



BUAP

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

Facultad de Ingeniería

Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado

**IMPACTO VIAL DEL CRECIMIENTO URBANO
SOBRE LA CARRETERA FEDERAL 140
EN EL TRAMO XALAPA-VERACRUZ, ENTRE
LOS KILÓMETROS 3+000 AL 5+000**

TESINA

Que para obtener el grado de
MAESTRO EN INGENIERÍA

OPCIÓN TERMINAL DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE

Presenta:

GEMA GUADALUPE RIZO RIOS

Asesor de tesis:

M.I. JOSÉ LUIS STEFANONI MINUTTI

PUEBLA, PUE.

JUNIO 2018



BUAP

OFICIO SIEP No. 879/ 2016

ING. GEMA GUADALUPE RIZO RIOS

Maestría en Ingeniería, opción terminal
Tránsito y Transporte
Presente.

El suscrito M.I. Edgar Iram Villagrán Arroyo, Director de la Facultad de Ingeniería, de acuerdo a su solicitud de aprobación de Tesina, le autoriza desarrollar el tema denominado: **“Impacto vial del crecimiento urbano sobre la Carretera Federal 140 en el tramo Xalapa-Veracruz entre los kilómetros 3+000 al 5+000”**. Para obtener el grado de Maestro en Ingeniería con opción terminal Tránsito y Transporte. Asignándose como Asesor de Tesis al M.I. José Luis Stefanoni Minutti.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE

“Pensar bien, para vivir mejor”

Puebla, Pue., a 11 de Junio de 2015

M.I. EDGAR IRAM VILLAGRÁN ARROYO
Director de la Facultad de Ingeniería



C.c.p. M.I. José Luis Stefanoni Minutti, Asesor de Tesina.

C.c.p. Archivo

GJS/JCI/dsm.

49

60
AÑOS DE
AUTONOMÍA
UNIVERSITARIA

Facultad
de Ingeniería

Blvd. Valsequillo y Av. San Claudio
s/n, edif. ING 4, Col. San Manuel,
Ciudad Universitaria,
Puebla, Pue. C.P. 72570
01 (222) 229 55 00 Ext. 7610

M. I. FERNANDO DANIEL LAZCANO HERNÁNDEZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, BUAP.
P R E S E N T E

POSTULANTE: ING. GEMA GUADALUPE RIZO RÍOS

EL SUSCRITO **M. I. JOSÉ LUIS STEFANONI MINUTTI**, ASESOR DEL TEMA DE TESIS DENOMINADO "IMPACTO VIAL DEL CRECIMIENTO URBANO SOBRE LA CARRETERA FEDERAL 140 EN EL TRAMO XALAPA-VERACRUZ, ENTRE LOS KILÓMETROS 3+000 AL 5+000", PRESENTADO POR LA **ING. GEMA GUADALUPE RIZO RÍOS**, POSTULANTE DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA CON OPCIÓN TERMINAL EN TRANSITO Y TRANSPORTE DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, ME PERMITO INFORMAR A USTED QUE DESPUÉS DE HABER REVISADO LA TESIS CORRESPONDIENTE Y DE VERIFICAR QUE SE HAN ATENDIDO LAS OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES DE CARÁCTER TÉCNICO Y DE EDICIÓN, NO EXISTE INCONVENIENTE ALGUNO EN AUTORIZAR LA IMPRESIÓN DE LA MISMA, LO QUE HAGO DE SU CONOCIMIENTO PARA LOS EFECTOS LEGALES A QUE HAYA LUGAR.

SIN OTRO PARTICULAR, RECIBA UN CORDIAL SALUDO.

ATENTAMENTE
H. PUEBLA DE ZARAGOZA, A 14 DE JUNIO DE 2018



M. I. JOSÉ LUIS STEFANONI MINUTTI

C.c.p. **Dr. Alejandro Bautista Hernández**.- Secretario de investigación y estudios de posgrados. de la Facultad de Ingeniería de la BUAP.

M. I. José Luis Stefanoni Minutti.- Coordinador de la Maestría en Ingeniería con opción terminal en Tránsito y Transporte. de la Facultad de Ingeniería de la BUAP.

Mesa de Exámenes Profesionales.

DEDICATORIA

Con cariño a mi familia y amigos por su apoyo incondicional que me impulsa a seguir a delante.

AGRADECIMIENTOS

“Agradezco de forma especial a mi Asesor de tesina al M.I. José Luis Stefanoni Minutti por su orientación y ayuda que brindó para llevar a cabo esta tesina”.

"Mi agradecimiento a Asesores y Servicios en Ingeniería Civil con cita especial para el Ing. Ignacio Campos Campos por su apoyo para la realización del presente trabajo”.

Resumen

El presente trabajo de tesina se centró en el impacto que provoca el crecimiento urbano sobre la carretera Federal 140 tramo Xalapa-Veracruz a la altura del kilómetro 5+000.00 en la zona conurbana Xalapa-Emiliano Zapata del estado de Veracruz, específicamente en el desarrollo urbano Master Plan, que pretende interrelacionar diversas actividades sociales.

Los municipios de Xalapa y Emiliano Zapata no han contado con estrategias para mitigar los problemas de congestión vial generados por el desarrollo de nuevos centros urbanos; es por ello que el objetivo de este documento consistió en pronosticar los posibles escenarios producto del crecimiento urbano y establecer medidas que minimicen los efectos negativos.

Asimismo, para la determinación del impacto vial se tomó como base la metodología del Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito de la Secretaría de Desarrollo Social y recomendaciones del Instituto de Ingeniería del Transporte (ITE) para la generación de viajes. El proceso de análisis comprendió un desarrollo progresivo de etapas que iniciaron desde la recopilación bibliográfica, datos estadísticos, datos de campo, procesamiento de información y análisis.

Dentro de la recopilación de datos se realizó trabajo de campo para obtener la geometría de la zona, inventario de señalización; condiciones de pavimento, aforos vehiculares y estudios de velocidad. Posteriormente, se procesó la información de campo y del desarrollo urbano para estimar los viajes producidos y atraídos, así como volúmenes vehiculares de la carretera.

Finalmente, se realizó un análisis de la situación actual y futura del comportamiento de carretera Federal 140 incluyendo los viajes estimados por el nuevo desarrollo. De los resultados obtenidos, los cuales no son alentadores, se plantearon medidas que mitiguen la congestión vehicular de la zona estudiada, es decir, mejorar el Nivel de Servicio.

Abstract

This work was focused on the demographic impact caused by urban growth on 140 federal highway Xalapa-Veracruz in the section 5+000 km, in the conurbated area of Xalapa-Emiliano Zapata, Veracruz estate. Specifically from the urban development of the master plan which intends to interrelate several social activities.

The cities of Xalapa and Emiliano Zapata have not had strategies to mitigate the traffic congestion's problems due to the development of new urban centers; based on that the objective of the work was focused on forecasting possible scenarios due to urban growth and set guidelines to minimize the negative effects.

To determine the traffic impact the methodology used was the "Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito de la Secretaría de Desarrollo Social" and Institute of Transportation Engineer (ITE). The process included a progressive research which start from the bibliographic review, statistics data and field data; process and analysis of information.

In the process of info collect fieldwork was made to get the zone geometric, road signs inventory, road conditions, traffic gauging and velocity. Subsequently the fieldwork and was processed along with urban development to estimate generation and attracted trips and traffic.

Finally an analysis of the present and future situation on the 140 highway was made including the traffic generated trips. The results obtained were not encouraging so, strategies to minimize road congestion was proposed in this area to get a better service road.

Índice

Introducción.....	xii
1.0 Marco teórico	1
1.1 Impacto Vial	1
1.2 Estructura del Estudio de Impacto Vial	4
1.2.1 Condiciones de la red vial	4
1.2.2 Condiciones de tránsito	5
1.2.3 Capacidad y Nivel de Servicio	7
1.2.4 Generación de viajes	9
1.2.5 Proyección de viajes.....	11
1.2.6 Medidas de mitigación.....	12
2.0 Memoria descriptiva	14
2.1 Descripción general	14
2.2 Ubicación	15
2.3 Condiciones operativas del inmueble.....	16
2.4 Información del proyecto.....	18
2.4.1 Ubicación de proyecto	19
2.4.2 Proyecto arquitectónico	20
2.4.3 Cuadro de áreas.....	25
2.4.4 Sistema de accesos y salidas	30
2.4.5 Horario de servicio.....	36
2.4.6 Horario de máxima demanda	36
2.4.7 Estimación de empleados	38
2.4.8 Porcentaje de usuarios que utilizan transporte público	39
3.0 Contexto territorial.....	40
3.1 Estructura urbana	40
3.2 Estructura vial	47
3.3 Identificación de la red vial.....	50
3.3.1 Vialidad.....	50
4.0 Estudio de tránsito	61
4.1 Aforos vehiculares.....	61
4.1.1 Estaciones maestras	64
4.2 Velocidad	76
4.3 Accidentes	78
4.4 Peatones y transporte público.....	79
4.5 Análisis de Capacidad.....	80
5.0 Generación de viajes	94
5.1 Estimación de viajes	94
5.1.1 Viajes producidos	94
5.1.2 Viajes atraídos.....	97
5.1.3 Distribución de viajes.....	101

5.2	Proyección de viajes	105
5.3	Escenarios	110
5.3.1	Capacidad y Nivel de Servicio sin proyecto.....	110
5.3.2	Capacidad y Nivel de Servicio con proyecto	113
6.0	Medidas de mitigación	116
6.1	Medidas a cortos plazo	116
6.2	Medidas a mediano plazo	121
6.3	Medidas a largo plazo	124
	Conclusiones y recomendaciones.....	127
	Bibliografía	129
	Anexos	130
	Anexo A.....	130
	Anexo B.....	134

Índice de Tablas

Tabla 1-1 Horizontes de Análisis Recomendados.....	12
Tabla 2-1 Características de los centros comerciales.....	17
Tabla 2-2 Características de los conjuntos habitacionales	17
Tabla 2-3 Características de edificio de consultorios	18
Tabla 2-4 Características de los hoteles	18
Tabla 2-5 Áreas de sótano dos	25
Tabla 2-6 Áreas de sótano uno	25
Tabla 2-7 Áreas de planta baja	26
Tabla 2-8 Área de planta alta	26
Tabla 2-9 Área de viviendas.....	27
Tabla 2-10 Área de consultorios	27
Tabla 2-11 Área de hotel.....	28
Tabla 2-12 Número de cajones de estacionamiento	28
Tabla 2-13 Cajones para transporte público	28
Tabla 2-14 Área por tipo de uso.....	29
Tabla 2-15 Accesos de Master Plan	30
Tabla 2-16 Salidas del proyecto.....	31
Tabla 2-17 Pendiente de accesos y salidas vehiculares.....	31
Tabla 2-18 Horario de servicio área comercial.....	36
Tabla 2-19 Horario de servicio área de usos mixtos	36
Tabla 2-20 Horarios máxima demanda de supermercado	37
Tabla 2-21 Horarios de máxima demanda de salas de cine	37
Tabla 2-22 Número de empleados.....	38
Tabla 2-23 Empleados en transporte público	39
Tabla 3-1 Población total del Banco de Información INEGI	41
Tabla 3-2 Tasa de crecimiento media	42
Tabla 3-3 Viviendas en un radio de un kilómetro	43
Tabla 3-4 Clasificación de acuerdo con administración	47
Tabla 3-5 Clasificación de acuerdo con categoría funcional	48
Tabla 3-6 Elementos geométricos alineamiento vertical y sección transversal. 51	
Tabla 3-7 Alineamiento horizontal.....	51

Tabla 3-8 Ubicación longitudinal de señales preventivas.....	56
Tabla 3-9 Características de pavimento.....	59
Tabla 4-1 Aforos vehiculares SCT	61
Tabla 4-2 TDPA Estación A y B	63
Tabla 4-3 Aforo Veracruz-Xalapa.....	65
Tabla 4-4 Aforo Xalapa-Veracruz.....	66
Tabla 4-5 Movimiento direccional uno.....	68
Tabla 4-6 Movimiento direccional dos.....	69
Tabla 4-7 Movimiento direccional tres.....	70
Tabla 4-8 Movimiento direccional cuatro.....	71
Tabla 4-9 Volumen Horario de Máxima Demanda hacia Xalapa.....	72
Tabla 4-10 Volumen Horario de Máxima Demanda hacia Veracruz	72
Tabla 4-11 Movimiento direccional cinco	74
Tabla 4-12 Movimiento direccional seis	75
Tabla 4-13 Volumen Horario de Máxima Demanda Estación 2.....	76
Tabla 4-14 Velocidad de estación SCT.....	77
Tabla 4-15 Registros de velocidades	77
Tabla 4-16 Porcentaje de usuarios en transporte públicos	79
Tabla 4-17 Criterios de Nivel de Servicio	80
Tabla 4-18 Proporción de flujo en vlpH en enlace de entrada	82
Tabla 4-19 Equivalencias para vehículos pesados por tipo de terreno	83
Tabla 4-20 Proporción de flujo en vehículos ligeros por hora en enlace de salida	86
Tabla 4-21 Proporción de flujo vlpH en encruzamiento	90
Tabla 4-22 Niveles de Servicio para Segmentos de Entrecruzamiento (SEC)..	93
Tabla 5-1 Horas pico de los conjuntos habitacionales	95
Tabla 5-2 Viajes por conjunto habitacional	95
Tabla 5-3 Ecuación en la HMD / variable área de departamento.....	96
Tabla 5-4 Ecuación en la HMD/variable número de estacionamiento.....	96
Tabla 5-5 Ecuación en la HMD/variable número de departamentos	96
Tabla 5-6 Viajes estimados de conjunto habitacional por la mañana.....	97
Tabla 5-7 Aforos de centro comercial en miercoles	98
Tabla 5-8 Aforos de centro comercial en fin semana	99

Tabla 5-9 Viajes del hotel.....	100
Tabla 5-10 Viajes de consultorios	100
Tabla 5-11 Total de viajes ce Master Plan en HMD día miércoles.....	101
Tabla 5-12 Distribución de viajes	103
Tabla 5-13 Tasa de crecimiento con incremento parcial.....	105
Tabla 5-14 Tasa de crecimiento anual con mínimos cuadrados	106
Tabla 5-15 Proyección de Viajes sobre Carretera Federal 140.....	108
Tabla 5-16 Proyección de volumen vehicular de movimientos direccionales..	109
Tabla 5-17 Proyección de volumen vehicular en Master Plan	109
Tabla 5-18 Proyección de volumen vehicular con proyecto	110
Tabla 5-19 Proporción de flujos en enlace de entrada.....	110
Tabla 5-20 Proporción de flujo de demanda en enlace de entrada.....	111
Tabla 5-21 Densidad y Nivel de Servicio en enlace de entrada.....	111
Tabla 5-22 Proporción de flujos en enlace de salida.....	112
Tabla 5-23 Densidad y Nivel de Servicio en enlace de salida.....	112
Tabla 5-24 Proporción de flujos con proyecto en enlace de entrada	113
Tabla 5-25 Proporción de flujo de demanda con proyecto en EE	113
Tabla 5-26 Densidad y Nivel de Servicio en enlace de entrada con proyecto	114
Tabla 5-27 Proporción de flujos en enlace de salida con proyecto	114
Tabla 5-28 Densidad y Nivel de Servicio en enlace de salida con proyecto ...	115
Tabla 0-1 Aforo en residencial Halcón	130
Tabla 0-2 Aforo en residencial Águila	131
Tabla 0-3 Aforo en residencial Albatros	132
Tabla 0-4 Viajes de los conjuntos residenciales.....	133

Índice de imágenes

Imagen 2-1 Ubicación general	16
Imagen 2-2 Ubicación del proyecto	20
Imagen 2-3 Proyecto conceptual “El Jugete”	21
Imagen 2-4 Planta baja	22
Imagen 2-5 Sección motor lobby.....	22
Imagen 2-6 Planta alta	23
Imagen 2-7 Sección transversal.....	23
Imagen 2-8 Sótano uno.....	24
Imagen 2-9 Sótano dos	24
Imagen 2-10 Accesos y salidas en sótano uno	33
Imagen 2-11 Acceso-salida de gasolinera y parada de autobús.....	34
Imagen 2-12 Accesos y salidas vehiculares	35
Imagen 3-1 Perímetro de Contención Urbana.....	43
Imagen 3-2 Ubicación de viviendas	44
Imagen 3-3 Recorrido sobre Carretera Federal 140	46
Imagen 3-4 Estructura vial	49
Imagen 3-5 Sección transversal de Carretera 140.....	50
Imagen 3-6 Vía de enlace de incorporación a Carretera Federal 140.....	52
Imagen 3-7 Vía de enlace de salida de Carretera Federal 140.....	53
Imagen 3-8 Carril de vuelta izquierda	54
Imagen 3-9 Vuelta izquierda en el km 4+465.....	54
Imagen 3-10 Señalamiento vertical.....	55
Imagen 3-11 Señalamiento vertical.....	57
Imagen 3-12 Calas a la altura del kilómetro 4+500.00	59
Imagen 3-13 Condiciones de pavimento.....	60
Imagen 4-1 Ubicación de Estaciones de Aforo S.C.T	63
Imagen 4-2 Estaciones maestras.....	64
Imagen 4-3 Movimientos direccionales Estación uno	67
Imagen 4-4 Movimientos direccionales Estación dos.....	73
Imagen 4-5 Accidentes por kilómetro	78

Imagen 4-6 Encruzamiento bilateral.....	89
Imagen 5-1 Área de influencia por tiempo de desplazamiento	102
Imagen 5-2 Distribución de viajes de Master Plan	103
Imagen 5-3 Distribución de flujo vehicular	104
Imagen 6-1 Parada tipo de transporte publico	119
Imagen 6-2 Sección tipo propuesta.....	122
Imagen 6-3 Conexión de Distribuidor Vial Las Tranca	123
Imagen 6-4 Proyecto conceptual.....	124
Imagen 6-5 Adecuación de distribuidor vial Bugambilias	125

Índice de Graficas

Gráfico 3-1 Total de vehículos de motor registrados en circulación.....	45
Gráfico 4-1 Datos viales SCT	62

Introducción

La urbanización de carreteras es un fenómeno recurrente en las ciudades, es evidente que las vías de comunicación son arterias por la que se canalizan los distintos núcleos y actividades, que con el paso del tiempo se saturan de viviendas, comercios e industria, donde convergen los usuarios que terminan ocasionando congestión vial.

Hoy en día, es de suma importancia analizar el impacto vial que se producirán al implantar un nuevo desarrollo urbano; pronosticar los posibles escenarios, y proporcionar soluciones que minimicen los efectos sobre la movilidad urbana.

Motivo por el cual, se realiza el presente el trabajo cuyo objetivo es analizar el impacto vial del desarrollo urbano sobre la carretera Federal 140 y establecer medidas que amortigüen los daños.

En el capítulo I se definen los conceptos teóricos a emplear en el estudio de Impacto Vial, donde se mencionan los aspectos más importantes en la metodología que estructuran el estudio.

En el capítulo 2 se realiza una descripción de forma general del área de estudio y las características principales del nuevo desarrollo urbano que influirán en la carretera Federal 140; ubicación, área de construcción, condiciones operativas, etc.

En el capítulo 3 se puntualiza la estructura urbana donde se implanta el nuevo desarrollo, tanto el medio físico como modificado. De la misma manera, se describe la estructura vial; geometría, funcionalidad, señalización, etc. Este capítulo facilita las herramientas para el análisis de Capacidad, así como identifica los elementos a utilizar en las medidas de mitigación.

En el capítulo 4 se llevan a cabo los estudios de tránsito que incluyen aforos vehiculares de los principales movimientos direccionales con la ubicación de estaciones maestras, obtención del Volumen en la Hora de Máxima Demanda,

estudios de velocidad sobre la carretera Federal 140, que en conjunto con la información del capítulo anterior se calcula Capacidad Vial y Nivel de Servicios actuales.

En el capítulo 5 se procesa la información para la estimación de viajes producidos y atraídos por el nuevo desarrollo urbano. Se estiman los vehículos por hora conforme a cada tipo de suelo; vivienda, comercio y servicios.

En el capítulo 6 se exponen las alternativas que ayuden a minimizar los efectos negativos en las vialidades adyacentes al nuevo desarrollo urbano. Finalmente se realiza las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

1.0 Marco teórico

1.1 Impacto Vial

De acuerdo con Cuevas Pietrasanta (1952), de todos los problemas modernos que las novísimas necesidades han venido imponiendo, ninguno es tan sugestivo, seguramente, como es el crecimiento y desarrollo actual de las ciudades. Ninguno tampoco, como la compraventa de terrenos para cometer irremediables y desesperados desatinos.

La mayoría de los países latinoamericanos, en este caso México, se sumergen en la nueva modernidad, al concentrar actividades en las principales ciudades. Muchas de las expansiones o desarrollo urbano, son de forma incontroladas, en su mayor parte ocasionadas por factores como intereses empresariales, políticas, valor de la tierra, pasando por alto delimitaciones, normas y arreglos.

Hoy en día es importante pronosticar los escenarios posibles del tránsito provocado por el crecimiento urbano. El desplazamiento urbano acelerado de la población sumada a la disminución de infraestructura vial, al deficiente servicio del transporte público y a la dependencia al automóvil conlleva a graves problemas que no sólo afecta a los ingresos de los usuarios, sino a la calidad de vida.

El determinar el impacto que generan el crecimiento urbano, no es una tarea fácil, ya que para pronosticar las tendencias futuras dependen de los individuos, los cuales se mueven de acuerdo con sus necesidades e intereses, así como de tendencias sociales, económicas y tecnológicas. ¹

¹ Comisión económica para América Latina y el Caribe, 2002 Impacto de las tendencias sociales, económicas sobre el transporte. Bogotá.

Un impacto vial se genera a partir de una modificación de las condiciones actuales, ya sea en el territorio, cuando se transforma físicamente en su estructura urbana, paisaje, así como por cambios culturales o socioeconómicos; en caminos por ampliación o modernización, que llegan a generar mayor volumen vehicular y velocidad; y en el cambio de uso de suelo, que de acuerdo con la actividad se convierten en polos generadores de viajes.

De acuerdo con el Instituto Mexicano del Transporte, un estudio de impacto vial tiene el objetivo de identificar el efecto que el tránsito generado y/o atraído por las actividades de un nuevo proyecto como pueden ser: fraccionamientos urbanos, plazas comerciales, desarrollos turísticos, gasolineras, etc., pueda producir sobre la operación actual de la red vial existente.

Cada organismo establece sus lineamientos de acuerdo con las políticas o basado en las necesidades particulares donde se establece el desarrollo. Por lo anterior, un estudio de impacto vial se basa en diferentes criterios, en su mayoría se requieren los estudios ante los siguientes factores.

- Cuando el desarrollo en cuestión genera un número de viajes determinado durante la Hora de máxima demanda o durante el día.
- Cuando el desarrollo en cuestión tiene un área o un número de viviendas determinadas.
- Cuando el desarrollo es construido en una zona sensible (con problemas de congestión).
- A juicio del organismo que los requiere.
- Cuando el nuevo desarrollo tenga entrada y salida que pueden generar conflictos originando situaciones inseguras.²

Por recomendaciones del Instituto de Ingenieros de Transporte de Estados Unidos (ITE), sugieren que se realice un estudio de impacto vial cuando el

² Secretaría de Desarrollo Social. Programa de Asistencia Técnica en Transporte Urbano para las Ciudades Medias Mexicanas. Manual Normativo. Tomo XII.

desarrollo propuesto genere más de 100 viajes durante la Hora de máxima demanda de la red vial alrededor del desarrollo.

De forma general un estudio de impacto vial debe estructurarse de la siguiente forma:

- Descripción del proyecto, ubicación, cajones de estacionamiento, alineamiento, uso de suelo, accesos y salidas.
- Identificación de la red afectada, clasificación funcional, condiciones geométricas, dispositivos de control y señalización.
- Valoración de las condiciones de tránsito actuales de las vialidades involucradas, movimientos direccionales, aforos, velocidades, rutas de transporte. Capacidad de la vialidad actual.
- Estimación de la generación de viajes por la construcción y operación del inmueble.
- Proyección del funcionamiento de la red vial bajo las condiciones de las demandas estimadas, análisis de capacidad y niveles de servicio.
- Medidas para mitigar los efectos viales provocados.

Otro punto importante es delimitar el estudio, determinar la extensión de los objetivos que se buscan. Es una decisión que se toma a partir de los requerimientos de los entes involucrados y de múltiples factores de los cuales a continuación se mencionan algunos de ellos:

- Área de influencia del desarrollo, en este caso no se restringe a los límites de espacio del inmueble, sino al territorio que potencialmente se verá afectado en sus actividades cotidianas.
- Condiciones operativas del inmueble, horarios de servicio, número de vehículos esperados.
- Método de análisis de para estimar la generación de tránsito futura.
- Modos de viaje.

- Suposición del crecimiento contiguo al área de proyecto y la asignación de viajes.
- Requerimientos adicionales como accidentes, visibilidad, etc.
- Proceso del desarrollo, de acuerdo con las etapas de operación del inmueble, parcial o total.
- Método para el análisis de capacidad y nivel de servicio.
- Financiamiento de las medidas de mitigación.

1.2 Estructura del Estudio de Impacto Vial

El estudio está enmarcado por trabajo de campo a nivel descriptivo y por investigación documental, que parte de la descripción detallada del o de los proyectos que se desarrollaran en el área de interés, en este punto es importante tener claro la descripción de las actividades que se llevarán a cabo, ya que estas influyen directamente en la estimación de viajes.

1.2.1 Condiciones de la red vial

- *Funcionalidad*, es importante clasificar la función que desempeñan las vialidades involucradas en el sistema de jerarquización de transporte. En este trabajo se considera la clasificación para carreteras, la cual toma en cuenta viajes predominantes servidos, función accesibilidad, control de accesos, límites de velocidad, desarrollo urbano colateral. La clasificación funcional permite determinar la importancia de las carreteras, establecer bases de asignación para niveles de servicio y evaluar deficiencias.
- *Condiciones geométricas* de una vialidad influyen directamente con los usuarios, por lo cual es recomendable realizar un levantamiento en campo donde se obtenga información de los elementos geométricos; sección

transversal que está compuesta por: ancho del derecho de vía, corona, calzada, los carriles, los acotamientos, cunetas, taludes laterales, camellón y elementos complementarios; alineamiento horizontal compuesto por tangentes, curvas circulares y de ser necesario distancia de visibilidad de parada en curvas horizontales; y alineamiento vertical integrado por tangentes, pendiente y curvas verticales.

Con relación a la superficie de rodamiento, es preciso conocer su estado, ya que la circulación se puede ver afectada por las fallas de la estructura del pavimento como baches, agrietamientos, roderas, etc. Una inspección de la red vial ayuda a tener un panorama mejor de posibles causas de demoras, elementos como el drenaje pueden ser causales de que la circulación de los vehículos se vea afectada.

- *Dispositivos de control y señalización*, es relevante mencionar el papel que juega en la operación de una vialidad, cuyo objetivo es brindar seguridad, confort y fluidez, es importante que el peatón, pasajero y conductor, disponga de la información suficiente y acertada para hacer uso adecuado de las vialidades. Para los estudios de impacto vial es preciso considerar las condiciones de los dispositivos de control y señalamiento, ya que su carencia puede repercutir en la capacidad de la vialidad y sobre todo en la seguridad de los usuarios.

1.2.2 Condiciones de tránsito

- *Composición vehicular*, el tipo de vehículo que circula sobre las vialidades es otro factor que se debe considerar en los problemas de tránsito, su influencia es decisiva para la operación de la vialidad. Es importante hacer una mención aparte, sobre los vehículos de carga, ya que llegan a colapsar las vialidades, provocados por sus dimensiones y su velocidad de operación. Los vehículos pesados presentan puntos en contra como: dimensión, relación aceleración, deceleración y la capacidad de mantener velocidades en pendiente.

Accidentes vinculados a exceso de velocidad o la sobrecarga, formación de huecos en el flujo de circulación por velocidades inferiores, especialmente cuando la pendiente es pronunciada, tránsito por zonas densamente pobladas, son algunos de los problemas más recurrentes.

En los estudios de impacto vial es ineludible contemplar la clasificación de vehículos y la fracción vehicular de cada clase que pasan por el punto de interés, así como los Reglamentos de Tránsito del lugar sobre las restricciones para la circulación y en su caso los horarios de tránsito para vehículos de carga.

- *Velocidad*, elemento básico para el proyecto de un sistema vial, queda demostrada por ser el parámetro de cálculo de la mayoría de los elementos de una vialidad. Un factor que hace a la velocidad muy importante en el tránsito es que la velocidad de los vehículos de hoy día ha sobrepasado los límites para los que fueron diseñadas las carreteras y calles actuales.³

Por las razones anteriores, es importante estudiar la velocidad para un estudio de impacto vial: velocidad promedio de viaje, se obtiene como la longitud de un segmento dividido entre el tiempo promedio de viaje de todos los vehículos pasando por el segmento, incluyendo demoras; velocidad de recorrido o marcha, longitud dividida entre el tiempo promedio de viaje de todos los vehículos pasando por el segmento, sin incluir las demoras; velocidad a flujo libre, velocidad de los vehículos medida bajo condiciones de un volumen bajo.⁴

- *Transporte público*, es necesario realizar un inventario del sistema de transporte que sirven el área de estudio: número de rutas, capacidad de las unidades ofertadas, frecuencia del servicio, ubicación de paradas, estado físico de las mismas y accesibilidad. Se requiere información sobre los planes del proyecto en estudio, si contempla un área para el ascenso y descenso de

³ Cal y Mayor R., Cárdenas J. (2007). Ingeniería de Tránsito, Fundamentos y aplicaciones. México. Alfaomega.

⁴ Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio, 2001, Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito, México.

pasajeros en los límites del predio. Así también, los proyectos que se tengan sobre la implementación de nuevas rutas o de nuevos sistemas de transporte.

- *Volumen vehicular*, definido como el número de vehículos que pasan en un determinado punto durante un intervalo de tiempo, información requerida para el análisis operacional, donde se utilizan los volúmenes horarios, en este caso la hora del día que tiene el volumen horario más alto, en otras palabras, la hora de máxima demanda. De igual manera, sirve de base para la proyección del tránsito requerido para los análisis operacionales en los años horizonte seleccionados.⁵

La obtención del volumen vehicular se puede conseguir; por una parte, a partir de datos históricos existentes, en el caso de este trabajo, de los datos viales de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte; y por otra parte, mediante aforos sobre segmentos de vialidad, estableciendo estaciones maestras que determinen las horas pico, volumen vehicular y velocidad promedio.

Es importante tener conocimientos de las características de la zona de estudio, para programar los aforos. Se debe planear los trabajos de campo para obtener las variaciones periódicas de los volúmenes de tránsito dentro de las horas de máxima demanda.

1.2.3 Capacidad y Nivel de Servicio

- *Capacidad vial*, es la máxima tasa horaria a la que se puede esperar que los vehículos atraviesen un punto o una sección uniforme de un carril o carretera durante un período de tiempo determinado bajo las condiciones prevalecientes de la carretera.⁶

⁵ Quintero, A. (2008, agosto) Evaluación de la experiencia obtenida en los Estudios de Impacto Vial y propuestas para su ejecución e implementación. Revista Ciencia e Ingeniería. Vol.29, No.3, pp 243-248.

⁶ Análisis de Capacidad y Nivel de Servicio de Segmentos Básicos de Autopistas, Manual de Capacidad de Carreteras HCM200

El análisis de Capacidad aporta una forma de estimar la máxima cantidad de flujo vehicular a la que se puede dar servicio en una vía de forma segura durante un periodo específico. Para determinar la capacidad de un sistema vial, es necesario conocer las condiciones de la red vial y las condiciones de tránsito.

En una vialidad se pueden encontrar segmentos con condiciones diferentes a lo largo de la vialidad. El análisis de capacidad examina estos segmentos, dando como resultado diferentes capacidades conforme con sus condiciones prevalecientes.

Un análisis de capacidad vial es a la vez, un estudio cuantitativo y cualitativo del servicio ofrecido por el sistema a los usuarios. Dependiendo del tipo de infraestructura vial a examinar, se debe definir un procedimiento para el cálculo de su capacidad y operación. Para fines de este trabajo, el enfoque se realiza para vías de enlace.

El periodo de utilizado en la mayoría de los análisis de capacidad es de 15 minutos, debido a que se considera que ese es el intervalo más corto para el que puede presentarse una circulación estable.

- *Nivel de servicio*, expresa la calidad del flujo vehicular de una carretera conforme con los volúmenes de tránsito, en el cual se utilizan medidas cualitativas que caracterizan tanto las condiciones operativas dentro del tránsito, como su percepción por parte de los conductores y pasajeros. Dichas condiciones están sujetas a factores como velocidad, tiempo de recorrido, libertad de manejo, comodidad y seguridad.

Por último, en el Manual de Capacidad de Carreteras HCM2000, se establece lo siguiente:

- La capacidad, bajo condiciones prevalecientes, se expresa en vehículos mixtos por hora para cada segmento de una carretera.
- El Nivel de Servicio se aplica en un tramo significativo de la carretera. Este tramo puede variar en ancho de carril, pendiente, estacionamiento etc., por

lo tanto, su Capacidad es variable. El Nivel de Servicio debe contemplar las variaciones de flujo por salidas y accesos en los diferentes puntos del tramo.

- Para la Capacidad los elementos utilizados para medirla son: infraestructura vial, características geométricas, velocidad, composición del tránsito. El Nivel de Servicio, considera la densidad, la velocidad media de recorrido, las demoras y la relación flujo a Capacidad.
- Por práctica están fijados valores de densidades, velocidad media de recorrido, demoras y las relaciones de flujo a Capacidad, que especifican los Niveles de Servicio para carreteras.
- Para la identificación de los Niveles de Servicio de segmentos básicos se establecen las medidas de eficiencia de densidad, velocidad, relación volumen a Capacidad. En el caso de tramos de encruzamientos, densidad y velocidad. Por último, en rampas de enlaces, densidad.

1.2.4 Generación de viajes

Para realizar un estudio de impacto vial es primordial estimar la demanda del tráfico generado por el nuevo desarrollo urbanístico. Se entiende por generación la cuantificación de los viajes producidos o atraídos por el desarrollo; lo cual depende fundamentalmente del uso del suelo, es decir, de las actividades que se van a llevar a cabo una vez construido.⁷

Según (Andueza, 1989), los viajes se clasifican en viajes con un extremo en el hogar y en otros viajes. Si un viaje tiene un extremo, origen o destino, en el hogar, se dice que es producido en la zona donde está el hogar y es atraído por la otra zona. Es decir, para el estudio de impacto vial, un desarrollo habitacional,

⁷ Quintero, A. (2008, agosto) Evaluación de la experiencia obtenida en los Estudios de Impacto Vial y propuestas para su ejecución e implementación. Revista Ciencia e Ingeniería. Vol.29, No.3, pp 243-248.

los viajes son producidos y se relacionan con variables socioeconómicas, área de cada departamento, número de puestos de estacionamiento, etc. Mientras que, si se trata de otro tipo de desarrollo como un centro comercial, de servicios, etc. se habla de viajes atraídos, que dependen de las actividades a realizar. En el caso del centro comercial las variables que explican la generación de viajes pueden ser el área rentable, el número de empleados y sus características operativas.

Se elabora el cálculo del número de desplazamiento producidos y atraídos por el inmueble para un día típico, para las condiciones actuales, así como un análisis futuro. Puede expresarse en viajes de personas o viajes de vehículos, dependiendo de los objetivos perseguidos por el estudio para el cual se realiza la estimación.

Existen metodologías para el estudio de tasas de generación de viajes, basadas en conteos de los viajes que entran y salen del desarrollo en estudio. Actualmente en México no se tiene una base de datos que permita obtener tasas de generación confiables. El Instituto de ingenieros de transporte (ITE) provee de tasas de generación, pero se debe tomar en cuenta que fueron obtenidas de conteos realizados en EE.UU. por lo que hay que considerar el factor socioeconómico y cultural.

