



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES



programa de infraestructura
del transporte

Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Proyecto: LM-PI-USVT-002-14

Informe

REVISIÓN DE LA ESTIMACIÓN DEL TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO

**Proyecto "Construcción de la Ruta Nacional No. 4,
Bajos de Chilamate-Vuelta de Kooper.
Licitación Pública No. 2011LI-000037-32702"**

Preparado por:

Unidad de Seguridad Vial y Transporte



San José, Costa Rica
Enero, 2014



Información técnica del documento

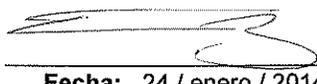
1. Informe LM- PI-USVT-002-14		2. Copia No. 1
3. Título y subtítulo: Revisión de la estimación del tránsito promedio diario del proyecto, "Construcción de la Ruta Bajos de Chilamate-Vuelta de Kooper. Licitación Pública No. 2011LI-000037-32702"		4. Fecha del Informe Enero, 2014.
7. Organización y dirección 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		
8. Notas complementarias: Informe solicitado por la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR.		
9. Resumen El objetivo de este informe es realizar una revisión de la estimación del tránsito promedio diario para el proyecto "Construcción de la Ruta Nacional No 4. "Construcción de la Ruta Bajos de Chilamate-Vuelta de Kooper. Licitación Pública No. 2011LI-000037-32702". La revisión de la estimación del tránsito promedio diario (TPD), se realizó a partir de la realización de conteos de tránsito simultáneos en la zona de influencia inmediata del proyecto, comprendida por las rutas 4, 32, 35, 126, 140 y 250, realizados desde el 25 de junio al 1ero. de julio del año 2013 En el análisis realizado se trató de reproducir la metodología de estimación del TPD del proyecto utilizada en el oficio DP-2007-323 de la Dirección de Planificación Sectorial del MOPT, para luego establecer escenarios comparativos entre ambas fuentes de información. Finalmente, se realizó una estimación de la capacidad del tramo de la vía, a partir de la información indicada en los planos del proyecto, para determinar el TPD de saturación de la vía. La capacidad se calculó a partir de las metodología del Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010). En conclusión, el TPD del proyecto calculado con los supuestos realizados en el oficio DP-2007-323 está por debajo del TPD proyectado a partir del muestreo de tránsito realizado por el LanammeUCR luego de aplicar esa misma metodología. No fue posible verificar con certeza el porcentaje de atracción y de crecimiento recomendados por el oficio a partir de la información aportada.		
10. Palabras clave: Tránsito promedio diario, capacidad de carreteras, Ruta Nacional 4, Chilamate-Vuelta Kooper.	11. Nivel de seguridad: Ninguno	12. Núm. de páginas 27
13. Preparado por: Ing. Erick Acosta Hernández Unidad de Seguridad Vial y Transporte  Fecha: 24 / enero / 2014		
14. Revisado por: Ing. Diana Jiménez Romero, MSc, MBA Coordinadora Unidad de Seguridad Vial y Transporte  Fecha: 24 / enero / 2014	15. Aprobado por: Ing. Guillermo Loría Salazar Coordinador General PITRA-Lanamme  Fecha: 24 / enero / 2014	



TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	4
1.1	OBJETIVO DEL INFORME	4
1.2	ALCANCE DEL INFORME.....	4
1.3	ANTECEDENTES.....	5
1.4	METODOLOGÍA.....	6
2	MARCO TEÓRICO.....	10
2.1	CAPACIDAD DE UN TRAMO DE CARRETERA.....	10
2.2	PARÁMETROS DE FLUJOS DE TRÁNSITO.....	11
3	RESULTADOS.....	14
3.1	SITUACIÓN CON PROYECTO PROYECCIÓN A 12 AÑOS, AÑO 2025.....	18
3.2	ESTIMACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LA VÍA.....	21
3.3	COMPARACIÓN DE LOS ESCENARIOS.....	22
4	CONCLUSIONES.....	24
5	RECOMENDACIONES.....	25
	REFERENCIAS.....	26
	ANEXO	27



**INFORME DE REVISIÓN DE LA ESTIMACIÓN
DEL TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO
"Construcción de la Ruta Bajos de Chilamate-Vuelta de Kooper. Licitación
Pública No. 2011LI-000037-32702"**

1 INTRODUCCIÓN

La estimación de la demanda de tránsito es uno de los parámetros más importantes del diseño de carreteras en general. Comúnmente, este valor se estima a partir del Tránsito Promedio Diario (TPD) o por medio de un modelo de demanda que toma en cuenta variables socioeconómicas de uso del suelo para determinar cuál será la cantidad de usuarios que utilizará la infraestructura vial que se desea desarrollar.

La vida útil de la carretera, la cantidad de carriles, el nivel de servicio y la cantidad de ejes equivalentes para el diseño del pavimento, son algunas de las principales variables que dependen de esta estimación de la demanda. Por lo tanto, la estimación de este valor debe ser realizada con la mayor exactitud y confiabilidad posible, para evitar un dimensionamiento incorrecto de la infraestructura y un desperdicio de recursos.

1.1 Objetivo del informe

Revisar la proyección del Tránsito Promedio Diario del proyecto "Construcción de la Ruta Bajos de Chilamate-Vuelta de Kooper. Licitación Pública No. 2011LI-000037-32702".

1.2 Alcance del informe

En el contenido del informe se circunscribe al análisis del contenido del oficio **DP-2007-323**, de fecha 12 de junio del 2007, emitido por la Licda. Annia Alfaro Quesada, en calidad de Directora de la Dirección de Planificación Sectorial del Ministerio de Obras Públicas y Transportes. El oficio citado se adjunta en el Anexo.



El alcance de este informe se limita a realizar una valoración del TPD de las rutas aledañas al tramo de carretera a construir. La valoración se realizó a partir de un muestreo de tránsito ejecutado desde el 25 de junio al 1ero. de julio del año 2013, con el fin de actualizar las proyecciones de tránsito con los supuestos indicados en el oficio citado.

En este informe no se consideró la elaboración de un modelo de demanda que pronostique la cantidad de tránsito atraído y generado por el proyecto o su distribución por las vías existentes.

1.3 Antecedentes

El informe surge como respuesta a la solicitud planteada, por la Unidad de Auditoría Técnica (UAT) de Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA) mediante la solicitud LM-UAT-02-2013, como complemento de la información requerida para ejecutar la tarea de fiscalización del proyecto dentro del ámbito de la seguridad vial del diseño geométrico y la señalización vial del proyecto.

