

CAPÍTULO II

SITUACIÓN ACTUAL Y SIN PROYECTO

2.1 Localización geográfica

El estado de Nayarit se localiza en la parte poniente de la República Mexicana, limita al norte con los estados de Durango y Sinaloa, al oriente con Zacatecas y Jalisco, al sur con Jalisco y al poniente con el Océano Pacífico. La capital del Estado es la Ciudad de Tepic, en la cual está ubicado el libramiento poniente de la ciudad.

Este libramiento es la única vía para el tránsito pesado en la ruta México-Nogales. Además, capta el tránsito que proviene de los estados localizados al sur de Nayarit (Jalisco, Colima, Michoacán, etc.), que tienen como origen o destino a los estados ubicados al Norte (Sinaloa, Sonora, Baja California, Baja California Sur y los Estados Unidos de Norteamérica). En la Figura No. 2.1 se ilustra lo anterior.



Figura 2.1 Localización del Estado de Nayarit

2.2 Oferta

El libramiento actual de la ciudad de Tepic se localiza al sur de la mancha urbana, tiene una longitud de 12.126 Km y no cuenta con acotamientos (ver figura No. 2.2). Tiene un ancho de corona de 7 metros, una pendiente máxima de 5 por ciento y una altitud promedio del terreno de 945 metros sobre el nivel del mar (msnm).

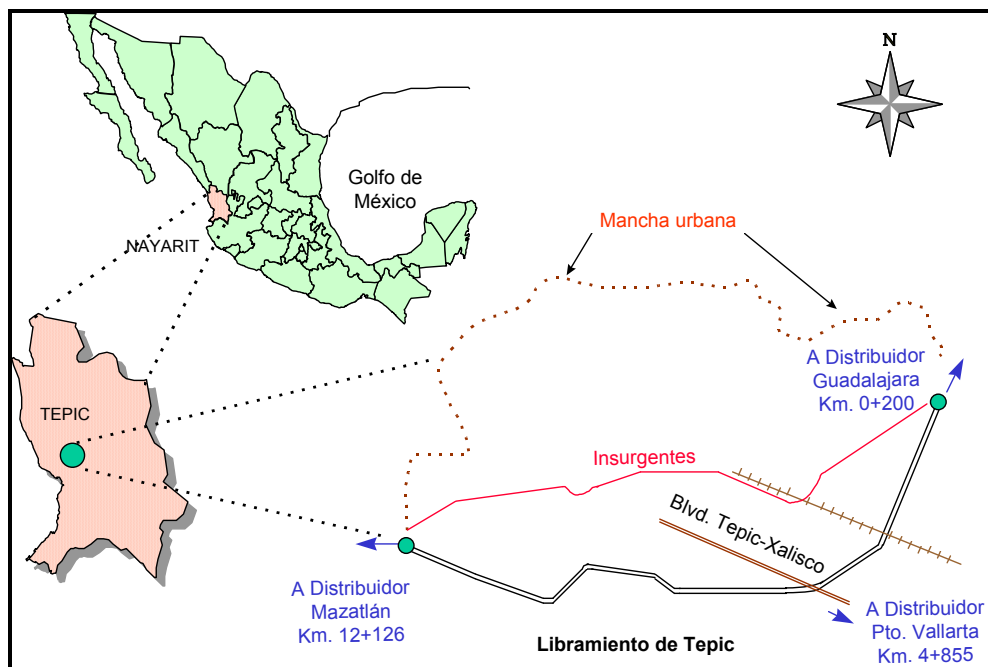


Figura 2.2 Localización del libramiento actual

De acuerdo con la visita de campo que realizó el equipo de evaluación y en base al manual del estado superficial de carreteras de la SCT, se estimó que el libramiento tiene un índice internacional de rugosidad (IIR)⁸ promedio de 3.5, el cual se considera como bueno. Es importante mencionar que recientemente se mejoró la superficie de rodamiento, a la cual frecuentemente se le da mantenimiento. En el estudio de campo también se observó que la señalización es adecuada, sin embargo, la pintura de ésta no se encuentra en buenas condiciones, al igual que la de la línea divisoria y las laterales.

8 Este se mide en metros/km. y varía entre 2 (condiciones excelentes) y 12 (condiciones muy pobres) en un camino pavimentado.

a) Red Vial Relevante

La red vial relevante se define como el conjunto de vías que se verán afectadas por el proyecto, ya sea en sus flujos vehiculares y/o CGV. Tal como se puede observar en la figura No. 2.3, el libramiento actual tiene una longitud de 12.126 Km y tiene como función evitar que el tránsito que proviene de Guadalajara o Mazatlán (u otros estados más lejanos) circule a través de la zona urbana de Tepic. Asimismo, en la misma figura se observa que la Av. Insurgentes (también conocida como carretera No. 15) podría ser una aparente ruta alternativa para el libramiento, sin embargo tiene aproximadamente 13 semáforos, lo cual eleva considerablemente el CGV por circular en esta vía, versus circular por el libramiento⁹. Además, cabe señalar que los camiones de carga tienen prohibido circular por la Av. Insurgentes. Por lo anterior, se concluye que el libramiento actual no tiene rutas alternativas.

