



**LABORATORIO NACIONAL**  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES



programa de infraestructura  
del transporte

# Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Proyecto: LM-PI-USVT-004-15

Informe

## **Análisis de capacidad Ruta Nacional N°2, para la troncal de la Autopista Florencio del Castillo, en el tramo Hacienda Vieja, Curridabat - Cruce La Lima, Cartago**

Preparado por:

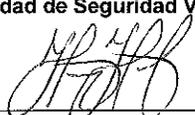
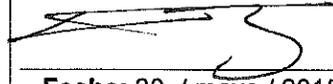
**Unidad de Seguridad Vial**

San José, Costa Rica  
Mayo, 2015

Documento generado con base en el Art. 6, inciso g) de la Ley 8114 y lo señalado en el Cap. IV, Art. 47 Reglamento al Art. 6 de la precitada ley, publicado mediante decreto DE-37016-MOPT.  
Preparado por: Unidad de Seguridad Vial y Transporte del PITRA-LanammeUCR [diana.jimenez@ucr.ac.cr](mailto:diana.jimenez@ucr.ac.cr)



Información técnica del documento

<b>1. Informe</b>  LM-PI-USVT-004-15		<b>2. Copia No.</b> 1
<b>3. Título y subtítulo:</b> Análisis inicial de capacidad Ruta Nacional N°2, para la troncal de la Autopista Florencio del Castillo, tramo Hacienda Vieja, Curridabat - Cruce La Lima, Cartago		<b>4. Fecha del Informe</b> Mayo, 2015
<b>7. Organización y dirección</b> Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
<b>8. Notas complementarias</b>		
<b>9. Resumen</b> Se presentan los resultados correspondientes a una estimación de la troncal para la autopista Florencio del Castillo, utilizando diferentes proyecciones del tránsito de acuerdo a los criterios establecidos en el Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual) de los Estados Unidos.  Para la realización del estudio se recopilaron datos de tráfico, utilizando contadores neumáticos, en tres puntos de la carretera. Además, se utilizaron a partir de las estimaciones del Anteproyecto Conceptual para el Diseño y Construcción del Proyecto Corredor Vial: Circunvalación Norte - Florencio del Castillo (Cal y Mayor y Asociados, 2012), y el informe Diseño preliminar y Estudio de Factibilidad técnica, Económica, Financiera y Ambiental para la concesión de Obra con Servicio Público del Corredor Vial San José – Zapote – Cartago, de LCR Logística (2001). Los cálculos de capacidad fueron realizados por el Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA) del LANAMME de la Universidad de Costa Rica.  Las estimaciones de capacidad indican que para la condición inicial del proyecto, es recomendable una configuración de la vía con tres carriles por sentido.		
<b>10. Palabras clave:</b> Ruta Nacional 39, Análisis Capacidad, Circunvalación Norte.	<b>11. Nivel de seguridad:</b> Ninguno	<b>12. Núm. de páginas</b> 18
<b>13. Preparado por:</b> Ing. Henry Hernández Vega, MSc. Unidad de Seguridad Vial y Transporte  Fecha: 20 / mayo / 2015	<b>Ing. Ronald Naranjón Ureña</b> Unidad de Gestión de la Red Vial Nacional  Fecha: 20 / mayo / 2015	<b>Colaboradora</b> <b>Noelia Campos Campos</b> Asistente Ingeniería Unidad Seguridad Vial y Transporte
<b>14. Revisado por:</b> Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal Externo LanammeUCR  Fecha: 20 / mayo / 2015	<b>Ing. Diana Jiménez Romero, MSc, MBA</b> Coordinadora Unidad de Seguridad Vial y Transporte  Fecha: 20 / mayo / 2015	<b>15. Aprobado por:</b> Ing. Guillermo Loría Salazar, MSc, PhD Coordinador General PITRA  Fecha: 20 / mayo / 2015

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>OBJETIVO.....</b>	<b>4</b>
<b>CONCEPTOS INTRODUCTORIOS .....</b>	<b>4</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>7</b>
<b>ALCANCES Y LIMITACIONES.....</b>	<b>9</b>
<b>ESCENARIOS CONSIDERADOS.....</b>	<b>11</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>12</b>
• SECTOR PEAJE DE TRES RÍOS, LA UNIÓN.....	12
• SECTOR DE ASCENSO DE OCHOMOGO .....	15
• CRUCE TARAS – LA LIMA .....	16
• SECCIÓN HACIENDA VIEJA - ZAPOTE.....	16
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>17</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>18</b>

## **INTRODUCCIÓN**

Este documento resume los resultados correspondientes a una estimación inicial de los niveles de servicio y diferentes proyecciones de tránsito futuro de la troncal de la Autopista Florencio del Castillo, tramo Hacienda Vieja - La Lima de acuerdo a los criterios establecidos en el Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual) de los Estados Unidos.

