



MINISTERIO DE
OBRAS PÚBLICAS
Y TRANSPORTES

GOBIERNO
DE COSTA RICA

ANÁLISIS DE INTERSECCIÓN RUTA NACIONAL N. °124 CON RUTA NACIONAL N. °122, SAN ANTONIO, ALAJUELA.

2023

Departamento de Estudios y Diseños
Dirección General de Ingeniería de Tránsito

MOPT-03-05-01-0587-2023



Ficha técnica del documento		
1. Número de Informe: MOPT-03-05-01-0587-2023	2. Número de Expediente: ED-EB-19-0260	
3. Título: ANÁLISIS DE INTERSECCIÓN RUTA NACIONAL N. °124 CON RUTA NACIONAL N. °122, SAN ANTONIO, ALAJUELA.	4. Fecha del Informe: noviembre de 2023	
5. Institución Ejecutora: Dirección General de Ingeniería de Tránsito Departamento de Estudios y Diseños	6. Institución Receptora: Departamento de Estudios y Diseños	
7. Tipo de reporte y periodo de extensión: Final, Noviembre, 2023	8. Colaboró: Bryan Granados Arturo Sáenz Espollet Gallardo Bermúdez Acedo	
9. Elaboró: Ing. Errol Castillo García Nombre y firma	10. Revisó y Autorizó: Ing. Carolina Malespín Muñoz Nombre y firma	
11. Resumen: El Departamento de Estudios y Diseños realizó análisis funcional de intersección de Ruta Nacional N. ° 124- Ruta Nacional N. ° 122, en San Antonio de Alajuela. La finalidad del presente informe es determinar el funcionamiento actual de la intersección después de los conteos vehiculares y peatonales realizados y cómo funcionaría con la instalación de un semáforo vehicular. Los resultados obtenidos determinan que se debe realizar mediciones de la demanda no satisfecha en la zona de estudio, debido a que con los aforos realizados, la intersección funciona con mejores niveles de servicio sin semáforo que con la instalación de este. Además, con las simulaciones realizadas no se observaron rebotes de cola importantes en la intersección de estudio.		
12. Palabras clave: Semáforo vehicular.	13. Nivel de seguridad: Documento Público	14. N ° páginas 26



1 Introducción

1.1 Origen del Estudio

El Departamento de Estudios y Diseños ha recibido varias solicitudes referentes a el estudio de un semáforo vehicular en la intersección de Ruta Nacional N. ° 124 con Ruta Nacional N. ° 122 en San Antonio de Alajuela (ver tabla 1). A las solicitudes se les asignó el número de expediente ED-EB-19-0260 para su respectivo trámite.

Tabla 1 Solicitudes realizadas relacionadas con el estudio de un semáforo vehicular en la intersección de Ruta Nacional N. ° 124 con Ruta Nacional N. ° 122 en San Antonio de Alajuela.

Oficios	Solicitante(s)	Detalle	Fecha Recibido por DGIT
MA-SCM-1810-2023	Licda. María del Pilar Muñoz Alvarado, Coordinadora Subproceso Secretaría del Concejo Municipal	Solicitud conforme a lo indicado en el Oficio DVT- DGIT- ED-2021-1648. Expediente ED-EB-19-0260. Por favor se proceda con lo recomendado y con carácter de urgencia y alta prioridad se realice un estudio más completo cuyo análisis sea más amplio y que incluya todas las intersecciones afectadas, y los conteos vehiculares requeridos y sugeridos, para implementar en tiempo y forma sus recomendaciones lo antes posible.	17/07/2023
AL-DBB-OFI-100-2023	Diputada Dinorah Barquero Barquero	Solicita interponer sus buenos oficios para que, en la medida de las posibilidades, brinde calificado apoyo a la solicitud planteada por Síndicos Municipales del Distrito San Rafael	25/05/2023



		de Alajuela, referente a las recomendaciones indicadas en el oficio DVT-DGIT-ED-2021-1648.	
AL-DBB-OFI-046-2023	Diputada Dinorah Barquero Barquero	Adjunta oficio MA-SCM-1142-2022 de fecha 03 de junio de 2022, haciendo referencia al artículo No.2, capítulo XIII de la Sesión Ordinaria N°22-2022 del martes 31 de mayo del 2022 en apoyo a la gestión que se realiza por parte del Concejo Municipal de Alajuela, considerando que es urgente y es de alta prioridad se proceda con los estudios y diseños que permitan la instalación del semáforo vehicular con su debida demarcación y señalización de la zona peatonal, para ordenar el paso con absoluta equidad a la gran cantidad de vehículos que convergen en el cruce de San Antonio del Tejar, rutas nacionales 122 y 124	17/06/2023
MA-SCM-1142-2022	Licda. María del Pilar Muñoz Alvarado, Coordinadora Subproceso Secretaría del Concejo Municipal	Se realice un estudio más completo cuyo análisis sea más amplio y que incluya todas las intersecciones afectadas, y los conteos vehiculares requeridos y	07/06/2022



		sugeridos, para implementar en tiempo y forma sus recomendaciones lo antes posible.	
MA-SCM-1614-2021	Licda. María del Pilar Muñoz Alvarado, Coordinadora Subproceso Secretaría del Concejo Municipal	Realizar los estudios y diseños, requeridos para instalación de un semáforo vehicular con su debida demarcación y señalización de la zona peatonal que permita ordenar y dar paso a la gran cantidad de vehículos que convergen en el cruce de San Antonio del Tejar, rutas nacionales 122 y 124.	27/08/2021
MA-SCM-0179-2018	Licda. María del Rosario Muñoz González, Coordinadora Subproceso Secretaría del Concejo Municipal	Solicitan sustituir el semáforo intermitente por un semáforo vehicular, para regular adecuadamente el paso vehicular.	31/05/2019

1.2 Objetivo General

Realizar estudio en la zona de San Antonio de Alajuela donde converge Ruta Nacional N. ° 124 con Ruta Nacional N. ° 122, para determinar si es factible instalar un semáforo vehicular, realizando inspección, aforos vehiculares y análisis del tránsito en el sitio. Todo en acatamiento de la normativa técnica vigente y el criterio técnico profesional.



