



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PARADOR DE SERVICIOS EN EL KM  
49+340 DE LA AUTOPISTA MÉXICO-CUERNAVACA**

**T E S I S**

PARA OBTENER EL GRADO DE:

**INGENIERO CIVIL**

P R E S E N T A:

**ANGELA KATHERINA DURÁN ZÚÑIGA**

DIRECTOR DE TESIS:

**M.I. FRANCISO JAVIER GRANADOS VILLAFUERTE**

CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO D.F., 2015





UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

DIVISIÓN DE INGENIERÍAS CIVIL Y GEOMÁTICA  
COMITÉ DE TITULACIÓN  
FING/DICyG/SEAC/UTIT/171/14

Señorita  
ANGELA KATHERINA DURÁN ZÚÑIGA  
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor M.I. FRANCISCO JAVIER GRANADOS VILLAFUERTE, que aprobó este Comité, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

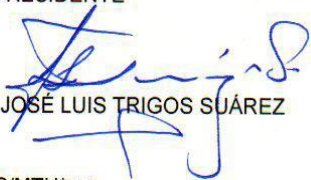
**"DISEÑO CONCEPTUAL DE UN PARADOR DE SERVICIOS EN EL KM 49+340 DE LA AUTOPISTA  
MÉXICO-CUERNAVACA"**

- INTRODUCCIÓN
- I. OBJETIVOS
- II. MARCO METODOLÓGICO
- III. METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE PARADORES
- IV. ELEMENTOS QUE CONFORMAR UN PARADOR
- V. ÁREA DE ESTUDIO Y PROYECTO CONCEPTUAL
- VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
Cd. Universitaria a 26 de noviembre del 2014.  
EL PRESIDENTE

  
M.I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ

JLTS/MTH\*gar.

## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mis padres por permitirme abandonar el nido antes de aprender a volar, porque viviendo se aprende más que en cualquier libro o relato.

Gemita, mamá, has sido mi guía todos estos años, tus palabras han sanado más de una herida y tus caricias me han sanado el alma entera cuando más lo he necesitado. Tú me mostraste la gran fortaleza que tiene una mujer y una madre. Fabián, papá, gracias por haberme enseñado los misterios del universo y por haberme amado incondicionalmente, gracias por mostrarme que las cosas simples de la vida son igualmente importantes que las cotidianas.

Gracias Claudia, Cristina y Aarón por estar conmigo a pesar de la distancia, los amo mucho. Gracias por seguir el vuelo a mi lado.

Agradezco a México y a la UNAM principalmente por haberme permitido estudiar en esta importante casa de estudios.

Queda mucho por conocer y tanto por vivir. Gracias a la vida que me ha dado tanto.

## CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
ALCANCES .....	2
OBJETIVOS GENERALES .....	3
OBJETIVOS PARTICULARES .....	3
JUSTIFICACIÓN.....	4
MARCO METODOLÓGICO .....	5
<b>CAPÍTULO I. METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE PARADORES</b> .....	<b>6</b>
I.1 INTRODUCCIÓN.....	6
I.2 PARADORES DE SERVICIO EN OTROS PAÍSES .....	6
I.1.1. Áreas de descanso en Minnesota, Estados Unidos de América.....	8
I.2.1.1 Tipos de áreas de descanso en Minnesota.....	8
II.1.1.1. Razones por las que se prefieren las áreas de descanso en Minnesota.....	9
I.2.2 “Safety Rest Area” en Alberta, Canadá .....	10
I.2.2.1 Construcción y mantenimiento de un SRA (Safety Rest Area).....	10
I.2.2.2 Espaciamiento entre áreas de descanso .....	10
I.2.2.3 Criterio de selección utilizado para ubicar un SRA .....	11
I.2.2.4 Seguridad (AASHTO 2001).....	12
I.2.3 Instalación de áreas de descanso en Australia .....	13
I.2.3.1 Clasificación de áreas de descanso .....	13
I.2.3.2 Intervalos de espaciamiento .....	14
I.2.3.3 Diseño .....	14
I.2.3.4 Seguridad y Vigilancia.....	14
I.2.3.5 Hechos sobre la fatiga .....	15
I.3 ANTECEDENTES EN MÉXICO .....	16
I.3.1 Manual para la Ubicación y Proyecto Geométrico de Paradores .....	17
I.3.1.1 Ventajas y desventajas .....	17
I.3.2 Programa Nacional de Paradores .....	18
I.3.3 Procedimiento para calificar los servicios que se prestan al usuario en las carreteras Federales .....	19
<b>CAPÍTULO II. ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN PARADOR</b> .....	<b>21</b>
II.1 INTRODUCCIÓN.....	21
II.2 DEFINICIÓN DE PARADOR DE SERVICIOS .....	21
II.2.1 Tipos básicos de paradores .....	21
II.2.1.1 Parador unilateral.....	21
II.2.1.2 Parador doble o de mancuerna .....	22
II.3 ELEMENTOS DE SERVICIO.....	22
II.4 PROYECTO GEOMÉTRICO BÁSICO DE UN PARADOR DE SERVICIOS .....	23
II.4.1 Características geométricas del lugar.....	23



II.4.1.1	<i>Alineamiento horizontal</i> .....	23
II.4.1.2	<i>Alineamiento vertical</i> .....	25
II.4.2	Carriles de acceso .....	26
II.4.2.1	<i>Carriles de incorporación a la carretera</i> .....	26
II.4.2.2	<i>Carriles de acceso al parador</i> .....	26
II.5	DERECHO DE VÍA .....	27
II.5.1	Manual de procedimientos para el aprovechamiento del Derecho de vía en caminos y puentes de cuota .....	28
II.6	ESTACIONAMIENTOS .....	29
II.6.1	Tipos de estacionamientos .....	29
II.6.2	Elementos que intervienen en el proyecto .....	29
II.6.3	Automóviles.....	30
II.6.4	Buses y camiones.....	30
II.7	ZONAS DE DESCANSO (REST AREAS) .....	31
II.7.1	Factores que intervienen en la selección del sitio.....	31
II.7.2	Elementos básicos de proyecto que se deben disponer a toda zona de descanso .....	31
II.8	DELIMITACIÓN DEL PREDIO EN PARADORES DE SERVICIO .....	32
II.9	INGENIERÍA DE TRÁNSITO EN PARADORES DE SERVICIO .....	32
II.9.1	Niveles de servicio .....	32
II.9.2	Velocidad .....	33
II.9.2.1	<i>Velocidad de punto</i> .....	34
II.9.2.1	<i>Velocidad de operación</i> .....	34
II.9.2.2	<i>Velocidad instantánea</i> .....	34
II.9.2.3	<i>Velocidad media temporal</i> .....	35
II.9.2.4	<i>Velocidad media espacial</i> .....	35
II.9.2.5	<i>Velocidad de proyecto</i> .....	36
II.9.2.6	<i>Estudio de velocidad de punto</i> .....	36
II.9.3	Aforo vehicular .....	37
II.9.3.1	<i>Volumen de tránsito promedio diario</i> .....	37
II.9.3.2	<i>Volúmenes de tránsito horarios</i> .....	38
II.9.3.3	<i>Estudios de volúmenes de tránsito</i> .....	38
II.9.4	Demanda .....	39
II.9.4.1	<i>Generación de viajes del ITE</i> .....	39
II.9.4.2	<i>Estudios de Origen y destino en México</i> .....	41
II.10	DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRÁNSITO .....	41
II.10.1	Señalamiento horizontal.....	44
II.10.2	Señalamiento vertical .....	44
II.10.2.1	<i>Requisitos de un dispositivo de control de tránsito en un parador de servicios</i> .....	45
II.10.2.2	<i>Señales informativas</i> .....	45
II.10.2.3	<i>Señales turísticas y de servicios</i> .....	46
II.10.2.4	<i>Señales preventivas</i> .....	46
II.10.2.5	<i>Señales restrictivas</i> .....	47

II.10.2.6	<i>Señales diversas</i> .....	47
II.11	CRITERIOS PARA DEFINIR LA DISTANCIA ENTRE PARADORES.....	48
II.11.1	Criterios generales.....	48
II.11.2	Espaciamiento .....	48
II.11.3	Atractivo natural.....	49
II.12	CRITERIOS BÁSICOS PARA DEFINIR LA OFERTA DE SERVICIOS DE UN PARADOR.....	49
	<b>CAPÍTULO III. ÁREA DE ESTUDIO Y PROYECTO CONCEPTUAL .....</b>	<b>51</b>
III.1	INTRODUCCIÓN.....	51
III.2	POBLACIONES CERCANAS A LA ZONA DE ESTUDIO.....	51
III.2.1	Morelos .....	52
III.2.1.1	<i>Cuernavaca</i> .....	54
III.2.1.2	<i>Tres Marías</i> .....	55
III.2.2	Distrito Federal .....	55
III.3	LOCALIZACIÓN DEL PREDIO PROPUESTO .....	57
III.3.1	Topografía.....	57
III.3.2	Uso de suelo de la zona de estudio .....	58
III.4	INVENTARIO DE DATOS FÍSICOS EN EL PARADOR EXISTENTE .....	58
III.4.1	Inventario de señalamiento vertical y horizontal.....	59
III.4.2	Inventario de estacionamientos.....	60
III.5	RECOPIACIÓN DE DATOS OPERACIONALES EN EL PARADOR EXISTENTE.....	61
III.5.1	Aforo vehicular .....	61
III.6	ESTUDIO DE VELOCIDAD PARA DISEÑO DE CARRILES ACELERACIÓN-DESACELERACIÓN .....	64
III.7	ESTUDIO DE TRÁNSITO FUTURO .....	67
III.7.1	Regresión lineal .....	69
III.7.2	Regresión exponencial.....	71
III.7.3	Regresión logarítmica.....	72
III.7.4	Regresión potencial.....	73
III.8	PROYECTO GEOMÉTRICO .....	75
III.8.1	Distribución Arquitectónica.....	76
III.8.2	Diseño de carriles de acceso .....	78
III.9	ESTUDIO DE GENERACIÓN DE VIAJES .....	81
III.10	PROYECTO SEÑALAMIENTO VERTICAL Y HORIZONTAL.....	82
	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>86</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS.....</b>	<b>88</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>90</b>

# INTRODUCCIÓN

Un Parador de Servicios es un espacio físico adyacente al derecho de vía que ofrece, como su palabra lo indica, servicios tanto a los usuarios que transitan por las carreteras de la República Mexicana como a sus respectivos vehículos, además proveen un espacio en donde es posible descansar, comer o recargar gasolina.

Estas áreas de descanso o paradores de servicios ubicados en puntos estratégicos a lo largo de las carreteras del país proporcionan un entorno de confort y seguridad. Más aún, para largos tramos carreteros es de suma importancia contar con paradores de servicios o áreas de descanso, ya que brindan un espacio adecuado que permite a los conductores descansar y por ende, evitar accidentes automovilísticos provocados por la fatiga que se presenta principalmente en conductores de vehículos pesados luego de largas jornadas de trabajo.

Debido al crecimiento constante de la población en México, se ha tenido que desarrollar nuevas carreteras para el transporte de vehículos ligeros y de carga, así como ampliar y modernizar las que ya existen, además de proveer servicios a los usuarios que transitan a lo largo de la misma para satisfacer sus necesidades en el transcurso de su viaje. Por eso es necesario impulsar el progreso de la región para contar con proyectos adecuados, los cuales con un enfoque real se pueda dar auge económico y turístico encaminado a la oferta de servicios para los usuarios.

Con fines prácticos y mediante el uso de *Google Earth*, con apoyo de imágenes satelitales, se realizó un recorrido virtual por la carretera de cuota México-Cuernavaca. Luego de analizar la zona de estudio, se identificó un único parador de servicios en el sentido de circulación uno, desde México a Cuernavaca. Asimismo para el sentido dos, desde Cuernavaca a México, se detectó la falta de paradores de servicios, así como de áreas de descanso que permiten a los conductores detenerse para descansar o disponer de algún servicio.

Según lo que estipula el *Manual para la ubicación y Proyecto Geométrico de Paradores* expedido por la SCT en 1996, determina necesario un parador de servicio cuando: “exista una distancia mínima de 50 km entre paradores en una primera etapa y, distancia mínima de 25 Km entre paradores en una segunda etapa, siempre y cuando exista un mayor aforo y un probado éxito de los paradores contiguos ya existentes”. En resultado de esto, se ha destinado el presente trabajo para la realización de un parador de servicios, conceptual, en el sentido dos de la carretera de cuota México-Cuernavaca, ya que se cuentan con más de 50 kilómetros sin áreas de descanso o de servicios a lo largo de ésta.

Al mismo tiempo de comunicar dos ciudades muy importantes de la República, México y Cuernavaca, el parador de servicios en la zona de estudio también incrementa la economía de la región, ofreciendo empleos estables para habitantes de zonas aledañas.

En el capítulo I de esta tesis, se hace mención a la experiencia internacional para el diseño de paradores de servicios en México, esto con el fin de realizar una descripción breve sobre los distintos criterios adoptados en el extranjero y en el país. En el siguiente capítulo, se describen las partes que conforman un parador de servicios en México, así como los estudios necesarios para diseñar un parador de servicios. Del mismo modo, en el capítulo III se desarrolla el proyecto conceptual de un parador de servicios en la carretera de cuota México-Cuernavaca, sentido dos, en una zona carente de servicios.

## **ALCANCES**

En el presente trabajo, se mencionan las principales características geométricas y partes de un parador de servicios en la República Mexicana con base a la normativa de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Enseguida, se toma un área prototipo para realizar la distribución arquitectónica de los elementos que abarcará las principales áreas de servicio que se otorgó para el mencionado parador de servicio, así como el proyecto geométrico y de señalamiento horizontal y vertical. Para ello, se usarán programas con el fin de obtener radios de curvatura, elevaciones y pendientes, además del diseño de proyecto geométrico y de señalamiento, sin incluir la metodología de uso de los programas utilizados. En adición a lo anterior, se incluye el estudio de tránsito donde se realizó un aforo “muestral” en el parador ubicado en el sentido uno de la carretera 95D, en frente del parador prototipo, así como el estudio de velocidad de punto en el sentido dos de dicho tramo.

## **OBJETIVOS GENERALES**

El proyecto conceptual “Parador de servicio” ubicado en el km 49+340 en la carretera de cuota México Cuernavaca, nace debido a la carencia de servicios en el sentido dos de dicho tramo.

Uno de los principales objetivos es el desarrollar un proyecto conceptual de modernización con la implementación de un parador de servicios en el sentido 2 y del mismo modo impulsar el desarrollo de la región ofreciendo empleos a habitantes de zonas aledañas activando su economía,

- Proponer un parador conceptual en el sentido dos del tramo “México-Cuernavaca” en la carretera de cuota 95D
- Formular acciones que ayuden la economía de la carretera así como brindar seguridad y comodidad para los usuarios

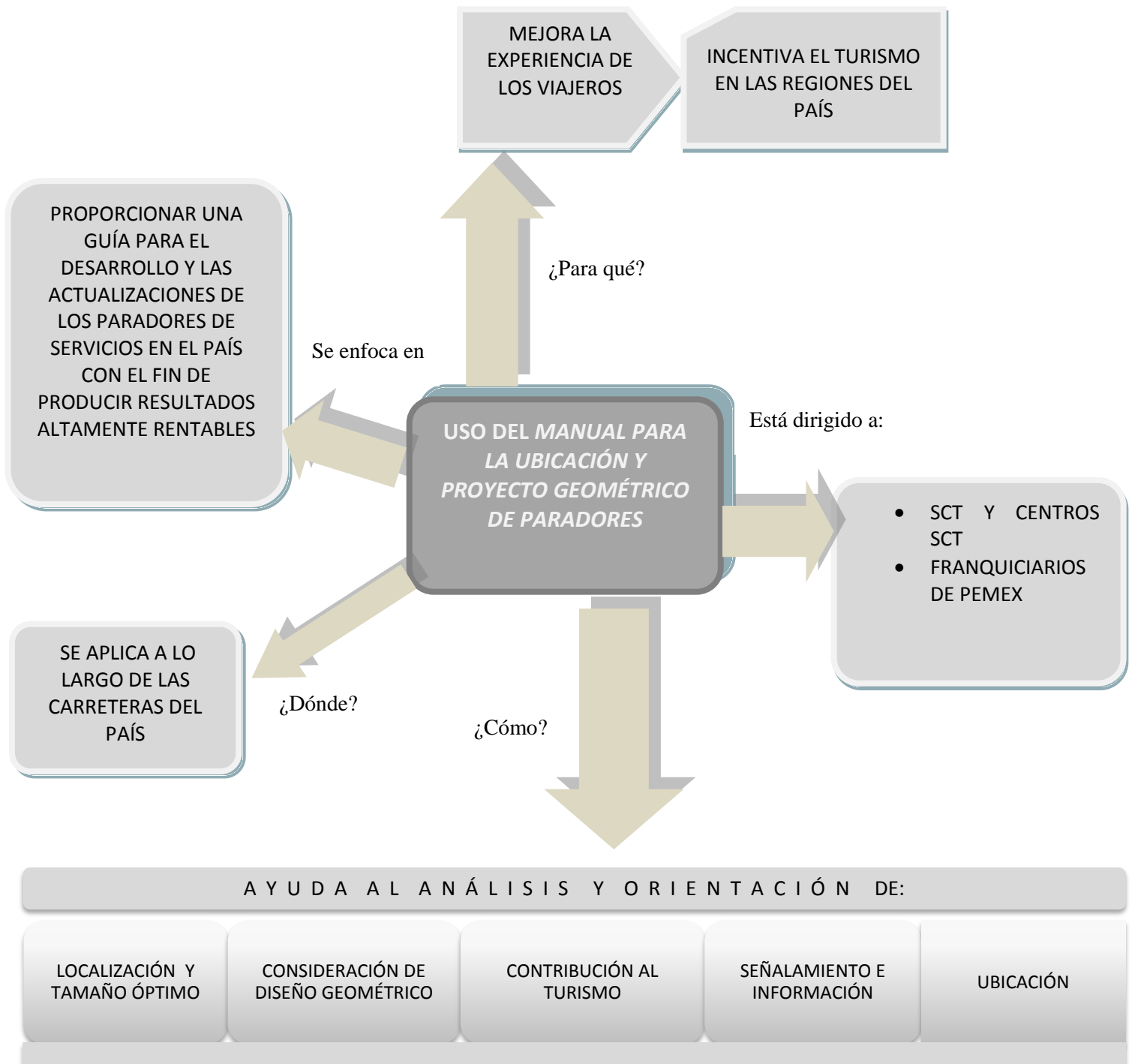
## **OBJETIVOS PARTICULARES**

- Reducir accidentes estableciendo un lugar de paso seguro para los usuarios
- Fomentar dentro de los paradores la provisión de alimentos y bebidas de un alto nivel y un precio razonable en condiciones higiénicas y placenteras
- Prever suficientes facilidades para satisfacer la demanda existente o futura
- Ofrecer facilidades sanitarias higiénicas y bien mantenidas para el confort de los viajeros, eliminando así la incomodidad de la situación existente
- Incluir áreas para actividades de recreación, donde la zona lo permita, para dar a los usuarios de las vías oportunidad de descanso y esparcimiento
- Asegurar que el diseño de cada parador de servicio satisfaga normas de alto nivel en cuanto a los requisitos de sus usuarios
- Proponer un Parador de Servicios amigable con el medio ambiente.