Para la realización del estudio se recopilaron datos de tráfico, utilizando contadores neumáticos, en tres puntos de la carretera. Además, se utilizaron a partir de las estimaciones del Anteproyecto Conceptual para el Diseño y Construcción del Proyecto Corredor Vial: Circunvalación Norte - Florencio del Castillo (Cal y Mayor y Asociados, 2012), y el informe Diseño preliminar y Estudio de Factibilidad técnica, Económica, Financiera y Ambiental para la concesión de Obra con Servicio Público del Corredor Vial San José – Zapote – Cartago, de LCR Logística (2001). Los cálculos de capacidad fueron realizados por el Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA) del LANAMME de la Universidad de Costa Rica.

Adicionalmente, se revisaron las recomendaciones relacionadas con la cantidad de carriles para el tramo Hacienda Vieja - Zapote, de los estudios previamente contratados por la administración.

## **OBJETIVO**

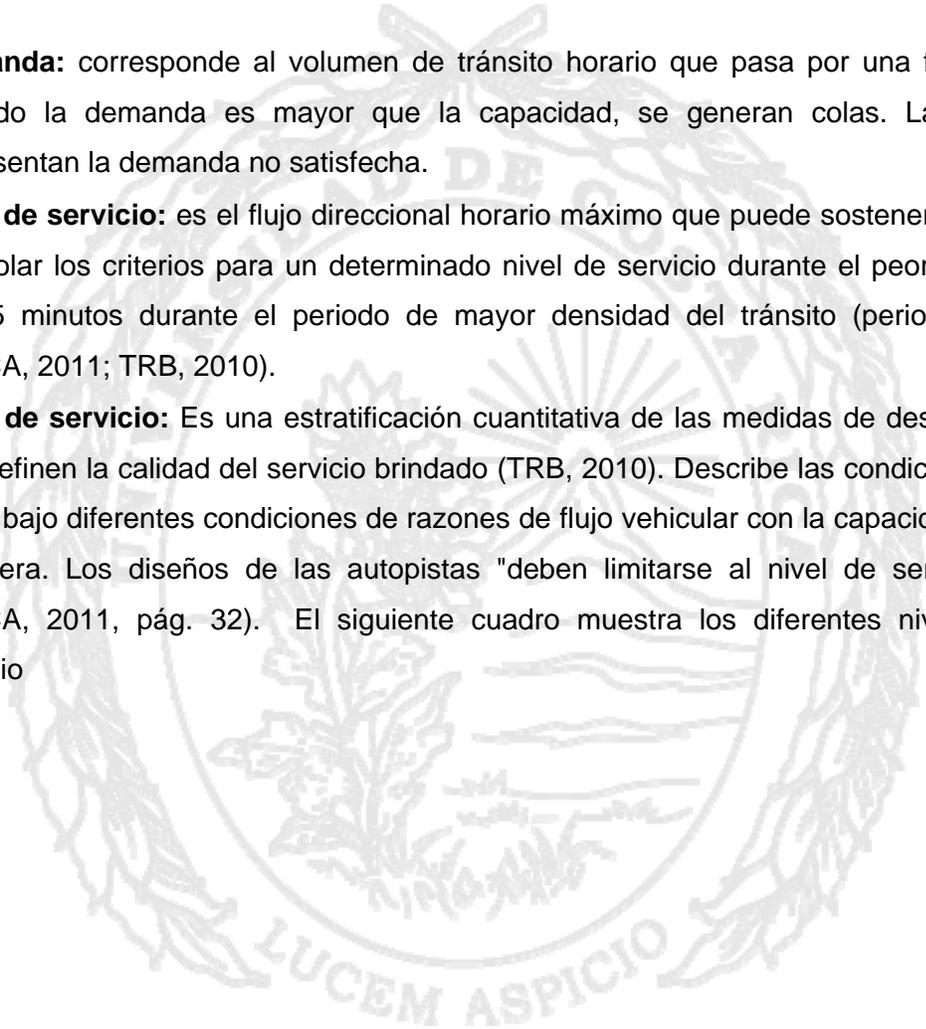
Estimar los niveles de servicio para la condición actual y diferentes proyecciones de tránsito futuro, para diferentes cantidades de carriles en algunas secciones de la Ruta Nacional N°2 Autopista Florencio del Castillo, tramo Hacienda Vieja - La Lima de acuerdo a los criterios establecidos en el Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual) de los Estados Unidos.

## **CONCEPTOS INTRODUCTORIOS**

Esta sección define, a un nivel introductorio y básico, algunos conceptos que pueden servir como referencia al lector no familiarizado con la ingeniería de transporte y que le facilitará la lectura del informe.