La información aportada por la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR consiste en los planos finales de diseño geométrico y señalización vial del proyecto remitidos por la Unidad Ejecutora, mediante oficio UCBK-361-2012, el cual adjunta copia del oficio **DP-2007-323**, de fecha 12 de junio del 2007, de la Licda. Annia Alfaro Quesada, en calidad de Directora de la Dirección de Planificación Sectorial del Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

El requerimiento de la UAT es verificar lo expuesto en el oficio DP-2007-323 sobre la estimación del Tránsito Promedio Diario del proyecto. El oficio indica que a partir de la correlación del tiempo de viaje entre diferentes orígenes y destinos y la combinación con los datos recopilados de 3588 entrevistas, se determinó que el valor del tránsito promedio diario (TPD) de la zona de influencia del proyecto es de 3960 vehículos por día para el año 2007. Sin embargo, el oficio declara que este valor no considera el efecto que podrían tener otras variables influyentes como la producción agrícola y el turismo.

El oficio indica que con el objetivo de considerar el efecto del uso del suelo y otras actividades económicas, así como el incremento del tránsito por el fenómeno de viajes

atraídos y generados por la construcción del nuevo tramo de carretera, la Dirección de Planificación Sectorial del MOPT, recomienda el uso de un **30% de atracción de viajes** y un **5% de tasa de crecimiento anual**, ambos considerados como valores típicos para este tipo de proyectos. Finalmente, el mismo oficio indica que el TPD estimado del proyecto será de 5148 vehículos diarios en el año 2007.

1.4 Metodología

La metodología utilizada en el proceso de revisión de las proyecciones de TPD para el proyecto citado, consistió en un muestreo de TPD en las rutas aledañas al proyecto para actualizar los registros del año 2007, adjuntos en el oficio **DP-2007-323**, con valores medidos en campo del año 2013, y tomar este año como base para realizar las nuevas proyecciones de TPD al horizonte proyecto de 12 años correspondientes al año 2025.

Los nuevos conteos del año 2013 realizados por el LanammeUCR, se utilizaron junto con los valores de TPD indicados en el oficio **DP-2007-323**, para plantear tres escenarios comparativos:

- **Escenario 1:** Realizar la proyección al año 2025 a partir de los valores de TPD del oficio **DP-2007-323** con una tasa de crecimiento del 5% y un atracción del 30%.
- **Escenario 2:** Realizar la proyección del TPD al año 2025 a partir de los valores de TPD medidos por el LanammeUCR, de las secciones de control 40460 y 21011, ambas de la Ruta 4, con una tasa de crecimiento del 5% y una atracción del 30%, según se indica en el oficio **DP-2007-323**, sin considerar el efecto del tránsito local entre las Rutas 126 y 140.
- **Escenario 3:** Realizar la proyección al año 2025 a partir de los valores de TPD medidos por el LanammeUCR en el año 2013, a partir en las secciones de control 21560 de la Ruta 140 y 40481 de la Ruta 126, como se realizó en el oficio **DP-2007-323**.

En los escenarios considerados se hace referencia la condición "sin proyecto", donde solamente se considera un 5% de crecimiento pero se deja de lado el 30% de

atracción de viajes y la condición "con proyecto" considera el 5% de crecimiento y el 30% de atracción de viajes.

Los conteos del LanammeUCR se realizaron entre los días martes 25 de junio y lunes 1ero de julio de 2013. Las carreteras analizadas fueron la Ruta 4, la Ruta 32, la Ruta 35, la Ruta 126, la Ruta 140 y la Ruta 250. En el **Cuadro 1**, se indican las rutas aforadas por medio de contadores neumáticos. En el Anexo se adjuntan todos los conteos realizados.

Cuadro 1: Ubicación de las estaciones de aforo

Id. Contador	Ruta	Sección de control	Tramos	
61	4	40460	San Carlos	Chilamate
65	126	40481	San Carlos	La Virgen
66	140	21560	Río Cuarto	Venecia
62	250	20870	Aguas Zarcas	Pital - Muelle
68	250	20671	Pital	Aguas Zarcas
64	4	21011	Aguas Zarcas	Muelle
70	4	21011	Aguas Zarcas	Muelle
63	32	70150	Limón	San José
69	4	40521	Puerto Viejo	Int. Ruta32-Ruta 4
62	35	21060	Las Tablitas	Muelle
68	4	21012	La Cruz	Muelle
64	35	20650	Muelle	Florencia

Fuente: Unidad de Seguridad Vial y Transporte, LanammeUCR, 2013

En la **Figura 1**, se presenta el esquema, sin escala, de los centros urbanos y carreteras más cercanas al nuevo proyecto, así como los valores del TPD determinados por el MOPT (los valores indicados arriba corresponden al TPD de la



carretera correspondiente al escenario "sin proyecto", mientras que los valores indicados abajo corresponden al TPD de la carretera para la situación "con proyecto").

Para contabilizar de una forma apropiada los resultados de los conteos se calculó el promedio de vehículos por día, despreciando aquellos días en que el conteo fuera notoriamente menor al resto de los días, el primer y el último día del muestreo y los fines de semana.

Finalmente, se realizó el cálculo de capacidad del tramo de carretera a construir, según la metodología para carreteras de dos carriles (TRB, 2010), para obtener una aproximación del valor del TPD de saturación y controlar la posibilidad de que las proyecciones de TPD no sobrepasen este valor.