## **JUSTIFICACIÓN**

El presente trabajo se realizó con el fin de proponer modernización, comodidad y seguridad en las carreteras de México, basándose en la normativa de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y guiándose en recomendaciones para el diseño de proyecto geométrico. Estableciendo además un comparativo que inducirá el lector por sí mismo sobre las condiciones actuales de las carreteras de cuota en México, en cuanto a la oferta de servicios requeridos por los usuarios que transitan por las mismas. En la actualidad, la oferta de paradores de servicios así como de áreas de descanso en las carreteras de México ha sido precaria.

## MARCO METODOLÓGICO



**Figura 1.1: Metodología para el uso del “Manual para la Ubicación y Proyecto Geométrico de Paradores” de la SCT (elaboración propia)**

# **CAPÍTULO I. METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE PARADORES**

## **I.1 INTRODUCCIÓN**

El IMT define a la fatiga como un fenómeno complejo, que implica disminuciones en los niveles de alerta y conciencia de parte del que maneja. Asimismo, el cansancio mental, como el físico, provoca el adormecimiento del conductor, y representa un factor que contribuye a los accidentes al menos en el 24 % de ellos. (Publicación Técnica No 241, IMT 2004).

Al no contar con infraestructura necesaria, áreas de descanso o paradores de servicios, que proporcionen servicios y un área de descanso para los usuarios de las carreteras en México, se han creado espacios informales que no han sido regulados por las autoridades al no existir una normativa vigente. Principalmente los conductores de vehículos pesados se han visto obligados a utilizar estos espacios por causa de la fatiga. En un sistema de seguridad vial es necesario reconocer además de factores humanos, factores vehiculares y de la propia carretera, lo cuales están estrechamente involucrados.

Este capítulo describe brevemente las especificaciones técnicas sobre paradores de servicios en el extranjero y en México señalando algunos puntos importantes de destacar: diseño, ubicación, tipos de paradores de servicio en carreteras, normativa, seguridad, medio ambiente, servicios ofrecidos, comodidad, entre otros.

Todo esto para que el lector infiera por sí mismo sobre la condición actual en la que se encuentran los paradores de servicios en México, respecto a las especificaciones y normativa foránea y así poder establecer mejoras en relación a la seguridad en carreteras, medio ambiente y control propio para que estos espacios funcionen adecuadamente en toda su vida útil.

## **I.2 PARADORES DE SERVICIO EN OTROS PAÍSES**

En Europa, zona altamente turística, los paradores se han constituido en elementos complementarios de las autopistas. Las áreas de descanso o paradores de servicio, están localizados a un lado de la carretera en donde pasajeros y conductores pueden descansar, comer y recargar gasolina sin desviarse de la carretera a otros caminos secundarios. A menudo sirven solo una dirección de la carretera, pero también para ambas direcciones de la carretera está situada una frente a otra o a una corta distancia de sí mismas. Tales paradores se pueden encontrar en el Reino Unido y en Austria, siendo menos accesibles los que solo están disponibles solo a un lado de la carretera. Se dividen en gasolineras, restaurant y tienda, y siempre separan la vialidad de los automóviles de la de autobuses y camiones (ocasionalmente cuentan con motel). Son manejados por cadenas especializadas con cobertura nacional o incluso multinacional, su capacidad y extensión van en proporción directa a los aforos de las autopistas.

Sus especificaciones de proyecto geométrico, estacionamiento y señalamiento van acorde a las normas internacionales al respecto. En un alto porcentaje, están establecidos en mancuernas, en ambos lados de la autopista y en un 10% de los casos, el restaurante y áreas de servicios están localizados en puente, por arriba de la autopista.



En el Reino Unido, antes de 1992, el Departamento de Transporte era responsable del desarrollo de MSA's (Motorway Service Areas) o plaza de servicios, de acuerdo a los servicios administrativos mediante adquisición de terrenos, construcción y financiación de los mismos. Desde 1992 ha sido el sector privado quien ha estado a cargo de los paradores de servicio, en donde los operadores de los mismos deben cumplir con los requerimientos de la política de Gobierno. Actualmente, en el Reino Unido, se provee a las carreteras con este tipo de infraestructura para brindar seguridad, además de otorgar una oportunidad de parar y descansar durante el curso del viaje, el Gobierno estipula necesario que los conductores deben descansar como mínimo un lapso de veinte minutos cada dos horas.

En Estados Unidos existen dos conceptos cuya frecuencia y característica difieren en cada estado. La primera son *service plaza* o plaza de servicio, en donde su uso está dirigido a vehículos ligeros, además ofrecen distintos servicios a los usuarios de la carretera y ayudan a impulsar el turismo de la zona. Adicional a esto, Estados Unidos se refiere al segundo concepto de paradores como *rest areas* o áreas de descanso, como su palabra lo indica, son áreas que permiten al usuario, principalmente de vehículos pesados, poder descansar para evitar la fatiga del viaje así como un posible accidente carretero. En su mayoría, los paradores están formados por un restaurante de comida rápida y la gasolinera, la cual cuenta con venta de refacciones y en ocasiones con la tienda de conveniencia. En el estado de California, en 1993, se estableció el primer parador concesionado a la iniciativa privada que conjunta elementos del área de descanso con el restaurante y la gasolinera, así como vigilancia.

En Australia, las áreas de descanso o paradores de servicio, son una parte importante para proporcionar un ambiente de conducción segura. Las investigaciones actuales (en Australia) indican que la fatiga ha sido subestimada como un factor que contribuye a los accidentes de vehículos en la Australia rural y remota, es así que las áreas de descanso están ubicadas en puntos estratégicos, teniendo en cuenta la velocidad de los automovilistas, tiempos de inicio de la fatiga, tiempos de intervalos deseados de conducción, ubicación y la adecuación de otras oportunidades de parada, siendo el principal objetivo de los paradores de servicios, un medio físico para evitar accidentes automovilísticos. En consecuencia, estas áreas de descanso proporcionan un nivel de "alivio" y confort que anima a los conductores a detenerse.

Se definen las instalaciones mínimas para un parador de servicios

- Contenedores de basura con rejas de protección para los animales
- Refugios y mesas

Las instalaciones adicionales pueden incluir:

- Los tanques de agua de emergencia en zonas aisladas, y
- Baños ecológicos secos.

Australia hace mención a dos tipos de áreas de descanso: Bahías para camiones y áreas de descanso. Son dos tipos diferentes de áreas de servicios en carretera que están bien separados por ubicación. Los conductores de vehículos ligeros no deben usar las bahías de estacionamiento de camiones, excepto en caso de emergencia. El primer concepto es área de servicio, donde un comedor formal y adyacente a la carretera permite a los automovilistas de vehículos ligeros tomar descansos de fatiga y surtirse con alimentos.

Para la República de Venezuela es importante el desarrollo de los sistemas de carreteras, especialmente para la industria del turismo. Asimismo, el enfoque que tienen los paradores de

servicios (a futuro) es satisfacer la demanda generada por los turistas que transitan por las principales carreteras del país, ya que en la actualidad la mayoría de ellos funciona en forma rudimentaria, antihigiénica y desordenada (Ministerio del poder popular para el turismo, 2004).

Según el manual de diseño expedido por el Departamento de Transportes de Washington, Estados Unidos, las áreas de descanso poseen una distancia de espaciamiento de 60 millas, 9.67 Km, sobre el sistema carretero estatal e interestatal, el cual incluye áreas de descanso así como puntos de reunión y recreación. En México y según el *Manual para la Ubicación y Proyecto Geométrico de Paradores*, se define como espacio mínimo recomendable a una hora de manejo u 80 Km entre paradores. Por otro lado, la *Comisión Nacional de Transporte (CNT)* de Australia recomienda que para áreas de descanso grandes se tenga un espaciamiento de 100 kilómetros entre uno y otro (previsto para estancias largas), para áreas de descanso menores se tenga un espaciamiento de 50 km (previsto para estancias cortas), y para bahías de estacionamiento para camiones cada 30 kilómetros (destinados a descansos cortos).

En adición a lo anterior, para poder otorgar comodidad al usuario, es necesario el uso de pasarelas para el movimiento peatonal directo a todas las instalaciones, mesas de picnic, senderos o paseos por la naturaleza, cuando sea posible, áreas bien iluminadas para que los visitantes puedan caminar con sus mascotas, receptáculos de basura y desechos de mascotas cerca de las zonas de mascotas, además de baños femeninos, masculinos y unisex. Instalaciones de diseño para la eficiencia energética, la conservación del agua, y bajos costos de operación, con el uso de materiales durables y fáciles de mantener. En el *Environmental Stewardship Practices, Procedures, and Policies for Highway Construction and Maintenance*, Estados Unidos de América, se propone el uso de concreto permeable para permitir la infiltración del agua pluvial al suelo.

### **I.1.1. Áreas de descanso en Minnesota, Estados Unidos de América**

#### ***I.2.1.1 Tipos de áreas de descanso en Minnesota***

El departamento de Transporte en el estado de Minnesota, Estados Unidos, ha establecido una calificación con respecto a las áreas de descanso (rest areas), según dimensiones y servicios que cada uno otorga.

#### **Clase I**

Los edificios en este tipo de área de descanso están limpios, modernos y abiertos las 24 horas del día. Ofrecen una fuente de agua potable, mapas, pantallas de viaje, máquinas expendedoras y teléfonos públicos. Por lo general, estas áreas de descanso están ubicadas en sitios de 15 a 30 hectáreas. Cuentan con instalaciones para picnic, senderos iluminados, playas de estacionamiento para camiones. Las instalaciones clase I, incluyen frecuentemente muchos juegos para niños, áreas de ejercicio para mascotas, obras de arte, información regional y cultural. Veintinueve de las áreas de descanso clase I del MnDOT (Departamento de Transporte de Minnesota) se encuentran en el sistema interestatal y catorce están en las carreteras no interestatales.

Los *centros de información al viajero* y *centros de bienvenida regionales* son áreas de descanso clase I que ofrecen amplios servicios al cliente. Los centros de información al cliente ofrecen una amplia gama de información sobre viajes en todo el estado, mientras que los centros de bienvenida proporcionan más información sobre viajes regionales.

El MnDOT, en colaboración con el “Explore Minnesota Tourism”, opera seis centros de información de viajes en las carreteras interestatales y cuatro en las carreteras no interestatales. El

MnDOT actualmente e históricamente está involucrado con el desarrollo de Centros de Bienvenida a través de asociaciones con las cámaras de comercio, turismo y oficinas de los visitantes, o de otras organizaciones que existen para promover el turismo y el desarrollo económico. El MnDOT actualmente cuenta con cinco centros de bienvenida en el sistema de áreas de descanso.

## **Clase II**

Estas áreas de descanso son más pequeñas, por lo general se ubican en sitios de cinco a quince hectáreas. Cuentan con baños con instalaciones separadas para hombres y mujeres, además de instalaciones para picnic, estacionamientos pavimentados y otros atractivos. Se operan estacionalmente.

El MnDOT opera 24 áreas de descanso Clase II en las carreteras no interestatales.

## **Clase III**

La mayor parte de estas áreas de descanso están en sitios que van de uno a cinco hectáreas en tamaño. Cuentan con baños unisex, instalaciones para picnic, senderos y otros atractivos. Algunos han pavimentado o empedrado estacionamientos. Además cuenta con pozos de agua y exhibiciones históricas o interpretativas. Se operan estacionalmente.

El MnDOT opera 13 zonas de descanso Clase III en las carreteras no interestatales.

## **Clase IV**

Éstas son las instalaciones más simples, pero más diversas. A menudo se encuentran en sitios de una a dos hectáreas. No tienen instalaciones sanitarias, pero por lo general ofrecen vistas panorámicas, marcadores históricos, información interpretativa u otros puntos de interés. Se operan estacionalmente.

El MnDOT opera más de 180 áreas de descanso en las carreteras no interestatales.

### ***II.1.1.1. Razones por las que se prefieren las áreas de descanso en Minnesota***

En Minnesota se realizó un programa de mejoramiento y evaluación de las áreas de descanso en el estado, donde el propósito general fue identificar las preocupaciones del público que se tenían con respecto a las áreas de descanso, así como para obtener sugerencias de mejora.

Del estudio se detectó que aunque la principal motivación para detenerse en un área de descanso es utilizar la sala de descanso, hay una amplia variedad de otras motivaciones incluyendo para descansar, dormir, comer (a veces con una comida tipo pic-nic) o para cambiar el pañal de un niño.

Los encuestados de Moorhead<sup>1</sup> indicaron que a menudo utilizan el área de descanso en Maple Grove<sup>2</sup> por las personas que están visitando en las ciudades adyacentes e incluso pasan a cambiarse de ropa, sobre todo si van a asistir a un evento especial.

---

<sup>1</sup> Moorhead es una población de los Estados Unidos en el estado de Minnesota.

<sup>2</sup> Maple Grove es una ciudad ubicada en el condado de Hennepin en el estado estadounidense de Minnesota.

La información turística para viajeros se considera como fuentes fiables para direcciones, mapas, condiciones de la carretera y la información meteorológica, por lo que es muy usado.

Las áreas de descanso son especialmente adecuadas para los siguientes grupos de personas:

- Aquellos que viajen con niños
- Aquellos que viajen con mascotas
- Los conductores de vehículos de gran tamaño, especialmente los camiones
- Cualquier persona que desee evitar la congestión.

## **I.2.2 “Safety Rest Area” en Alberta, Canadá**

Diversas partes interesadas han identificado la necesidad de oportunidades de parada adicionales a lo largo de las carreteras, para asegurar el movimiento de bienes y personas para largas distancias de una forma segura y eficiente. Por otra parte, a la espera de cambios en el reglamento que se refieren a los tiempos de conducción y al aseguramiento de la carga, también coloca una mayor demanda sobre la necesidad de seguridad en áreas de descanso. Las principales razones por la que se requieren áreas de descanso seguras, se refieren al conductor y el manejo de la fatiga. Además, las industrias requieren de áreas de descanso por seguridad y para la comprobación del cargamento proporcionando escalas en el viaje o inspecciones de carga para transporte pesado.

La reducción de la fatiga del conductor y proporcionar oportunidades para la industria del transporte para detener e inspeccionar cargas y equipos, reduce los riesgos del transporte. Esta observación se ve confirmada por los estudios de Estados Unidos (ASHTO) en donde se demuestra que con una gestión adecuada sobre la fatiga se disminuyen costos físicos y humanos mediante la reducción de colisiones.

### ***I.2.2.1 Construcción y mantenimiento de un SRA (Safety Rest Area)***

Hay varias razones por las que es necesaria la construcción y mantenimiento de un SRA:

1. Reducir la fatiga del conductor y la somnolencia para evitar colisiones.
2. Para el público que viaja y espera oportunidades de interrumpir su destino con paradas de descanso periódicas para satisfacer una serie de necesidades: descansar, necesidades personales, controles de vehículos y equipos, hacer llamadas telefónicas, etc.
3. Los reglamentos de transporte indican que se requieren paradas periódicas para revisar los vehículos, equipos y cargas.
4. Los tiempos de descanso ayudan a reducir la fatiga del conductor y aumentar el estado de alerta.

