorro.

El análisis beneficio costo parte de analizar el tiempo en ahorro de viaje que genera el sistema vial a los usuarios beneficiados por la cobertura y se plantea para ambos escenarios.

Para determinar el costo-beneficio, previamente se ha investigado el consumo de combustible de un vehículo común que circula en el país Ecuador y así tenemos al vehículo Hyundai Santa Fe y Chery QAC, con una tasa de consumo de combustible urbano de 13,8 por l/100 km y 7,63 por l/100 km, para nuestro caso de estudio aplicaremos el valor medio que sería de 10.715 por l/100 km (Tobar & Torres, 2017).

También es necesario conocer el costo del galón de gasolina como combustible más utilizado en el Ecuador que rodea por un valor de 2.40 USD., considerando la población

beneficiada para cada escenario y la estadística de un carro por cada siete habitantes, determinaremos el costo beneficio del modelo de organización vial.

COSTO BENEFICIO -AHORRO					
Hab.	30000		Consumo de Combustible por Km		
Veh./hab.	7		Consumo :	10.715	dm ³ /100Km
Nro. Veh.	4286		Consumo :	0.0283	(gal/Km)/seg
T1=	0:06:18		T1 seg.=	378	
T2=	0:06:06		T2 seg.=	366	
ΔT=	0:00:12		ΔT=	12	
Long.=	3.13	Km	Ahorro C=	0.3396	Gal/km
			Ahorro T=	1455.53	Gal/km

Costo del Galón de combustible en ecuador:	\$2.40	USD
Costo del Ahorro de combustible mensual:	\$104 798.16	USD
Costo del Ahorro de combustible anual:	\$1 257 577.92	USD

Tabla Nro. 15: Costo Beneficio Ahorro del escenario origen a destino

Elaboración: El Autor

COSTO BENEFICIO -AHORRO					
hab.	30000		Consumo de Combustible por Km		
veh./hab.	7		Consumo :	10	dm ³ /100Km
Nro. Veh.	4286		Consumo :	0.0264	(gal/Km)/seg
T1=	0:06:18		T1 seg.=	378	
T2=	0:05:56		T2 seg.=	356	
ΔT=	0:00:22		ΔT=	22	
Long.=	2.98	Km	Ahorro C=	0.5808	Gal/km
			Ahorro T=	2489.31	Gal/km

Costo del Galon de combustible en ecuador:	\$2.40	USD
Costo del Ahorro de combustible mensual:	\$179 230.32	USD
Costo del Ahorro de combustible anual:	\$2 150 763.84	USD

Tabla Nro. 16: Costo Beneficio Ahorro del escenario destino a origen

Elaboración: El Autor

2.12 Etapa 3. Modelo de gestión de movilidad en el Ecuador.

En la selección de criterios se aplicara el desarrollar el modelo de gestión básico del sistema de transporte planteado por el MTOP y al marco institución que también propone el PEM adaptados al gobierno municipal de Arenillas (MTOP-PEM, 2016).

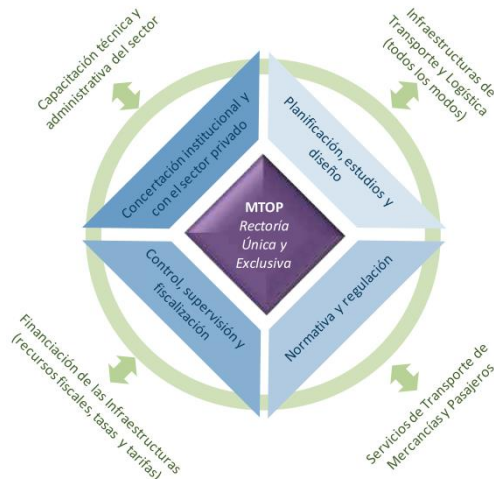


Figura Nro. 36: Esquema básico del modelo de gestión general del sistema de transporte.

Elaboración: MTOP-PEM, 2016

Fuente: Plan Maestro de Movilidad del Ecuador, 2016.

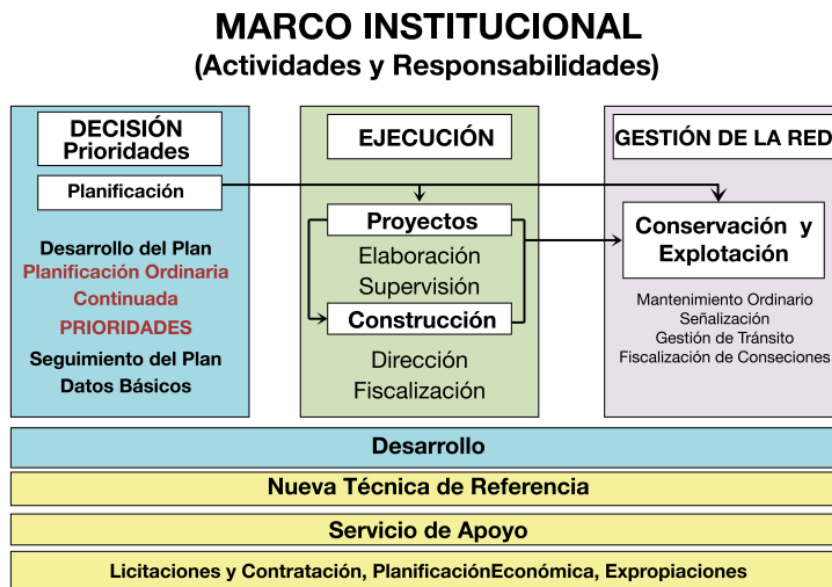


Figura Nro. 37: Modelo de marco institucional

Elaboración: MTOP-PEM, 2016

Fuente: Plan Maestro de Movilidad del Ecuador, 2016.

2.13 Mapas digitales en formato SIG para la Planificación Sostenible de la Organización Vial Urbana de la ciudad de Arenillas.

Aplicando el modelo antes escrito junto con el análisis del índice de ahorro se logra establecer la jerarquización vial de la ciudad de Arenillas y se organizan las vías urbanas con el ánimo de generar ahorros en los tiempos de viajes de los usuarios, así como también la manera de evaluar el sistema vial urbano si cumple con las necesidades de trasladarse de los usuarios y los modos de transporte.



Figura Nro. 38: Jerarquización Vial de la Ciudad de Arenillas Propuesto.