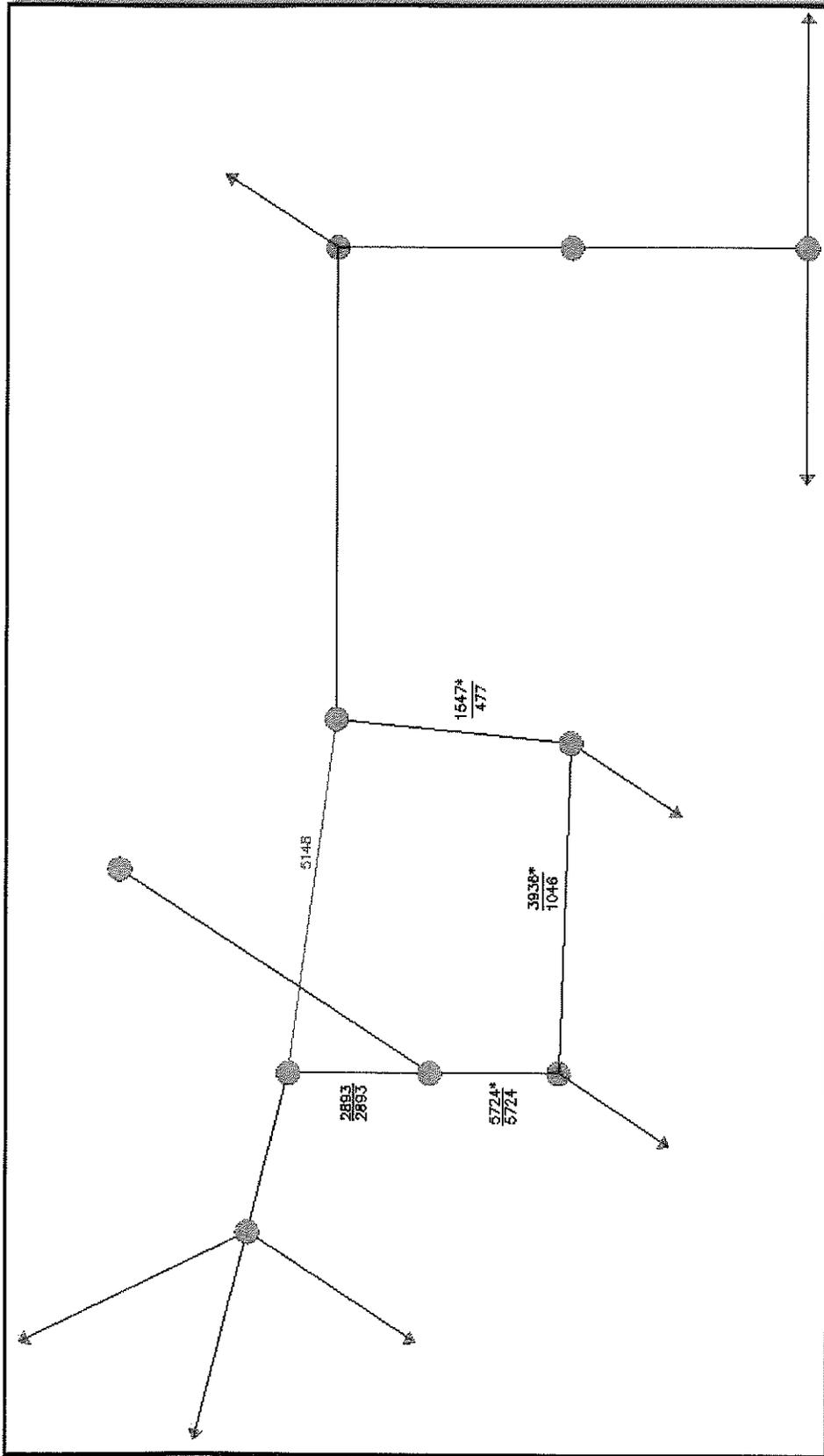


Figura 1: Esquema TPD con proyecto / sin proyecto para el año 2007, según el oficio DP-2007-323.

2 MARCO TEÓRICO

En esta sección se desarrollan los temas que dan fundamento a la metodología de revisión del valor de TPD para el proyecto. Los conceptos enunciados obedecen a las buenas prácticas de la ingeniería recopilados a partir de la investigación realizada y al criterio técnico del equipo de la Unidad de Seguridad Vial y Transporte.

2.1 Capacidad de un tramo de carretera.

La capacidad se define como la cantidad máxima de vehículos que pueden circular por un tramo dado de carretera de determinadas características y durante un periodo específico de tiempo, asumiendo que no hay influencia del tránsito más adelante, dentro del punto de análisis (SIECA, 2010).

El objetivo principal del análisis de capacidad, es estimar el número máximo de vehículos que una carretera puede acomodar con razonable seguridad durante un periodo de tiempo. Si una carretera opera cerca de la capacidad, no puede acomodar más tránsito y su nivel de operación será ineficiente (SIECA, 2010).

El flujo máximo de tránsito de una carretera corresponde a su capacidad, que ocurre cuando se alcanza la densidad crítica que ocasiona que el tránsito también circule a velocidad crítica. Esta situación ocurre durante la hora de máxima demanda (hora pico). La capacidad se expresa en unidades de vehículos equivalentes de pasajeros por hora.

Las carreteras de dos carriles tienen las siguientes condiciones ideales que definen su capacidad (TRB, 2010):

- Flujo ininterrumpido.
- Ancho de carril: 3,60 metros.
- Ancho del espaldón: 1,80 metros.
- Sin vehículos pesados.
- Velocidad de diseño mayor o igual a 90 km/h.
- Sin restricciones a la velocidad de rebase.
- Sin interferencia por el cruce de peatones.
- La distribución del tráfico por dirección es 50%-50%.

La capacidad máxima de una carretera de dos carriles, según el Manual de Capacidad de Carreteras (TRB, 2010), considerando ambos sentidos de circulación y bajo condiciones ideales, es de 3400 vehículos de pasajeros por hora. Sin embargo, la capacidad se puede obtener a partir de las condiciones reales que prevalecen en el sitio de la carretera. Ver Cuadro 2.

$$c = 3400 * f_g * f_{HV} \quad (1)$$

donde:

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T * (E_T - 1) + P_R * (E_R - 1)}; \text{ factor de ajuste por vehículos pesados.}$$

P_T porcentaje de pesados y buses.

P_R porcentaje de vehículos recreativos.

E_T factor de equivalencia de pesados y buses a vehículos de pasajeros.

E_R factor de equivalencia de recreativos a vehículos de pasajeros.

f_g factor de ajuste por pendientes

Una carretera de dos carriles puede generar dos valores de capacidad en función de cómo se obtengan los factores de ajuste para velocidad promedio de viaje (average travel speed, ATS) y el porcentaje de tiempo perdido por seguir a otro vehículo (percent time spend following, PTSF). De ambos valores, debe escogerse el más pequeño para un flujo mayor o igual a 900veh/h.

Cuadro 2: Valores críticos para cálculo de demanda

Dirección	f_g	E_T	E_R
Ascendente	1.00	1.3	1.0
Desendente	1.00	1.1	1.0

Fuente: Roess, et al, 2011.

2.2 Parámetros de flujos de tránsito.

El flujo de tránsito se puede categorizar en dos grandes grupos: macroscópicos, que describen el flujo de tránsito como un todo y los microscópicos, que describen el

comportamiento individual de los vehículos en la corriente de tráfico (Roess, et al, 2011).

Los principales parámetros macroscópicos son: volumen o tasa de flujo, velocidad y densidad, mientras que los parámetros microscópicos incluyen la velocidad individual de cada vehículo, la progresión (headway) y el espaciamiento entre vehículos (Roess, et al, 2011).

En el caso particular del volumen o tasa de flujo, este se define como la cantidad de vehículos que pasan por un punto, carril o sentido de una vía. Comúnmente, se expresan en vehículos o en vehículos por unidad de tiempo (Roess, et al, 2011).

Los volúmenes diarios, como el TPD, se utilizan para documentar las tendencias en el tiempo en cuanto al comportamiento del tráfico en las carreteras y su principal uso se encuentra en la planificación del mejoramiento y construcción de nueva infraestructura vial. Este volumen no considera la distribución por dirección o por carril, dado que son volúmenes totales que consideran todas las variaciones del tráfico durante el día.