1.3 Objetivos Específicos

- Verificar los niveles de servicio actuales de la intersección de Ruta Nacional N. ° 124 con Ruta Nacional N. ° 122.
- Verificar los niveles de servicio con semáforo vehicular en la intersección de Ruta Nacional N. ° 124 con Ruta Nacional N. ° 122.
- Determinar si existen rebotes de cola que impacten intersecciones aledañas en la zona de estudio.
- Establecer recomendaciones para solucionar la problemática identificada.

1.4 Alcance

La elaboración del presente estudio consiste en un análisis técnico para determinar el funcionamiento actual de la intersección de Ruta Nacional N. ° 124 con Ruta Nacional N. ° 122, y determinar si se observan rebotes de cola que impacten intersecciones aledañas de la zona. Además, de analizar si es factible instalar un semáforo vehicular en la intersección mencionada, todo en acatamiento a la fundamentación jurídica y/o normativa vigente y criterio técnico profesional.

Toda solicitud que involucre el estudio de zonas que se extiendan más allá de esta delimitación, queda fuera del alcance de este estudio.

1.5 Limitaciones

No se cuenta con un levantamiento topográfico de la zona de estudio, todas las mediciones se realizaron con odómetro, aproximándose a las condiciones actuales.

El software de análisis de tránsito Synchro no considera la fricción vehicular por estacionamientos, paradas en tránsito u otra situación que afecte el flujo libre vehicular.

1.6 Metodología Aplicada

A continuación, se describe la metodología utilizada en la realización del estudio:



- a. Procesamiento interno de la información entregada por el interesado, la cual incluye una verificación de estudios aledaños realizados previamente en el Departamento, así como programación de labores interdepartamentales.
- b. Inspección técnica a campo con el fin de analizar las condiciones actuales de la vialidad vehicular y peatonal en la zona de análisis para determinar el área de influencia que debe abarcar el estudio, mediante el uso de instrumentos como clinómetro, odómetro, radar de control de velocidad y cámara fotográfica. Cada uno de los anteriores según los requerimientos de este estudio.
- c. Elaboración de planimetría del área de influencia (en caso de requerirla).
- d. Determinación de las principales características de la señalización vial.
- e. Análisis de resultados y diseño de soluciones a partir de los datos obtenidos en campo. Se utiliza como guía la normativa nacional técnica vigente y el criterio profesional.
- f. Realización de aforos vehiculares y peatonales de forma manual en seis intersecciones de la zona, para el período matutino y vespertino. Para el período matutino los conteos se realizaron de 6:30 am – 9:00 am y para el vespertino de 4:30 pm – 6:30 pm (ver anexo 2).
- g. Se utilizó el programa de tránsito “Synchro” para determinar el funcionamiento de la intersección analizada, considerando demoras, niveles de servicio, relación v/c y rebote de cola. Los parámetros de mayor importancia que serán evaluados en el presente estudio, son las demoras y niveles de servicio (ver anexo 3), porque representan para el usuario una medida del tiempo perdido de viaje, del consumo de combustible, de la incomodidad y de la frustración (Cal y Mayor, 2018).

1.7 Generalidades

1.7.1 Antecedentes.

A continuación, se citan los antecedentes asociados a este estudio:



- Reuniones previas: no se sostuvieron reuniones previas para la atención de este estudio.
- Solicitudes previas: se registra solicitud en el expediente ED-EB-19-0260.
- No se registra estudio relacionado con lo solicitado.

1.7.2 Fundamentación jurídica y/o normativa vigente.

Respecto a la fundamentación jurídica que acompaña la ejecución de este estudio se tiene que:

Conforme al Capítulo III: De la Dirección de Ingeniería de Tránsito, Artículos 11 y 14 de la “Ley de Administración Vial, N° 6324.”, indica lo siguiente:

Artículo 11.- La Dirección de Ingeniería de Tránsito tendrá a su cargo el estudio de los problemas de tránsito y de sus consecuencias ambientales y sociales, así como el diseño y la ejecución de medidas y norma técnicas para controlarlas. Para tales fines tendrá a su cargo el señalamiento vial y la planificación de servicios de transporte público.

Artículo 14.- La Dirección de Ingeniería de Tránsito tendrá las siguientes funciones:

- a) Estudiar y analizar los problemas de tránsito y formular las políticas de administración de tránsito;
- b) Estudiar y analizar las consecuencias ambientales y sociales del tránsito, tales como contaminación y accidentes, y formular estrategias para resolverlas;
- c) Elaborar normas, especificaciones y procedimientos, así como preparar diseños y planos operacionales, para resolver los problemas de tránsito, reducir al máximo, sus consecuencias ambientales y resolver los problemas de seguridad vial;
- ch) Elaborar políticas, normas y procedimientos sobre educación vial para todo el país, e implantar el ordenamiento del tránsito que sea necesario con el fin de que haya una reducción de los accidentes, para ello coordinará lo que corresponda con el Ministerio de Educación Pública y formulará las normas de capacitación técnica para la policía de tránsito.



- d) Diseñar y poner en ejecución programas referentes a la instalación de semáforos, señales viales, marcas sobre el pavimento y otros dispositivos para el control del tránsito, así como programas de operación de tránsito para incrementar la capacidad y la seguridad viales;
- e) Revisar los programas, planos y diseños para la construcción o mejoramiento de la infraestructura del transporte vial, para garantizar su conformidad con las políticas y estrategias de la administración del tránsito y con las normas técnicas de la Ingeniería de Tránsito;
- f) Planificar las rutas y servicios de transporte público, sobre la base del análisis de la demanda, y formular recomendaciones para la organización y regulación de tales servicios;
- g) Preparar y presentar a conocimiento del Consejo de Seguridad Vial los presupuestos de ingresos y egresos relativos al Fondo contemplado en el artículo 10 de la presente ley;
y
- h) Todas aquellas otras relativas a la ingeniería de tránsito que sean asignadas por el Ministro de Obras Públicas y Transportes.