Elaboración. El Autor

Fuente: El Autor

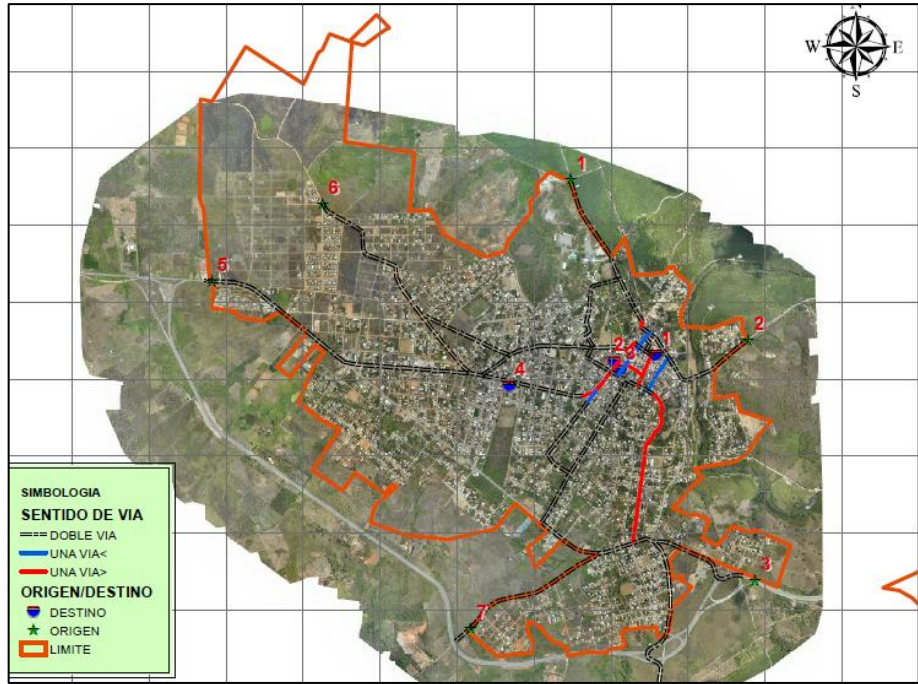


Figura Nro. 39: Clasificación y sentido vial escenario origen a destino ciudad de Arenillas.

Elaboración: El Autor

Fuente: El Autor

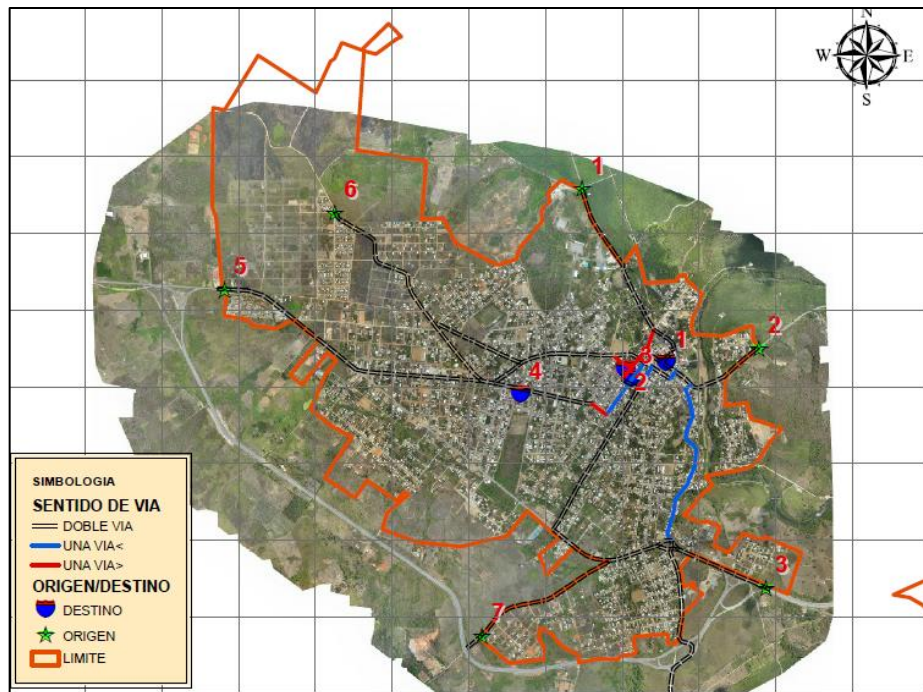


Figura Nro. 40: Clasificación y sentido vial escenario destino a origen ciudad de Arenillas.

Elaboración: El Autor

Fuente: El Autor

CAPITULO 3. PROPUESTA

3.1 Desarrollo del Modelo de Planificación Sostenible de Vías Urbanas en Ciudades de hasta 100.000 Habitantes (PSVU)

3.2 Objetivos y las prioridades del PSVU

3.2.1 Objetivo General

Implantar un modelo de planificación sostenible para la mejora de la fluidez de las vías urbanas en ciudades de hasta 100000 habitantes.

3.2.2 Objetivos Específicos

- Establecer un esquema de estructuración sostenible para la mejora de la fluidez de las vías urbanas
- Implementar el modelo para la planificación de vías urbanas que beneficie a la población y gestione el ahorro de combustible a los usuarios del sistema vial urbano.
- Establecer los criterios a evaluar el sistema de integración vial urbano.

3.2.3 Modelo experimental propuesto

La propuesta busca mejorar la calidad de vida de los ciudadanos en armonía con el medio ambiente, haciendo énfasis en la corresponsabilidad en la gestión del espacio público y la calidad de la vida urbana al tomar acciones preventivas sobre la salud urbana, sin descuidar la necesidad de acciones correctivas de la movilidad en las vías urbanas. Para esto, el factor ambiental es de suma importancia ya que permite tener una relación armónica entre los individuos y su ambiente abiótico; la propuesta está diseñada para que el desarrollo urbano vaya de la mano de la calidad del ambiente y espacios verdes establecidos.

El Modelo experimental que se analiza se basa en una solución integral a bajo costo propuesta por Cal y Mayor & Cárdenas, 2019, de su libro de Ingeniería de tránsito, Fundamentos y Aplicaciones novena edición, página 23, para el perfeccionamiento del modelo experimental se ha desarrollado una metodología de evaluación y análisis denominado Metodología aplicable a ciudades de hasta 100.000 habitantes solución parcial a bajo costo descrita en la figura Nro. 17, donde el concepto fundamental para su desarrollo es aprovechar al máximo las condiciones existentes del sistema vial, esto se logra con el planteamiento de los objetivos y el planteamiento de los escenarios el actual y el futuro., y se desarrolla en tres fases para cada escenario.

La primera fase se logra evaluando el impacto de la accesibilidad de los usuarios de un determinado sistema vial que analice en sus conjunto las características físicas del sistema vial, la organización del sistema de calles con circulación en un sentido, los tiempos en los estacionamientos, las señales de tránsito y la semaforización, además en esta fase se aplican los criterios de la planificación para el levantamiento de la información como lo es la integración territorial interior población actividad, la conexión intermodal o conectividad básica interior y las redes viales, con esta actividad se analiza y elabora una matriz de origen y destino de las zonas de mayor influencia, la conectividad de estas y se define las rutas de accesos con la jerarquización de la red vial urbana para luego de estas medir los tiempos de viaje de cada una de las rutas elaborar las curvas isócronas que nos ayudarán a calcular y obtener la accesibilidad media de los usuarios del sistema vial que se analiza.

La segunda fase analiza los resultados de lo obtenido en la primera fase y con ello se plantea mejoras al sistema vial desde el punto de vista a obtener un mejor rendimiento de las condiciones existente del sistema vial urbano, en términos generales las mejoras deben plantear políticas para la regulación funcional del tránsito, en este ámbito se puede definir y plantea mejoras a la jerarquización vial, modificar o definir mejores rutas de acceso a los usuarios, establecer mejoras en los tiempos de espera de intersecciones sanforizadas, mejorar y regular las señales de tránsito, en sí, implementar un plan de mejoras al sistema vial urbano como un segundo escenario o el escenario futuro.

- Planteamiento del Modelo de Planificación Sostenible de vías urbanas en ciudades de hasta 100.000 habitantes (PSVU).