La ejecución del diseño detallado y toma de decisiones requiere del conocimiento de los volúmenes horarios de la hora pico del día, separado por sentido de circulación y tipo de vehículo.

En algunas ocasiones, durante la etapa de diseño, el volumen horario de diseño se estima a partir de proyecciones de TPDA (tránsito promedio diario anual), estas proyecciones se obtienen a partir de series históricas y modelos de predicción, como el modelo geométrico y modelos econométricos, dado que el comportamiento de tránsito puede ser más estable en comparación con el volumen horario, obteniéndose una predicción más confiable.

La relación existente entre el TPDA (AATD por sus siglas en inglés) y el volumen horario de diseño (DDHV) se muestra en la ecuación (2):

$$DDHV = AATD * K * D \quad (2)$$

Donde:

K = proporción de tránsito diario (TPD) con respecto al volumen de la hora pico también conocido como factor de hora de máxima demanda (FHMD).

D = proporción de TPD que corresponde al volumen de la hora pico que viaja en la dirección crítica.

En diseño vial, el factor K representa la fracción equivalente al volumen de la 30ava hora pico del año, suponiendo que se disponga de una serie de datos de al menos 365 días continuos de conteo. En carreteras rurales, la 30ava hora pico puede tener valores significativamente más bajos que la peor hora del año, por lo que los picos de volumen no son frecuentes.

El factor D también tiende a ser una variable significativa dado que su valor depende de la distribución por dirección del tránsito, la cual a su vez depende de los cambios en el desarrollo del entorno de la vía. Los valores de DDHV, se pueden transformar a volúmenes equivalentes de diseño a partir de la ecuación (3) (Roess, et al, 2011).

$$v = \frac{V}{FHP * f_g * f_{HV}} \quad (3)$$

donde:

v : es la demanda en vehículos equivalentes de pasajeros.

FHP: es el factor de hora pico.

Los valores de K y D deben ser determinados para cada zona o región y ser monitoreados y actualizados constantemente.

3 RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados obtenidos de la revisión de la estimación del Tránsito Promedio Diario del proyecto "Construcción de la Ruta Bajos de Chilamate-Vuelta de Kooper, Licitación Pública No. 2011LI-000037-32702".

Los resultados del muestreo de tránsito se muestran en el Cuadro 3, y en la Figura 2 se ilustra un diagrama del área de estudio y en la **Figura 3** se ubican dentro del área de estudio los resultados del muestreo:

Cuadro 3: Tránsito promedio diario por sentido por tramo de ruta

Contador	Ruta	Origen (A)	Destino (B)	TPD POR SENTIDO	
				De A a B	De B a A
61	4	San Carlos	Chilamate	2134	2178
65	126	San Carlos	La Virgen	No se utiliza	
66	140	Río Cuarto	Venecia	2328	2403
62	250	Aguas Zarcas	Pital - Muelle	4080	4124
68	250	Pital	Aguas Zarcas	2352	2408
64	4	Aguas Zarcas	Muelle	2162	2167
70	4	Aguas Zarcas	Muelle	2086	2077
63	32	Limón	San José	5872	5951
69	4	Puerto Viejo	Intersección. R32-R4	2941	2887
62	35	Las Tablitas	Muelle	2173	2200
68	4	La Cruz	Muelle	1432	1505
64	35	Muelle	Florescia	2679	2686

Nota : El contador 65 no recolectó datos confiables.

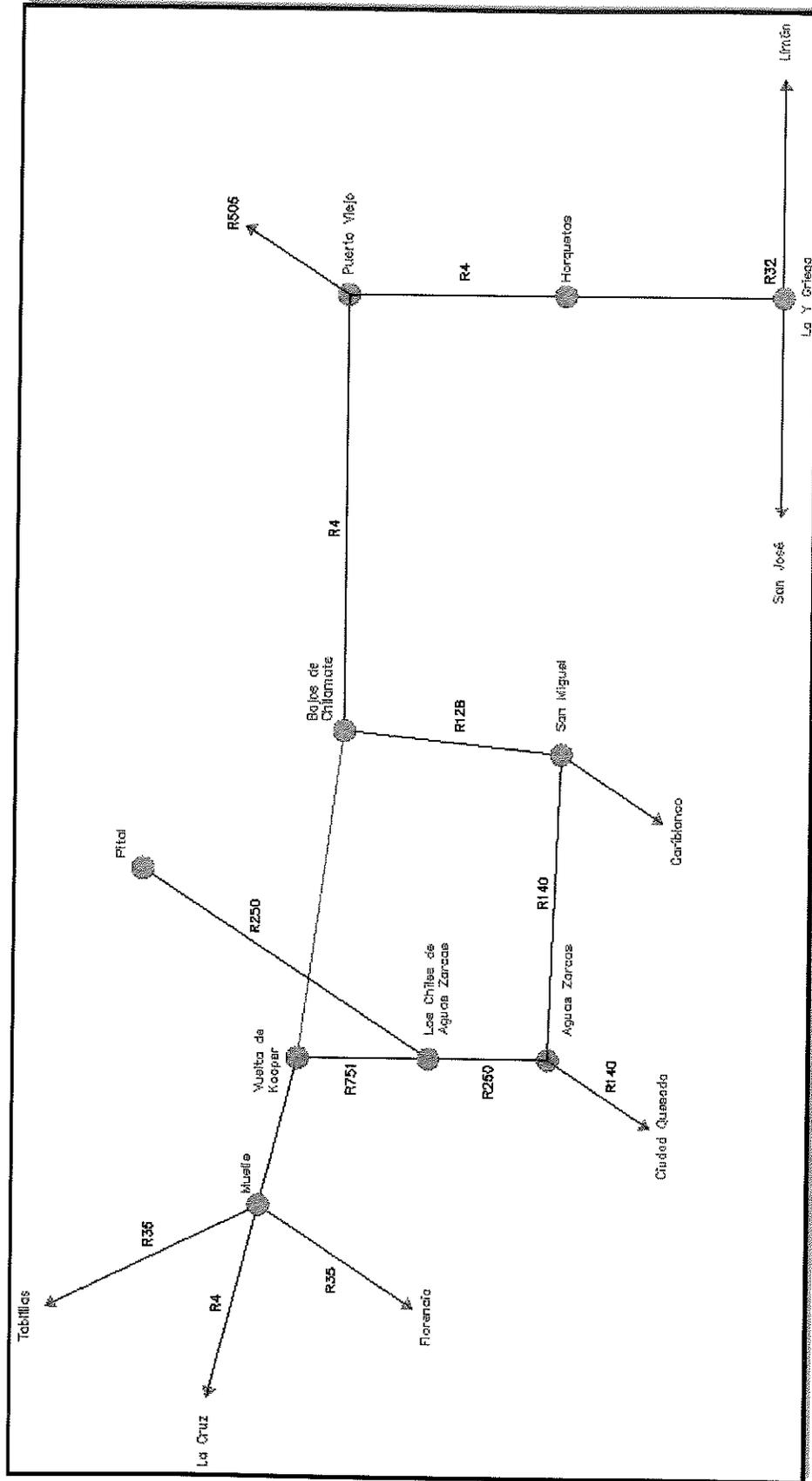


Figura 2: Esquema de la zona de estudio adaptada del oficio DP-2007-323.

