



Segunda revisión del informe “Análisis de Tránsito y Estudio Funcional”.  
Proyecto Mejoramiento Paisajístico El Roble/La Angostura, 1ºEtapa, Ruta Nacional N° 17.

---

DIRECCIÓN GENERAL DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO  
DEPARTAMENTO DE REGIONALES

MOPT-03-05-01-0366-2022

**Información técnica del documento**

<b>1. N° Informe</b> MOPT-03-05-01-0366-2022	<b>2. N° de Expediente</b> RE-PU-EB-2022-66	
<b>3. Título</b> Segunda revisión del informe “Análisis de tránsito y estudio funcional” Proyecto mejoramiento paisajístico El Roble – La Angostura, 1° Etapa, Ruta Nacional N° 17.	<b>4. Fecha de emisión</b> mayo de 2022	
<b>5. Institución ejecutora y dirección</b>  Ministerio de Obras Públicas y Transportes Dirección General de Ingeniería de Tránsito Departamento de Regionales Oficina Regional de Puntarenas Tel: (506) 2663-7684	<b>6. Institución receptora</b>  Empresa Camacho Y Mora S.A. Ministerio Obras Públicas y Transporte	
<b>7. Tipo de reporte y periodo de extensión</b> Informe final, abril - mayo 2022	<b>8. Colaboró</b>	
<b>9. Elaboró</b> Ing. Tatiana Arroyo Vásquez Encargada Oficina Regional de Puntarenas  Nombre y firma	<b>10. Autorizó</b> Ing. Alejandra Acosta Gómez Jefe Departamento de Regionales  Nombre y firma	
<b>11. Resumen</b> A la solicitud del Representante Legal José Manuel Camacho de la empresa Camacho & Mora, se lleva a cabo la segunda revisión del informe “Análisis de tránsito y estudio funcional” Proyecto mejoramiento paisajístico El Roble – La Angostura, 1° Etapa, Ruta Nacional N° 17”, el cual se somete a estudio técnico por parte de este Departamento, tomando en cuenta las observaciones y recomendaciones emitidas en el informe MOPT-03-05-01-0095-2022. Con esta información se procedió a comparar las condiciones actuales y propuestas con respecto con la normativa vigente, determinando que es posible eliminar dos accesos del bulevar sobre Ruta Nacional N° 17, con el fin de brindar las condiciones adecuadas hacia una movilidad más segura y accesible a los usuarios de la vía.		
<b>12. Palabras clave</b> Seguridad vial, ruta nacional, calzada, acera, señalamiento vial, Puntarenas, demora, intersección, peatones, capacidad de vía, bulevar, acceso.	<b>13. Nivel de seguridad</b>  Público	<b>14. N° de páginas</b>  13

---

## 1. Introducción

### 1.1 Origen del estudio

Dando seguimiento al oficio N° CyM-2022-081, firmado por el Representante Legal Manuel Camacho de la empresa Camacho & Mora, en el cual hace entrega de las correcciones con relación al Estudio de Impacto Funcional y Seguridad Vial sobre Ruta Nacional N° 17, tramo desde Repuestos Gigante hasta Liceo de Chacarita, solicitadas por la Dirección General de Ingeniería de Tránsito por medio del informe MOPT-03-05-01-0095-2022, para el proyecto “Mejoramiento Urbano Paisajístico Boulevard El Roble – La Angostura 1° Etapa, Puntarenas”, que es desarrollado por el Fideicomiso INCOP – ICT – Banco Nacional, tomando en cuenta Plan Maestro elaborado por el INVU.

### 1.2 Objetivos

#### 1.2.1 Objetivo general

Revisar el documento del estudio de tránsito de impacto funcional y seguridad vial respecto al proyecto “Mejoramiento Paisajístico El Roble – La Angostura 1° Etapa, Ruta Nacional N° 17”, con base en la normativa y manuales vigentes.

#### 1.2.2 Objetivos específicos

- Revisar las condiciones actuales del sector de estudio con respecto a la implementación y/o propuesta presentada para mejorar la seguridad vial, tomando en cuenta los datos suministrados por la empresa Camacho & Mora Ingenieros Consultores.
- Valorar técnicamente, los cambios propuestos (cierre de accesos) analizados por la empresa citada, tomando en cuenta los parámetros de tiempo de demora y niveles de servicio.
- Llevar a cabo informe técnico que incluya la totalidad de observaciones y recomendaciones.

### 1.3 Alcance

Se analiza únicamente lo incluido en el informe presentado en un tramo de la Ruta Nacional N° 17, desde Repuestos Gigante hasta el Liceo de Chacarita, con un aproximado de 3 kilómetros geográficos, contenido en la sección de control 60621, en los distritos de El Roble y Chacarita del cantón de Puntarenas.