En cuanto a la normativa vigente que acompaña la ejecución de este estudio se tiene:

- Ley N. °7600: Reglamento Ley de Igualdad de Oportunidades para Personas con Discapacidad.
- Ley N. °9976: Movilidad Peatonal.
- Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito, 2014.
- Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras, 2011.
- Manual Centroamericano de Mantenimiento de Carreteras, 2010.
- Reglamento para la instalación y eliminación de reductores de velocidad en las vías públicas terrestres, Decreto N.º 40601 – MOPT.



2 Desarrollo

2.1 Condición real.

La zona de estudio se emplaza en la provincia de Alajuela, Cantón: Alajuela, Distrito: San Antonio, mientras que las coordenadas geográficas según el sistema de ubicación geográfica “Costa Rica Transversal Mercator O5” (CRTM O5) son: 475604 Este, 1105312 Norte.



Figura 1. Sección de Ruta Nacional N.°124 con Ruta Nacional N. ° 122 en estudio, San Antonio de Alajuela. Fuente: Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT).

La sección de Ruta Nacional (RN) N.°124 y Ruta Nacional (RN) N. ° 122 en análisis, es administrada por el Consejo Nacional de Vialidad (Conavi).

Se observa una zona comercial y residencial concurrida por escolares a la entrada y salida del centro educativo San Antonio.

El ancho de calzada de RN N. ° 124 oscila entre 6,70 m y 9,80 m, funciona bidireccionalmente con un carril por sentido.

Se observó que existe un semáforo peatonal del lado oeste de la intersección de Ruta Nacional N. ° 124 con Ruta Nacional N. ° 122.



En las siguientes figuras se ilustra lo observado en la zona de estudio:



Figura 2 Acceso sur intersección RN N. ° 124 con RN N.° 122, San Antonio, Alajuela. Fuente: Propia.



Figura 3 Acceso oeste intersección RN N. ° 124 con RN N.° 122, San Antonio, Alajuela.



Figura 4 Acceso este intersección RN N. ° 124 con RN N.° 122, San Antonio, Alajuela.

Para el análisis vial que corresponde al presente informe, se realizaron aforos vehiculares y peatonales en seis intersecciones en las fechas del 29 al 31 de agosto, 01 de setiembre y del 04 al 05 de octubre del presente año (ver figura 5), para conocer los niveles de servicio actuales e identificar si existen rebotes de cola generados por la intersección de Ruta Nacional N. ° 124 con Ruta Nacional N. ° 122. Según aforos realizados, la hora pico del período matutino se estableció de 7:30–8:30 y en el período vespertino de las 16:30–17:30.

Se utilizó el programa Synchro para los análisis aislados de la intersección y con ayuda de la herramienta Simtraffic para los análisis macroscópicos de la red.



Figura 5 Puntos de aforos vehiculares y peatonales, San Antonio de Alajuela. Fuente: Propia.

Utilizando el software “Synchro” a continuación se resumen las demoras, niveles de servicio, relación volumen/capacidad y rebote de colas de la intersección:

Tabla 2 Análisis de resultados situación actual, período matutino, San Antonio de Alajuela.

Análisis Intersecciones Período Matutino									
Situación Actual									
Intersección	Acceso/Mov.	Vol.	v/c	Demora (s)	NS	Cola (m)	Demora Int. (s)	NS Int.	
Ruta Nacional N.º 124-Ruta Nacional N.º 122	Oeste	Izq.	35	0,03	0,30	A	0,80	6,00	A
		Dir.	394	0,03	1,00	A	0,80		
		Der.	6	0,03	1,00	A	0,80		
	Este	Izq.	250	0,22	2,40	A	6,90		
		Dir.	267	0,22	5,60	A	6,90		
		Der.	3	0,22	5,60	A	6,90		
	Sur	Izq.	3	0,41	12,90	B	16,20		
		Dir.	2	0,41	12,90	B	16,20		
		Der.	251	0,41	12,90	B	16,20		
	Norte	Izq.	0	-	-	-	-		
		Dir.	12	0,10	12,70	B	2,70		
		Der.	30	0,10	12,70	B	2,70		



Tabla 3 Análisis de resultados situación actual, período vespertino, San Antonio de Alajuela.

Análisis Intersecciones Período Vespertino									
Situación Actual									
Intersección	Acceso/Mov.	Vol.	v/c	Demora (s)	NS	Cola (m)	Demora Int. (s)	NS Int.	
Ruta Nacional N.º 124-Ruta Nacional N.º 122	Oeste	Izq.	18	0,02	0,10	A	0,40	6,20	A
		Dir.	301	0,02	0,60	A	0,40		
		Der.	2	0,02	0,60	A	0,40		
	Este	Izq.	207	0,19	1,80	A	5,40		
		Dir.	169	0,19	5,40	A	5,40		
		Der.	2	0,19	5,40	A	5,40		
	Sur	Izq.	4	0,36	11,90	B	13,00		
		Dir.	0	-	-	-	-		
		Der.	236	0,36	11,90	B	13,00		
	Norte	Izq.	4	0,25	11,50	B	7,70		
		Dir.	15	0,25	11,50	B	7,70		
		Der.	125	0,25	11,50	B	7,70		

Con los resultados mostrados en las tablas 2 y 3, los accesos “oeste y este” de la vía principal arrojan demoras y niveles de servicio óptimos “A” y los accesos sur y norte de las vías secundarias arrojan demoras y niveles de servicio óptimos “B”, en ambos períodos.

Actualmente, según los conteos realizados la intersección no muestra demoras y niveles de servicio críticos E y F, los cuales equivaldrían a congestionamiento vial en la zona. Las vías secundarias normalmente son las que tienen este tipo de problemas en intersecciones muy concurridas, sin embargo, no reflejan tal situación.