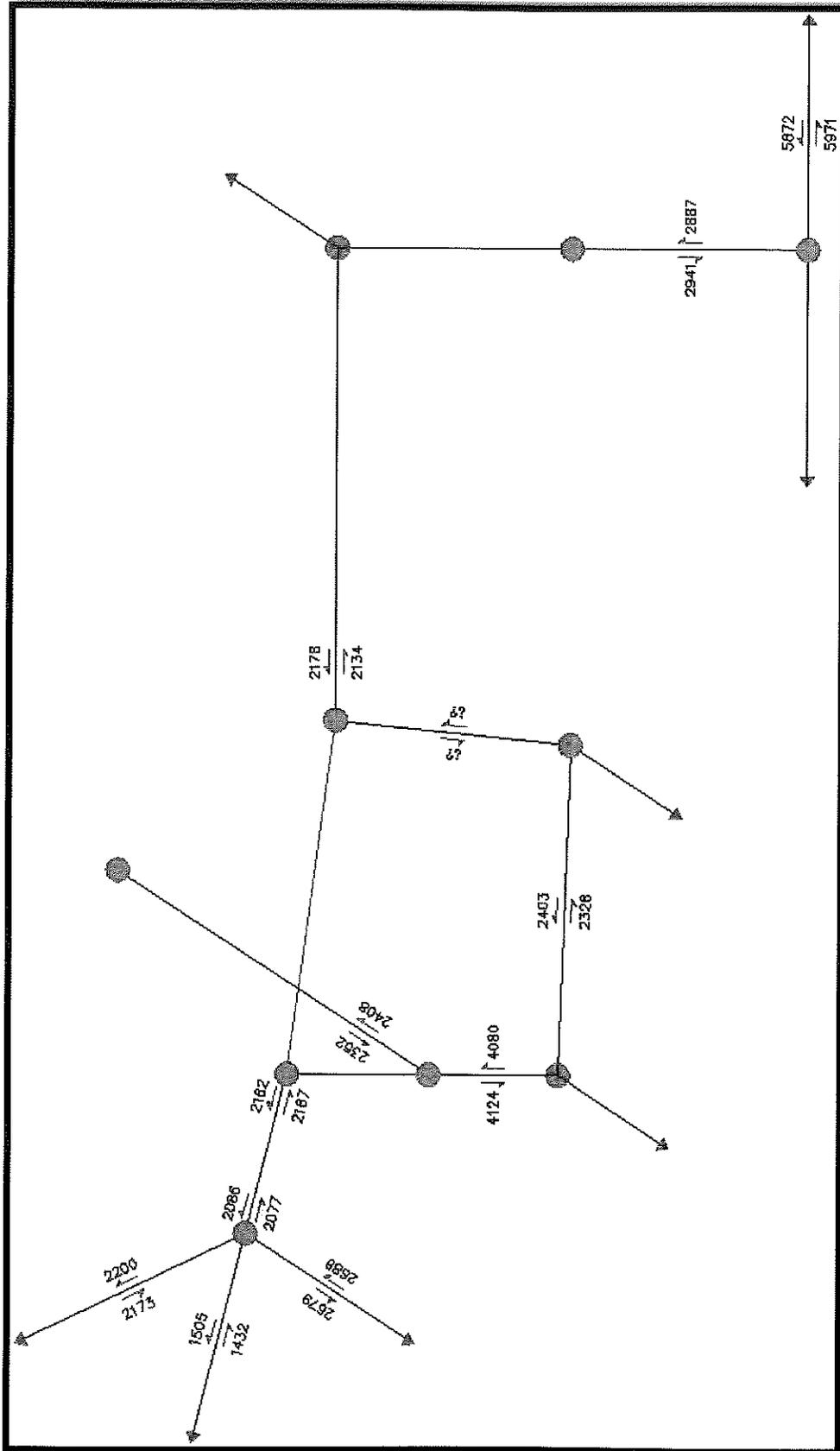


Figura 3: Tránsito promedio diario por sentido por tramo de ruta, según los datos medidos por el LanammeUCR.

No fue posible obtener datos sobre la Ruta 126 entre San Carlos y La Virgen, las condiciones en el sitio sugieren que debería haber un flujo muy similar al de la Ruta 4 entre Puerto Viejo y Chilamate.

En un caso similar, no se realizó un conteo en la Ruta 751 entre Vuelta de Kooper y Los Chiles de Aguas Zarcas, sin embargo, las condiciones en el sitio sugieren que debería haber un flujo muy similar al de la Ruta 4 entre el Muelle y Vuelta de Kooper.

Para poder compararlos se deben tomar en cuenta la siguiente consideración: el flujo vehicular determinado por el MOPT tuvo que ser proyectado geoméricamente al 2013, dado que no se cuenta con suficiente información para aplicar otras metodologías, con una tasa de crecimiento del 5%, según lo establecido por la Dirección de Planificación Sectorial del MOPT para este proyecto. En el **Cuadro 4**, se resumen los resultados en el año base (2013) y los valores dados por el MOPT en 2007, para cada una de las rutas dentro del área en estudio.

Cuadro 4: Comparación de flujos vehiculares estimados por LanammeUCR y el MOPT para la condición sin proyecto.

Ruta	MOPT	MOPT	LanammeUCR
	2007	2013 (*)	2013
Ruta 751	2893	3877	4329
Ruta 250	5724	7671	8204
Ruta 140	3936	5275	4731
Ruta 126	1547	2073	4312

Nota: (*) El valor del año 2013 es un valor proyectado con una tasa del 5% y por el modelo geométrico.

Comparando las columnas "Lanamme 2013" y "MOPT 2013" se obtienen los siguientes porcentajes de diferencia:

- Ruta 751: 11,66%
- Ruta 250: 6,95%
- Ruta 140: 10,31%
- Ruta 126: 107,99%

El porcentaje de diferencia en la Ruta 126 es significativamente alto, el cual representa unos 2239 vehículos de diferencia entre ambos conteos. Esta diferencia puede atribuirse a que se está usando un conteo que no fue medido directamente de dicha ruta, sino que se tomó en la sección de control No. 40460 (Puerto Viejo de Sarapiquí -Bajos de Chilamate) de la Ruta 4 y se supuso un comportamiento similar en ese tramo. Este comportamiento se puede verificar en el Anuario de Tránsito de la Dirección de Planificación sectorial del MOPT (MOPT, 2012).