### 1.4 Limitaciones

La revisión de la zona de estudio, se ajusta exclusivamente al tramo de ruta analizado, tomando en cuenta a las condiciones geométricas, conteos vehiculares y peatonales recopilados por la empresa, análisis de ocho intersecciones, propuestas y demás información incluida en el documento respecto estudio de impacto funcional y seguridad vial presentado por la empresa Camacho & Mora, lo anterior, para precisar si se puede o no eliminar alguno de los ocho accesos analizados, con el fin de llevar a cabo el “Mejoramiento Paisajístico El Roble – La Angostura 1° Etapa, Ruta Nacional N° 17”.

### 1.5 Metodología

Con el fin de desarrollar un análisis del estudio técnico y funcional presentado, es necesario llevar a cabo una serie de procedimientos, los cuales se detallan a continuación.

- a) Se revisa detalladamente la información presentada en el documento por parte de empresa Camacho & Mora Ingenieros Consultores.
- b) Se analizan los datos suministrados en el documento:
  - i. Las intersecciones en las que se realizaron los conteos vehiculares, de manera que refleje la realidad del flujo vehicular en los sectores de estudio, en las horas de mayor tránsito vehicular (horas pico).
  - ii. El estado de la situación actual e identificar los riesgos y conflictos que se dan en cada una de las intersecciones del tramo en estudio, incluyendo fluidez del tránsito y seguridad vial.
- c) Revisar las zonas de conflicto (intersecciones) y analizar las propuestas planteadas.

- d) Estudiar el análisis comparativo en las intersecciones que se desean eliminar, tomando en cuenta los datos obtenidos de demora, longitud de cola, relación de capacidad (V/C) y nivel de servicio por accesos en todas las intersecciones analizadas.
- e) Revisar el señalamiento vial actual y propuesto en el tramo de estudio.
- f) Redactar el informe técnico, con los resultados y recomendaciones propuestas.

## 1.6 Generalidades

### 1.6.1 Antecedentes

Luego de la emisión del informe MOPT-03-05-01-0095-2022, en el cual se presentan las recomendaciones necesarias para la evaluación de cada una de las intersecciones en la zona del estudio, la empresa la empresa Camacho & Mora llevó a cabo todos los ajustes adecuados para enviar la nueva propuesta de cada uno de los accesos en el tramo de estudio.

Por lo anterior, el 18 de abril se llevó a cabo una reunión virtual junto con el Ing. Rony Obando Solano de la empresa Camacho & Mora, en la cual, realizó una presentación del trabajo y análisis realizado en cada una de las intersecciones intervenidas, así como las diferentes conclusiones a las cuales se llegó para la implementación del proyecto “Mejoramiento paisajístico El Roble / La Angostura 1° Etapa.

### 1.6.2 Fundamento jurídico

- Decreto Ejecutivo N° 4177-MOPT. “Guía para la elaboración de un estudio de impacto funcional y seguridad vial”.
- Ley N° 6324 y sus reformas “Ley de la Administración Vial”.
- Ley N° 7600 “Ley de Igualdad de Oportunidades para las personas con Discapacidad”.
- Ley N° 9660 “Ley de Movilidad y Seguridad Ciclística”.
- Ley N° 9976 “Ley Movilidad Peatonal”.
- Ley N° 9078 “Ley de Tránsito por vías públicas terrestres y seguridad vial”.
- Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito, 2014.
- Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras, 3ra edición, 2011





Figura 2. Imagen con puntos de análisis  
Fuente: Informe Análisis de Tránsito y Estudio Funcional, abril 2022

Originalmente, el anteproyecto del INVU propone eliminar cinco retornos, el 2, 4, 5, 6 y 8, sin embargo, debido al flujo vial y los puntos de atracción en las intersecciones 4, 5 y 8 no se considera adecuado eliminarlos, por lo cual se propone eliminar los retornos de las intersecciones 2 y 6 o 7. Por otra parte, se evalúan los pasos peatonales ubicados después de la intersección 5 y después de la intersección 8, sentido hacia Puntarenas.

En general la Ruta Nacional N° 17, posee una calzada en buenas condiciones cuyo ancho varía entre los 3.20 m y 4.0 m, con dos carriles de circulación por sentido. Existe la línea férrea, acera y ciclovía en el centro de la vía (bulevar). La acera construida tiene 1.5 m de ancho construida en concreto, la ciclovía posee un ancho promedio de 3.8 m con doble sentido de circulación de bicicletas.