### ***I.2.2.2 Espaciamiento entre áreas de descanso***

Las normas actuales de SRAs (Safety Rest Areas) para espaciamiento son:

- Aproximadamente 30 minutos en tiempo de viaje de espaciamiento con respecto a los centros urbanos o lugares de detención previos con variaciones en relación al volumen de tráfico vehicular

- En general, el espaciamiento con respecto al tiempo de viaje es de 60 minutos entre SRAs en función de las variaciones del volumen de tráfico
- Los lugares son elegidos en base a su relación con negocios o servicios existentes
- La actual pauta de operación de transporte prescribe la distancia y tiempo como factores que se convierten en parte del cálculo de separación de áreas de descanso:
  - Comprobar la carga antes de iniciar el viaje
  - Comprobar la carga dentro de los primeros 80 kilómetros de partida, y a continuación, cada tres horas o 250 kilómetros
- Horas actuales de servicio:
  - c) 10 minutos de descanso por cada cuatro horas, o
  - d) 30 minutos de descanso cada seis horas
  - e) Máximo 13 horas de conducción a la vez
  - f) Máximo 15 horas de servicio

### ***1.2.2.3 Criterio de selección utilizado para ubicar un SRA***

Los nueve criterios de selección son los siguientes:

1. **Ubicación** - Evalúa si la ubicación propuesta se encuentra a 30 minutos de una zona urbana, junto a una residencia, junto a un servicio de carretera o establecimiento de hostelería para el público.
2. **Separación** – Revisa la existencia de intervenciones de servicios urbanos o de otro tipo en la carretera.
3. **Tráfico mixto** - Determina la ubicación de un SRA en base a los tipos de vehículos que fluyen a través de las zonas de descanso.
4. **Volumen de tráfico**- Considera los volúmenes de tráfico con mayor riesgo de incremento de tráfico y las necesidades de los conductores.
5. **Diseño estándar actual**- Evalúa un SRA existente para determinar si está por debajo del estándar de diseño y funcionalidad.
6. **Anticolisión** - Seguridad - Reconoce que un SRA debe estar ubicado donde se le ayudará a evitar las colisiones de tráfico.
7. **Necesidad Industrial** - Considera las necesidades específicas de la industria para requisitos de cargas abiertas, tales como equipos de registro, controles de carga, etc.
8. **El mal tiempo o condiciones locales** - Análisis en base a la frecuencia y severidad de las tormentas, heladas, etc.

9. **Beneficio del turismo** - Evalúa si un SRA beneficiará a los turistas.

#### ***1.2.2.4 Seguridad (AASHTO 2001)***

**En 1994, AASHTO<sup>3</sup> se dio cuenta de la necesidad de actualizar pautas en relación a la seguridad debido a lo siguiente:**

- Aumento de vehículos comerciales y camiones de mayor tamaño poniendo mayores exigencias en las Áreas de Descanso
- La ley de discapacidad de América se dirigió a la tercera edad y a sus necesidades especiales
- Rehabilitación de las instalaciones con más de 30 años de edad

**2001. AASHTO, en coordinación con el Estado de Nueva York identifica los diferentes enfoques para abordar el desarrollo en áreas de descanso:**

- Planificación y Desarrollo de Programas.
- Evaluación de las necesidades de cada corredor vial
- Énfasis en la prestación de servicios integrados para los viajeros (comercial, turismo, comunidad)
- Énfasis en el estacionamiento de camiones grandes y servicios integrados
- El espaciado cambia a 30 minutos y 60 minutos de separación
- Énfasis en la seguridad
- Manual de Mantenimiento y Operaciones
- Énfasis en la arquitectura del paisaje (valor estético).

Como en Alberta los volúmenes de tráfico en autopistas van en aumento, la experiencia de Estados Unidos indica los lineamientos con bases a los requisitos en Alberta para seguridad en áreas de descanso. Los viajeros y conductores de vehículos comerciales en tiempo extra solicitarán mayores niveles de servicios en áreas de descanso, por ejemplo, baños con inodoros o servicios comerciales.

Los programas en Alberta en cuanto a seguridad por parte de TRANS (Alberta Transportation), parecen ser apropiados con relación al espaciamiento y tamaño. Sin embargo, las tendencias en Estados Unidos indican que se solicitarán baños y futuros servicios, también más instalaciones y servicios que podrían integrarse: turismo, patrulla de caminos, inspecciones, entre otros.

Alberta TRANS debe tener un programa de desarrollo y de funcionamiento financiado para llevar seguridad de áreas de descanso hasta niveles mínimos aceptables.

---

<sup>3</sup> American Association of State Highway and Transportation Officials, es un órgano que establece normas, publica especificaciones, hace pruebas de protocolos y guías usadas en el diseño y construcción de autopistas en Estados Unidos.

### **I.2.3 Instalación de áreas de descanso en Australia**

Se requieren áreas de descanso en zonas rurales para permitir a los conductores de vehículos pesados tomar descansos entre períodos de trabajo (mientras conducen), así como para comprobar sus cargas.

Existe evidencia anecdótica que sugiere que las áreas de descanso existentes no son adecuadas para las necesidades de los conductores de vehículos pesados. Las cuestiones relativas a las áreas de descanso se suscitaron en presentaciones a la investigación parlamentaria de Commonwealth<sup>4</sup> de fatiga en el Transporte, se estipuló que es necesario tomar en cuenta las distancias, densidades de tráfico y las necesidades del conductor.

Se implementó un proyecto para examinar el organismo vial actual y las prácticas en materia de provisión de áreas de descanso y proponer modificaciones necesarias para atender a las necesidades de los conductores de vehículos pesados en zonas no urbanas.

El proyecto no incluye:

- Áreas de descanso en lugares urbanos
- Prestación de servicios de remolque de intercambio en las zonas urbanas y rurales
- Auditoría de la adecuación de las instalaciones en zonas de descanso actuales para los conductores de vehículos pesados
- Recomendaciones sobre los niveles adecuados de financiación para las áreas de descanso.

#### ***1.2.3.1 Clasificación de áreas de descanso***

Tres categorías de áreas de descanso deben reflejarse en los planes estratégicos desarrollados por los organismos viales de las principales autopistas y rutas de transporte importantes: áreas de descanso principales, áreas de descanso menores y bahías de camiones.

***Áreas de descanso principales:*** Estas áreas están diseñadas para descansos largos, ofreciendo una gama de instalaciones y zonas de estacionamiento separadas para vehículos pesados y ligeros. Estos están diseñados para permitir a los conductores tomar el descanso y la interrupción del sueño, los cuales son requeridos bajo los actuales reglamentos de conducción.

***Áreas de descanso menores:*** Estas áreas están diseñadas para descansos más cortos, deben proporcionar un espacio mínimo de estacionamiento para dos vehículos pesados y ligeros. Si bien no se prevé que éstas paradas sean utilizadas para descansos largos, las zonas de estacionamiento pueden ir separadas para vehículos pesados, siendo requeridas en algunos lugares.

***Bahías de camiones:*** Estas áreas están diseñadas principalmente para permitir a los conductores de vehículos pesados realizar paradas cortas, incluyendo el chequeo de carga, diarios de navegación y direccionamiento asociado a necesidades operativas.

---

<sup>4</sup> Término referido a la mancomunidad de Australia, “commonwealth” significa “riqueza común”. El término proviene de los miembros del imperio Inglés.

### ***1.2.3.2 Intervalos de espaciamento***

Los intervalos entre las áreas de descanso deben depender de la categoría de zona de descanso seleccionada, el volumen, la mezcla de tráfico, la demanda de estacionamientos y descanso oportuno identificado en el Plan de Estrategia de áreas de descanso en una autopista o ruta determinada.

Sin embargo, como regla general:

- ***Áreas de descanso principales.*** Se deben colocar en intervalos máximos de 100 kilómetros.
- ***Áreas de descanso menores.*** Se deben colocar en intervalos máximos de 50 kilómetros.
- ***Bahías de camiones.*** Deben ubicarse en intervalos máximos de 30 kilómetros.

### ***1.2.3.3 Diseño***

Los objetivos principales del esquema de trazado para áreas de descanso es proporcionar instalaciones adecuadas en un ambiente que promueva oportunidades de descanso y/o de sueño efectivo y seguro, de forma que haya una provisión adecuada para los vehículos y peatones de moverse en una forma segura dentro del sitio.

El número de espacios que se proveen en un sitio de área de descanso determinado debe basarse en el volumen de tráfico y la demanda esperada.

Como regla general:

***Áreas de descanso principales:*** deben proporcionar suficiente espacio de estacionamiento para al menos 20 vehículos.

***Áreas de descanso menores:*** deben proporcionar aparcamiento con capacidad para 10 vehículos.

***Bahías de camiones:*** deben proporcionar una superficie suficiente para dar cabida de cuatro a cinco vehículos pesados en un momento dado.

### ***1.2.3.4 Seguridad y Vigilancia***

Se recomienda que la seguridad de los usuarios en las zonas de descanso sea considerada en la ubicación y diseño de las áreas de descanso.

Las grandes instalaciones, principales áreas de descanso y los centros de servicios, generalmente atraen un nivel de uso que proporcionará un nivel razonable de seguridad personal tanto para los conductores de automóviles como conductores de vehículos pesados.

Las áreas de descanso más pequeñas, en particular las que son propensas a utilizarse por la noche, deben estar ubicados cerca de la carretera que sirve para que el tráfico que pasa pueda proporcionar un nivel básico de seguridad. Siempre que sea posible, la forma de relieve y el paisaje deben



mantener las líneas de visión claras entre la carretera y áreas de descanso. Las áreas de descanso que se utilizan en la noche deben contar con un nivel de iluminación en relación a su uso.

### ***1.2.3.5 Hechos sobre la fatiga***

En Australia, la fatiga es vista como “un asesino silencioso”. Cuando una persona se siente fatigada, puede tener “microsueños”, períodos breves de sueño que pueden ir desde unos cuantos segundos a varios minutos, cuando en realidad la persona permanece inconsciente por un instante. La fatiga puede ser un factor de hasta un 20% de los accidentes fatales que ocurren en Australia cada año. Si se tiene un “microsueño” de cuatro segundos mientras se viaja a una velocidad de 100 km / h, se podrá cubrir 111 metros, longitud adecuada para que el coche quede completamente fuera de control.

La mejor manera de prevenir la fatiga del conductor es asegurarse de tener suficientes horas de sueño antes de conducir y tomar frecuentes descansos mientras se está de viaje. Si no se puede intercambiar conductores, es necesario detenerse por lo menos diez minutos cada dos horas y preferiblemente salir del automóvil.

#### **Para evitar la fatiga, existen consejos útiles que los conductores deberían seguir:**

- Tener una buena noche de sueño antes de iniciar un viaje largo
- Planear el viaje. No comenzar a conducir demasiado temprano en la mañana o después de un pesado día de trabajo
- Compartir la conducción siempre que sea posible y no intentar conducir demasiado lejos en un día
- Tomar un descanso por lo menos cada dos horas. Detenerse por lo menos diez minutos y, si se puede, salir del coche y caminar por los alrededores
- Los niños más pequeños que viajan puede ser que necesiten un descanso más a menudo, de lo contrario, pueden llegar a distraer al conductor
- Asegurarse de tener aire fresco. Si se está utilizando el calentador o aire acondicionado, desplazar el control de flujo de aire al "aire fresco" o abrir una ventana cada 20 minutos aproximadamente.

Australia tiene un sólido historial de logros de la seguridad vial que han llevado al mundo con medidas conductuales clave, tales como uso obligatorio del cinturón de seguridad, programas intensivos de radares y más recientemente, pruebas de drogas en carreteras.

#### **Consejos para ayudar a los conductores con turnos nocturnos a “sobrevivir al volante”:**

El trabajo por turnos no es fácil, las presiones y expectativas económicas significan que muchas personas se encuentran trabajando más horas que un par de décadas atrás. Hoy en día existe un mayor número de trabajadores nocturnos con turnos más largos.

Investigaciones muestran que hay tres veces más accidentes mortales en el trabajo durante el turno de noche (11 p.m.-07 a.m.) que durante el día. Aún más preocupante es que los trabajadores con turnos nocturnos tienen seis veces más probabilidades de estar involucrados en un accidente carretero relacionado con la fatiga que los demás trabajadores.

El mayor riesgo es el resultado de los trabajadores por turnos es conducir cuando su "reloj biológico" está diciendo "que deberían estar dormidos".

#### Tratar de tener un horario regular para irse a la cama

- Asegurarse de que el dormitorio esté oscuro y a una temperatura agradable (<18 °C),
- Evitar la cafeína durante cinco horas antes de irse a la cama,
- Evitar el alcohol antes de dormir,
- Tratar de tomar un aperitivo y / o un vaso de leche caliente antes de acostarse, y
- Buscar la colaboración de familiares, vecinos y amigos en la minimización a perturbaciones en la rutina de sueño.

### **I.3 ANTECEDENTES EN MÉXICO**

Es importante que con el crecimiento que se haya tenido, en cuanto al parque vehicular se refiere y a infraestructura en carreteras, se cuente con infraestructura necesaria en carreteras y autopistas del país. Al introducirse en México el uso de los vehículos automotores, se establecieron paradores para el abastecimiento de combustible, que con el tiempo, también fueron ofreciendo alimentos, servicio mecánico y alojamiento. Es así como surgen los primeros paradores en las rutas del transporte, permaneciendo algunos de ellos hasta nuestros días.

El Programa Nacional de Paradores Integrales de Servicios en Autopistas y Carreteras (P.N.P) fue lanzado por Pemex en Marzo de 1992, bajo el esquema de "Franquicia Pemex". Dicho programa considera: proporcionar servicios complementarios como mini tiendas, máquinas expendedoras, refrescos, alimentos y refacciones automotrices, incorporar los equipos y tecnologías que garanticen una operación que proteja el medio ambiente, auspiciar que las estaciones de servicio incorporen el mayor desarrollo tecnológico disponible en el mercado, y propiciar el establecimiento de nuevas estaciones de servicio.

Cabe mencionar que existen casos aislados de paradores en nuestras carreteras y autopistas, que salvo raras excepciones, no contemplan el equipamiento integral de gasolinera, restaurant, tienda u servicios complementarios.

La infraestructura del sistema carretero es uno de los patrimonios más importantes con el que cuenta el país. Los ejes carreteros pertenecen a la principal red de comunicación y movimiento de carga en México, en el 2011 se movió un total de 485 502<sup>5</sup> miles de toneladas por carreteras, siendo más del doble que el sistema marítimo y el triple que el ferroviario. En los últimos años, el aumento del parque vehicular ha sido notorio, por lo que la circulación se ha convertido en una situación compleja en los tramos más transitados, en 1989<sup>6</sup> había un total de 8 764 200 vehículos en todo el país y en la actualidad hay 24 680 120 automóviles (INEGI 2014).

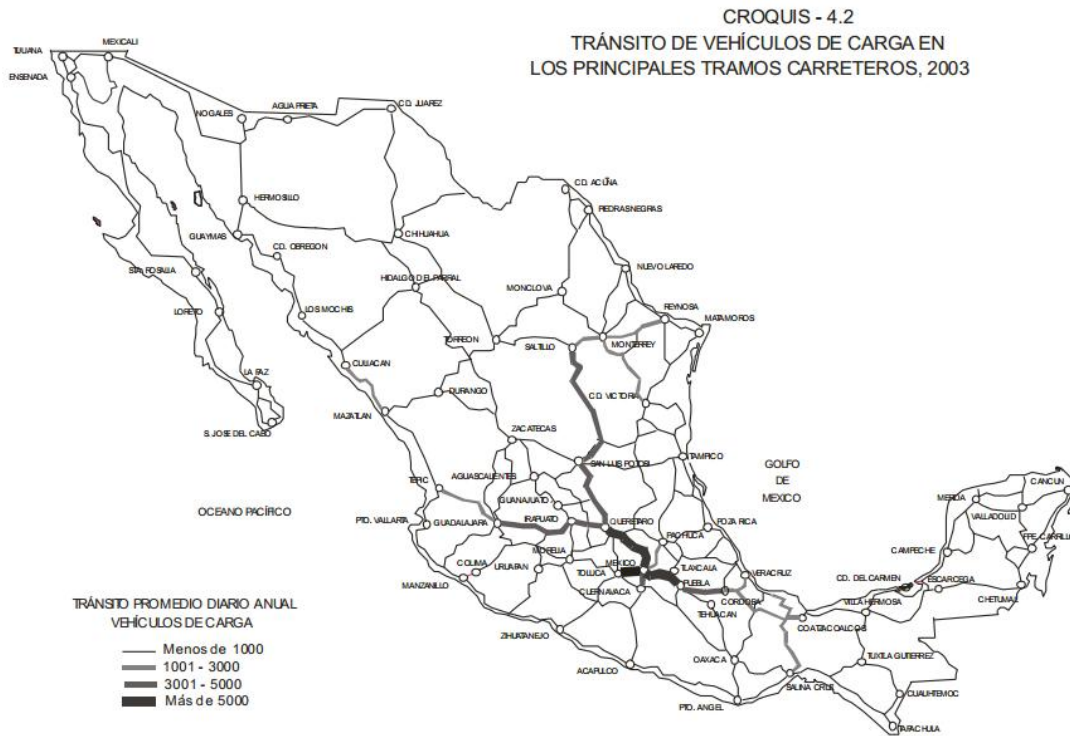
En la figura 1.2 se aprecia un mapa de la República Mexicana, en donde se representa gráficamente el tránsito de vehículos de carga en los estados del país, destacando Morelos, como uno de los más

---

<sup>5</sup> Fuente: INEGI, México de un vistazo, 2012

<sup>6</sup> Fuente: SCT, Manual Estadístico del sector de Transporte, 1991

importantes en cuanto a movimiento de carga se refiere, por lo que la necesidad de áreas de servicios en estas zonas es sumamente importante.



**Figura 1.2: Tránsito de vehículos de carga en los principales tramos carreteros**  
**Fuente: Principales Características del Sector Comunicaciones y Transportes, 2003**

### **I.3.1 Manual para la Ubicación y Proyecto Geométrico de Paradores<sup>7</sup>**

Desde 1996, la SCT ha utilizado este manual en las carreteras Federales y de cuota del país para la ubicación y diseño de paradores de servicios a lo largo de las mismas.

#### ***I.3.1.1 Ventajas y desventajas***

Un parador de servicios es una unidad de servicios planeada, proyectada y construida de forma integral, con claros objetivos a largo plazo que debe ser administrada adecuadamente para la creación de empleos estables en la zona. Sus servicios han sido previamente planeados y definidos y

<sup>7</sup> Expedido por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes en México, 1996

por tanto su mercado ha sido debidamente pronosticado. Se encuentra dentro de la zona de accesos controlado para el caso de las autopistas de cuota y dentro de un predio debidamente cercado en el caso de carreteras. Esto, con objetivo de evitar el crecimiento anárquico de puestos de alimentos y productos regionales que puedan ser inconvenientes y peligrosos para el tránsito de vehículos, así como de una posible “invasión”.