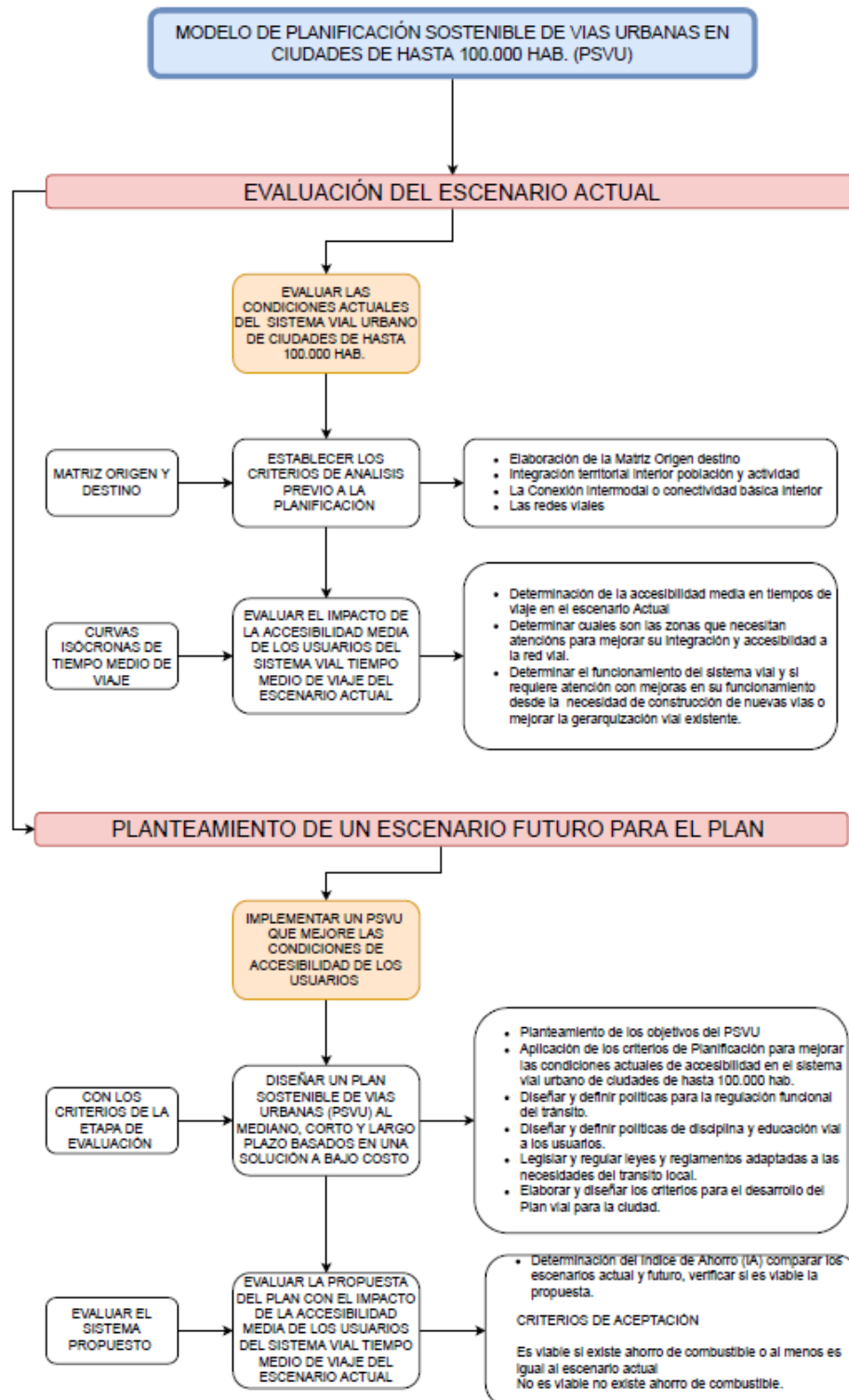


Figura Nro. 41: Modelo experimental propuesto para la Planificación Sostenible de Vías Urbanas

Elaboración: El Autor.

Fuente: El Autor.

La tercera fase se logra con la comparación de los tiempos medio de viaje en ambos escenarios esto se logra calculando el índice de ahorro de los dos escenarios y con los criterios de aceptación se analiza si las propuestas del plan de mejoras del sistema vial son aceptadas para el escenario futuro si existe mejoras en los tiempos de viaje y con ello ahorro de combustible para los usuarios del sistema vial.

MODELO EXPERIMENTAL PROPUESTO PSVU

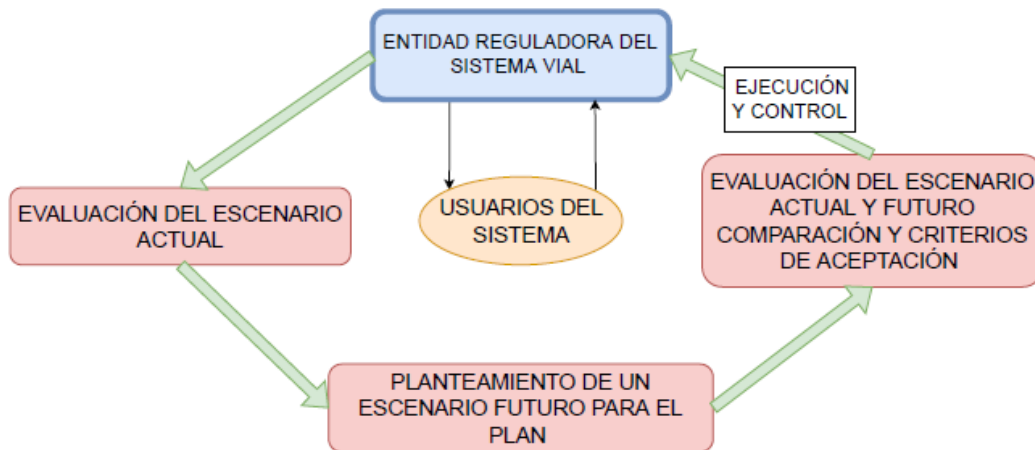


Figura Nro. 42: Modelo experimental propuesto para la Planificación Sostenible de Vías Urbanas

Elaboración: El Autor.

Fuente: El Autor.

3.3 Desarrollo de los objetivos del PSVU.

3.3.1 Evaluación del Escenario Actual

3.3.1.1 Evaluación de la capacidad Técnica y Admirativa

Necesarios para desarrollar el primer objetivo del modelo experimental es conocer las capacidades técnicas y administrativas del gobierno sea este local, cantonal o nacional, se refiere a las capacidades del personal, equipos, necesarios para el levantamiento de la información.

3.3.1.2 Evaluación y planteamiento de los criterios de análisis del PSVU

En términos generales en esta etapa se deben definir los criterios sobre los cuales se analizará y evaluará la situación actual del sistema vial enfocado a la accesibilidad media de los usuarios se debe desarrollar:

- Elaboración de la Matriz Origen destino
- Integración territorial interior población y actividad
- La Conexión intermodal o conectividad básica interior
- Las redes viales, jerarquización vial, sentido de vías, señalización, semaforización, estacionamientos, etc.
- Determinación de la accesibilidad media en tiempos de viaje en el escenario actual.
- Determinar cuáles son las zonas que necesitan atención para mejorar su integración y accesibilidad a la red vial.
- Determinar el funcionamiento del sistema vial y si requiere atención con mejoras en su funcionamiento desde la necesidad de construcción de nuevas vías o mejorar la jerarquización vial existente.

3.3.1.3 Fase I: Delimitación

Es necesario delimitar los parámetros establecidos en la propuesta para poder determinar los índices a recopilar información para monitorear y evaluar su cumplimiento.