El diferencial asociado a la tasa de crecimiento del 5% es de 19,94%, lo que significa que el MOPT calcula un total de 3768 vehículos menos de los que contó LanammeUCR en el 2013 para los tramos analizados.

3.1 SITUACIÓN CON PROYECTO PROYECCIÓN A 12 AÑOS, AÑO 2025.

ESCENARIO 1: RESULTADOS MOPT

En el oficio DP-2007-323 se indica que el TPD de la carretera Chilamate – Vuelta de Kooper sería de 3960 vehículos por día en el 2007, y que con la construcción del proyecto ese volumen aumentaría en un 30%, alcanzando los 5148 vehículos por día en el año 2007. Estos valores, proyectados al 2013 con una tasa de crecimiento del 5% por medio de un modelo geométrico, se convierten en 5307 para la condición base y 6899 vehículos por día para la condición con proyecto. Ver cuadro Cuadro 5.

Posteriormente, estos valores vuelven a proyectarse para obtener el TPD del año 2025, ya que el periodo de diseño del proyecto es de 12 años, como se muestra en el Cuadro 5. La distribución por tipo de vehículo para este escenario se muestra en el

Cuadro 6, según los porcentajes del oficio DP-2007-323.

Cuadro 5: Escenario 1, con resultados del MOPT

Año	Sin Proyecto		Con Proyecto	
	2013	2025	2013	2025
TPD	5307	9530	6899	12389

Cuadro 6: Distribución por tipo de vehículo del TPD para el Escenario 1

	Autos	Buses	Carga Liviana	2 Ejes	3 Ejes	5 Ejes	Total
Porcentaje	38.58%	4.18%	18.95%	11.46%	4.72%	22.10%	100.00%
TPD	4780	518	2348	1420	585	2738	12389

ESCENARIO 2: RESULTADOS LANAMME UCR

La evaluación de los resultados del TPD para la condición sin proyecto entre Chilamate y Vuelta de Kooper se realizó a partir un muestreo de tránsito, debido a que no se cuenta con las entrevistas realizadas por el MOPT, mencionadas en el oficio DP-2007-323.

A raíz de esta situación, se decidió determinar el TPD del nuevo tramo como la suma de los vehículos que viajan al oeste desde Chilamate (sección de control 40460) y los que viajan al este desde Vuelta de Kooper (sección de control 21560), que corresponden a 2178 y 2167 vehículos por día respectivamente, ambos valores tomados de las mediciones del LanammeUCR en el año 2013.

La evaluación del TPD bajo esta condición se realizó para conformar un escenario bajo la hipótesis de que los usuarios potenciales del tramo en construcción de la Ruta 4, serán solamente aquellos con origen y destino entre Chilamate y Vuelta de Kooper y otras localidades más alejadas a las que se comunica por medio de la Ruta 4.

En este escenario se trata de no tomar en consideración el efecto de los viajes con origen y destino en Ciudad Quesada, Pital, Aguas Zarcas, San Miguel y Cariblanco (Ver Figura 2), que eventualmente podrían utilizar tramo en construcción y consecuentemente tener un impacto en el TPD, esto con el objetivo de valorar el efecto de generación de viajes de estas zonas.

En el Cuadro 7, se muestran los resultados de las proyecciones de TPD realizadas para este escenario y en el Cuadro 8 se muestra la distribución por tipo de vehículo según los porcentajes del oficio DP-2007-323.

Cuadro 7: Escenario 2, con resultados del LanammeUCR.

Condición	Sin Proyecto		Con Proyecto	
Año	2013	2025	2013	2025
TPD	4345	7803	5649	10144

Cuadro 8: Distribución por tipo de vehículo del TPD para el Escenario 2

	Autos	Buses	Carga Liviana	2 Ejes	3 Ejes	5 Ejes	Total
Porcentaje	38.58%	4.18%	18.95%	11.46%	4.72%	22.10%	100.00%
TPD	3914	424	1922	1163	479	2242	10144

ESCENARIO 3: RESULTADOS LANAMMEUCR CON PROCEDIMIENTO DEL MOPT

El procedimiento esquematizado en el oficio **DP-2007-323**, indica que el 30% de tránsito atraído por el proyecto proviene de las Rutas 140 y 126, por lo que en este escenario se trató de reproducir ese supuesto, es decir, tomando el 69,2% de la Ruta 126 y el 73,4% de la Ruta 140 para determinar el TPD que transitaría por la carretera Chilamate – Vuelta de Kooper. De forma similar a los escenarios anteriores, se proyectaron esos valores al año 2025, en el Cuadro 9 se muestran los resultados de las proyecciones y el **Cuadro 10** la distribución por tipo de vehículo según los porcentajes del oficio DP-2007-323.

Cuadro 9: Escenario 3, con resultados de TPD con los conteos del LanammeUCR con procedimiento del MOPT

Condición	Sin Proyecto		Con Proyecto	
Año	2013	2025	2013	2025
TPD	6456	11594	8393	15073

Cuadro 10: Distribución por tipo de vehículo del TPD para el Escenario 3.

	Autos	Buses	Carga liviana	2 Ejes	3 Ejes	5 Ejes	Total
Porcentaje	38.58%	4.18%	18.95%	11.46%	4.72%	22.10%	100.00%
TPD	5815	630	2856	1727	711	3331	15073

3.2 ESTIMACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LA VÍA

La metodología de cálculo de capacidad para carreteras de dos carriles dio como resultado un valor de 2720 vehículos equivalentes, considerando el valor FHMD y obtenido a partir de los recuentos en las estación 61 mostrada en el Cuadro 1: Ubicación de las estaciones de aforo.

En el Cuadro 11, se muestran los resultados del cálculo capacidad luego de aplicar la ecuación (1), que dio como resultado un valor de 2890 vehículos equivalentes de pasajeros por hora (pcph) considerando ambas direcciones de circulación. Este valor de capacidad convertido a TPD de saturación por medio de la ecuación (2), da como resultado 23828 vehículos por día.

Cuadro 11: Resultados del cálculo de capacidad.

Parámetro	Valor	Observaciones
Capacidad Ideal	3400	pcph (2 direcciones)
%Camiones	57%	Según oficio DP-2007-323
%Buses	4%	
%Livianos	39%	
fg (ATS)	1	Ver TRB, 2010
ET	1.3	
fhv (ATS)	0.85	Factor de ajuste por pesados
Capacidad calculada C	2890	Ecuación (1)
FHP	0.97	Estación No. 61
K (FHMD)	0.1	
D	0.50	
V	2383	Ecuación (3)
TPD (saturación)	23828	vpd

3.3 COMPARACIÓN DE LOS ESCENARIOS.

En el Cuadro 12 se resumen para fines comparativos los resultados de TPD al final del periodo de diseño de 12 años para las condiciones "con proyecto" y "sin proyecto".