Para estimar las tasas de generación apropiadas se siguen los siguientes pasos:

- Ver si existe disponibilidad de tasas de generación de viajes locales
- En caso de haber datos, si el presupuesto lo permite, hacer un estudio de generación de viajes en desarrollos con características similares a las del proyecto en cuestión.
- Se podría verificar fuentes extranjeras como el “Trip Generation” de ITE
- Determinar el período (hora, fecha) de interés para el proyecto propuesto
- Tomar en cuenta factores como el uso del transporte público, viajes con propósitos múltiples en desarrollos grandes, etc.

- Justificar los resultados e hipótesis utilizadas en la determinación de las tasas de generación.⁸

1.2.5 Proyección de viajes

Para establecer la selección de los horizontes, se deben analizar las condiciones de la infraestructura vial adyacentes al nuevo desarrollo antes de ser construido. La selección del Año Horizonte de análisis está directamente relacionada a la inauguración del desarrollo, cambios importantes en el sistema vial y a otros cambios en el uso del suelo.

El Instituto de Ingenieros de Transporte (ITE) establece los horizontes de acuerdo a los viajes generados por los nuevos desarrollos, dimensiones y etapas de construcción Tabla 1-1.

Existen diferentes métodos para la proyección de tránsito, para fines de desarrollo de este documento se toma de referencia el Método basado en tasas de crecimiento. Método que se basa en la hipótesis que el crecimiento de los volúmenes de tránsito seguirá la misma tendencia que ha tenido en los últimos años. Estas tasas de crecimiento no deben ser usados para horizontes de más de 10 años. Para la estimación de estas tasas, se debe usar el crecimiento histórico de los volúmenes promedios diarios anuales.

El análisis operacional de la situación base dará la noción de como operará el tránsito en el futuro sin la adición del tránsito generado por el desarrollo bajo estudio. Este sería el punto de referencia y de comparación para determinar los impactos viales del desarrollo y las medidas mitigantes necesarias para proveer acceso y capacidad adecuados.⁹

⁸ Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio, 2001, Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito, México.

⁹ Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio, 2001, Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito, México.

Tabla 1-1 Horizontes de Análisis Recomendados

Características del Desarrollo	Horizonte recomendado
Desarrollos pequeños (<500 viajes generados en la hora de máxima demanda)	- Año de inauguración, asumiendo construcción y ocupación completas
Desarrollos moderados construidos en una fase (500-1000 viajes generados en la hora de máxima demanda)	- Año de inauguración, asumiendo construcción y ocupación completas - Cinco años después de la inauguración del desarrollo
Desarrollos grandes construidos en una sola fase (>1000 viajes en la hora de máxima demanda)	- Año de inauguración, asumiendo construcción y ocupación completas - Cinco años después de la inauguración del desarrollo - Un año horizonte determinado por la agencia en sus planes si el tamaño del desarrollo es considerablemente superior al tamaño estimado en los usos del suelo de la zonificación en particular
Desarrollos moderados y grandes construidos en varias fases	- Año de inauguración, asumiendo construcción y ocupación completas - Cinco años después de la inauguración del desarrollo - Un año horizonte determinado por la agencia en sus planes si el tamaño del desarrollo es considerablemente superior al tamaño estimado en los usos del suelo de la zonificación en particular - Cinco años después de la fecha de inauguración.

Fuente: Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio, 2001, Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito, México.

1.2.6 Medidas de mitigación

Se entiende como medidas de mitigación a todas aquellas acciones que minimicen en lo posible las consecuencias negativas del nuevo desarrollo sobre el tránsito. Para establecer si el desarrollo genera impactos nocivos se comentan algunos indicadores:

- Se acepta que las intersecciones en zonas urbanas pueden operar satisfactoriamente hasta un nivel de servicio “D” durante la hora de máxima demanda del sistema vial, por ello niveles de servicios “E” o “F” deben ser revisados y tratados.

- Si el desarrollo presenta accesos y salidas de vehículos sobre vías principales sin el diseño adecuado de vías de enlace de incorporación y salidas.
- Si el desarrollo propone nuevas paradas para el transporte público sin un diseño adecuado a las condiciones de la vialidad que generen interrupciones sobre la circulación.
- Si el desarrollo genera un número considerable de peatones en áreas con poca o nula infraestructura que garantice su seguridad.
- Si los accesos y salidas generan maniobras peligrosas como vueltas izquierdas o vueltas en U, así como formación de colas sobre la infraestructura vial.

Después de analizar los escenarios posibles y detectar los efectos negativos, dentro del Estudio de Impacto Vial se deben proponer soluciones que vayan dirigidas a la red vial, al sistema de transporte público y al entorno, las cuales pueden ser a corto plazo que implica un costo bajo, a mediano plazo con una inversión media y a largo plazo que conlleva un alto costo. Dichas medidas pueden ser instrumentadas ya sea por el gobierno con medidas de mitigación sobre la infraestructura vial, por el constructor con medidas de mitigación a los efectos del proyecto y por gestión de la ciudadanía.

2.0 Memoria descriptiva

2.1 Descripción general

En la actualidad, la carretera Federal 140 en el tramo Xalapa-Veracruz es la principal vía de comunicación hacia el sur de la Zona Metropolitana de Xalapa, dicha vialidad se conecta al norte con el eje vial Lázaro Cárdenas, el cual cruza toda la ciudad hasta conectarse nuevamente con la carretera Federal en el tramo Xalapa-Puebla, este sistema vial es de suma importancia, ya que comunica el Puerto de Veracruz con la ciudad de Puebla, libre de peaje.

Es importante mencionar que la Zona Metropolitana de Xalapa es la segunda más grande del estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, la cual cuenta con una de las ciudades con mayor densidad poblacional, siendo la capital del estado con 3,681.7 habitantes por kilómetro cuadrado¹⁰, para dimensionar las condiciones se puede tomar de referencia a la ciudad de Puebla de Zaragoza con 3,006 habitantes por kilómetro cuadrado.

Por una parte, la Zona Metropolitana de Xalapa se encuentra en constante crecimiento de parque vehicular, tan solo entre los años del 2010 al 2012 se verificó un incremento del 9.22 %, registrándose un aumento cada mes de 526 automóviles privados. En los últimos datos se obtuvo un índice de 1.15 autos en la ciudad por cada vivienda.

Por otra parte, la mancha urbana del municipio de Xalapa se expande hacia el sur de la ciudad, esto es, hacia el municipio de Emiliano Zapata, lo cual ocasiona cambios en los usos de suelos de los predios adyacentes en los primeros kilómetros de la carretera Federal 140 en el Xalapa-Veracruz.

Conforme con un recorrido de campo sobre la carretera Federal se observa que actualmente el tramo comprendido entre el cadenamiento 0+000.00

¹⁰ Plan Municipal de Desarrollo 2014-2017 Xalapa

al 3+500.00, presenta velocidades reducida y formación de largas colas de vehículos, desordenamiento en las paradas de vehículos y poca infraestructura para los peatones. Se aclara que en este tramo los predios adyacentes se encuentran ocupados por tiendas comerciales, plazas y edificios, donde no se llevaron a cabo medidas para mitigar el impacto vial de estos.

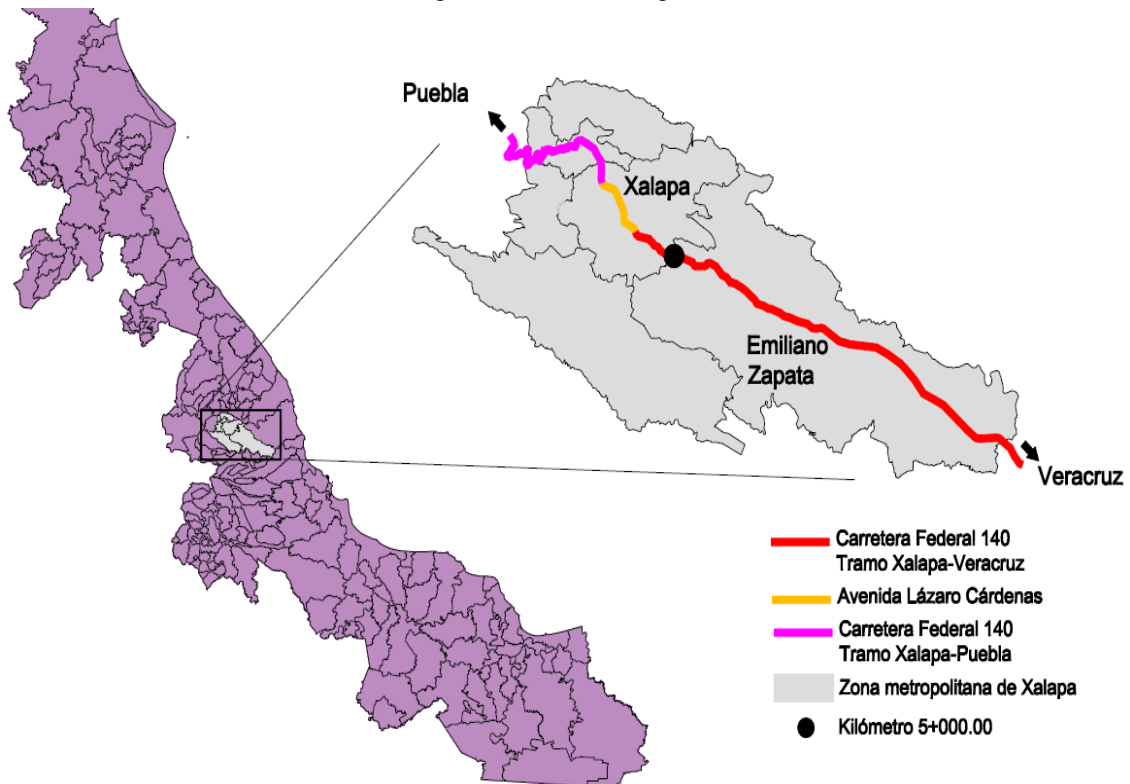
Ahora bien, en lo que respecta entre el kilómetro 3+500.0 y el 5+000.00, se presenta un incipiente desarrollo urbano, pero con miras a futuros de establecer proyectos que funcionaran como polos atractores. Por lo anterior, el motivo de llevar a cabo este trabajo es analizar el impacto de dichos proyectos y establecer medidas que mitiguen los problemas de congestión vial.

2.2 Ubicación

De manera general, la carretera Federal 140 tramo Xalapa-Veracruz inicia en la capital, aproximadamente en las coordenadas 19°31'33.13" de latitud Norte y 96°53'50.92" de longitud Oeste de acuerdo con la carta E14B27 de cartografía de acuerdo con la carta de INEGI.

En lo concerniente al área de estudio, este se localiza en límite municipal de los municipios de Xalapa-Enríquez y Emiliano Zapata, a la altura del acceso con dirección Central de Abasto, a la vialidad Trancas Coatepec y el paso vehicular superior 827, aproximadamente en las coordenadas 19°30'28.62" de latitud Norte y 96°51'21.11" de longitud Oeste con base en la carta E14B27 de cartografía de INEGI.

Imagen 2-1 Ubicación general



Fuente: Elaboración propia con base en mapa de INEGI

2.3 Condiciones operativas del inmueble

Para determinar las condiciones operativas de los desarrollos urbanos integrados en el Master Plan, se desglosaron las áreas por actividad a desarrollar en ellas y se hizo referencia a sitios en operación para obtener horarios de operación, hora de máxima demanda, estimación de empleados, etc.

Área comercial, se escogieron plazas con características similares de movilidad, de distribución socioeconómica y de empleo. Es importante recalcar que las plazas se ubican sobre la misma vialidad, la Carretera Federal 140. Los centros comerciales elegidos fueron: Plaza Américas y Plaza Animas, ambos cuentan con cine, áreas recreativas, fast food y bancos de las cuales se muestran sus características en la siguiente tabla:

Tabla 2-1 Características de los centros comerciales

Centro comercial/ variables	Plaza Américas	Plaza Animas	Master Plan
Área del predio m2	147,856.34	58,077.94	123,402.55
Área de construcción m2	195,183.00	77,972.00	274,990.09
Área rentable m2	68,615.82	35,520.00	70,277.45
Puesto de estacionamiento	2,589.00	1,724.00	2,515.00

Fuente: Elaboración propia con base en planos de proyecto.

*Respecto a la tabla de 2.10 se obtiene el total del área rentable del Master Plan.

En lo que respecta al conjunto habitacional, se tomó de referencia conjuntos integradas por torres de vivienda con acceso controlado, cercanas al área de proyecto, que cuentan con un nivel socioeconómico similar, que tienen por lo menos tres años de operación y conectan a la carretera Federal 140 a la altura del kilómetro 5+000.000.

Tabla 2-2 Características de los conjuntos habitacionales

Centro comercial/ variables	Torre Halcón	Torre Águila	Torre Albatros	Torre Master Plan
Área m2	135	135	140	142
Niveles de torre	9	9	10	5
Departamento por nivel	4	4	2	5
Departamento por conjunto	72	72	80	75
Puestos de estacionamiento	144	144	168	150

Fuente: Elaboración propia con base en información de inmobiliarias

Para el edificio de 10 niveles de consultorios se toma de referencia la torre de consultorios de la clínica Los Ángeles que se ubica sobre la Carretera Federal 140 aproximadamente en el kilómetro 2+250, cuyas características se enlistan en la siguiente tabla:

Tabla 2-3 Características de edificio de consultorios

Centro comercial/ variables	Los Ángeles	Master Plan
Área m2	13,800	15,293
Niveles de torre	10	10
Consultorios por nivel	6	7
Consultorios por torre	60	70
Puestos de estacionamiento asignados	276	306

Fuente: Elaboración propia con base en información de campo

En el caso del área destinada para el hotel, se hizo referencia al hotel City Express ubicado en el kilómetro 2+450 de la Carretera Federal.

Tabla 2-4 Características de los hoteles

Hotel	Área de hotel	Cajones de estacionamiento	Niveles	Total de habitaciones
City Express	3,240	110	6	124
Master Plan	4,808	106	6	150

Fuente: Elaboración propia con base en información de campo

2.4 Información del proyecto

El Master Plan El Juguete, está proyectado bajo el concepto de “ciudad dentro de la ciudad”; en otras palabras, que se integra por diversos elementos dentro de un mismo conjunto con la intención de resolver la mayoría de las necesidades. Es un concepto que está llevado a cabo por el sector de la construcción, inspirado en una nueva cultura de vida.

El objetivo del desarrollo es ofrecer un espacio al aire libre, donde glamur y estilo se combinen, mediante un paseo peatonal, terrazas, áreas verdes que brinden una alta calidad. El Master plan contempla un shopping center exclusivo, así como restaurantes, cines, supermercado selecto, viviendas de alta plusvalía, hospital privado, hotel y una estación de PEMEX.

Es de suma importancia analizar el proyecto en desarrollo, ya que su operación producirá cambios representativos que provocaran nuevas condiciones urbanas las cuales modificaran completamente el perfil de la zona, re densificara el uso de suelo, así como dotar de mayor plusvalía a los predios aledaños. Por lo anterior, existirán afectaciones en el tránsito tanto vehicular, peatonal y del sistema de transporte público, afectando el nivel de servicio de la carretera 140.

2.4.1 Ubicación de proyecto

El Master Plan El Juguete, es un proyecto que se localiza a la altura del kilómetro 5+000.00, el cual está sembrado en un predio que cubre un área de 95,000 m², con una topografía accidentada, propiciada por una barranca ubicada hacia la zona sur del mismo, donde se ubica un arroyo perene, en cual fluyen aguas negras.

El predio colinda al norte con la carretera Federal 140 y el paso vehicular superior 827, al oriente con la vialidad que conecta con la carretera Las Trancas-Coatepec, al poniente con la localidad las Trancas y al sur con la carretera antes mencionada.

La zona en la que se ubica el proyecto se sitúa nuevos fraccionamientos habitacionales como el Residencial de las Cumbres, Cantabria, Bosques de Niebla, Valle Real, Praderas, así como viviendas de alta plusvalía sobre el bulevar Europa y la zona residencial Animas, los cuales se encuentran en un radio de 1500 metros. De acuerdo con el estudio de mercado realizado por la empresa desarrolladora, el área comercial tiene como principal objetivo captar clientes de los fraccionamientos de mayor nivel socioeconómico.

Imagen 2-2 Ubicación del proyecto



Fuente: Asesores y Servicios en Ingeniería Civil, 2017

2.4.2 Proyecto arquitectónico

De forma general el proyecto “El Juguete” se integra por los siguientes niveles:

- Sótano dos en el nivel 184.00, considerando como banco de nivel la elevación arbitraria 200, en este nivel se destina para área de estacionamientos y servicios.
- Mezzanine en el nivel 188.00, aloja área de servicios, su construcción está programada en una segunda etapa
- Sótano uno en el nivel 192.00, tiene proyectado área de estacionamiento, área de taxis, vestíbulo y servicios.
- Planta baja en el nivel 197.50, donde se localiza un área de estacionamiento, un parque central, locales comerciales, una calle peatonal, gasolinera, área de taxis, rampas de acceso y salida.

- Planta alta en el nivel 203.50, se ubica un área para mercado local, locales comerciales, cines.
- A partir de la planta alta en la zona sur del proyecto se localizan tres edificios de viviendas, de cinco niveles con cinco departamentos por nivel cada uno; un edificio de consultorios de 10 niveles; y un hotel de seis niveles.

Los edificios de viviendas, consultorios y el hotel, estarán comunicados por medio del sótano uno y dos, donde se ubica el vestíbulo del hotel, así como los accesos a los consultorios y viviendas mediante escaleras y elevadores.

En la segunda fase del proyecto se tiene contemplado el desplante de dos torres en un predio de 20,613.20 metros cuadrados, una torre de 25 niveles con 6 departamentos por nivel, la otra de 9 niveles con cuatro departamentos por nivel, en este trabajo no se consideran dichas torres, ya que están programadas para el año 2020 y su proyecto arquitectónico se encuentra en proceso.

Imagen 2-3 Proyecto conceptual “El Juguete”



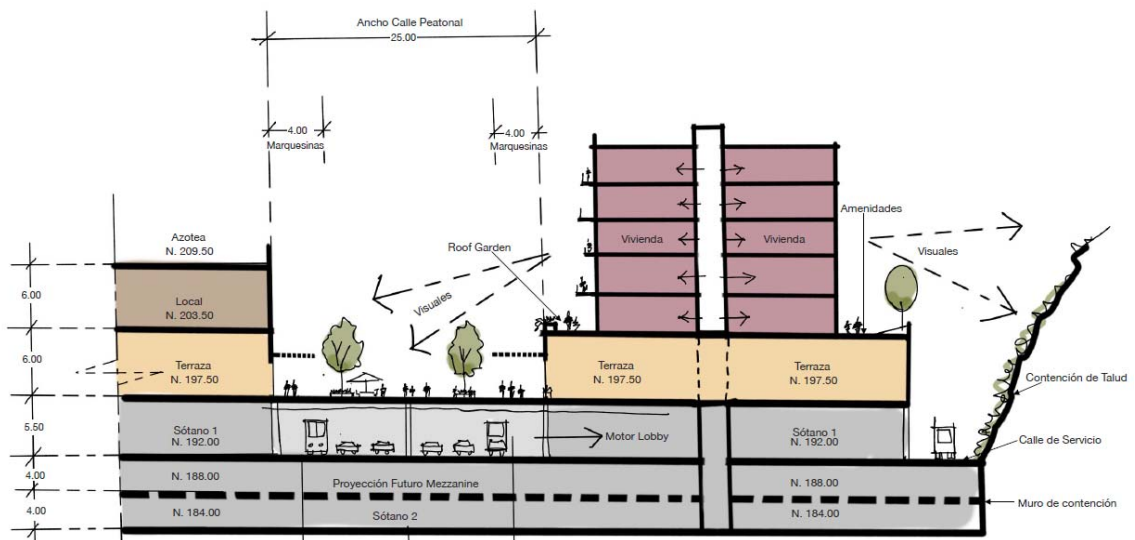
Fuente: Master Plan El Juguete, 2017

Imagen 2-4 Planta baja



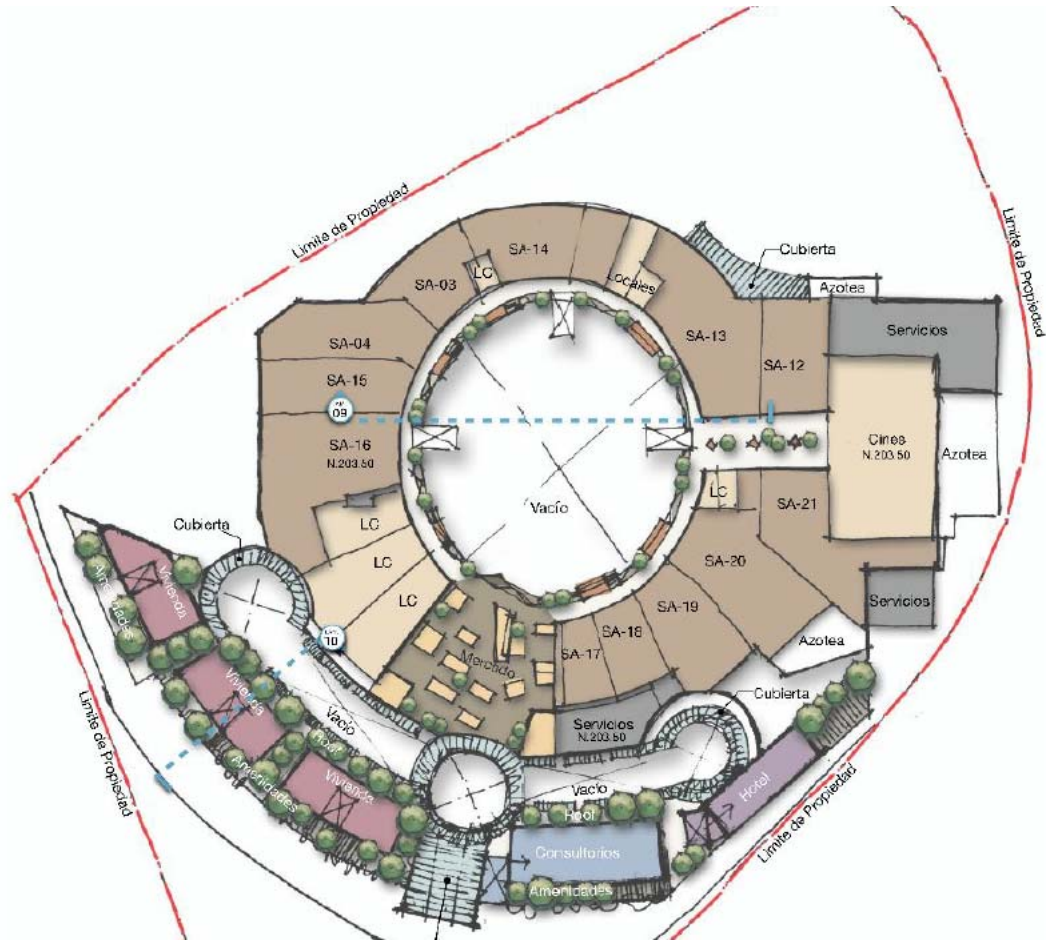
Fuente: Master Plan El Juguete, 2017

Imagen 2-5 Sección motor lobby



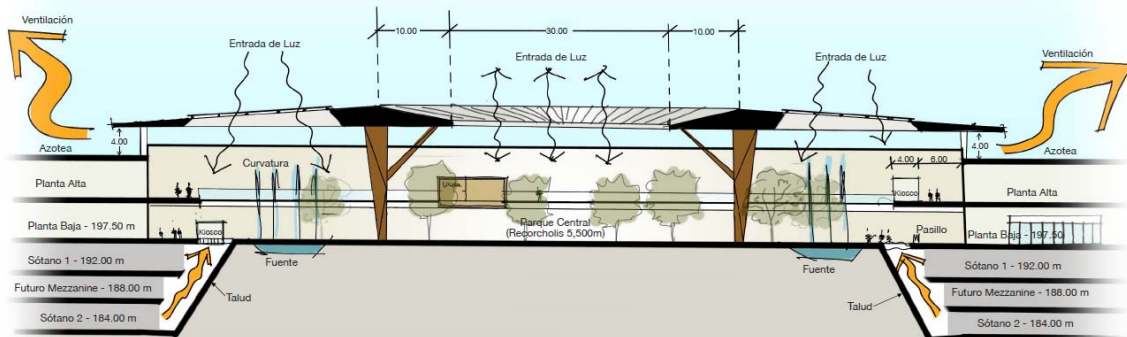
Fuente: Master Plan El Juguete, 2017

Imagen 2-6 Planta alta



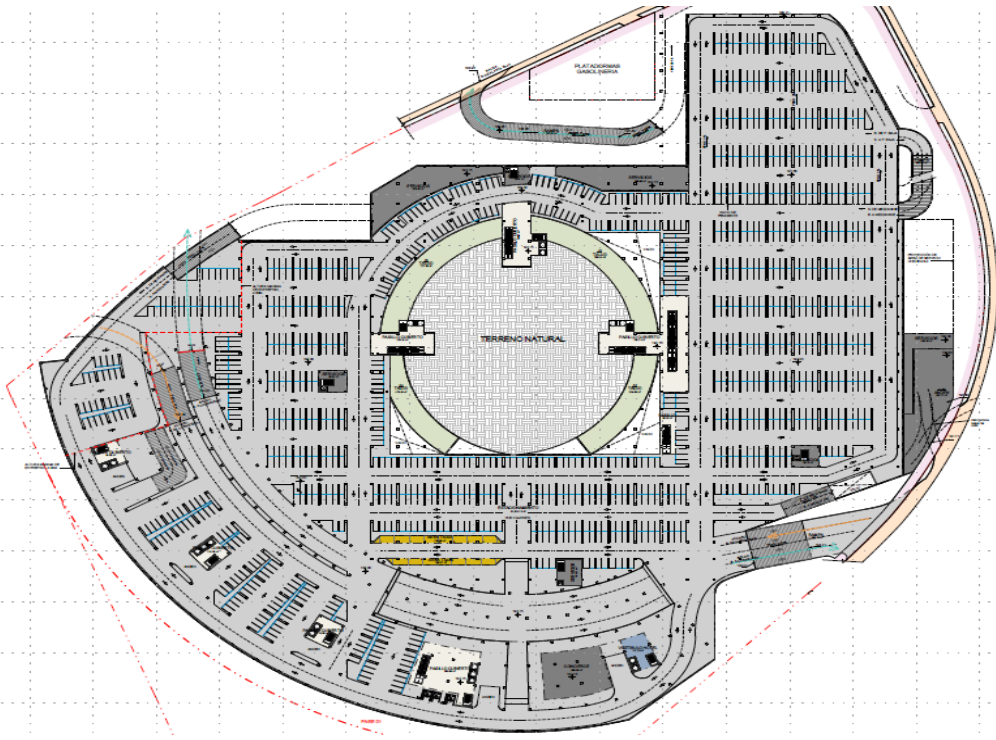
Fuente: Master Plan El Juguete, 2017

Imagen 2-7 Sección transversal



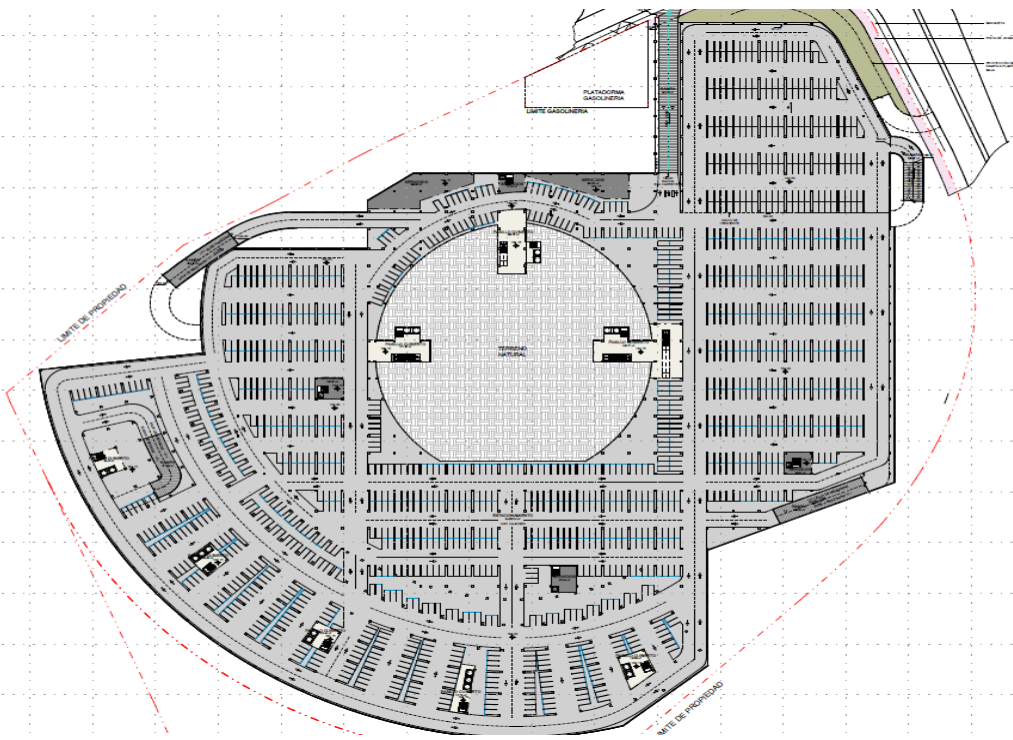
Fuente: Master Plan El Juguete, 2017

Imagen 2-8 Sótano uno



Fuente: Master Plan El Juguete, 2017

Imagen 2-9 Sótano dos



Fuente: Master Plan El Juguete, 2017

2.4.3 Cuadro de áreas

En este subcapítulo se desglosan las áreas de acuerdo con los niveles del proyecto y al uso de suelos.

Sótano dos:

Tabla 2-5 Áreas de sótano dos

Descripción del área	Área en metros cuadrados
Estacionamiento	63,399.00
Rampas	1,875.00
Pasillos	1,755.00
Servicios	1,424.00
Área verde	1,465.00
Circulación vertical	581.00
Total de sótano dos	70,499.00

Fuente: Master Plan El Jugete, 2017

Sótano uno:

Tabla 2-6 Áreas de sótano uno

Descripción del área	Área en metros cuadrados
Estacionamiento	55,566.00
Rampas	3,759.00
Pasillos	8,112.00
Servicios	2,088.00
Anden	1,143.00
Circulación vertical	718.00
Vestíbulo de hotel	201.00
Área verde	15.00
Total de sótano uno	71,602.00

Fuente: Master Plan El Jugete, 2017

Planta baja:

Tabla 2-7 Áreas de planta baja

Descripción del área	Área en metros cuadrados
Estacionamiento	6,331.66
Áreas verdes	9,589.76
Parque recórcholis	5,500.00
Pasillo cubierto	11,028.45
Pista jogging	4,771.26
Calle peatonal y calle drop off	5,936.97
Banquetas	1,616.93
Área montacargas	305.29
Servicios	1,528.51
Paseo peatonal-vehicular	4,968.90
Rampas y circulaciones verticales	5,209.24
Supermercado sala de ventas	7,000.00
Servicios de supermercado	3,004.32
Huella de gasolinera	1,025.00
Área rentable para comercio de locales	28,828.65
Viviendas	457.96
Vestíbulo de hotel	909.76
Consultorios	124.71
Total de planta baja	98,137.37

Fuente: Master Plan El Juguete, 2017

Planta alta:

Tabla 2-8 Área de planta alta

Descripción del área	Área en metros cuadrados
Área rentable para comercio de locales	25,124.80
Servicios	2,313.37
Cines	3,824.00
Pasillo	3,939.03
Áreas de mesas de mercado	1,576.11
Rampas	491.84
Total área de planta alta	37,269.15

Fuente: Master Plan El Juguete, 2017

A partir de la planta alta, al sur del predio se localiza un área destinada para un conjunto habitacional conformado por tres torres, así con un edificio para consultorios y un edificio destinado a un hotel.

Cada edificio de vivienda tiene cinco niveles con cinco departamentos por nivel, como se desglosa en la tabla siguiente:

Tabla 2-9 Área de viviendas

Viviendas	Área en metros cuadrados
Torre 1 de 5 niveles:	
Amenities viviendas	854.34
Jardín de viviendas	211.47
Área de viviendas	4,960.00
Torre 2 de 5 niveles:	
Amenities viviendas	547.82
Jardín de viviendas	404.15
Área de viviendas	6,048.00
Torre 3 de 5 niveles:	
Amenities viviendas	684.20
Jardín de viviendas	400.33
Área de viviendas	6,048.00
Total de viviendas	20,158.31

Fuente: Master Plan El Juguete, 2017

En lo que respecta el edificio de consultorios y hotel, cada uno cuenta con sus áreas de jardín y amenities, es decir, áreas de uso común.

Tabla 2-10 Área de consultorios

Consultorios	Área en metros cuadrados
Consultorio de 10 niveles	15,293.00
Amenities y jardín consultorio	733.62
Total de consultorios	16,026.62

Fuente: Master Plan El Juguete, 2017

Tabla 2-11 Área de hotel

Hotel	Área en metros cuadrados
Jardín hotel	139.03
Hotel de 6 niveles	4,808.00
Amenities hotel	572.87
Total de hotel	5,519.90

Fuente: Master Plan El Juguete, 2017

Dentro del desarrollo se proyecta un total de 3,077 cajones de estacionamiento tanto para el área comercial, de vivienda, consultorios y hotel.

Tabla 2-12 Número de cajones de estacionamiento

Nivel	Número de cajones
Sótano dos	1,544
Mezzanine	182
Sótano uno	1,152
Planta baja	199
Total de cajones	3,077

Fuente: Master Plan El Juguete, 2017

De igual manera en el proyecto se reserva espacio para albergar el transporte público como se desglosa en la siguiente tabla:

Tabla 2-13 Cajones para transporte público

Descripción	Número de cajones
Estacionamiento para taxis	56
Paradero de taxis	6
Estacionamiento de camiones	5
Paradero de camiones	5
Total de cajones	72

Fuente: Master Plan El Juguete, 2017

Por otra parte, para un mejor desarrollo de este trabajo se desglosan las áreas de construcción de acuerdo con las actividades a realizar dentro del Master Plan El Juguete. En el caso del área rentable para comercio se dividió conforme con los servicios prestados: comercio de productos (regalos, boutiques, decoración, arte, etc.), establecimiento de servicios de alimentos (cafeterías, restaurantes, etc.), servicios financieros (sucursales bancarias), parques, supermercado y cine. Mención aparte se realiza para la gasolinera, ya que esta cuenta con sus accesos y salidas independientes del complejo. Así mismo, dentro del proyecto se menciona un área de usos mixtos, lo cuales se dividen en: viviendas, hotel y consultorios. Por último, se separan aquellas áreas destinadas para uso común como pasillos, banquetas, áreas verdes, calle peatonal, estacionamientos, etc.

Tabla 2-14 Área por tipo de uso

Uso	Metros cuadrados
Área rentable para comercio de locales:	
Comercio de productos	42,451.78
Servicio de alimentos	9,911.70
Servicios financieros	1,589.97
Parque central	5,500.00
Supermercado sala de ventas	7,000.00
Cines	3,824.00
Gasolinera	1,025.00
Áreas de usos mixtos:	
Viviendas	20,616.27
Hotel	6,429.66
Consultorios	16,151.33
Áreas comunes (Pasillos, banquetas, áreas verdes, etc.)	201,708.32
Servicios de supermercado	3,004.32
Total de área de construcción	319,212.35

Fuente: Master Plan El Juguete, 2017

2.4.4 Sistema de accesos y salidas

El Master Plan contempla en el proyecto arquitectónico accesos y salidas peatonales, vehiculares, área para autobuses y área de andén para descarga de mercancía, los cuales son necesarios analizar los flujos vehiculares y los posibles efectos negativos que tendrán sobre las vías adyacentes.

Los accesos y salidas abastecerán el área de comercio (área de venta del supermercado, tiendas anclas, locales comerciales, cine, parque de diversión) el conjunto habitacional de las tres torres, el edificio de consultorios y el hotel, únicamente la gasolinera tendrá su acceso y salida independiente como ya mencionó anteriormente.