3.3.1.4 Fase II: Recolección de información

Una vez determinados los parámetros de tiempo, responsabilidad, procesos; se puede determinar un cronograma de recolección de información para determinar las fallas y hallazgos dentro del proceso y así poder reestructurar la propuesta de forma eficiente y práctica, enfocada a la realidad de la red vial.

3.3.1.5 Fase III: Diseño y análisis del procedimiento

Consiste en el análisis de los elementos encontrados como hallazgos que refleje la realidad operativa del modelo luego de examinarse las actividades, se procede al análisis correspondiente para mejorar y rediseñar el mismo, donde se establece claramente las actividades a realizar.

3.3.1.6 Evaluación del Impacto de la accesibilidad media de los usuarios del sistema.

Se debe evaluar el escenario actual a través del cálculo de la accesibilidad media de los usuarios que utilizan el sistema vial en tiempos medio de viaje para el escenario actual, análisis con la metodología de curvas isócronas de Kriging.

3.3.2 Diseño y elaboración del Plan Sostenible de Vías Urbana para el escenario futuro al Corto, Mediano y Largo Plazo al horizonte en años, Cumplimiento de los Objetivos de la Planificación.

En esta etapa se plantean los escenarios futuros y las mejoras que, como propuestas se necesitan aplicar en términos de:

Planteamiento de los objetivos del PSVU

- Aplicación de los criterios de Planificación para mejorar las condiciones actuales de accesibilidad en el sistema vial urbano de ciudades de hasta 100.000 hab.
- Diseñar y definir políticas para la regulación funcional del tránsito.
- Diseñar y definir políticas de disciplina y educación vial a los usuarios.
- Legislar y regular leyes y reglamentos adaptadas a las necesidades del tránsito local.
- Elaborar y diseñar los criterios para el desarrollo del Plan vial para la ciudad.

3.3.3 Tasa de cobro por mejoras en Ordenanza.

Para garantizar el retorno de la inversión que se genere de las diferentes estrategias para el sistema vial urbano a implementarse, necesario plantear la legislación adecuada que se enfoque en crear tasas de contribución de cobros por mejoras de infraestructura a las áreas donde se ven beneficiadas y que han sido determinadas en la metodología planteada.

3.3.3.1 Evaluación del Índice de Ahorro en el sistema Vial y Verificación de nuevas obras a integrar el sistema, análisis costo-beneficio.

Se debe evaluar el escenario actual y futuro a través del cálculo del índice de ahorro (IA), conforme la dinámica expuesta en la etapa 2, evaluación del sistema vial del apartado 2.11., verificar si es viable la propuesta con los criterios de aceptación:

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

- Es viable la propuesta si existe ahorro de combustible o al menos es igual al escenario actual.
- No es viable la propuesta si no existe ahorro de combustible.

CAPITULO 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Interpretación de Resultados.

El modelo experimental propuesto fue aplicado al casco urbano de la ciudad de Arenillas en la que se plantearon dos escenarios el escenario actual y el escenario futuro con mejoras en las rutas de acceso para verificar el cumplimiento del modelo, la ciudad de Arenillas al tener una población de aproximadamente 30.000 habitantes, es considerada como una ciudad de menos de 100.000 habitantes, donde el presupuesto para el financiamiento de obras en pequeño.

El escenario actual es la evaluación de las condiciones actuales en las que funciona el sistema vial actual de la ciudad de Arenillas, a ello se aplica la metodología planteada en el acápite 2.8 Métodos teóricos con las muestras utilizadas, se establecieron los criterios de para implementar una solución parcial a bajo costo y aprovechar al máximo las condiciones del sistema vial actual, para ello se aplicaron los criterios de una planificación estratégica como es el PEM, en términos generales se plantean los objetivos de la planificación, cual es la integración territorial interior población y actividad, cuales es la conexión intermodal o conectividad básica interior y el sistema vial urbano, jerarquización vial, sentido de vías, señalización y semaforización, así se establecieron las rutas origen y destino sobre la cuales tiene mayor incidencia en el tiempo medio de viaje a las zonas de mayor afluencia de usuarios, establecidos en la tabla Nro. 2., Nro. 3 y Nro. 4.

Para la evaluación del escenario actual se elaboraron mapas temáticos con la información recolectada en la matriz origen destino identificando las rutas de conexión con la respectiva jerarquización vial y sentido de vías, representadas en las figuras 21, 22, 23 y 24.

Para la evaluación de la accesibilidad del escenario actual se elaboraron curvas isócronas con los tiempos de viaje obtenidos de las mediciones de cada ruta de origen destino y destino origen.

Así tenemos que, la accesibilidad media de viaje del sistema en el escenario actual para las conexiones origen a destino es de cero horas, cero horas, cinco min y 24 segundos “0:05:24” y la accesibilidad media de viaje del sistema actual para las conexiones destino a origen es de cero horas, cinco min y 24 segundos “0:05:24”, son prácticamente iguales esto nos trata de decir que en tiempo de recorrido de un vehículo particular más comúnmente utilizado debido a que en la ciudad de Arenillas no existe aún un transporte público urbano para pasajeros, se ha optado por el vehículo particular automóvil de cuatro ruedas, mismo que, su tiempo medio de viaje es de seis minutos y dieciocho segundos en ir desde la zona de origen que puede ser su vivienda hasta su destino que puede ser su trabajo, su escuela, su comercio y el mismo tiempo demora en retornar desde ese destino hasta su lugar de origen, esto se puede evaluar con la implementación de las curvas isócronas en intervalos de tiempos de viaje.

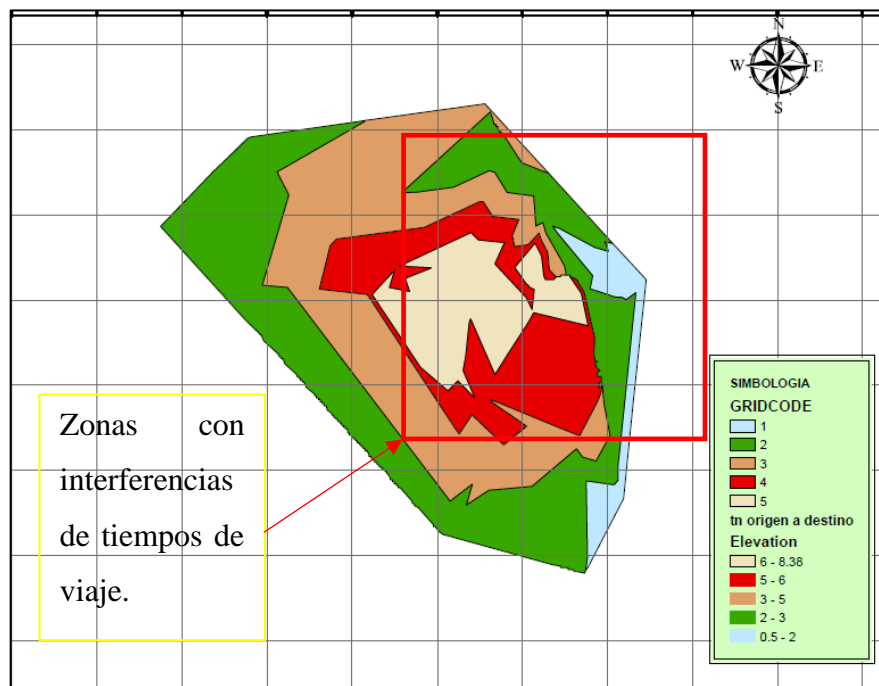


Figura Nro. 43: Curvas Isócronas de propuesta conexión origen a destino en intervalos 1 min.

