

RELIGACIÓN

R E V I S T A

Optimización de espacios para calzadas urbanas en localidades pequeñas: caso sitio Sancán

Optimization of spaces for urban roads in small towns: Sancán site case

Denny Augusto Cobos Lucio

Resumen

La optimización de espacios para calzadas vehiculares en localidades pequeñas como el sitio Sancán, busca mejorar la movilidad y calidad de vida de sus usuarios, este proceso implicó un reajuste de espacios para equilibrar el uso entre vehículos y peatones, promoviendo la seguridad vial y reducción del tiempo de traslado, además se busca garantizar la optimización funcional, integrando elementos como aceras y calzadas confortables. Se implementaron cambios con planificación de calles utilizando la metodología del Manual de Capacidad de Carreteras, incluyendo pasos peatonales, demarcación de carriles vehiculares, espacios de aparcamientos, estimulando el tránsito a pie y en bicicleta; también consideró la cercanía entre viviendas y servicios. La planificación vial urbana considera diversidades de usos del espacio para evitar la saturación en horas pico. Las calzadas vehiculares contribuyen a crear entornos urbanos sostenibles y accesibles, este enfoque mejora la movilidad y contribuye a un entorno urbano saludable y atractivo para los usuarios.

Palabras clave: Calzada; movilidad; seguridad vial; optimización funcional; planificación.

Denny Augusto Cobos Lucio

Universidad Estatal del Sur de Manabí | Manabí | Ecuador | denny.cobos@unesum.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-2094-9689>

<http://doi.org/10.46652/rgn.v9i43.1364>
ISSN 2477-9083
Vol. 9 No. 43, 2024, e2401364
Quito, Ecuador

Enviado: septiembre 18, 2024
Aceptado: noviembre 20, 2024
Publicado: diciembre 28, 2024
Publicación Continua



Abstract

The optimization of spaces for vehicular roads in small towns such as the Sancán site, seeks to improve the mobility and quality of life of its users, this process implied a readjustment of spaces to balance the use between vehicles and pedestrians, promoting road safety and reduction of travel time, in addition to seeking to guarantee functional optimization, integrating elements such as sidewalks and comfortable roads. Changes were implemented with street planning using the methodology of the Highway Capacity Manual, including pedestrian crossings, demarcation of vehicular lanes, parking spaces, stimulating foot and bicycle traffic; He also considered the proximity between homes and services. Urban road planning considers diversities of uses of space to avoid saturation at peak hours. Vehicular roads contribute to creating sustainable and accessible urban environments, this approach improves mobility and contributes to a healthy and attractive urban environment for users.

Keywords: Roadway; mobility; road safety; functional optimization; planning.

Introducción

El sitio Sancán es una comunidad que se encuentra ubicado al sur de la provincia de Manabí en Ecuador, junto a la vía estatal de primer orden que une las ciudades de Manta y Guayaquil, fundada como San Lorenzo de Jipijapa el 10 de agosto de 1565, posteriormente, por escases de agua esta población se trasladó 8 kilómetros hacia el sur, quedando la comunidad como lo que hoy es Sancán. Durante todo este tiempo, Sancán ha mantenido deficiencias de obras básicas como agua potable, alcantarillado pluvial y sanitario, luz, servicios de salud, recolección de basura, ..., factores que influyen negativamente en el progreso de los pueblos, sin lograr identificar prioridades y modelos de implementación de estas obras básicas, causando su estancamiento en el desarrollo integral de la comunidad.

Las calles son componentes esenciales en el desarrollo integral de una comunidad, ya que afectan diversos aspectos como la movilidad, la cohesión social, la economía local y la calidad de vida en general. Partiendo de estos criterios y orientados en las técnicas que brinda la dirección de proyectos, es elemental que se utilicen estrategias de inversión que garanticen gastos eficientes para la utilización de recursos económicas beneficiosas para la sociedad y evitar gastos defectuosos en la ejecución de obras civiles que al carecer de secuencia lógica en su ejecución, requieren ser removidas, sin haber cumplido con su periodo de diseño por que posiblemente fueros sobredimensionadas, subdimensionadas, o deficientemente implantadas (Cal y Cárdenas, 2018),

La implementación adecuada de las obras de infraestructura física básica de una comunidad debe tener su punto de partida en el diseño adecuado de sus aceras y calzadas. Las aceras son de utilización peatonal y de instalaciones funcionales de la calle; las calzadas son parte de la calle y proyectada para el uso de vehículos. La calzada debe ser dividida en carriles y, en los tramos donde sea necesario se deben emplazar bermas que son franjas hacia uno o ambos lados de las calzadas cuya función básica es disponer suficiente espacio, fuera de la calzada de circulación, para que los vehículos, por razones de emergencia, puedan salir de la corriente normal del tráfico sin causar perjuicio en el nivel de operación de la vía (Cal y Cárdenas, 2018).

La calzada, es el espacio entre dos aceras diseñado para la movilización de varios modos de transporte y su infraestructura auxiliar; los carriles vehiculares son espacios asignados dentro de una calzada para el desplazamiento de vehículos motorizados. La propuesta de optimización de espacios para calzadas urbanas en localidades pequeñas tomando como referencia el sitio Sancán, tiene como propósito presentar un modelo de diseño funcional de calzadas que además mejore el aspecto visual de la comunidad, con la finalidad de incentivar su desarrollo. El mejoramiento del nivel de servicio de las calzadas de sus calles se realiza utilizando como método de evaluación el modelo del nivel de servicio del Manual de Capacidad de Carretera – HCM.

Figura 1. Elementos de una calle



Fuente: Asociación Nacional de Oficiales de Transporte (2017).

Nota. Se observa carriles en la calzada.

Estándares para mitigar riesgos en la selección del proyecto

El crecimiento de una comunidad debe ser integral y por lo tanto se deben priorizar actividades para la implementación de su infraestructura básica de forma secuencial, acorde al engranaje apropiado para que se vayan acoplando estratégicamente de acuerdo al crecimiento y características de la población, con visión futurista que garantice el funcionamiento armonioso de todas sus instalaciones. La primera instalación que debe ser definida en un área urbana son sus calles, el riesgo general proviene de todas las incertidumbres que generan otras instalaciones básicas que estarán ligadas a las calles, es por esta razón que se debe prever los sitios donde se deberán implantar las obras sanitarias, eléctricas, turísticas, recreacionales, ..., esto permite mantener dentro de un rango aceptable la funcionalidad de la vía, reduciendo los impulsores de amenazas como el tener que realizar expropiaciones y reconstrucciones de calles con elevados costos, promoviendo los impulsores de oportunidades de desarrollo confiable y maximizando la probabilidad de lograr los objetivos generales con visión futurista (Project Management Institute, 2021).