Todo Parador de Servicios debe contar con un proyecto geométrico adecuado que incluye carriles de desaceleración y aceleración acordes con las características de proyecto de la autopista o carretera a la que sirve. Esto incluye un estacionamiento acorde a su capacidad y áreas de maniobras independientes para automóviles de los autobuses y camiones. Además de estar debidamente señalizada, bien sobre la autopista o carretera, con varios kilómetros de anticipación para permitir una decisión a tiempo sobre la salida hacia el parador, indicando claramente los servicios establecidos. De la misma manera, debe considerar un señalamiento adecuado que permita canalizar a autos o camiones hacia la estación de servicios o al área de restaurant, en México, la mayoría de paradores cuenta con una estación de gasolina y/o diesel, además de una tienda de conveniencia.

Sin embargo, no en todos los paradores de servicios se cuenta con un control adecuado para verificar que se cumpla con todos los elementos antes mencionados, señalamientos, seguridad, infraestructura en buen estado, entre otros.

Asimismo, no ha existido una inspección adecuada en los paradores existentes o normativa apropiada para determinar la carencia y por lo tanto, la necesidad de contar con áreas de descanso o paradores de servicios, así como las consecuencias que la falta de los mismos provoca en los conductores.

La Real Academia Española define a la fatiga, entre algunos de sus significados, como:

*“Agitación duradera, cansancio, trabajo intenso y prolongado”*

*“Molestia ocasionada por un esfuerzo más o menos prolongado o por otras causas y que se manifiesta en la respiración frecuente o difícil.”*

*“Ansia de vomitar”*

*“Molestia, penalidad, sufrimiento”*

Es necesario considerar la fatiga como un síntoma que padecen los conductores debido a largas horas de trabajo. Esto se evitaría otorgando espacios adecuados de descanso en grandes tramos carreteros, además de brindar un especial enfoque a los vehículos pesados con el fin de evitar accidentes carreteros. El IMT (Instituto Mexicano del Transporte) estima que la fatiga al conducir es un fenómeno complejo, que implica disminuciones en los niveles de alerta y conciencia de parte del que maneja. Esta situación conlleva accidentes previsibles ante la identificación de situaciones peligrosas y por cuanto a evitar tomar riesgos. El cansancio mental como el físico, provoca el adormecimiento del conductor y representa un factor que contribuye a los accidentes al menos en el 24 % de ellos (Publicación Técnica No 241, IMT 2004).

### **I.3.2 Programa Nacional de Paradores**

En diciembre de 2001 la Secretaría de Comunicaciones y Transportes en colaboración con la Secretaría de Turismo tuvo contemplada la implementación del “Programa Nacional De Paradores”, con la participación de capital privado, orientado para ofrecer a los usuarios, en puntos estratégicos

del sistema carretero, más y mejores servicios reunidos en un conjunto de instalaciones para proporcionar alojamiento, restaurante, gasolinera, taller mecánico, telefonía, tienda de autoservicio y ventas de artesanías, entre otros servicios. La invitación a participar en el desarrollo de estas instalaciones estuvo abierta a todos los empresarios con interés en la explotación y administración de paradores, ya que se trata de inversiones cien por ciento de capital privado. Para integrar el *Programa Nacional De Paradores*, se compilaron los trabajos que sobre este particular se hicieron en el pasado por la Dirección General de Autotransporte Federal y la Unidad de Autopistas de Cuota de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y de la Dirección General de Programas Regionales de la Secretaría de Turismo, así como del Manual para la Ubicación y Proyecto Geométrico de Paradores, editado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, información que sirvió de base para identificar los sitios que se estudiaron para integrar el programa, bajo la metodología que a continuación se describe:

Para conocer las características físicas y operacionales de los sitios propuestos para la ubicación de los paradores (figura 1.3), se identificaron los elementos que se consideran de mayor importancia para definir la ubicación y tipo de servicios que se requieren, siendo estos, el volumen de tránsito, la disponibilidad del terreno, el acceso al parador y los servicios de gasolinera, restaurante, taller mecánico y tienda miscelánea, los dos primeros elementos inciden en la demanda del servicio y en la facilidad o no de la construcción de la obra, los restantes, son los servicios mínimos que se deben proporcionar en un parador. Se procedió a elaborar un formato con el cual, a través de un sistema de puntaje, se pudiera conocer la oportunidad que ofrece cada sitio en particular para la construcción de un parador, se obtuvo el puntaje de cada sitio, estos se ordenaron de mayor a menor para determinar su respectiva prioridad por estado (describiendo los elementos a evaluar y su respectivo factor de peso):

- Volumen de tránsito 0.50
- Disponibilidad del terreno y acceso al parador 0.10
- Gasolinera 0.15
- Restaurante 0.15
- Taller mecánico 0.05
- Tienda (miscelánea) 0.05

### **I.3.3 Procedimiento para calificar los servicios que se prestan al usuario en las carreteras Federales**

En el 2013, luego de la catástrofe causada por el huracán Ingrid y la tormenta Manuel en el estado de Guerrero donde se vió afectada principalmente la ciudad de Acapulco, se solicitó un programa de emergencia a la DGST (Dirección General de Servicios Técnicos) para realizar una calificación general de los servicios prestados a los usuarios en la autopista México-Acapulco, esto con el objeto de aumentar el turismo en la zona y establecer estándares de calidad en los servicios ofrecidos.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, con el objetivo de establecer estándares de calidad en los servicios que se proporcionan a los usuarios de las carreteras federales, ha establecido “El programa para evaluar los servicios que se prestan a los usuarios, mediante el cual sistemáticamente se califica a las instalaciones y servicios autorizados por la SCT. En adición a esto, la DGST anualmente lleva a cabo la calificación de los servicios en las carreteras del país.

El análisis en la autopista México-Acapulco, se llevó a cabo mediante un levantamiento donde se evaluaron los servicios en la autopista, que son entre otros, alojamiento, alimentación, sanitarios, servicios médicos, servicios a vehículos, de comunicaciones, vigilancia, información y cobro de cuota, como, las instalaciones para las personas con discapacidad necesarias para acceder a los servicios referidos y estacionamientos.

La evaluación de la calidad de los servicios se efectúa mediante visitas de inspección, en el que se identifica el tipo de servicios y los conceptos a evaluar se registrarán en los formatos preestablecidos para su evaluación.

La evaluación es objetiva respecto de las condiciones prevalecientes al momento de efectuar la inspección de los servicios, como son: cantidad, disponibilidad, funcionamiento, atención, estado físico, limpieza y accesibilidad a personas con discapacidad. La escala de calificaciones es de 0 a 10: para cada concepto que se evalúa se asigna un valor de 0 a 6 cuando las condiciones del servicio son MALAS, de 6.1 a 8.0, cuando son REGULARES y de 8.1 a 10 cuando son BUENAS.

Para los tramos de la autopista mayores de 50 km sin servicios se determinó construir paradores integrales entre los kilometrajes del **47+000 al 80+000**, del 120+000 al 178+00, del 178+00 al 270+000 y del 278+000 al 364+950 donde actualmente no se cuenta con: Estaciones de Combustible, Tiendas de Conveniencias, Moteles, Sanitarios, Refaccionarias, Restaurantes, Bancos, Módulos de Información, estación policiaca, Servicio Mecánico, Servicio Médico y Depósitos de Basura principalmente. Se recomienda ubicarlos a una distancia mínima de 50 km entre paradores, en una primera etapa y a una distancia mínima de 25 km en una segunda etapa, siempre y cuando exista un probado éxito en los paradores contiguos ya existentes. En las instalaciones de los paradores se requiere considerar la accesibilidad para personas con discapacidad.

Cabe destacar que actualmente no existe un proyecto real sobre paradores de servicios en la México-Acapulco, el programa continúa en un proceso de evaluación.

En el anexo, plano A, se agrega la calificación gráfica de los tramos mencionados anteriormente.

No.	UBICACIÓN DEL PARADOR			NIVEL DE SIGNIFICACION					NIVEL DE PRIORIDAD	
	ESTADO	CARRETERA	KM	VOLUMEN DE TRANSITO	FACILIDAD DE TERRENO Y ACCESO	GASOLINERA	RESTAURANTE	TALLER		TIENDA
1	Jalisco	Santa Rosa - La Barca	79.0	5	5	5	5	5	5	5.0
2	San Luis Potosí	San Luis Potosí - Matehuala	100.0	5	5	5	5	5	5	5.0
3	Sinaloa	Culiacán - Los Mochis	44.0	5	5	5	5	4	4	4.9
4	Jalisco	Guadalajara - Tepic	56.5	5	5	5	4	4	5	4.8
5	Nayarit	Tepic - Puerto Vallarta	90.2	5	5	5	4	4	5	4.8
6	Veracruz	México - Córdoba (cuota)	270.6	5	5	5	5	2	4	4.8
7	Sonora	Hermosillo - Nogales	67.4	5	5	5	4	3.5	5	4.8
8	Nayarit	Guadalajara - Tepic	175.8	5	5	4.5	4.5	4	4	4.8
9	Veracruz	Cardel - Veracruz (cuota)	231.0	5	5	5	4	4	4	4.8
10	Tabasco	Villahermosa - Tuxtla Gutiérrez	52.0	5	5	5	4.5	3	3	4.7
11	Nayarit	Tepic - Mazatlán	71.9	5	5	5	4	4	3.5	4.7
12	Aguascalientes	León - Aguascalientes	113.1	5	5	5	4	3	4	4.7
13	Guanajuato	Querétaro - San Luis Potosí	61.5	5	5	5	4	4	3	4.7
14	Chihuahua	Gomez Palacio - Jiménez	188.0	5	5	5	5	2	2	4.7
15	Durango	Durango - Torreón	150.5	5	5	5	4	2	5	4.7
16	Guerrero	Acapulco - Zihuatanejo	78.8	5	5	4.5	4.5	2	4	4.7
17	Zacatecas	Zacatecas - Durango	74.0	5	5	5	4	2	4	4.7
18	Veracruz	Cd. Valles - Tampico	123.5	5	5	4	4	4	4	4.6
19	Sonora	Cd. Obregón - Hermosillo	198.8	5	5	5	4	0	5	4.6
20	Tabasco	Coatzacoalcos - Villahermosa	72.0	5	5	4	4.5	3	3	4.6
21	Sinaloa	Mazatlán - Culiacán	193.0	5	5	4	4	4	3	4.6

**Figura 1.3: Ejemplo de la ubicación de paradores y nivel de prioridad por estado**  
**Fuente: Plan Nacional de Paradores, SCT (2006, p.50)**

## CAPÍTULO II. ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN PARADOR

### II.1 INTRODUCCIÓN

Es importante conocer los elementos que conforman un parador de servicios, así como los espacios destinados para cada uno y de esta forma ayudar a la planificación de dichas áreas de servicios, para determinar la gama de servicios que se debe ofrecer, la necesidad del turismo y la oportunidad de desarrollar las áreas de descanso en puntos estratégicos con respecto a la composición de tráfico que se tenga, que posteriormente afectará al diseño y a la operación de un parador de servicios.

En este capítulo se mencionan, entre otros, los estudios necesarios para el diseño de un parador de servicios, así como la ubicación, importancia paisajística y geometría adecuada para que la operación vehicular en el parador fluya de forma adecuada y segura.

### II.2 DEFINICIÓN DE PARADOR DE SERVICIOS

Se define como *Parador de Servicios* a aquellas instalaciones y construcciones adyacentes al derecho de vía de una carretera Federal en las que se presenten los siguientes servicios: alojamiento, alimentación, servicios sanitarios, servicios a vehículos y comunicaciones.<sup>8</sup>

#### II.2.1 Tipos básicos de paradores

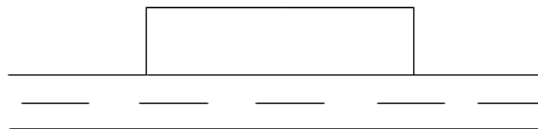
Debido a la variedad que puede darse en los tipos de paradores y a las características y elementos que los integren, el diseño geométrico estará en función de la carretera en donde se instale así como el volumen de tránsito y dependerá de la topografía de la zona.

En México, y según el Manual para la Ubicación y Proyecto Geométrico de Paradores, estos pueden ser clasificados de acuerdo con algunos criterios de tamaño, con el tipo de carretera, y por el tipo de servicio que preste.

Se proponen los siguientes tipos de paradores:

##### II.2.1.1 Parador unilateral

Este tipo de parador es el que se propone para un solo lado de la carretera, aunque sea necesario proporcionar las facilidades de acceso al flujo vehicular del otro sentido al que se ubica el parador, bien sea por paso a desnivel o retorno.



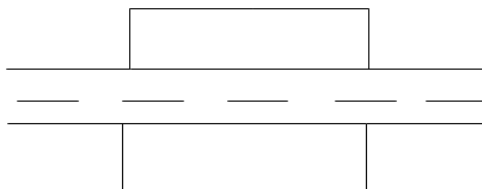
**Figura 2.1: Parador unilateral (elaboración propia)**

---

<sup>8</sup> Manual de Ubicación y Proyecto Geométrico de Paradores, SCT

### II.2.1.2 Parador doble o de mancuerna

Este tipo de parador es el que se ubica en ambos lados de la carretera, aunque son independientes uno del otro.



**Figura 2.2: Parador tipo mancuerna  
(elaboración propia)**

Con respecto a su ubicación a la autopista, los paradores pueden ser:

- a) Paralelo a la autopista
- b) Perpendiculares respecto a la autopista

Asimismo, los paradores pueden ser:

- a) Rurales: cuando se localicen en zonas despobladas o cerca de poblaciones chicas, o
- b) Suburbanas: cuando se localicen en las inmediaciones de ciudades o poblaciones grandes.

## II.3 ELEMENTOS DE SERVICIO

Para que un parador, según lo que estipula la SCT en el Manual para la Ubicación y Proyecto Geométrico de Paradores, pueda proporcionar los puntos antes mencionados, debe incluir ciertos elementos que satisfagan las necesidades mínimas de los conductores que transiten por la carretera con la finalidad de otorgar seguridad, confort y proveer un área de dispersión:

- **Estación de servicio de combustibles dividida en dos partes.** Se compone, en general, de gasolina y diesel.
- **Taller mecánico de emergencias.** Debe sitiarse en un área techada y delimitada con capacidad para 2 automóviles y estacionamiento anexo para autobuses y camiones.
- **Área de servicios para el personal de la estación de servicios y taller.** Se compone de oficina, bodega y sanitarios.
- **Restaurant de comida rápida.** Con capacidad acorde a los aforos y pronósticos de afluencia.
- **Sanitarios.** Debe tener un número adecuado según los pronósticos de afluencia.
- **Tienda de convivencia.** Su tamaño variará según el pronóstico de afluencia.
- **Información turística.** Exhibirá un mapa turístico de la región y folletos.
- **Teléfono L.D.** En su defecto deberá contar con un radio para emergencias.



- **Motel.** Si los estudios determinan su conveniencia.
- **Base de Policía Federal de Caminos y Puertos.** Su función es garantizar la seguridad del parador, incluyendo un área de maniobra, oficina, radio y estacionamiento.
- **Base de los Ángeles Verdes.** Es necesario que se cuente con un área de maniobra, estacionamiento y radio para los Ángeles verdes.
- **Otros Servicios Complementarios.** Primeros auxilios, cajero automático, cambio de moneda, juegos infantiles y área de descanso para conductores.

Queda a criterio del proyectista prescindir o no de alguno de los elementos, sin embargo, toda área de servicios debe contener ciertos elementos como mínimo para satisfacer las necesidades básicas de los usuarios en la carretera o autopista.

## II.4 PROYECTO GEOMÉTRICO BÁSICO DE UN PARADOR DE SERVICIOS

El sitio en donde se ubique el parador de servicios deberá contar con las características geométricas y topográficas adecuadas para la buena operación de esta instalación en el tramo carretero en estudio.

### II.4.1 Características geométricas del lugar

En lo referente al alineamiento horizontal de la carretera, se deberá dar preferencia a los tramos rectos, a fin de tener una adecuada visibilidad por parte de los usuarios para separarse de la corriente vehicular por donde circula. Esto permitirá a los usuarios, de la carretera, tener el tiempo necesario para realizar las maniobras de desaceleración y desincorporación para detenerse en el parador, así como la distancia necesaria para acelerar y volver a la carretera.

#### II.4.1.1 *Alineamiento horizontal*

Se entiende como *Alineamiento Horizontal* a la proyección del eje de proyecto de una carretera sobre un plano horizontal. Los elementos que integran el alineamiento horizontal son: tangentes, curvas circulares y curvas de transición. Las Tangentes son la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas. Al punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas se le representa como PI, y el ángulo de deflexión formado por la prolongación de una tangente y la siguiente se le representa por  $\Delta$ . Como las tangentes van unidas entre sí por curvas, la longitud de una tangente es la distancia comprendida entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente. A cualquier punto preciso del alineamiento horizontal localizado en el terreno sobre una tangente, se le denomina: punto sobre tangente y se le representa por PST. Las curvas horizontales se dividen en dos, curvas circulares simples y curvas circulares con espirales de transición.