### 2.1.3 Problemática actual

Según lo indicado en el informe, se hace necesario cerrar algunos accesos (retornos) del bulevar para llevar a cabo lo indicado el plan maestro del proyecto Paisajístico Bulevar Puntarenas, esto con el fin de construir obras de infraestructura creando áreas de refugio y de paso seguro para los peatones y ciclistas sobre la Ruta Nacional N° 17, esto por cuanto los usuarios que transitan por la vía se encuentran vulnerables y corren el riesgo de un accidente, ya sea de tránsito u otro tipo.

## **2.2 Condición propuesta según la norma**

El análisis funcional en el tramo de estudio busca establecer el comportamiento del flujo vehicular de acuerdo con criterios e indicadores de tránsito descritos a continuación.

### **2.2.1 Volumen vehicular**

Se define como el número real o total de vehículos que pasan a través de una sección de un carril o carretera durante un intervalo de tiempo dado; los volúmenes se pueden expresar con relación a períodos anuales, diarios, horarios o sub horarios.

En relación con lo descrito en el informe presentado, el volumen vehicular se describe en el apartado 3.2.3 “Aforos de vehículos”, en el cual se presentan los resultados de los conteos en cada una de las intersecciones a analizar.

### **2.2.2 Conteos vehiculares**

Resulta indispensable periodizar la demanda, es decir, obtener los aforos horarios a lo largo del día, para así conocer los periodos de “alta” congestión, “media” congestión y sin congestión.

Por esta razón, es necesario establecer conteos vehiculares en tres horarios, con el fin de determinar la hora pico o de mayor concentración de volumen vehicular y peatonal en los siguientes horarios:

Mañana: De 6:30 a.m. a 8:30 a.m.

Medio día: De 11:00 a.m. a 1:00 p.m.

Tarde: De 4:00 p.m. a 6:30 p.m.

Para el caso del estudio presentado, la empresa realizó los aforos con contadores neumáticos, mientras que conteos de peatones y ciclistas de forma manual, cumpliendo con los horarios establecidos de máxima demanda en cada una de las intersecciones analizadas en el estudio, por un período de 7 horas en total (de 6:30 a 8:30, de 11:00 a 13:30, y de 16:00 a 19:30).

De acuerdo a lo que el autor describe, es importante mencionar que, el periodo de recolección de información se da durante la pandemia debida al virus COVID-19, y coincidió con las restricciones

vehiculares como medidas sanitarias (prohibida la circulación de desde las 5:00am hasta 10:00pm). En la sección 3.2.4 “Ajuste aforos al día crítico”, se presentan los datos y factores de ajuste para cada intersección.

### 2.2.3 Niveles de servicio

Para la evaluación de una carretera se recurre al concepto de nivel de servicio, que se define como una medida de la calidad que la vía ofrece al usuario. Los elementos que intervienen como indicadores de la calidad son: velocidad, tiempo de recorrido, comodidad, seguridad y costos.

El Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras (SIECA 2014) establece seis niveles de servicio, identificados subjetivamente por las letras desde la A hasta la F, donde al nivel de servicio A se logra un flujo vehicular totalmente libre, mientras que al nivel de servicio F se alcanza el flujo forzado que refleja condiciones de utilización a plena capacidad de la vía o de sus componentes esenciales, como decir las rampas y las secciones para entrecruzamientos.

Las condiciones generales de operación para los niveles de servicio para intersecciones reguladas por altos y cedas, se describen en la tabla 1.

Tabla 1. Rango de los niveles de servicio para flujos interrumpidos reguladas por alto y ceda

Nivel de Servicio	Descripción
A	Se refiere a los accesos cuya demora promedio es de menos de 10 s por vehículo. Dicho flujo se caracteriza por presentar condiciones de flujo libre, con presencia de colas prácticamente nulas.
B	Son demoras entre los 10 y 15 segundos por vehículo para intersecciones de tipo Alto Ceda. Las condiciones funcionales, son similares a las experimentadas en el nivel de servicio A, sin embargo, pueden llegar a experimentarse colas a partir de la posición de servicio del acceso en cuestión.
C	Es propio de accesos con demoras entre los 15 y 25 segundos por vehículo para intersecciones de tipo Alto-Ceda. En este caso, una parte importante de los vehículos logra pasar la intersección sin detenerse, pero, por otro lado, el flujo restante se detiene por un tiempo promedio que varía dentro del intervalo indicado.
D	Cuenta con demoras que oscilan entre los 25 y 35 segundos por vehículo para intersecciones de tipo Alto-Ceda. Este tiempo de espera está asociado directamente con la cantidad de vehículos en espera en la intersección o acceso analizado. Existe una combinación de factores que afecta el funcionamiento de la intersección, entre ellas: duraciones largas de ciclo, razones v/c (volumen – capacidad) altas, y un avance desfavorable.
E	Describe la situación funcional de una intersección o acceso que presente demoras entre los 35 y 50 segundos por vehículo para intersecciones de tipo Alto-Ceda. Se caracteriza por la presencia de longitudes de cola extensas y grados de frustración e incomodidad altos por parte de los usuarios de esta.
F	Describe el nivel de operación para el cual la demora por vehículo es mayor a los 50 segundos en intersecciones tipo Alto-Ceda. Este nivel de demoras se considera inaceptable debido a que un nivel de servicio de este tipo se caracteriza por la sobresaturación, de decir, que las tasas de flujo de llegada superan a las tasas de salida, por lo cual la capacidad de la intersección se ve comprometida.