Si analizamos las vías secundarias de ambos períodos, el volumen vehicular del acceso norte es un volumen muy bajo, vemos que los movimientos directo e izquierdo que son de conflicto por cruce en la intersección no son afectados significativamente por el volumen opuesto de la vía principal para salir de la intersección, y para el movimiento derecho el conflicto es por convergencia y no refleja mayor impacto, por ser un movimiento de incorporación en la intersección.

Para el acceso sur sucede algo similar que el acceso norte, en ambos períodos los movimientos directo e izquierdo de conflicto por cruce en la intersección, tiene volúmenes vehiculares muy bajos y no son afectados significativamente por el volumen opuesto de



la vía principal para salir de la intersección, y para el movimiento derecho el conflicto es por convergencia, aunque tiene volúmenes altos en comparación al directo e izquierdo no refleja mayor impacto, por ser un movimiento de incorporación en la intersección.

También se realizó el análisis de las simulaciones con Simtraffic para visualizar el funcionamiento macroscópico de la red:



Figura 6. Análisis con Simtraffic, período AM, sección de Ruta Nacional N.°124 con Ruta Nacional N. ° 122 en estudio, San Antonio de Alajuela. Fuente: Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT).



Figura 7. Análisis con Simtraffic, período PM, sección de Ruta Nacional N.°124 con Ruta Nacional N. ° 122 en estudio, San Antonio de Alajuela. Fuente: Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT).

Después de realizadas las simulaciones, no observamos que la intersección RN N. °124 con RN N. °122 se vea afectada por rebotes de cola en las horas pico establecidas. Si observamos que el acceso “este” de la intersección de RN N. ° 124 con calle El Tejar, tiene rebotes de cola importantes en la hora pico de la mañana, donde podrían superar el kilómetro de distancia y en la hora pico de la tarde el rebote de cola no es significativo.

Nota: Para efectos del presente estudio, no se analizará a profundidad la intersección de RN N. ° 124 con calle El Tejar, dado que debemos conocer más a detalle cual es el impacto vial de intersección RN N. °124 con RN N. ° 122 que no se está reflejando con los resultados obtenidos.

2.2 Condición Propuesta según la norma

Basados en la normativa técnica vigente, a continuación, mostraremos lo que propone la norma referente a la instalación de un semáforo vehicular. Toda propuesta de la normativa técnica debe ser analizada por el profesional responsable del estudio, para determinar si es factible su implementación.



2.2.1 Condiciones para justificar el uso de semáforos

Para el presente estudio se evaluarán los criterios utilizados para determinar la necesidad de un semáforo vehicular, tomados del Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito (2014, cap.5, pp. 25–26).

Para analizar la posibilidad de instalación de un semáforo vehicular debe cumplir con una o más de las condiciones, que no son una justificación suficiente, debido a que debe realizarse un estudio de ingeniería que demuestre que la instalación del semáforo mejora tanto la seguridad como la operación de la intersección, en caso de no cumplirse estos requisitos un semáforo no debe instalarse o seguir operando. A continuación, se muestran las condiciones o criterios que se evaluarán:

- Volumen mínimo de vehículos.
- Interrupción de la Continuidad del Tránsito.

2.2.1.1 Volumen mínimo de vehículos e interrupción de la continuidad del tránsito:

Los valores mínimos de vehículos utilizando las condiciones volumen mínimo de vehículos e interrupción de la continuidad del tránsito, se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 4 Condición A. Volumen mínimos de vehículos.

Cuadro 5.1
Requisito A: Volumen Mínimo de Vehículos

Número de carriles de circulación por acceso		Vehículos por hora en la vía principal (total en ambos accesos)	Vehículos por hora en el acceso de mayor volumen de la vía secundaria (un solo sentido)
Vía principal	Vía secundaria		
1	1	600	250
2 o más	1	750	250
2 o más	2 o más	750	300
1	2 o más	600	300

Fuente: (Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito, 2014, cap.5, p. 25).



Tabla 5 Condición B. Interrupción de la continuidad del tránsito.

Cuadro 5.2
Requisito B: Interrupción de la continuidad del Tránsito

Número de carriles por acceso		Vehículos por hora en la vía principal (total en ambos accesos)	Vehículos por hora en el acceso de mayor volumen de la vía secundaria (un solo sentido)
Vía principal	Vía secundaria		
1	1	800	150
2 o más	1	950	150
2 o más	2 o más	950	200
1	2 o más	800	200

Fuente: (Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito, 2014, cap.5, p. 26).

Basados en las tablas 4 y 5, a continuación, se muestra si se justifica o no realizar un estudio para verificar la necesidad de instalación de un semáforo vehicular en las intersecciones RN N. ° 124 con RN N. ° 122:

Tabla 6 Condiciones A y B para verificar si se justifica realizar un estudio de un semáforo vehicular, período matutino, intersección RN N. ° 124 con RN N. ° 122, San Antonio, Alajuela.

INSTALACION DE UN NUEVO SISTEMA DE SEMAFOROS				
Pico Matutino				
Semáforo				
CONDICION A.		Volumen mínimo de vehículos. Toda la intersección. Periodo matutino.		
Número de Carriles		VPH en la principal (Total en ambos accesos)	VPH (mayor volumen) Vía secundaria (un solo sentido)	SE JUSTIFICA
Vía principal	Vía secundaria			
1	1	955	256	SI
CONDICION B.		Interrupción de la continuidad del tránsito. Toda la intersección. Periodo matutino.		
Número de Carriles		VPH en la principal (Total en ambos accesos)	VPH (mayor volumen) Vía secundaria (un solo sentido)	SE JUSTIFICA
Vía principal	Vía secundaria			
1	1	955	256	SI
CONCLUSION:				
SI SE JUSTIFICA REALIZAR EL ESTUDIO PARA VERIFICAR LA NECESIDAD DEL SEMAFORO				



Tabla 7 Condiciones A y B para verificar si se justifica realizar un estudio de un semáforo vehicular, período vespertino, intersección RN N. ° 124 con RN N. ° 122, San Antonio, Alajuela.