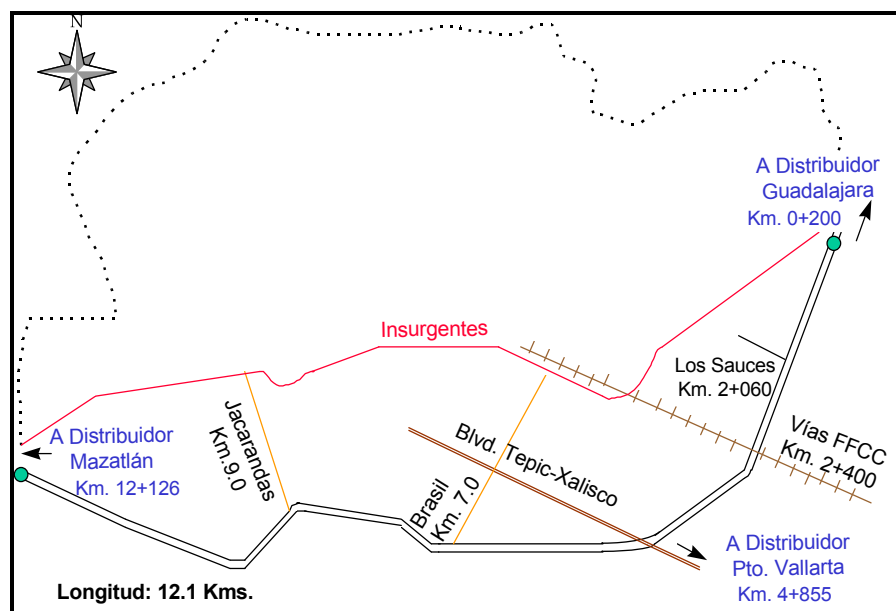


Figura 2.3 Libramiento actual (red vial relevante).

Así, la red vial relevante para este proyecto sería el libramiento carretero actual, considerando como punto inicial el Km 0+200 (lugar donde se ubica el distribuidor a Guadalajara) y como punto final el Km 12+126 (lugar donde se ubica el distribuidor a Mazatlán).

9 El equipo de evaluación recorrió en automóvil la longitud total de la Av. Insurgentes y del libramiento, en un tiempo de 26 y 16 minutos respectivamente (alrededor de las 14 horas, horario que se considera como de demanda alta).

b) Entronques de vialidades con el libramiento actual

Con el paso de los años, algunos tramos del libramiento actual se han convertido en vialidades urbanas debido a que los vehículos de la ciudad se incorporan o desincorporan al libramiento en distintos puntos. Así, los vehículos que componen el tránsito urbano utilizan esta vía para el transporte o distribución de insumos para la construcción, de productos agropecuarios e industriales, o bien, como ruta para transportarse a lugares de trabajo, educación, recreación, etc. Lo anterior, ha ocasionado que los ciudadanos de Tepic también identifiquen al libramiento como un “periférico”.

A lo largo de la longitud del libramiento actual, se encuentran alrededor de 70 calles o puntos que intersectan con éste. En ellos, los vehículos que circulan por el libramiento pueden desincorporarse de esta vía, o bien, los vehículos que provienen de la ciudad pueden incorporarse al libramiento. Sin embargo, la mayoría de estas intersecciones tienen poco uso, ya que no se encuentran totalmente pavimentadas, son de uso local o no tienen comunicación directa con las avenidas importantes de la ciudad. Así, las calles o avenidas que por su tamaño y ubicación incorporan o desincorporan una cantidad importante de vehículos al libramiento, son las que se muestran en el cuadro No. 2.1.

Cuadro 2.1 Principales vialidades de la ciudad, que intersectan con el libramiento actual.

Nombre de la vialidad	Ubicación
Calle Fraccionamiento Los Sauces	Km 2+060
Blvd. Tepic - Xalisco o Distribuidor a Pto. Vallarta	Km 4+855
Calles Brasil y Reforma	Km 7+000
Av. Jacarandas	Km 9+000

Fuente: Elaboración propia

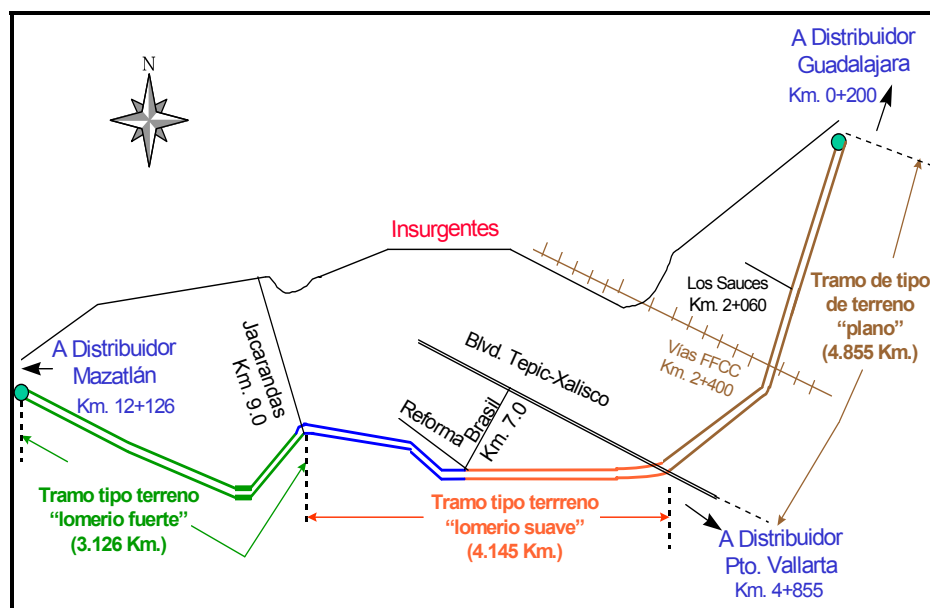
c) Aspectos físicos (Tipos de terreno del libramiento actual)

Según la SCT, el libramiento actual está construido sobre tres tipos de terreno: plano, lomerío suave y lomerío fuerte. En el cuadro No. 2.2 y en la figura No. 2.4 se muestra la localización y longitudes de cada uno de estos tipos de superficies.

Cuadro 2.2 Tipos de terreno del libramiento actual

No. tramo	Tipo de terreno	Nombre del tramo (inicio - término)	Longitud (Km)
1	plano	Entronque distribuidor Guadalajara - Entronque distribuidor P. Vallarta	4.855
2	lomerío suave	Entronque distribuidor P. Vallarta - Avenida Jacarandas	4.145
3	lomerío fuerte	Avenida Jacarandas - Entronque a Mazatlán	3.126
Total	----	Entronque GDL - Entronque Mazatlán	12.126

Fuente: Elaboración propia


Figura 2.4 Tipos de terreno del libramiento actual

2.3 Demanda

La demanda de una carretera está determinada por el flujo de los diferentes tipos de vehículos que circulan por ella, la cual está representada por el Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA). De acuerdo con datos de la SCT, el TDPA actual en los extremos del libramiento (contabilizado en los entronques de Guadalajara (Km 0+200) y Mazatlán (Km 12+126)) es de aproximadamente 10,000 vehículos.