Elaboración: El Autor

Fuente: El Autor

Conocidos estos valores se analiza las zonas de influencia donde existen congestionamiento o falta de atención del sistema vial en tiempos de viajes esto se logra verificando y analizado las curvas de tiempos de viaje en la figura 43 se puede observar

la distribución grafica de los tiempos de viaje y como estos inciden en las zonas donde es necesario implementar mejoras ya que se puede verificar zonas con interferencias en los tiempos de viaje, con este análisis se plantea las mejoras para el escenario futuro, en nuestro caso la mayor parte de la distribución de los tiempos de viajes del escenario actual es uniforme se ha planteado únicamente las mejorar el sentido de las rutas de conexión dando una mayor flujo vehicular para optimizar los tiempos de viaje esto se lo puede observar en la tabla 7 y 8 donde se optimizaron las rutas y los tiempos de viaje.

Para el escenario futuro con las mejoras interpuestas para la implementación del plan, se elaboran nuevos mapas de curvas isócronas en los mismos intervalos de tiempo y se trata de distribuir de una mejor manera los tiempos de viaje tratando de mantener la uniformidad de los intervalos de tiempo sobre el área.

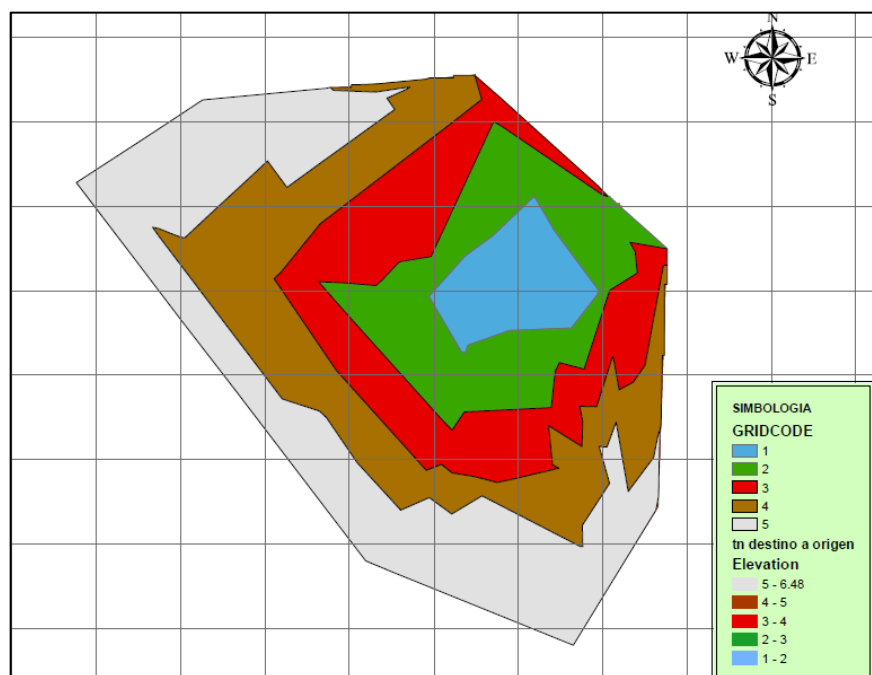


Figura Nro. 44: Curvas Isócronas de propuesta conexión destino a origen en intervalos 1 min., mejoras de la uniformidad de los tiempos de viaje
Elaboración: El Autor

Fuente: El Autor

Con estos valores se procede a establecer el impacto de la accesibilidad en los tiempos medios de viaje así tenemos que la accesibilidad media de viaje del sistema propuesto para el escenario futuro es para las conexiones origen a destino es de cero horas, cinco min y 14 segundos “0:05:24”, mientras que la accesibilidad media de viaje del sistema propuesto para el escenario futuro es para las conexiones destino a origen es de cero horas, cinco min y 05 segundos “0:05:24”, con estos valores se puede calcular y obtener el gradiente de ahorro para el escenario futuro de las conexiones origen a destino es de 3.2%, que beneficia a cerca de 960 habitantes que se trasladan a los diferentes puntos mientras que el gradiente de ahorro para el escenario futuro de las conexiones destino a origen es de 5.99%, beneficia a 1797 habitantes, aquí se comparan ambos escenarios el actual versus el escenario futuro y se determina que en tiempos medio de viaje existe un ahorro de tiempo que será transformado a ahorro de combustible con la relación beneficio costo., para esto se analiza por el número de vehículos tipo que se trasladan desde un punto de origen a destino o viceversa y se multiplica por la tasa de consumo de combustible de un vehículo modelo que para nuestro caso de estudio aplicaremos el valor medio que sería de 10.715 por l/100 km.

Para los valores del índice de ahorro (IA), se ha calculado su valor para cada intervalo de tiempo de las curvas isócronas y la sumatoria de estos es el IA del sistema vial que se está analizando para este caso tenemos que, para las conexiones origen a destino es de 3.2% y para las conexiones destino a origen es de 5.99%.

Para la evaluación de la metodología planteada de origen a destino los tiempos de viaje inicial cubren una mayor demanda de la población en modo de conexiones terrestres, mientras que, en la cobertura en las actividades económicas hacia donde desea llegar cubre menos área, es decir desde el origen donde se inician los tiempos de viajes, el tiempo se ve desperdiciado por cuanto no existe demasiada demanda de la actividad económica mientras que su destino donde se enfoca la actividad económica rentable se ve poco cubierta por el tiempo, esto se relaciona a un usuario patrón que tiene que viajar alrededor de 3.13 km y lo hace en promedio durante 5 min y 24 segundos pero las curvas isócronas que cubren las áreas relacionadas de entre los 6 a 8.38 min se ve poco cubierta mientras que aplicando un gradiente de ahorro a través de curvas isócronas se logra reducir

ese tiempo de viaje a 5min y 14 segundos, si bien es cierto la reducción del tiempo es relativamente corto 12 segundos, analizando que el índice de ahorro por tiempo de viaje es de 12 seg. y el consumo por combustible de un vehículo promedio es de 0.0264 galones por kilómetro recorridos por cada segundo de viaje, el total de ahorro por vehículo en un tiempo de viajes es de 0.3168 galones por kilómetro recorridos por cada segundo de viaje en total para el escenario de origen a destino, por la cantidad de población beneficiada estimada del gradiente de ahorro, se considera 1 vehículo por cada 7 personas, según reporte de diario Expreso del 11 de noviembre de 2020, el total de vehículos beneficiado por este ahorro son 4287. Este número de vehículos por el ahorro de combustible que genera el gradiente de ahorro por tiempo de viaje sería igual a 1357,80 (gal/Km)/seg., y si consideramos un costo promedio del galón de gasolina en el país de \$ 2,40 USD, el ahorro generado por tiempo de viaje del total de vehículos de la ciudad de Arenillas es de \$ 97 761.60 USD mensuales, o un valor de \$1 173 139.20 USD anuales, claramente se estima que el ahorro en los tiempos de viaje, aunque pareciera insignificante el ahorro de 12 seg para cada vehículo, se torna muy competitivo si se lo analiza a nivel de costo mensual y anual.