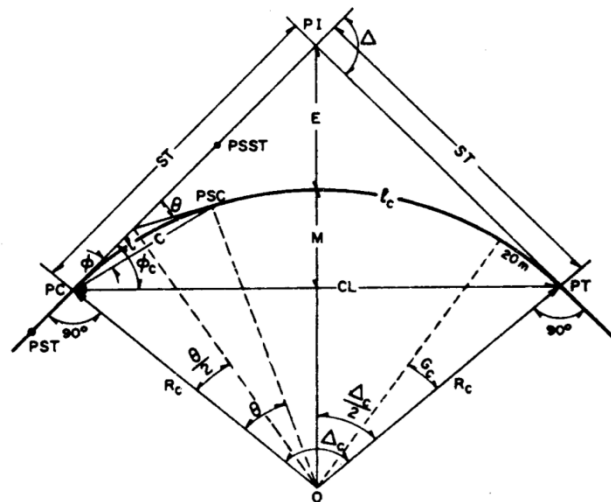
Se recomienda que con base a las distancias de visibilidad, las longitudes de desaceleración y de aceleración y las longitudes de transición cuenten con un tramo en tangente de por lo menos 600 m para ubicar el parador.

## Curva circular simple

Es un arco de circunferencia que une dos tangentes consecutivas, las curvas circulares son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas. En la Figura 2.3, se muestran los elementos de estas curvas. En el sentido del cadenamiento, estas curvas pueden ser derechas o izquierdas.

## Curva circular con espiral de transición

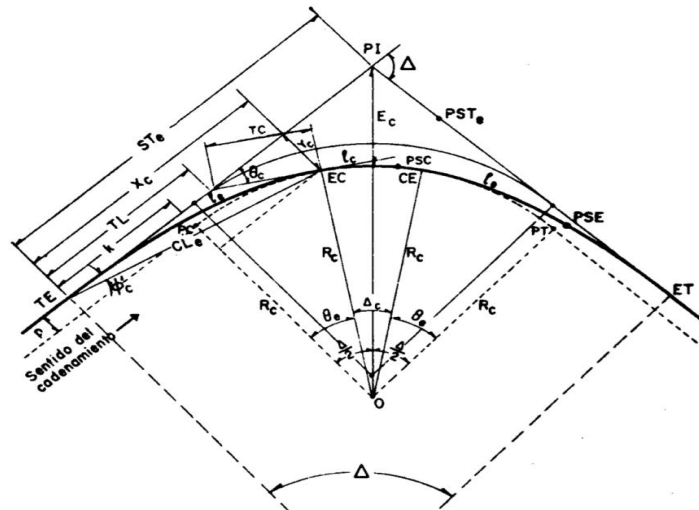
Cuando un vehículo pasa de un tramo en tangente a otro en curva circular, requiere hacerlo en forma gradual, tanto por lo que se refiere al cambio de dirección como a la sobreelevación y a la ampliación necesarias. Para lograr el cambio gradual se usan las curvas de transición, que se define como la liga entre una tangente y una curva circular, teniendo como característica principal, que en su longitud efectúa, de manera continua, el cambio en el valor del radio de curvatura, desde infinito para la tangente hasta el que corresponde para la curva circular (figura 2.4).



PI	Punto de intersección de la prolongación de las tangentes
PC	Punto en donde comienza la curva circular simple
PT	Punto en donde termina la curva circular simple
PST	Punto sobre tangente
PSST	Punto sobre subtangente
PSC	Punto sobre la curva circular
O	Centro de la curva circular
$\Delta$	Angulo de deflexión de las tangentes
$\Delta_c$	Angulo central de la curva circular
$\theta$	Angulo de deflexión a un PSC
$\phi$	Angulo de una cuerda cualquiera
$\phi_c$	Angulo de la cuerda larga
$G_c$	Grado de curvatura de la curva circular
$R_c$	Radio de la curva circular
ST	Subtangente
E	Externa
M	Ordenada media
C	Cuerda
CL	Cuerda larga
$l$	Longitud de un arco
$l_c$	Longitud de la curva circular

**Figura 2.3: Curva circular simple**

**Fuente: Manual de Proyecto Geométrico, SCT**



- PI Punto de intersección de las tangentes
- TE Punto donde termina la tangente y empieza la espiral
- EC Punto donde termina la espiral y empieza la curva circular
- CE Punto donde termina la curva circular y empieza la espiral
- ET Punto donde termina la espiral y empieza la tangente
- PSC Punto sobre la curva circular
- PSe Punto sobre la espiral
- PSTe Punto sobre la subtangente

- Δ Ángulo de deflexión de las tangentes
- Δ<sub>c</sub> Ángulo central de la curva circular
- θ<sub>e</sub> Deflexión de la espiral
- φ<sub>c</sub> Ángulo de la cuerda larga de la espiral

- ST<sub>e</sub> Subtangente
- X<sub>c</sub>, Y<sub>c</sub> Coordenadas del EC o del CE
- k, p Coordenadas del PC o del PT (Desplazamiento)
- TL Tangente larga
- TC Tangente corta
- CL<sub>e</sub> Cuerda larga de la espiral
- E<sub>c</sub> Externa
- R<sub>c</sub> Radio de la curva circular
- l<sub>e</sub> Longitud de la espiral de entrada o salida
- l<sub>c</sub> Longitud de la curva circular

FIGURA 7.4. ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR CON ESPIRALES

**Figura 2.4: Curva con espiral de transición**  
**Fuente: Manual de Proyecto Geométrico, SCT**

### II.4.1.2 Alineamiento vertical

El alineamiento vertical es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la subcorona. Al eje de la subcorona en alineamiento vertical se llama línea subrasante. El alineamiento vertical se compone de tangentes y curvas. Las tangentes se caracterizan por su longitud y sus pendientes y están limitadas por dos curvas sucesivas. Las curvas verticales son las que enlazan dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical, para que en su longitud se efectúe el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la tangente de salida. La pendiente de la tangente es la relación entre el desnivel y la distancia entre dos puntos de la misma.

La pendiente gobernadora, es la pendiente media que teóricamente puede darse a la línea subrasante para dominar un desnivel determinado, en función de las características del tránsito y la configuración del terreno, la mejor pendiente gobernadora para cada caso, será aquella que al conjugar esos conceptos, permita obtener el menor costo de construcción, conservación y

operación. Sirve de norma reguladora la serie de pendientes que se deban proyectar para ajustarse en lo posible al terreno.

Pendiente máxima, es la mayor pendiente que se permite en el proyecto. Queda determinada por el volumen y la composición del tránsito previsto y la configuración del terreno.

En lo referente al alineamiento vertical, es recomendable que el sitio donde se ubique el parador no tenga pendientes pronunciadas de la carretera, a fin de facilitar las maniobras de acceso y salida del parador. Se recomienda ubicar el parador en tramos de carreteras con pendientes entre 2 y 3 % preferencia.

En lo referente al terreno propio para el parador, de ser posible, se debe dar preferencia a los terrenos con pendientes ligeras sobre los terrenos planos, ya que se puede aprovechar la pendiente del terreno natural para drenar, o bien para el diseño arquitectónico del propio parador.

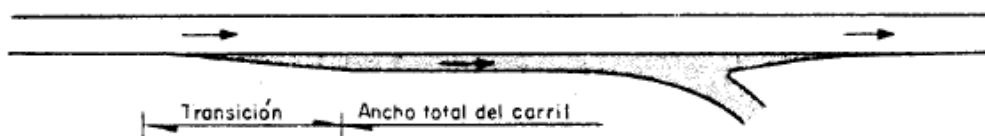
La falta de condiciones geométricas propicias provocara que la ubicación del parador se desfase varios kilómetros.

## II.4.2 Carriles de acceso

Para un acceso al parador de servicio y al tránsito normal de la carretera los carriles de cambio de velocidad se añaden a la sección normal de la calzada, con el objeto de proporcionar a los vehículos el espacio suficiente para que alcancen la velocidad necesaria y se incorporen a la corriente de tránsito de una vía, o pueden reducir la velocidad cuando deseen separarse de la corriente al acercarse a una intersección. De acuerdo con esto, los carriles de cambio de velocidad pueden ser carriles de aceleración o carriles de incorporación a la autopista o carretera, y carriles de desaceleración o carriles de acceso al parador.

### II.4.2.1 Carriles de incorporación a la carretera

Permiten a los vehículos que entran a la vía principal de la intersección, adquirir la velocidad necesaria para incorporarse con seguridad a la corriente de tránsito de la misma, proporcionando la distancia suficiente para realizar dicha operación sin interrumpir la corriente de tránsito principal.



**Figura 2.5: Carril de incorporación a la carretera**

**Fuente: Manual para la Ubicación y Proyecto Geométrico de Paradores, SCT**

### II.4.2.2 Carriles de acceso al parador

Permiten a los vehículos que desean salir de una vía disminuir su velocidad después de haber abandonado la corriente de tránsito principal, serán construidos dentro del derecho de vía de la

carretera, y deberán contar con las dimensiones necesarias para efectuar los cambios de velocidad. Las longitudes de ellos estarán en función de la velocidad de proyecto del tramo de la carretera en donde se ubique el parador.

**Transición de los carriles de cambio de velocidad.** Cuando en los carriles de cambio de velocidad se utilizan transiciones para realizar el cambio de carril en una manera cómoda y segura. La longitud y forma de la transición deberá ser tal que invite a los conductores a efectuar la maniobra de cambio de carril. Se ha determinado que generalmente se usa para proyecto, el tiempo requerido para abandonar el carril de tránsito e incorporarse al de cambio de velocidad, es de 3.5 segundos.

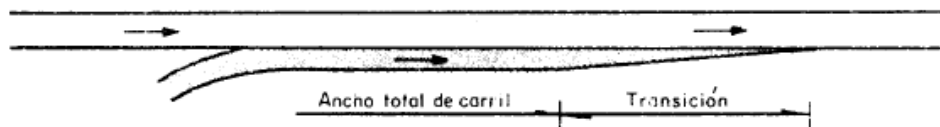
**Anchura del carril de cambio de velocidad.** Debe estar comprendida entre 3.35m y 3.65m preferentemente.

**Longitud de los carriles de cambio de velocidad.** La longitud está basada en:

- La velocidad a la que los conductores entran al carril adicional
- La velocidad a la que los conductores salen después de recorrer el carril de desaceleración
- La longitud total del carril de aceleración y desaceleración incluye el carril de transición recomendada por el Manual de Proyecto Geométrico de la SCT, considerándose este como la liga entre la autopista y el parador de servicios, siendo el único elemento que podrá ubicarse dentro del derecho de vía establecido.

Para medir las longitudes de los carriles de desaceleración hay que distinguir entre los dos tipos principales:

- Cuando son direccionales o sea cuando la transición se efectúa en una forma gradual en toda la longitud del carril.
- Cuando lleva transición normal al principio del carril



**Figura 2.6: Carril de acceso al parador**

**Fuente: Manual de Ubicación y Proyecto Geométrico de Paradores, SCT**

## II.5 DERECHO DE VÍA

El derecho de vía de una carretera es la faja que se requiere para la construcción, conservación, reconstrucción, ampliación, protección y en general, para el uso adecuado de esa vía y de sus servicios auxiliares. Su ancho será el requerido para satisfacer esas necesidades.

En general, conviene que el ancho del derecho de vía sea uniforme, pero habrá casos en que para alojar intersecciones, bancos de materiales, taludes de corte o terraplén y servicios auxiliares, se requiera disponer de un mayor ancho.

Los paradores integrales de servicio (PIS) deberán estar colocados fuera del derecho de vía determinado para la autopista o carretera por la SCT, el carril de aceleración y desaceleración serán la liga entre el camino y parador será el único elemento que podrá estar dentro del derecho de vía.

El parador que se establezca, una vez que cumpla con las normas del proyecto, constituirá una extensión del derecho de vía con una superficie debidamente determinada y cercada. De esta forma pasará a ser parte del equipamiento de la autopista. Esto, en el caso de autopistas de acceso controlado, deberá estar previsto en el programa de ampliación de la autopista.

Dentro del derecho de vía únicamente se permitirá el señalamiento informativo vial que indique la existencia y acceso al parador. En los planos del proyecto específicamente en la planta de trazo o de conjunto se deberá indicar, mediante una simbología apropiada, el derecho de vía de la carretera así como el derecho de vía por adquirir o adquirido para la construcción del parador, indicando en la superficie a utilizar para este fin.

### **II.5.1 Manual de procedimientos para el aprovechamiento del Derecho de vía en caminos y puentes de cuota<sup>9</sup>**

#### **CONSTRUCCIÓN DE PARADORES Y SERVICIOS COMPLEMENTARIOS, LINEAMIENTOS GENERALES**

Los paradores integrales de servicio deberán sujetarse a las condiciones que establecen el Manual para la Ubicación y Proyecto Geométrico de Paradores y el Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, en su capítulo XII, relativo a servicios y accesos.

1. Los Paradores Integrales de Servicio (PIS) deberán estar colocados fuera del derecho de vía.
2. Los carriles de aceleración y desaceleración serán la liga entre la autopista y el acceso al parador, siendo estos los únicos elementos que podrán quedar dentro del derecho de vía.
3. El parador tendrá una superficie debidamente determinada y cercada. Para ser parte del equipamiento de la autopista.
4. Por su importancia para determinar los procedimientos constructivos de los diferentes componentes del parador, deberán revisarse las características geológicas y geotécnicas del subsuelo en donde éste será ubicado.
5. Se debe garantizar el suministro suficiente, a la presión necesaria y a toda hora, de agua de buena calidad. Al igual que el de agua potable, el suministro de electricidad es de vital importancia para el funcionamiento del parador.
6. Se debe considerar una distribución funcional y confortable para este tipo de instalaciones, tomando en cuenta la dirección del viento, la orientación solar y el paisaje natural.
7. La distancia recomendable para que el conductor descanse, coma y cargue gasolina, será el equivalente a una hora de manejo u 80 km entre parador y parador.
8. Los detalles particulares deberán ser acordes con lo estipulado en el Manual para la Ubicación y Proyecto Geométrico de Paradores.

---

<sup>9</sup> Expedido por la SCT en 1997

9. Los servicios mínimos para la construcción de un parador debieran ser: estación de servicio de gasolina y diesel, taller mecánico de emergencia, restaurante, tienda de conveniencia, sanitarios, teléfonos de larga distancia, primeros auxilios, estacionamiento, base para la Policía Federal de Caminos, base para el auxilio vial y turístico (Ángeles Verdes). Cuando sea conveniente, deberá incluir, además, motel y dormitorios y regaderas para operadores.

## **II.6 ESTACIONAMIENTOS**

Los tres elementos básicos que componen la planta física de cualquier sistema de transporte son el vehículo, la vía y la terminal. Para el sistema de transporte por calles y carreteras, la terminal es un espacio de estacionamiento que indica el comienzo o el final de un determinado viaje. Para que un sistema de transporte automotor sea eficiente deberá disponer de espacios adecuados de estacionamiento, en todos aquellos lugares donde se generen viajes, pues de lo contrario los efectos resultantes son las demoras, la congestión, y por supuesto, los costos adicionales asociados. En nuestras carreteras la demanda vehículos ligeros, así como de carga, ha rebasado la capacidad de la infraestructura vial existente y ha hecho más difícil la circulación, generando grandes demandas de espacios para estacionarse.

En México, es común un tipo de parador, el cual incluye cajones de estacionamiento para vehículos ligeros y en menor cantidad para vehículos pesados. Es esencial que por una cuestión de seguridad existan espacios físicos adecuados para que un conductor, en tramos largos, pueda detenerse y descansar el tiempo que estime conveniente para evitar fatiga y por ende, algún accidente carretero afectando su propia integridad física y el de otras personas.

### **II.6.1 Tipos de estacionamientos**

Los estacionamientos pueden clasificarse por su operación en:

1. Estacionamientos con empleados de servicio
2. Estacionamientos sin empleados de servicio
3. Estacionamientos mecanizados

A su vez cada uno de estos subgrupos puede dividirse en:

- a) Estacionamientos gratuitos
- b) Estacionamientos de cuota

Por regla general, en los caminos del país se cuenta con zonas de estacionamiento gratuito, en que la maniobra la efectúa el conductor del vehículo.

### **II.6.2 Elementos que intervienen en el proyecto**

La adaptabilidad a las condiciones existentes depende de la correcta interpretación que se haga de los elementos que intervienen en su proyecto, y que son:

- 1. Ubicación.** Un factor muy importante para obtener un buen funcionamiento de la zona de estacionamiento, es la distancia que el usuario debe caminar del lugar donde

estacione su vehículo a su destino, por lo que el estacionamiento deberá estar lo más cerca posible a la zona a la cual se presenta el servicio.

2. **Seguridad.** La entrada y salida, así como la estancia de los vehículos debe realizarse de forma segura
3. **Condiciones de entrada y salida al servicio.** Es necesario determinar donde se pueden permitir accesos al servicio, tanto para vehículos como para peatones.
4. **Topografía.** El proyecto del estacionamiento deberá adaptarse a la topografía para lograr un mejor aprovechamiento del terreno y facilitar la operación. Consideraciones de drenaje.
5. **Superficie de rodamiento.** Deberá satisfacer los requisitos de seguridad, durabilidad, y continuidad en el servicio.
6. **Marcas y señales.** Tienen éstas una influencia determinante en la operación, flechas, rayas delimitadoras de cajones y señales de entradas y salidas
7. **Iluminación.** Para aquellos lugares en donde se de servicio nocturno es indispensable la iluminación, para evitar daños materiales a los vehículos, robos, lesiones al peatón.
8. **Banquetas para peatones.** Para que exista un flujo peatonal seguro y sin interrupciones del tránsito vehicular.
9. **Clasificación de los vehículos.** Es necesario contar con estacionamientos adecuados en tamaño para cada tipo de vehículos.

### II.6.3 Automóviles

Las áreas de estacionamiento son de gran importancia para el buen funcionamiento del parador, ya que entre otros aspectos a considerar de esto, dependerá que el usuario haga uso continuamente de las instalaciones. Al igual que las áreas de circulación, los espacios destinados para el estacionamiento deberán concebirse desde el diseño general del parador, a fin de ubicarlos a una distancia apropiada de los elementos que componen el parador. La posición de entrada y salida al parador de servicio influyen de manera importante para la ubicación del estacionamiento.