Debido a que el TDPA de la SCT no considera el tránsito urbano que se incorpora o desincorpora del libramiento, el equipo de evaluación determinó conveniente realizar conteos o aforos vehiculares en distintos puntos del libramiento. Lo anterior, para obtener el comportamiento del TDPA a lo largo de toda esta vía¹⁰.

2.4 Interacción entre la oferta y la demanda

a) Tramificación

De acuerdo con las técnicas de evaluación socioeconómica, en proyectos como éste es conveniente aplicar el principio de separabilidad de proyectos, que implica tramificar el libramiento de acuerdo con el flujo vehicular que circula entre los diferentes entronques que tiene. Como se mencionó anteriormente, existen cinco vialidades importantes en la ciudad que intersectan con el libramiento, lo que origina que existan tramos con diferentes flujos vehiculares durante el día, a los que se agregan los vehículos de largo itinerario (tránsito interurbano) que circulan por el libramiento. De esta manera, considerando lo anterior y las diferentes características geométricas y físicas de la carretera, se establecieron 5 tramos del libramiento actual, los cuales se muestran en el cuadro No. 2.3.

Cuadro 2.3 Tramificación del libramiento actual por oferta y demanda

No. tramo	Nombre del tramo (inicio - término)	Longitud (Km)	Tipo de terreno
1A	Entronque a Guadalajara - Fracc. Los Sauces	2.060	plano
1B	Fracc. Los Sauces - Entronque distribuidor P. Vallarta	2.795	plano
2	Entronque distribuidor P. Vallarta - Calles de Brasil y Reforma	2.145	lomerío suave
3	Calles de Brasil y Reforma - Avenida Jacarandas	2.0	lomerío suave
4	Avenida Jacarandas - Entronque a Mazatlán	3.126	lomerío fuerte

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, en la figura No. 2.5 se muestran los cinco tramos en los que se separó el libramiento actual.

10 Posteriormente en este mismo capítulo se profundizan todos los datos de la demanda (composición vehicular, periodización, TDPA, tasa de ocupación, etc.)

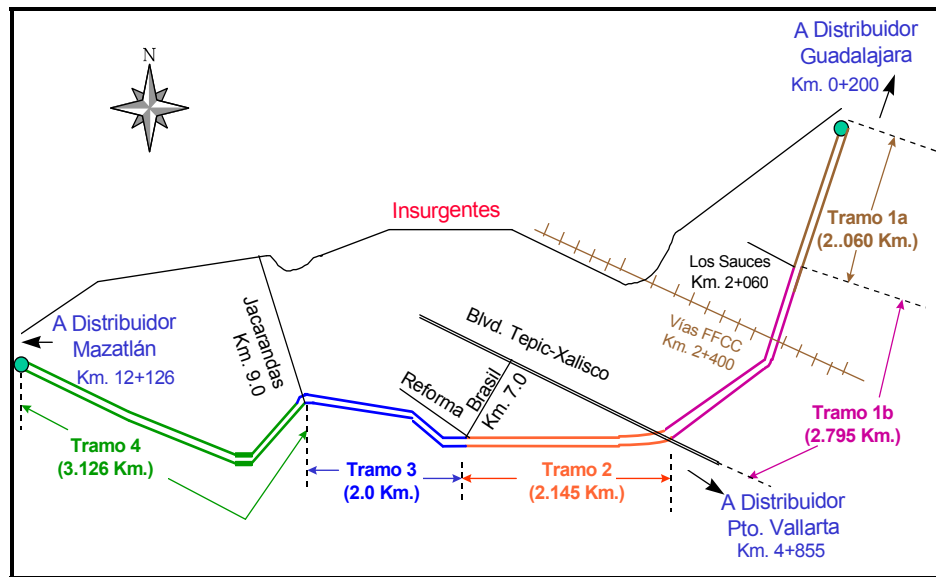


Figura 2.5 Tramificación del libramiento actual por oferta y demanda

b) Características geométricas del libramiento actual (para cada tramo)

En los cuadros No. 2.4 y 2.5 se muestran las principales características geométricas del libramiento actual (para cada uno de los tramos señalados en el inciso anterior) para el sentido poniente-oriente y oriente-poniente respectivamente.

Cuadro 2.4 Características geométricas (situación S/P) sentido poniente (oriente-poniente)

Concepto	Tramo				
	1a	1b	2	3	4
Longitud (Km)	2.06	2.795	2.145	2.00	3.126
Indice Internac. Rugosidad (m/km.)	3.0	3.0	3.5	3.0	3.0
Pendiente media ascendente (%)	1.30	0.99	2.74	3.02	2.40
Pendiente media descendente (%)	1.57	4.00	1.79	1.54	4.57
Proporción de viaje ascendente (%)	65.0	90.0	72.0	60.0	40.0
Curvatura horizontal promedio	50.0	357.1	50.0	394.7	358.6
Altitud del terreno (m.)	905.0	922.0	940.0	970.0	990.0

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a datos proporcionados por SCT

Cuadro 2.5 Características geométricas (situación S/P) sentido oriente (poniente-oriente).

Concepto	Tramo				
	1a	1b	2	3	4
Longitud (Km)	2.06	2.795	2.145	2.00	3.126
Indice Internac. Rugosidad (m/km.)	3.0	3.0	3.5	3.0	3.0
Pendiente media ascendente (%)	1.57	4.00	1.79	1.54	4.57
Pendiente media descendente (%)	1.30	0.99	2.74	3.02	2.40
Proporción de viaje ascendente (%)	35.0	10.0	28.0	40.0	60.0
Curvatura horizontal promedio	50.0	357.1	50.0	394.7	358.6
Altitud del terreno (m.)	905.0	922.0	940.0	970.0	990.0

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a datos proporcionados por SCT

c) Conteos vehiculares (demanda)

El equipo de evaluación completó dos aforos de 24 horas en seis días. El primero durante los días 25, 26 y 27 de febrero de 1997 (antes del inicio de la feria de Tepic) y el segundo los días 4, 5 y 6 de marzo (durante la feria). Los puntos donde se realizó el aforo vehicular son los que se muestran en el cuadro No. 2.6.