En el escenario 2 se obtuvo como resultado un valor de TPD de 5649 para el año 2013 y de 10144 para el año 2025, para la condición "con proyecto", los cuales son menores en un 18% a los resultados obtenidos en el escenario 1. Esta situación permite suponer que los valores del oficio DP-2007-323, podrían ser suficientes para contemplar la posibilidad de que ocurra el fenómeno de atracción de viajes de otras zonas hacia el tramo en construcción.

Por otro lado, en el escenario 3 se obtuvo un TPD de 8393 para el año 2013 y 15073 para el año 2025 en la condición con proyecto. Al comparar estos valores con el escenario 1, se

obtiene un porcentaje de diferencia del 22% por debajo de la estimación que realizarían los datos del MOPT.

Es importante recordar que el escenario 3, emula el procedimiento utilizado por el MOPT donde el volumen de tránsito atraído se toma de las Rutas 140 y 126, pero con los flujos medidos en el muestreo realizado por LanammeUCR en el 2013, de ahí que se obtenga un mayor valor de TPD.

La comparación de los valores de TPD calculados para cada escenario se mantienen por debajo del valor del TPD de saturación obtenido a partir de la capacidad calculada para este tramo de carretera mostrado en el Cuadro 11 de la sección 3.2, por lo que los supuestos empleados no provocan una sobrestimación del tránsito proyectado.

Cuadro 12: Comparación entre los escenarios

Escenario	Sin Proyecto		Con Proyecto	
	2013	2025	2013	2025
1	5307	9530	6899	12389
2	4345	7803	5649	10144
3	6456	11594	8393	15073



4 CONCLUSIONES

Una vez realizada la información aportada sobre la estimación del TPD del proyecto "Construcción de la Ruta Bajos de Chilamate-Vuelta de Kooper. Licitación Pública No. 2011LI-000037-32702", se concluye lo siguiente:

La estimación de la demanda de tránsito del proyecto (TPD en este caso) indicada en el oficio **DP-2007-323**, se basó en información recolectada a partir de encuestas y de la valoración del tiempo de viaje. Sin embargo, el oficio no es específico en cuanto a la definición del modelo y supuestos utilizados para reproducir los resultados. Esta situación limita la posibilidad de realizar una actualización o validación de los resultados.

El oficio **DP-2007-323** recomienda el uso de un 30% de incremento por tráfico atraído dado que es un valor típico para este tipo de proyectos (sin especificar el tipo). Este valor se aplica de forma global al TPD del año base en la condición "sin proyecto" para posteriormente, proyectar el TPD para la condición "con proyecto" sin hacer salvedad sobre el efecto que podría tener un posible incremento en la cantidad de vehículos de carga pesada fue considerado en la estimación de la demanda, dado que la sección de carretera a construir pertenece al "Corredor Atlántico" de la Red Internacional de Carreteras Mesoamericanas (RICAM), que tiene como objetivo unir la ciudad de Coatzacoalcos en México con de Bocas del Toro en Panamá, para favorecer el intercambio comercial de la región.

La comparación de los valores de TPD proyectados en los tres escenarios planteados permite concluir que estos se encuentran por debajo del TPD de saturación de la vía, obtenido a partir de la capacidad una carretera de dos carriles. Sin embargo, es importante recordar la capacidad tiene una relación inversa al porcentaje de vehículos pesados, por lo que una valoración deficiente del tránsito pesado atraído al proyecto, tanto nacional como internacional, podría afectar prematuramente el nivel de servicio de la carretera.

Los resultados obtenidos de la revisión de la proyección del TPD del proyecto, realizada a partir de los conteos realizados en campo y la metodología indicada en este informe, se encuentran un 22% (2683 vehículos por día) por encima de valor declarado en el oficio **DP-2007-323**.

Informe LM-PI-USVT-002-14	Fecha de emisión: 22 enero de 2014	Página 24 de 31
---------------------------	------------------------------------	-----------------



5 RECOMENDACIONES

Es indispensable que la Administración, por medio del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, defina los lineamientos para la estimación de la demanda de tránsito de los proyectos de construcción de carreteras de la Red Vial Nacional, y que estos sean incluidos dentro de los procesos de contratación como parte de los estudios a realizar.

Los lineamientos deben considerar las particularidades de cada proyecto desde la fase de planificación a nivel de red hasta la fase de diseño y unificar criterios en cuanto a la confiabilidad de la estimación de la demanda, tomado en consideración que a partir de este parámetro, se realiza la evaluación de la factibilidad de los proyectos viales y se definen otras características del proyecto.

Del igual forma, se recomienda que el MOPT dote a la Dirección de Planificación Sectorial con herramientas que permitan modelar la demanda de proyectos, a partir de una base de datos de los parámetros de tránsito de las vías.

La estimación del TPD de este proyecto debe también verificarse por medio de métodos econométricos, como por ejemplo los basados en el producto interno bruto (PIB), dado que no se dispone de series históricas para realizar una estimación más precisa.



REFERENCIAS

MOPT, (2012). Anuario de Datos de Tránsito. Dirección de Planificación Sectorial.

Roess, R. Prassas, E. McShane, W. (2011). Traffic Engineering. 4th Edition, Editorial Pearson

SIECA, (2011). Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras. 3ra. Edición.

Transportation Research Board (TRB), (2010). Highway Capacity Manual 2010. Washington D.C. Editorial The National Academy of Science.



ANEXO

Se adjunta disco compacto con los conteo



Copia del oficio DP-2007-323

FRONTO: PHONE NO. : 2578098 JUN 13 2007 04:22PM P1

DIRECCION DE PLANIFICACION SECTORIAL
Tel: 258-20-37, Fax: 2098-7730 Fax: 257-80-98
Correo electrónico: Dirplan@picosa.cr

12 de junio del 2007 **DP-2007-323**

Ingeniero
Victor Zanora Ureña
Empresa CACISA
Fax: 244-13-85

RECIBIDO POR: Herrera
Fecha: 12.06.07
3:28pm

Estimado señor:

Mé refiero a su consulta telefónica en relación con la asignación del tránsito para el proyecto de carretera Vuelta Kopper-Bajas de Chitamate.