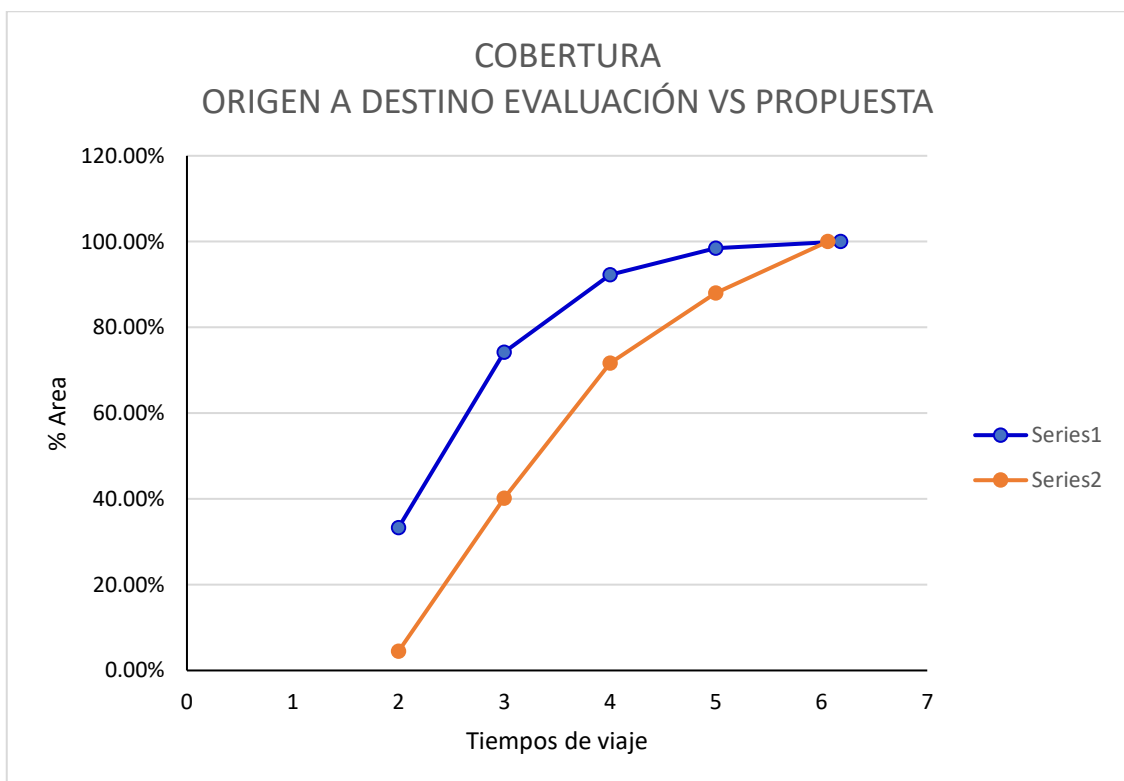


Figura Nro. 45: Grafica del Ahorro en tiempo de viaje del escenario origen a destino
Elaboración: El Autor.

Serie de la curva de color azul corresponde al análisis y evaluación de la accesibilidad en tiempos medio de viaje para el escenario actual, mientras que la serie de color naranja corresponde al escenario futuro con las propuestas planteadas, que para este caso solo se aplico mejoras en la distribucioin de las rutas.

Algo similar ocurre para el escenario destino a origen, relacionando al usuario patrón que tiene que viajar alrededor de 2.98 km y lo hace en promedio durante 6min y 18 segundos pero las curvas isócronas que cubren las áreas relacionadas de entre los 5 a 6.48 min se ve poco cubierta mientras que aplicando un gradiente de ahorro a través d curvas isócronas se logra reducir ese tiempo de viaje a 5min y 56 segundos, si bien es cierto la reducción del tiempo es relativamente corto 22 segundos, analizando que el índice de ahorro por tiempo de viaje es de 22 seg y el consumo por combustible de un vehículo promedio es de 0.0264 galones por kilómetro recorridos por cada segundo de viaje, el total de ahorro por vehículo en un tiempo de viajes es de 0.5808 galones por kilómetro recorridos por cada segundo de viaje en total para el escenario de origen a destino, por la cantidad de población beneficiada estimada del gradiente de ahorro, se considera 1 vehículo por cada 7 personas, el total de vehículos beneficiado por este ahorro son 4287. Este número de vehículos por el ahorro de combustible que genera el gradiente de ahorro por tiempo de viaje sería igual a 2489,31 (gal/Km)/seg., y si consideramos un costo promedio del galón de gasolina en el país de \$ 2,40 USD, el ahorro generado por tiempo de viaje del total de vehículos de la ciudad de Arenillas es de \$ 179 230,32 USD mensuales, o un valor de \$2 150 763.84 USD anuales, claramente se estima que el ahorro en los tiempos de viaje, aunque pareciera insignificante el ahorro de 22 seg para cada vehículo, se torna muy competitivo si se lo analiza a nivel de costo mensual y anual

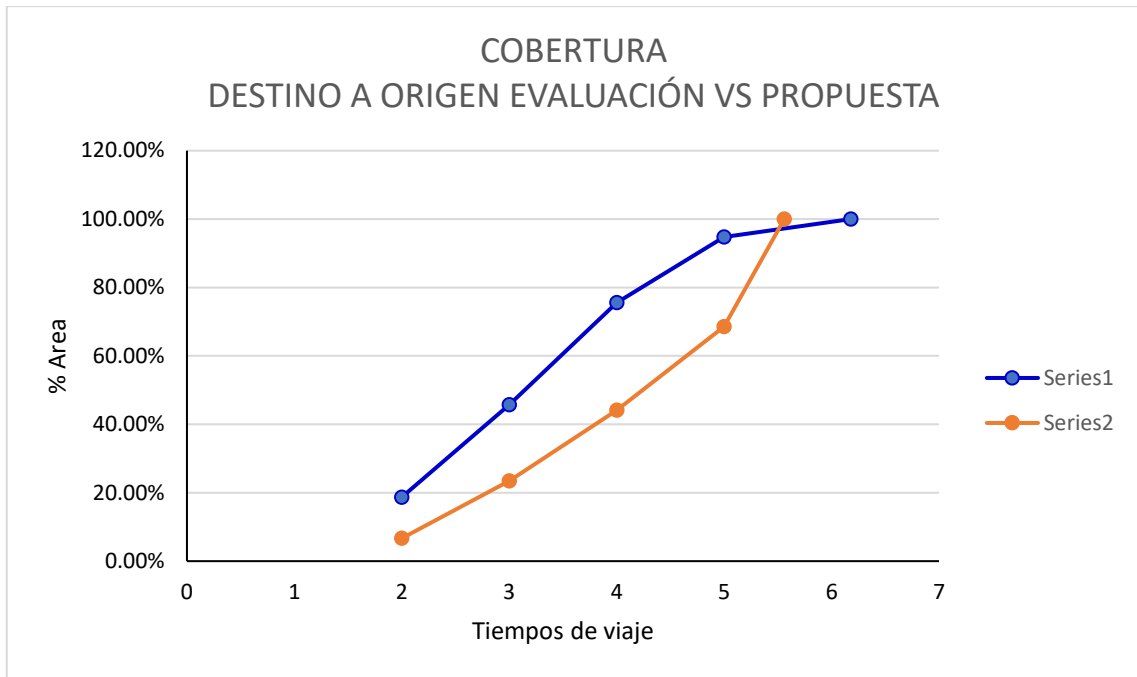


Figura Nro. 46: Grafica del Ahorro en tiempo de viaje del escenario destino a origen
Elaboración: El Autor.