En términos generales las obras civiles eficientes tienen un enfoque predictivo, los requisitos fundamentales del proyecto a ejecutar pueden definirse, recopilarse y analizarse al comienzo

del proyecto. Esto también puede ser mencionado como un enfoque en cascada. Este enfoque también se utiliza en el diseño de calles urbanas porque requiere de una inversión significativa con un alto nivel de riesgo, que requerir revisiones frecuentes previa las instalaciones de sus otras obras básicas, mecanismos de control de cambios y replanteo entre las fases de desarrollo. El alcance, cronograma, costo, necesidades de recursos y riesgos deben quedar bien definidos en las fases tempranas del ciclo de vida de las calles, y son relativamente estables. Este enfoque de desarrollo permite al equipo diseñador del proyecto reducir el nivel de incertidumbre en una etapa temprana en el proyecto y efectuar gran parte de la planificación por adelantado (Project Management Institute, 2021).

En el caso específico del sitio Sancán, por ser una población que tiene implementadas calles en su mayoría a nivel de tierra y grava, la utilización de un enfoque de desarrollo híbrido que es una combinación de enfoques adaptativos y predictivos resulta el más adecuado. Esto significa que se usan algunos elementos de un enfoque predictivo y otros de un enfoque adaptativo. Un enfoque híbrido permite adaptar las condiciones actuales de las calles del sitio Sancán a sus características naturales y a las normas de diseño geométrico de calzadas, sin perder de vista el enfoque predictivo, ya que las calles bien diseñadas tienen la particularidad de tener un periodo de vida que puede llegar a ser indefinida (Project Management Institute, 2021).

Planificación de vías urbanas

La planificación de calles urbanas empieza con la definición de la franja a ser utilizada por la calle acorde a las normas de diseño urbano, posterior a esto se deben planificar y ejecutar todas aquellas obras básicas que deben quedar enterradas, posteriormente se puede implementar las aceras y pavimentos con materiales que sean fáciles de remover, esto con la finalidad de facilitar cualquier reparación o nueva instalación subterránea que sea necesaria; sólo cuando la evidencia demuestre que el terreno de cimiento del pavimento se ha estabilizado por completo, se debe colocar pavimento asfáltico o hidráulico. Por lo expuesto, antes de la autorización del proyecto, se debe iniciar una planificación de alto nivel que elabore documentos de forma progresiva, a fin de obtener resultados deseados (Project Management Institute, 2021).

En la planificación inicial se deben tener en cuenta los impactos sociales y ambientales, además de los impactos financieros, esto permite evaluar el ciclo de vida del proyecto y los potenciales impactos ambientales del todo el sistema vial urbano. Los análisis de ingeniería preliminares y de planificación generalmente implican situaciones en las

que no todos los datos necesarios para el análisis están disponibles. Por lo tanto, ambos tipos de análisis frecuentemente dependen de valores predeterminados para muchas entradas de análisis. Los análisis de planificación pueden predeterminar casi todas las entradas, por ejemplo, mediante el uso de tablas de volumen de servicios generalizadas. Los análisis de ingeniería preliminares normalmente se ubicarán entre los análisis de planificación y diseño en el uso de valores predeterminados (Board, 2010).

Sistema funcional de calles

Los cuatro sistemas de calles funcionales para áreas urbanas utilizados en la clasificación funcional tradicional son las arterias principales urbanas, las calles arteriales menores, las calles colectoras y las calles locales.

Sistema Arterial Principal Urbano

En cualquier contexto urbano, un sistema de vías y calles puede reconocerse como de escasa importancia en cuanto a la naturaleza y composición de los desplazamientos a los que beneficia. En las áreas urbanas con menos de 50.000 residentes, estas infraestructuras pueden ser restringidas en cantidad y tamaño, y su relevancia puede surgir principalmente del servicio proporcionado mediante los viajes. En las zonas urbanas más amplias, su relevancia también proviene del servicio al tráfico rural, pero igual o incluso más relevante, del servicio para los movimientos de circulación más importantes en estas zonas urbanas (American Association of State Highway and Transportation Officials, 2018).

Sistema de calles arteriales menores urbanas

El sistema de vías urbanas menores se vincula con el sistema de vías urbanas principales y lo potencia. Se ajusta a desplazamientos de duración moderada con un nivel de movilidad de viaje ligeramente inferior al de las arterias principales. Este sistema reparte el desplazamiento a zonas geográficas más reducidas que las reconocidas con el sistema de alto nivel. El sistema de vías arteriales urbanas menores comprende todas las vías que no están categorizadas como principales. Este sistema prioriza el acceso a la tierra, el hospedaje multimodal y la atención al entorno comunitario más que el sistema de alto nivel, proporcionando una movilidad con menor tráfico. Esta instalación tiene la capacidad de gestionar rutas de autobuses locales y asegurar la continuidad en la comunidad, pero es preferible que no se introduzca en vecindarios reconocibles. Este sistema abarca las conexiones urbanas con rutas colectores rurales, en las que estas conexiones no se han categorizado como arterias urbanas principales por motivos internos. Cada vez se utilizan más arterias pequeñas y colectores para ubicar las redes regionales de bicicletas. La separación de las vías urbanas más pequeñas puede oscilar entre 0,2 y 1,0 km en el distrito comercial central y entre 3 y 5 km en las zonas suburbanas, aunque usualmente no supera los 2 km en zonas totalmente desarrolladas (American Association of State Highway and Transportation Officials, 2018).