Informe LM-PI- USVT-004-15	Fecha de emisión: 20 de mayo de 2015	Página 4 de 18
----------------------------	--------------------------------------	----------------

- **Análisis de capacidad:** determina la capacidad de un tramo de una vía, así como el nivel de servicio que dependen de las características geométricas de la vía y de la composición del tránsito.
- **Capacidad:** máximo número de vehículos que pueden transitar por una vía en una unidad de tiempo.
- **Crecimiento normal del tránsito (CNT):** es el incremento del volumen de tránsito debido al aumento normal en el uso de los vehículos. (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007)
- **Demanda:** corresponde al volumen de tránsito horario que pasa por una facilidad. Cuando la demanda es mayor que la capacidad, se generan colas. Las colas representan la demanda no satisfecha.
- **Flujo de servicio:** es el flujo direccional horario máximo que puede sostener una vía sin violar los criterios para un determinado nivel de servicio durante el peor periodo de 15 minutos durante el periodo de mayor densidad del tránsito (periodo pico) (SIECA, 2011; TRB, 2010).
- **Nivel de servicio:** Es una estratificación cuantitativa de las medidas de desempeño que definen la calidad del servicio brindado (TRB, 2010). Describe las condiciones de la vía bajo diferentes condiciones de razones de flujo vehicular con la capacidad de la carretera. Los diseños de las autopistas "deben limitarse al nivel de servicio C" (SIECA, 2011, pág. 32). El siguiente cuadro muestra los diferentes niveles de servicio



**Cuadro 1. Descripción de niveles de servicio**

Nivel de Servicio	Descripción
A	Flujo libre de vehículos, bajos volúmenes de tránsito y relativamente altas velocidades de operación (90 km/h o más). La demora de los conductores no es mayor del 35% del total de tiempo de viaje y la razón de flujo total para ambas direcciones es de 490 veh/hr.
B	Flujo libre razonable, pero la velocidad empieza a ser restringida por las condiciones del tránsito (80 km/h). La demora de los conductores no es mayor al 50% del total del tiempo de viaje y la razón de flujo total para ambas direcciones es de 780 veh/hr.
C	Se mantiene en zona estable, pero muchos conductores empiezan a sentir restricciones en su libertad para seleccionar su propia velocidad (70 km/h). La demora de los conductores alcanza el 65% del total del tiempo de viaje y la razón de flujo total para ambas direcciones es de 1,190 veh/hr.
D	Acercándose a flujo inestable, los conductores tienen poca libertad para maniobrar. La velocidad se mantiene alrededor de 60 km/h. La demora de los conductores es cercana al 80% del total del tiempo de viaje y la razón de flujo total para ambas direcciones es de 1,830 veh/hr.
E	Flujo inestable, suceden pequeños embotellamientos. La velocidad cae hasta 40 km/hr. La demora de los conductores es mayor al 80% del total del tiempo de viaje.
F	Flujo forzado, condiciones de "pare y siga", congestión de tránsito.

Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras con enfoque de Gestión de Riesgo y Seguridad Vial (SIECA, 2011, pág. 60).

- **Oferta:** es el equivalente a la capacidad del segmento de la vía analizado. Estas condiciones funcionales dependen de ciertas características geométricas de la vía y de la composición del tránsito. Para el caso del análisis de tramos de autopista no se considera el efecto de condiciones "aguas abajo" del segmento analizado.
- **Segmento:** tramo de la vía entre dos puntos. En los segmentos se asume que la geometría y el tráfico se mantienen constantes (TRB, 2010).
- **Tránsito desarrollado (TD):** incremento en el volumen de tránsito debido a las mejoras en el suelo adyacente a la carretera.
- **Tránsito Generado (TG):** consta de aquellos viajes vehiculares, distintos a los del tránsito público, que no se realizarían si no se construye la nueva carretera, se le asignan tasa de incremento entre 5% y 20% del tránsito actual, con un periodo de generación de uno o dos años después de que la carretera ha sido abierta. Se compone de tres categorías:
  - *tránsito inducido*, nuevos viajes no realizados previamente por ningún modo de transporte;
  - *tránsito convertido*, nuevos viajes que previamente se realizaban en taxi, autobús, tren, avión, barco, y que se realizarían ahora en automóvil;

Informe LM-PI- USVT-004-15	Fecha de emisión: 20 de mayo de 2015	Página 6 de 18
----------------------------	--------------------------------------	----------------

- *tránsito trasladado*, consistente en viajes previamente hechos a destinos completamente diferentes, atribuibles a la atracción de la carretera y no al cambio en el uso del suelo
- **Tránsito Promedio Diario (TPD):** Corresponde al número total de vehículos que pasan por un punto determinado durante un periodo de tiempo menor a un año dividido entre el número de días en ese periodo de tiempo (Hernández, 2013).
- **Variaciones en la demanda:** El tráfico de un día en un segmento no refleja la cantidad de tráfico en otro día, o el tráfico que hubiese si algún cuello de botella fuese eliminado. La demanda varía por día de la semana, mes del año, por hora del día (TRB, 2010).

## METODOLOGÍA

Para simplificar los cálculos se realizaron análisis de capacidad para tres diferentes secciones del tramo analizado:

- a) Sección Hacienda Vieja – peaje de Tres Ríos,
- b) Sección peaje de Tres Ríos – cruce a Taras, en la dirección ascendente y
- c) Sección cruce Taras – cruce La Lima

Para cada sección se determinaron los niveles de tráfico donde se presentaban cambios en los niveles de servicio (LOS por sus siglas en inglés) para las diferentes configuraciones de la vía, es decir, para dos, tres y cuatro carriles por sentido. Estos volúmenes de tráfico se definieron como los límites de un específico nivel de servicio, que permitieron generar rangos de volúmenes de tráfico para cada nivel de servicio.