Serie de la curva de color azul corresponde al analisis y evaluación de la accesibilidad en tiempos medio de viaje para el escenario actual, mientras que la serie de color naranja corresponde a la accesibilidad en tiempos medio de viaje del escenario futuro con las propuestas planteadas, que para este caso solo se aplico mejoras en la distribucion de las rutas.

CONCLUSIONES

- El Modelo de Planificación Sostenible de Vías Urbanas en Ciudades de hasta 100.000 Habitantes (PSVU), se caracteriza en analizar el sistema vial urbano desde un enfoque de análisis a los tiempos medios de viaje y que responde a una problemática que busca ser abordada por pequeñas ciudades que no tiene los suficientes recursos económicos como para plantear soluciones integrales.
- Con la aplicación de este modelo se pudo analizar que es viable su ejecución y que lo mantiene sostenible en el tiempo puesto que se puede evaluar y analizar un escenario futuro y tomar las mejores decisiones antes de ser puesto en práctica.
- El ahorro en el tiempo de viaje transformado a un indicador costos es beneficioso aporta con la toma de decisiones para la ejecución de nueva construcción que vayan formar parte del sistema vial siempre y cuando la nueva construcción a ejecutarse reduzca los tiempos de viaje y aporte con mayor confort., y se estime un ahorro de combustible a los usuarios de los vehículos.
- El gradiente de ahorro para el escenario origen destino se estimó en un 3.2% para la población beneficiada mientras que para el escenario destino a origen fue del 5.99%, aplicando esta metodología al sistema vial urbano de la ciudad de Arenillas se logró resolver la hipótesis planteada y cumplir con el logro de objetivos de esta investigación, al desarrollar una metodología sostenible para la organización vial urbana de ciudades de hasta 100.000 habitantes, puesto que las curvas isócronas ayudan por un lado a evaluar el sistema vial urbano acorde a la relación del área y los tiempos de viajes y por otro lado para reducir esos tiempos de viajes aporta al organizar el sistema vial jerarquizándola y organizando el sistema vial los sentidos y flujos de vías junto con la jerarquización vial son la claves para elaborar planes de desarrollo del sistema vial urbano y que sean sostenibles a través del tiempo.
- En este trabajo se desarrolló una planificación para la organización de vías urbanas en ciudades de hasta 100.000 habitantes y que permita la toma de decisiones oportunas.
- En la investigación se fundamentó teórico y conceptualmente la planificación de la organización de vías urbanas en ciudades importantes.

- Se caracterizó la planificación para la organización de vías urbanas en la ciudad de Arenillas.
- Se formuló un modelo de planificación sostenible que ayude a una organización de vías urbanas en ciudades importantes.

RECOMENDACIONES

- Es necesario que se aplique los estudios de planificación para la organización de vías urbanas en ciudades de hasta 100.000 habitantes, para tomar decisiones oportunas, que evite una desorganización en la movilidad urbana.
- Una buena planificación de la organización de vías urbanas en ciudades, para tomar decisiones oportunas y fundamentadas que eviten problemas de congestión y desorganización en la movilidad.
- Replicar en otros tipos de modelos para la planificación de vías urbanas, con la finalidad de ampliar su campo de aplicación.
- Adaptar el modelo para la planificación sostenible que ayude a una organización de vías urbanas.

BIBLIOGRAFÍA

ANE. (2018). Reglamento Ley Sistema Infraestructura Vial Del Transporte Terrestre. *Registro Oficial Ecuador, Decreto Ej*, 1–23. https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/09/LOTAIP_8_REGLAMENTO-LEY-ORGANICA-SISTEMA-INFRAESTRUCTURA-VIAL-DEL-TRANSPORTE.pdf

Baena Paz, G. (2017). Metodología de la Investigación. In Patria (Ed.), *Metodología de la investigación* (Tercera, Issue 2017).

Benzadón, A., Duarte, J., & Hernández, M. (2007). Gerencia de infraestructura Diseño e implementación de un sistema de gestión vial y de espacio público para Bogotá , Colombia. *Infraestructura Vial, Revista* 17, 4–12. <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/vial/article/view/2061>

Cal y Mayor, R., & Cárdenas, J. (2019). Ingeniería de tránsito, Fundamentos y aplicaciones. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).

Calle Callo, K. Z. (2018). Evaluación Del Sistema De Transporte En El Centro De Puno Y Alternativas De Solución a La Planificación Vial Aplicando Softwares Especializados,. In *Factores Que Influyen En El Inicio De Relaciones Sexuales En Los Adolescentes De La Institución Educativa Secundaria Independencia Nacional Puno, 2017*. Nacional del Atiplano puno.

Cardona, S., Escobar, D. A., & Moncada, C. A. (2020). Índice de ahorro de tiempo medio de viaje cómo variable complementaria en la metodología Contribución por Valorización para la financiación de infraestructura vial. *Información Tecnológica*, 31(4), 17–26. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642020000400017>

Castillo Ever, A. Y. (2018). La agresividad escolar en la institución educativa secundaria Víctor Raúl Haya de la Torre de San Gabán del año 2016. *Tesis*, 105.

Estupiñan, N., Scorcia, H., Navas, C., Zegras, C., Rodriguez, D., & Vergel-Tovar, E. (2018). *Transporte y Desarrollo en America Latina*.

Fernando, A., & Morales, M. (2016). *PLAN INTEGRAL DE EDUCACIÓN VIAL PARA MEJORAR LA MOVILIDAD EN LA ZONA URBANA DEL CANTÓN CHAMBO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO, PERÍODO 2016*.

Gaspa, N. (2021). Historia de las carreteras del Ecuador: vías Alóag-Santo Domingo,

Santo Domingo-Quinindé, Quinindé-Esmeraldas y la Vía Interoceánica. *ACADEMIA*, 1, 13.

Jiménez-Pacheco, P., Puente Garrido, D. E., Recalde, L., & Meza, J. (2019). Modelo de planificación urbana cognitiva para un prototipo de acceso a la vivienda y urbanismo colaborativos. *International Conference Virtual City and Territory*, 0(13), 1–15. <https://doi.org/10.5821/ctv.8514>

Lind, D. A., Marchal, W. G., Wathen, S. A., Iván, J., Sánchez -Farley, J., Rojas, S., Julieth, R.-H., Galvis, O., Iván Jiménez Sánchez, J., Sary, F., Restrepo, R., Julieth, H., Scherger, V. P., Arbelaez R, M. A., Zulet J, L. A., Velazco M, A., Rosales R, M. F., Dominguez G, C., Economicas, D. E. C., ... Analisis, E. N. E. L. (2014). Estadística aplicada a los Negocios Y La Economía. In McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES (Ed.), *Ciencia y Sociedad: Vol. XVI* (Issue 4). The McGRAW HILL.