En el desarrollo se proyectan los acceso y salidas con conexión directa a la carretera Federal 140, la vía de enlace de salida de la Carretera y la vialidad Trancas-Coatepec.

Con relación al nivel arquitectónico y a las vialidades de acceso al proyecto Master Plan, se enlistan los accesos y salidas, considerado tanto flujo peatonal como vehicular.

Tabla 2-15 Accesos de Master Plan

Acceso	Descripción	a nivel	De Vialidad
EPE 1	Entrada peatonal uno	Planta baja	Carretera Federal 140
EPE 2	Entrada peatona dos	Planta baja	Vialidad Trancas-Coatepec
AG	Acceso a gasolinera	Planta baja	Enlace de salida de Carretera
ECH	Entrada a supermercado (anden)	Planta baja	Vialidad Trancas-Coatepec
01	Acceso vehicular	Sótano uno	Carretera Federal 140
02	Acceso vehicular	Planta baja	Enlace de salida de Carretera
03	Acceso vehicular	Planta baja	Vialidad Trancas-Coatepec
04	Acceso vehicular	Sótano uno	Vialidad Trancas-Coatepec
05	Acceso vehicular	Sótano uno	Vialidad Trancas-Coatepec

Fuente: Master Plan El Juguete, 2017

Tabla 2-16 Salidas del proyecto

Salida	Descripción	de nivel	Vialidad a la que conecta
SPE 1	Salida peatonal uno	Planta baja	Carretera Federal 140
SPE 2	Salida peatonal dos	Planta baja	Vialidad Trancas-Coatepec
SG	Salida de gasolinera	Planta baja	Enlace de salida de carretera
SCH	Salida de supermercado (anden)	Planta baja	Vialidad Trancas-Coatepec
01	Salida vehicular	Sótano uno	Carretera Federal 140
02	Salida vehicular	Planta baja	Enlace de salida de carretera
03	Salida vehicular	Planta baja	Vialidad Trancas-Coatepec
04	Salida vehicular	Sótano uno	Vialidad Trancas-Coatepec
05	Salida vehicular	Sótano uno	Vialidad Trancas-Coatepec
06	Salida vehicular	Sótano dos	Enlace de salida de carretera

Fuente: Master Plan El Juguete, 2017

Un punto importante que mencionar son las pendientes de entrada y salida al complejo, ya que están determinarán la complejidad de la maniobra por la visibilidad y velocidad, cabe destacar que la dificultad al acceso y salida del inmueble no sólo entorpecerá el flujo destinado a este, sino el flujo que continua a lo largo de las vialidades. Con base en los planos arquitectónicos se enlistan los accesos y salidas con su respectiva pendiente de incorporación:

Tabla 2-17 Pendiente de accesos y salidas vehiculares

Rampa	Pendiente de entrada	Pendiente de salida	Vialidad colindante
AG	-3%		Enlace de salida de carretera
SG		+3%	Enlace de salida de carretera
ECH	-3%		Vialidad Trancas-Coatepec
SCH		+3%	Vialidad Trancas-Coatepec
01	-12%	+10%	Carretera Federal 140
02	-3%	+10%	Enlace de salida de carretera
03	+12	-12%	Vialidad Trancas-Coatepec
04	-6.01%	+3.27%	Vialidad Trancas-Coatepec
05	-10%	+10%	Vialidad Trancas-Coatepec
06		+0.75%	Enlace de salida de carretera

Fuente: Master Plan El Juguete, 2017

De la tabla 2-17 se puede observar que en la mayor parte existen pendientes pronunciadas que disminuyen la visibilidad de los usuarios y complican la incorporación y salida al desarrollo.

Mención especial tienen las rampas para el acceso y salida 01, las cuales tienen una pendiente de -12% y +10% con conexión directa a la Carretera Federal 140, cuyo proyecto no contempla carriles de incorporación y salida. Imagen 2-10.

El acceso 02 se ubica en la zona de divergencia de flujos vehiculares, para conectar con la vía de enlace de salida, así como a una distancia de 45 metros de la salida 01 y al inicio de la parada de autobuses propuesta por el desarrollo. Imagen 2.12.

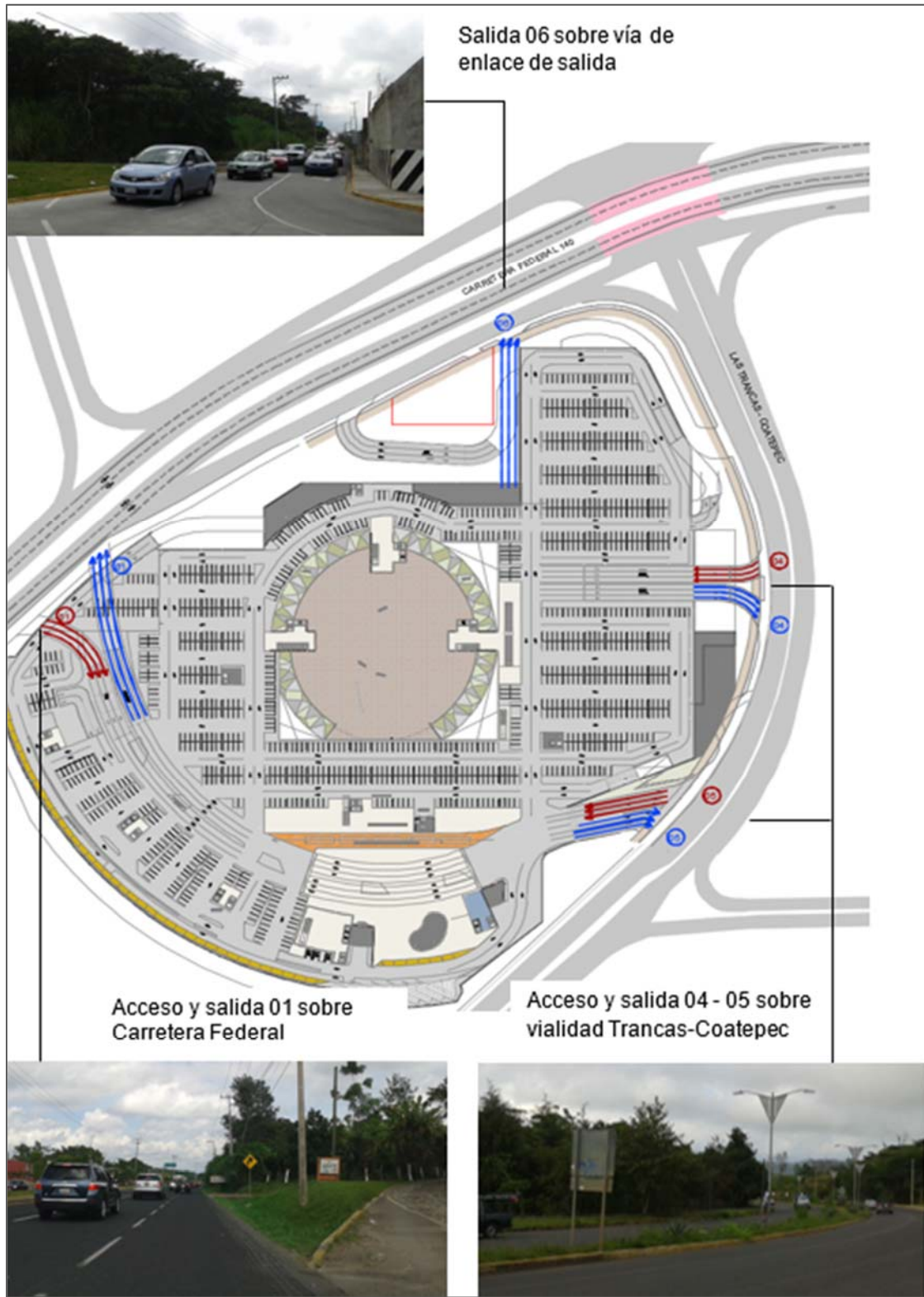
La salida 02 con pendiente +10% y la salida 06 conectan a la vía de enlace de salida de la Carretera y de acuerdo con proyecto se utiliza para realizar los movimientos direccionales de retorno por debajo del paso vehicular superior 827 hacia Xalapa y vuelta derecha hacia la vialidad Trancas-Coatepec. Imagen 2-10 y 2-12.

Otro punto importante que citar que dentro del proyecto se contemplan una parada de autobús sobre la vía de enlace de salida de la Carretera Federal 140, cabe mencionar que dicha área se encuentra fuera del predio con una longitud de 50 metros y 2.70 metros de ancho. Imagen 2-11.

Por último, en lo que respecta a la vía de enlace de salida, se ubica la salida y acceso de la gasolinera, las cuales se encuentran entre la salida 02 y la salida 06, esto es, sobre la vía de enlace se conectan directamente sin carril de resguardo un total de tres salidas vehiculares, dos accesos vehiculares, y una parada de autobús en una distancia de 210 metros.

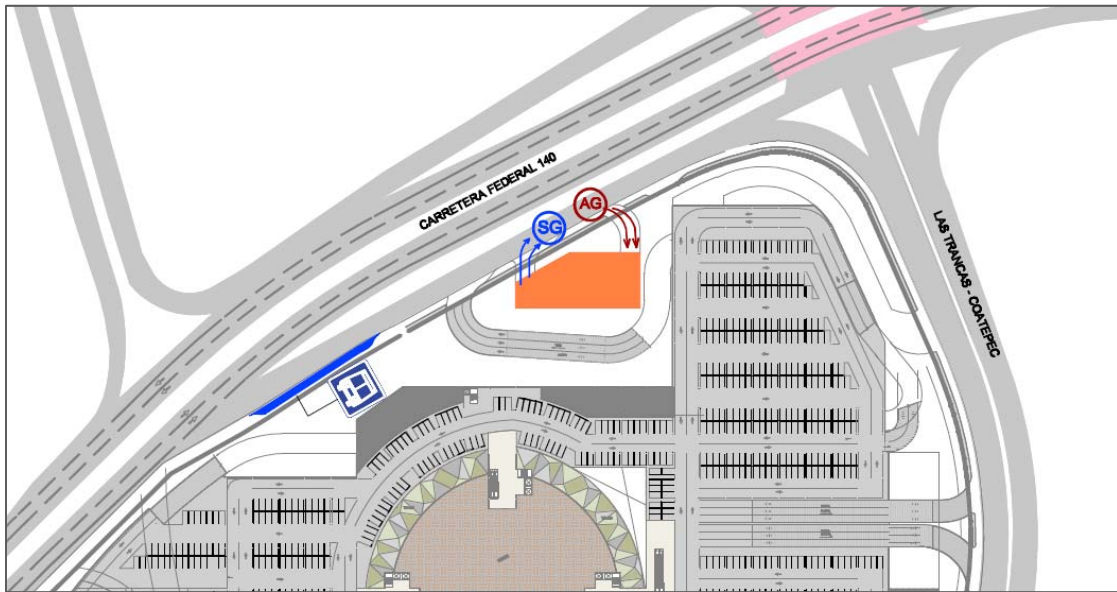
En cuanto a la zona de carga y descarga del supermercado se realizará por el acceso ECH (entrada al andén) y la salida SCH (salida de andén), que conectan directamente a la vialidad Trancas-Coatepec, donde se proyecta con pendientes suaves. Imagen 2-12

Imagen 2-10 Accesos y salidas en sótano uno



Fuente: Elaboración propia con base en proyecto

Imagen 2-11 Acceso-salida de gasolinera y parada de autobús.

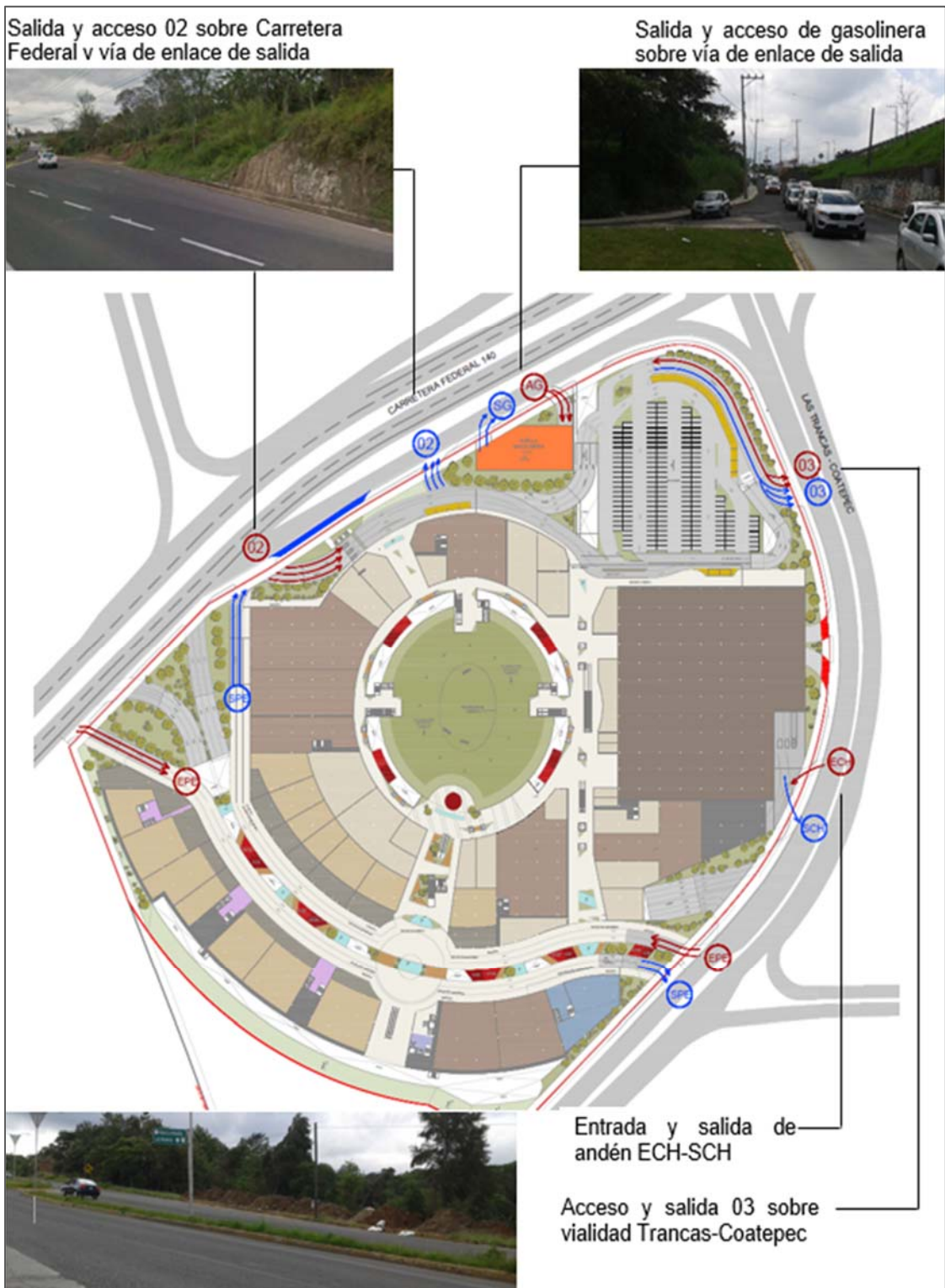


Fuente: Elaboración propia con base en proyecto

En lo que respecta a los accesos peatonales se localizan a los extremos de la vialidad peatonal proyectada dentro del Master Plan, identificadas como EPE y SPE en Imagen 2-12, la cuales conectan al noroeste con la carretera Federal 140 y al sureste con la vialidad Trancas-Coatepec, es importante mencionar que actualmente sobre la carretera Federal 140 no existe infraestructura para el peatón como banquetas, señalización e iluminación, caso similar se presenta sobre la vialidad Trancas-Coatepec. En el caso de los usuarios del transporte público, estos tendrán acceso por medio de un puente que conecta de la parada ubicada sobre la vía de enlace de salida hacia el interior del centro comercial.

Todo lo mencionado es significativo, ya que el conjunto de estas acciones puede generar congestión sobre la vialidad Trancas-Coatepec, en el retorno del paso superior vehicular, en la vía de enlace y en lo subsecuente en la carretera Federal 140.

Imagen 2-12 Accesos y salidas vehiculares



Fuente: Elaboración propia con base en proyecto

2.4.5 Horario de servicio

De acuerdo con el capítulo anterior y con base en la recopilación de información en campo, se fijaron los horarios de servicios del área comercial del Master Plan.

Tabla 2-18 Horario de servicio área comercial

Uso	Horario de servicio
Área rentable para comercio de locales:	
Comercio de productos	10:00 a 21:00
Servicio de alimentos	10:30 a 22:30
Servicios financieros	8:30 a 16:00
Parque infantil	10:00 a 21:00
Supermercado sala de ventas	07:00 a 23:00
Cines	11:00 a 23:00

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo en campo.

En lo que concierne al área de usos mixtos donde se localizan los consultorios y hotel se determinaron los siguientes horarios:

Tabla 2-19 Horario de servicio área de usos mixtos

Uso	Horario de servicio
Hotel	24 horas
Consultorios	09:00 a 22:00

Fuente: Elaboración propia

2.4.6 Horario de máxima demanda

En el área comercial, la hora de máxima demanda se determinó con base en la información publicada por los centros comerciales, ya que estos manejan horarios populares para que los clientes planifiquen sus visitas.

Con la información del supermercado ubicado en Plaza Ánimas, se resume en la Tabla 2-20 días y horarios de mayor demanda, observándose los fines de semana con mayor concentración de usuarios.

Tabla 2-20 Horarios máxima demanda de supermercado

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
13:00 a 14:00	13:00 a 14:00	13:00 a 14:00	13:00 a 14:00	14:00 a 15:00	14:00 a 15:00	15:00 a 16:00
20:00 a 21:00	20:00 a 21:00	20:00 a 21:00	20:00 a 21:00	20:00 a 21:00	20:00 a 21:00	19:00 a 20:00

Fuente: <http://www.chedraui.com.mx/index.php/xalapaanimas>

Información de salas de cines ubicados en Plaza Ánimas, de la cual se obtiene que los días de lunes a jueves se comportan de manera similar, siendo lo de menor demanda. En cambio, los domingos son los de mayor ocupación en las salas.

Tabla 2-21 Horarios de máxima demanda de salas de cine

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
20:00 a 21:00	21:00 a 22:00	20:00 a 21:00	20:00 a 21:00	20:00 a 21:00	19:00 a 20:00	19:00 a 20:00

Fuente: <http://www.plazaanimas.com.mx/la-plaza.php>

Esta información se utiliza como base para realizar los aforos en las horas marcadas con mayor demanda, la cual es procesada en capítulos posteriores para estimar los viajes atraídos.

Los horarios de mayor demanda del área comercial que se establecen son:

Lunes a viernes: 13:00 -14:00 y 20:00-21:00

Sábado y domingo: 14:00-15:00 y 19:00-20:00

2.4.7 Estimación de empleados

En este apartado se estima el número de personas que laborarán de forma permanente y el porcentaje de aquellas que utilizarán el transporte público, para esto se desglosaron con respecto a las actividades a desarrollar.

Área comercial, en este caso se realizó una subdivisión de acuerdo con el giro del local y a las dimensiones de la tienda para estimar un número de empleados y horarios laborales.

Tabla 2-22 Número de empleados

Descripción	Rango de m2	No. de tiendas	No. de empleados por tienda	Número de empleados
Comercios de productos:				
Kioscos	35-55	27	1	27
Mercado local	60-100	15	2	30
Locales	50-100	4	2	8
	100-400	13	3	39
	400-500	4	4	16
Subanclas	500-1000	9	5	45
	1000-2000	12	8	96
	2000-3500	3	10	30
Servicios de alimentos	200	3	5	15
	500-1000	14	12	168
Servicios financieros	340-450	4	9	36
Parque central	5500	1	50	50
Supermercado	7000	1	210	210
Cines	3824	1	125	125
Gasolinera	1025	1	9	9
Hotel	6290	1	38	38
Consultorios	15293	1	220	220
Master Plan			30	30
Total de empleados				1192

Fuente: Elaboración propia con recopilación de campo

Cabe destacar que en el resultado estimado de empleados es el total, pero varios de estos establecimientos manejan dos turnos y en su defecto tres, así como diferencia de sueldos.

2.4.8 Porcentaje de usuarios que utilizan transporte público

Es un hecho que el Master Plan será una fuente generadora de empleos, por lo cual es importante pronosticar el medio de transporte que será más utilizado para proponer las medidas necesarias que garanticen accesibilidad de forma segura para los empleados.

Tomando el hecho que los accesos del Master Plan serán controlados y para el caso del área comercial tendrá un costo el estacionamiento, el número de empleados que utilizaran transporte público se estima con referencias al puesto laboral y rango de salario. Con base a la tabla 2-23 se estimando que el 91% de los empleados utilizaran transporte público, en otros términos, 1029 empleados al día.

Tabla 2-23 Empleados en transporte público

Rango de salarios mensuales	Vehículo particular	Transporte público
\$2,931 - \$ 8,026 (Cajeros, vendedor, restaurantes, atención al cliente, camarero, recepcionista)		973
\$10,000 - \$15,000 (Jefe de área, gerente de hotel, contabilidad)		56
\$15,000 - \$20,000 (Gerente de cines, supermercado, etc.)	12	
Doctores especialistas de la clínica	140	
Total	152	1029

Fuente: Elaboración propia con recopilación de campo

3.0 Contexto territorial

3.1 Estructura urbana

En el capítulo 2.2 se hace mención que la ubicación del desarrollo se encuentra en el límite municipal entre Xalapa y Emiliano Zapata, por esta razón en este apartado se analiza la zona conurbana de los mencionados, los cuales están ubicados en la Región Central del Estado de Veracruz, en las faldas del cerro Macuiltépetl. Limitan con los siguientes municipios: al norte con Banderilla y Jilotepec, al noroeste con Acajete, al oeste con Tlanelhuayocan y Rafael Lucio y al sur con Coatepec, formando una de las ocho Zonas Metropolitanas del Estado de Veracruz.

El análisis de la estructura urbana se desglosa en medio físico natural, el cual hace referencia al territorio de soporte sobre el cual se asienta el municipio y medio físico modificado, que hace referencia al emplazamiento en el espacio, el medio construido.

Medio físico natural

Topografía, La zona conurbada de Xalapa tiene una topografía muy irregular la cual es producto de su origen derivado de centros volcánicos que rodean su área urbana. Por lo anterior, hace que las calles de la zona sean tortuosas, estrechas y quebradas. Su altura promedio es de 1,400 m.s.n.m.

Cursos de agua, en la zona conurbada se encuentran las siguientes corrientes de agua: Sedeño, Sordo, Paso Hondo, La Palma, Ojo Zarco, Negro, Chorreado. Las lluvias son abundantes en verano y principios de otoño.

Clima, en Xalapa es húmedo y variado, su temperatura máxima es de 30.2 grados centígrados y una mínima de 10 a 4 grados centígrados por las mañanas. Temperatura media anual 19.1 C°. Precipitación media anual de 1,421.

Medio físico modificado

El análisis se realizó únicamente en la urbana entre los límites de Xalapa y Emiliano Zapata, para ello se recopiló información en bases de datos y posteriormente trabajo de campo para recolección de datos.

Recolección de información de bases de datos:

Población, con referencia a la encuesta intercensal y a los Censos y Conteos de Población y Vivienda, el municipio de Xalapa tiene el segundo lugar de concentración de población del Estado de Veracruz. En el caso del municipio Emiliano Zapata, en 2005 eran considerado de baja densidad poblacional, pero en 2015 reportó un crecimiento considerable, debido a su cercanía con la capital el Estado presentando entre los años 2005-2010 una tasa de crecimiento de 4.90%. Tabla 3-2

Tabla 3-1 Población total del Banco de Información INEGI

MUNICIPIO	2005	2010	2015	SUPERFICIE (KM2) ¹	DENSIDAD HAB/KM2
Emiliano Zapata	49,476	61, 718	78, 336	415.7	188.40
Xalapa	413,136	457,928	480,841	124.4	3,859.07

Fuente: ¹ El dato de Superficie se obtuvo de las Áreas Geoestadísticas Municipales (AGEM), del Marco Geoestadístico Nacional 2010

De acuerdo con los datos de proyección de población de los municipios del Consejo General de Población (CONAPO) los conteos muestran un incremento en el municipio de Emiliano Zapata de población del 15% entre los años del 2010 al 2017. En otras palabras, a lo largo de los próximos años cada día se tendrán nuevos habitantes, que formarán parte del municipio, ya sea por haber nacido en los límites jurisdiccionales o por determinar a Emiliano Zapata como un nuevo lugar de residencia, por presentar mejores condiciones orográficas y de clima, resultando un crecimiento urbano desordenado por la gran cantidad de fraccionamientos que se desarrollan en el territorio municipal, por ello, con respecto a la vivienda, de acuerdo con los últimos años censales integrados por el INEGI, el municipio tenía 12,751 viviendas habitadas en el 2005,

cifra que en el censo de 2010, se ubica en un poco más de 16,731 viviendas habitadas que en términos absolutos representa alrededor de 3,980 nuevas viviendas en el territorio municipal, que en su mayoría se concentran a la altura del kilómetro 5+000.00, por ser el límite territorial con el municipio de Xalapa. Conforme con las proyecciones en el Plan de Desarrollo Urbano del Municipio de Emiliano Zapata en el año 2017, se estiman un total de 22,300 viviendas, que demandaran servicios básicos, así como transporte y vías de comunicación.

Tabla 3-2 Tasa de crecimiento media

Periodo	Tasa (%)	
	Emiliano Zapata	Xalapa
2005 – 2010	4.90	2.20
2000 – 2005	1.90	1.00
1995 – 2000	2.30	3.50
1990 – 1995	1.90	2.50

Fuente: Consejo Nacional de Población-Indicadores sociodemográficos metropolitanos 2010

Ahora bien, del Inventario Nacional de Viviendas y los perímetros de contención urbana Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) se obtiene la Imagen 3-1 en área de estudio, donde se limita la contención urbana en tres ámbitos de acuerdo con sus condiciones:

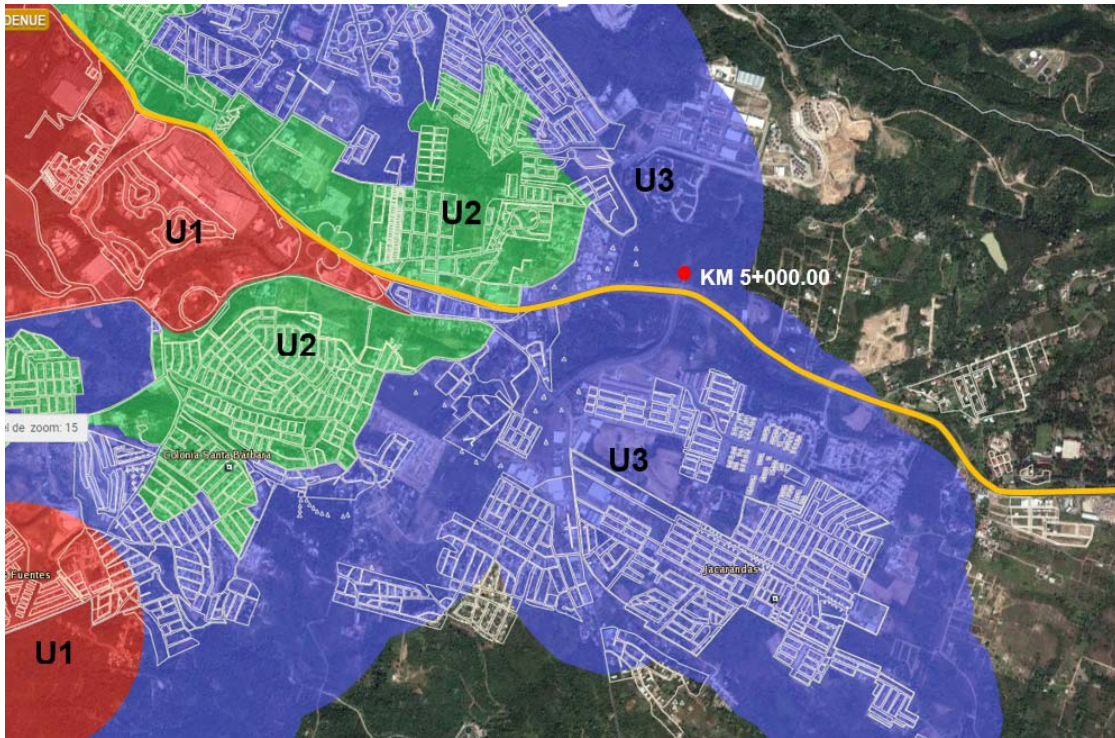
U1: Esta ubicación contiene fuentes de empleo como elemento básico para consolidar las ciudades. Proporción entre la población ocupada con respecto a la población residente.

U2: Se conforma a partir del empleo al U1 y a la existencia de servicios de infraestructura. El 75% de las viviendas de contar con servicios de agua y drenaje.

U3: Zonas de crecimiento contiguas al Área Urbana Consolidada, es decir, el perímetro de expansión.¹¹

¹¹ Perímetro de Contención Urbana. Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano.2017

Imagen 3-1 Perímetro de Contención Urbana



Fuente: INEGI Inventario Nacional de Viviendas 2017

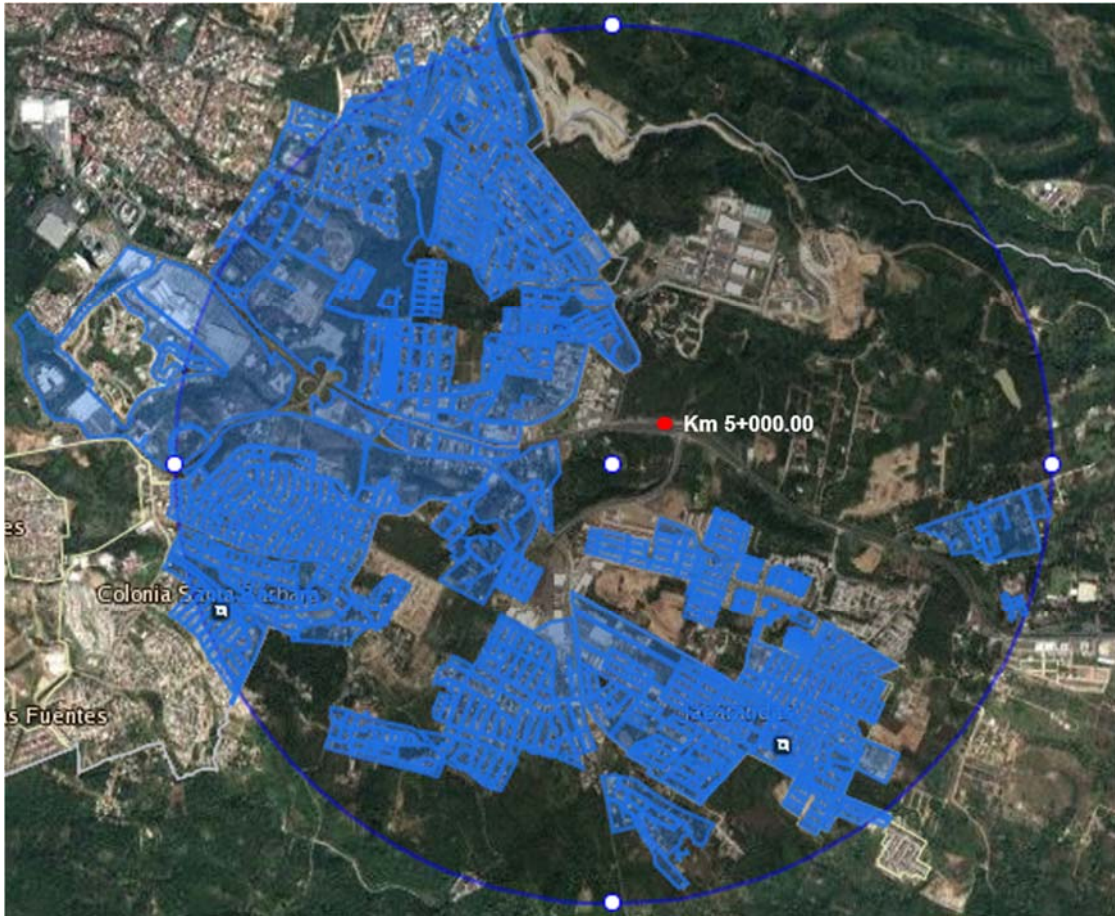
Por otra parte, se realizó el inventario de viviendas en un radio de un kilómetro del punto del desarrollo, del cual se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 3-3 Viviendas en un radio de un kilómetro

Viviendas	Población
Particulares	11,277
Habitadas	7,584
Particulares habitadas	7,451
Particulares no habitadas	3,512

Fuente: INEGI Población, Vivienda y Entorno Urbano

Imagen 3-2 Ubicación de viviendas

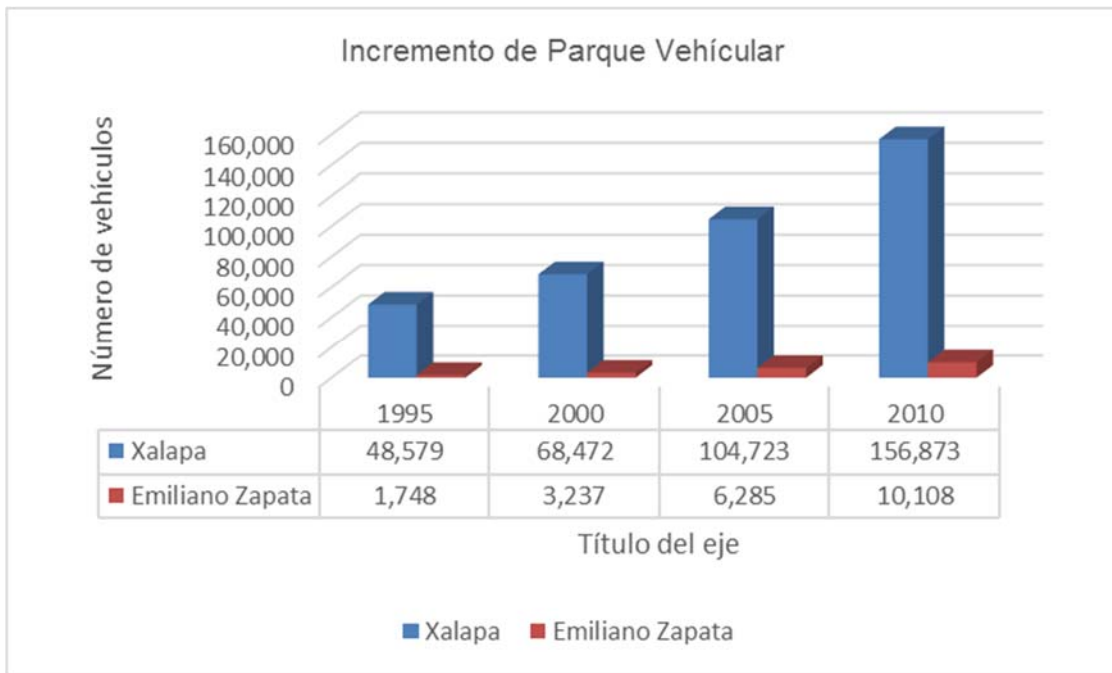


Fuente: INEGI Población, Vivienda y Entorno Urbano 2017

De la información obtenida en las bases de datos mencionadas se determina que la zona se encuentra en expansión con una alta tasa de crecimiento hacia el municipio de Emiliano Zapata, sin considerar un Plan de Desarrollo que cubra la demanda de vías de comunicación, dejando como principal vía de comunicación la Carretera Federal 140.

Por último, en lo que corresponde a la información de bases de datos, se hace mención al parque vehicular, dato importante a mencionar para obtener un mejor panorama de la situación de la zona, ya que, en Xalapa se ha presentado en los últimos diez años un incrementado considerable de parque vehicular en mayores proporciones que el crecimiento de población, esto significa que hay más autos por persona. Como se puede ver en la Gráfica 3-1

Gráfico 3-1 Total de vehículos de motor registrados en circulación



Fuente: Elaboración propia con base en datos INEGI

Trabajo de campo, se hizo un recorrido donde se observa lo siguiente:

Sobre la carretera Federal 140 en sentido Xalapa-Veracruz, entre el kilómetro 3+500.00 al 4+000.00 se localiza la incorporación de la vía que conecta al camino Trancas-Coatepec y el fraccionamiento el Olmo, el cual tiene acceso sólo por el camino mencionado.