El sitio de estacionamiento no deberá situarse demasiado lejos de los lugares a donde ocurra el usuario, y de preferencia deberá ser visitable desde varios ángulos del parador para ofrecer seguridad a los usuarios sobre sus vehículos.

Para determinar la capacidad en número de cajones de los estacionamientos, se deberá tener en cuenta los tipos y capacidad de establecimientos comerciales a instalarse en el parador.

### II.6.4 Buses y camiones

El área de estacionamiento para autobuses y camiones debe ser diseñado de acuerdo con la distribución general de los componentes del parador. Se requiere que estén físicamente separados los estacionamientos para camiones de los estacionamientos para autobuses, debido a la diferencia en cuanto a dimensiones, tipos de maniobras, y usuarios de cada tipo de vehículo se refiere.

El número de cajones destinados para camiones y autobuses estará en función de los volúmenes de tránsito esperados en el parador. El diseño del estacionamiento deberá considerar las maniobras necesarias debido a las dimensiones de los vehículos, garantizando el adecuado funcionamiento.



## **II.7 ZONAS DE DESCANSO (REST AREAS)**

El progreso de los vehículos de motor y los caminos, así como el incremento en su uso durante los últimos años, presenta el problema creciente de demanda de zonas de descanso adyacentes a la carretera. Las restricciones actuales y el deseo de eliminar estacionamientos peligrosos en zonas adyacentes a la superficie de rodamiento, requieren que se provea a los conductores de lugares adecuados para satisfacer sus necesidades en viajes largos.

En muchos lugares del mundo este tipo de “bahías” o zonas de descanso adyacentes a la carretera se disponen para los usuarios, primariamente conductores de vehículos pesados en tramos largos, siendo su principal función el brindar comodidad evitando fatiga al conducir y por ende impidiendo accidentes carreteros.

Según el de acciones tendientes a incrementar la seguridad en el transporte del IMT, se plantea un Catálogo de Acciones que pretende incrementar la seguridad en la red federal de carreteras en primera instancia, y que en un momento dado las acciones pudieran extenderse a otro tipo de redes como la de autopistas, las estatales y las rurales. Asimismo, existen diferentes medidas que se tienen que solucionar en materia de seguridad, la que involucra a los paradores de servicios o áreas de descanso es la infraestructura carretera.

A lo largo de las carreteras es poco común encontrar espacios suficientes y adecuados para que los conductores puedan descansar de manera segura. Esto es de vital importancia, ya que la fatiga es uno de los factores que pueden hacer que un accidente ocurra.

Se desea establecer lugares acondicionados para el descanso de conductores, los cuales deberán contar con los servicios mínimos indispensables en primera fase.

### **II.7.1 Factores que intervienen en la selección del sitio**

Entre los factores que intervienen para la mayor utilización de una zona de descanso se encuentran:

1. La facilidad de acceso
2. Señalamiento adecuado
3. Que esté localizada en un lugar con poco tránsito local
4. Que se ubique en un sitio que no tenga alternativa de uso de lugares cercanos a ella
5. Que no se encuentre cerca de ciudades o poblados
6. Cercanía de atractivos naturales tales como bosques, arroyos, vistas escénicas y puntos de especial interés
7. Drenaje natural
8. Costo del terreno
9. Espacio suficiente para construir accesos de entrada y salida, zona de estacionamiento, sanitarios y, si es posible, taller mecánico y caseta telefónica.

### **II.7.2 Elementos básicos de proyecto que se deben disponer a toda zona de descanso**

- 1) Los accesos de entrada y salida serán diseñados con carriles de cambio de velocidad, anchura y curvatura, adecuados a fin de asegurar el libre movimiento de los vehículos con respecto al tránsito principal.

- 2) La disposición del estacionamiento para los vehículos podrá ser en serie o en batería. El estacionamiento para vehículos pesados deberá encontrarse separado del estacionamiento para automóviles para evitar conflictos.

## **II.8 DELIMITACIÓN DEL PREDIO EN PARADORES DE SERVICIO**

Es importante que el parador de servicios esté confinado, esto implica cercar el área en carreteras Federales para evitar asentamientos que puedan afectar al flujo dentro del lugar de manera tal que exista un control total del acceso a esta instalación, sin embargo en carreteras de cuota es posible prescindir de las rejas si es que existe vigilancia continua. Es conveniente que el acceso solo se dé a través de la carretera por la cual circulen los usuarios del parador

El tipo de acceso estará en función de los volúmenes de tránsito, de la velocidad de proyecto o de operación y del tipo de carretera, así como de la zona en que se ubiquen, ya sea rural, urbana o suburbana.

## **II.9 INGENIERÍA DE TRÁNSITO EN PARADORES DE SERVICIO**

### **II.9.1 Niveles de servicio**

Se define nivel de servicio como la medida cualitativa, que describe las condiciones de operación de una vialidad percibidas por el usuario de esta, en términos de velocidad, tiempos de recorrido, libertad de maniobras, comodidad y seguridad. A continuación se describe los niveles de servicio adoptados en México.

#### **Nivel de servicio “A”**

Corresponde a una condición de flujo libre, con volúmenes de tránsito bajos, la velocidad depende del deseo de los conductores dentro de los límites impuestos y bajo las condiciones físicas de la carretera (Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 2007).

#### **Nivel de servicio “B”**

Se considera como flujo estable, los conductores tienen una libertad razonable para elegir sus velocidades y el carril de operación (Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 2007).

#### **Nivel de servicio “C”**

El flujo es estable, los conductores perciben restricciones tanto para elegir su velocidad, como para efectuar maniobras de cambio de carril de rebase, se obtiene una velocidad de operación satisfactoria. Es deseable que este nivel de servicio sea el más desfavorable al que operen las vialidades (Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 2007).

#### **Nivel de servicio “D”**

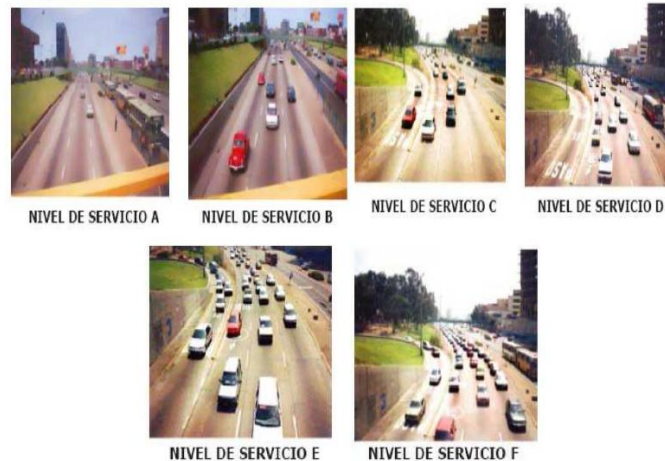
Esta condición se aproxima al flujo inestable, los conductores tienen poca libertad de maniobra con la consecuente pérdida de comodidad (Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 2007).

### Nivel de servicio “E”

En este nivel, los volúmenes de tránsito corresponden a la capacidad. El flujo es inestable y pueden ocurrir paradas de corta duración” (Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 2007).

### Nivel de servicio “F”

Corresponde a los flujos forzados, en donde los volúmenes son inferiores a los de la capacidad y las velocidades se reducen pudiendo producir paradas debido al congestionamiento (Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 2007).



**Figura 2.7: Niveles de Servicio de una Carretera.**  
**Fuente: Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 2007**

De lo anterior, se observa que el nivel de servicio “A” es el mejor y el nivel de servicio “F” es el más desfavorable, siendo el nivel de servicio “E” el que marca la capacidad de la vía.

## II.9.2 Velocidad

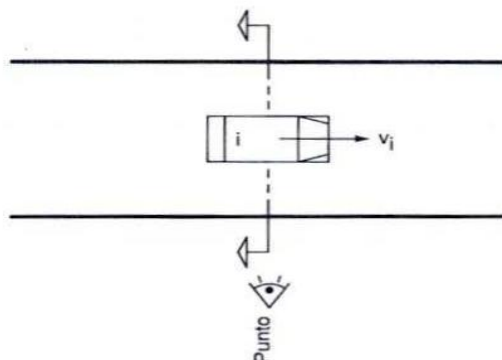
La velocidad se ha manifestado siempre como una respuesta al deseo humano de comunicarse rápidamente desde el momento en que el mismo invento los medios de transporte. En este sentido, la velocidad se ha convertido en uno de los principales indicadores utilizados para medir la calidad de la operación a través de un sistema de transporte. A su vez, los conductores considerados de una manera individual, miden parcialmente la calidad de su viaje por su habilidad o libertad en conservar uniformemente la velocidad deseada. Se sabe por experiencia, que el factor más simple a considerar en la selección de una ruta específica para ir de un origen a un destino, consiste en la minimización de las demoras, lo cual obviamente se lograra con una velocidad óptima y sostenida, que adicionalmente ofrezca seguridad. Esta velocidad esta bajo el control del conductor y su uso determinara la distancia de recorrido, el tiempo de recorrido y el ahorro de tiempo, según la variación de esta.

Asimismo, se define la velocidad como la relación entre la distancia recorrida y el tiempo que se tarda en recorrerlo, o sea, una relación de movimiento que queda expresada, para velocidad constante, por la formula:

$$V = \frac{d}{t} \quad , \text{ expresada en m/s y km/h. (Ec.2.1)}$$

### II.9.2.1 Velocidad de punto

La velocidad de punto de un vehículo “i”, es la velocidad “ $v_i$ ” a su paso por un determinado punto o sección transversal de una carretera o una calle (Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 2007).



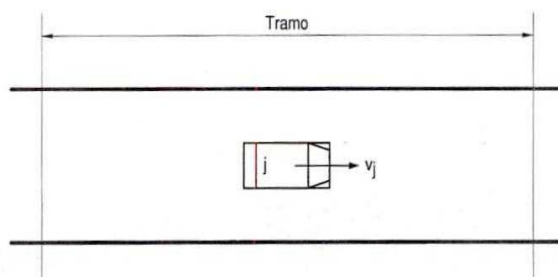
**Figura 2.8: Velocidad de punto en una sección transversal de una carretera**  
Fuente: Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 2007

### II.9.2.1 Velocidad de operación

Es la velocidad adoptada por los conductores bajo las condiciones prevalecientes del tránsito y de la carretera. Se caracteriza por una variable aleatoria, cuyos parámetros se estiman a partir de la medición de las velocidades de los vehículos que pasan por un tramo representativo de la carretera bajo las condiciones prevalecientes (velocidades de punto). Para fines deterministas, suele designarse la velocidad de operación por el percentil 85 de las velocidades de punto. En vialidades urbanas en operación se refiere a la velocidad establecida por las autoridades correspondientes en los reglamentos de tránsito.

### II.9.2.2 Velocidad instantánea

Es la velocidad “ $v_j$ ” cuando se encuentra circulando a lo largo de un tramo de una carretera o de una calle en un instante dado.



**Figura 2.9: Velocidad instantánea en un tramo carretera**  
Fuente: Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 2007

### ***II.9.2.3 Velocidad media temporal***

Es la media aritmética de las velocidades de punto de todos los vehículos, o parte de ellos que pasan por un punto específico de una carretera o calle durante un intervalo de tiempo seleccionado. Se dice entonces que se tienen una distribución temporal de velocidades de punto. Para datos de velocidades de punto o no agrupados, matemáticamente la velocidad media temporal se define como:

$$Vt = \left( \sum_{i=1}^n Vi \right) \frac{1}{n} \quad (\text{Ec. 2.2})$$

Donde:

Vt= velocidad media temporal

Vi= velocidad de punto del vehículo

n= número total de vehículos observados en el punto o tamaño de la muestra

Para datos agrupados:

$$Vt = \sum_{i=1}^N (fi vi) \frac{1}{n} \quad (\text{Ec. 2.3})$$

N= número de grupos de velocidad

Fi= número de vehículos en el grupo de velocidad i

Vi= velocidad de punto del grupo i

$$n = \sum_{i=1}^N fi \quad (\text{Ec. 2.4})$$

### ***II.9.2.4 Velocidad media espacial***

Es la media aritmética de las velocidades instantáneas de todos los vehículos que en un instante dado se encuentran en un tramo de carretera o calle. Se dice entonces, que se tiene una distribución espacial de velocidades instantáneas. Para datos de velocidades instantáneas no agrupados, matemáticamente la velocidad media espacial se define como:

$$Ve = \left( \sum_{j=1}^m Vi \right) \frac{1}{m} \quad (\text{Ec. 2.5})$$

Donde:

$V_e$ = velocidad media espacial

$V_j$ =velocidad instantánea del vehículo  $j$

$m$ = número total de vehículos observados en el tramo o tamaño de la muestra

Uno de los indicadores que más se utiliza para medir la eficiencia de un sistema vial es la velocidad de los vehículos. Desde este punto de vista, para medir la calidad del movimiento del tránsito se utilizan la velocidad de punto, en sus dos componentes: media temporal y media espacial, la velocidad de recorrido y la velocidad de marcha.

### ***II.9.2.5 Velocidad de proyecto***

Es la que se elige para que gobierne las características geométricas del proyecto, el tipo de carretera (A, B, C, D y E) restringe la velocidad de proyecto, así como también lo restringe el tipo de terreno (montañoso, lomerío y plano). Como por ejemplo, para un tipo de camino E, solo se permiten velocidades de proyecto de hasta 70 km/h.

La velocidad que desarrollara un vehículo en una vía dependerá de las características geométricas de esta, y viceversa, si se requiere una carretera para velocidades de proyecto altas, sus condiciones geométricas (sobreelevación, pendiente longitudinal, radios de curvatura, grados de curvatura, etc.) deben ser las óptimas para que los vehículos puedan alcanzar esas velocidades, además de que se debe restringir la velocidad para la que son diseñados los caminos mediante señalamiento vertical y horizontal. La velocidad de proyecto es un factor de gran importancia que determina normalmente el costo del camino. Todos los elementos del proyecto se calcularan en función de la velocidad de proyecto.

### ***II.9.2.6 Estudio de velocidad de punto***

La mayor parte de los estudios de velocidad se refieren a la velocidad de los vehículos en determinado punto de una carretera o de una calle. Los estudios de velocidad de punto están diseñados para medir las características de la velocidad en un lugar específico, bajo condiciones prevalecientes del tránsito y del estado del tiempo en el momento de llevar a cabo el estudio, lo mismo que permiten obtener la distribución de velocidades por grupos de usuarios.

Las características de la velocidad de punto tienen las siguientes aplicaciones

- Tendencia de velocidades
- Lugares con problemas de velocidad
- Planeación de la operación del tránsito, regulación y control
- Análisis de accidentes
- Estudios de antes y después
- Proyecto geométrico
- Estudios de investigación

El método más usado es el uso del cronómetro, el cual sobre una distancia determinada, marcadas, se mide los tiempos que tardan los vehículos en recorrerla. Existen también dispositivos para medir las velocidades de punto, entre los cuales se puede mencionar el radar. Este instrumento es el más empleado actualmente, se basa en el principio fundamental de que una onda de radio reflejada por un vehículo en movimiento experimenta una variación en su frecuencia que es función de la velocidad del vehículo, lo que se conoce como efecto Doppler. Además para la medición directa de las velocidades de punto, se dispone de procedimientos tales como: las técnicas infrarrojas y de láser, los detectores de paso de ruedas temporales (mangueras, tubos de caucho y cintas de contacto), los detectores de lazo inductivo y las técnicas fílmicas de video con reloj integrado.

La estadística descriptiva y la inferencia estadística deben ser utilizadas en el análisis de los datos de velocidad de punto, debido a la incertidumbre que existe en la caracterización de la población, a partir de variables basadas en una muestra y debido a que no todos los vehículos en la corriente de tránsito viajan a la misma velocidad, si no que por el contrario siguen una distribución de velocidades dentro de un amplio intervalo de comparación.

### II.9.3 Aforo vehicular

En ingeniería de tránsito, la medición básica más importante es el conteo o aforo, ya sea de vehículos, ciclistas, pasajeros y/o peatones.

Los conteos se realizan para obtener estimaciones de:

- **Volumen.** Es el número de vehículos (o personas) que pasan por un punto durante un tiempo específico.
- **Tasa de flujo.** Es la frecuencia a la cual pasan los vehículos (o personas) durante un tiempo específico menor a una hora, expresada como una tasa horaria equivalente.
- **Demanda.** Es el número de vehículos (o personas) que desean viajar y pasan por un punto durante un tiempo específico. Donde existe congestión, la demanda es mayor que el volumen actual, ya que algunos viajes se desvían hacia rutas alternas y otros simplemente no se realizan debido a las restricciones del sistema vial.
- **Capacidad.** Es el número máximo de vehículos que pueden pasar por un punto durante un tiempo específico. En un punto, el volumen actual nunca puede ser mayor que su capacidad real, sin embargo, hay situaciones en las que parece que esto ocurre precisamente debido a que la capacidad es estimada calculada mediante algún procedimiento y no observada directamente en campo.

La demanda es una medida del número de vehículos (o personas) *que esperan ser servidos*, distinto de los que *son servidos* (volumen) y de los que *pueden ser servidos* (capacidad).

#### II.9.3.1 Volumen de tránsito promedio diario

Se define el volumen de tránsito promedio (TDP), como el número total de vehículos que pasan durante un periodo dado (en días completos) igual o menor a un año y mayor que un día, dividido por el número de días del período. De manera general se expresa como:

$$TPD = \frac{N}{1 \text{ día} < T \leq 1 \text{ año}} \quad (\text{Ec. 2.6})$$

Donde:

“N” representa el número de vehículos que pasan durante “T” días. De acuerdo al número de días del período, se presentan los siguientes volúmenes de tránsito promedio diario, dados en vehículos por día.