Cuadro 2.6 Puntos de aforo vehicular

No.	Nombre del punto de aforo	Ubicación (Km)
1	Entronque a distribuidor Guadalajara	0+200
2	Calle Fraccionamiento Los Sauces	2+060
3	Blvd. Tepic - Xalisco o Distribuidor a P. Vallarta	4+855
4	Calles Brasil y Reforma	7+000
5	Av. Jacarandas	9+000
6	Entronque a distribuidor Mazatlán	12+126

Fuente: Elaboración propia

En la figura No. 2.6 se muestra un croquis para los puntos de aforo 1 y 2, en las figuras No. 2.7 y 2.8 para los puntos de aforo 3 y 4 respectivamente, y en la figura No. 2.9 para los puntos 5 y 6.

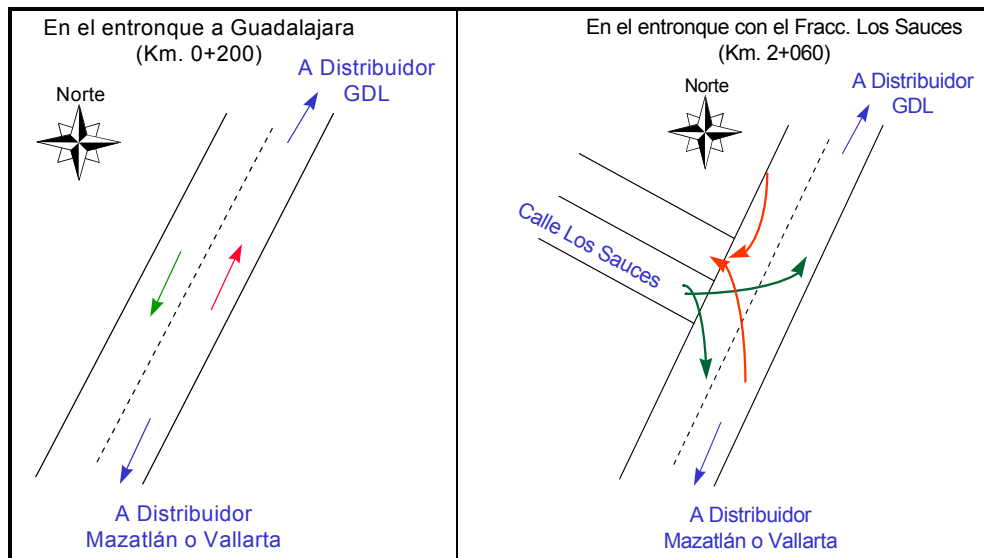


Figura 2.6 Croquis puntos de aforo No. 1 y 2 (Distribuidor a Guadalajara y Fraccionamiento Los Sauces)

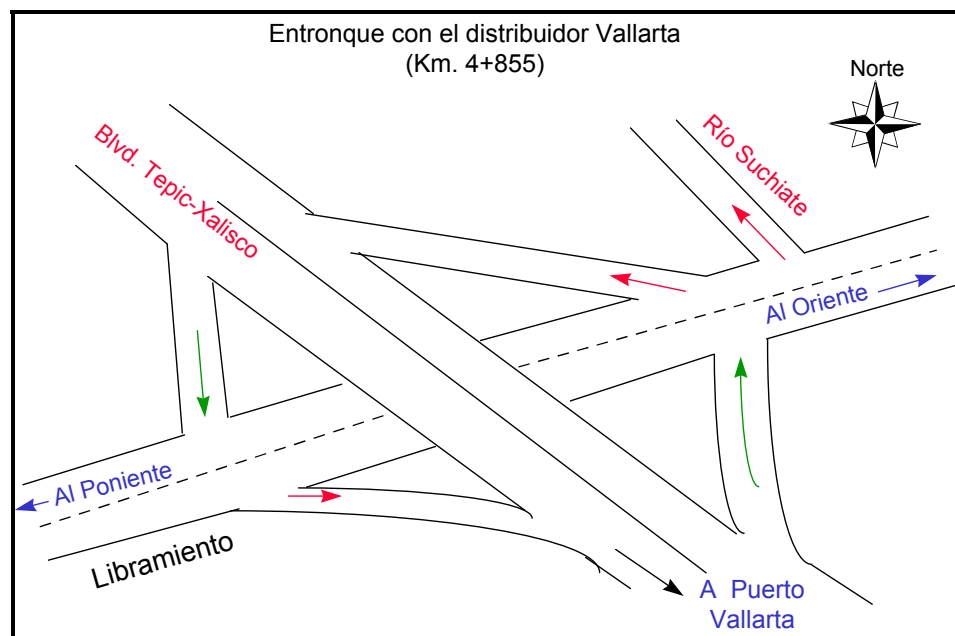


Figura 2.7 Croquis punto de aforo No. 3 (Distribuidor a P. Vallarta)