Sistema de Calles Colectoras Urbanas

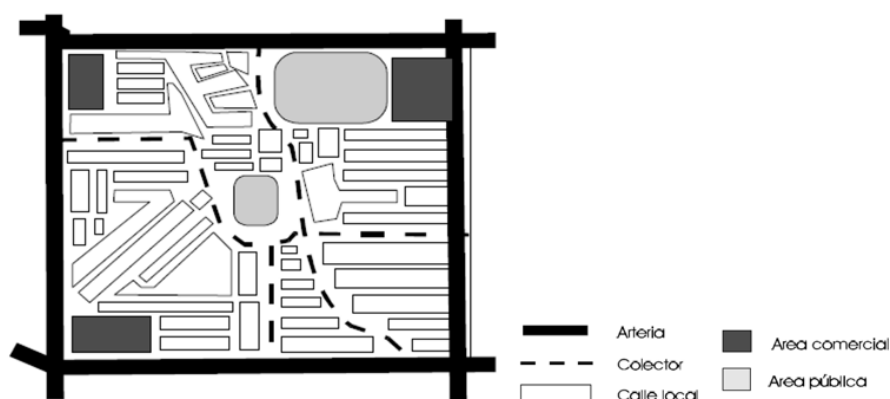
El sistema de vías colectoras urbanas ofrece tanto la conexión terrestre como el flujo de tráfico en los sectores residenciales y las zonas de comercio e industria. Se distingue del sistema urbano arterial en que las infraestructuras del sistema de recolección pueden infiltrarse en las

zonas residenciales, repartiendo los trayectos desde las vías a lo largo de la región hasta sus destinos finales. En cambio, la calle colectora de la ciudad también recoge el tráfico de las calles locales en las zonas residenciales y lo dirige hacia el sistema de vías. En el distrito comercial central, así como en otras zonas de crecimiento y densidad de tráfico parecidas, el sistema de colectores urbanos puede abarcar toda la malla de calles. El sistema de vías de recolección urbanas también tiene la capacidad de trasladar rutas de autobuses a nivel local. La creación de vías de comunicación urbanas debe ajustarse al entorno de la comunidad y satisfacer a una diversidad de ciclistas, peatones y usuarios del transporte público. Cada vez más, las arterias más pequeñas y los colectores representan la localización de las redes regionales de bicicletas (American Association of State Highway and Transportation Officials, 2018).

Sistema de calles locales urbanas

El sistema urbano de calles locales comprende todas las instalaciones que no pertenecen a uno de los sistemas superiores. Permite principalmente el acceso directo a las tierras colindantes y las conexiones con los sistemas de orden superior. Ofrece el nivel más bajo de movilidad y, por lo general, no contiene rutas de autobús. El servicio al movimiento de tráfico por lo general se desalienta deliberadamente. El diseño de las calles urbanas locales debe ser coherente con el contexto de la comunidad. Las calles urbanas locales suelen permitir movimientos frecuentes de bicicletas y peatones (American Association of State Highway and Transportation Officials, 2018).

Figura 2. Sistema funcional de calles



Fuente: American Association of State Highway and Transportation Officials (2018).

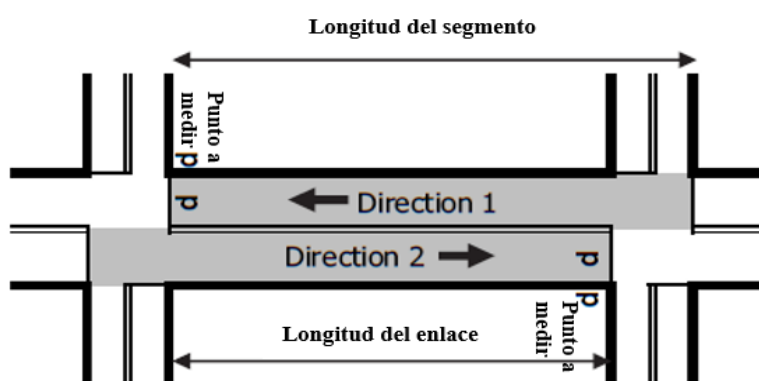
Nota. Esquema de calles urbanas.

Nivel de servicio de las calzadas

La calidad del servicio indica cuán eficientemente opera una instalación o servicio de transporte desde el punto de vista del usuario. El nivel de servicio (LOS) se refiere a una estratificación numérica de una medida o medidas de desempeño que simbolizan la calidad del

servicio. El principio LOS simplifica la exposición de los resultados, utilizando una escala simple que va de A (mejor) a F (peor). La LOS se refiere a una o varias acciones de servicio que reflejan el punto de vista del usuario y resultan beneficiosas para las agencias de operación. Para fines analíticos, la calzada se divide en componentes individuales que están físicamente próximos y operan como una única entidad al servicio de los conductores. Dos componentes son habituales en un sistema de vías urbanas: puntos y enlaces. Un punto simboliza la frontera entre enlaces y se ilustra a través de un terminal de cruce o rampa. Un enlace simboliza un segmento de vía entre dos lugares. Se conoce como segmento a una conexión y sus puntos de conexión (Board, 2010).

Figura 3. Punto, enlace y segmento



Fuente: Board (2010).

Nota. Elementos en sistema de calle urbana.

Conceptos de incertidumbre y variabilidad

Los hallazgos de la evaluación del desempeño generados por los modelos de tráfico ya sean basados en HCM o en herramientas alternativas, son proyecciones de los valores “reales” que se detectarían en el terreno. No obstante, estas proyecciones no son precisas, sino que presentan incertidumbre estadística, donde el valor real de una medida determinada se sitúa dentro de un margen del valor proyectado. Para evidenciar la falta de precisión, tome en cuenta la variabilidad en los datos obtenidos, como las entradas de volumen de tráfico. Hay diversas clases de variabilidad:

- Variabilidad temporal, donde los datos obtenidos, como los números de tráfico por hora, fluctúan de un día a otro o de un mes a otro en un sitio específico;
- Variabilidad espacial, donde los datos obtenidos, como el porcentaje de vehículos en el flujo vehicular, fluctúan de un sitio a otro dentro de un estado o cambian de un estado a otro; y
- Variabilidad en la percepción del usuario, donde distintos usuarios que viven condiciones similares pueden interpretar dichas condiciones de forma distinta, por ejemplo, cuando

se les solicita que expresen su satisfacción con dichas condiciones (Project Management Institute, 2021).

Modo automotriz

Se emplean dos indicadores de desempeño para describir la LOS vehicular para una dirección de viaje determinada a lo largo de un tramo de calle urbana. Una medida es la rapidez con la que transitan los vehículos. Esta velocidad muestra los elementos que afectan el tiempo de operación durante el enlace y el retraso provocado por los vehículos de paso en la intersección límite. La segunda medida se refiere a la correlación entre el volumen y la habilidad para el movimiento de paso en la intersección del límite de agua inferior. Estas evaluaciones de desempeño señalan el nivel de movilidad que ofrece el segmento (Board, 2010).

Principalmente, LOS A se refiere a la operación de flujo libre. Los automóviles no enfrentan ningún obstáculo en su habilidad para moverse dentro del flujo de tráfico. La demora en el control al cruzar el límite es mínima. La velocidad de movimiento excede el 85% de la velocidad del flujo libre base y la relación entre volumen y capacidad no excede el 1,0.