### **Cuadro 2. Límites de TPD y nivel de servicio según tipo de terreno y cantidad de carriles**

Nivel Servicio	Terreno Plano			Terreno Montañoso		
	Cantidad de Carriles					
	2	3	4	2	3	4
A	27 957	41 935	55 914	22 581	34 409	45 699
B	45 699	68 817	91 935	37 097	55 914	74 731
C	62 903	94 624	128 495	51 613	77 419	103 226
D	76 882	115 591	153 763	62 366	94 086	125 269
E	86 559	131 183	174 731	70 968	106 989	142 473

Informe LM-PI- USVT-004-15	Fecha de emisión: 20 de mayo de 2015	Página 7 de 18
----------------------------	--------------------------------------	----------------

Adicionalmente, se realizaron proyecciones del tráfico vehicular futuro, y se compararon estas estimaciones con los rangos previamente generados, para asignarle al volumen futuro el rango de nivel de servicio en el cual la vía operaría bajo las condiciones proyectadas.



\*LOS: Niveles de Servicio (siglas en inglés)

A la hora de calcular los niveles de servicio, además de analizar cada tramo con una tasa de crecimiento de 2% y 3%, se realiza un análisis adicional de una “tasa combinada” la cual corresponde a la utilizada para la proyección histórica (4,8%) para los próximos 10 años, y para años posteriores se utiliza una tasa del 2%.

#### Fuentes de información

- PITRA-LanammeUCR: Conteos vehiculares utilizando contadores neumáticos realizados en setiembre 2014 y en marzo 2015.
- Datos históricos suministrados por la Dirección de Planificación Sectorial MOPT 2013.
- Diseño preliminar y Estudio de Factibilidad técnica, Económica, Financiera y Ambiental para la concesión de Obra con Servicio Público del Corredor Vial San José – Zapote – Cartago, de LCR Logística (2001).
- Anteproyecto Conceptual para el Diseño y Construcción del Proyecto Corredor Vial: Circunvalación Norte – Florencio del Castillo, Cal y Mayor y Asociados, Marzo 2012.

#### Nivel de servicio mínimo

Para la elaboración de las conclusiones se determinó un nivel de servicio mínimo C. El cual se encuentra establecido en la literatura, a nivel nacional y centroamericano, como un nivel de servicio mínimo para autopistas y arterias urbanas principales (SIECA, 2011; L.C.R. Logística, 2007).

Informe LM-PI- USVT-004-15	Fecha de emisión: 20 de mayo de 2015	Página 8 de 18
----------------------------	--------------------------------------	----------------

## ALCANCES Y LIMITACIONES

La información con la que se contó para elaborar este reporte es limitada. Los principales aspectos relacionados con los alcances y limitaciones de este estudio son los siguientes:

- Este documento debe de considerarse como un análisis inicial para conceptualizar la cantidad de carriles requerida para diferentes tramos del proyecto. La información aquí mostrada debe de utilizarse como un insumo inicial, siendo necesarios estudios más extensos y concretos.
- Los cálculos de capacidad fueron realizados en el *Highway Capacity Software (HCS)* versión 2010 el cual está basado en el *Highway Capacity Manual 2010* (TRB, 2010).
- Este es un estudio, a nivel funcional, de los segmentos de la ruta donde fue suministrada información de tránsito. Se requiere estudiar con mayor detalle el efecto de las condiciones de funcionamiento de la red vial a futuro en el área de influencia del corredor.
- Proyecciones iniciales basadas en estudios anteriores y conteos de TPD suministrados por el MOPT, LCR Logística y PITRA LanammeUCR. Se analizaron las siguientes secciones:
  - Hacienda Vieja – Peaje de Tres Ríos
  - Peaje de Tres Ríos – Cruce a Taras (zonas de ascenso Ochomogo)
  - Cruce a Taras – La Lima
- Las tasas de crecimiento utilizadas en esta valoración son para definir una configuración inicial del proyecto para el año 2015, no se pueden considerar como las tasas de crecimiento definitivas del proyecto.
- Los datos de conteos utilizados únicamente reflejan los vehículos que actualmente pasan por la vía y no reflejan la demanda real existente, dado que no considera la demanda no satisfecha, i.e., los vehículos que se encuentran en cola antes de los puntos considerados como cuello de botella. Tampoco considera el efecto de tránsito inducido por el mejoramiento del corredor.
- El análisis no incluye el efecto del proyecto de transporte masivo de pasajeros modalidad tren, ni de proyectos de transporte masivo, modalidad autobús, en el sector este del Área Metropolitana.
- No se incluyó en el análisis el efecto de los paraderos de autobús en el corredor, ni el efecto de rampas u otras ubicaciones donde existe tráfico que entra y sale de la vía.