Entre los cadenamientos 4+000.00 al 4+500.00 se localizan los siguientes uso de suelos: una vulcanizadora, la cual opera dentro del derecho de vía y el acotamiento de la carretera; un taller mecánico, que al igual estaciona los automóviles sobre el derecho de vía; moteles; centros nocturnos; farmacias el ahorro, la cual genera conflictos ya que se localiza en la parada del autobús; comercios con giros en la construcción; y una agencia de motocicletas y autos, cuyos autos de exhibición se estacionan aun lado del acotamiento, donde los clientes se estacionan sobre este, que entorpecen la circulación.

El tramo comprendido entre el cadenamiento 4+500.00 al 5+000.00 son predios, en su mayoría sin construcción, aunque con proyectos en puerta, como

es el caso del predio denominado “El Juguete”, en el cual está programado el proyecto Master Plan.

En el otro sentido de la Carretera con dirección Veracruz – Xalapa, entre el kilómetro 3+500.00 al kilómetro 5+000.00 se localizaron los siguientes usos de suelo: restaurante “Estrella de Brasil”, él cuenta con su propio estacionamiento; predios sin construcción, casas habitación la cuales no cuentan con acceso a la carretera debido a la diferencia de niveles; la agencia de autos Honda, con su propio estacionamiento; un predio en construcción con fines comerciales; una bodega del Grupo Lala, la cual en ciertas horas ocupa el acotamiento como estacionamiento y cuyos vehículos de carga realizan sus maniobras sobre la carretera Federal en horas de mayor demanda; dos salones de fiestas con sus propios estacionamientos, una gasolinera con una tienda de autoservicio Oxxo; y al final la agencia de autos Chevrolet.

Imagen 3-3 Recorrido sobre Carretera Federal 140



Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, en un radio aproximado de 3 (tres) kilómetros se ubicaron las zonas residenciales en proceso de construcción o en su caso con 5 (cinco) años de ocupación aproximadamente, que a continuación se describen:

Hacia la parte noroeste del punto de estudio se localizan asentamientos de alto nivel como Residencial de la Cumbres, Bosques de Niebla, fraccionamiento Cantabria con 1,000 viviendas de proyecto y el fraccionamiento

Xallitic que conectan con la avenida Europa, la cual a su vez conecta con la carretera Federal 140. De igual manera se desarrolla el fraccionamiento de interés social denominado Valle Real de 1,722 viviendas, con un avance de construcción del 80%, el cual se localiza a un lado de la Central de Abasto, que también tienen acceso a la avenida Europa, por lo tanto, se conecta a la carretera Federal 140.

Hacia el sureste se localiza el fraccionamiento Las Praderas, el cual cuenta con condominios de interés social y viviendas con área privada, que actualmente se encuentra en un 80 % de avance de construcción de 2,091 vivienda; el fraccionamiento Cimas con 50% de avance de construcción; el fraccionamiento Haciendas y Bugambilias que actualmente se encuentran habitados, todos estos convergen a la vialidad Tranca-Coatepec que conecta a la carretera Federal 140 por medio del paso vehicular superior 827.

Por otra parte, hacia el suroeste se ubica la localidad de Las Trancas, la cual cuenta con una población de acuerdo con los últimos registros de 652 habitantes, cabe destacar que dicha localidad se ubica sobre el camino las Trancas–Coatepec, donde se comunican las localidades pertenecientes a los municipios de Emiliano Zapata y Coatepec.

3.2 Estructura vial

De forma general se enlistan a continuación la estructura vial con la que se cuenta y la clasificación funcional:

Tabla 3-4 Clasificación de acuerdo con administración

Denominación	Descripción	Administración
Carretera Federal 140	Tramo Xalapa-Veracruz	Federal
Camino vecinal	Camino Trancas-Coatepec	Estatal
Vialidad 1	Las Trancas-Coatepec	Estatal
Vialidad 2	Avenida Europa	Municipal

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-5 Clasificación de acuerdo con categoría funcional

Denominación	Función de movilidad	Viajes servidos	Categoría
Carretera 140	Muy importante	Viajes relativamente importantes y viajes de paso que entran, salen y atraviesan la ciudad	Primaria
Camino vecinal	Importante	Viajes de longitud moderada dentro de zonas geográficas relativamente pequeñas	Secundaria

Fuente: Elaboración propia

Descripción de operación:

La vialidad uno actualmente tiene una velocidad máxima permitida de 50km/hr., con tres carriles de circulación por sentido, sirve para alimentar el flujo vehicular hacia los nuevos fraccionamientos del municipio de Emiliano Zapata y sirve como conexión del flujo vehicular de la carretera Federal 140 por medio de distribuidor vial tipo trompeta al camino Trancas-Coatepec, donde se ubican varias localidades.

La vialidad dos es una avenida con dos carriles de circulación por sentido con una velocidad máxima permitida de 50 km/hr. Es la principal vialidad de los fraccionamientos ubicados al norte de la carretera y a la central de abastos, que en lo sucesivo se unen a esta última.

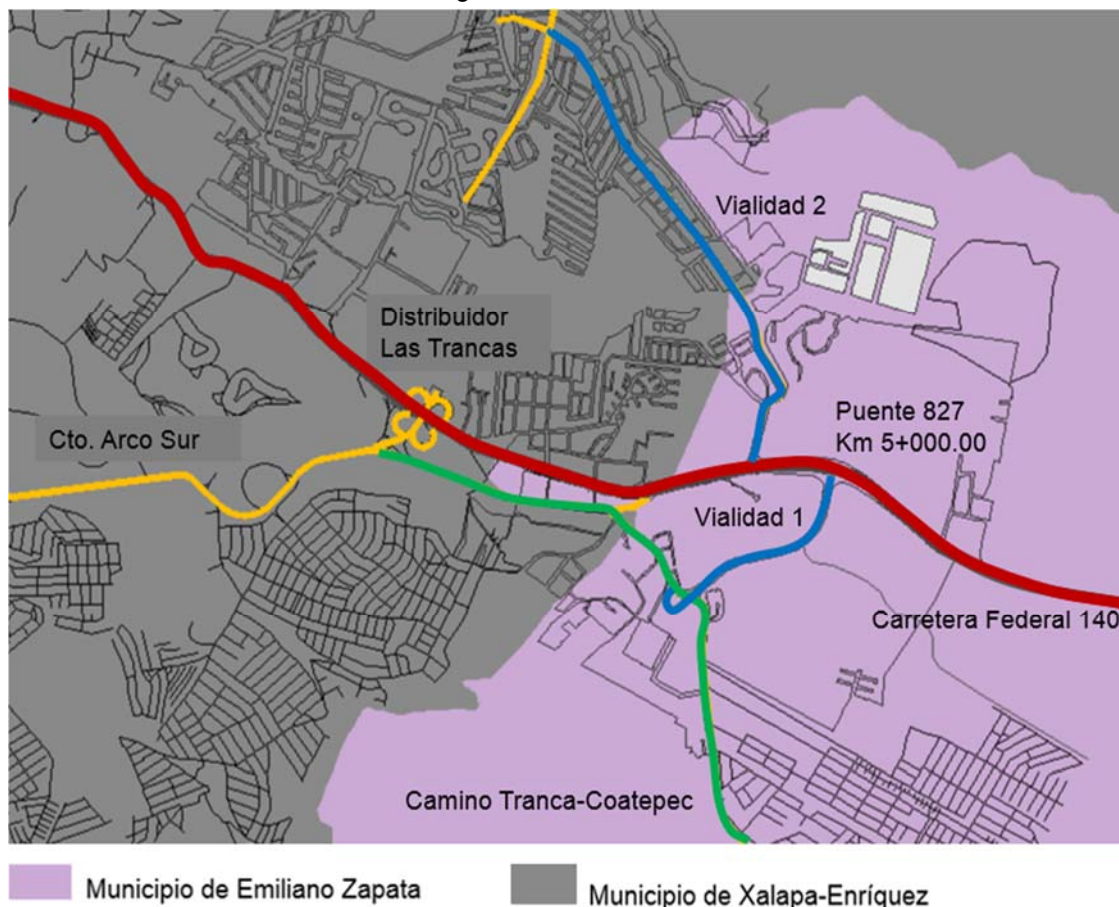
El camino Trancas-Coatepec es una carretera con un carril de circulación por sentido, cabe destacar que por esta vialidad transitan un alto porcentaje de vehículos de carga que provienen de la Carretera Federal 140, pasando por la vialidad uno, dirigiéndose al sur, donde se ubica una zona cañera, bodegas y una planta de Coca-Cola.

En lo que concierne a la carretera Federal 140 del tramo Xalapa-Veracruz esta opera con dos carriles de circulación y acotamiento por sentido con una velocidad máxima de operación de 70 km/hr. En la carretera existe restricción de horario para transitar vehículos de carga pesada (T3S2R4), por lo cual el acotamiento de la carretera es utilizado de paradero de los transporte de carga, si bien, esta medida fue con intenciones de garantizar la seguridad de los

ciudadanos, no se tomó en cuenta que los vehículos estacionados, en espera de transitar, obstaculizan la incorporación y salida de los vehículos hacia la carretera. Además, se observó que durante la primera hora cuando oscurece, dichas unidades no son visibles, siendo un foco latente de peligro para los usuarios.

Por último, el tramo en estudio de la carretera Federal se localiza entre el Distribuidor Vial Las Trancas y el puente 827. Cabe destacar que el distribuidor se encuentra inconcluso, ya que no tiene continuidad al norte y sólo funciona como un sistema de retorno y conexión al sur de Xalapa.

Imagen 3-4 Estructura vial



Fuente: Elaboración propia

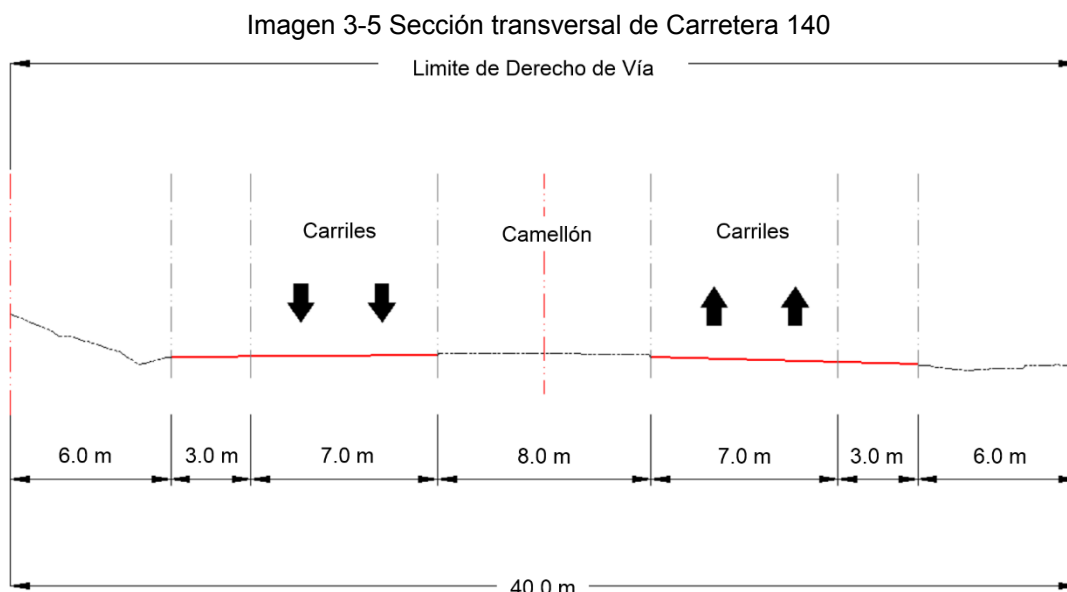
3.3 Identificación de la red vial

3.3.1 Vialidad

Conforme con la Secretaría de Comunicaciones y Transporte, la Carretera Federal 140 del tramo Xalapa-Veracruz, forma parte de la Red Federal Libre.

Geometría de vialidad:

En la actualidad la Carretera Federal 140 se encuentra constituida con dos carriles de circulación de 3.50 metros en cada sentido, un acotamiento promedio de 3.00 metros por sentido de circulación, un camellón central de 8.00 metros de ancho en promedio y un derecho de vía de 40.0 metros en total.



Fuente: Elaboración propia

El terreno en el que se desarrolla el estudio se clasifica como lomerío de relieve medio. En términos generales entre el km 3+000 al km 5+000 siempre mantiene una pendiente descendente de -4.00% en el sentido del cadenamiento,

bajando desde una altura próxima a 1272 m.s.n.m. en el inicio, hasta los 1191 m.s.n.m. al final del tramo en estudio.

Con relación a las Normas de Servicio Técnicas de Proyecto geométrico, se determina con los valores obtenidos en campo, que la curva uno cumple con los parámetros para una velocidad de 60 km-hora y que la curva dos para una velocidad de 50 km-hora. Cabe destacar que las señales de velocidad en el tramo indican una velocidad máxima de 70 km-hora. Tabla 3-6

Tabla 3-6 Elementos geométricos alineamiento vertical y sección transversal

Alineamiento vertical del km 3+000 al km 5+000.	Pendiente -4.00%	
Sección transversal	Descripción	Metros
	Ancho de carril	3.50
	Ancho de acotamiento	3.00
	Ancho de faja central	8.00 variable
	Derecho de vía	40.00

Fuente: Elaboración con base al levantamiento topográfico

Tabla 3-7 Alineamiento horizontal

Elemento geométrico	Alineamiento horizontal
Alineamiento horizontal del km 4+000 al km 5+000.	Datos de curva 1
	PC= 4+243.90
	PT = 4+448.24
	G=3°6'50"
	R= 368 m
	Sc =5%
	Datos de curva 2
	PC=4+829.22
	PT=4+964.23
	G=2°34'9"
	R= 446 m
	Sc=3%

Fuente: Elaboración con base al levantamiento topográfico

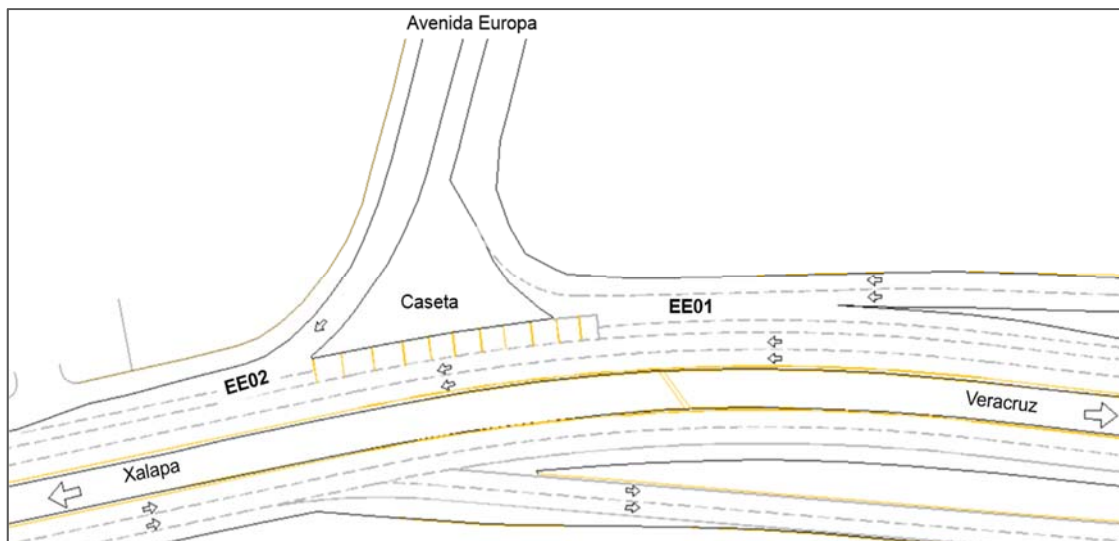
Otro punto importante que analizar son las distancias de incorporaciones de las vías de enlace de la Carretera Federal 140 a la altura del kilómetro 5+000.00 con dirección Xalapa – Veracruz,

Vías de enlace de entrada a la Carretera Federal

El primer enlace entrada (EE01), es alimentado con el tránsito vehicular proveniente de la vialidad Trancas-Coatepec y de los vehículos que retornan con dirección a Xalapa. La vía de enlace está conformada por dos carriles que dividen su circulación, uno con dirección a Av. Europa y el otro que funciona como carril de entrada a la Carretera. Dicho enlace tiene una longitud total de 53.15 metros para realizar la maniobra de incorporación en un ancho de 4.00 metros. Inmediatamente después se ubica una caseta de Fuerza Civil del Estado que ocupa en una longitud de 63.00 metros del área que solía ser destinada de transición para el enlace. Dentro del área que ocupa la caseta se realizan trabajos de inspección, donde se estacionan vehículos de carga que obstaculizan la visual.

El segundo enlace de entrada (EE02), se ubica a continuación de la caseta, su flujo vehicular procede de la Avenida Europa con dirección a Xalapa y tiene una distancia de 65.35 metros para realizar la maniobra de enlace.

Imagen 3-6 Vía de enlace de incorporación a Carretera Federal 140



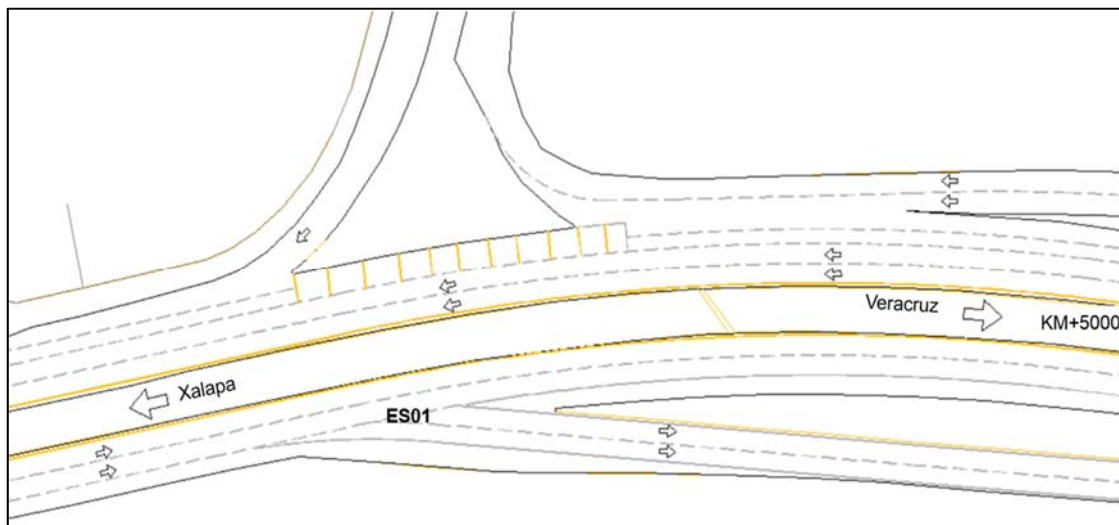
Fuente: Elaboración propia

Vía de enlace de salida de la Carretera Federal

Enlace de salida (ES01) es una rampa de Tipo Transición Directa a dos carriles de 3.50 metros de ancho cada uno, con una pendiente de salida de 7% y un ángulo de divergencia de 14° . La rampa de salida se ajusta a la trayectoria del tránsito del carril de baja velocidad, en campo se observa que dicha maniobra reduce la capacidad de la vía principal.

A lo anterior, se señala con base en el Manual de diseño de Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, que para satisfacer los requerimientos de balance de carriles y no reducir el número de carriles de la vía principal, es recomendable tener un carril auxiliar para el enlace de salida con longitud de 450 metros aproximadamente para aprovechar la capacidad. En este caso, no se cuenta con esta recomendación. Si bien existe un acotamiento en ese punto de 3.20 metros, este suele ser ocupado como estacionamiento de vehículos de carga y contenedores, por lo cual no funciona como zona de resguardo.

Imagen 3-7 Vía de enlace de salida de Carretera Federal 140



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en lo que respecta las condiciones geométricas de la vialidad se menciona el cruce vehicular por izquierda localizado sobre la Carretera en el km 4+465, ya que influye en las maniobras de los vehículos con dirección

Veracruz-Xalapa, cabe destacar que, pese a la prohibición, muchos vehículos realizan vuelta en U. La maniobra de vuelta izquierda tiene un carril de protección para alojar a los vehículos, la longitud de dicho espacio está compuesto por una transición de 70 metros y un tramo recto de 50 metros.

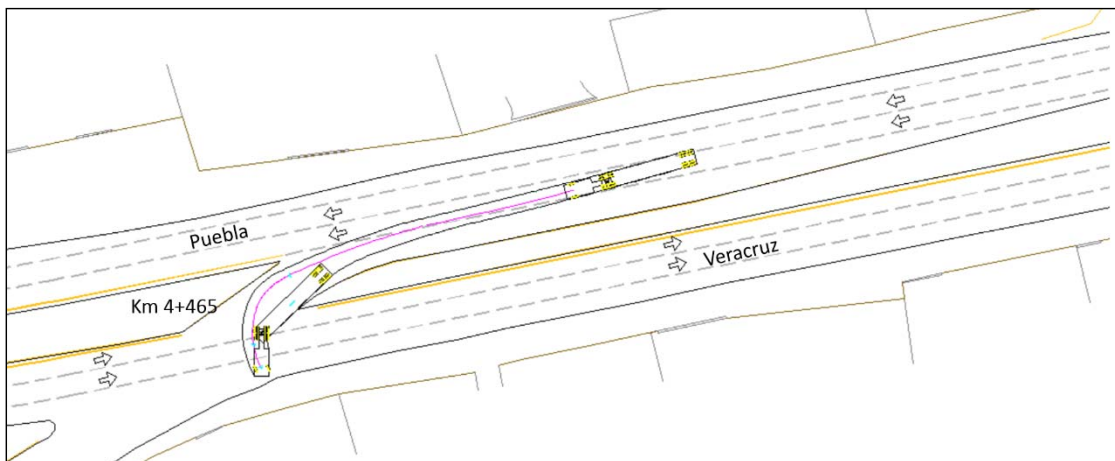
Imagen 3-8 Carril de vuelta izquierda



Fuente: Elaboración propia

Este retorno presenta problemas de visibilidad ya que se encuentra al término de la curva uno. Así mismo, dicho retorno es utilizado por vehículos de carga los cuales requieren realizar maniobras que detienen el tránsito vehicular debido a que requieren de un mayor radio de giro. Imagen 3-9

Imagen 3-9 Vuelta izquierda en el km 4+465



Fuente: Elaboración propia

Señalamiento Horizontal y Vertical:

Otro elemento importante a destacar, es el señalamiento, del cual se realizó un levantamiento entre los kilómetros 4+300 al 5+300 sobre la carretera, con base en el levantamiento en campo (Imagen 3-11) y las Normas de Señalamiento y Dispositivos de Seguridad en Carreteras y Vialidades Urbanas emitidas por la Secretaría de Comunicaciones y Transporte se menciona lo siguiente:

Señalamiento vertical

Las señales de destino se encuentran en malas condiciones, ya que varios tableros están doblados, con letreros borrosos y mal ubicados, los cuales confunden a los usuarios. Imagen 3-10.

Imagen 3-10 Señalamiento vertical



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el capítulo II. Señalamiento vertical/Señales preventivas de la Norma mencionada y a la velocidad máxima permitida de 70 km/hr se determinó en la Tabla 3-8 si las señales cumplen con la ubicación correcta considerando la longitudinal mínima antes de la zona de riesgo, la cual corresponde a una distancia de 110 metros.

Tabla 3-8 Ubicación longitudinal de señales preventivas

Señal	kilometro	Longitud existente	Cumple
Sentido a Veracruz			
SP-14 Intersección lateral	4+305.00	35	No
SP-19 Salida	4+350.00	70	No
SP-6 Curva inversa cerrada	4+742.00	110	Sí
SP-14 Intersección lateral	4+810.00	30	No
SP-6 Curva inversa cerrada	5+037.00	102	No
SP-17 Incorporación de tránsito	5+270.00	140	Sí
Sentido a Puebla			
SP-13 Intersección en delta	4+474.00	130	Sí
SP-6 Salida	5+025.00	25	No

Fuente: Asesores y servicios en ingeniería civil

Señales restrictivas, sobre la carretera Federal 140 con sentido a Xalapa existen una señal SR-22 de prohibición de estacionamiento. Se observa que, pese a esta restricción, en el presente a lo largo de este tramo sobre el acotamiento es ocupado para estacionarse, principalmente por vehículos de carga mayores como un T3S2. En lo que concierne en sentido hacia Veracruz no existe ninguna señal restrictiva SR-22.

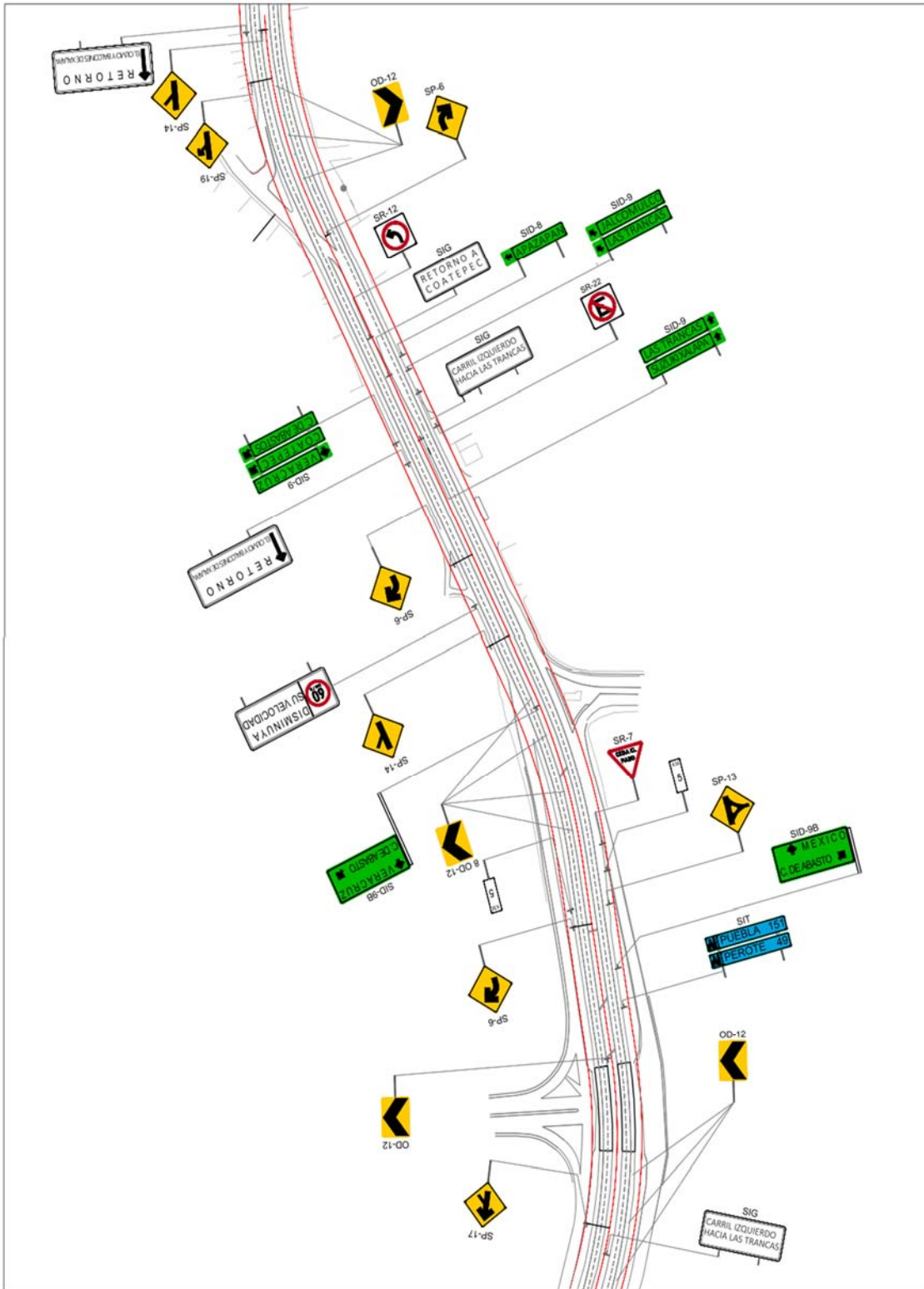
Señales restrictiva de velocidad SR-9 se ubica una señal antes del punto de divergencia con la vía de enlace para la disminución de velocidad de salida la cual indica 60km-hr, en la que se observó deficiencia en el color reflejante y en la estructura de soporte de estos.

Señalamiento horizontal

Las marcas viales en la Carretera Federal 140, así como en las vías de enlace y vialidades que convergen a esta, tienen un deficiente estado de conservación y ausencia de visibilidad.

En lo que respecta en las convergencias y divergencias de flujos en las vías de enlace se carece de rayas canalizadoras, rayas de zona de transición y rayas separadora de carriles continua.

Imagen 3-11 Señalamiento vertical



Fuente: Elaboración propia

Infraestructura peatonal

Durante el recorrido de campo sobre la carretera Federal 140 se percibió que es inexistente la infraestructura que garantice accesibilidad al peatón. Se carece de banquetas, iluminación y paradas de autobuses. El puente peatonal más cercano al kilómetro 5+000.00 se localiza aproximadamente a 900 metros con dirección a Xalapa, donde realizan ascenso y descenso de los usuarios del transporte público, aclarando que esta operación se lleva a cabo sobre el acotamiento de la carretera, donde no se asegura el desplazamiento de los usuarios.

En lo que respecta a las vialidades que conectan a la carretera, la vialidad Trancas-Coatepec cuenta con banquetas, pero sin conectividad que generen recorridos peatonales completos, donde el peatón no se ve favorecido por falta de pasos seguros sobre dicha vía. Igualmente, la avenida Europa excluye al peatón, ya que no existe iluminación suficiente y mucho menos banquetas.

Como se ha mencionado la zona se encuentra en desarrollo por lo cual es de entender la falta de paradas de autobuses, lo que lleva a los operadores del transporte público a realizar ascenso y descenso adaptadas a la preferencia de los usuarios, pero sin considerar el riesgo de accidentes por falta de la infraestructura adecuada. Estas acciones acontecen tanto en la vialidad Trancas-Coatepec como en la avenida Europa.

Características de pavimento:

Por medio de calas entre el kilómetro 3+500 al kilómetro 5+000, se detectó una capa asfáltica elaborada en caliente en estado regular a bueno de 32.0 centímetros de espesor promedio que está constituida por carpeta y sobre carpetas que fueron construidas gradualmente como proceso de los mantenimientos de la superficie de rodamiento original, apoyada sobre una base hidráulica de 57.00 centímetros de espesor promedio, constituida por grava-arena de origen volcánica y basáltica, mal graduada, en ocasiones triturada total, color café rojizo y café grisáceos, con pocos finos limosos de nula plasticidad, muy compacta, húmeda. Tabla 3-9

Imagen 3-12 Calas a la altura del kilómetro 4+500.00



Fuente: Asesores y Servicios en ingeniería civil

Actualmente el pavimento no presenta daños como baches, roderas o piel de cocodrilo.

Tabla 3-9 Características de pavimento

Cala sobre el KM 3+500		
Espesor L/izq.	Espesor L/der	Descripción del material
0.24 m	0.40 m	Carpeta asfáltica en caliente
0.42 m	0.60 m	Base hidráulica constituida por grava-arena
0.72 m	0.77 m	Subrasante, constituida por arena con finos
0.85 m	0.90 m	Toba débilmente cementada
Cala sobre el KM 4+500		
Espesor L/izq.	Espesor L/der	Descripción del material
0.24 m	0.40 m	Carpeta asfáltica en caliente
0.54 m	0.60 m	Base hidráulica constituida por grava-arena
0.85 m	0.80 m	Toba débilmente cementada

Fuente: Asesores y servicios en ingeniería civil

Igualmente se hizo un recorrido abajo del paso vehicular superior 827, ya que su importancia en cuanto a sus condiciones geométricas y de pavimentos, repercuten directamente con el transito sobre la carretera, ya que sirve de retorno

en ambos sentidos, así como enlace de las zonas generadoras de viajes. Imagen 3-13.

En el recorrido visual, se pudo observar que esta área se encuentra olvidada, generando conflictos en la circulación. Se detectó la presencia de baches con profundidades promedio de 7 centímetros. Añadido a lo anterior, existe un problema de drenaje, ya que en épocas de lluvias existe encharcamiento debido a la falta de solución a los escurrimientos, provocando el deslave de la erosión de la estructura de pavimento.

Imagen 3-13 Condiciones de pavimento



Fuente: Elaboración propia

4.0 Estudio de tránsito

4.1 Aforos vehiculares

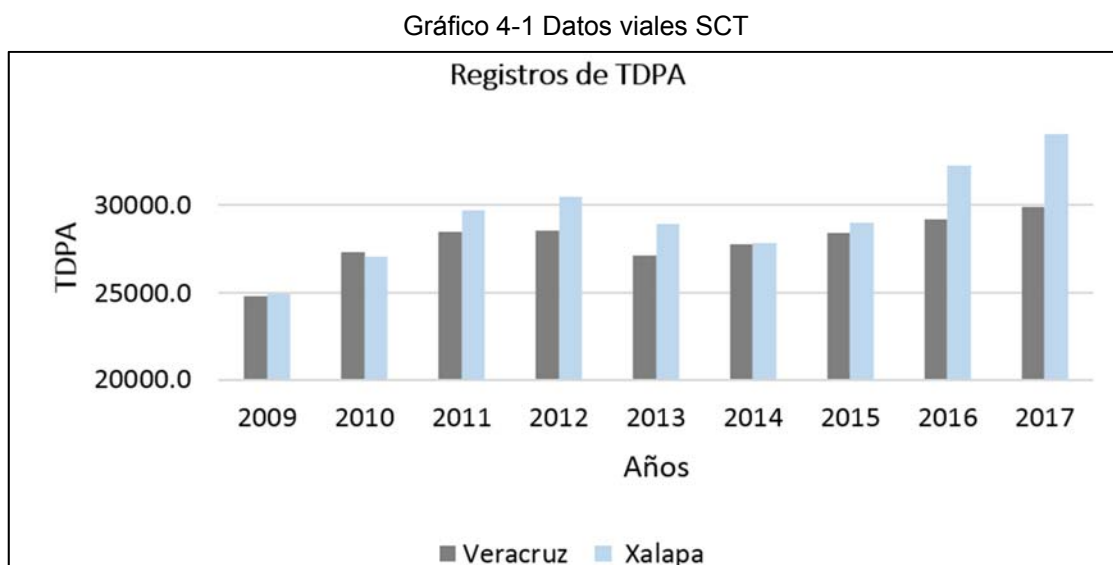
Con base en los datos viales de la Secretaría de Transporte y Comunicaciones, que proporcionan los volúmenes anuales y la clasificación del tránsito, se extrajeron los registros entre los años 2009-2017 en la estación A localizada en las coordenadas latitud 19.505650 y longitud -96.852442 con clave 30526, ubicada aproximadamente a la altura del kilómetro 4+240.