<u>INSTALACION DE UN NUEVO SISTEMA DE SEMAFOROS</u>				
Pico Vespertino				
Semáforo				
CONDICION A. Volumen mínimo de vehículos. Toda la intersección. Periodo vespertino.				
Número de Carriles		VPH en la principal (Total en ambos accesos)	VPH (mayor volumen) Vía secundaria (un solo sentido)	SE JUSTIFICA
Vía principal	Vía secundaria			
1	1	699	240	NO
CONDICION B. Interrupción de la continuidad del tránsito. Toda la intersección. Periodo vespertino.				
Número de Carriles		VPH en la principal (Total en ambos accesos)	VPH (mayor volumen) Vía secundaria (un solo sentido)	SE JUSTIFICA
Vía principal	Vía secundaria			
1	1	699	240	NO
<u>CONCLUSION:</u>				
NO SE JUSTIFICA LA INSTALACION DEL SEMAFORO				

Dados los resultados anteriores, se justifica realizar estudio para verificar la necesidad de un semáforo vehicular en la intersección RN N. ° 124 con RN N. ° 122, se cumple al menos el criterio para el período matutino. Es importante mencionar que esto no implica la obligación de su instalación, sino de la valoración por parte del Departamento de Estudios y Diseños si técnicamente es viable.

2.3 Causa

Con los análisis realizados de la situación actual en la intersección de RN N. °124 con RN N. °122, los resultados obtenidos no muestran que exista un problema de congestionamiento vial en el acceso sur de la intersección, según lo indicado en las solicitudes. Ahora bien, una posible causa no considerada en el presente estudio es la demanda no satisfecha en la zona, ya que en los aforos realizados solamente se consideraron los vehículos que pudieron atravesar la intersección.

2.4 Efecto

La normativa nos indica que en la intersección se justifica el análisis de un semáforo vehicular en la intersección de RN N. ° 124 con RN. ° 122, el Departamento de Estudios y Diseños analizó dos escenarios simulando un semáforo vehicular en conjunto con el



semáforo peatonal existente ubicado en el acceso oeste en la intersección para constatar el efecto que tendría con respecto a la situación actual:

2.4.1 Escenario 1: Semáforo vehicular y peatonal de cinco fases.

El escenario 1, es un análisis de la intersección de RN N. ° 124 con RN. ° 122 con un semáforo vehicular y peatonal de cinco fases, donde los movimientos del acceso este serían la fase 1, el acceso oeste la fase 2, el acceso sur la fase 3, el acceso norte la fase 4 y el semáforo peatonal accionado con botonera la fase 5. Para el período matutino el semáforo funcionaría con un ciclo de 145 s para el período matutino y 135 s para el período vespertino, los tiempos del ciclo son distribuidos en cada una de las fases según asignación de las optimizaciones realizadas por el software Synchro.

En las siguientes tablas se muestran los datos arrojados por Synchro de la simulación de un semáforo vehicular y peatonal en la intersección con un semáforo de cinco fases:

Tabla 8 Análisis de resultados escenario 1, período matutino, San Antonio de Alajuela.

Análisis Intersecciones Período Matutino									
Escenario 1									
Intersección	Acceso/Mov.	Vol.	v/c	Demora (s)	NS	Cola (m)	Demora Int. (s)	NS Int.	
Ruta Nacional N.º 124-Ruta Nacional N. ° 122	Oeste	Izq.	35	1,28	190,60	F	#250,9	149,20	F
		Dir.	394	1,28	190,60	F	#250,9		
		Der.	6	1,28	190,60	F	#250,9		
	Este	Izq.	250	1,31	196,60	F	#287,4		
		Dir.	267	1,31	196,60	F	#287,4		
		Der.	3	1,31	196,60	F	#287,4		
	Sur	Izq.	3	0,83	26,40	C	18		
		Dir.	2	0,83	26,40	C	18		
		Der.	251	0,83	26,40	C	18		
	Norte	Izq.	0	0,24	26,50	C	14,5		
		Dir.	12	0,24	26,50	C	14,5		
		Der.	30	0,24	26,50	C	14,5		



Tabla 9 Análisis de resultados escenario 1, período vespertino, San Antonio de Alajuela.

Análisis Intersecciones Período Vespertino									
Escenario 2									
Intersección	Acceso/Mov.	Vol.	v/c	Demora (s)	NS	Cola (m)	Demora Int. (s)	NS Int.	
Ruta Nacional N.º 124-Ruta Nacional N.º 122	Oeste	Izq.	18	1,12	131,60	F	#165,4	86,20	F
		Dir.	301	1,12	131,60	F	#165,4		
		Der.	2	1,12	131,60	F	#165,4		
	Este	Izq.	207	1,08	115,00	F	#189,1		
		Dir.	169	1,08	115,00	F	#189,1		
		Der.	2	1,08	115,00	F	#189,1		
	Sur	Izq.	4	0,79	23,60	C	17,20		
		Dir.	0	0,79	23,60	C	17,20		
		Der.	236	0,79	23,60	C	17,20		
	Norte	Izq.	4	0,54	18,00	B	20,70		
		Dir.	15	0,54	18,00	B	20,70		
		Der.	125	0,54	18,00	B	20,70		

Observando los resultados de las tablas 8 y 9, la intersección no muestra un escenario favorable en ambos períodos, las demoras en los accesos de la vía principal (este y oeste), tendrían valores con demoras muy altas y niveles de servicio en condición F, lo que significa que estarían congestionadas vialmente, mientras que los accesos norte y sur tendrían demoras y niveles de servicio entre B y C considerados aceptables.

En la siguiente tabla se muestra la comparación de la situación actual contra el escenario 1:



Tabla 10 Comparación situación actual contra escenario 1, período matutino, San Antonio de Alajuela.