Fuente: Manual HCM-2010

De acuerdo con el apartado 3.8 “Análisis de resultados” del informe presentado por la Empresa Consultora, cada una de las intersecciones intervenidas se analizaron en los años 2021, 2023 y 2028. Para analizar los resultados obtenidos en las ocho intersecciones modeladas, se utilizaron dos criterios para definir el nivel de servicio basados en el HCM 2010, a nivel macroscópico se utilizó la Capacidad de la Intersección (ICU) y el nivel microscópico el *Simtraffic*.

Al revisar los datos obtenidos, se pudo notar que el análisis toma en cuenta la capacidad de la intersección total (ICU), además del estudio en para cada uno de los accesos de la intersección por giro vehicular. En general, la red sin proyecto se encuentra entre los niveles A y C, con una demora menor a los 25 segundos, por lo demás, al eliminar los retornos en las intersecciones 2 y 7, los niveles de servicio se mantienen. Es importante mencionar que las intersecciones 3 y 5 son las que presentan un menor nivel de servicio al realizar el análisis a 5 años, este disminuye a nivel D y E.

#### **2.2.4 Programa para ordenadores: Synchro y SimTraffic**

Cada intersección se analiza con la metodología del “Manual de Capacidad de Carreteras” mediante el programa de cómputo *Synchro*, para lo cual se procesan los datos obtenidos de los conteos, con el fin de determinar el nivel de servicio que presentan estas intersecciones y proceder a efectuar los análisis de la situación actual sin el proyecto y de la situación con el proyecto implementado sin que se afecte la fluidez del tránsito.

El software conocido como *Synchro* y *SimTraffic*, permiten valorar el funcionamiento de una intersección mediante varios parámetros como; tiempo de espera, longitud de cola, y calificación de cada uno de los movimientos de acuerdo con la tabla anterior. Además, es posible modelar distintos escenarios para un mismo punto, esto es muy útil para evaluar las distintas opciones de mejora del desempeño de la intersección.

En este informe el autor incorporó todos los datos solicitados al programa *Synchro* (valores críticos y de seguimiento, factor de hora pico, flujo desaturación) para Costa Rica, además, analizó cada una de las intersecciones de estudio para los años 2021 (año de aforos), 2023 y 2028, tomando en cuenta niveles de servicio, longitudes de cola y tiempos de demora.

### 2.2.5 Señalamiento vial

El Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes de Control del Tránsito, establece que el señalamiento vertical en zonas rurales, sin espaldón pavimentado, deberá ser colocado con un claro vertical de 1,8 metros hasta los 3,65 metros, medido desde el borde de la calza hasta la proyección vertical del borde más cercano de la señal. Con respecto a la altura libre, esta debe de ser de 1,5 metros medidos desde la superficie de ruedo hasta la parte inferior de la señal, y en caso de contar con una plantilla complementaria la altura podría llegar a 1,2 metros.

La demarcación horizontal es uno de los factores que inciden en la seguridad vial, las líneas longitudinales deben tener un ancho en un rango de 10 cm a 15 cm, el ancho de carril mínimo debe ser de 3.0 m, aunque el deseable es de 3.65 m. De acuerdo al Manual, las flechas direccionales se deben demarcadas para velocidades menores o iguales a 60km/h. Así mismo, la zona de seguridad tipo cebra debe demarcarse con líneas de separación continuas de 40 cm con un ancho recomendable de 3.0 m. En el caso de zonas escolares, las palabras o símbolos deben ser pintadas en color blanco, las letras y numerales deben tener una altura mínima de 1.80 m, en el caso de un carril menor de 3.00 m, podrá ser reemplazada por el símbolo de la señal E-1-1, demarcada en el pavimento a color blanco. La palabra “ESCUELA” se debe ubicar al inicio de la zona escolar y se debe acompañar con la señal E-1-1, de este modo se refuerza a los conductores, de forma horizontal y vertical, el mensaje sobre la presencia de la zona escolar.