Tabla 4-1 Aforos vehiculares SCT

			CLASIFICACIÓN VEHICULAR EN PORCIENTO					
Año	Sentido	TDPA	A	B	C	T3S2	T3S3	T3S2R4
2017	a Veracruz	29925	87.3	1.1	7.7	0.9	0.9	0.4
	a Xalapa	34831	86.8	1.2	8.2	1.0	0.9	0.1
2016	a Veracruz	29180	88.9	1.1	7.8	0.9	0.9	0.4
	a Xalapa	32243	88.2	1.2	8.3	1.0	0.9	0.4
2015	a Veracruz	28428	88.7	1.1	7.6	1.3	0.8	0.5
	a Xalapa	28990	87.4	1.2	8.6	1.4	0.9	0.5
2014	a Veracruz	27763	86.8	1.3	8.9	1.7	0.8	0.5
	a Xalapa	27832	85.4	1.4	9.9	1.9	0.9	0.5
2013	a Veracruz	27117	83.2	1.7	10.1	2.2	1.5	1.3
	a Xalapa	28953	80.9	2.0	11.4	2.5	1.7	1.5
2012	a Veracruz	28532	82.2	3.1	9.6	2.4	1.3	1.4
	a Xalapa	30450	80.6	3.3	10.4	2.5	1.6	1.6
2011	a Veracruz	28510	84.8	5.2	6.7	1.2	1.3	0.8
	a Xalapa	29731	83.3	5.3	7.6	1.4	1.4	1.0
2010	a Veracruz	27329	78.2	5.2	7.9	3.4	1.9	3.4
	a Xalapa	27087	78.0	5.2	8.2	3.5	1.8	3.3
2009	a Veracruz	24834	66.1	2.6	10.3	8.7	3.4	8.9
	a Xalapa	24963	66.1	2.6	10.4	8.7	3.4	8.8

Fuente: Datos viales de la Secretaría de Transporte y Comunicaciones

De los datos anteriores se genera la gráfica 4-1 donde se observa que entre los años 2009 al 2012 el volumen vehicular incrementa gradualmente, pero entre año 2012 al 2013 existe un decremento alrededor de 1,450 vehículos en cada sentido, resultado de la apertura del Libramiento de cuota Xalapa-Veracruz que desliga a la Carretera Federal 140 de los viajes de largo trayecto que solían cruzar la ciudad. Si bien esta acción libero de volumen vehicular, en los siguientes años, entre 2013 a 2017 el TDPA continuo con un comportamiento progresivo, presentándose un salto considerable entre los años 2015-2017 con dirección a Xalapa con un incremento de 5,841vehículos en el Transito Diario Promedio Anual.



Fuente: Elaboración propia con datos de SCT

Para dar un mejor panorama del comportamiento vehicular se agrega los aforos vehiculares registrados de los últimos dos años, de la estación B con coordenadas latitud 19.504073 y longitud -96.848524 a la altura del kilometraje 5+800 y se comparan con los datos de la Tabla 4-2.

El punto de esta comparación es para señalar que las vialidades Trancas-Coatepec y Av. Europa localizadas entre las dos estaciones, que intercepta a la carretera Federal dotan de un volumen considerable a la vía, como se mencionó

anteriormente estas vías son el canal de comunicación de los nuevos desarrollos urbanos con la carretera Federal 140 a la altura del kilómetro 5+000.00.

Tabla 4-2 TDPA Estación A y B

Año	Sentido	TDPA Estación A	TDPA Estación B	Incremento
2017	a Veracruz	29925	17007	12918
	a Xalapa	34831	16499	18332
2016	a Veracruz	29180	16744	12436
	a Xalapa	32243	16555	15688
2015	a Veracruz	28428	16049	12379
	a Xalapa	28990	16610	12380

Fuente: Elaboración propia con datos de SCT

Esto es, que en sentido a Xalapa hay un incremento promedio de 18,332 vehículos aportando el 53% del conteo de la estación A del kilómetro 4+230.00. En sentido hacia Veracruz a partir de la estación A a la estación B se desincorpora un promedio de 12,918 vehículos.

Imagen 4-1 Ubicación de Estaciones de Aforo S.C.T



Fuente: Elaboración propia

4.1.1 Estaciones maestras

Para llevar a cabo los trabajos de tránsito se analizaron las ubicaciones de las estaciones maestras. Se colocaron dos estaciones maestras, considerando las zonas de mayor conflicto. Es importante indicar que se contó con la ayuda de cámaras de videos en esos puntos durante 24 horas que registraron el flujo vehicular y su comportamiento, así como recorridos de campo.

La estación uno se localiza a la altura del paso vehicular superior 827 a la altura del kilómetro 5+000, donde se encuentran las vías de enlace a la carretera Federal 140, así como los movimientos direccionales que se realizan debajo del paso vehicular 827 y repercuten en la carretera.

La estación dos se ubica a la altura del kilómetro 4+000, donde se realiza la maniobra de vuelta izquierda y se genera congestión vial, cabe recordar que dentro del Proyecto Master Plan se propone que sea el retorno para el flujo vehicular proveniente de la avenida Europa (vialidad 2).

Imagen 4-2 Estaciones maestras



Fuente: Mapa digital

En la estación dos se añaden los conteos vehiculares del flujo con dirección Veracruz-Xalapa Tabla 4.3 y Xalapa-Veracruz Tabla 4.4 del día de mayor demanda de la semana de aforo.

Tabla 4-3 Aforo Veracruz-Xalapa

Aforo sobre Carretera Federal 140 con dirección Veracruz-Xalapa							
Día: Miércoles							
Hora		Autos	Autobús	Camión Unitario	Camión Articulado	Volumen 15 min.	VHMD
07:00	07:15	152	2	15	4	173	
07:16	07:30	154	3	14	3	174	
07:31	07:45	161	4	15	3	183	
07:46	08:00	164	2	14	3	183	713
08:01	08:15	157	4	13	1	175	715
08:16	08:30	154	5	14	3	176	717
08:31	08:45	156	2	15	3	176	710
08:46	09:00	152	4	14	4	174	701
14:00	14:15	135	3	15	3	156	
14:16	14:30	138	4	13	2	157	
14:31	14:45	140	2	15	4	161	
14:46	15:00	147	3	14	2	166	640
15:01	15:15	156	3	13	3	175	659
15:16	15:30	159	3	14	2	178	680
15:31	15:45	165	4	15	3	187	706
15:46	16:00	163	2	14	2	181	721
16:00	16:15	166	3	15	3	187	733
16:16	16:30	161	3	15	2	181	736
16:31	16:45	162	2	14	4	182	731
16:45	17:00	153	4	14	2	173	723
17:00	17:15	148	1	15	3	167	703
17:16	17:30	161	4	15	3	183	705
17:31	17:45	147	3	13	3	166	689
17:46	18:00	133	2	14	2	151	667
		VHMD =	736	FHMD =	VHMD	FHMD =	0.98
		Q15MAX =	187		4(Q15MAX)		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-4 Aforo Xalapa-Veracruz

Aforo sobre Carretera Federal 140 con dirección Xalapa - Veracruz							
Día: Miércoles							
Hora		Autos	Autobús	Camión Unitario	Camión Articulado	Volumen 15 min.	VHMD
07:00	07:15	122	3	10	3	138	
07:16	07:30	133	4	12	4	153	
07:31	07:45	130	4	13	4	151	
07:46	08:00	144	5	13	3	165	607
08:01	08:15	149	2	14	4	169	638
08:16	08:30	171	3	13	3	190	675
08:31	08:45	176	4	15	3	198	722
08:46	09:00	177	1	13	3	194	751
14:00	14:15	178	1	14	3	196	
14:16	14:30	182	2	15	3	202	
14:31	14:45	175	1	15	4	195	
14:46	15:00	171	2	14	3	190	783
15:01	15:15	177	2	14	3	196	783
15:16	15:30	175	3	15	4	197	778
15:31	15:45	180	2	15	6	203	786
15:46	16:00	186	3	13	5	207	803
16:00	16:15	198	2	14	5	219	826
16:16	16:30	192	1	14	6	213	842
16:31	16:45	195	2	15	4	216	855
16:45	17:00	184	1	16	3	204	852
17:00	17:15	202	2	14	3	221	854
17:16	17:30	194	2	14	5	215	856
17:31	17:45	175	1	16	6	198	838
17:46	18:00	178	1	16	6	201	835
		VHMD =	856	FHMD =	VHMD	FHMD =	0.97
		Q15MAX =	221		4(Q _{15MAX})		

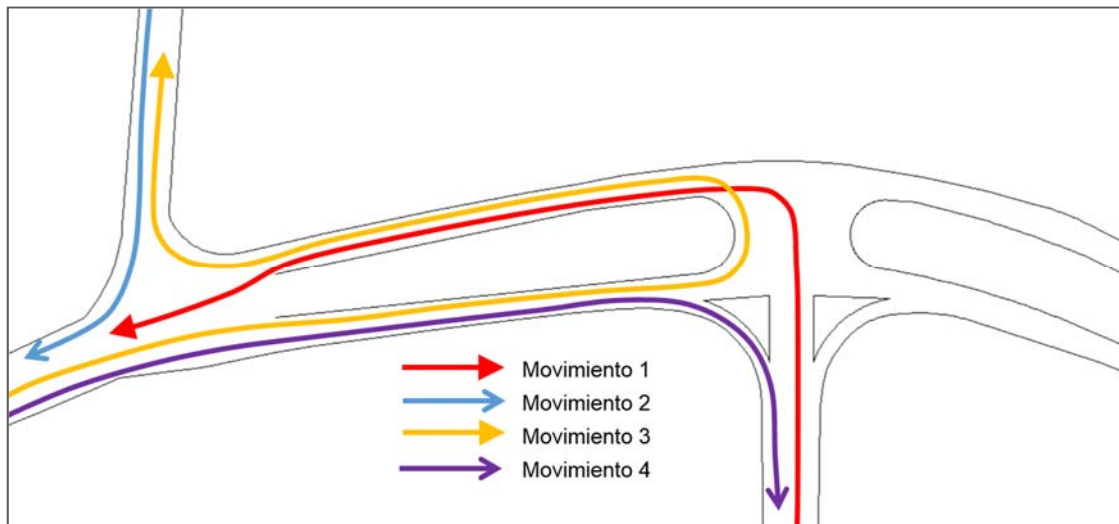
Fuente: Elaboración propia

De lo anterior se obtiene que el Horario de Máxima Demanda es entre las 15:30 y 16:30 horas con dirección Veracruz-Xalapa con 736 vehículos y en dirección a Xalapa-Veracruz es de 854 vehículos entre las 16:15 y 17:15 horas. El día de mayor demanda se registró en miércoles, razón por la cual los conteos de las estaciones maestras se efectuaron en ese día.

Estación maestra uno

En esta estación se aforaron los movimientos direccionales debajo del paso vehicular superior 827, los cuales repercuten directamente con el comportamiento vial sobre la carretera Federal 140. Como se mencionó en la descripción del desarrollo urbano la vía de enlace de salida de la carretera y la vialidad Trancas-Coatepec se ubican los accesos y salidas del proyecto. El conteo se realizó durante cinco días, siendo el miércoles el de mayor demanda, aforo con el que se trabaja.

Imagen 4-3 Movimientos direccionales Estación uno



Fuente: Elaboración propia

Movimiento 1 Vialidad Trancas-Coatepec con dirección a Xalapa

Movimiento 2 Avenida Europa con dirección a Xalapa

Movimiento 3 Retorno Xalapa con dirección a Av. Europa

Movimiento 4 Xalapa con dirección a vialidad Trancas-Coatepec

Tabla 4-5 Movimiento direccional uno

Aforo vehicular dirección vialidad Trancas-Coatepec hacia Xalapa							
Día: Miércoles							
Hora		Autos	Autobús	Camión Unitario	Camión Articulado	Volumen 15 min.	VHMD
07:00	07:15	165	3	6	0	174	
07:16	07:30	178	4	5	0	187	
07:31	07:45	157	4	5	0	166	
07:46	08:00	158	3	4	0	165	692
08:01	08:15	152	3	4	0	159	677
08:16	08:30	139	2	3	0	144	634
08:31	08:45	164	2	4	0	170	638
08:46	09:00	160	3	3	0	166	639
					0		
14:00	14:15	116	2	3	0	121	457
14:16	14:30	125	2	4	0	131	418
14:31	14:45	145	3	5	0	153	405
14:46	15:00	139	4	3	0	146	551
15:01	15:15	112	3	6	0	121	551
15:16	15:30	132	2	4	0	138	558
15:31	15:45	126	4	3	0	133	538
15:46	16:00	163	4	4	1	172	564
16:00	16:15	169	3	4	0	176	619
16:16	16:30	142	2	6	0	150	631
16:31	16:45	162	2	3	0	167	665
16:45	17:00	155	4	3	0	162	655
17:00	17:15	140	2	5	0	147	626
17:16	17:30	114	3	4	1	122	598
17:31	17:45	115	4	3	0	122	553
17:46	18:00	120	4	6	0	130	521
		VHMD =	692	FHMD =	VHMD	FHMD =	0.93
		Q15MAX =	187		4(Q15MAX)		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-6 Movimiento direccional dos

Aforo vehicular dirección Av. Europa hacia Xalapa							
Día: Miércoles							
Hora		Autos	Autobús	Camión Unitario	Camión Articulado	Volumen 15 min.	VHMD
07:00	07:15	114	2	6	0	122	
07:16	07:30	138	2	5	0	145	
07:31	07:45	162	2	6	0	170	
07:46	08:00	146	1	7	0	154	591
08:01	08:15	128	3	6	0	137	606
08:16	08:30	143	1	8	1	153	614
08:31	08:45	110	2	8	0	120	564
08:46	09:00	138	2	7	0	147	557
14:00	14:15	138	2	5	0	145	412
14:16	14:30	126	1	4	1	132	424
14:31	14:45	147	3	5	0	155	432
14:46	15:00	135	1	5	1	142	574
15:01	15:15	111	2	6	0	119	548
15:16	15:30	138	2	5	0	145	561
15:31	15:45	123	2	9	0	134	540
15:46	16:00	158	2	5	0	165	563
16:00	16:15	117	1	6	0	124	568
16:16	16:30	111	2	5	1	119	542
16:31	16:45	127	1	5	0	133	541
16:45	17:00	110	2	6	0	118	494
17:00	17:15	130	2	10	0	142	512
17:16	17:30	116	2	8	1	127	520
17:31	17:45	100	1	12	0	113	500
17:46	18:00	105	2	3	0	110	492
		VHMD =	614	FHMD =	VHMD	FHMD =	0.90
		Q15MAX =	170		4(Q15MAX)		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-7 Movimiento direccional tres

Aforo vehicular dirección Xalapa hacia Av. Europa							
Día: Miércoles							
Hora		Autos	Autobús	Camión Unitario	Camión Articulado	Volumen 15 min.	VHMD
07:00	07:15	114	0	4		118	
07:16	07:30	129	0	3	0	132	
07:31	07:45	128	1	3	0	132	
07:46	08:00	112	1	5	0	118	500
08:01	08:15	124	0	5	1	130	512
08:16	08:30	121	0	3	0	124	504
08:31	08:45	124	0	4	0	128	500
08:46	09:00	128	0	4	0	132	514
14:00	14:15	127	0	5	0	132	
14:16	14:30	121	0	6	0	127	
14:31	14:45	122	0	3	0	125	
14:46	15:00	139	0	4	0	143	527
15:01	15:15	142	0	4	0	146	541
15:16	15:30	151	0	3	0	154	568
15:31	15:45	141	0	4	1	146	589
15:46	16:00	162	0	5	0	167	613
16:00	16:15	168	1	3	0	172	639
16:16	16:30	160	0	4	0	164	649
16:31	16:45	166	0	4	0	170	673
16:45	17:00	167	0	6	0	173	679
17:00	17:15	176	0	5	0	181	688
17:16	17:30	161	0	3	0	164	688
17:31	17:45	161	0	4	0	165	683
17:46	18:00	154	0	5	0	159	669
		VHMD =	688	FHMD =	VHMD	FHMD =	0.95
		Q15MAX =	181		4(Q15MAX)		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-8 Movimiento direccional cuatro

Aforo vehicular dirección Xalapa hacia vialidad Trancas-Coatepec							
Día: Miércoles							
Hora		Autos	Autobús	Camión Unitario	Camión Articulado	Volumen 15 min.	VHMD
07:00	07:15	13	3	4	0	20	
07:16	07:30	10	3	3	0	16	
07:31	07:45	26	4	3	0	33	
07:46	08:00	16	2	4	0	22	91
08:01	08:15	28	2	5	0	35	106
08:16	08:30	30	3	4	0	37	127
08:31	08:45	13	3	3	0	19	113
08:46	09:00	31	2	3	0	36	127
14:00	14:15	141	2	3	0	146	
14:16	14:30	148	4	4	0	156	
14:31	14:45	122	5	5	0	132	
14:46	15:00	157	2	4	0	163	597
15:01	15:15	182	2	4	0	188	639
15:16	15:30	204	3	5	0	212	695
15:31	15:45	192	3	4	0	199	762
15:46	16:00	180	2	3	0	185	784
16:00	16:15	201	2	5	0	208	804
16:16	16:30	213	3	4	0	220	812
16:31	16:45	187	3	3	0	193	806
16:45	17:00	211	4	3	0	218	839
17:00	17:15	176	4	4	0	184	815
17:16	17:30	196	2	5	0	203	798
17:31	17:45	211	2	5	0	218	823
17:46	18:00	186	3	3	0	192	797
		VHMD =	839	FHMD =	VHMD	FHMD =	0.95
		Q15MAX =	220		4(Q15MAX)		

Fuente: Elaboración propia

De los datos de los aforos se determina el Horario de Máxima de Demanda en cada sentido de la carretera Federal 140, así como el Volumen Horario de Máxima Demanda. En dirección Veracruz-Xalapa de la carretera Federal 140 de los flujos vehiculares Veracruz-Xalapa, Vialidad Trancas-Coatepec hacia Xalapa (Movimiento uno) y av. Europa hacia Xalapa (Movimiento dos) se obtienen los siguientes valores:

Tabla 4-9 Volumen Horario de Máxima Demanda hacia Xalapa

Hora		VER-XAL	MOV 1	MOV 2	Volumen 15 minutos	VHMD
07:16	07:30	174	187	145	506	
07:31	07:45	183	166	170	519	
07:46	08:00	183	165	154	502	1996
08:01	08:15	175	159	137	471	1998
	VHMD =	1998	FHMD =	VHMD	FHMD =	0.96
	Q15MAX =	519		4(Q15MAX)		

Fuente: Elaboración propia

En dirección Xalapa-Veracruz de la carretera Federal 140 de los flujos vehiculares de Xalapa-Veracruz, Xalapa con dirección a Vialidad Trancas-Coatepec (Movimiento tres) y Xalapa con dirección a av. Europa (Movimiento cuatro) se obtienen los siguientes valores:

Tabla 4-10 Volumen Horario de Máxima Demanda hacia Veracruz

Hora		XAL-VER	MOV 3	MOV 4	Volumen 15 minutos	VHMD
16:00	16:15	219	172	208	599	2269
16:16	16:30	213	164	220	597	2303
16:31	16:45	216	170	193	579	2334
16:45	17:00	204	173	218	595	2370
	VHMD =	2370	FHMD =	VHMD	FHMD =	0.99
	Q15MAX =	599		4(Q15MAX)		

Fuente: Elaboración propia

De lo anterior, se menciona que la vialidad con dirección Veracruz-Xalapa tiene mayor demanda durante las primeras horas del día entre 7:15 a 8:15 horas, de lo que se deduce que dicho comportamiento es el resultado de que los habitantes de los fraccionamientos adyacentes se dirigen hacia escuelas y trabajos.

En lo que respecta la vialidad con dirección Xalapa-Veracruz y la vía de enlace de salida de la Carretera tiene mayor demanda durante las 16:00 a 17:00 horas, conducta originada por el regreso de los empleos o/y escuela a las zonas habitacionales.

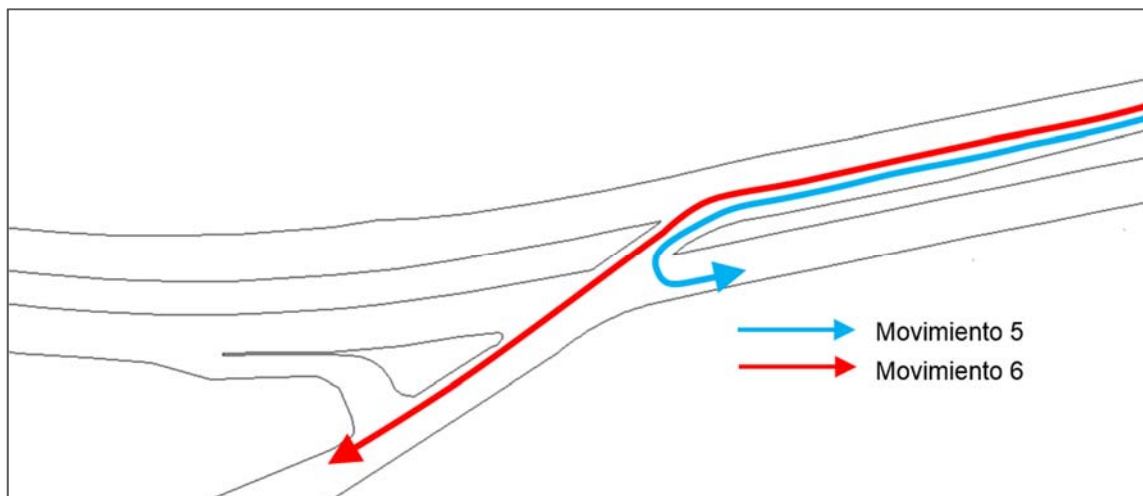
Volumen Horario de Máxima Demanda hacia Xalapa 1998 vehículos

Volumen Horario de Máxima Demanda hacia Veracruz 2370 vehículos

Estación maestra dos

La decisión de establecer la estación dos fue el resultado de observar en campo que la maniobra de vuelta izquierda y vuelta en U, influyen en el tramo entre el kilómetro 4+000 al 5+000, en horas de máxima demanda, además, el Master Plan propone este retorno como comunicación del flujo de la avenida Europa y el desarrollo.

Imagen 4-4 Movimientos direccionales Estación dos



Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-11 Movimiento direccional cinco

Aforo vehicular retorno a Veracruz							
Día: Miércoles							
Hora		Autos	Autobús	Camión Unitario	Camión Articulado	Volumen 15 min.	VHMD
07:00	07:15	20	0	0	0	20	
07:16	07:30	23	0	1	0	24	
07:31	07:45	33	0	0	0	33	
07:46	08:00	28	0	1	0	29	106
08:01	08:15	17	0	0	0	17	103
08:16	08:30	16	0	0	0	16	95
08:31	08:45	21	0	1	0	22	84
08:46	09:00	17	0	0	0	17	72
14:00	14:15	26	0	0	0	26	
14:16	14:30	32	0	1	0	33	
14:31	14:45	31	0	0	1	32	
14:46	15:00	22	0	0	0	22	113
15:01	15:15	16	0	1	0	17	104
15:16	15:30	18	0	0	0	18	89
15:31	15:45	13	0	1	0	14	71
15:46	16:00	23	0	0	0	23	72
16:00	16:15	32	0	1	0	33	88
16:16	16:30	21	0	0	0	21	91
16:31	16:45	36	0	0	0	36	113
16:45	17:00	25	0	0	0	25	115
17:00	17:15	21	0	1	0	22	104
17:16	17:30	31	0	0	0	31	114
17:31	17:45	36	0	1	0	37	115
17:46	18:00	18	0	0	0	18	108
		VHMD =	115	FHMD =	VHMD	FHMD =	0.80
		Q15MAX =	36		4(Q _{15MAX})		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-12 Movimiento direccional seis

Aforo vehicular dirección Veracruz hacia Trancas							
Día: Miércoles							
Hora		Autos	Autobús	Camión Unitario	Camión Articulado	Volumen 15 min.	VHMD
07:00	07:15	9	6	0	0	15	
07:16	07:30	10	4	0	0	14	
07:31	07:45	15	5	0	0	20	
07:46	08:00	8	5	0	0	13	62
08:01	08:15	13	6	0	0	19	66
08:16	08:30	21	4	0	0	25	77
08:31	08:45	15	4	0	0	19	76
08:46	09:00	11	4	0	0	15	78
14:00	14:15	8	3	0	0	11	
14:16	14:30	10	5	0	0	15	
14:31	14:45	18	3	0	0	21	
14:46	15:00	12	5	0	0	17	64
15:01	15:15	21	4	0	0	25	78
15:16	15:30	24	3	0	0	27	90
15:31	15:45	29	6	0	0	35	104
15:46	16:00	17	4	0	0	21	108
16:00	16:15	23	4	0	0	27	110
16:16	16:30	14	3	0	0	17	100
16:31	16:45	9	3	0	0	12	77
16:45	17:00	17	4	0	0	21	77
17:00	17:15	11	4	0	0	15	65
17:16	17:30	25	6	0	0	31	79
17:31	17:45	21	4	0	0	25	92
17:46	18:00	9	4	0	0	13	84
		VHMD =	110	FHMD =	VHMD	FHMD =	0.79
		Q15MAX =	35		4(Q15MAX)		

Fuente: Elaboración propia

De la estación dos se obtiene que el Horario de Máxima Demanda en el retorno es entre las 16:45 y 17:45 horas y el volumen corresponde a 207 vehículos por hora. Un punto importante que destacar es que la maniobra es con precaución, por lo cual los conductores demoran en realizar el movimiento, generándose una acumulación de vehículos en el carril de resguardo.

Tabla 4-13 Volumen Horario de Máxima Demanda Estación 2

Hora		XAL-VER	MOV 5	MOV 6	Volumen 15 minutos	VHMD
16:45	17:00		25	21	46	192
17:00	17:15		22	15	37	169
17:16	17:30		31	31	62	193
17:31	17:45		37	25	62	207
	VHMD =	207	FHMD =	VHMD	FHMD =	0.83
	Q15MAX =	62		4(Q15MAX)		

Fuente: Elaboración propia

4.2 Velocidad

Para la obtención de la velocidad de punto, se realizó recopilación de información de los datos viales de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte, así como trabajo de campo por medio del conteo del tiempo con cronometro en una distancia determinada.

Recopilación de datos:

Con base en los datos viales de SCT de velocidad de punto en la estación con coordenadas en latitud 19.5077724 y longitud -96.866230 sobre el kilometraje 4+230, se transcriben las velocidades con respecto al vehículo en operación, en sentido a Veracruz y Xalapa, de cuyos datos se deduce que la velocidad es mayor hacia Veracruz por condiciones geométricas, ya que la pendiente es descendente hacia ese sentido, así como a la estructura urbana, ya

que en sentido a Xalapa hay mayor concentración de construcciones, salida e incorporaciones de estos, que disminuyen la velocidad.

Tabla 4-14 Velocidad de estación SCT

Sentido	Velocidad autos (km/h)	Velocidad autobuses (km/h)	Velocidad camiones (km/h)
A Veracruz	69.6	69.7	64.0
A Xalapa	58.4	65.2	58.0

Fuente: Datos viales de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte

Trabajo de campo

Para un mejor desarrollo de este tema se llevó a cabo un registro de velocidades a la altura del kilómetro 4+750.00, el cual se ubica en sentido a Veracruz antes de la maniobra de salida y en sentido a Xalapa después de las incorporaciones a la Carretera, esto con el fin de obtener un panorama de los efectos de dichos movimientos.

Los datos se clasificaron de acuerdo con el sentido de circulación, tipo de vehículo en operación y el carril de circulación como se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 4-15 Registros de velocidades

	Velocidad autos (km/h)	Velocidad autobuses (km/h)	Velocidad camiones (km/h)
Sentido a Veracruz			
Carril uno	70.1	70.4	68.8
Carril dos	68.5	68.7	67.9
Sentido a Xalapa			
Carril uno	61.3	66.3	60.9
Carril dos	59.7	63.7	59.2

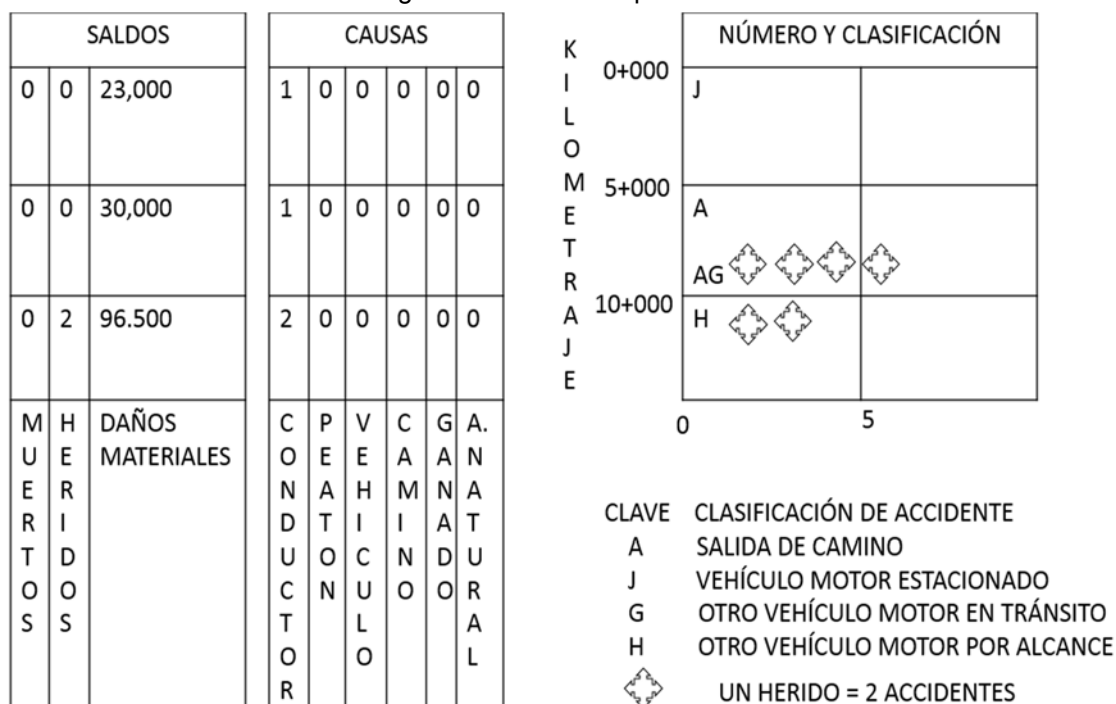
Fuente: Elaboración propia

4.3 Accidentes

Dentro del Anuario Estadístico de Accidentes en Carreteras Federales por el Instituto Mexicano del Transporte, se extrae de manera general para este apartado los incidentes registrados en el año 2015 de la ruta Mex-140 con clave 30526, del tramo Xalapa-Cerro Gordo entre los kilómetros 3+750 y 24+750, de la Carretera Federal 140, cuyos datos registran en promedio 1.181 accidentes por kilómetro.

De forma puntual sobre el kilómetro 5+000.00 y acorde a los Datos Viales de Estadística de Accidentes de Tránsito 2016 de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte, en accidentes por kilómetro se obtuvo un accidente por causas de conductor por salida de camino con un saldo en daños materiales de 30,000.0 pesos. Imagen 4-5

Imagen 4-5 Accidentes por kilómetro



Fuente: Datos viales de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte

4.4 Peatones y transporte público

Para la estimación de usuarios que utilizaran el transporte urbano se recurrió a una encuesta hecha en fin de semana en los usuarios de la plaza Américas, de la cual se resumen en la Tabla 4-16 obteniendo en promedio de usuarios de transporte público del 29% y 9 % en los horarios marcados respectivamente.

Tabla 4-16 Porcentaje de usuarios en transporte públicos
Horarios: 14:00-15:00 y 19:00-20:00 No. de encuestados por hora: 100

Día/Horario	14:00 – 15:00		19:00 – 20:00	
	% en transporte público	% en transporte privado	% en transporte público	% en transporte privado
Sábado	27%	73%	11%	89%
Domingo	31%	69%	7%	93%
Promedio	29%	71%	9%	91%

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo en campo.

Para la proyección de las paradas de transporte público, se realizó un aforo en las paradas que operan en centro comercial Américas durante las horas más concurridas. Considerando el tiempo de ascenso y descenso que realizan los autobuses, el cual oscila entre 3 (tres) minutos, se estima que las paradas deben tener una capacidad para alojar 5 (cinco) vehículos de transporte público a la vez, es decir, con una longitud mínima de 65 metros más las distancias de entrada y salida.

Además, durante el aforo se percibió que los taxistas realizan también ascenso y descenso de pasajeros, pese a que existe una vía adyacente exclusiva para el centro comercial, donde hay un carril reservado sólo para taxis.

En suma, durante las horas de máxima demanda las áreas destinadas para los autobuses como para taxis es insuficiente, por lo cual es necesario proyectar las paradas con dimensiones mayores a este centro comercial.

4.5 Análisis de Capacidad

De acuerdo en el subcapítulo 3.3.1 Vialidad, a la altura del kilómetro 5+000.00 se localiza en una zona de convergencia y divergencia, en otros términos, vías de enlace. Por consiguiente, se analiza la Capacidad Vial con la metodología del Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras para vías de enlace, considerando lo siguiente:

- En el enlace de entrada, el área de influencia incluye el carril de aceleración, los carriles de la vía principal y una longitud de 450 metros después del punto convergencia.
- En el enlace de salida, el área de influencia incluye el carril de deceleración, los carriles de la vía principal y una longitud de 450 metros antes del punto de divergencia.

En el caso de vías de enlace el Nivel de Servicio está definido en términos de la densidad para todos los casos de operación. En la siguiente Tabla 4-17 se resumen los criterios de los Niveles de Servicio para las áreas de convergencia y divergencia de la Carretera. Este criterio aplica a todas las uniones de los enlaces.

Tabla 4-17 Criterios de Nivel de Servicio

Densidad	NS	Densidad	Descripción
	A	<-6	Operaciones no restringidas
6<	B	<-12	Facilidad en maniobras de convergencia y divergencia
12<	C	<-17	Las velocidades en área de influencia empiezan a declinar
17<	D	<-22	La turbulencia en área de influencia llega a ser invasiva
22<	E		La turbulencia la perciben prácticamente todos los conductores
	F	Demanda excede la capacidad	Se forman colas en la rampa y en la autopista

Fuente: Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras

a) Análisis de Capacidad de enlace de entrada

En este punto, se analiza enlace de entrada (EE01) hacia la Carretera Federal 140 con dirección a Xalapa, así como el enlace de entrada de entrada adyacente (EE02).

Los enlaces de entrada se ubican en un terreno tipo lomerío, con pendiente sobre la vía principal de 4%.

Datos de entrada de la Carretera

Hora de Máxima Demanda en la zona: 7:15 am a 8:15 am

Volumen antes del enlace: 715 vph

Volumen en enlace de entrada (EE01): 677 vph

Volumen en enlace de entrada (EE2): 606 vph

Longitud total del carril de aceleración (LA01): 53.15 metros

Longitud total del carril de aceración (LA02): 65.34 metros

Longitud entre enlaces adyacentes (LPOS): 63.00 metros

Factor de Hora Máxima de Demanda: 0.96

Paso 1

Convertir los volúmenes de demanda a proporciones de flujo de demanda. En este paso las proporciones de flujo de la carretera, del enlace y del enlace adyacente, deben convertirse los volúmenes horarios por hora a proporciones de flujo para los 15 minutos máximos en vehículos ligeros por hora.

$$pfi = \frac{V_i}{FHMD * f_{CA} * f_P} \dots\dots\dots Ecuación 1$$

Donde:

pfi = Proporción de flujo de demanda para movimiento i, vlph

V_i = Volumen de demanda para movimiento i, vph

FHMD = Factor de hora por camiones y autobuses

f_{CA} = Factor de ajuste de camiones

f_P = Factor de ajustes de conductores velocidad a flujo libre

De lo cual se obtiene la proporción de flujo en vehículos ligeros por hora:

Tabla 4-18 Proporción de flujo en vph en enlace de entrada

	Carretera Federal	Enlace uno (EE01)	Enlace dos (EE02)
Volumen (vph)	715	677	606
Proporción de flujo (vph)	867	821	735

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la metodología, se considera un factor de población de conductores igual 1.00, consiste que los conductores estén familiarizados con la vía.