- Tampoco se incluye dentro del análisis el tránsito generado (TG), ni el tránsito desarrollado (TD).
- Las proyecciones de tránsito mostradas en este análisis, con excepción de la de L.C.R. Logística (2010), no consideró el efecto de futuras restricciones en la capacidad de la vía. Las proyecciones de tránsito se realizaron utilizando la proyección logística y las proyecciones exponenciales se estimaron utilizando la siguiente ecuación:

$$F = P(1 + i)^n$$

donde:

*F= valor futuro*

*P= valor presente*

*i= tasa de crecimiento*

*n= número de años a partir del año base*

*Se supuso un factor de hora pico de 0,95.*

- Los análisis se realizaron asumiendo que las condiciones del tráfico no se encuentran afectadas por congestión en las cercanías de los tramos analizados.
- Dado que en el tramo no existe una estación de conteo permanente, no es posible estimar el grado de variabilidad relacionado con la información de datos de tránsito, los cuales presentan duraciones de conteo bastante limitadas, recopilada por el MOPT. Tampoco existen factores de ajuste actualizados que permitan obtener valores de Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA). Los datos aquí mostrados, a partir de los conteos del MOPT, corresponden a estimaciones de tránsito promedio diario (TPD).
- Dada la falta de información en el país, no se ajustaron los datos para condiciones climáticas adversas. Por ejemplo, lluvias intensas.
- Para el tramo Hacienda Vieja - Zapote, dada la complejidad de realizar proyecciones de tránsito para tramos nuevos de carretera en redes urbanas, únicamente se revisaron las recomendaciones relacionadas con el número de carriles y proyecciones de tránsito en la documentación relacionada con el proyecto.
- La capacidad de la ruta se determina por medio de la curva de logística (curva S) de crecimiento vehicular. En la figura 1 se presenta la realizada para el sector del peaje de Tres Ríos basada en los datos históricos (rojo) y proyección logística (azul),

asumiendo para la proyección una restricción de capacidad de tres carriles por sentido.

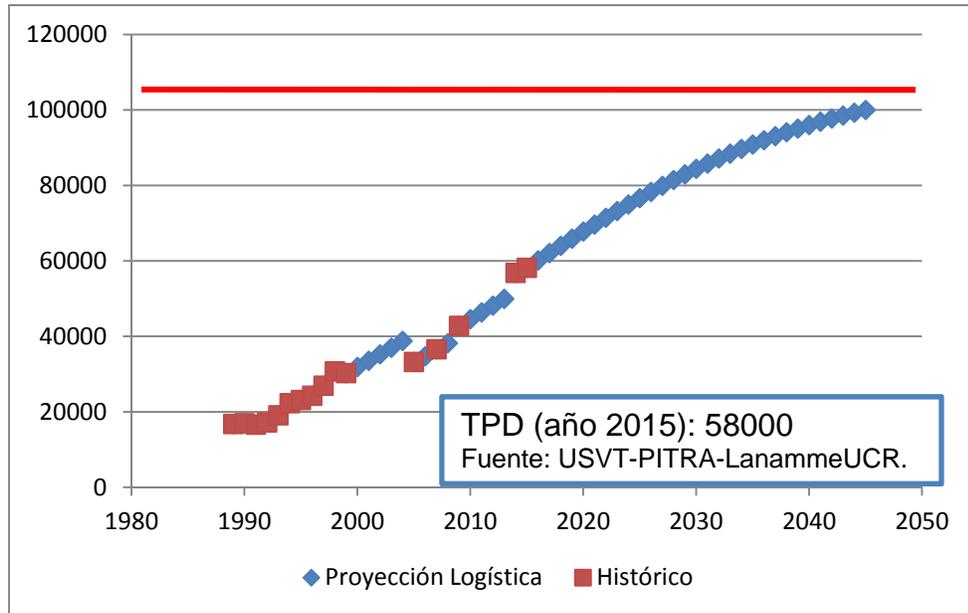


Figura 1: Curva S para aproximar valores de TPD de la serie histórica

## ESCENARIOS CONSIDERADOS

Se analizaron diferentes escenarios para los distintos trayectos y tramos en estudio, los cuales surgen a partir de los datos recopilados de diferentes conteos de las fuentes de información utilizadas.

- El primer escenario planteado para cada uno de los diferentes trayectos, es utilizando los datos históricos con tasa de crecimiento de 4,8%, 2%, 3% y combinada.
- Se realizan proyecciones de tránsito para el escenario planteado por LCR logística utilizando los volúmenes suministrados en sus conteos.
- Los volúmenes de tránsito proporcionados por LanammeUCR, también se emplean para el análisis en conjunto con los datos históricos suministrados por el MOPT.

## RESULTADOS

A continuación se presenta en modo resumen los resultados obtenidos para cada uno de los escenarios estudiados.