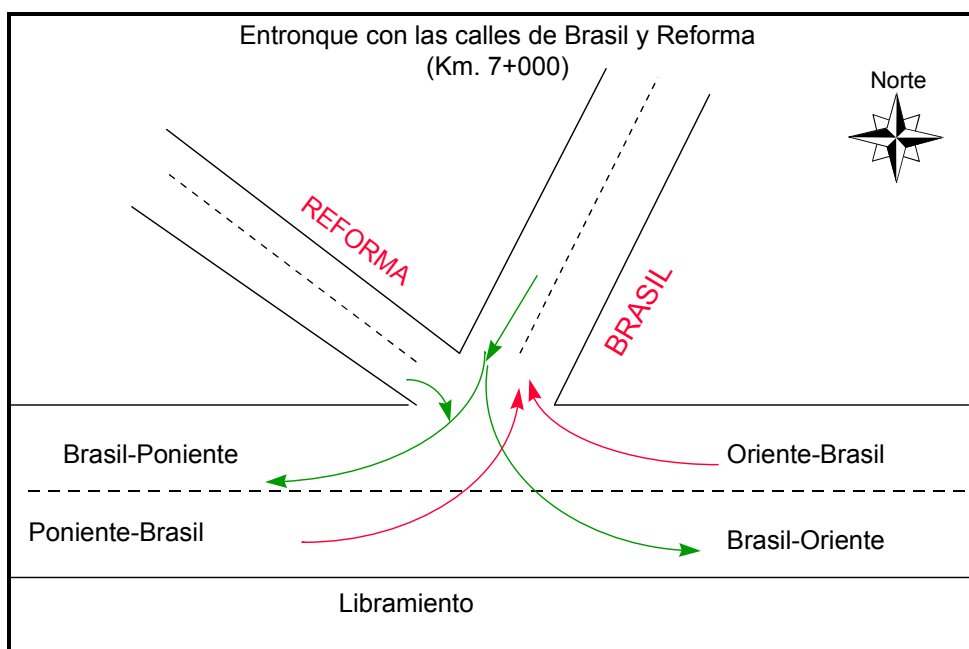


Figura 2.8 Croquis punto de aforo No. 4 (Calles de Brasil y Reforma)

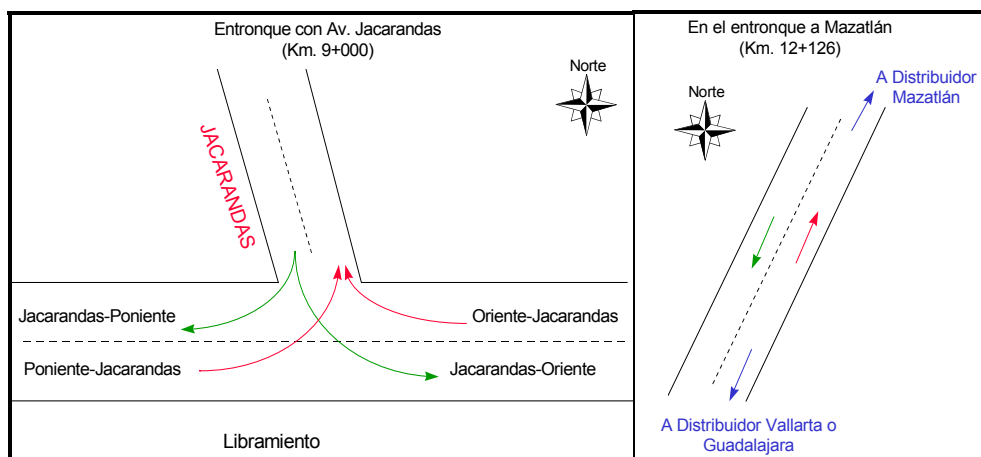


Figura 2.9 Croquis puntos de aforo No. 5 y 6 (Avenida Jacarandas y Entronque a Mazatlán).

El trabajo de campo consistió en realizar conteos vehiculares durante las 24 horas del día, en cada uno de los puntos mencionados anteriormente (figuras No. 2.6 a la 2.9). Los aforos se realizaron identificando y separando los siguientes tipos de vehículos: automóvil, pick up o camioneta, autobús, camión unitario (torton) y camión articulado (trailer).

Los conteos se realizaron separando a los vehículos que ingresaban al libramiento hacia el oriente y al poniente y a los vehículos que egresaban o salían del libramiento que provenían del oriente y/o poniente¹¹. También, durante los aforos se determinó la tasa de ocupación para cada tipo de vehículo.

d) Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) y composición vehicular

De acuerdo con las cifras que se obtuvieron en cada uno de los puntos de aforo vehicular, se determinó el TDPA y la composición vehicular para cada tramo en los que se separó el libramiento actual. En la figura No. 2.10 se observa el TDPA para cada tramo. En el cuadro No. 2.7 se muestra el TDPA por tramo y sentido (direccionalidad) y la composición vehicular.

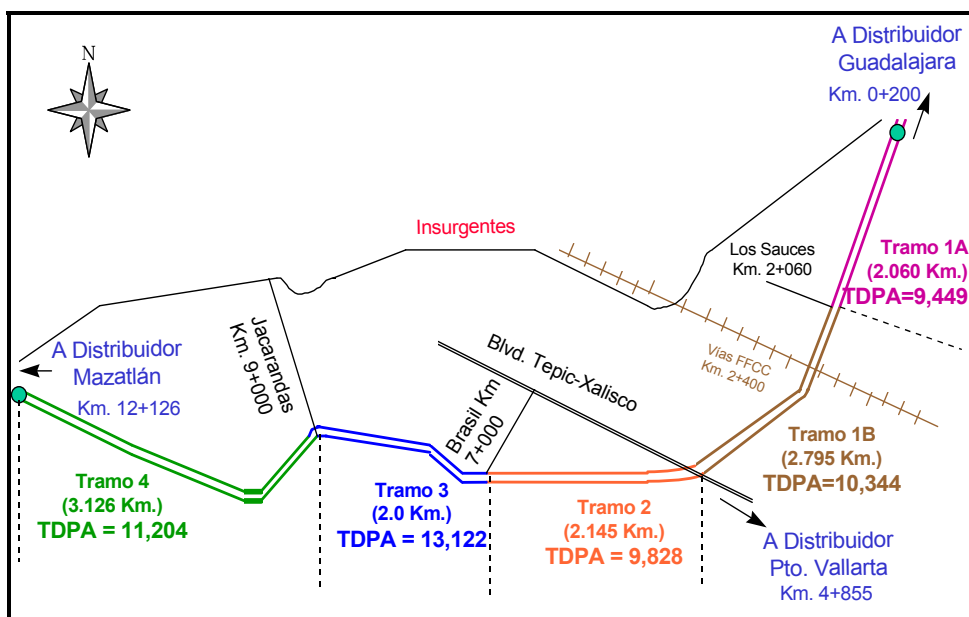


Figura 2.10 TDPA tramos 1A, 1B, 2, 3 y 4

11 En el presente estudio se anexa un disquete, el cual contiene un archivo elaborado en Microsoft Excel. En éste, se muestran los conteos vehiculares cada 15 minutos para c/u de los sentidos y punto de aforo.