LOS B muestra un desempeño razonable sin barreras. La habilidad para moverse dentro del tráfico está solo un poco limitada y el retraso en el control en la intersección fronteriza no es considerable. El desplazamiento se sitúa entre el 67% y el 85% de la velocidad de flujo libre base, y la relación entre volumen y capacidad no supera el 1,0.

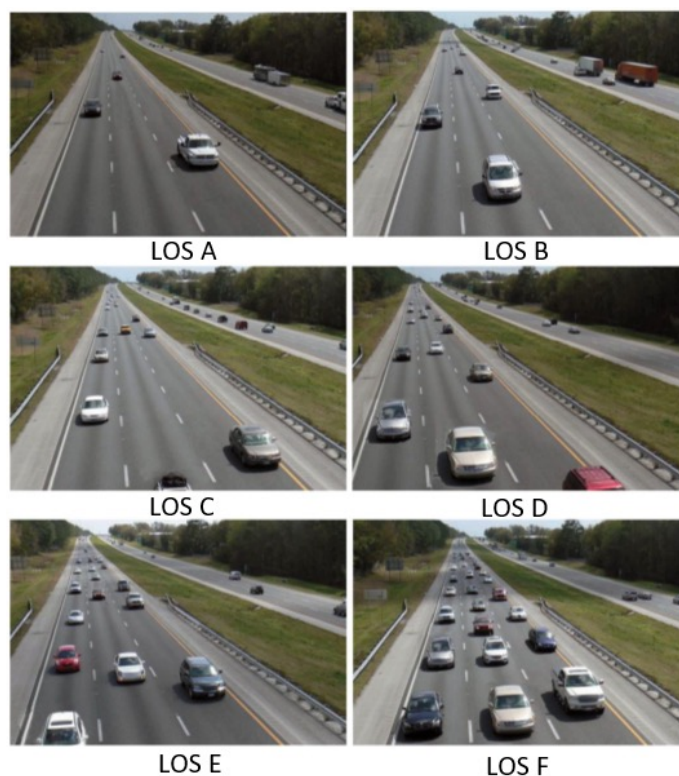
LOS C define el desempeño estable. La habilidad para maniobrar y cambiar de carril en los lugares del segmento medio puede ser más limitada que en LOS B. Las filas más extensas en la intersección límite pueden favorecer velocidades de desplazamiento más reducidas. La velocidad de desplazamiento se sitúa entre el 50% y el 67% del flujo libre base, y la relación entre volumen y capacidad no supera el 1,0.

LOS D señala una situación menos estable donde pequeños incrementos en el flujo pueden provocar incrementos significativos en el retraso y reducciones en la velocidad de desplazamiento. Esta operación podría ser resultado de una progresión negativa de la señal, un alto volumen o una sincronización incorrecta de la señal al cruzar el límite. La velocidad de desplazamiento se sitúa entre el 40% y el 50% del flujo libre base, y la relación entre volumen y capacidad no supera el 1,0.

LOS E se distingue por su inestabilidad y un retraso considerable. Estas operaciones pueden atribuirse a alguna combinación de progresión desfavorable, gran volumen y una sincronización incorrecta de la señal en el cruce del límite. La velocidad de desplazamiento se sitúa entre el 30% y el 40% del flujo libre base, y la relación entre volumen y capacidad no supera el 1,0.

LOS F se distingue por su flujo a una velocidad sumamente reducida. Es posible que se generen atascos en la intersección de los límites, tal como lo señalan los altos retrasos y las extensas filas. La rapidez de movimiento es del 30% o inferior a la velocidad de flujo libre base, o la relación entre volumen y capacidad es mayor a 1,0 (Board, 2010).

Figura 4. Nivel de servicio de calles



Fuente: Board (2010).

Nota. Calidad de servicio en vías urbanas.

Tabla 1. Umbrales de LOS establecidos para el modo automóvil en calles urbanas.

Velocidad de viaje como Porcentaje de Base Libre-Velocidad de flujo (%)	LOS por relación volumen-capacidad*	
	≤1,0	> 1,0
>85	A	F
>67-85	B	F
>50-67	C	F
>40-50	D	F
>30-40	E	F
≤30	F	F

Fuente: Board (2010).

Nota. Relación volumen-capacidad del movimiento directo en la intersección del límite aguas abajo.

Metodología

En esta parte se describen los datos de entrada necesarios para la metodología del automóvil. Los datos se enumeran en la tabla 2 y se identifican como “elementos de datos de entrada”. Deben especificarse por separado para cada sentido de desplazamiento en el segmento y para cada intersección de límite.

La última columna de la tabla 2, indica si los datos de entrada son necesarios para un grupo de movimiento en una intersección de límite, la intersección general o el segmento.

Los elementos de datos no incluyen variables que se considera que representan factores de calibración (por ejemplo, la tasa de aceleración). Se proporcionan valores predeterminados para estos factores porque normalmente tienen un intervalo relativamente estrecho de valores razonables o tienen un pequeño impacto en la precisión de las estimaciones de rendimiento (Board, 2010).

Tabla 2. Datos de entrada para la metodología del automóvil en calles urbanas.

Categoría de datos	Ubicación	Elemento de datos de entrada	Base
Características del tránsito	Intersección de límites	Caudal de demanda	Grupo de movimiento
		Caudal del punto de acceso	Grupo de movimiento
	Segmento	Caudal del segmento medio	Segmento
Diseño geométrico	Intersección de límites	Número de carriles	Grupo de movimiento
		Anchura de la intersección aguas arriba	Intersección
		Longitud de la bahía de giro	Enfoque por segmentos
	Segmento	Número de carriles de paso	Segmento
		Número de carriles en los puntos de acceso	Enfoque por segmentos
		Longitud de la bahía de giro en los puntos de acceso	Enfoque por segmentos
		Longitud del segmento	Segmento
		Longitud mediana restrictiva	Segmento
		Proporción de segmento con bordillo	Segmento
		Número de accesos	Segmento
Otro	Segmento	Duración del período de análisis	Segmento
		Límite de velocidad	Segmento
Medidas de rendimiento	Intersección de límites	Retardo de control pasante	Grupo a través del movimiento
		A través de vehículos detenidos	Grupo a través del movimiento
		Tamaño de la cola del 2º y 3º trimestre	Grupo a través del movimiento
	Segmento	Capacidad	Grupo de movimiento
		Retardo del segmento medio	Segmento
		Se detiene en el segmento medio	Segmento

Fuente: elaboración propia

Nota. Grupo de movimiento = un valor para cada movimiento de giro con carriles exclusivos y un valor para el movimiento de paso (incluidos los movimientos de giro en un carril compartido).