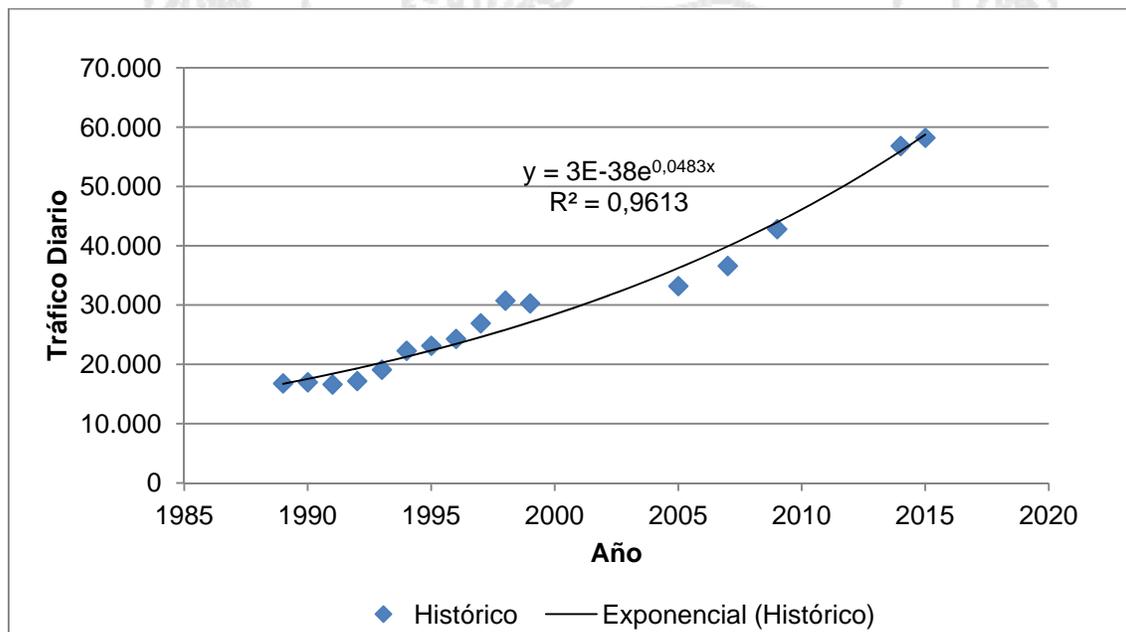
**Cuadro 3. TPD Obtenidos LanammeUCR en la Florencia del Castillo (2015)**

Ubicación	TPD
Sector Walmart, Curridabat	65767
Peaje Tres Ríos, La Unión	58142
Cruce San Rafael de Tres Ríos, La Unión	63610*

\*61375 si se considera el fin de semana

- **Sector peaje de Tres Ríos, La Unión**

Los datos históricos que se utilizaron para realizar las proyecciones son los registrados por el MOPT hasta el año 2013, para el año 2014 y 2015 son datos de los conteos realizados por el LanammeUCR. Al realizar un análisis de regresión exponencial, el crecimiento en la ruta corresponde a una tasa de crecimiento anual de 4,8%. Esta tasa de crecimiento se observó tanto para los datos históricos del MOPT. Esta tasa también se presenta al incorporar los datos recopilados del LanammeUCR a los datos históricos del MOPT.



**Figura 2. Histórico del tránsito diario, sector Peaje Tres Ríos**

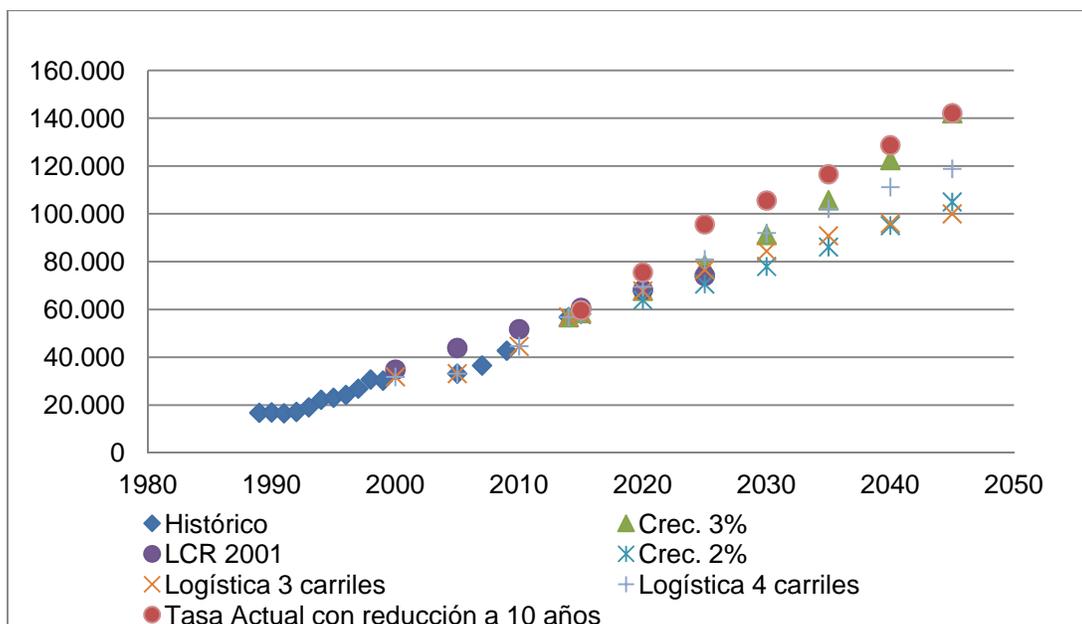
Informe LM-PI- USVT-004-15	Fecha de emisión: 20 de mayo de 2015	Página 12 de 18
----------------------------	--------------------------------------	-----------------

Al proyectar los datos de tránsito utilizando esta tasa se observó que con la tasa de crecimiento empleada, los volúmenes de tráfico en el largo plazo se vuelven insostenibles. Por ejemplo, si la tasa de crecimiento se mantuviera a lo largo del tiempo, el volumen vehicular llegaría a más de 200 mil vehículos en este corredor en el año 2040.