Comparación Situación Actual vs Escenario 1, Período Matutino.										
Intersección	Comparación por acceso de intersección					Comparación funcionamiento de intersección				
	Acceso/Mov.	Demora (s) Actual	Demora (s) Propuesta	NS Actual	NS Propuesta	Demora Int. (s) Actual	Demora Int. (s) Propuesta	NS Int. Actual	NS Int. Propuesta	
Ruta Nacional N.° 124- Ruta Nacional N.° 122	Oeste	Izq.	0,30	190,60	A	F	6,00	149,20	A	F
		Dir.	1,00	190,60	A	F				
		Der.	1,00	190,60	A	F				
	Este	Izq.	2,40	196,60	A	F				
		Dir.	5,60	196,60	A	F				
		Der.	5,60	196,60	A	F				
	Sur	Izq.	12,90	26,40	B	C				
		Dir.	12,90	26,40	B	C				
		Der.	12,90	26,40	B	C				
	Norte	Izq.	-	26,50	-	C				
		Dir.	12,70	26,50	B	C				
		Der.	12,70	26,50	B	C				

Tabla 11 Comparación situación actual contra escenario 1, período vespertino, San Antonio de Alajuela.

Comparación Situación Actual vs Escenario 1, Período Vespertino.										
Intersección	Comparación por acceso de intersección					Comparación funcionamiento de intersección				
	Acceso/Mov.	Demora (s) Actual	Demora (s) Propuesta	NS Actual	NS Propuesta	Demora Int. (s) Actual	Demora Int. (s) Propuesta	NS Int. Actual	NS Int. Propuesta	
Ruta Nacional N.° 124- Ruta Nacional N.° 122	Oeste	Izq.	0,10	131,60	A	F	6,20	86,20	A	F
		Dir.	0,60	131,60	A	F				
		Der.	0,60	131,60	A	F				
	Este	Izq.	1,80	115,00	A	F				
		Dir.	5,40	115,00	A	F				
		Der.	5,40	115,00	A	F				
	Sur	Izq.	11,90	23,60	B	C				
		Dir.	-	23,60	-	C				
		Der.	11,90	23,60	B	C				



Norte	Izq.	11,50	18,00	B	B				
	Dir.	11,50	18,00	B	B				
	Der.	11,50	18,00	B	B				

Los resultados comparativos de la situación actual contra el escenario 1, muestra que la instalación de un semáforo vehicular y peatonal de cinco fases en la intersección, desmejora sustancialmente los niveles de servicio respecto a la situación actual en ambos períodos. El mayor impacto lo tendría la vía principal (accesos este y oeste) con demoras mayores con respecto al escenario actual, pasando de tener un nivel de servicio A, a tener niveles de servicio F en ambos períodos. Además, el funcionamiento de la intersección pasaría de tener demoras y niveles de servicio A, a tener demoras y niveles F en ambos períodos.

2.4.2 Escenario 2: Semáforo vehicular y peatonal de cinco fases.

El escenario 2, es un análisis de la intersección de RN N. ° 124 con RN. ° 122 con un semáforo vehicular y peatonal de cuatro fases, donde los movimientos del acceso este serían la fase 1, el acceso oeste la fase 2, el acceso sur la fase 3, y el semáforo peatonal accionado con botonera la fase 4, para el acceso norte se considera restringir los movimientos directo e izquierdo para que realicen la salida por la intersección 85 m este de la intersección en estudio y permitir solamente el giro derecho sin fase vehicular. Para el período matutino el semáforo funcionaría con un ciclo de 140 s y para el período vespertino 100 s, los tiempos del ciclo son distribuidos en cada una de las fases según asignación de las optimizaciones realizadas por el software Synchro.

En las siguientes tablas se muestran los datos arrojados por Synchro de la simulación de un semáforo vehicular y peatonal en la intersección con un semáforo de cuatro fases:



Tabla 12 Análisis de resultados escenario 2, período matutino, San Antonio de Alajuela.

Análisis Intersecciones Período Matutino									
Escenario 2									
Intersección	Acceso/Mov.	Vol.	v/c	Demora (s)	NS	Cola (m)	Demora Int. (s)	NS Int.	
Ruta Nacional N.° 124- Ruta Nacional N.° 122	Oeste	Izq.	35	1,08	113,00	F	#222,1	76,20	E
		Dir.	394	1,08	113,00	F	#222,1		
		Der.	6	1,08	113,00	F	#222,1		
	Este	Izq.	250	0,99	80,30	F	#243,3		
		Dir.	267	0,99	80,30	F	#243,3		
		Der.	3	0,99	80,30	F	#243,3		
	Sur	Izq.	3	0,81	24,00	C	18,2		
		Dir.	2	0,81	24,00	C	18,2		
		Der.	251	0,81	24,00	C	18,2		
	Norte	Izq.	0	0,03	0,00	A	0		
		Dir.	-	-	-	-	-		
		Der.	-	-	-	-	-		

Tabla 13 Análisis de resultados escenario 2, período vespertino, San Antonio de Alajuela.

Análisis Intersecciones Período Vespertino									
Escenario 2									
Intersección	Acceso/Mov.	Vol.	v/c	Demora (s)	NS	Cola (m)	Demora Int. (s)	NS Int.	
Ruta Nacional N.° 124- Ruta Nacional N.° 122	Oeste	Izq.	18	1,05	100,60	F	#126,5	62,10	E
		Dir.	301	1,05	100,60	F	#126,5		
		Der.	2	1,05	100,60	F	#126,5		
	Este	Izq.	207	1,00	78,30	E	#146,0		
		Dir.	169	1,00	78,30	E	#146,0		
		Der.	2	1,00	78,30	E	#146,0		
	Sur	Izq.	4	0,74	18,10	B	16,30		
		Dir.	0	0,74	18,10	B	16,30		
		Der.	236	0,74	18,10	B	16,30		
	Norte	Izq.	4	0,12	0,20	A	0,00		
		Dir.	-	-	-	-	-		
		Der.	-	-	-	-	-		

Observando los resultados de las tablas 12 y 13, la intersección no muestra un escenario favorable en ambos períodos, las demoras en los accesos de la vía principal (este y oeste), tendrían valores con demoras muy altas y niveles de servicio en condición E y F,



lo que significa que estarían congestionadas vialmente, mientras que los accesos norte y sur tendrían demoras y niveles de servicio entre A y C con rangos óptimos y aceptables.