Factor de ajustes por camiones, estos valores de equivalencias representan el número de vehículos ligeros que usarían la misma cantidad de capacidad de la Carretera que un camión o autobús. El efecto de los vehículos pesados en el flujo de tránsito depende de las condiciones de terreno y la pendiente, así como la composición del tránsito.

$$f_{ca} = \frac{1}{1 + P_C(E_C - 1) + P_R(E_R - 1)} \dots\dots\dots \text{Ecuación 2}$$

Donde:

f_{CA} = Factor de ajuste por vehículo pesado

P_C = Porcentaje de camiones (camiones de carga)

P_R = Porcentaje de vehículos (autobuses)

E_C = Equivalencia a vehículos ligeros (EVL)

E_R = Equivalencia a vehículos ligeros (EVL)

Con base en la Tabla 4-18 y que la zona de enlace se encuentra en un terreno lomerío y al estudio de tránsito.

$$P_C = 0.0985 \quad P_R = 0.0167 \quad E_C = 2.5 \quad E_R = 2.0 \quad f_{CA} = 0.86$$

Tabla 4-19 Equivalencias para vehículos pesados por tipo de terreno

Tipo de vehículo	Plano	Lomerío	Montañoso
Camiones	1.5	2.5	4.5
Autobuses	1.2	2.0	4.0

Fuente: Manual Proyecto Geométrico de Carreteras

Paso 2

Estimación de las proporciones de flujo de los carriles que permanece en los carriles 1 y 2 de la Carretera.

$$pf_{12} = pf_{ANT} * P_{AEE} \dots\dots\dots Ecuación 2$$

pf_{12} = Proporción de flujo en los carriles 1 y 2 de la Carretera

P_{AEE} = Porción de los vehículos de la autopista que permanecen en los carriles 1 y 2 antes de la zona de influencia.

pf_{ANT} = Proporción de flujo total de la carretera antes de la zona de influencia

En este caso por tratarse de una carretera con 4 carriles, dos para cada sentido es evidente que el factor $P_{AEE} = 1.00$ ya que los vehículos no tienen opción de un carril extra, por lo tanto, $pf_{12} = 867$ v/ph.

Paso 3

Estimar la capacidad de la unión enlace-carretera y comparar las proporciones de flujo de demanda.

$$pf_{E12} = pf_{12} + pf_{EE} \dots\dots\dots Ecuación 3$$

Para este paso se realiza para el enlace de entrada EE01 y el enlace de entrada adyacente EE02

$$pf_{E12} = 867 + 821 = 1688 \text{ vph Proporción total en la zona de enlace EE01}$$

$$pf_{E12} = 1688 + 735 = 2423 \text{ vph Proporción total en la zona de enlace EE02}$$

Conforme con los rangos de capacidad para uniones enlace-carretera de convergencia para carreteras con dos carriles en una dirección, la proporción de flujo máximo deseable es de 4,600 vph, es decir, que es mayor a la que se tiene en el enlace de entrada dos.

Paso 4

Estimar la densidad en el área de influencia del enlace y determinar el Nivel de Servicio prevaleciente.

$$D_c = 5.475 + 0.00734pf_{EE} + .0078pf_{12} - .0188L_A \dots\dots Ecuación 4$$

De la ecuación 4 se obtiene en el primer enlace de entrada (EE01) una densidad de 17 vlphpc que de acuerdo con la Tabla 3-16 corresponde un Nivel de Servicio C, en otras palabras, las velocidades en el área de influencia empieza a declinar.

En el caso de enlace de entrada (EE02) se aplica la misma ecuación considerando pf_{12} igual a la proporción de vehículos ligeros de la Carretera y del enlace (EE01) obteniendo una densidad de 21 vlphpc que corresponde un Nivel de Servicio D, donde la turbulencia en el área de influencia llega a ser invasiva.

Paso 5

Por tratarse de una carretera de cuatro carriles, dos por sentido sólo se estima la velocidad en el entorno de las uniones enlace-carretera.

Ecuaciones para estimar velocidades promedio de los vehículos en enlaces de entrada:

$$S_R = FFS - (FFS - 68) M_S \dots\dots\dots Ecuación 5$$

$$M_S = 0.321 + .0039 \left(\frac{V_{r12}}{1000} \right) - .002 \left(\frac{L_A S_{FR}}{480} \right) \dots\dots\dots Ecuación 6$$

Donde:

S_R = Velocidad promedio de los vehículos dentro del área de influencia del enlace, km/h

FFS= Velocidad de flujo libre de la carretera, km/h

L_A = Longitud de carril de aceleración, en metros

S_{FR} = Velocidad de flujo libre en el enlace, km/h

M_S = Índice de velocidad para enlaces de entrada

V_{r12} = Proporción de flujo de demanda total entrando al área de influencia del enlace, v/ph

Resultado:

S_R km/h	FFS km/h	S_{FR} km/h	M_S	V_{r12}
63.78	61.85	25.5*	0.31	2424

*La velocidad de enlace se registró en campo

Por último, para el análisis de Enlaces de Entrada a la Carretera a la altura del kilómetro 5+000 se obtiene con los volúmenes de hora de máxima de demanda, un Nivel de Servicio D con una velocidad de 63.78 km/hr en la zona de influencia de los enlaces.

b) Análisis de Capacidad de enlace de salida

El Enlace de Salida (ES01) se analiza cómo caso especial, ya que la vía de enlace es a dos carriles.

Datos de la Carretera con sentido a Veracruz

Hora de Máxima Demanda en la zona: 16:00 a 17:00

Volumen antes del enlace de divergencia: 2370 vph

Volumen en enlace de salida (ES01): 1518 vph

Volumen que permanece en la carretera: 852 vph

Longitud total del carril de deceleración (L_D): 40 metros

Factor de Hora Máxima de Demanda: 0.99

Paso 1

Convertir los volúmenes de demanda a proporciones de flujo de demanda, en este paso se aplica al igual que en análisis anterior la ecuación 1, de la que se obtiene lo siguiente:

Tabla 4-20 Proporción de flujo en vehículos ligeros por hora en enlace de salida

	Antes de la divergencia	Enlace de salida	Después del enlace
Volumen (vph)	2,370	1,518	852
Proporción de flujo (vlph)	2,874	1,841	1,033

Fuente: Manual Proyecto Geométrico de Carreteras

Paso 2

Proporción del flujo en la carretera antes de la divergencia.

$$pf_{12} = pf_{ES} + (pf_A - pf_{ES})P_{AES} \dots\dots\dots Ecuación 7$$

Donde:

pf_{12} = Proporción de flujo en la carretera inmediatamente antes del carril de deceleración, vph

P_{AES} = Proporción del tránsito divergente que permanece sobre la Carretera inmediatamente antes del carril de deceleración

pf_{ES} = Proporción de tránsito de enlace de salida, vph

pf_A = Proporción de flujo de la carretera antes de la zona de influencia del enlace, vph

Por tratarse de una carretera de cuatro carriles, dos por cada sentido, sin carril extra P_{AES} es igual 1.0, por lo tanto, pf_{12} es igual a 2,874 vehículos ligeros por hora.

Paso 3

La capacidad de la carretera inmediatamente antes del enlace de salida se determina con base en pf_{12} que es igual a 2,874 vph y se compara contra los rangos de la metodología del Manual, donde la proporción de flujo máximo deseable en el área de divergencia es igual 4,400 vph, mayor a la actual.

Paso 4

Se estima la densidad en la zona de influencia de divergencia, de acuerdo con la ecuación 8.

$$D_D = 4.252 + 0.0086pf_{12} - 0.027L_D \dots\dots\dots Ecuación 8$$

De lo anterior se obtiene como resultado una densidad en el enlace de salida es igual a 27.9 vlpkpc y con referencia a la Tabla 3-16 tiene un Nivel de Servicio E, donde la turbulencia es percibida prácticamente por todos los conductores.

Paso 5

Estimación de la velocidad promedio de los vehículos en enlaces de salida con la ecuación 9 y 10.

$$S_R = FFS - (FFS - 68)D_S \dots\dots\dots Ecuación 9$$

$$D_S = 0.883 + 0.0039V_R - 0.008125 S_{FR} \dots\dots\dots Ecuación 10$$

Donde:

D_S = Índice de velocidad para enlaces de salidas (áreas de divergencias)

V_R = Proporción en enlace de salida

Resultado:

S_R km/h	FFS km/h	S_{FR} km/h	D_S	V_{r12}
62.13	69.07	37.5*	6.50	1518

*La velocidad de enlace se registró en campos

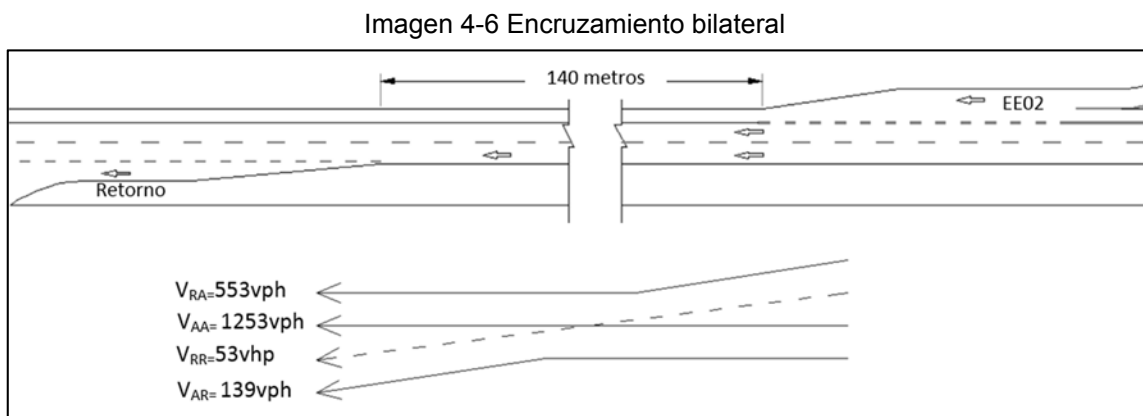
De los datos obtenidos y de los recorridos en campo se concluye que el factor que influye en Nivel de Servicio del enlace de entrada es la longitud de transición, así como el hecho que antes del enlace se encuentre vehículos de carga estacionados que obstaculizan la visibilidad para realizar la maniobra de incorporación.

De manera similar ocurre con el enlace de salida, si bien existe un acotamiento que en su mayoría sirve para alojar a los vehículos que salen, este suele estar ocupado por vehículos estacionados, por lo cual, el análisis se realizó en las condiciones críticas, es decir, sin considerar el acotamiento como un carril extra.

Por último, en lo relacionado a Capacidad y Nivel de Servicio, en el enlace de salida se observó formación de colas sobre la carretera, ocasionado por las condiciones de pavimento en la vía donde los vehículos disminuyen su velocidad, así como por vehículos estacionados sobre la vía del enlace que obstaculizan la circulación. Esta acumulación de vehículos se hace sobre parte del acotamiento y el segundo carril de la carretera en una longitud aproximada de 200 metros.

c) Análisis de capacidad de retorno

En el capítulo 3.3.1 se describe el retorno sobre el kilómetro 4+465, donde se ubica la estación maestra dos. En este caso, el análisis de Capacidad se considera como un segmento de entrecruzamiento bilateral (SEC), ya que el retorno funciona igual que un enlace de salida de la carretera y se encuentra a una distancia de 140 metros del enlace de entrada EE02, por lo cual la metodología de análisis difiere de las anteriores.



Fuente: Elaboración propia

Paso 1

Definición de variables

V_{AA} = proporción de flujo de demanda carretera-autopista en el SEC en vehículos ligeros por hora (vlph)

V_{RA} = proporción e flujo de demanda rampa-carretera en el SEC (vlph)

V_{AR} = proporción de flujo de demanda carretera-rampa en el SEC (vlph)

V_{RR} = proporción de flujo de demanda de rampa-rampa en el SEC (vlph)

V_{EC} = proporción de flujo de demanda de entrecruzamiento en el SEC (vlph), $V_{EC} = V_{RR}$;

V_D = proporción de flujo de demanda directa dentro del SEC (vlph), $V_{NEC} = V_{AR} + V_{RA} + V_{AA}$;

CC_{RR} = número mínimo de cambios de carril que deben hacer los conductores rampa a rampa para completar la maniobra de EC;

CC_{MIN} = proporción mínima de cambios de carril que debe existir para que los conductores de EC completen sus maniobras con éxito (ccph), $CC_{MIN}=C_{RR} \times V_{RR}$

Paso 2

Ajuste de volúmenes a proporción de flujo de vehículos ligeros por hora, se toma las mismas consideraciones que los análisis anteriores.

Tabla 4-21 Proporción de flujo vlp/h en encruzamiento

	V_{RA}	V_{AA}	V_{RR}	V_{AR}
p_{Vi}	643vlp/h	1457vlp/h	62vlp/h	162vlp/h

Fuente: Elaboración propia

Donde p_{Vi} = proporción de flujo i bajo condiciones ideales (vlp/h)

Paso 3

Determinación de características de configuración. En este punto, se analiza como una SEC de Dos Lados conforme al Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, dicho de otra forma, sólo el flujo de rampa-rampa es funcionalmente de entrecruzamiento.

CC_{RR} = 2 cambio de carril

Para SEC de 2 lados, CC_{MIN} está dado por la siguiente ecuación:

$$CC_{MIN} = CC_{RR} * V_{RR} \dots\dots\dots \text{Ecuación 11}$$

CC_{MIN} = 124 cambios de carril por hora (ccph)

Paso 4

Determinación de Capacidad del segmento de encruzamiento (SEC), no se propone un valor límite de proporción de flujo de encruzamiento. Su análisis es aproximado con ésta metodología, y por lo general se alcanza una densidad suficiente para ocasionar falla, con proporciones de flujo relativamente bajas.¹²

Paso 5

Determinación de proporciones de cambios de carril, la proporción horaria equivale a la que los conductores directos y de encruzamiento (EC) hacen cambios de carril dentro de segmento de encruzamiento (SEC), la cual es la medida directa de la turbulencia.

$$CC_{EC} = CC_{MIN} + 0.39[(Lc - 90)^{0.5}Nx^2(1 + DPaD)^{0.8}] = 138 \text{ ccph} \dots \dots \text{Ecuación 12}$$

Donde:

CC_{EC} = proporción horaria equivalente a la que los conductores de EC hacen cambios de carril de dentro del SEC (ccph)

Lc = longitud del SEC, es decir, 140 metros

Nx = número de carriles del SEC

$DPaD$ = densidad de pasos a desnivel, se consideran a una distancia de un kilómetro antes y después del punto medio del SEC y se divide entre 10.

La proporción total de cambios de carril CCT de todos los conductores en el segmento de encruzamiento de carril por hora se calcula con la ecuación 13.

$$CC_T = CC_{EC} + CC_D = 398 \text{ ccph} \dots \dots \dots \text{Ecuación 13}$$

¹² Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras. Capítulo VI Capacidad Vial. E. Entrecruzamiento en autopistas. México 2016

Donde:

$CC_D = 260$ ccph proporción de cambios de carril para conductores directos

Paso 6

Velocidad promedio de los conductores de EC y directos en el SEC. En el primer caso, la velocidad promedio de los conductores de EC se establece con las siguientes ecuaciones:

$$Vel_{EC} = 24 + \left(\frac{VFL - 24}{1 + EC} \right) \dots\dots\dots Ecuación 14$$

$$EC = 0.226 \left(\frac{CC_T}{LC} \right)^{.135} \dots\dots\dots Ecuación 15$$

Donde se obtiene $Vel_{EC} = 54$ km/hr

Siguiendo con la metodología, se obtiene la velocidad promedio de conductores directos en un SEC, se estima usando la ecuación 16:

$$Vel_D = VFL - (0.0072 CC_{MIN}) - (0.0048 \frac{V}{Nx}) \dots\dots\dots Ecuación 16$$

De lo anterior, se obtiene $Vel_D = 56$ km/hr, menor a la velocidad de flujo libre como sería de esperar por el encruzamiento y relacionado al aumento de v/Nx , en otros términos, el volumen vehicular entre el número de carriles.

En seguida, con los resultados de las velocidades de los conductores directos y de EC se combinan para encontrar la velocidad media de todos los vehículos en el segmento. Posteriormente, se utilizan para estimar la densidad que determina el Nivel de Servicio.

La velocidad promedio de todos los conductores en el segmento de encruzamiento se calcula usando la ecuación 17

$$Vel_T = (V_{EC} + V_D) / \left(\frac{V_{EC}}{Vel_{EC}} + \left(\frac{V_D}{S_D} \right) \right) \dots\dots\dots Ecuación 17$$

Donde se obtiene $Vel_T=61.59$ km/hr

Paso 7

Por último, se determina el Nivel de Servicio. El NS en un SEC, se relaciona con la densidad en el segmento. De la tabla 4-22 y de la ecuación 17 se obtiene un Nivel de Servicio de E, dicho de otra manera, las operaciones en la carretera en este nivel son altamente volátiles porque prácticamente no hay áreas utilizables dentro de la corriente del tránsito, dejando poco espacio para maniobrar¹³.

Tabla 4-22 Niveles de Servicio para Segmentos de Entrecruzamiento (SEC)

Densidad (vlpkpc)	NS	Densidad (vlpkpc)
0<	A	<=6
6<	B	<=12
12<	C	<=17
17<	D	<=22
22<	E	
	F	Demanda excede la capacidad

Fuente: Manual de Proyecto Geométrico

$$D = \left(\frac{v}{N_x} \right) / Vel = 18.86 \text{vlpkpc} \dots\dots\dots Ecuación 17$$

Donde D es la densidad en vehículos ligeros por kilómetro y por carril, v corresponde a la proporción de flujo de demanda total.

¹³ Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras. Capítulo VI Capacidad Vial. E. Entrecruzamiento en autopistas. México 2016

5.0 Generación de viajes

5.1 Estimación de viajes

La finalidad de este capítulo es estimar la cantidad de viajes producidos por el área de viviendas y la cantidad de viajes atraídos en el caso del área comercial y de servicios.

5.1.1 Viajes producidos

Selección de conjuntos habitacionales

En el capítulo 2.4 se hace mención a conjuntos habitacionales con características similares al del Proyecto, lo cuales tienen acceso controlado que facilitaron la toma de datos. De la Tabla 2-17 se seleccionan las variables independientes: área de departamento, número de apartamentos y puestos de estacionamiento.

Recopilación de información

La obtención de volúmenes se llevó a cabo en períodos de tráfico con características similares, sin ser día feriado o época vacacional. Tomando la Hora de Máxima Demanda de los estudios de tránsito, los conteos se realizaron durante los días miércoles y jueves, en el turno matutino entre 6:45 am y las 9:00, en el turno vespertino 16:00 y 18:30. Anexo A.

Procesamiento de información

De la recopilación de datos se resumen en la Tabla 5-1 la hora de mayor número de viajes y en Tabla 5-2 los viajes totales por los conjuntos habitacionales, en día y hora de mayor demanda.

Tabla 5-1 Horas pico de los conjuntos habitacionales

Día	Hora pico en la mañana	Hora pico en la tarde
Miércoles	7:15 a 8:15	17:30 a 18:30
Jueves	7:30 a 8:30	17:30 a 18:30

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-2 Viajes por conjunto habitacional

Día: Miércoles Hora: 7:15 a 8:15			
	Residencial Halcón	Residencial Águila	Residencial Albatros
Viajes	43	41	50

Fuente: Elaboración propia

Análisis

En este punto, se realiza el análisis en dos partes, uno en la hora pico de los conjuntos habitacional y el otro con respecto a la Hora de Máxima Demanda de los aforos vehiculares de la Carretera Federal 140.

El Instituto de ingenieros de transporte (ITE), realiza la recomendación para el uso de tasas o de ecuaciones de acuerdo con lo siguiente:

- Cuando la variable independiente está dentro del rango de información existente.
- Sí el índice de correlación $R^2 > 0.75$ utilizar ecuaciones
- Sí el índice de correlación $R^2 < 0.75$ utilizar tasas.

Viajes en la hora de mayor demanda de las viviendas

En la Tabla 5-3, Tabla 5-4 y Tabla 5-5, se presentan las tasas promedio y ecuaciones de regresión lineal y el índice de correlación R^2 con base en cada variable independiente: área por departamento, número de estacionamiento del conjunto habitacional, número de departamento por conjunto habitacional.

Tabla 5-3 Ecuación en la HMD / variable área de departamento

Conjunto habitacional	Área de departamento (X)	Viajes por hora (Y)	Número de viajes por hora por departamento	Ecuación	R ²
Halcón	135	43	0.32	Y=1.6x-174	0.95
Águila	135	41	0.30		
Albatros	140	50	0.36		
Tasa promedio			0.33		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-4 Ecuación en la HMD/variable número de estacionamiento

Conjunto habitacional	Número de estacionamiento (X)	Viajes por hora (Y)	Número de viajes por hora por departamento	Ecuación	R ²
Halcón	144	43	0.30	Y=.333x-6	0.96
Águila	144	41	0.28		
Albatros	168	50	0.30		
Tasa promedio			0.29		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-5 Ecuación en la HMD/variable número de departamentos

Conjunto habitacional	Área de departamento (X)	Viajes por hora (Y)	Número de viajes por hora por departamento	Ecuación	R ²
Halcón	72	43	0.60	Y=x-30	0.95
Águila	72	41	0.57		
Albatros	80	50	0.63		
Tasa promedio			0.60		

Fuente: Elaboración propia

De lo anterior, se determina la aplicación de las ecuaciones para determinar los viajes en el nuevo conjunto habitacional, ya que $R^2 > 0.75$, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 5-6 Viajes estimados de conjunto habitacional por la mañana

Variable independiente	Ecuación	Viajes nuevos
Área de departamento	$Y=1.6x-174$	53
Número de estacionamiento	$Y=.333x-6$	44
Número de departamentos	$Y=x-30$	45

Fuente: Elaboración propia

Con base en el comportamiento de los resultados, se descarta la variable por área de departamento y se obtienen los viajes del promedio de las dos variables restantes que es igual a 45 viajes en la hora pico del conjunto habitacional.

Viajes en la HMD de la Carretera

En este caso, se analizan los viajes en la Horas de Máxima Demanda de la Carretera Federal 140 por la tarde de 16:00 a 17:00 horas, puesto que la HMD de la carretera coinciden con los del conjunto habitacional por lo cual sólo se estiman los viajes en la tarde con base al promedio de viajes del conjunto Águila y Albatros, cuyo estimado es 15 viajes. En el periodo de la tarde no se utilizan ecuaciones, ya que el índice de correlación $R^2 < 0.75$.

5.1.2 Viajes atraídos

En lo viajes atraídos se entiende a todos aquellos generados por el área comercial y de servicios. En este caso la metodología para la estimación de viajes se realiza de la siguiente forma:

Paso 1

Viajes del área comercial

Para el área comercial se realizaron aforos en Plaza Américas de la cual se mencionan sus características en la Tabla 2-14, el conteo se efectuó en los cuatro accesos y salidas a la plaza durante dos días de la semana (miércoles y

jueves), así como fin de semana. La razón por la cual se eligió esta plaza comercial se debe que se encuentra en un rango cercano en área rentable y número de estacionamientos. En este caso no se emplea las ecuaciones de regresión lineal ni las tasas, ya que se requiere más de una referencia de desarrollo similar para llevar a cabo dichos métodos.

Paso 2

En la Tabla 5-7 se resumen los conteos realizados en periodos de una hora en los cuatros accesos y salidas que intervienen sobre la carretera Federal 140.

Tabla 5-7 Aforos de centro comercial en miercoles

Horario		Acceso y salida uno	Acceso y salida dos	Acceso y salida tres	Acceso y salida 4	Total
07:15	08:15	12	25	15	23	75
08:15	09:15	35	28	41	57	161
09:15	10:15	100	113	148	88	449
10:15	11:15	101	132	160	106	499
13:00	14:00	277	287	434	169	1167
14:00	15:00	282	334	293	145	1054
15:00	16:00	336	342	307	194	1179
16:00	17:00	356	375	362	162	1255
17:00	18:00	319	392	327	196	1234
18:00	19:00	333	326	328	226	1213
19:00	20:00	341	448	407	223	1419
20:00	21:00	319	406	384	292	1401

Fuente: Elaboración propia

Por un lado, con la información obtenida en campo se estima que la hora de máxima demanda del centro comercial es entre las 19:00 y 20:00 horas y los vehículos que intervienen en la Carretera son 1419 vehículos, cuya cifra se estima para el área comercial del Master Plan de manera conservadora, ya que

la plaza comercial tiene menor área rentable a la del Proyecto Master Plan y por lo menos es de esperar dicha cantidad de vehículos.

Por otro lado, en la Tabla 5-8 se resumen los valores obtenidos en los aforos realizados en fin de semana, cuyos resultados fueron mayores, obteniendo 2160 viajes el domingo, se destaca que los días de aforo fueron en fechas normales, sin ser días feriados, quincenas o días de ventas especiales de las tiendas anclas.

Tabla 5-8 Aforos de centro comercial en fin semana

Horario		Acceso y salida uno	Acceso y salida dos	Acceso y salida tres	Acceso y salida 4	Total
07:15	08:15	10	25	15	30	80
08:15	09:15	35	28	41	57	161
09:15	10:15	56	94	166	132	448
10:15	11:15	152	119	179	147	597
13:00	14:00	382	262	419	337	1400
14:00	15:00	393	304	354	289	1340
15:00	16:00	469	388	418	341	1616
16:00	17:00	497	438	548	372	1855
17:00	18:00	453	373	431	473	1730
18:00	19:00	477	296	410	726	1909
19:00	20:00	481	530	454	695	2160
20:00	21:00	470	344	337	696	1847

Fuente: Elaboración propia

Para fines de este trabajo el volumen que se considera para los cálculos siguientes es el de la HMD de la carretera Federal 140.

Viajes del hotel

En este caso, se realizó un conteo específicamente en horario de máxima demanda de la carretera Federal 140, los cuales son mínimos en comparación al área comercial.

Tabla 5-9 Viajes del hotel

Día de aforo: miércoles							
	Distribución				Distribución		
Horario	Entrada	Salida	Viajes	Horario	Entrada	Salida	Viajes
7:00 a 7:15	1	0		16:00 a 16:15	1	2	
7:16 a 7:30	0	0		16:16 a 16:30	3	1	
7:31 a 7:45	1	0		16:31 a 16:45	7	2	
7:46 a 8:00	2	0	4	16:46 a 17:00	5	2	23
8:01 a 8:15	1	0	4				

Fuente: Elaboración propia

Viajes del edificio de consultorios

Al igual que los viajes estimados para el hotel, se hizo la misma consideración para la torre de consultorios, se llevó a cabo un aforo durante las horas de máxima demanda de la carretera Federal 140.

Tabla 5-10 Viajes de consultorios

Día de aforo: miércoles							
	Distribución				Distribución		
Horario	Entrada	Salida	Viajes	Horario	Entrada	Salida	Viajes
7:00 a 7:15	0	0		16:00 a 16:15	7	2	
7:16 a 7:30	0	0		16:16 a 16:30	13	1	
7:31 a 7:45	0	0		16:31 a 16:45	11	3	
7:46 a 8:00	2	0		16:46 a 17:00	15	4	56
8:01 a 8:15	1	0	3				

Fuente: Elaboración propia

Por último, se enlistan los resultados de los viajes estimados que influirán en la carretera Federal 140 durante la Hora de Máxima Demanda de 7:15 a.m. a 8:15 a.m. durante la mañana y de las 16:00 a 17:00 horas.

Tabla 5-11 Total de viajes ce Master Plan en HMD día miércoles

Hora: 7:15 a.m. a 8:15 a.m.	
	Viajes
Conjunto Residencial	45
Área Comercial	75
Hotel	4
Edificio de consultorios	3
Total de viajes	127
Hora: 16:00 a 17:00	
	Viajes
Conjunto Residencial	15
Área Comercial	1255
Hotel	23
Edificio de consultorios	56
Total de viajes	1349

Fuente: Elaboración propia

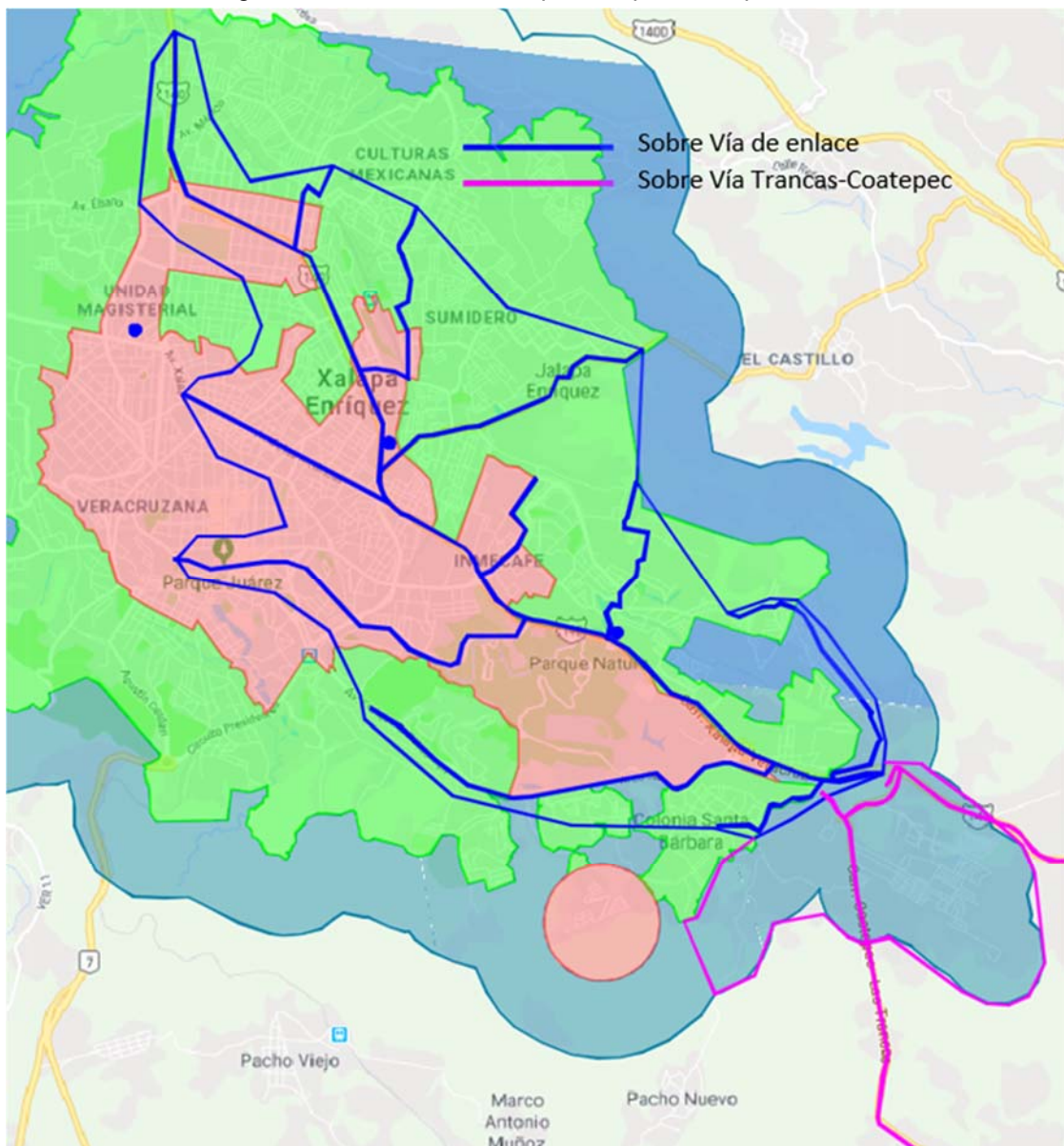
5.1.3 Distribución de viajes

En la determinación de la distribución de viajes se considera un área de influencia donde la mayoría de los orígenes y destinos de los viajes generados estén contenidos. En este documento el área de influencia se determina por tiempo de desplazamiento, vialidad de acceso, dirección del flujo vehicular, barreras viales y de los perímetros de contención urbana Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI).

Para establecer el tiempo de desplazamiento se realizó una encuesta a los usuarios de las plazas comercial preguntando el tiempo y distancia máxima dispuestos para llegar a estos lugares. Con base a los resultados y a los perímetros de contención urbana se realizó una traza de las mejores rutas a partir de los principales puntos poblacionales considerando un tiempo máximo de recorrido de 30 minutos. En el caso de los vehículos que ingresarían se tomó en cuenta como vialidades principales la vía de enlace de salida de la carretera y la vía Trancas Coatepec, obteniendo un mapeo con el área espacial de los

recorridos, donde se trazaron los polígonos de aportación, proporcionando un estimado de la distribución de los viajes en las vialidades mencionadas. Con respecto al comportamiento de los usuarios que saldrían del Master Plan, el análisis anexó otras rutas de escape, ya que los sentidos de flujos permiten esto, una por medio de la avenida Europa y otra por la vía de enlace de entrada a la carretera Federal con dirección a Veracruz.