Razón por la cual se plantea un escenario diferente, combinando la proyección con tasa de crecimiento de 4,8% hasta el año 2025 y para años posteriores se utilizó una tasa del 2%. En este informe a esta tasa se le llama proyección combinada (o tasa actual con reducción a 10 años), debido a que combina dos tasas de crecimiento. Es recomendable el seguimiento la evolución del tráfico en el corredor en el futuro.

En la figura 3, se exponen los escenarios utilizados en el análisis de este tramo:

- LCR 2001: Proyección de tráfico realizada por LCR Logística en su informe del 2001
- Logística 3 carriles: Proyección Logística que toma en cuenta la restricción de la capacidad asumiendo una vía de tres carriles por sentido.
- Tasa actual con reducción a 10 años: tasa de crecimiento de 4,8% hasta el año 2025 y para años posteriores se utilizó una tasa del 2%.
- Crec. 3%: Tasa de crecimiento exponencial del 3%
- Crec. 2%: Tasa de crecimiento exponencial del 2%
- Logística 4 carriles: Proyección Logística que toma en cuenta la restricción de la capacidad asumiendo una vía de cuatro carriles por sentido.



**Figura 3. Proyecciones de tránsito utilizadas, Peaje Tres Ríos**

A través del tiempo se puede observar como el rango de posibles valores aumenta reflejando el aumento en la incertidumbre en cuanto a las proyecciones futura. Para el análisis se utilizaron las tasas de crecimiento anual de 2 y 3%, así como la tasa de crecimiento actual con una reducción a 10 años (tasa combinada), debido a que al considerar estas proyecciones, el análisis se encuentra dentro de un rango que incluye a la mayoría de los escenarios proyectados.

Los niveles de servicio obtenidos para las proyecciones de los datos históricos son los siguientes:

**Cuadro 4. Niveles de servicio, terreno plano, dos carriles, Peaje Tres Ríos**

Año	Tasa Combinada	2%	3%
2014	D	D	D
2015	D	D	D
2020	F	E	E
2025	F	F	F
2030	F	F	F
2035	F	F	F
2040	F	F	F
2045	F	F	F

**Cuadro 5. Niveles de servicio, terreno plano, tres carriles, Peaje Tres Ríos**

Año	Tasa Combinada	2%	3%
2014	C	C	C
2015	C	C	C
2020	C	C	C
2025	E	C	D
2030	E	D	D
2035	F	D	E
2040	F	E	F
2045	F	E	F

- **Sector de ascenso de Ochomogo**

Para este sector los datos que se utilizaron para realizar las proyecciones, son fuente de conteos realizados por LanammeUCR a finales del 2014 y en marzo del 2015.

El escenario actual del tramo los niveles de servicio que se presentan, son críticos, la demanda del sitio supera significativamente la capacidad que posee la carretera de dos carriles.

**Cuadro 6. Nivel de Servicio Terreno Montañoso 2 Carriles**

Año	Tasa Combinada	2%	3%
2014	E	E	E
2015	F	F	F
2020	F	F	F
2025	F	F	F
2030	F	F	F
2035	F	F	F
2040	F	F	F
2045	F	F	F

Para aumentar los niveles de servicio según los volúmenes obtenidos a partir de una tasa de crecimiento de 4,7% se plantea la construcción de un tercer carril, solución que según los resultados del análisis presenta mejorías durante los próximos diez años.

**Cuadro 7 Nivel de Servicio Terreno Montañoso 3 Carriles**

Año	Tasa Combinada	2%	3%
2014	C	C	C
2015	C	C	C
2020	D	D	D
2025	F	D	E
2030	F	E	F
2035	F	E	F
2040	F	F	F
2045	F	F	F

- **Cruce Taras – La Lima**

En este tramo se emplearon los conteos históricos, para calcular el tráfico promedio diario y poder analizar el nivel de servicio que presenta la carretera con dos carriles y además estimar también los que tendría al añadir un carril más por sentido.

Debido a que el volumen de tránsito no es crítico en este tramo de carretera, únicamente se utilizó la tasa combinada para el análisis.