Liu, B., Yan, L., & Wang, Z. (2017). Reclassification of urban road system: Integrating three dimensions of mobility, activity and mode priority. *Transportation Research Procedia*, 25, 627–638. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.447>

Lorenzo, R., & Lorenzo, C. R. (2010). Contribution on the research paradigms. *Educação (UFSM)*, 0(0). <https://doi.org/10.5902/198464441486>

Martínez, L., García Schilardi, M. E., Devito, M. L., & Díaz, M. (2016). Regulación de la movilidad urbana en el Área Metropolitana de Mendoza. *Opera*, 19, 161–181. <https://doi.org/10.18601/16578651.n19.09>

Monje Álvarez, C. A. (2011). Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. Guía didáctica. In *Universidad Surcolombiana*. <http://carmonje.wikispaces.com/file/view/Monje+Carlos+Arturo+-+Guía+didáctica+Metodología+de+la+investigación.pdf>

MTOP-PEM. (2016). Plan estratégico de movilidad. *Ministerio de Transporte y Obras Publicas*, 238.

Pinos, M. V. (2016). Diseño de intersecciones en vías urbanas. *Universidad Del Azuay, Colombia*, 51.

Pinzón, C. A. S. (2012). *Propuesta metodológica para correlacionar el comportamiento del tránsito vehicular mixto y las variables ambientales que afectan las condiciones de la calidad de vida en las vías urbanas*. 149.

- Quesada, N. (2015). ESTIMACIÓN DEL ÁREA HÚMEDA, ACTUAL Y POTENCIAL, DISPONIBLE PARA LA ANGUILA EUROPEA USANDO TECNICAS SIG. *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de La Información Geográfica*, 16(1578–5157), 41–60.
- Quintero González, J. R. (2019). Desarrollo Orientado al Transporte Sostenible (DOTS). Una prospectiva para Colombia. *Bitácora Urbano Territorial*, 29(3), 59–68. <https://doi.org/10.15446/bitacora.v29n3.65979>
- Ramos, C. A. (2015). Los paradigmas de la investigación científica. *Avances En Psicología*, 23(1), 9–17. <https://doi.org/10.33539/avpsicol.2015.v23n1.167>
- Roberto, J., Orán-roque, R., & Calderón-maya, J. R. (2017). Un análisis sobre el sistema de transporte público en la Zona Metropolitana de Cancún (ZMC), México 2016. *Quivera. Revista de Estudios Territoriales*, 19(2), 81–99.
- Sanchez Reyes, A. (2018). *Plan Vial Participativo de la provincia del Oro*.
- SENPLADES. (2010). • *Cantón ARENILLAS, Provincia de EL ORO se encuentra en la Zona 7 de planificación*. (Vol. 1). <http://www.dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10584/1/UPS-CT005467.pdf>
- Tennøy, A., Tønnesen, A., & Gundersen, F. (2019). Effects of urban road capacity expansion – Experiences from two Norwegian cases. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 69(February), 90–106. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.01.024>
- Thondoo, M., Marquet, O., Márquez, S., & Nieuwenhuijsen, M. J. (2020). Small cities, big needs: Urban transport planning in cities of developing countries. *Journal of Transport and Health*, 19(August), 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2020.100944>
- Tobar, C., & Torres, L. (2017). Determinación del consumo de combustible de vehículos en base a los ciclos de conducción EPA FTP75 y EPA HWFET, en dinamometro de chasis. Caso de estudio: vehículos Toyota Hilux 2016 4x2 CD 2.7 y Hyundai Getz 2011 1.4 BS. *Revista Infociencia*, 11, 5–12.
- Vallverdu, A. (2020). *Pavimentos en infraestructura vial Avances y desafíos*.

ANEXOS

ANEXO 1. Formulario de encuesta a los habitantes de la ciudad de Arenillas

Estimado conciudadano con el objetivo de conocer la influencia de la planificación de las vías urbanas en la ciudad de Arenillas, le recordamos que sus respuestas serán tratadas con toda la confiabilidad del caso.

Datos Informativos

Nombres: _____

Sector: _____ Fecha: _____

De las opciones siguientes seleccione una respuesta.

1. ¿Cuál es el medio de transporte que más utiliza para desplazarse en la ciudad?

Nº	Transporte	RESPUESTA
1	Vehículo propio	
2	Vehículo particular	
3	Buses	
4	Taxis	
5	Motos	
6	Bicicleta	
7	Otros	

2. ¿Por qué motivo acceden a las vías los usuarios?

Nº	Origen-Destino	RESPUESTA
1	Laboral	
2	Educación	
3	Comercio	
4	Recreación	
5	Otros	

3. ¿Cuánto tardan en llegar a su destino?

Nº	Origen-Destino	RESPUESTA
1	0 - 15 min	
2	15 - 30 min	

3	30 - 60 min
4	+60 min

4. ¿Cuál es el nivel de servicio de la vía?

Nº	Nivel de servicio	Condición de flujo	Velocidad máxima de circulación	RESPUESTA
1	A	Flujo libre	100 Km/h	
2	B	Flujo estable	80 Km/h	
3	C	Flujo estable	65 Km/h	
4	D	Flujo casi inestable	55 Km/h	
5	E	Flujo inestable	45 Km/h	
6	F	Flujo forzado	40 Km/h	

5. ¿A que le atribuye usted la mala planificación de las vías urbanas de la ciudad?

Nº	Planificación	RESPUESTA
1	Mal uso de las vías	
2	Planificación inadecuada	
3	Falta de estacionamiento	
4	Señaléticas	
5	Otros	

Muchas gracias por su colaboración la información proporcionada será muy útil en beneficio de la ciudad.

ANEXO 2. Entrevista a los funcionarios públicos del GADM del cantón

Arenillas

Con el objetivo de mejorar la movilidad urbana en el aspecto de la planificación de las vías, de lo cual le realizaremos las siguientes preguntas expuestas para esta entrevista, con la mayor fidelidad posible.

1. ¿Cuántas Planificaciones de vías se hace al año?

2. ¿Cuántos proyectos de vías se hace al año?

3. ¿Cuáles son los temas más urgentes que deben tratarse en materia de planificación de vías urbanas en la ciudad de Arenillas?

4. ¿Qué tendencias cree usted que dominarán a futuro la planificación en la ciudad de Arenillas?

5. ¿Cuáles serían algunas soluciones para mejorar la planificación de las vías urbanas?

ANEXO 3. Guías de observación

3.1 FICHA DE OBSERVACIÓN DEL INVESTIGADOR

Sector:

Nº	Items	ESCALA	Localización	Observación
1	¿Qué características de movilidad se observa en la ciudad?	Movilidad no motorizada Movilidad motorizada		
2	¿Qué tipo de intersección tiene las vías?	Semaforización No Semaforización		
3	¿Cuál es la capacidad vial de la calle?	Nº vehículos livianos/hora/carril A B		
4	¿Cuál es el nivel de servicio de la vía?	C D E F		
5	¿Qué tipos de vehículos circulan en la vía?	Liviano Pesado Otros		
6	¿Cuál es el estado de la vía?	Bueno Regular Malo		
7	¿Qué tipo de vía es?	Arteriales		

		Colectoras
		Locales
8	¿En el diseño geométrico se ha considerado el alineamiento horizontal?	SI NO
9	¿En el diseño geométrico se ha considerado el alineamiento vertical?	SI NO
10	¿En el diseño geométrico se ha considerado secciones transversales?	SI NO
11	¿En el diseño geométrico se ha considerado intersecciones?	SI NO
12	¿En las intersecciones se ha considerado el sentido de vía?	SI NO
13	¿En las intersecciones se ha considerado la señalización horizontal?	SI NO
14	¿En las intersecciones se ha considerado la señalización vertical?	SI NO
15	¿Las vías tiene rampas?	SI NO