Para conocer como incrementa el volumen vehicular a medida que transcurren los años, se necesita el volumen de tránsito promedio anual, esto con el fin de proyectar el parador de servicios para futuras modificaciones o ampliaciones en el caso que aumente la demanda en el parador de servicios, o en caso contrario disminuya. El uso en general que se le da a los volúmenes de tránsito vehicular son de manera general, los datos utilizados en planeación, proyecto, ingeniería de tránsito, seguridad investigación o usos comerciales

### ***II.9.3.2 Volúmenes de tránsito horarios***

Con base en la hora seleccionada, se definen los siguientes volúmenes de tránsito horarios, dados en vehículos por hora:

#### **Volumen horario máximo anual (VHMA)**

Es el máximo volumen horario que ocurre en un punto o sección de un carril o de una calzada durante un año determinado. En otras palabras, es la hora de mayor volumen de las 8 760 horas del año (Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 2007).

#### **Volumen horario de máxima demanda (VHMD)**

Es el máximo número de vehículos que pasan por un punto o sección de un carril o de una calzada durante 60 minutos consecutivos. Es el representativo de los períodos de máxima demanda que se pueden presentar durante un día en particular (Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 2007).

#### **Volumen horario de proyecto (VHP)**

Es el volumen de tránsito horario de base para determinar las características geométricas de la vialidad. Fundamentalmente se proyecta con un volumen horario pronosticado. No se trata de considerar el máximo número de vehículos por hora que se puede presentar en un año, ya que exigiría inversiones demasiado cuantiosas, sino un volumen horario que se pueda presentar un número máximo de veces en el año, previa convención al respecto (Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 2007).

### ***II.9.3.3 Estudios de volúmenes de tránsito***

Los estudios sobre volúmenes de tránsito son realizados con el propósito de obtener información relacionada con el movimiento de vehículos y/o personas sobre puntos o secciones específicas dentro de un sistema vial. Dichos datos se expresan con relación al tiempo, y de su conocimiento se hace posible el desarrollo de metodologías que permiten estimar de manera razonable, la calidad del servicio que el sistema presta a los usuarios.



Los datos de volúmenes de tránsito son expresados con respecto al tiempo, y de su conocimiento se hace posible el desarrollo de estimativos razonables de la calidad de los servicios prestados a los usuarios. Igualmente se define como la cantidad de vehículos total, que pasan un lapso de tiempo determinado

### **Volúmenes de tránsito futuros**

Una guía para determinar el volumen horario de proyecto, VHP, es precisamente una curva que indique la variación horaria de volúmenes de tránsito durante el año.

Para obtener una estimación de los volúmenes de tránsito futuro, sobre todo en carreteras, donde se cuenta con datos de las series históricas de los volúmenes de tránsito promedio diario, TDPS, se usan las regresiones lineales y curvilíneas, tipos línea recta, exponencial, potencial y logarítmica.

### **Variación del volumen de tránsito en hora de máxima demanda**

Es importante conocer la variación de volumen de tránsito dentro de las horas de máxima demanda para poder realizar una planeación de los controles del tránsito para los periodos durante el día, tomando en cuenta que entre los estados de Morelos y Distrito Federal, se tienen muchas variaciones, debido por ejemplo a la gran cantidad de personas que trabajan en un estado, viven en otro y se ven en la necesidad de viajar a ciertas horas del día.

Un volumen de máxima demanda, a menos que se tenga una distribución uniforme, presenta variaciones horarias con respecto al flujo vehicular.

## **II.9.4 Demanda**

Según el *Highway Capacity Manual Fourth edition cover* (HCM 2000), la demanda es la principal medida de la cantidad de tráfico que utiliza una instalación determinada.

La demanda se refiere a los vehículos que llegan, volumen se refiere a vehículos de descarga. Si no hay cola, la demanda es equivalente al volumen del tráfico en un punto dado en la calzada. El término volumen se utiliza generalmente para las condiciones de funcionamiento por debajo del umbral de la capacidad.

La demanda de tráfico varía por mes del año, día de la semana, hora del día, e intervalos de tiempo sub-horarios. Estas variaciones son importantes si se pretende que las carreteras soporten eficazmente los picos de demanda sin que se produzca su colapso. La fluctuación estacional de la demanda de tráfico de una carretera refleja la actividad social y económica de la zona servida por dicha carretera.

### **II.9.4.1 Generación de viajes del ITE**

El Manual de Generación de Viajes (Trip Generation Manual) del ITE<sup>10</sup>, ha recopilado datos sobre los hábitos de transporte, estableciendo algunas relaciones entre el número de viajes y el uso de suelo asignado a la zona de servicios en estudios, así como que impacto se tendrá. Este manual es una necesidad para los profesionales del transporte que llevan a cabo los estudios de impacto del sitio, así como determinar los patrones de circulación en el lugar, la realización de estudios de

---

<sup>10</sup> Institute of Transportation Engineers, 9<sup>th</sup> edition

gestión de accesos, la determinación de la coordinación de semáforos, y la realización de evaluaciones ambientales.

Para el proyecto se escogió, por medio del Manual de Generación de Viajes del ITE, el uso de suelo “Truck Stop” clave 950 (uso de suelo con mayor similitud con respecto a los paradores de servicio en México).

Los “Truck Stop” son sitios localizados sobre o cerca de las carreteras principales y proveen carga de combustible, comida y otros servicios para los usuarios y conductores de camiones. Estos espacios contienen típicamente tiendas de conveniencias, duchas, restaurantes y plazas de estacionamiento de camiones en el sitio, estaciones de gasolina (uso de suelo 944) y estación de gasolina con tienda de conveniencia (uso de suelo 945).

Para ayudar al análisis futuro de este tipo de uso de suelo es importante contabilizar el número de bombas de gasolina y diesel en el sitio de estudio.

Las variables involucradas son: "X" (representa la variable independiente) medida por cada 1000 pies cuadrados que se tengan como área para el proyecto en estudio, en el cual gráficamente se obtiene el promedio de generación de viajes “T” (representa la variable dependiente), se obtiene además la tasa de generación promedio y el porcentaje de distribución direccional de vehículos con respecto de los que entran y salen del sitio obtenidos por estudios realizados en una hora pico en un día de la semana.

La línea de tendencia genera una ecuación que no es dada en todos los casos debido a la mínima cantidad de estudios realizados, es así que se utiliza la tasa promedio de viajes generados por cada 1000 pies cuadrados. En la figura 2.10 (obtenida directamente del Manual de Generación de Viajes del ITE) se muestra la tendencia de generación de viajes obtenida mediante estudios previos realizados por el ITE.

Según el reporte 758 del *National Cooperative Highway Research Program*, los viajes vehiculares estimados son importantes entradas para muchos análisis y procesos de toma de decisiones. Asimismo, los pequeños cambios en estas estimaciones pueden tener impactos significativos en donde la generación de viajes es un asunto fundamental para la planeación de un desarrollo y de la planeación urbana en general.

Los resultados de la generación de viajes son comúnmente usados en muchos análisis de capacidad, incluyendo aquellos que:

- Informan a los que toman decisiones en los impactos o beneficios del desarrollo a través de declaraciones o informes de impacto ambiental obligatorios
- Determina o evalúa mejoras en la inversión de capital a corto o largo plazo
- Identifica el impacto de tráfico y las medidas de mitigación requeridas
- Determina las necesidades de los accesos en sitios vehiculares y mejoras del sitio
- Evalúa las tarifas de impacto para costear mejoras en la infraestructura existente en nuevos desarrollos.

Existe cada vez más la preocupación de que las mitigaciones requeridas puedan resultar en consecuencias no deseadas tales como que afecta negativamente a la capacidad de las personas para caminar, andar en bicicleta, o afectan negativamente a las oportunidades de los modos “no motorizados”. En el caso del ITE, en el Manual de Generación de Viajes, gran parte de los datos han sido recogidos principalmente de un solo uso desarrollo suburbano que carece de tránsito y que son ya sea de difícil acceso a pie o en andar en bicicleta o se encuentran en áreas donde estos modos

no son ampliamente utilizados. El reconocimiento de este sesgo de datos ha dado lugar a una creencia común entre los profesionales que la generación de viajes del ITE sobreestima las tasas de los impactos vehiculares de tráfico para el desarrollo de proyectos, en particular para los de las zonas urbanas servidas por tránsito con buen acceso peatonal y de bicicletas.

#### ***II.9.4.2 Estudios de Origen y destino en México***

Para planear el crecimiento de una red carretera, es necesario conocer la demanda de transporte en la zona. Estos estudios consisten en detener el vehículo que pasan por un punto de la carretera para obtener información de los viajes que realizan, mediante los cuales se obtiene el número y tipos de viajes en un área, incluyendo movimientos de vehículos y pasajeros o carga, de varias zonas de origen a varias zonas de destino. Los métodos para obtener estos son los siguientes:

- Entrevista a un lado del camino
- Tarjetas postales al conductor
- Número de placas de los vehículos en movimiento
- Encuestas domiciliarias

En la figura 2.11 se muestra el formato realizado por la SCT para la aplicación de entrevistas a un lado del camino.

## **II.10 DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRÁNSITO**

Se denominan *Dispositivos para el control de tránsito* a las señales, marcas, semáforos y cualquier otro dispositivo, que se colocan sobre o adyacente a las calles y carreteras por una autoridad pública, para prevenir, regular, y guiar a los usuarios de las mismas. Los dispositivos de control indican a los usuarios las precauciones que deben tener en cuenta, las limitaciones que gobiernan el tramo en circulación y las informaciones estrictamente necesarias, dadas las condiciones específicas de la carretera.

El señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas se integra mediante marcas en el pavimento y en las estructuras adyacentes, tableros con símbolos, pictogramas y leyendas, así como otros elementos, constituyendo un sistema que tiene por objeto delinear las características geométricas de esas vías públicas, denotar todos aquellos elementos estructurales que estén instalados dentro del derecho de vía, prevenir sobre la existencia de algún peligro potencial en el camino y su naturaleza, regular el tránsito señalando la existencia de limitaciones físicas o prohibiciones reglamentarias que restringen su uso, guiar oportunamente a los usuarios a lo largo de sus itinerarios, indicando los nombres y ubicaciones de las poblaciones, los lugares de interés y las distancias en kilómetros, e informando sobre la existencia de servicios o de lugares de interés turístico o recreativo, transmitiéndoles indicaciones relacionadas con su seguridad y con la protección de las vías de comunicación, para regular y canalizar correctamente el tránsito de vehículos y peatones, por lo que con el propósito de facilitar que los usuarios comprendan esas indicaciones, dicho sistema debe ser uniforme en todo el territorio nacional, para disminuir la ocurrencia de accidentes.

# Truck Stop (950)

Average Vehicle Trip Ends vs: 1000 Sq. Feet Gross Floor Area  
 On a: Weekday,  
 Peak Hour of Adjacent Street Traffic,  
 One Hour Between 4 and 6 p.m.

Number of Studies: 3  
 Average 1000 Sq. Feet GFA: 20  
 Directional Distribution: 52% entering, 48% exiting

## Trip Generation per 1000 Sq. Feet Gross Floor Area

Average Rate	Range of Rates	Standard Deviation
13.63	11.60 - 15.75	3.98

## Data Plot and Equation

Caution - Use Carefully - Small Sample Size

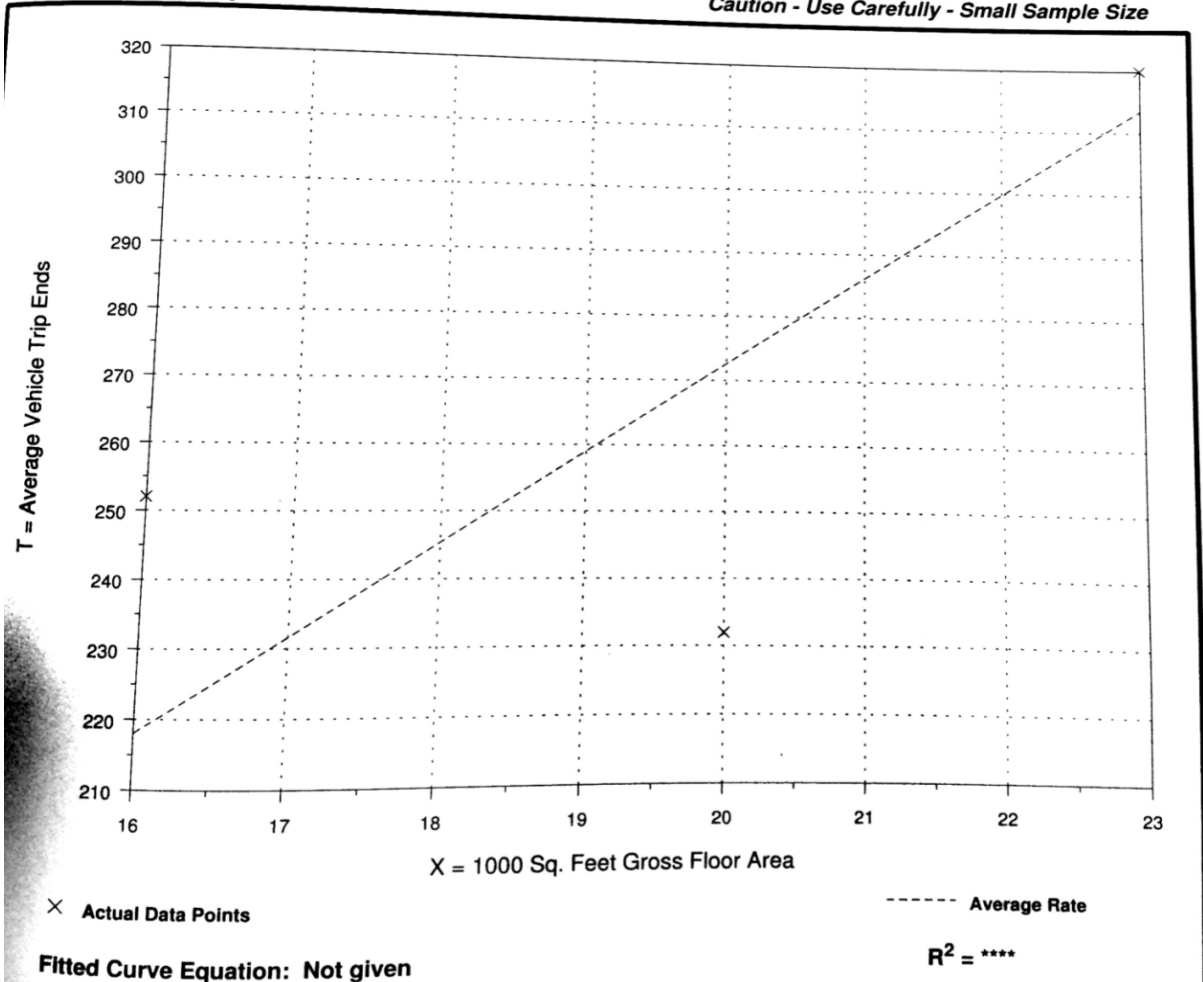


Figura 2.10: Tasa promedio con uso de suelo "Truck Stop"  
 Fuente: Trip Generation Manual, ITE 9<sup>th</sup> Ed.



## **II.10.1 Señalamiento horizontal**

El proyecto consistirá en indicar las marcas en el pavimento necesarias para los diferentes elementos que componen al parador, es decir, accesos y salidas, áreas de circulación interna, estacionamientos, áreas de carga y descarga de combustibles, áreas de carga y descarga de combustibles, estacionamientos de las estaciones ubicadas dentro del parador, etc.

Asimismo según la **NOM-034-SCT2-2011**, las señales horizontales se clasifican en:

- Rayas
- Marcas
- Botones

## **II.10.2 Señalamiento vertical**

El señalamiento vertical consistirá en determinar las señales bajas y elevadas requeridas para orientar a los usuarios del parador acerca de las características físicas y operacionales de las instalaciones.

Las señales verticales se clasifican en:

- Preventivas
- Informativas
- Turísticas y de servicio
- Señales diversas

El proyecto de señalamiento vertical iniciará 5 Km antes de la ubicación del parador, indicando la proximidad de las instalaciones del parador. La ubicación de las señales estará de acuerdo en lo especificado en dicho manual.

El señalamiento que indique proximidad del parador podrá incluir señalamiento de tipo vial así como señales de tipo comercial, basándose en la normativa de la SCT.

Dentro del proyecto de señalamiento vial se deben considerar las señales preventivas, informativas y restrictivas que garanticen el adecuado funcionamiento del parador. Las dimensiones de las señales serán las especificadas en los manuales de señalización antes mencionadas y estarán de acuerdo al tipo de carretera en donde se ubique el parador así como de la velocidad de operación de la misma.

El proyecto de señalamiento deberá iniciar 5 Km antes del parador, indicando la proximidad de las instalaciones del parador.

Podrá contener información vial y comercial donde se muestre a los usuarios los servicios que ofrece el parador, siempre y cuando se respeten los lineamientos establecidos por los manuales de señalamientos de la SCT.

Todas las señales bajas deberán tener una altura libre de 2.5 m entre la parte baja la señal y el nivel del hombro del camino.

Adicionalmente las señales bajas colocadas en poste propio, deberán estar colocados a una distancia mínima lateral de 0.50 m, de la parte externa de la placa de la proyección vertical del hombro del camino.

Las señales tipo bandera deben estar colocadas a una altura libre de 6 m, con respecto al nivel del pavimento, éstas deben estar colocadas a una distancia lateral de 0.5m, el poste de la señal a la proyección vertical del hombro del camino.

### ***II.10.2.1 Requisitos de un dispositivo de control de tránsito en un parador de servicios***

Cualquier dispositivo para el control de tránsito debe cubrir los siguientes requisitos fundamentales:

- Satisfacer una necesidad
- Llamar la atención
- Transmitir un mensaje simple y claro
- Imponer respecto a los usuarios de las calles y carreteras
- Estar en el lugar apropiado con el fin de dar tiempo para reaccionar.