Según el informe, la zona de estudio cuenta con el señalamiento vertical y demarcación vial a todo lo largo de la ruta, por lo cual incluye una propuesta preliminar del señalamiento vial sobre Ruta Nacional N° 17.

### 2.2.6 Infraestructura peatonal y ciclista

De acuerdo a la Ley N° 9976 de movilidad peatonal, toda obra nueva o de mejoramiento de la red vial se deberá incorporar una infraestructura que garantice la movilidad peatonal segura e inclusiva. Por otra parte, en su artículo 9, indica textual *“El Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) y las corporaciones municipales se arrogan la facultad de definir los criterios de priorización, considerando inicialmente nodos institucionales, centros educativos y de atención primaria”*.

---

En relación con la Ley N° 9660 de Movilidad y Seguridad Ciclista, en el artículo 9, describe (textual) *“Quedan autorizadas todas aquellas intervenciones y actividades que busquen desarrollar, promover, fomentar y regular el uso de la bicicleta como medio de transporte, teniendo como prioridad la seguridad integral del ciclista y el respeto por los espacios para este fin”*.

De acuerdo a lo incorporado en el informe, oficio CyM-2022-081, el proyecto incluye la construcción de una ciclo vía a lo largo del bulevar independiente de la acera en la zona de estudio.

### **2.3 Causa**

Por las condiciones geométricas de la zona y cada una de las intersecciones analizadas, el irrespeto al señalamiento vial existente en la zona, así como otras medidas de seguridad para el sector, hacen que se vea afectada de manera directa la seguridad vial, sobre todo peatones y ciclistas que utilizan el bulevar para su transitar, estos se encuentran vulnerables y corren el riesgo de un accidente, ya sea de tránsito u otro tipo.

### **2.4 Efecto**

El mejoramiento de las facilidades peatonales y ciclistas en la zona del bulevar, sobre Ruta Nacional N° 17, aumenta la seguridad vial para en la zona de estudio.

El cierre de algunos accesos, la construcción de las aceras, construcción y mantenimiento de la ciclo vía, señalamiento vertical y demarcación horizontal, así como otro tipo de infraestructura dentro del bulevar, brinda mayor seguridad vial en la interacción vehículo - peatón – ciclista por el lugar.

---

### 3. Conclusiones y recomendaciones

#### 3.1 Conclusiones

1. El informe en general incluye todas las recomendaciones pedidas en su primera revisión, se pudo notar que se llevaron a cabo todos los cambios solicitados en el programa *Syncro*, se actualizaron todos los datos y resultados, con el fin de obtener un mejor análisis de cada una de las intersecciones sobre Ruta Nacional N° 17.
2. Se incluye el señalamiento vial vertical y horizontal respecto a la propuesta preliminar en cada una de las intersecciones.
3. De las ocho intersecciones analizadas, en relación con las conclusiones expuestas en el documento, se indica que se pueden eliminar dos accesos o retornos, los cuales son la intersección 2 y la intersección 7, esto luego del análisis solicitado.

#### 3.2 Recomendaciones

1. Analizando lo expuesto en el documento presentado, así como las conclusiones recopiladas luego del análisis en cada una de las intersecciones para los diferentes años, esta Oficina Regional recomienda el cierre de los accesos 2 y 7, mostrados en la figura N° 2 de este documento.
2. Con el fin de mejorar la comodidad y la seguridad vial en la comunidad y el bulevar entre Repuestos Gigante y Liceo de Chacarita, respecto a la movilidad peatonal y ciclista, es importante considerar en el estudio la Ley N° 9976 "Ley Movilidad Peatonal", Ley N° 9660 "Ley Movilidad Ciclista", Ley N° 7600 "Ley de Igualdad de Oportunidades para las personas con Discapacidad".
3. En relación al señalamiento vial vertical y horizontal sobre Ruta Nacional N° 17, cuando se cuente con la propuesta final de la mejora en la infraestructura en el bulevar, proyecto "Mejoramiento paisajístico El Roble / La Angostura", se debe presentar ante esta Oficina Regional para la debida aprobación.

## 4. Anexos

### 4.1 Bibliografía

- Decreto Ejecutivo N° 41727-MOPT. “Guía para la elaboración de un estudio de impacto funcional y seguridad vial”. (29 mayo de 2019). San José, La Gaceta N° 119
- SIECA. (2014). Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito. Guatemala: SIECA.