Cuadro 2.7 TDPA y composición vehicular (tramos 1A, 1B, 2, 3 y 4).

Tramo	Sentido	Tipo de vehículo										Total
		Auto		Pick up		Autobús		Torton		Trailer		
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	
1a	oriente	1,054	24.7%	1,388	32.5%	144	3.4%	972	22.7%	717	16.8%	4,275
	poniente	1,262	24.4%	1,784	34.5%	151	2.9%	1,160	22.4%	817	15.8%	5,174
	total	2,316		3,172		295		2,132		1,534		9,449
1b	oriente	1,354	27.6%	1,618	33.0%	198	4.0%	1,012	20.6%	720	14.7%	4,902
	poniente	1,444	26.5%	1,852	34.0%	154	2.8%	1,178	21.6%	814	15.0%	5,442
	total	2,798		3,470		352		2,190		1,534		10,344
2	oriente	1,636	30.9%	1,800	33.9%	267	5.0%	973	18.3%	626	11.8%	5,302
	poniente	1,216	26.9%	1,530	33.8%	162	3.6%	965	21.3%	654	14.5%	4,527
	total	2,852		3,330		429		1,937		1,280		9,828
3	oriente	2,697	39.0%	2,351	34.0%	276	4.0%	975	14.1%	623	9.0%	6,922
	poniente	2,346	37.8%	2,042	32.9%	161	2.6%	990	16.0%	662	10.7%	6,201
	total	5,043		4,393		437		1,964		1,285		13,122
4	oriente	2,289	38.3%	1,835	30.7%	274	4.6%	956	16.0%	623	10.4%	5,977
	poniente	1,929	36.9%	1,482	28.3%	181	3.5%	975	18.6%	661	12.7%	5,228
	total	4,218		3,317		455		1,930		1,284		11,204

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a aforos realizados en trabajo de campo.

Del cuadro anterior, se concluye lo siguiente:

- i) El tramo No. 3 (Brasil - Av. Jacarandas) es el que presenta mayor TDPA con 13,122 vehículos.
- ii) En este tramo, en sentido oriente, los automóviles o vehículos ligeros alcanzan su participación máxima (casi el 40 por ciento).
- iii) El tramo No. 1A (Entronque con Distribuidor Guadalajara - Fracc. Los Sauces) es el que presenta menor TDPA con 9,449 vehículos.
- iv) El número de autobuses que circulan por el libramiento actual es mínimo. Estos apenas alcanzan una participación máxima del 5 por ciento (en el tramo No. 2 sentido oriente).
- v) Las camionetas o pick up tienen una participación que varía de un 28.3 a un 34.5 por ciento.
- vi) Los camiones unitarios o torton tienen una participación importante en el tramo 1A (22.7 por ciento), al igual que los camiones articulados o trailer (16.8 por ciento).
- vii) No se tiene ninguna direccionalidad marcada en todos los tramos.
- viii) Por otra parte, comparando las cifras de TDPA proporcionadas por las SCT para los entronques del libramiento (10,000 vehículos aproximadamente), con las obtenidas en este estudio para esos mismos puntos (10,327 vehículos en promedio), se corroboró y observó su similitud. Además, con el trabajo de campo se pudo concluir que en la parte central del libramiento (tramo 3) el TDPA se incrementa hasta en un 38.9 por ciento en relación al registrado en el entronque a Guadalajara.
- ix) Finalmente, se puede concluir que el tramo No. 3 (Brasil - Av. Jacarandas), además de ser una vía diseñada para vehículos interurbanos, se comporta de manera importante también como vialidad urbana.

e) Tasa de ocupación de los vehículos

Otro de los objetivos del trabajo de campo fue establecer la tasa de ocupación de los diferentes tipos de vehículos, con el objeto de determinar el valor del tiempo para los usuarios del libramiento actual. Para los camiones unitarios y articulados (torton y trailers respectivamente) se observó una tasa de ocupación de 2 personas. Asimismo, se recabó información de las líneas de autobuses de pasajeros para estimar la tasa de ocupación promedio de estas unidades. En el Cuadro No. 2.8 se muestran los valores observados de tasa de ocupación en el estudio de campo.

Cuadro 2.8 Tasas de ocupación de los distintos vehículos que circulan por el libramiento actual

Tipo de vehículo	No. de personas
Auto	1.5
Pick up	1.8
Autobús	22.0
Camión unitario	2.0
Camión articulado	2.0

Fuente: Elaboración propia en base a trabajo de campo

f) Proyección de la demanda o del flujo vehicular

De acuerdo con la SCT, se estima que el flujo vehicular crecerá en los próximos años a una tasa del 3 por ciento anual. Para este estudio se considerará esta tasa como válida. En el cuadro No. 2.9 se muestra la proyección de la demanda para los tramos 1A al 4.

Cuadro 2.9 Proyección de la demanda libramiento actual

Año	TDPA				
	tramo 1A	tramo 1B	tramo 2	tramo 3	tramo 4
1997	9,449	10,334	9,828	13,122	11,284
1998	9,732	10,644	10,123	13,516	11,623
1999	10,024	10,963	10,427	13,921	11,971
2000	10,325	11,292	10,739	14,339	12,330
2005	11,970	13,091	12,450	16,623	14,294
2010	13,876	15,176	14,433	19,270	16,571

Fuente: Elaboración propia en base al TDPA del año 1997 establecido en el trabajo de campo y a la tasa de crecimiento de la SCT.

g) Periodización

El flujo vehicular diario que circula por el libramiento actual, puede ser fácilmente agrupado en tres periodos claramente diferentes: el primero, en el que el aforo es relativamente alto; el segundo, en el que es medio y el tercero, en el que el aforo es relativamente bajo.