Imagen 5-1 Área de influencia por tiempo de desplazamiento



Fuente: Elaboración propia

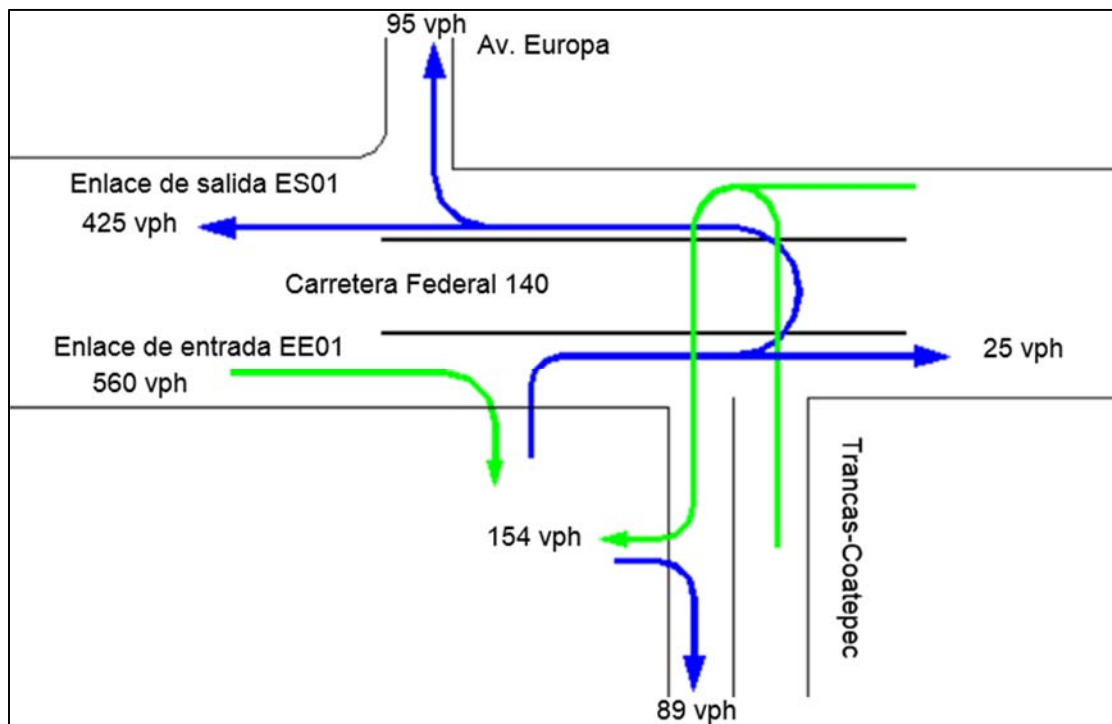
En consecuencia del análisis de los polígonos de aportación y de la información de la tabla 5-12 donde se estima lo viajes del Master Plan, se toma la hora crítica con 1349 vehículos, de los cuales 714 vehículos ingresan y 635 vehículos salen, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 5-12 Distribución de viajes

% de distribución de vehículos				Total de vehículos que ingresan			
Enlace de salida de carretera		Vía Trancas-Coatepec		Enlace de salida		Vía Trancas-Coatepec	
84%		16%		560		154	
% de distribución de vehículos				Total de vehículos que salen			
Enlace de entrada	Avenida Europa	Trancas-Coatepec	Enlace de salida	Enlace de entrada	Avenida Europa	Trancas-Coatepec	Enlace de salida
67%	15%	14%	4%	425	95	89	25

Fuente: Elaboración propia

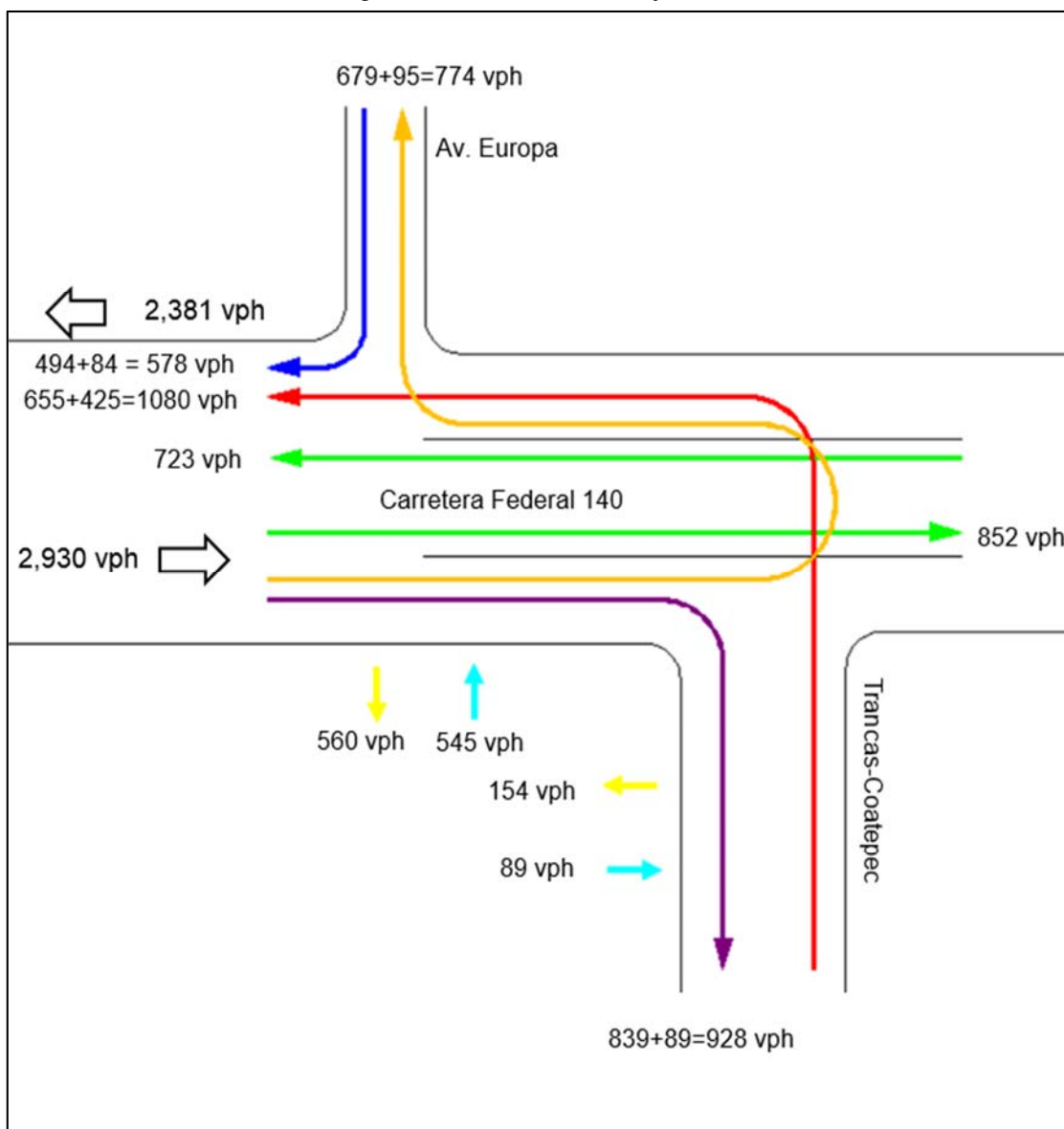
Imagen 5-2 Distribución de viajes de Master Plan



Fuente: Elaboración propia

En resumen, los resultados obtenidos de la distribución de viajes se agregan a los movimientos direccionales cuyos datos se obtuvieron en el subcapítulo 4.1 Aforos vehiculares. De manera gráfica en la Imagen 5-3 se describen los movimientos de vehículos por hora, que posteriormente se utilizaran para la proyección de viajes.

Imagen 5-3 Distribución de flujo vehicular



Fuente: Elaboración propia

5.2 Proyección de viajes

El pronóstico del volumen de tránsito futuro, no solamente se basa en los volúmenes actuales, sino también en los incrementos del tránsito que se espera se utilice.

El primer punto que analizar es el crecimiento normal del tránsito sobre la carretera Federal 140, resultado por el aumento normal en el uso de los vehículos, como se comentó en capítulos anteriores, la mancha urbana va en crecimiento hacia el Municipio de Emiliano Zapata conforme con el kilometraje de la Carretera Federal 140.

Valor de Tasa Crecimiento

Por una parte, se calcula el valor de la Tasa a utilizar por medio del método de incremento parcial. En la Tabla 5-14 se obtiene el incremento promedio del TDPA con dirección a Veracruz y a Xalapa, descartando el valor mayor y menor de cada columna.

Tabla 5-13 Tasa de crecimiento con incremento parcial

AÑO	A Xalapa		A Veracruz	
	TDPA		TDPA	
2009	24,963		24,834	
2010	27,087	8.51%	27,329	10.05%
2011	29,731	9.76%	28,510	4.32%
2012	30,450	2.42%	28,532	0.08%
2013	28,953	-4.92%	27,117	-4.96%
2014	27,832	-3.87%	27,763	2.38%
2015	28,990	4.16%	28,428	2.40%
2016	32,243	11.22%	29,180	2.65%
2017	34,821	8.00%	29,925	2.55%
	i =	4.83%	i =	2.40%

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, se realiza el cálculo por mínimos cuadrados para tener un mayor panorama de valores. En las siguientes ecuaciones se observa el ajuste numérico expresado en función del TDPA.

$$TDPA = a_0 + a_1A \dots\dots\dots Ecuación 11$$

$$a_0 = \frac{(\sum TDPA)(\sum A^2) - (\sum A)(\sum A*TDPA)}{N(\sum A^2) - (\sum A)^2} \dots\dots\dots Ecuación 12$$

$$a_1 = \frac{N(\sum A*TDPA) - (\sum A)(\sum TDPA)}{N(\sum A^2) - (\sum A)^2} \dots\dots\dots Ecuación 13$$

Donde:

A= Año (variable independiente)

N= Número total de datos

Tabla 5-14 Tasa de crecimiento anual con mínimos cuadrados

AÑO	A	A ²	A Xalapa		a Veracruz	
			TDPA	A-TDPA	TPDA	A-TDPA
2009	0	0	24,963	0	24,834	0
2010	1	1	27,087	27,087	27,329	27,329
2011	2	4	29,731	59,462	28,510	57,020
2012	3	9	30,450	91,350	28,532	85,596
2013	4	16	28,953	115,812	27,117	108,468
2014	5	25	27,832	139,160	27,763	138,815
2015	6	36	28,990	173,940	28,428	170,568
2016	7	49	32,243	225,701	29,180	204,260
2017	8	64	34,821	278,568	29,925	239,400
Σ	36	204	265,070	1,111,080	251,618	1,031,456
			i = 3.25%		i = 1.58%	

Fuente: Elaboración propia

De lo anterior, se concluye que los valores a utilizar serán el promedio de ambos métodos, cuyo valor es conservador, no obstante recordando que el incremento poblacional de la zona entre los años 2005-2010 tiene una tasa crecimiento media de 4.90%, el cual está directamente ligado al aumento del parque vehicular, siendo superior a los obtenidos con los métodos anteriores.

Determinación de Horizonte

Con base con la recomendación del Instituto de Ingenieros de Transporte (ITE) y de la Tabla 1-1, la proyección de los viajes se estable al año de inauguración, asumiendo construcción y ocupación completas, así como a los cinco años después de la inauguración del desarrollo.

Tomando en cuenta el programa de construcción del Proyecto Master Plan que tiene como fin estar en operación en el año 2019, la primera proyección se realiza al año 2020 y posteriormente al año 2025 y para un espectro de diseño más amplio al año 2030.

Como primer paso se obtiene de forma general la proyección de viajes de la carretera Federal 140, en sentido a Xalapa y en sentido a Veracruz tomando como referencia los datos de Volumen de Máxima Demanda de la Tabla 3-9 y la Tabla 3-10, cuyos resultados se muestran en la Tabla 5-16.

Añadido a lo anterior, se proyectan los volúmenes de los movimientos direccionales que influyen en la carretera para realizar el cálculo de Capacidad y Nivel de Servicio a los años proyectados sin considerar los viajes del Proyecto Master Plan. La proyección se realiza en los aforos registrados en la HMD entre las 16:00 y 17:00 horas.

El segundo paso es proyectar los viajes estimados del Master Plan, donde no se puede considerar la misma tasa de crecimiento, ya que el área comercial del Master Plan está ligada al desarrollo económico de la zona, como se mencionó en la descripción del proyecto

Finalmente, se suman a los volúmenes proyectados de los movimientos direccionales de la carretera Federal 140, el volumen estimado que generara el Master Plan.

a) Proyección viajes en la Hora de Máxima Demanda de la carretera

Tabla 5-15 Proyección de Viajes sobre Carretera Federal 140

AÑO	VHMD		Año de proyección
	a Xalapa	a Veracruz	
2017	1872	2427	
2018	1948	2485	
2019	2027	2545	
2020	2109	2606	1 año
2021	2194	2669	
2022	2283	2733	
2023	2375	2799	
2024	2471	2866	
2025	2571	2935	5 años
2026	2675	3005	
2027	2783	3077	
2028	2895	3151	
2029	3012	3227	
2030	3134	2427	10 años

Fuente: Elaboración propia

b) Proyección del volumen vehicular de los movimientos direccionales que intervienen en el análisis de Capacidad y Nivel de Servicio de los enlaces de la carretera Federal 140. El volumen vehicular por hora está proyectado en la HDM de 16:00 a 17:00 horas.

Tabla 5-16 Proyección de volumen vehicular de movimientos direccionales

Volumen\ año	2020	2025	2030
Movimientos para enlace de entrada			
Antes de convergencia	814 vph	993 vph	1210 vph
Enlace de entrada EE01	738 vph	900 vph	1097 vph
Enlace de entrada EE02	557 vph	678 vph	826 vph
Movimientos para enlace de salida			
Antes de divergencia	2545 vph	2866 vph	3227 vph
Enlace de salida	1629 vph	1834 vph	2064 vph
Después de la divergencia	914 vph	1029 vph	1159 vph

Fuente: Elaboración propia

c) Proyección de viajes del Master Plan

Dentro del proyecto de Master Plan está programado una ampliación del mezzanine en la segunda etapa de construcción del centro comercial, destinada únicamente para estacionamiento con una capacidad de 1,362 cajones. Tomando en cuenta la futura ampliación y con base a los indicadores del comportamiento del producto interno bruto de la zona en actividades terciarias, se proyectan los vehículos por hora que ingresarán y saldrán del Master Plan con una variación porcentual anual del 1.6%.

Tabla 5-17 Proyección de volumen vehicular en Master Plan

año	Vehículos por hora que ingresan	Vehículos por hora que salen	Total de vehículos
2020	749	670	1419
2025	811	732	1543
2030	878	799	1677

Fuente: Elaboración propia

d) Proyección del volumen vehicular por hora de los movimientos direccionales más el volumen estimado por el Master Plan.

Tabla 5-18 Proyección de volumen vehicular con proyecto

Volumen\ año	2020	2025	2030
Movimientos para enlace de entrada			
Antes de convergencia	814 vph	993 vph	1210 vph
Enlace de entrada EE01	1216 vph	1482 vph	1806 vph
Enlace de entrada EE02	650 vph	792 vph	965 vph
Movimientos para enlace de salida			
Antes de divergencia	3146 vph	3542 vph	3987 vph
Enlace de salida	2231 vph	2513 vph	2829 vph
Después de la divergencia	914 vph	1029 vph	1159 vph

Fuente: Elaboración propia

5.3 Escenarios

5.3.1 Capacidad y Nivel de Servicio sin proyecto

Tomando de referencia el método para el análisis de Capacidad y Nivel de Servicio expuesto en el capítulo 4.4. Análisis de Capacidad, se resumen los resultados para los volúmenes proyectados para los años 2020, 2025 y 2030.

a) Análisis de capacidad de enlace de entrada

- Proporción de flujo en vehículos ligeros por hora en enlace de entrada.

Tabla 5-19

Tabla 5-19 Proporción de flujos en enlace de entrada

	Carretera Federal	Enlace uno(EE01)	Enlace dos (EE02)
Volumen (vph) / año 2020	814	738	557
Proporción de flujo (vlph)	987	895	676
Volumen (vph) / año 2025	993	900	678
Proporción de flujo (vlph)	1205	1092	822
Volumen (vph) / año 2030	1210	1097	826
Proporción de flujo (vlph)	1468	1331	1002

Fuente: Elaboración propia

- Estimación de capacidad de la unión enlace-carretera y proporción de flujo de demanda.

Tabla 5-20 Proporción de flujo de demanda en enlace de entrada

Enlace de entrada	pf _{E12} 2020	pf _{E12} 2025	pf _{E12} 2030
EE01	1882 vph	2297 vph	2799 vph
EE02	2558 vph	3119 vph	3801 vph

Fuente: Elaboración propia

Los resultados anteriores están por debajo de la proporción de flujo máximo deseable de 4600 vph.

- Densidad en el área de influencia de enlace y Nivel de Servicio prevaleciente.

Tabla 5-21 Densidad y Nivel de Servicio en enlace de entrada

Enlace de entrada	Año 2020		Año 2025		Año 2030	
	Dc	NS	Dc	NS	Dc	NS
EE01	22	D	26	E	30	E
EE02	27	E	32	E	38	F

Fuente: Elaboración propia

Para el año 2020 se estima que haya turbulencia en el área de influencia llegando a ser invasiva y para el año 2025 se estima que la turbulencia la perciban prácticamente todos los conductores.

Estos datos son reveladores, ya que sin considerar el proyecto del Master Plan, la carretera Federal 140 tendera a presentar problemas de congestionamiento vial en los próximos años.

b) Análisis de capacidad de enlace de salida

- Proporción de flujo de vehículos ligeros por hora en enlace de salida

Tabla 5-22 Proporción de flujos en enlace de salida

	Antes de la divergencia	Enlace uno (ES01)	Después de la divergencia
Volumen (vph) / año 2020	2545	1629	914
Proporción de flujo (vlph)	3087	1976	1109
Volumen (vph) / año 2025	2866	1834	1029
Proporción de flujo (vlph)	3476	2225	1248
Volumen (vph) / año 2030	3227	2064	1405
Proporción de flujo (vlph)	3914	2503	1159

Fuente: Elaboración propia

- Proporción del flujo en la carretera antes de la divergencia

Haciendo la misma consideración que el subcapítulo 4.5 la proporción de flujo en la carretera inmediatamente antes del carril de deceleración es igual a la proporción de flujo, ya que se trata de una carretera con dos carriles por lo que el flujo permanece.

De los resultados obtenidos se observan que permanecen por debajo de la proporción de flujo máximo deseable en el área de divergencia que es igual a 4,400 vlph.

- Estimación de densidad en la zona de influencia de divergencia

Tabla 5-23 Densidad y Nivel de Servicio en enlace de salida

Enlace de entrada	Año 2020		Año 2025		Año 2030	
	Dc	NS	Dc	NS	Dc	NS
EE01	29	E	33	E	36	F

Fuente: Elaboración propia

En el caso de enlace de salida se pronostica que para el año 2020 el Nivel de Servicio sea deficiente, es decir, la turbulencia será percibida prácticamente por todos los conductores y para el año 2030 la vía de enlace operará de manera deficiente, totalmente percibida por los usuarios.

5.3.2 Capacidad y Nivel de Servicio con proyecto

Con base a los resultados de la tabla 5.8 se estima la Capacidad Vial y el Nivel de Servicio de los enlaces de la carretera Federal 140 con el proyecto Master Plan

a) Análisis de capacidad de enlace de entrada con proyecto

- Proporción de flujo en vehículos ligeros por hora en enlace de entrada

Tabla 5-24 Proporción de flujos con proyecto en enlace de entrada

	Carretera Federal	Enlace uno(EE01)	Enlace dos(EE02)
Volumen (vph) / año 2020	814	1216	650
Proporción de flujo (vlph)	987	1475	788
Volumen (vph) / año 2025	993	1482	792
Proporción de flujo (vlph)	1204	1798	961
Volumen (vph) / año 2030	1210	1806	965
Proporción de flujo (vlph)	1468	2191	1171

- Estimación de capacidad de la unión enlace-carretera y proporción de flujo de demanda.

Tabla 5-25 Proporción de flujo de demanda con proyecto en EE

Enlace de entrada	pf _{E12} 2020	pf _{E12} 2025	pf _{E12} 2030
EE01	2462 vlph	3002 vlph	3658 vlph
EE02	3251 vlph	3963 vlph	4828 vlph

Fuente: Elaboración propia

En este caso, prácticamente todos los resultados están por debajo del flujo máximo deseado, excepto por la proyección en el año 2030, que es superior a 4600 vlph.

- Densidad en el área de influencia de enlace y Nivel de Servicio prevaleciente.

Tabla 5-26 Densidad y Nivel de Servicio en enlace de entrada con proyecto

Enlace de entrada	Año 2020		Año 2025		Año 2030	
	Dc	NS	Dc	NS	Dc	NS
EE01	23	E	27	E	32	F
EE02	27	E	33	E	39	F

Fuente: Elaboración propia

b) Análisis de capacidad de enlace de salida con proyecto

- Proporción de flujo de vehículos ligeros por hora en enlace de salida

Tabla 5-27 Proporción de flujos en enlace de salida con proyecto

	Antes de la divergencia	Enlace uno (ES01)	Después de la divergencia
Volumen (vph) / año 2020	3146	2231	914
Proporción de flujo (vlph)	3816	2706	1108
Volumen (vph) / año 2025	3542	2513	1029
Proporción de flujo (vlph)	4296	3048	1248
Volumen (vph) / año 2030	3987	2829	1159
Proporción de flujo (vlph)	4836	3431	1406

Fuente: Elaboración propia

- Proporción del flujo en la carretera antes de la divergencia

De la tabla 5-27 se concluye que solo en el año 2030 la capacidad de la carretera inmediatamente antes del enlace se encuentra por encima del flujo máximo deseable en el área de divergencia, esto es, mayor a 4,400 vlph.

- Estimación de densidad en la zona de influencia de divergencia

Tabla 5-28 Densidad y Nivel de Servicio en enlace de salida con proyecto

Enlace de entrada	Año 2020		Año 2025		Año 2030	
	Dc	NS	Dc	NS	Dc	NS
EE01	36	F	40	F	45	F

Fuente: Elaboración propia

Resumiendo lo expuesto en este capítulo, se observa que aún sin el proyecto del Master Plan, las condiciones de la carretera Federal 140 en el kilómetro 5+000 tienden a ser deficientes en los años siguientes. Si a lo anterior, se suma el aumento de flujo vehicular generado por el Master Plan sin ninguna medida de mitigación, las vías de enlace de la carretera presentarán problemas graves de congestión vial y en lo subsecuente a la carretera Federal 140.

En lo correspondiente al retorno ubicado en el kilómetro 4+465, al cual se realizó el análisis de Nivel de Servicio en el subcapítulo 4.5, se aplicó la misma metodología para la proyección con y sin proyecto, obteniendo en ambos casos un Nivel de Servicio F, en otras palabras, se estima un flujo inestable con la formación de filas.

Por otra parte, en lo que respecta al transporte público el espacio destinado dentro del Master Plan no tendrá el espacio suficiente para albergar el volumen estimado. La longitud destinada solo tendrá capacidad para 4 autobuses a la vez, cantidad menor a la esperada, lo que provocaría congestión en la vía, ya que con base a la experiencia de los centros comerciales aforados en las islas de ascenso y descenso de usuarios, se llega a obstruir el carril de circulación adyacente a la parada.

Finalmente, en lo que respecta a los usuarios más vulnerables de la pirámide de movilidad, o sea, peatones y ciclistas, cuyo volumen de tránsito incrementará con la puesta en marcha del Master Plan como resultado de la fuente de trabajo que este representa, hay una deficiente infraestructura que no tiene la capacidad para garantizar la seguridad de los usuarios.

6.0 Medidas de mitigación

6.1 Medidas a cortos plazo

a) Ajustes al Proyecto Master Plan

En el capítulo 2.3.4 se describen el sistema de accesos cuyos diseños son necesarios replantear. Su posicionamiento es sólo benéfico para la plaza, pero no para el bien de la comunidad, por lo cual se proponen las siguientes medidas.

- Dentro del proyecto se contemplan 5 accesos y 6 salidas para el público en general; un acceso y una salida a la gasolinera; acceso y salida a la zona descarga, de forma que, se propone el diseño de una calle perimetral al Master Plan dentro del predio, cuyo objetivo es resguardar las salidas e incorporaciones del desarrollo, que permite realizar las maniobras a una menor velocidad sin obstaculizar las vías principales.
- En la calle perimetral se plantean sólo tres accesos y tres salidas para los usuarios de la plaza y el área mixta (hotel, consultorios, vivienda) cuyos diseños deben garantizar seguridad.
- Un acceso y una salida vehicular que se ubicarán entre la carretera Federal 140 y el enlace de salida de la carretera, dejando los restantes sobre la vialidad Trancas-Coatepec. Esto para evitar saturar la zona de divergencia entre la carretera y enlace ES01.
- En el caso de la zona descarga se respetará el proyecto, dejando su acceso restringido para vehículos particulares y con la condicional que las operaciones se realicen fuera de los horarios de mayor demanda vehicular.
- Rediseñar la parada de autobuses que se localiza sobre el enlace de salida de la carretera hacia la vialidad Trancas-Coatepec. La parada de autobús debe operar sin obstruir los carriles existentes de circulación,

además, de ser accesible; contemplar su propio carril con transiciones de entrada/salida y área de resguardo para los usuarios. Se adjunta plano 01 en Anexo B.

b) Reubicación de Caseta

Gestionar la reubicación de la caseta de Fuerza Civil que se localiza entre los enlaces de entrada EE01 y EE02, mencionados en el capítulo 3.1.1.

La nueva ubicación se propone entre el cadenamiento 5+600 cuyas características geométricas de la Carretera son más favorecedoras que las actuales. Considerando, que la posición actual se encuentra al final de una curva horizontal y a 60 metros del paso vehicular, situación peligrosa para los usuarios.

Esta medida permite mejor visibilidad y distancia para realizar las maniobras de incorporación a la carretera Federal 140, en otras palabras, mayor Capacidad de la vía, puesto que a la vez, se retiran los vehículos de carga que se estacionan a un lado de la Carretera y del paso vehicular.

Aunado a esto, promover el seguimiento del Reglamento de Tránsito, especialmente en la prohibición de estacionamiento sobre la vía principal, la vuelta prohibida en U en el cruce del km 4+465.00, así como el retiro de vendedores ubicados en el acotamiento de la carretera y en los enlaces de esta.

c) Mejoramiento de señalización

En vista de la problemática, el objetivo central del proyecto es brindar la seguridad en el tránsito vehicular y peatonal, así como una buena organización en el control por las autoridades competentes.

El fin inmediato del señalamiento es aumentar la seguridad, eficacia y comodidad de la circulación, por lo que es necesario que se tengan en cuenta en cualquier actuación vial como parte integrante del diseño, y no como mero añadido posterior a su concepción.

El proyecto de señalamiento se tiene que realizar conforme con el Manual de Señalización Vial y Dispositivos de Seguridad y a la Normatividad para la ejecución de proyectos de señalamiento N-PRY-CAR-10-01-001/13.

Señalamiento horizontal

Se pondrán las marcas en la superficie de rodamiento de la carretera Federal 140, las vías de enlace, las vialidades adyacentes Trancas-Coatepec y la avenida Europa, de acuerdo con la Normatividad N-PRY-CAR-10-01-002/13, haciendo énfasis en los siguientes puntos:

- Señalamiento horizontal en las aproximaciones de las intersecciones con carril de cambio de velocidad, dicho de otro modo, en convergencia y divergencia de las vías de enlace de la Carretera Federal. Raya de guía en zona de transición, raya separadora de carriles continua, rayas canalizadoras.
- Rayas de separación de carriles para delimitar los carriles de circulación
- Rayas de bordes que delimitan la superficie de rodadura
- Señalamiento horizontal debajo del paso vehicular 827, que delimite los carriles
- Rayas con espaciamiento logarítmico sobre la vialidad Trancas-Coatepec con sentido al paso vehicular 827.
- Marcas que delimiten el área de paradas de autobuses.

Señalamiento Vertical

De igual manera se debe diseñar de acuerdo con la Normatividad, focalizando en lo siguiente:

Señales Preventivas, reubicación de señales que cumplan con la distancia de ubicación con respecto a la velocidad.

Señales restrictivas, hacer énfasis en la señal de prohibición de estacionamiento sobre la Carretera Federal, vías de enlace y vialidad Trancas-Coatepec.

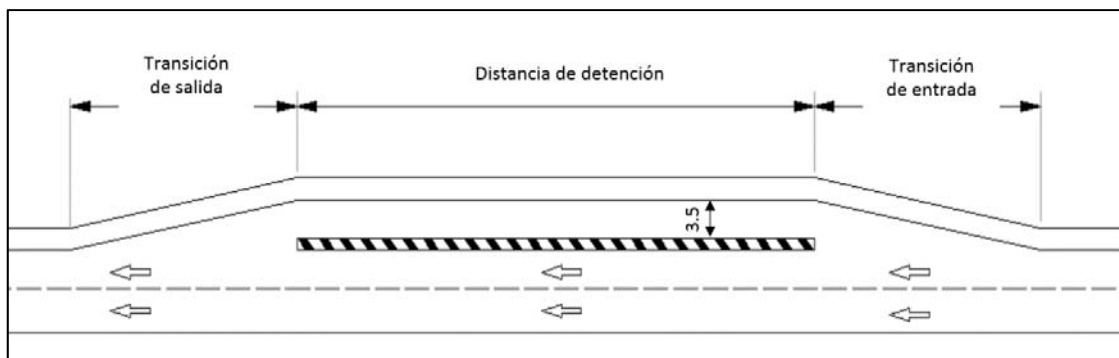
Señales informativas, realizar de forma integral un proyecto con los destinos más relevantes de la zona, que cumplan con las especificaciones de dimensión, color y estructura de soporte.

d) Cruces seguros e infraestructura peatonal

Dentro del proyecto de Master Plan únicamente se está contemplando una parada para los autobuses que circulan con dirección de Xalapa hacia el camino Trancas-Coatepec, sin tomar en cuenta los viajes de regreso, es decir, la parada para los autobuses en sentido contrario.

De este modo, se propone crear más paradas de transporte público, una en cada sentido del camino Trancas-Coatepec y otra más, al otro lado del puente vehicular 827. Estas paradas deben contemplar en el diseño un carril de protección, mobiliario urbano (bancas, iluminación, botes de basura) y accesibilidad, en otras palabras, las banquetas deben tener continuidad a cruces seguros que conecten a los puntos de interés.

Imagen 6-1 Parada tipo de transporte publico



Fuente: Elaboración propia

e) Rehabilitación de pavimento

Realizar un estudio hidrológico, hidráulico y de geotecnia para efectuar un Proyecto Integral para la rehabilitación de la superficie de rodamiento de los enlaces de salida y entrada de la Carretera Federal, donde se diseñe y construya una estructura de pavimento conforme al tránsito vehicular.

Previo a los trabajos de rehabilitación del pavimento, efectuar los trabajos para la canalización de los escurrimientos superficiales, conforme a los estudios recomendados.

f) Cierre del retorno

Con base a los resultado y lo observación en campo, el retorno ubicado en el kilómetro 4+465.00 representa un punto de conflicto, por lo cual se plantea cerrar para evitar la acumulación de vehículos sobre la carretera Federal 140 con dirección a Xalapa y principalmente el cruce hacia Trancas.

Para continuar la comunicación del flujo de la avenida Europa hacia la localidad Las Trancas o el retorno hacia Veracruz se propone lo siguiente:

- Reubicar el retorno en el kilómetro 3+825, donde actualmente se localiza un semáforo. El semáforo actualmente funciona para detener el sentido tanto para Veracruz como hacia Xalapa y permitir el cruce del flujo proveniente de la carretera Las Trancas-Coatepec. La reubicación en este punto permite realizar el movimiento de forma cómoda y sobre todo segura, ya que se aprovecha el tiempo de espera para realizar el movimiento direccional de retorno a Veracruz, sin interferir con otros movimientos direccionales.
- Canalizar el flujo que retornará hacia Veracruz en un carril confinado sobre la derecha, donde se aprovecha el espacio de la vialidad y el derecho de vía, localizado aproximadamente a 300 metros.
- El vehículo de diseño para el retorno se propone tipo C3, el retorno de vehículos mayores se realizarán en el distribuidor vial Las Trancas.
- Colocar el señalamiento informativo para canalizar los flujos direccionales y preventivos conforme al Manual de Señalización Vial y Dispositivos de Seguridad
- En esta medida se propone aprovechar también el tiempo de semáforo para el diseño de un cruce peatonal, como se muestra en el plano 02 adjunto en Anexo B.

6.2 Medidas a mediano plazo

a) Adecuaciones geométricas a la Carretera Federal

Esta propuesta es una acción que requiere la validez de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte, así como un trabajo en conjunto para la gestión, proyecto y ejecución de la obra. Se plantea un proyecto de ampliación del tramo de la carretera para resguardar el derecho de vía y este no sea invadido por futuras construcciones.

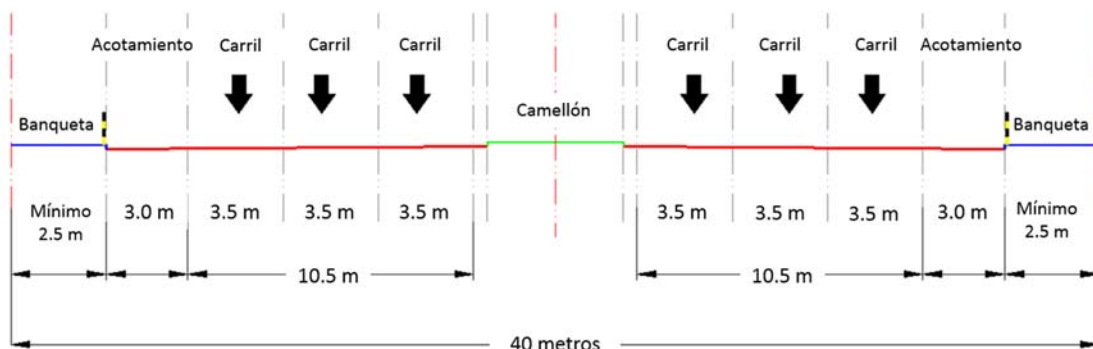
El objetivo de dicho proyecto es aumentar la Capacidad de la Carretera Federal 140, mejorar las condiciones de infraestructura no sólo para los automovilistas, sino también para el transporte público y el peatón, dado que la propuesta incluye la construcción de banquetas, iluminación, puentes peatonales y paradas de autobuses.

Los puntos más importantes a considerar dentro del Proyecto Ejecutivo de Ampliación de la Carretera Federal son los siguientes:

- Sección transversal con acotamiento interior de 0.5 metros, tres carriles de 3.50 metros, un acotamiento de 3.00 metros, banqueta de ancho mínimo de 2.50 metros y camellón con sección mínima de un metro, cabe recordar que el derecho de vía de la carretera Federal es de 40 metros. Dicha ampliación se propone con continuidad hasta el kilometraje 0+000.00, que permita un reordenamiento vial y urbano de la zona. Imagen 6-2 y plano 03 en Anexo B.
- Para el tránsito eficiente y seguro de personas y vehículos proyectar barreras de protección conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-037-SCT2-2012.
- Establecer paradas abajo del paso vehicular 827 y delimitar las zonas de cruces peatonales, para mayor seguridad de los usuarios del transporte público y los peatones.

- Contemplar en el proyecto un puente peatonal sobre la Carretera Federal a la altura del kilómetro 4+700.00, para facilitar el tránsito peatonal de la Av. Europa hacia la vialidad Trancas-Coatepec.
- En las zonas de enlace de salida y entrada a la carretera Federal a la altura del kilómetro 5+000.00, adecuar el trazo a la propuesta con el diseño de carril de protección.
- En esta propuesta también se considera el cierre del kilómetro 4+465.00, como se señaló anteriormente.
- Dar continuidad al Distribuidor Vial las Trancas, que fue mencionado en el capítulo 3.2, que permita conectar al norte de Xalapa y a la vez desahogar la carretera Federal del flujo vehicular, ya que generaría un eje vial de sur a norte, sin interferir en la Capacidad de la carretera Federal. Imagen 6.3

Imagen 6-2 Sección tipo propuesta



Fuente: Elaboración propia

- Diseñar un sistema de iluminación acorde al Manual de Iluminación Vial de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte, haciendo énfasis en la zona del paso vehicular 827, enlaces de la Carretera y paradas de autobuses.
- Proyecto de señalamiento horizontal y vertical afín al nuevo proyecto de ampliación.

Imagen 6-3 Conexión de Distribuidor Vial Las Tranca



Fuente: Elaboración propia

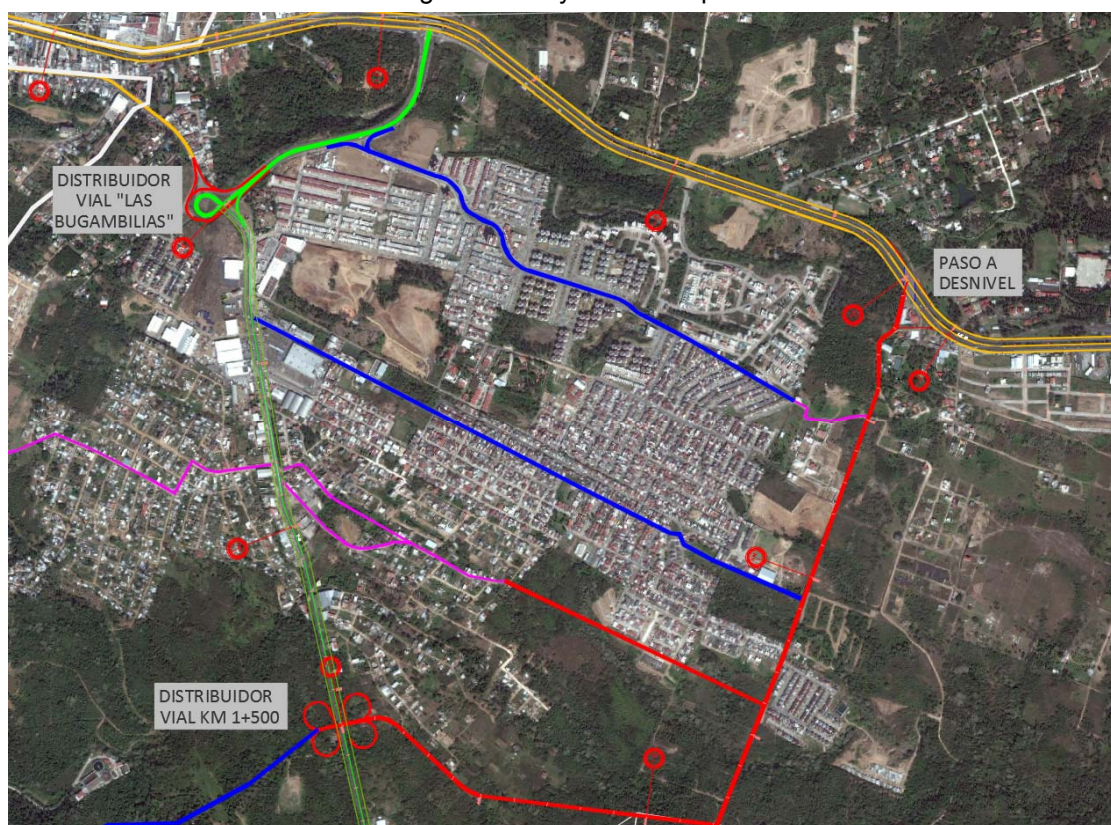
6.3 Medidas a largo plazo

b) Proyecto integral Xalapa-Emiliano Zapata

Se propone un Proyecto Integral que contemple más allá del kilómetro 5+000.00, que vaya de la mano con a la Actualización del Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada Xalapa-Banderilla-Coatepec-Emiliano Zapata.