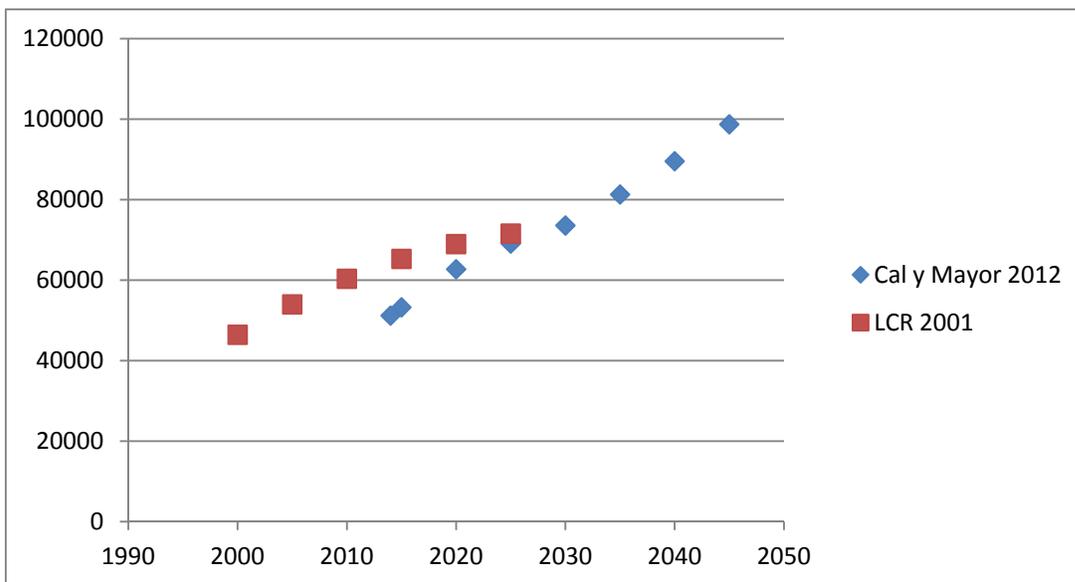
**Cuadro 8 Niveles de Servicio, sector Taras – la Lima**

Año	TPD	2 carriles	3 carriles
2014	42934	C	B
2015	45008	C	B
2020	47182	C	B
2025	59731	D	C
2030	75619	F	C
2035	83489	F	D
2040	92179	F	D
2045	101773	F	E

- **Sección Hacienda Vieja - Zapote**

De acuerdo con las proyecciones y el análisis de capacidad realizado por LCR Logística en el 2001 se recomienda tres carriles por sentido. Por otro lado, el informe de Cal y Mayor (2012) recomienda dos carriles para el año 2012; sin embargo, indica que si la troncal se va a ampliar a tres carriles por sentido, se debe de ampliar también la sección Zapote – Curridabat a tres carriles.

La figura 4 presenta un resumen de las proyecciones de tránsito para esta sección de acuerdo a los dos estudios mencionados en el párrafo anterior.



**Figura 4. Proyecciones de tránsito utilizadas, Peaje Tres Ríos**

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente análisis determina que es necesaria la ampliación para contar con al menos tres carriles por sentido de la autopista Florencio del Castillo en las secciones Hacienda Vieja - Cruce Taras. Una ampliación a tres carriles por sentido en el tramo Cruce de Taras - La Lima garantizaría un adecuado nivel de servicio en el corredor.

De acuerdo con la documentación existente es recomendable la construcción de tres carriles de la sección Hacienda Vieja - Zapote.

Se recomienda que la administración realice un estudio funcional relacionado con los intercambios e intersecciones existentes y futuras. También es fundamental que se incluya a todos los usuarios de la vía incluyendo ciclistas, peatones y transporte público.

Es recomendable además, que la administración realice análisis adicionales a este proyecto, incluyendo el tramo Cruce La Lima - Río Purires, El Guarco en la Ruta Nacional Número 2, dado la futura construcción del nuevo Hospital de Cartago y desarrollo adicional esperado en la zona.

## REFERENCIAS

- Cal y Mayor y Asociados (Marzo, 2012) Anteproyecto Conceptual para el Diseño y Construcción del Proyecto Corredor Vial: Circunvalación Norte – Florencio del Castillo.
- Cal y Mayor, Cárdenas (2007) Ingeniería de Tránsito. Fundamentos y Aplicaciones. Octava Edición. Alfaomega, México.
- Hernández (2013) Mapa de Tráfico Promedio Diario 2013. Red Vial Nacional. Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales. Universidad de Costa Rica.
- LCR Logística (2001) Diseño preliminar y Estudio de Factibilidad Técnica, Económica, Financiera y Ambiental para la concesión de Obra con Servicio Público del Corredor Vial San José – Zapote – Cartago.
- LCR Logística (2007) Estudio de Oferta y Demanda de Transportes de la GAM. Informe Final. Tomo II Plan Regional Urbano de la Gran Área Metropolitana: Componente Movilidad y Transporte
- MOPT (2013) Anuario del Tránsito. Dirección Planificación Sectorial. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, MOPT. Recuperado de: <http://svinternet.mopt.go.cr/centrodeinformacion/Digitalizados/AnuarioTr%C3%A1nsito2013.pdf>
- SIECA (2011) Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras con enfoque de Gestión de Riesgo y Seguridad Vial
- TRB (2010) Highway Capacity Manual. Transportation Research Record