De los cuadros No. 2.10 al 2.14 se muestran los aforos diarios periodizados para los tramos 1A, 1B, 2, 3 y 4 respectivamente.

Cuadro 2.10 Periodización para el tramo 1A

Sentido	Periodo					
	Alto		Medio		Bajo	
	Hr/día	Veh.	Hr/día	Veh.	Hr/día	Veh.
Oriente	7	1.898	7	1,461	10	916
Poniente	7	2,538	7	1,679	10	957
Total		4,436		3,140		1,873

Fuente: Elaboración propia con base en el tránsito horario (aforos realizados en el trabajo de campo).

Cuadro 2.11 Periodización para el tramo 1B

Sentido	Periodo					
	Alto		Medio		Bajo	
	Hr/día	Veh.	Hr/día	Veh.	Hr/día	Veh.
Oriente	9	2.608	6	1,332	9	962
Poniente	7	2,716	7	1,747	10	979
Total		5,324		3,079		1,941

Fuente: Idem cuadro 2.10

Cuadro 2.12 Periodización para el tramo 2

Sentido	Periodo					
	Alto		Medio		Bajo	
	Hr/día	Veh.	Hr/día	Veh.	Hr/día	Veh.
Oriente	8	2,415	9	2,041	7	846
Poniente	6	2,026	8	1,650	10	851
Total		4,441		3,691		1,697

Fuente: Idem cuadro 2.10

Cuadro 2.13 Periodización para el tramo 3

Sentido	Periodo					
	Alto		Medio		Bajo	
	Hr/día	Veh.	Hr/día	Veh.	Hr/día	Veh.
Oriente	7	2,885	11	3,093	6	945
Poniente	7	3,040	7	1,902	10	1,259
Total		5,925		4,995		2,204

Fuente: Idem cuadro 2.10

Cuadro 2.14 Periodización para el tramo 4

Sentido	Periodo					
	Alto		Medio		Bajo	
	Hr/día	Veh.	Hr/día	Veh.	Hr/día	Veh.
Oriente	8	2,705	10	2,396	6	875
Poniente	5	2,075	6	1,478	13	1,675
total		4,780		3,874		2,550

Fuente: Idem cuadro 2.10

h) Vehículos equivalentes

De acuerdo con el Manual de Capacidad de Carreteras¹², para definir si existe o no congestión se utiliza el concepto de vehículos equivalentes. Lo anterior quiere decir que en términos de congestión, no es lo mismo un automóvil que una pick up o un camión. De este mismo manual, se obtuvieron las equivalencias que se muestran en el cuadro No. 2.15, para distintos tipos de terreno.

Cuadro 2.15 Equivalencias para distintos tipos de vehículo y terreno (vehículos equivalentes ligeros)

Tipo de terreno	Tipo de vehículo				
	Auto	Pick up	Autobús	Camión	
				unitario	articulado
plano	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
lomerío suave	1.0	1.5	3.5	4.0	4.5
lomerío fuerte	1.0	1.5	4.5	5.0	6.0

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras (Op. Cit.).

12 Elaborado por el Transportation Research Board, Special Report 209, National Research Council; Washington, D.C. 1985.

De acuerdo con las cifras del cuadro 2.15 y con el tránsito horario de cada tramo, en el cuadro No. 2.16 se muestra el máximo número de vehículos equivalentes que circulan en una hora.

Cuadro 2.16 Vehículos equivalentes (tramos 1A al 4)

Tramo	Máximo núm. de veh. equiv. que circulan en 1 hora	Tránsito normal		
		No. de veh.	Hora del día	Sentido
1A	839	414	14-15	ote.
1B	873	471	12-13	pte.
2	867	349	12-13	pte.
3	1,019	437	12-13	pte.
4	1,236	428	12-13	pte.

Fuente: Elaboración propia con base en el cuadro 2.15 y a la proyección del tránsito horario de cada tramo en vehículos

i) Velocidades de circulación

En el trabajo de campo se efectuaron mediciones de velocidades para cada tipo de vehículo, sentido y tramo del libramiento. Lo anterior, se realizó a través del método de “seguimiento” de los números de las placas de los vehículos. Las velocidades promedio observadas varían para cada tramo, debido al tipo de terreno, aforo y composición vehicular característico de cada segmento. En los cuadros No. 2.17 y 2.18 se muestran dichas velocidades para el periodo de flujo vehicular alto y medio respectivamente.

Cuadro 2.17 Velocidades de circulación para el flujo vehicular alto (Km./hora)

Tipo de vehículo	Tramo / sentido									
	1A		1B		2		3		4	
	p-o*	o-p**	p-o	o-p	p-o	o-p	p-o	o-p	p-o	o-p
Auto	55	55	56	56	54	48	52	45	60	76
Pick up	54	55	55	56	55	52	54	48	62	78
Autobús	44	46	45	47	44	40	43	38	52	65
Torton	38	39	39	40	35	33	31	30	50	62
Trailer	34	35	33	36	32	29	29	26	38	50

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo

* poniente-orientado

** orientado-poniente

Cuadro 2.18 Velocidades de circulación para el flujo vehicular medio (Km./hora)

Tipo de vehículo	Tramo / sentido									
	1A		1B		2		3		4	
	p-o	o-p	p-o	o-p	p-o	o-p	p-o	o-p	p-o	o-p
Auto	69	69	70	70	68	60	65	56	75	95
Pick up	68	69	69	70	69	65	68	60	78	98
Autobús	55	58	56	59	55	50	54	48	65	81
Torton	48	49	49	50	44	41	39	38	63	78
Trailer	43	44	41	45	40	36	36	33	48	63

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo

j) **Costos Generalizados de Viaje (CGV)**

Para obtener con la mayor exactitud los CGV de los vehículos que circulan por cada uno de los tramos carreteros en los que se separó el libramiento actual, se utilizó el Modelo VOC-MEX el cual calcula los costos de tiempo y de operación vehicular de cada tipo de vehículo.