De forma conceptual se proponen Distribuidor Vial “Las Bugambilias” y el Distribuidor vial “KM 1+500 sobre la carretera Trancas-Coatepec, así como el Paso a Desnivel sobre la Carretera Federal 140 en el kilómetro 6+800 y la integración de nuevas vialidades que sirvan de conexión entre los sistemas mencionados, que permitan distribuir el flujo vehicular

Imagen 6-4 Proyecto conceptual



Fuente: Elaboración propia

El Distribuidor Vial “Las Bugambilias”, se localiza sobre la carretera Trancas-Coatepec, donde se propone una adecuación del distribuidor vial tipo trompeta existente, que actualmente funciona para conectar dicha la vialidad Trancas-Coatepec con la carretera mencionada.

Imagen 6-5 Adecuación de distribuidor vial Bugambilias



Fuente: Elaboración propia

Con relación a la imagen 6-3 se propone los siguientes puntos:

- A. Proyectar una nueva gasa vehicular que lleve el tránsito de la localidad Las Trancas hacia la carretera Federal 140 y a los fraccionamientos Praderas y Haciendas, por medio de la vialidad Trancas-Coatepec. Esta medida permitirá una nueva opción de ruta para los fraccionamientos ubicados al sur de la carretera Federal 140.
- B. A lo anterior, se incorpora una vía de enlace con el tránsito automovilístico de la vialidad Trancas-Coatepec. Esta acción permite que el flujo vehicular retorne de forma segura hacia los fraccionamientos y/o a las vías de

enlace de la carretera Federal 140, evitando cruces peligros sobre la vialidad Trancas-Coatepec.

- C. retorno hacia el paso vehicular 827 con dirección a Xalapa y Veracruz. Esta acción permitirá canalizar el tránsito a los fraccionamientos Praderas y Haciendas

Distribuidor Vial “Kilómetro 1+500”, se trata de un sistema de gasas tipo trébol, que tienen como fin conectar el flujo vehicular de la carretera Las Trancas –Coatepec a una nueva vía de circulación, denominada para este caso, como “Las Haciendas”, que posteriormente intersectará a la carretera Federal 140. El proyecto del distribuidor se ubica a la altura del kilómetro 1+500 de la carretera Estatal Las Trancas- Coatepec.

Paso a desnivel en kilómetro 6+800, se propone un paso vehicular inferior que genere una nueva alternativa de acceso a los fraccionamientos ubicados al sur de la carretera Federal 140, que conecte con la vialidad “Las Haciendas”.

Los ejes viales de circulación se proponen con la prolongación de las principales vías de comunicación de los desarrollos urbanos. La vialidad “Las Haciendas” esta propuesta sobre un camino vecinal. La sección tipo de circulación recomienda dos carriles de circulación por sentido, camellón con un ancho mínimo de 1.5 metros, banquetas de 2.5 de ancho, cruces seguros para los peatones.

Estas acciones crearán un Sistema Vial que distribuirá el tránsito vehicular de la zona de forma segura y eficiente, ofertando nuevas alternativas viales. Por último, se recomienda que el Proyecto Ejecutivo contemple estudios de mecánica de suelos, diseños de pavimentos, estudios hidrológicos, estudios de tránsito, diseño geométrico, diseño estructural conforme a las Normas vigentes.

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

1. El crecimiento de la población, es inevitable, los proyectos de desarrollos urbanos e industriales aumentan con el paso del tiempo, los cuales traen consigo congestión en las vías de comunicación.
2. No existe un seguimiento adecuado sobre los asentamientos urbanos, ya que muchos se proyectan sin considerar vías de accesos.
3. No hay implementación de Estudios de Impacto Vial por el desconocimiento o desinterés de los responsables del desarrollo urbano de los municipios, que analicen los efectos negativos de los proyectos y propongan soluciones para la mitigación del impacto.
4. El proyecto Master Plan indudablemente fue concebido sólo con fines económicos, que sólo beneficia a los accionistas, sin contemplar ninguna medida a los efectos negativos.
5. El Master Plan, es un proyecto pensado sólo para usuarios con vehículo, dejando a un lado al peatón y al transporte público, de hecho el diseño de los fraccionamientos adyacentes inducen al uso del automóvil, ya que mucho de estos se localizan en zonas inaccesibles para el peatón.
6. Conforme a los resultados obtenidos en el análisis de Capacidad Vial y Nivel de Servicio, es concluyente que aún sin el proyecto Master Plan, la carretera Federal 140 presentará problemas de congestión vial en los siguientes años.
7. Las vías de enlace a la carretera Federal 140 ya presentan limitación en las maniobras dentro de la corriente del tránsito y consecuentemente en la vialidad Trancas-Coatepec.
8. El retorno en el kilómetro 4+465 influye en el libre tránsito de la carretera Federal 140 y en la seguridad de los usuarios.

Recomendaciones

1. Capacitar a los profesionales que laboran en el área de desarrollo y planeación urbana de los municipios en la elaboración de Estudios de Impacto Vial.
2. Reglamentar los permisos de construcción o asentamientos urbanos, con la integración de un Estudios de Impacto Vial a los proyectos presentados.
3. Regular las paradas de autobuses sobre la carretera Federal 140, enlaces de carreteras y vías adyacentes.
4. Seguimiento al reglamento de tránsito, especialmente en las zonas donde existe la prohibición de estacionamiento.
5. Divulgar en los colegios de ingenieros civiles y arquitectura sobre la importancia de los Estudios de Impacto Vial, por medio de capacitación para el desarrollo de los mismos.
6. Concientizar a la comunidad del uso racional del vehículo por medio de programas de movilidad urbana.
7. Dar seguimiento a las medidas de mitigación impuestas a los nuevos desarrollos urbanos.
8. Invertir en infraestructura peatonal, es decir, banquetas, cruces seguros, alumbrado, señalamiento.

Bibliografía

Andueza P, 1989, El Diseño Geometrico de Carreteras, Mérida: Impresión Talleres Gráficos Universitarios.

Cal y Mayor, R y Cárdenas J (2007) *Ingeniería de Tránsito, fundamentos y aplicaciones*. Edición de Algaomega Grupo Editor. Octava edición. México.

Garber, N. y Hoel L. (2007) *Ingeniería de tránsito y de carreteras*. Tercera edición. México.

Sánchez, G; (2008) *Planeación Moderna de Ciudades*. Edición de Trillas. México.

Secretaría de Comunicaciones y Transporte (2016) *Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras*. México

Anexos

Anexo A

Viajes en conjunto residenciales

Tabla 0-1 Aforo en residencial Halcón

Día de registro: Miércoles									
Horario		Distribución de viajes			Horario		Distribución de viajes		
		Saliendo	Entrando	Viajes			Saliendo	Entrando	Viajes
06:45	07:00	2	0		16:00	16:15	0	1	
07:01	07:15	4	0		16:16	16:30	1	0	
07:16	07:30	10	0		16:31	16:45	0	2	
07:31	07:45	9	0	25	16:46	17:00	0	3	7
07:46	08:00	9	2	34	17:01	17:15	0	4	10
08:01	08:15	13	0	43	17:16	17:30	1	7	17
08:16	08:30	9	0	42	17:31	17:45	0	9	24
08:31	08:45	6	2	41	17:46	18:00	2	7	30
08:46	09:00	5	4	39	18:01	18:15	3	9	38
					18:16	18:30	1	9	40

Día de registro: Jueves									
Horario		Distribución de viajes			Horario		Distribución de viajes		
		Saliendo	Entrando	Viajes			Entrando	Saliendo	Viajes
06:45	07:00	9	0		16:00	16:15	1	0	
07:01	07:15	7	0		16:16	16:30	1	1	
07:16	07:30	13	0		16:31	16:45	0	0	
07:31	07:45	10	0	39	16:46	17:00	5	2	10
07:46	08:00	9	1	40	17:01	17:15	5	1	15
08:01	08:15	7	0	40	17:16	17:30	8	0	21
08:16	08:30	9	2	38	17:31	17:45	9	2	32
08:31	08:45	5	0	33	17:46	18:00	7	0	32
08:46	09:00	4	0	27	18:01	18:15	9	3	38
					18:16	18:30	13	1	44

Fuente: Elaboración propia

Tabla 0-2 Aforo en residencial Águila

Día de registro: Miércoles									
Horario		Distribución de viajes			Horario		Distribución de viajes		
		Saliendo	Entrando	Viajes			Saliendo	Entrando	Viajes
06:45	07:00	6	0		16:00	16:15	1	2	
07:01	07:15	8	0		16:16	16:30	0	2	
07:16	07:30	12	0		16:31	16:45	0	3	
07:31	07:45	8	0	34	16:46	17:00	2	5	15
07:46	08:00	9	0	37	17:01	17:15	1	7	20
08:01	08:15	11	1	41	17:16	17:30	0	8	26
08:16	08:30	9	2	40	17:31	17:45	0	10	33
08:31	08:45	3	0	35	17:46	18:00	1	9	36
08:46	09:00	3	2	31	18:01	18:15	0	9	37
					18:16	18:30	2	8	39

Día de registro: Jueves									
Horario		Distribución de viajes			Horario		Distribución de viajes		
		Saliendo	Entrando	Viajes			Entrando	Saliendo	Viajes
06:45	07:00	8	0		16:00	16:15	1	0	
07:01	07:15	9	0		16:16	16:30	0	1	
07:16	07:30	11	0		16:31	16:45	1	0	
07:31	07:45	11	0	39	16:46	17:00	2	2	7
07:46	08:00	7	0	38	17:01	17:15	0	3	9
08:01	08:15	7	0	36	17:16	17:30	5	0	13
08:16	08:30	9	2	36	17:31	17:45	6	1	19
08:31	08:45	7	0	32	17:46	18:00	7	0	22
08:46	09:00	5	1	31	18:01	18:15	9	2	30
					18:16	18:30	11	3	33

Fuente: Elaboración propia

Tabla 0-3 Aforo en residencial Albatros

Horario		Distribución de viajes			Horario		Distribución de viajes		
		Saliendo	Entrando	Viajes			Saliendo	Entrando	Viajes
06:45	07:00	2	0		16:00	16:15	1	2	
07:01	07:15	9	0		16:16	16:30	1	2	
07:16	07:30	12	1		16:31	16:45	0	3	
07:31	07:45	12	0	36	16:46	17:00	0	5	14
07:46	08:00	13	0	47	17:01	17:15	0	7	18
08:01	08:15	11	1	50	17:16	17:30	2	8	25
08:16	08:30	12	0	49	17:31	17:45	0	12	34
08:31	08:45	7	1	45	17:46	18:00	0	9	38
08:46	09:00	9	1	42	18:01	18:15	1	7	39
					18:16	18:30	3	11	43

Horario		Distribución de viajes			Horario		Distribución de viajes		
		Saliendo	Entrando	Viajes			Entrando	Saliendo	Viajes
06:45	07:00	9	0		16:00	16:15	1	0	
07:01	07:15	12	0		16:16	16:30	0	1	
07:16	07:30	13	0		16:31	16:45	5	0	
07:31	07:45	12	0	46	16:46	17:00	0	0	7
07:46	08:00	11	0	48	17:01	17:15	2	1	9
08:01	08:15	11	1	48	17:16	17:30	7	0	15
08:16	08:30	9	0	44	17:31	17:45	8	2	20
08:31	08:45	7	2	41	17:46	18:00	5	1	26
08:46	09:00	9	2	41	18:01	18:15	7	0	30
					18:16	18:30	11	2	36

Fuente: Elaboración propia

Tabla 0-4 Viajes de los conjuntos residenciales

Día registro: Miércoles							
Horario		Viajes	Viajes/Hr	Horario		Viajes	Viajes/Hr
06:45	07:00	10		16:00	16:15	7	
07:01	07:15	21		16:16	16:30	6	
07:16	07:30	35		16:31	16:45	8	
07:31	07:45	29	95	16:46	17:00	15	36
07:46	08:00	33	118	17:01	17:15	19	48
08:01	08:15	37	134	17:16	17:30	26	68
08:16	08:30	32	131	17:31	17:45	31	91
08:31	08:45	19	121	17:46	18:00	28	104
08:46	09:00	24	112	18:01	18:15	29	114
				18:16	18:30	34	122

Volumen máximo **134**

Volumen máximo **122**

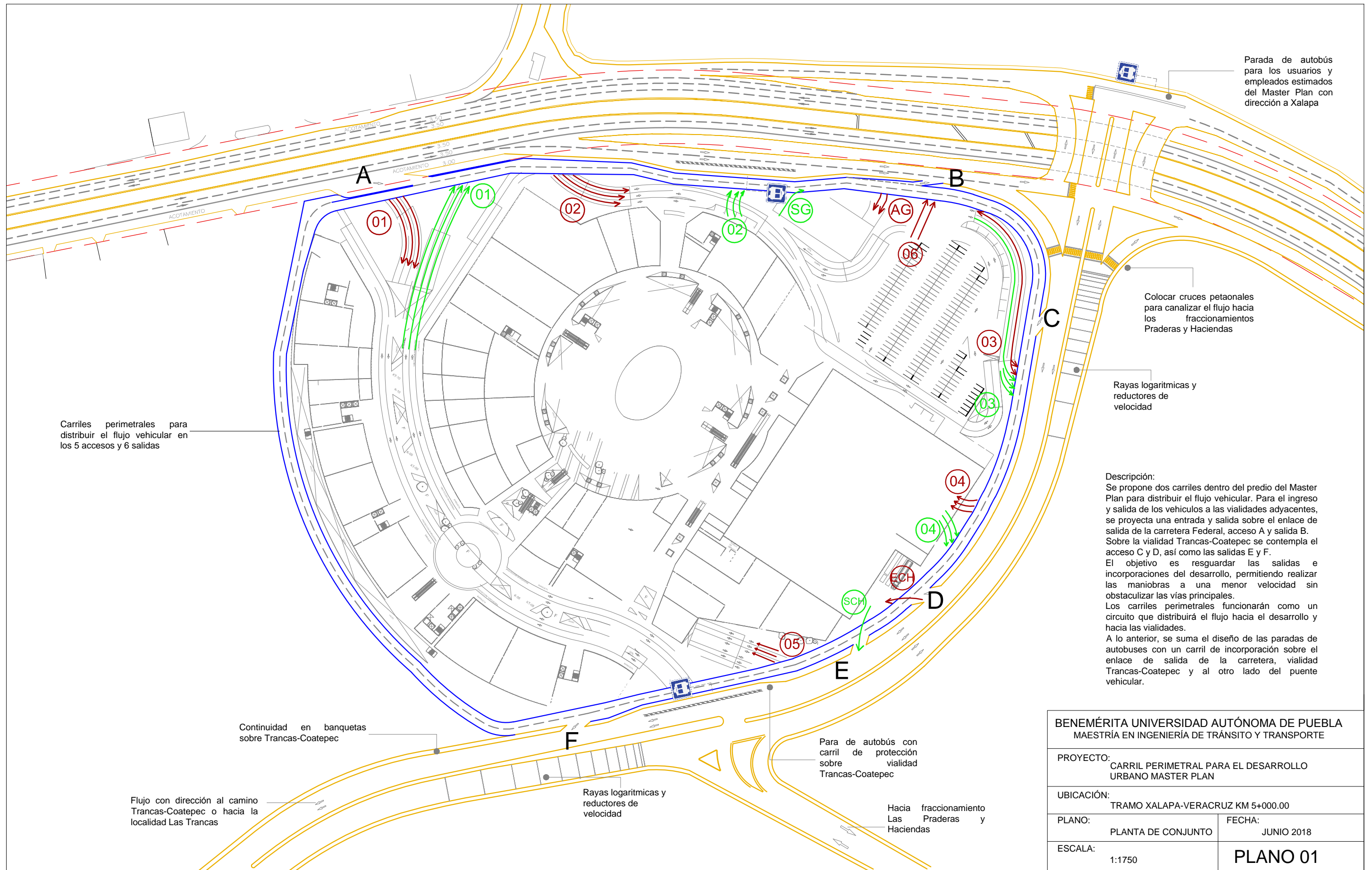
Día registro: Jueves							
Horario		Viajes	Viajes/Hr	Horario		Viajes	Viajes/Hr
06:45	07:00	26		16:00	16:15	3	
07:01	07:15	28		16:16	16:30	4	
07:16	07:30	37		16:31	16:45	6	
07:31	07:45	33	124	16:46	17:00	11	24
07:46	08:00	28	126	17:01	17:15	12	33
08:01	08:15	26	124	17:16	17:30	20	49
08:16	08:30	31	118	17:31	17:45	28	71
08:31	08:45	21	106	17:46	18:00	20	80
08:46	09:00	21	99	18:01	18:15	30	98
				18:16	19:00	41	119

Volumen máximo **126**

Volumen máximo **119**

Anexo B

- Plano 01: Carril perimetral para el desarrollo urbano Master Plan
- Plano 02: Reubicación de retorno 4+465 de la carretera Federal 140
- Plano 03: Ampliación de carretera Federal 140



Parada de autobús para los usuarios y empleados estimados del Master Plan con dirección a Xalapa

Colocar cruces peatonales para canalizar el flujo hacia los fraccionamientos Praderas y Haciendas

Rayas logarítmicas y reductores de velocidad

Descripción:
 Se propone dos carriles dentro del predio del Master Plan para distribuir el flujo vehicular. Para el ingreso y salida de los vehículos a las vialidades adyacentes, se proyecta una entrada y salida sobre el enlace de salida de la carretera Federal, acceso A y salida B. Sobre la vialidad Trancas-Coatepec se contempla el acceso C y D, así como las salidas E y F. El objetivo es resguardar las salidas e incorporaciones del desarrollo, permitiendo realizar las maniobras a una menor velocidad sin obstaculizar las vías principales. Los carriles perimetrales funcionarán como un circuito que distribuirá el flujo hacia el desarrollo y hacia las vialidades. A lo anterior, se suma el diseño de las paradas de autobuses con un carril de incorporación sobre el enlace de salida de la carretera, vialidad Trancas-Coatepec y al otro lado del puente vehicular.

Carriles perimetrales para distribuir el flujo vehicular en los 5 accesos y 6 salidas

Continuidad en banquetas sobre Trancas-Coatepec

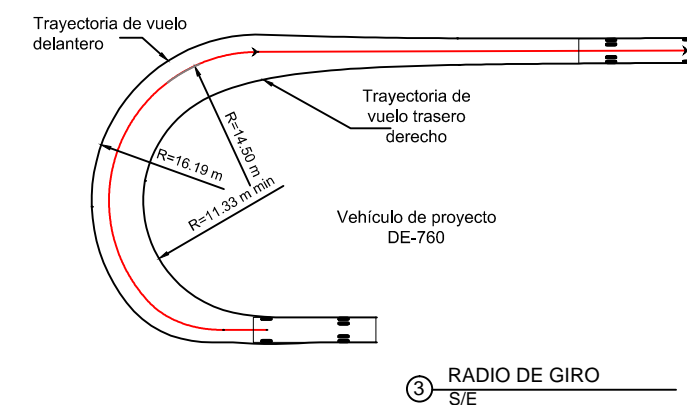
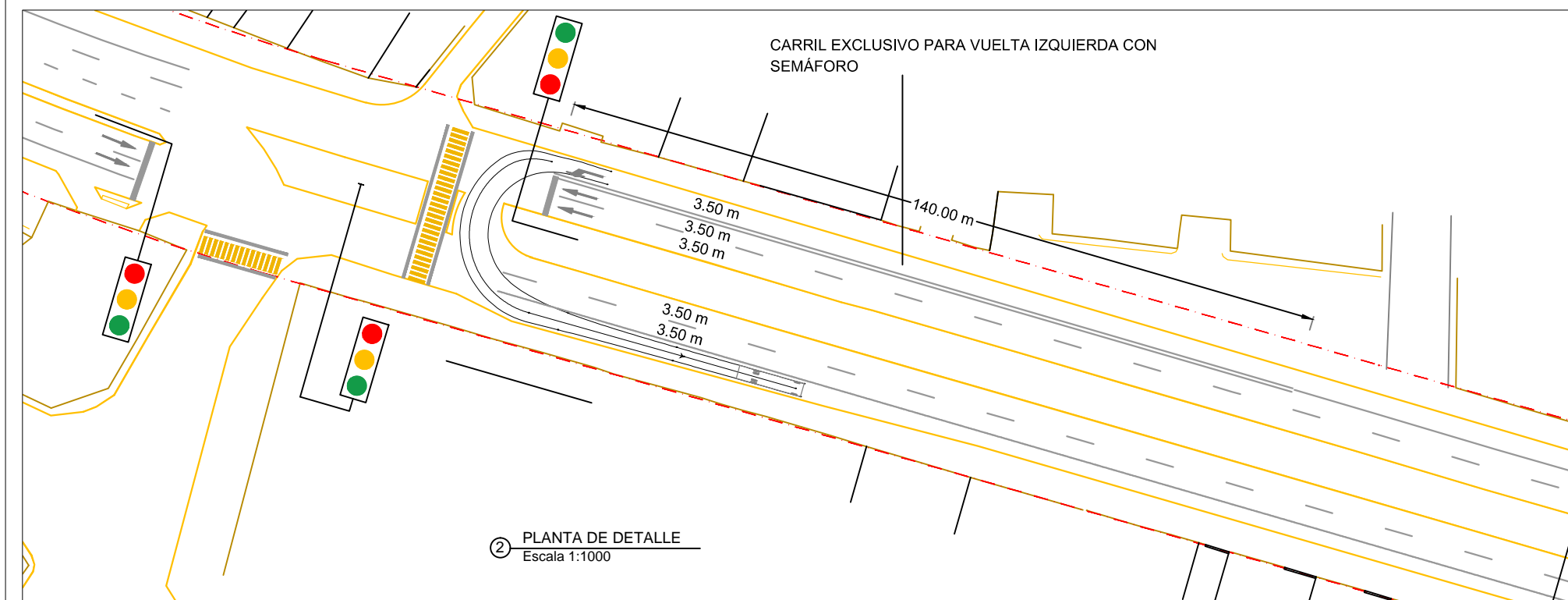
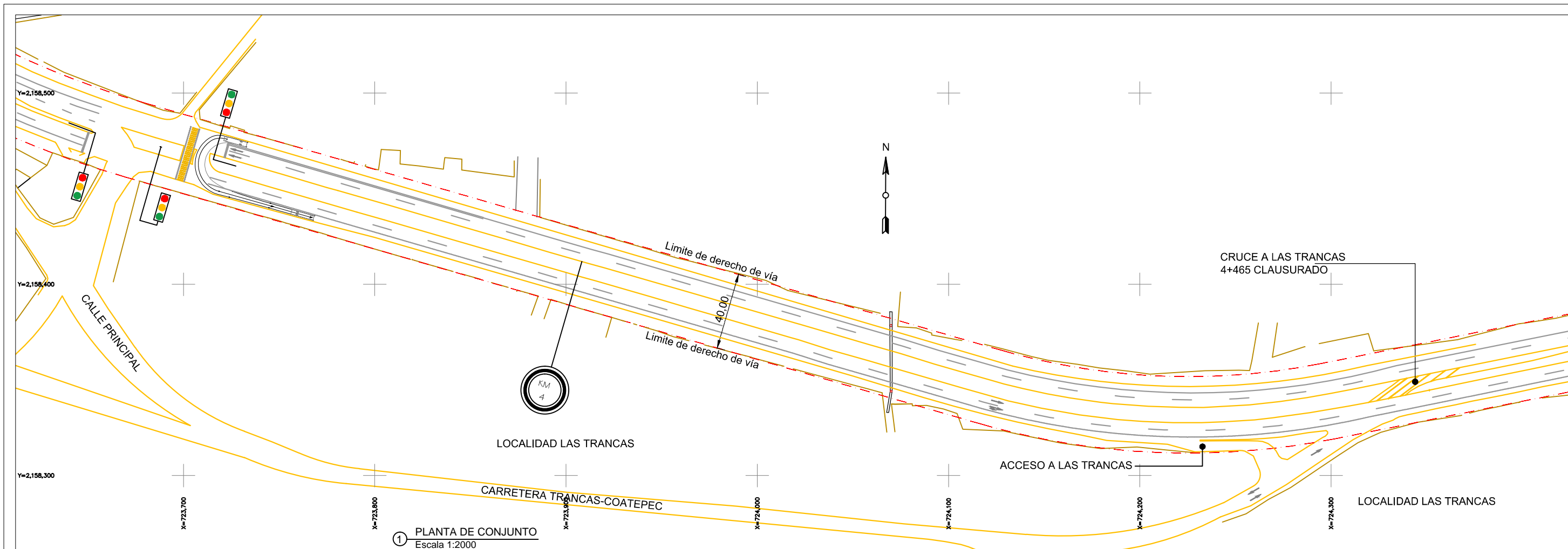
Flujo con dirección al camino Trancas-Coatepec o hacia la localidad Las Trancas

Rayas logarítmicas y reductores de velocidad

Para de autobús con carril de protección sobre vialidad Trancas-Coatepec

Hacia fraccionamiento Las Praderas y Haciendas

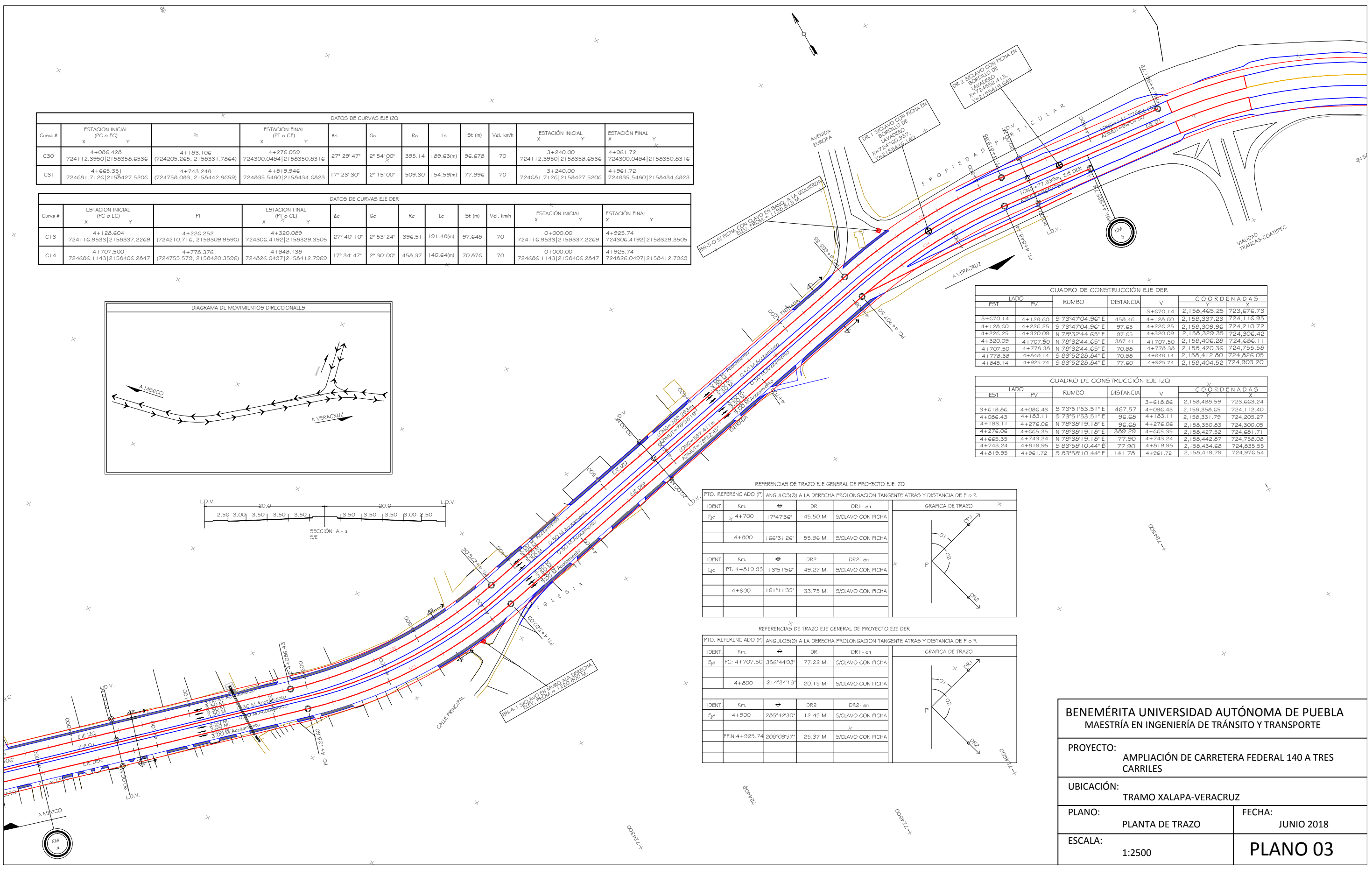
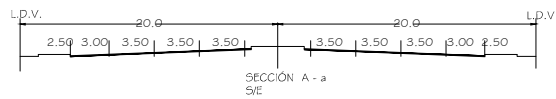
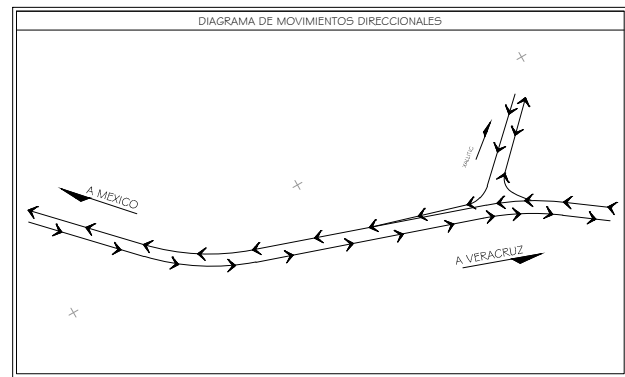
BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE	
PROYECTO: CARRIL PERIMETRAL PARA EL DESARROLLO URBANO MASTER PLAN	
UBICACIÓN: TRAMO XALAPA-VERACRUZ KM 5+000.00	
PLANO: PLANTA DE CONJUNTO	FECHA: JUNIO 2018
ESCALA: 1:1750	PLANO 01



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE	
PROYECTO: REUBICACIÓN DE CRUCE-RETORNO DEL KILÓMETRO 4+465.00 DE LA CARRETERA FEDERAL 140	
UBICACIÓN: TRAMO XALAPA-VERACRUZ	
PLANO: PLANTA DE CONJUNTO	FECHA: JUNIO 2018
ESCALA: LA INDICADA	PLANO 02

DATOS DE CURVAS EJE IZQ													
Curva #	ESTACION INICIAL (PC o EC)		PI	ESTACION FINAL (PT o CE)		Δc	G_c	R_c	L_c	S_t (m)	Vel. km/h	ESTACION INICIAL X	ESTACION FINAL Y
C30	4+086.428	724112.3950 2158358.6536	4+183.106 (724205.265, 2158331.7864)	4+276.059	724300.0484 2158350.8316	27° 29' 47"	2° 54' 00"	395.14	189.63(m)	96.678	70	3+240.00 724112.3950 2158358.6536	4+961.72 724300.0484 2158350.8316
C31	4+665.351	724681.7126 2158427.5206	4+743.248 (724758.083, 2158442.8659)	4+819.946	724835.5480 2158434.6823	17° 23' 30"	2° 15' 00"	509.30	154.59(m)	77.896	70	3+240.00 724681.7126 2158427.5206	4+961.72 724835.5480 2158434.6823

DATOS DE CURVAS EJE DER													
Curva #	ESTACION INICIAL (PC o EC)		PI	ESTACION FINAL (PT o CE)		Δc	G_c	R_c	L_c	S_t (m)	Vel. km/h	ESTACION INICIAL X	ESTACION FINAL Y
C13	4+128.604	724116.9533 2158337.2269	4+226.252 (724210.716, 2158309.9590)	4+320.089	724306.4192 2158329.3505	27° 40' 10"	2° 53' 24"	396.51	191.48(m)	97.648	70	0+000.00 724116.9533 2158337.2269	4+925.74 724306.4192 2158329.3505
C14	4+707.500	724686.1143 2158406.2847	4+778.376 (724755.579, 2158420.3596)	4+848.138	724826.0497 2158412.7969	17° 34' 47"	2° 30' 00"	458.37	140.64(m)	70.876	70	0+000.00 724686.1143 2158406.2847	4+925.74 724826.0497 2158412.7969



CUADRO DE CONSTRUCCIÓN EJE DER					
EST	LADO	PV	RUMBO	DISTANCIA	COORDENADAS
3+670.14		4+128.60	S 73°47'04.96" E	458.46	3+670.14 2,158,465.25 723,676.73
4+128.60		4+226.25	S 73°47'04.96" E	97.65	4+128.60 2,158,337.23 724,116.95
4+226.25		4+320.09	N 78°32'44.65" E	97.65	4+226.25 2,158,309.96 724,210.72
4+320.09		4+707.50	N 78°32'44.65" E	387.41	4+320.09 2,158,406.28 724,686.11
4+707.50		4+778.38	N 78°32'44.65" E	70.88	4+707.50 2,158,420.36 724,755.58
4+778.38		4+848.14	S 83°52'28.84" E	70.88	4+778.38 2,158,412.80 724,826.05
4+848.14		4+925.74	S 83°52'28.84" E	77.60	4+848.14 2,158,404.52 724,903.20

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN EJE IZQ					
EST	LADO	PV	RUMBO	DISTANCIA	COORDENADAS
3+618.86		4+086.43	S 73°51'53.51" E	467.57	3+618.86 2,158,488.59 723,663.24
4+086.43		4+183.11	S 73°51'53.51" E	96.68	4+086.43 2,158,358.65 724,112.40
4+183.11		4+276.06	N 78°38'19.18" E	96.68	4+183.11 2,158,331.79 724,205.27
4+276.06		4+665.35	N 78°38'19.18" E	389.29	4+276.06 2,158,350.83 724,300.05
4+665.35		4+743.24	N 78°38'19.18" E	77.90	4+665.35 2,158,442.87 724,758.08
4+743.24		4+819.95	S 83°58'10.44" E	77.90	4+743.24 2,158,434.68 724,835.55
4+819.95		4+961.72	S 83°58'10.44" E	141.78	4+819.95 2,158,419.79 724,976.54

REFERENCIAS DE TRAZO EJE GENERAL DE PROYECTO EJE IZQ					
PTO. REFERENCIADO (P)	ANGULOS(Ø) A LA DERECHA	PROLONGACION TANGENTE ATRAS Y DISTANCIA DE P O R	DR1	DR1 - en	GRAFICA DE TRAZO
Eje X 4+700	17°47'36"	45.50 M.	SICLAVO CON FICHA		[Diagrama de trazo para EJE IZQ]
4+800	166°3'126"	55.86 M.	SICLAVO CON FICHA		
Eje PT: 4+819.95	13°5'156"	49.27 M.	SICLAVO CON FICHA		[Diagrama de trazo para EJE DER]
4+900	161°1'135"	33.75 M.	SICLAVO CON FICHA		

REFERENCIAS DE TRAZO EJE GENERAL DE PROYECTO EJE DER					
PTO. REFERENCIADO (P)	ANGULOS(Ø) A LA DERECHA	PROLONGACION TANGENTE ATRAS Y DISTANCIA DE P O R	DR1	DR1 - en	GRAFICA DE TRAZO
Eje PC: 4+707.50	356°44'03"	77.22 M.	SICLAVO CON FICHA		[Diagrama de trazo para EJE DER]
4+800	214°24'13"	20.15 M.	SICLAVO CON FICHA		
Eje 4+900	285°42'50"	12.45 M.	SICLAVO CON FICHA		[Diagrama de trazo para EJE DER]
PPIN: 4+925.74	208°09'57"	25.37 M.	SICLAVO CON FICHA		

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE

PROYECTO:
AMPLIACIÓN DE CARRETERA FEDERAL 140 A TRES CARRILES

UBICACIÓN:
TRAMO XALAPA-VERACRUZ

PLANO: PLANTA DE TRAZO **FECHA:** JUNIO 2018

ESCALA: 1:2500 **PLANO 03**