Grupo de movimiento continuo = un valor para el segmento que se mueve a través en la intersección del límite aguas abajo (incluidos los movimientos de giro en un carril compartido).

Segmento = un valor o condición para cada dirección de viaje en el segmento.

Enfoque de segmento = un valor o condición para cada enfoque de intersección en el segmento sujeto (Board, 2010).

Entregables

Siguiendo las directrices proporcionadas por el área de gestión de proyectos, se ofrece un modelo de estimación ágil para valorar el rendimiento de un segmento de calle a un nivel de análisis de planificación. Este procedimiento no necesita mucho cálculo y puede implementarse a través de estimaciones manuales. El diseño geométrico sugerido para las vías en el lugar de Sancán, posibilita estimar el nivel de servicio que podría brindar a los usuarios la construcción de vías con la aplicación de estos diseños.

Figura 5. Ubicación del sitio Sancán



Fuente: Mapa turístico del Ecuador

Trabajo de campo

Para la ejecución del trabajo de campo, se diagnosticó la situación actual del sitio Sancán con la elaboración de planos topográficos donde se muestra las características geométricas sin proyecto y con proyecto de varias de sus calles. Se toma como muestras las calzadas de las calles Bototillo y Manabí ubicadas en el sector 3, considerando que el restante de calles internas del sitio Sancán tienen características similares.

Figura 6. Sitio Sancán



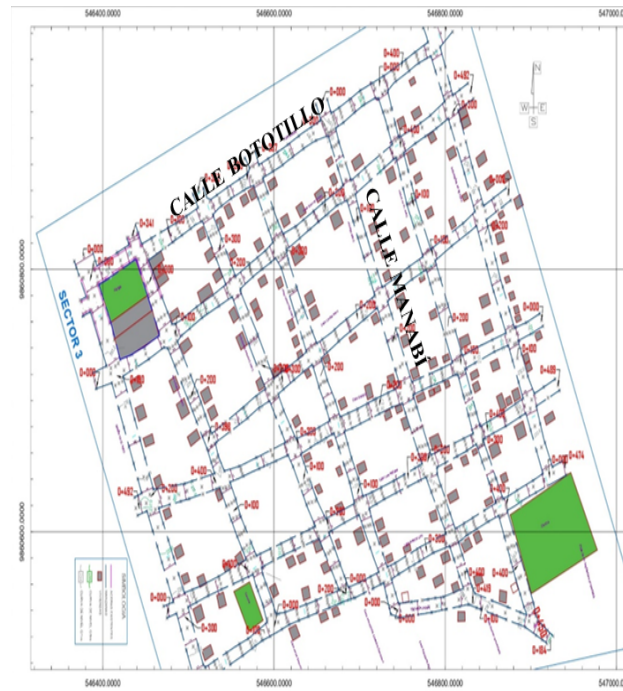
Fuente: Google Maps.

Nota. Sectorización del sitio Sancán

Población y muestra

Como se ha mencionado anteriormente, para la ejecución del presente trabajo, se tomó como población las calles del sector 3 del sitio Sancán del cantón Jipijapa; como muestra, se escogió por conveniencia las calles Bototillo y Manabí, las cuales pueden servir como modelo para la toma de decisiones en el diseño geométrico definitivo de las restantes calzadas del sitio Sancán.

Figura 7. Sector 3. Sitio Sancán



Fuente: Cobos y Arteaga (2024).

Nota. Plano de calles en condiciones actuales del sector 3 del sitio Sancán.

Diseño de la investigación

Con la información documental obtenida, se proyecta una solución que pretende satisfacer las necesidades de los usuarios y habitantes del sector 3 del sitio Sancán para así, evitar gastos innecesarios de recursos económicos en el futuro ya que, siempre será mejor predecir las condiciones futuras de funcionamiento, que reconstruir sin la aplicación debida de normas técnicas; Entre los costos innecesarios que se pueden evitar están los de expropiación futuras, que siempre resultarán mucho mayores que los actuales. Se consultó en diferentes fuentes como manuales de diseños viales, normas técnicas de diseño urbano para poder avalar teóricamente el trabajo realizado y poder cumplir con los objetivos planteados. La revisión documental permitió conocer los planos viales que muestran las características físicas y geométricas del sector, estos planos fueron elaborados previa la recolección de información del sitio a través de un levantamiento topográfico, el proyecto tiene un enfoque mixto y presenta una propuesta vial que mejore la circulación vehicular por las calzadas de las calles del sitio Sancán del cantón Jipijapa (Cobos y Arteaga, 2024).

Características actuales de la calzada de la calle Bototillo

En los actuales momentos, la calle Bototillo tiene geometría irregular, con anchos que van entre 9,33 y 13,22 metros, sus límites geométricos no están bien definidos y los linderos tienen alineamientos irregulares, se encuentra a nivel de rasante con material de suelo seleccionado,

carece de aceras y calzadas. Con estas características y considerando que las aceras requieren al menos 2m cada una, se pueden implementar 2 carriles vehiculares de 2,66 m cada uno.

Figura 8. Calle Bototillo

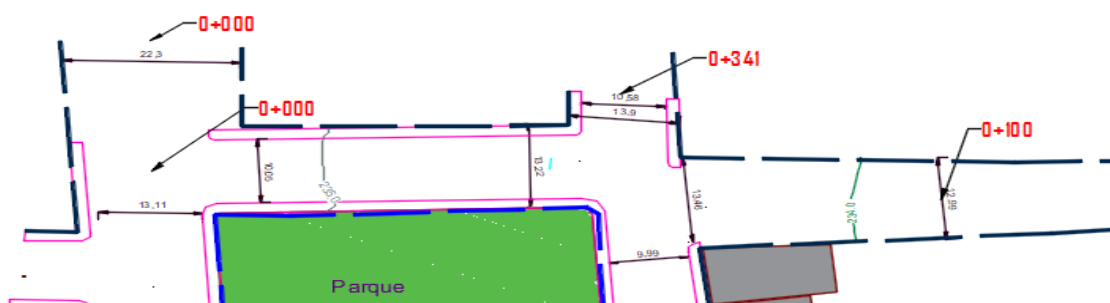


Fuente: elaboración propia

Nota. Se aprecia las condiciones actuales en que se encuentra la calle

Las imágenes siguientes presentan medidas del ancho y ofrecen un mejor panorama de las formas y las alineaciones de la calle Bototillo

Figura 9. Calle Bototillo en condiciones iniciales abscisa 0+000-0+100



Fuente: Cobos y Arteaga (2024).

Nota. Se aprecia las formas geométricas actuales de la calle.