En la siguiente tabla se muestra la comparación de la situación actual contra el escenario 2:

Tabla 14 Comparación situación actual contra escenario 2, período matutino, San Antonio de Alajuela.

Comparación Situación Actual vs Escenario 2, Período Matutino.										
Intersección	Comparación por acceso de intersección					Comparación funcionamiento de intersección				
	Acceso/Mov.	Demora (s) Actual	Demora (s) Propuesta	NS Actual	NS Propuesta	Demora Int. (s) Actual	Demora Int. (s) Propuesta	NS Int. Actual	NS Int. Propuesta	
Ruta Nacional N.°124- Ruta Nacional N.° 122	Oeste	Izq.	0,30	113,00	A	F	6,00	76,20	A	E
		Dir.	1,00	113,00	A	F				
		Der.	1,00	113,00	A	F				
	Este	Izq.	2,40	80,30	A	F				
		Dir.	5,60	80,30	A	F				
		Der.	5,60	80,30	A	F				
	Sur	Izq.	12,90	24,00	B	C				
		Dir.	12,90	24,00	B	C				
		Der.	12,90	24,00	B	C				
	Norte	Izq.	-	0,00	-	A				
		Dir.	12,70	-	B	-				
		Der.	12,70	-	B	-				



Tabla 15 Comparación situación actual contra escenario 2, período vespertino, San Antonio de Alajuela.

Comparación Situación Actual vs Escenario 2, Período Vespertino.										
Intersección	Comparación por acceso de intersección					Comparación funcionamiento de intersección				
	Acceso/Mov.	Demora (s) Actual	Demora (s) Propuesta	NS Actual	NS Propuesta	Demora Int. (s) Actual	Demora Int. (s) Propuesta	NS Int. Actual	NS Int. Propuesta	
Ruta Nacional N.° 124- Ruta Nacional N.° 122	Oeste	Izq.	0,10	100,60	A	F	6,20	62,10	A	E
		Dir.	0,60	100,60	A	F				
		Der.	0,60	100,60	A	F				
	Este	Izq.	1,80	78,30	A	E				
		Dir.	5,40	78,30	A	E				
		Der.	5,40	78,30	A	E				
	Sur	Izq.	11,90	18,10	B	B				
		Dir.	-	18,10	-	B				
		Der.	11,90	18,10	B	B				
	Norte	Izq.	11,50	0,20	B	A				
		Dir.	11,50	-	B	-				
		Der.	11,50	-	B	-				

Los resultados comparativos de la situación actual contra el escenario 2, muestra que la instalación de un semáforo de cuatro fases en la intersección desmejora sustancialmente los niveles de servicio respecto a la situación actual en ambos períodos. El mayor impacto lo tendría la vía principal (accesos este y oeste) con demoras mayores con respecto al escenario actual, pasando de tener un nivel de servicio A, a tener niveles de servicio entre E y F. Además, el funcionamiento de la intersección pasaría de tener demoras y niveles de servicio A, a tener demoras y niveles E en ambos períodos.

Observando los resultados obtenidos, la instalación de un semáforo vehicular y peatonal generaría un efecto que empeoraría la situación actual sin remediar ningún problema encontrado, por lo tanto, lo ideal en este caso es realizar una nueva muestra de aforos vehiculares donde se considere la demanda “no satisfecha” y sumarla a la demanda satisfecha de los aforos realizados o nuevos aforos, y comparar nuevamente la situación actual en caso de que aumente la demanda vehicular contra los efectos que tendría la instalación de un semáforo vehicular.



3 Conclusiones y recomendaciones

A continuación, se enumeran una serie de conclusiones obtenidas a partir de la realización del estudio, así como recomendaciones para asegurar una mejor convivencia vial en la zona.

3.1 Conclusiones

Con lo analizado y considerado anteriormente, este Departamento concluye lo siguiente:

- a. Con los aforos y análisis realizados con Synchro y Simtraffic, en la intersección de RN N.° 124 con RN N.° 122, la situación actual no presenta demoras y niveles de servicio críticos entre E y F, que corresponde a vías congestionadas y tampoco se observaron rebotes de cola que afecten intersecciones aledañas.
- b. No es posible instalar un semáforo vehicular en la intersección de RN N.° 124 con RN N.° 122, los escenarios 1 y 2 analizados no muestran un resultado de mejora con respecto a la situación actual.
- c. Observamos que la intersección de RN N.° 124 con calle El Tejar tiene problemas de rebote de cola y congestionamiento vial en el acceso este, sin embargo, no se emitieron recomendaciones técnicas, ya que debemos conocer el impacto real que se está generando en la intersección de RN N.° 124 con RN N.° 122.
- d. Es importante mencionar que en el estudio no se consideró si en el sitio existía demanda no satisfecha, ya que no se pudo evidenciar con los datos arrojados por Synchro y Simtraffic lo que los solicitantes indican que en el acceso sur de la intersección RN N.° 124 con RN N.° 122 no hay equidad de salida, lo que se evidenció es que en el acceso sur el movimiento derecho es el que cuenta con mayor volumen vehicular y al ser un movimiento en conflicto por convergencia no genera mayor impacto por ser de incorporación.



3.2 Recomendaciones

Con base en las conclusiones realizadas y a la normativa legal y técnica que compete, el Departamento de Estudios y Diseños de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito dispone las siguientes recomendaciones:

3.2.1 Al Departamento de Estudios y Diseños.

Se le recomienda realizar un nuevo estudio de aforos vehiculares en las seis intersecciones, considerando adicionalmente la demanda no satisfecha en cada uno de los accesos donde se presente congestionamiento vial con rebotes de cola.



4 Anexos

4.1 Anexo 1. Glosario

Capacidad: máximo flujo horario sostenible al que las personas o los vehículos pueden esperar atravesar de manera razonable un punto o una sección uniforme de la carretera durante un periodo determinado, en virtud de la carretera existente, el medio ambiente, el tráfico y las condiciones de control.