Al respecto le indico que para tal efecto, se realizó una revisión a los cálculos iniciales de lo cual se concluye:

Tomando como variable de referencia el tiempo de viaje entre diferentes orígenes y destinos de una red esquemática y considerando información de 3588 entrevistas, se determina que el tránsito promedio diario (TPD) que utilizará el nuevo proyecto será de 3960 vehículos diarios en el 2007, esto en lo que a tránsito normal se refiere. Por otra parte, se debe considerar el tránsito que se generará eventualmente al entrar a operar la vía, dado el crecimiento en la producción y el turismo que está experimentando su zona de influencia. Es importante señalar, que no obstante, ser difícil la estimación de un potencial incremento, se recomienda a su empresa, añadir al tránsito antes citado, una cifra conservadora de 30% por concepto de tránsito generado, que es lo que normalmente se acostumbra en este tipo de proyectos. Esto implica que el tránsito ascendería a 5148 vehículos diarios en el 2007. La clasificación vehicular sería la siguiente:

Años	Buses	Carga Liviana	AV	CV	OV
2007	478	1898	1586	472	2370

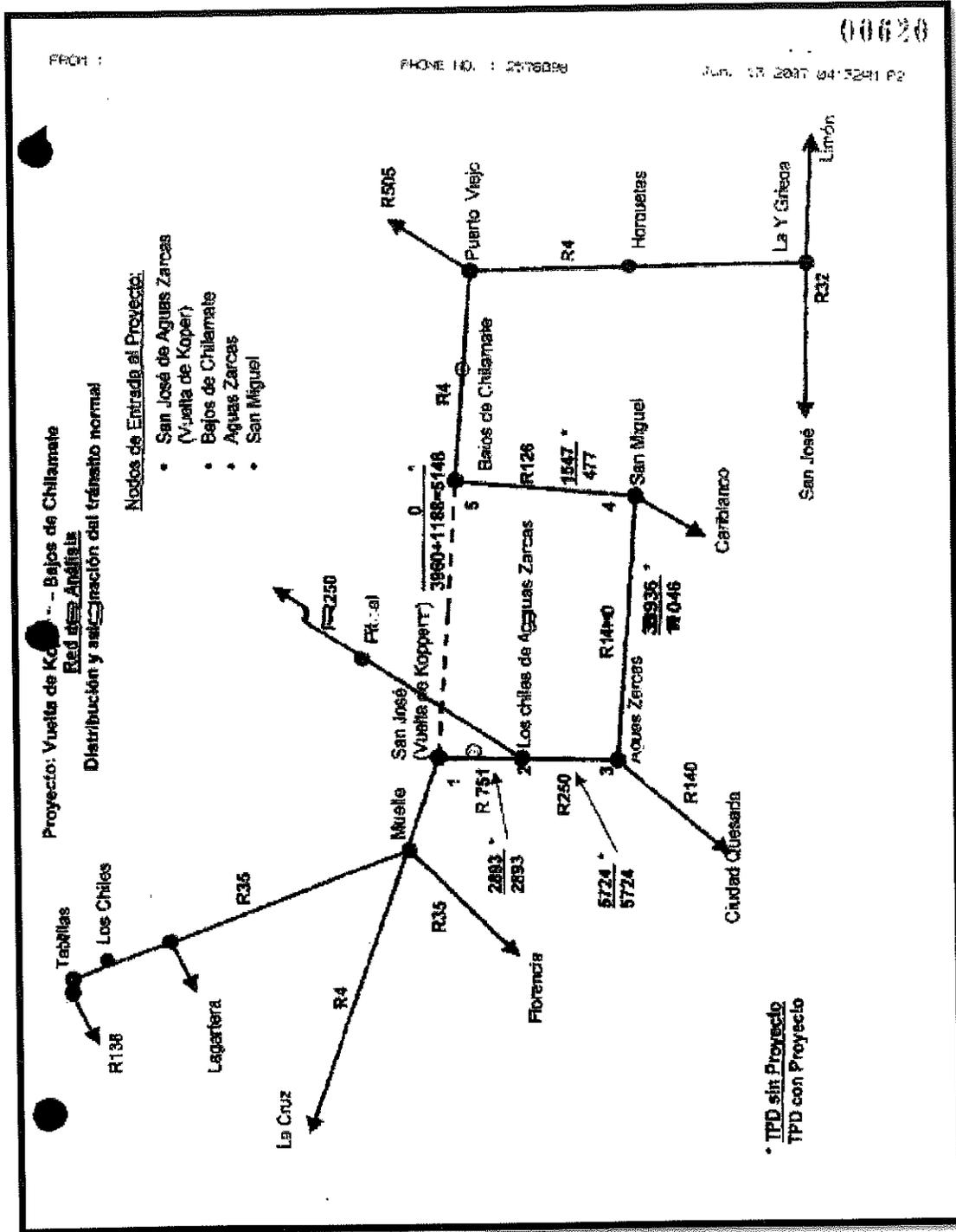
En hojas adjuntas se muestra la red esquemática de análisis, con los tránsitos sin y con proyecto; además de las estaciones de recuento de tránsito en la zona aledaña, con sus respectivas tasas de crecimiento.

Finalmente, le solicito sustituir el Oficio DP-2007-313 del 03 de junio pasado con la presente nota.

Suscribe atentamente,
Lidia Anna Alfaro Quintero
Lidia Anna Alfaro Quintero
DIRECTORA
Cc:

DIRECCION DE PLANIFICACION SECTORIAL

Ing. Carlos Acosta Monge, Unidad Ejecutiva Costanera Sur, MOPJ
Licda. Sayra Dávila Sáiz, Jefa Modelos de Transporte, Planificación Sectorial, MOPJ.
Sr. José Manuel Hernández Monge, Unidad de Análisis Logístico, Planificación Sectorial, MOPJ.
Archivo-copiado



FROM : PHONE NO. : 2572036 00019
Jun 13 2007 04:33:49 PM

Tránsito Promedio Diario (TPD) de estaciones de recolección cercanas al Proyecto Bajos de Chiriquí-Vuelta Kooper
Año 2006

Número Ruta	Número estación	Ubicación	TPD 2006	Porcentaje					% Aumento		
				Axeos	Carga Liv (Ejes)	2 Ejes	3 Ejes	5 Ejes		Total	
4	182	PUERTO NEGRO - CHIRIQUÍ	2814	41.33	31.9	4.8	12.45	3.5	6.02	100	5
4	181	VUELTA KOOPER - RIVELLE	2080	37.1	33.18	4.3	14.6	5.96	7.87	100	5
128	784	BALOS DE CHIRIQUÍ - SAN MIGUEL	2845	64.37	22.83	2.7	8.22	3.91	6.97	100	5
140	250	AGUAS ZARCAS - SAN RAFAEL	3915	53.89	26.44	1.9	10.34	2.88	4.88	100	5
146	536	CERRO DE BOSA - AGUAS ZARCAS	5745	49.79	34.36	3.81	9.16	1.85	1.33	100	5
269	277	AGUAS ZARCAS - LOS CHILES	4814	48.5	27.6	2.24	11.96	5.12	4.59	100	5

Fuente: Oficina de Apoyo Logístico, Planificación Sectorial, MOPT, mayo 2007