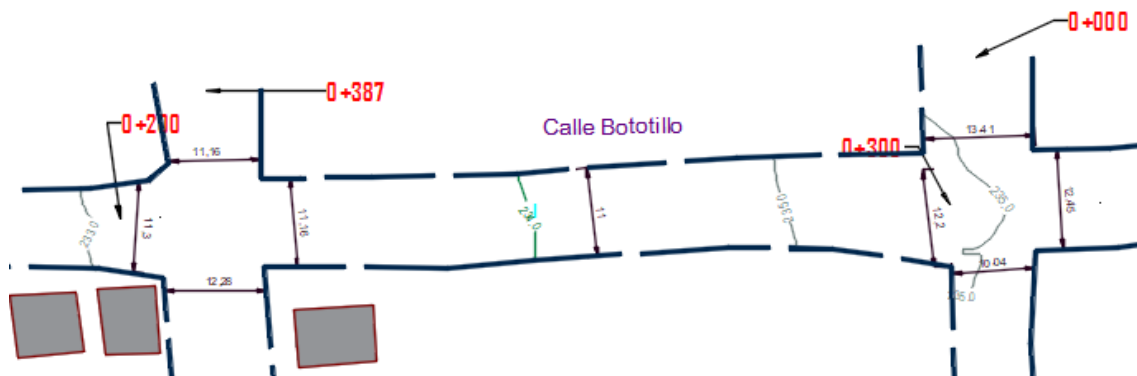
Figura 10. Calle Bototillo en condiciones iniciales abscisa 0+100-0+200



Fuente: Cobos y Arteaga (2024).

Nota. Se aprecia las formas geométricas actuales de la calle.

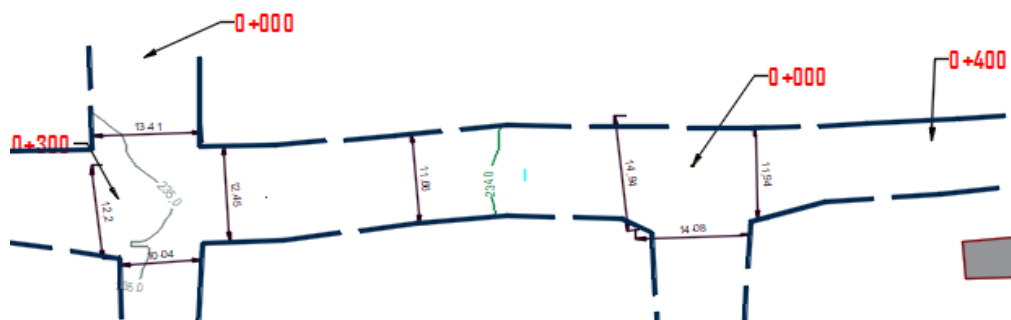
Figura 11. Calle Bototillo en condiciones iniciales abscisa 0+200-0+300



Fuente: Cobos y Arteaga (2024).

Nota. Se aprecia las formas geométricas actuales de la calle.

Figura 12. Calle Bototillo en condiciones iniciales abscisa 0+300-0+400



Fuente: Cobos y Arteaga (2024).

Nota. Se aprecia las formas geométricas actuales de la calle.

Características actuales de calzada de la calle Manabí

Como la mayoría de las calles del lugar Sancán, la calle Manabí también está a nivel de rasante con material seleccionado, no cuenta con aceras ni calzada, sus frontispicios geométricos no están claramente establecidos y su ancho oscila entre 9,73 y 13,93 metros, los linderos presentan alineamientos irregulares. Se notan cierres de paredes lo que podría incrementar los costos de las expropiaciones. Con estas características y considerando que las aceras requieren al menos 2m cada una, se pueden implementar 2 carriles vehiculares de 2,86 m cada uno.

Figura 13. Calle Manabí

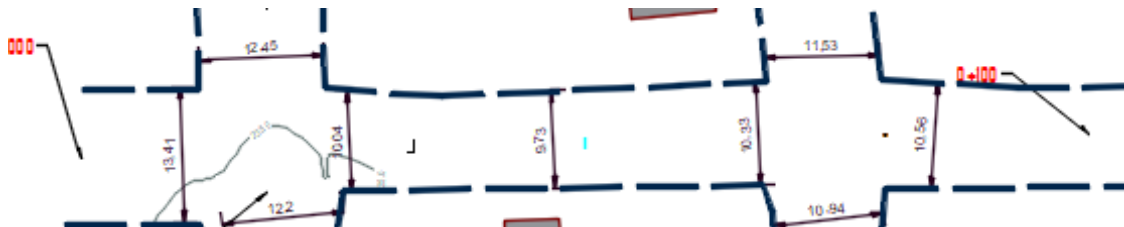


Fuente: elaboración propia

Nota. Se aprecia las condiciones actuales en que se encuentra la calle Manabí

A continuación, se muestran imágenes de planos viales que ofrecen un mejor panorama de las formas y las alineaciones de la calle Manabí

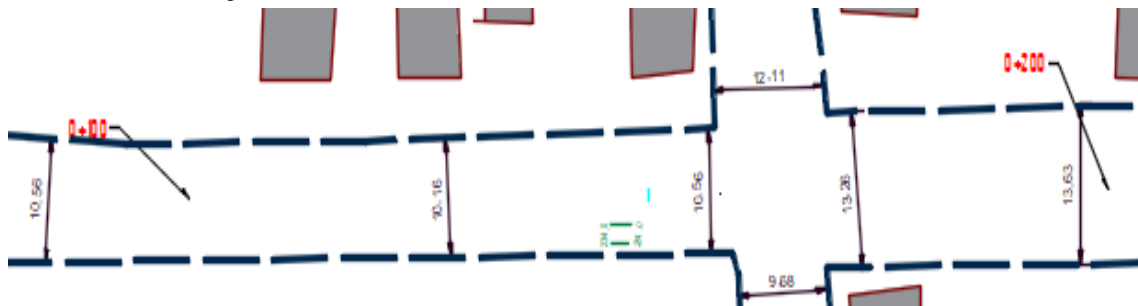
Figura 14. Calle Manabí en condiciones iniciales abscisa 0+000-0+100



Fuente: Cobos y Arteaga (2024).

Nota. Se aprecia las formas geométricas actuales de la calle.

Figura 15. Calle Manabí en condiciones iniciales abscisa 0+100-0+200



Fuente: Cobos y Arteaga (2024).

Nota. Se aprecia las formas geométricas actuales de la calle.



Fuente: Cobos y Arteaga (2024).