Carril: espacio longitudinal en que puede estar dividida la calzada, delimitado o no por marcas viales longitudinales, y con anchura suficiente para la circulación de una fila de vehículos.

Clinómetro: tipo de nivel utilizado para medir el grado de inclinación de la carretera.

Cola: distancia ocupada por vehículos en espera. Cuando la demanda excede la capacidad en un periodo o cuando el periodo de arribos es menor que el tiempo de servicio en un lugar específico, se produce una cola.

Conteo: suma aritmética de la cantidad de peatones o vehículos y sus direcciones.

Coordenada: referencia numérica para la ubicación de un sitio.

Odómetro: instrumento utilizado para medir distancias.

Hora pico: denominación que se le da al periodo de mayor tránsito vehicular o peatonal.

Nivel de servicio: conocido por las siglas en inglés LOS, es una estratificación cuantitativa de las medidas de desempeño que representan la calidad de servicio. La medida utilizada para determinar el nivel de servicio de elementos de sistemas de transporte se denominan medidas de servicio.

Odómetro: instrumento utilizado para medir distancias.

Semáforo: dispositivo para el control del tránsito mediante el cual se regula y ordena el movimiento de vehículos (semáforo vehicular) y peatones (semáforo peatonal), en calles y carreteras, a fin de que paren y procedan en forma alterna, por medio de luces de color rojo, amarillo y verde, operadas por una unidad de control.



Simulación: técnica numérica para conducir experimentos en una computadora. Comprende cierto tipo de relaciones matemáticas y lógicas, las cuales son necesarias para describir el comportamiento y la estructura de sistemas complejos del mundo real a través de largos periodos.

Volumen y flujo vehicular: el volumen se refiere al total de vehículos que atraviesan una instalación de transporte en un período determinado. Flujo vehicular es la tasa horaria equivalente en la que los vehículos transitan a través de una instalación durante un intervalo de tiempo menor a una hora, generalmente 15 minutos.



4.2 Anexo 2. Conteos vehiculares y peatonales realizados.

HOJA DE RECIENTOS

Punto de Estudio: Alajuela El Tejar Calle Corrella RN#124

Tecnico Responsable: Gabriel

Tipo de Conteo: Clasificado L y P Clasificado Especial Buses

Fecha: 30-08-29

Expediente N. ED-EB-19-0260

Nombre del Ingeniero ERRIC CASTILLO

Sentido:	EO	EO	ES	ES	Peaton					
Hora	L.	P.	L	P	ESTE.					
06:30 A 06:45 A.M.	47	15	-	-	7					
06:45 A 07:00 A.M.	39	12	-	-	2					
07:00 A 07:15 A.M.	51	8	1	-	4					
07:15 A 07:30 A.M.	42	10	2	-	10					
07:30 A 07:45 A.M.	62	14	-	-	6					
07:45 A 08:00 A.M.	58	9	-	-	5					
08:00 A 08:15 A.M.	49	12	-	-	8					
08:15 A 08:30 A.M.	68	10	-	-	3					
08:30 A 08:45 A.M.	56	18	1	-	2					
08:45 A 09:00 A.M.	69	14	-	-	4					
04:30 A 04:45 P.M.	90	13	-	-	6					
04:45 A 05:00 P.M.	62	14	-	-	3					
05:00 A 05:15 P.M.	80	8	-	-	5					
05:15 A 05:30 P.M.	71	11	-	-	2					
05:30 A 05:45 P.M.	64	9	2	-	4					
05:45 A 06:00 P.M.	76	7	-	-	1					
06:00 A 06:15 P.M.	87	9	2	-	2					
06:15 A 06:30 P.M.	64	6	-	-	8					

Observaciones: _____



4.3 Anexo 3. Parámetros de análisis en intersección.



Análisis de operación de las intersecciones.

El proceso de análisis a nivel de operación puede ser usado para determinar la capacidad o el nivel de servicio en los accesos de una intersección señalizada existente o el nivel general de servicio en la misma.

El funcionamiento de las intersecciones se califica de acuerdo con la demora promedio que sufre cada vehículo que las atraviesa y se agrupa en rangos de demora, llamados “Niveles de Servicio” (NS). Para una intersección reglamentada tanto por semáforos como por señalización de prioridad tipo ALTO o CEDA, los niveles de servicio óptimos son A y B, los niveles de servicio aceptables son C y D; pero cuando las demoras en la intersección dificultan que un conductor salga de la misma o producen congestionamiento vial, son calificados con niveles de servicio E y F.

Las siguientes tablas muestran la calificación del nivel de servicio según el tiempo de demora presentado en cada movimiento realizado por el conductor en intersecciones controladas con dispositivos de Alto y Ceda o Semáforo:

Tabla 16: Rango de los niveles de servicio (NS) para intersecciones con semáforo.

Demora Promedio por Vehículo (segundos)	Nivel de Servicio (NS) por Volumen Capacidad (V/C)	
	≤1	>1
≤10	A	F
>10 y ≤20	B	F
>20 y ≤35	C	F
>35 y ≤55	D	F
>55 y ≤80	E	F
>80	F	F

Fuente. HCM 2010.

Tabla 17 Rango de los niveles de servicio (NS) para intersecciones con Alto y Ceda.

Demora Promedio por Vehículo (segundos)	Nivel de Servicio (NS) por Volumen Capacidad (V/C)	
	≤1	>1
≤10	A	F
>10 y ≤15	B	F
>15 y ≤25	C	F
>25 y ≤35	D	F
>35 y ≤50	E	F
>50	F	F

Fuente. HCM 2010.



5 Bibliografía

Secretaría de Integración Económica Centroamericana. (2014). Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito. Guatemala: SIECA.

Transportation Research Board. (2000). *Highway Capacity Manual*. Estados Unidos.

Transportation Research Board. (2010). *Highway Capacity Manual*.