La información que requiere el modelo VOC-MEX se refiere a las características físicas y geométricas de cada tramo del libramiento carretero actual tales como: número de carriles, tipo de superficie, altitud del terreno, índice de rugosidad de la carpeta de rodado, grados de curvatura y pendientes ascendentes y descendentes, así como las características específicas de cada uno de los tipos de vehículos que circulan por ella y el ingreso esperado de los usuarios. Adicionalmente se le especificó las velocidades observadas en campo, incorporando el fenómeno de congestión.

El modelo VOC-MEX calcula la velocidad promedio de circulación a partir de la velocidad deseada. Dicho modelo se calibró a partir de las velocidades promedio por tramo y sentido obtenidas en el trabajo de campo (para cada tipo de vehículo que circula durante las horas de flujo vehicular alto y medio); ello con el objeto de obtener el CGV con mayor exactitud de la velocidad observada en campo y captar parcialmente la congestión.

2.5 Optimización de la situación actual (situación sin proyecto)

Las optimizaciones evitan contabilizar costos y beneficios que no son legítimamente atribuibles al proyecto, ya que permiten establecer una base de comparación que se define como la situación sin proyecto.

De acuerdo con el Índice Internacional de Rugosidad (IIR), las condiciones de la carpeta de rodado del libramiento son buenas (IIR = 3 a 3.5); ello debido a que recientemente se realizaron obras de reencarpetado o de mantenimiento mayor. Asimismo, en el trabajo de campo se observó que la SCT le estaba dando mantenimiento a los tramos 1A y 1B, el cual consistía en el mejoramiento de la superficie de rodamiento. En general no se encuentran obstáculos (piedras) a lo largo del camino y se observa que la señalización es buena, que sin embargo, necesita limpieza y repintado, al igual que la línea central y las laterales. Por lo anterior, se considera que las únicas medidas de optimización serían el repintado de la línea central, de las líneas laterales y de los señalamientos (no se cuenta con los costos de inversión de estas medidas).

2.6 Costos generalizados de viaje (CGV) en la situación sin proyecto

El modelo VOC-MEX entregó los CGV para cada tramo, tipo de vehículo y sentido. Lo anterior, para los vehículos que circulan por cada uno de los tramos durante las horas de flujo vehicular alto y medio.

En los cuadros No. 2.19 y 2.20 se muestran los CGV de la situación S/P, para los vehículos que circulan durante las *horas de flujo vehicular alto* en sentido poniente y oriente respectivamente.

Cuadro 2.19 CGV situación S/P, para los vehículos que circulan durante las horas de demanda alta en sentido poniente (Pesos de marzo de 1997 por cada 1000 vehículos-km.)

Tipo de vehículo	Tramo				
	1A	1B	2	3	4
Automóvil	1,890.34	1,879.39	2,098.00	2,127.21	1,575.27
Pick up	2,084.47	2,089.38	2,226.63	2,234.81	1,794.30
Autobús	7,820.32	7,830.65	9,008.21	9,335.30	6,352.42
Camión Torton	3,650.82	3,782.66	4,473.29	4,445.98	3,268.37
Camión Trailer	7,019.47	7,466.56	9,138.39	8,952.53	6,837.16

Fuente: Elaboración propia a partir de cálculos desarrollados con VOCMEX.

Cuadro 2.20 CGV situación S/P, para los vehículos que circulan durante las horas de demanda alta en sentido oriente (Pesos de marzo de 1997 por cada 1000 vehículos-km.)

Tipo de vehículo	Tramo				
	1A	1B	2	3	4
Automóvil	1,790.98	1,837.62	1,849.97	1,883.71	1,875.49
Pick up	2,065.94	2,041.71	2,019.48	2,021.18	2,089.72
Autobús	7,904.90	7,768.88	7,778.20	7,919.08	8,175.34
Camión Torton	3,498.83	3,471.54	3,564.54	3,733.60	4,493.43
Camión Trailer	6,401.52	6,321.87	6,108.04	6,578.75	10,238.90

Fuente: Elaboración propia a partir de cálculos desarrollados con VOCMEX.

En los cuadros No. 2.21 y 2.22 se muestran los CGV de la situación S/P, para los vehículos que circulan durante las *horas de flujo vehicular medio* en sentido poniente y oriente respectivamente.

Cuadro 2.21 CGV situación S/P, para los vehículos que circulan durante las horas de demanda media en sentido poniente (Pesos de marzo de 1997 por cada 1000 vehículos-km.)

Tipo de vehículo	Tramo				
	1A	1B	2	3	4
Automóvil	1,663.50	1,691.45	1,846.24	1,914.50	1,496.51
Pick up	1,834.33	1,880.45	2,003.97	2,011.33	1,704.59
Autobús	6,881.89	7,047.58	7,927.23	8,401.77	6,034.80
Camión Torton	3,212.72	3,404.39	3,936.50	4,001.38	3,104.95
Camión Trailer	6,668.51	7,093.23	8,772.86	8,236.33	6,495.30

Fuente: Elaboración propia a partir de cálculos desarrollados con VOCMEX.

Cuadro 2.22 CGV situación S/P, para los vehículos que circulan durante las horas de demanda media en sentido oriente (Pesos de marzo de 1997 por cada 1000 vehículos-km.)

Tipo de vehículo	Tramo				
	1A	1B	2	3	4
Automóvil	1,576.06	1,653.86	1,590.98	1,657.67	1,800.47
Pick up	1,818.02	1,837.54	1,736.75	1,778.64	2,006.13
Autobús	6,956.32	6,992.00	6,689.25	6,968.79	7,848.32
Camión Torton	3,078.96	3,124.39	3,065.51	3,285.57	4,313.70
Camión Trailer	5,633.34	5,689.68	5,252.91	5,789.30	10,034.12

Fuente: Elaboración propia a partir de cálculos desarrollados con VOCMEX.