Nota. Se aprecia las formas geométricas actuales de la calle.

Figura 17. Calle Manabí en condiciones iniciales abscisa 0+300-0+420



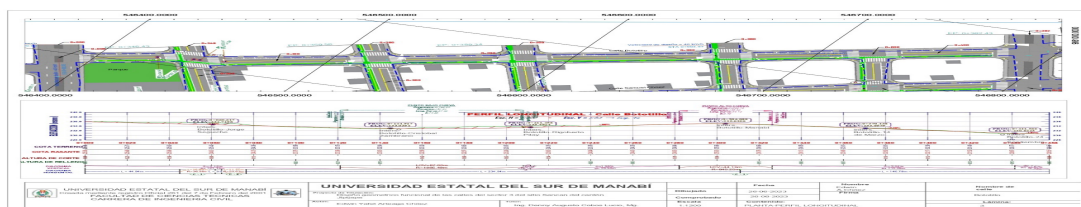
Fuente: Cobos y Arteaga (2024).

Nota. Se aprecia las formas geométricas actuales de la calle.

Diseño geométrico de la calzada calle Bototillo

La calle Bototillo tiene características similares a las calles locales. Este tipo de calles deben tener aceras de 2 metros de ancho como mínimo para permitir la movilización de volúmenes moderados de peatonales, La calzada es la parte de una calle que tiene como fin el movimiento vehicular, al contrario de una acera o separador. Se le llama con frecuencia distancia entre aceras, y se puede medir desde el borde de una acera hasta la otra. Se propone como ancho de calzada 11,80 m, divididos en 2 carriles de 3,50 cada uno y 2 bermas de 2,40 cada una (La Asociación Nacional de Oficiales de Transporte, 2017).

Figura 18. Propuesta de diseño geométrico calle Bototillo

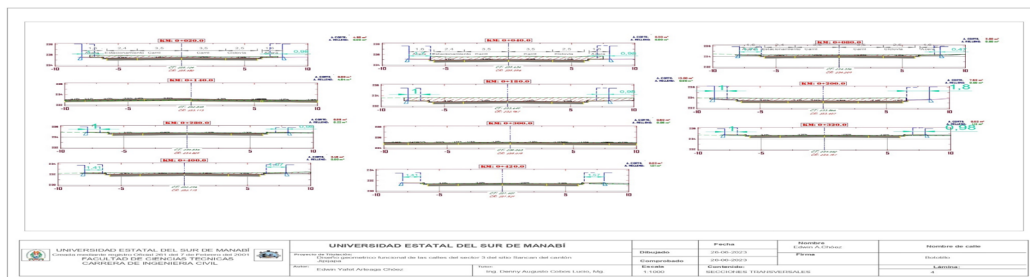


Fuente: Cobos y Arteaga (2024).

Nota. Diseño geométrico propuesto para la calle.

Figura 19. Perfil transversal calle Bototillo

Km 0+020



Fuente: Cobos y Arteaga (2024).

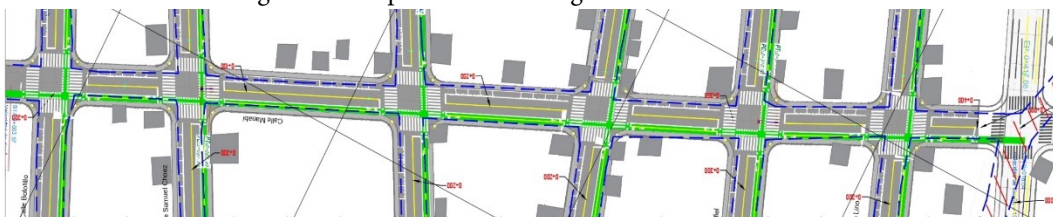
Nota. Perfiles transversales propuestos para la calle.

El ancho disponible para esta calle es menor al requerido lo que exige la decisión de realizar expropiaciones.

Diseño geométrico de la calzada calle Manabí

La calle Manabí tiene características similares a las calles colectoras. Este tipo de calles requieren menos capacidad que los centros activos urbanos, Esta calle también debe tener aceras de 2 metros de ancho como mínimo para permitir la movilización de volúmenes moderados de peatonales. Se propone como ancho de calzada 11,80 m, divididos en 2 carriles de 3,50 cada uno y 2 bermas de 2,40 cada una (La Asociación Nacional de Oficiales de Transporte, 2017).

Figura 20. Propuesta de diseño geométrico calle Manabí

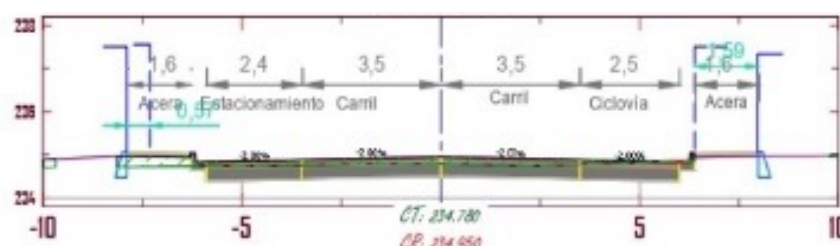


Fuente: Cobos y Arteaga (2024).

Nota. Diseño geométrico propuesto para la calle.

Figura 21. Perfil transversal calle Manabí

Km 0+060



Fuente: Cobos y Arteaga (2024).

Nota. Perfiles transversales propuestos para la calle.

El ancho disponible para esta calle es menor al requerido lo que exige la decisión de realizar expropiaciones.

Resultados

La capacidad vehicular es un factor básico en la planificación del tránsito urbano y ayuda a garantizar que las infraestructuras de vías terrestres puedan manejar adecuadamente el volumen vehicular esperado sin provocar congestión. Las entregas de la propuesta de diseño geométrico de vías para el sitio Sancán y la calificación de su capacidad y nivel de servicio que se podría brindar a los usuarios en las condiciones actuales y con el diseño propuesto, permitieron determinar que para cumplir con los requisitos mínimos para espacio, debe realizar expropiaciones y este diseño permitió predecir una mejora en la capacidad de sus vías, además de conocer el nivel de servicio que brindará a los usuarios utilizando como datos variables el ancho de los arcenes y el ancho de los carriles para vehículos.

Capacidad y nivel de servicio de las calzadas en las condiciones existentes

- Capacidad para condiciones óptimas: 2200 vehículos/hora (Manual HCM)
- Terreno: Plano Ancho de carriles: 2,66m Ancho de berma: 0
- Camiones (pt) %: 0
- Buses (pb) %: 0
- Vehículos recreativos (pr) %: 0
- Restricciones de rebase%: 0
- Relación volumen/capacidad: V/C (Manual HCM)
- A: 0,15; B: 0,27; C: 0,43; D: 0,64; E: 1,00
- Distribución direccional (fd) 50/50: 1 (Manual HCM)
- Factor de anchos de carril y hombros (fw): (Manual HCM)
- A: 0,49; B: 0,49; C: 0,49; D: 0,49; E: 0,66
- Factor vehículo pesado (fhv): 1
- Volumen de servicio para los niveles utilizados (Sfi):
- $Sfi = 2200 * (v/c) * fd * fw * fhv$

- Nivel A (Veh/hora)= 162
- Nivel B (Veh/hora)= 291
- Nivel C (Veh/hora)= 464
- Nivel D (Veh/hora)= 690
- Nivel E (Veh/hora)= 1452

Capacidad y nivel de servicio de las calzadas en el diseño propuesto

- Capacidad para condiciones óptimas: 2200 vehículos/hora (Manual HCM)
- Terreno: Plano Ancho de carriles: 3,50 m Ancho de berma: 2,40
- Camiones (pt) %: 0
- Buses (pb) %: 0
- Vehículos recreativos (pr) %: 0
- Restricciones de rebase%: 0
- Relación volumen/capacidad: V/C (Manual HCM)
- A: 0,15; B: 0,27; C: 0,43; D: 0,64; E: 1,00
- Distribución direccional (fd) 50/50: 1 (Manual HCM)
- Factor de anchos de carril y hombros (fw): (Manual HCM)
- A: 1; B: 1; C: 1; D: 1; E: 1
- Factor vehículo pesado (fhv): 1
- Volumen de servicio para los niveles utilizados (Sfi):
- $Sfi = 2200 \cdot (v/c) \cdot fd \cdot fw \cdot fhv$
- Nivel A (Veh/hora)= 330
- Nivel B (Veh/hora)= 594
- Nivel C (Veh/hora)= 946
- Nivel D (Veh/hora)= 1408
- Nivel E (Veh/hora)= 2200

Discusión

La calzada de circulación vehicular define el camino principal para los vehículos motorizados, las calles tomadas para el estudio tienen características de terreno plano, se consideró que no circulan vehículos pesados, no existe restricciones de rebase, se realizó el análisis para determinar la capacidad de la vía en los diferentes niveles de servicio para las condiciones actuales y para las condiciones proyectadas, tiene como propósito proporcionar una estimación de la cantidad de vehículos que pueden pasar por un punto determinado de la calle con las condiciones existentes y en condiciones de mejoramiento del espacio geométrico propuesto. La exactitud intrínseca a la planificación y a los estudios preliminares de ingeniería generalmente es menor que la de los análisis operativos. Así pues, los valores preestablecidos frecuentemente se reemplazan por valores calculados en el campo de varias de las variables de entrada (**Board, 2010**).

Tabla 3. Verificación de la capacidad de la vía

Nivel de servicio	Condiciones actuales	Condición proyectada	Variación
A	162	330	168
B	291	594	303
C	464	946	482
D	690	1408	718
E	1452	2200	748

Fuente: elaboración propia

Nota. Se observa incremento en la capacidad de la vía

De acuerdo a la tabla 3, con la condición proyectada se presenta un aumento significativo en la capacidad de las vías, mejorando la calidad del servicio prestado a los usuarios que viajan a lo largo de sus calles. Las condiciones actuales, limita la capacidad de las calles, causará pérdidas económicas debido al incremento en los tiempos de viaje de los pasajeros y mayor costo de operación de los vehículos, además, desmejora sensiblemente la apariencia y funcionalidad de la comunidad.

La comodidad para la circulación vehicular que brindan las calzadas, es un atractivo que fomenta el desarrollo productivo de una población, por lo tanto, la expropiación de terrenos ubicados junto a las franjas viales es una inversión necesaria que fomenta el desarrollo económico y social de la comunidad.

Conclusión

Los proyectistas de diseños de vías urbanas deben considerar los niveles de servicio que ofrecerán a los vehículos, promoviendo condiciones operativas eficientes con el fin de asegurar franjas viales confortables y seguras, que además optimicen el uso de recursos financieros en la realización de estas obras. La evaluación de la cantidad total de expropiaciones debe realizarse de

manera integral, especialmente en el análisis de los diseños geométricos de las calles. Para este estudio, se seleccionaron dos calles del sector 3 como modelo. Es crucial determinar la cantidad de área a expropiar, ya que el crecimiento poblacional dará lugar a la construcción de obras privadas adyacentes a las calles y aceras, lo que complicará este proceso. Por lo tanto, las autoridades competentes deben tomar las precauciones necesarias para asegurar que el desarrollo urbano en el área de Sancán, en relación con el diseño de sus calles y aceras, cuente con las garantías necesarias para su adecuada implementación a corto, mediano y largo plazo.

La evaluación previa del nivel de servicio de todas las calles facilitará un desarrollo ordenado al permitir una cuantificación más precisa de las áreas de expropiación necesarias. Este proceso tomará en cuenta la participación ciudadana, promoviendo la socialización de los impactos tanto positivos como negativos que conllevan estas intervenciones. Así, se garantizará que las soluciones propuestas realmente atiendan las necesidades de los habitantes. Esto puede incluir la realización de talleres y consultas públicas, donde se detallen las actividades de gestión de riesgos y su implementación.

Referencias

- American Association of State Highway and Transportation Officials. (2018). *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*. Marc Luiken, ALASKA.
- Board, T. R. (2010). *Highway Capacity Manual 2010 Executive Committee*. TRB. <https://doi.org/WWW.TRB.ORG>
- Cal, R., & Cárdenas, J. (2018). *Ingeniería de tránsito*. Alfaomega.
- Cobos, D., & Arteaga, E. (2024). *Diseño funcional de las calles del sector 3 del sitio Sancán del cantón Jipijapa*. Unesum.
- La Asociación Nacional de Oficiales de Transporte. (2017). *Guía global de diseño de calles*. <https://lc.cx/qkaMjI>
- Mapa turístico del Ecuador. (s.f.). <https://lc.cx/qZejg9>
- Project Management Institute. (2021). *El estándar para la dirección de proyectos e Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)*. Project Management Institute. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11135-014-0142-4>

Declaración

Conflicto de interés

No tenemos ningún conflicto de interés que declarar.

Financiamiento

Sin ayuda financiera de partes externas a este artículo.

Nota

El artículo es original y no ha sido publicado previamente.