El señalamiento propiamente del parador, es decir dentro de las instalaciones, deberá contemplar los diferentes elementos que interfieran al parador de servicios, como son los accesos y salidas, las áreas de circulación interna, las áreas de estacionamiento, áreas de carga y descarga, y demás áreas dentro del parador. Estas señales estarán diseñadas en base a las condiciones prevalecientes del tránsito y de las condiciones físicas del tipo de carretera de que se trate.

- De acceso
- Circulación interna
- Señales de estacionamiento
- Señales turísticas y de servicios

### ***II.10.2.2 Señales informativas***

Las señales informativas, SI, son tableros fijados en postes con leyendas, escudos y flechas, que tienen como función guiar al usuario a lo largo de su itinerario por calles, carreteras y autopistas, e informarles sobre nombres y ubicación de poblaciones, lugares de interés, servicios, kilometrajes y ciertas recomendaciones que conviene observar.

Las señales informativas, de acuerdo a la información que proporcionan, se clasifican en:

- De identificación (SII)
- De destino (SID)

- De recomendación (SIR) e información general (SIG)
- De servicios y turísticos (SIST), de servicios (SIS) y turísticas (SIT)

### ***II.10.2.3 Señales turísticas y de servicios***

Cuando tienen por objeto informar a los usuarios la existencia de un servicio o de un lugar de interés turístico o recreativo.

Las señales turísticas y de servicios (STS) son tableros con pictogramas y leyendas que tienen por objeto informar a los usuarios la existencia de un servicio o de un lugar de interés turístico o recreativo. Según su propósito, se clasifican en Señales Turísticas (SIT) y Señales de Servicios (SIS). Son señales bajas solas o en conjuntos modulares, que se fijan en postes y marcos. Las señales informativas se dispondrán en un arreglo modular a un kilómetro de distancia antes de llegar al parador.

La forma del tablero será un cuadrado. Podrá llevar un tablero adicional rectangular donde se indica la dirección o la distancia del sitio. El color de fondo tanto del tablero de las señales como del tablero adicional será azul reflejante con pictogramas, símbolos, letras, flechas y filetes en blanco reflejante. Se colocarán en el lugar donde existe servicio y a un kilómetro del mismo. Cuando se estime conveniente, estas señales podrán colocarse a la salida de las poblaciones para indicar la distancia a la que se encuentra el o los servicios más próximos indicados en la señal.

### ***II.10.2.4 Señales preventivas***

Cuando tienen por objeto prevenir al usuario sobre la existencia de algún peligro potencial en el camino y su naturaleza.

Las señales preventivas, identificadas con la clave SP, son tableros con símbolos y leyendas, que tienen como función dar al usuario un aviso anticipado para prevenirlo de la existencia, sobre o a un lado de la calle o carretera, de un peligro potencial y su naturaleza. Así se cumple con la regla de oro del tránsito que dice: “*que no deben de existir cambios bruscos*”. La señal por sí misma debe provocar que el conductor adopte medidas de precaución, y llamar su atención hacia una reducción de su velocidad o efectuar una maniobra con el interés de su propia seguridad o la de otro vehículo o peatón.

Las señales preventivas deberán instalarse siempre que una investigación o estudio de tránsito indique que existe una condición de peligro potencial. Las características que pueden justificar el uso de señales preventivas, son las siguientes:

- Cambios en el alineamiento horizontal y vertical por la presencia de curvas
- Presencia de intersecciones con carreteras o calles, y pasos a nivel con vías de ferrocarril
- Reducción o aumento del número de carriles y cambios de anchura del pavimento
- Pendientes peligrosas



- Proximidad de un cruce donde existe un semáforo o donde se debe hacer un alto
- Pasos peatonales y cruces escolares
- Condiciones deficientes en la superficie de la carretera o calle, como presencia de huecos y protuberancias
- Presencia de derrumbes, grava suelta, etc.
- Aviso anticipado de dispositivos de control por obras de construcción

#### ***II.10.2.5 Señales restrictivas***

Cuando tienen por objeto regular el tránsito indicando al usuario la existencia de limitaciones físicas o prohibiciones reglamentarias que restringen el uso de la vialidad.

Las señales restrictivas, identificadas con la clave SR, son tableros con símbolos y/o leyendas, que tienen como función expresar en la calle o carretera alguna fase del Reglamento del Tránsito, para su cumplimiento por parte del usuario. En general, tienden a restringir algún movimiento del mismo, recordándole la existencia de alguna prohibición o limitación reglamentada. Infringir las indicaciones de una señal restrictiva acarreará las sanciones previstas por las autoridades de tránsito.

Las señales restrictivas de acuerdo a su uso se clasifican en los siguientes grupos:

- De derecho de paso o de vía
- De inspección
- De velocidad
- De circulación o de dirección
- De mandato por restricciones y prohibiciones
- De estacionamiento

#### ***II.10.2.6 Señales diversas***

Cuando tienen por objeto encauzar y prevenir a los usuarios de las carreteras y vialidades urbanas, pudiendo ser dispositivos diversos que tienen como propósito indicar la existencia de objetos dentro del derecho de vía y bifurcaciones en la carretera o vialidad urbana, delinear sus características geométricas, así como advertir sobre la existencia de curvas cerradas, entre otras funciones.

Identificadas con la clave OD, son dispositivos que se colocan dentro de una calle o carretera o en sus inmediaciones para protección, encauzamiento y prevención de conductores de vehículos y peatones.

De acuerdo a su función, se clasifican en:

- Indicadores de obstáculos
- Indicadores de alineamiento
- Reglas y tubos guía para vados
- Indicadores de curvas peligrosas
- Señales de mensaje cambiabile

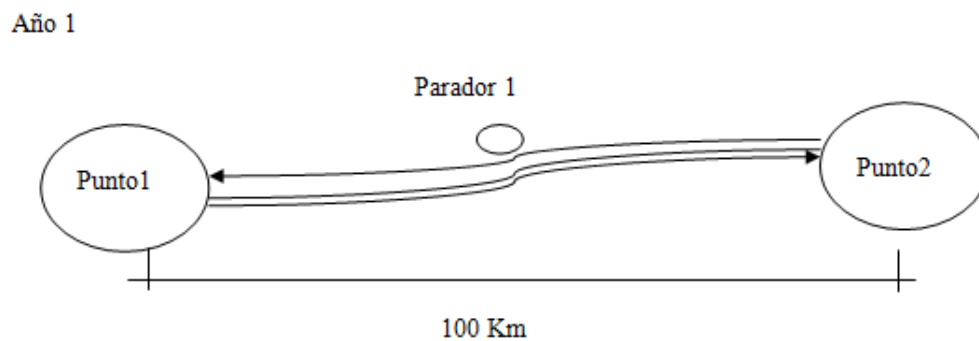
## II.11 CRITERIOS PARA DEFINIR LA DISTANCIA ENTRE PARADORES

### II.11.1 Criterios generales

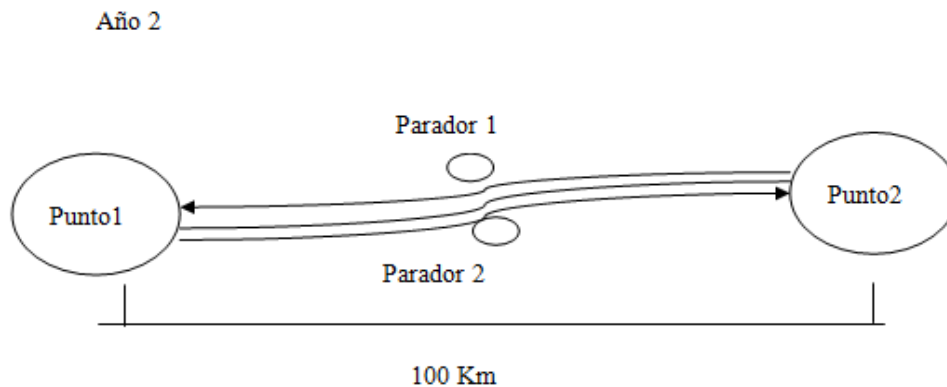
El esquema general de planeación contempla una red nacional de paradores a lo largo de toda la Republica Mexicana. Estarán ubicados equidistantemente, entre las ciudades y centros turísticos. Asimismo, podrán estar a la entrada de ciudades chicas y pueblos que carezcan de infraestructura de apoyo para el turismo carretero.

### II.11.2 Espaciamiento

La distancia mínima recomendable para que el conductor descanse, coma y cargue gasolina será el equivalente a una hora de manejo o 80 Km entre parador y parador, distancia recomendada por el Transportation Research Board (T.R.B. americano) para áreas de descanso.



**Figura 2.12: Distancia mínima al primer año (elaboración propia)**



**Figura 2.13: Distancia mínima al segundo año (elaboración propia)**

### II.11.3 Atractivo natural

El lugar podrá tener un atractivo natural propio, su vegetación, arbolado en especial, ligeras pendientes, una bonita vista o incluso colindar con un río.

La combinación de ambos factores podrá influir en una mayor densidad de paradores. Esto nos lleva a:

- Una distancia mínima de 50 Km. Entre paradores en una primera etapa y
- Distancia mínima de 25 Km entre paradores en una segunda etapa, siempre y cuando exista un probado éxito de los paradores contiguos ya existentes

Para el primer y segundo año se ilustra el crecimiento que se espera, con respecto a la instalación de paradores de servicios, en un tramo carretero con una longitud de 100 Km entre una ciudad y otra (figuras 2.12 y 2.13).

## II.12 CRITERIOS BÁSICOS PARA DEFINIR LA OFERTA DE SERVICIOS DE UN PARADOR

La necesidad de contar con un parador va siempre en relación directa con el aforo de vehículos. Es así que todos los conductores y sus vehículos requerirán determinado servicio en un momento específico. A mayor número de vehículos y pasajeros, mayores posibilidades de que utilicen el parador. Existen otros factores adicionales que influirán en su uso. Estos son, incluyendo aforos:

- **Aforo de vehículos.** Relación directamente proporcional, a mayor número de vehículos, más clientes.
- **Longitud de la carretera o autopista.** Relación directamente proporcional, porcentaje de clientela creciente.
- **Ubicación de otras gasolineras o restaurantes en las áreas de influencia.** Relación inversamente proporcional, porcentaje variable según la calidad de los otros servicios.

- **Temporada del año.** Épocas de vacaciones, porcentaje mayor al promedio.
- **Localización de destinos turísticos.** Épocas de vacaciones, porcentaje mayor al promedio

Se debe también revisar el nivel de servicio de la autopista, de acuerdo a lo que establece el Manual de Proyecto Geométrico, usando el tránsito horario máximo contra tránsito sobre la autopista

El primer criterio que debe revisarse es la longitud de la carretera. No se considera conveniente instalar un parador en autopistas que se recorran en menos de media hora (50 Km de longitud) a menos que los servicios que existan en los extremos sean deficientes o no existan.

En autopistas con recorridos no mayores de una hora (80 Km de longitud) solo habrá cabida para un parador a la mitad del camino y solo con aforos muy altos se podrán justificar de 1 a 2 paradores más.

Es recomendable construir primero el parador de un solo lado de la autopista y posteriormente, de acuerdo al éxito primero, construir su mancuerna del lado contrario.

## **CAPÍTULO III. ÁREA DE ESTUDIO Y PROYECTO CONCEPTUAL**

### **III.1 INTRODUCCIÓN**

Este capítulo tiene la finalidad de realizar el diseño conceptual de un parador de servicios en el sentido dos<sup>11</sup> de la carretera de cuota México-Cuernavaca Km 49+340, con base en el *Manual para la Ubicación y Proyecto Geométrico de Paradores* expedido en 1996 por la SCT.

Se realiza también una breve calificación del único parador existente en el sentido uno de esta carretera<sup>12</sup> km 49+140, con el fin de evaluar la condición en la que opera dicho parador, con el fin de estimar los viajes que se generarán en el nuevo parador y que impacto se tendrá en el nivel de servicio en la carretera.

### **III.2 POBLACIONES CERCANAS A LA ZONA DE ESTUDIO**

La ubicación del parador de servicios está determinada en función de las poblaciones que se encuentran inmediatas a la carretera o autopista. Este parador de servicios se ubicará equidistamente entre dos ciudades: Cuernavaca, perteneciente al estado de Morelos, y el Distrito Federal. Estas dos ciudades se ubican a aproximadamente a 113.3 Km de distancia entre una y otra, distancia en la que debería existir un parador de servicios, por lo menos, para que los usuarios de la carretera puedan descansar, comer y cargar gasolina en el transcurso de su viaje. Entre estas importantes ciudades se localizan algunos poblados pequeños, el más cercano al parador de servicio es “Tres Marías” (municipio de Huitzilac) en el estado de Morelos.

Además se debe tomar en cuenta, para la operación del parador, el personal apto que pueda laborar en el mismo con el fin de generar empleos en la zona. Es importante observar el tamaño de cada población y sus características socioeconómicas, a fin de determinar la posibilidad real de empleo de las personas que vivan ahí para ser considerados como personal operativo del parador.

Por otro lado, se consideraron, para la ubicación de este parador de servicios, las condiciones climatológicas que pudieran afectar la operación del mismo, así como el tipo de vehículos que transitan en su mayoría a lo largo de esta carretera, el turismo y la geometría de la zona, ya que el parador debe ubicarse en donde se pueda evitar accidentes automovilísticos.

Gracias a la calificación de los servicios realizados por la SCT en esta, se confirma la carencia de servicios en la zona de estudios carretera (se incluye un plano con la calificación de los servicios ofrecidos en el anexo, plano A).

---

<sup>11</sup> Sentido del tránsito donde decrece el cadenamamiento. Para este caso, el cadenamamiento decrece desde Cuernavaca hacia la Ciudad de México.

<sup>12</sup> Sentido del tránsito donde crece el cadenamamiento. Para este caso, el cadenamamiento crece desde Ciudad de México hacia Cuernavaca.

### III.2.1 Morelos

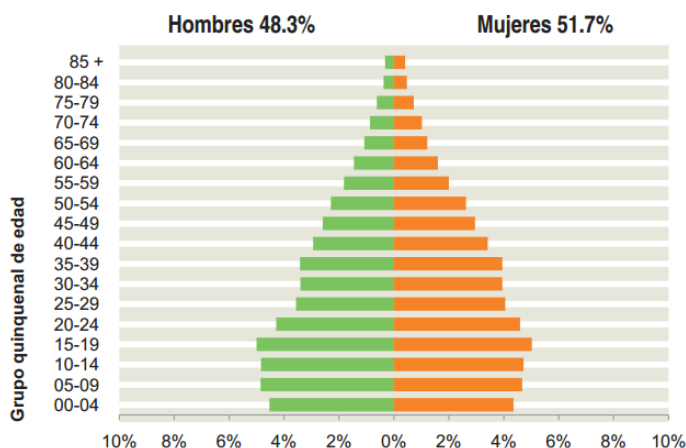
La zona de estudio, donde se desarrolla el parador de servicios conceptual, se ubica en el estado de Morelos cerca del poblado de Tres Marías (municipio de Huitzilac) y de la ciudad de Cuernavaca.

El Estado de Morelos se localiza en la zona central de la República Mexicana, colinda al norte con el estado de México y el Distrito Federal, al sur con Puebla y Guerrero, al oeste con Guerrero y el estado de México; la superficie del territorio de la entidad es de 4,892 km<sup>2</sup> y se divide en 33 municipios. A pesar de su porcentaje territorial del 0.2% es uno de los tres estados de la República Mexicana con mayor nivel de concentración de población después del Distrito Federal y el Estado de México (INEGI 2014).

El 11% de la superficie del estado está representado por el clima templado húmedo, localizado en la parte norte del estado, el 2% está representado por clima templado subhúmedo, el cual se localiza hacia la parte noreste y también se presenta una pequeña zona con clima frío. La temperatura media anual del estado es de 21.5°C, la temperatura mínima promedio es de 10°C que se presenta en el mes de enero y la máxima promedio es alrededor de 32°C se presenta en los meses de abril y mayo. Las lluvias se presentan durante el verano en los meses de junio a septiembre, la precipitación media del estado es alrededor de 900 mm anuales (INEGI, 2014).

El estado de Morelos es un mosaico de riquezas naturales, históricas y culturales, que lo convierten en una región “multidestino”. Su potencialidad radica en zonas arqueológicas, monumentos nacionales, parques nacionales, ecosistemas y biodiversidad, infraestructura, artesanías, música y folklore. Según estimaciones, a nivel nacional se calcula que la región central del país (México, Hidalgo, Tlaxcala, Querétaro, Puebla, el Distrito Federal y Morelos) contribuye con el 29% del total de la planta de empleo de la rama 63, alrededor de 190 mil empleos directos y de 114 mil indirectos. Asimismo, en el 2012, el estado de Morelos contribuyó con el 9% de la afluencia turística nacional (SECTUR del estado de Morelos, 2012).

En Morelos viven 1 777 227 personas, se tiene una relación hombres-mujeres de: 94 hombres por cada 100 mujeres. La mitad de la población tiene 26 años o menos y por cada 100 personas en edad productiva (15 a 64 años) hay 54 en edad de dependencia (menores de 15 años o mayores de 64 años).



**Figura 3.1: Relación hombres-mujeres**  
**Fuente: Panorama sociodemográfico de Morelos, INEGI 2011**

Morelos tiene una densidad de población 364.3 hab./km<sup>2</sup> y un total de 33 municipios. De estos, los más poblados son: Cuernavaca con 365 168 habitantes, Jiutepec con 196 953 habitantes y Cuautla con 175 207 habitantes (INEGI 2011).

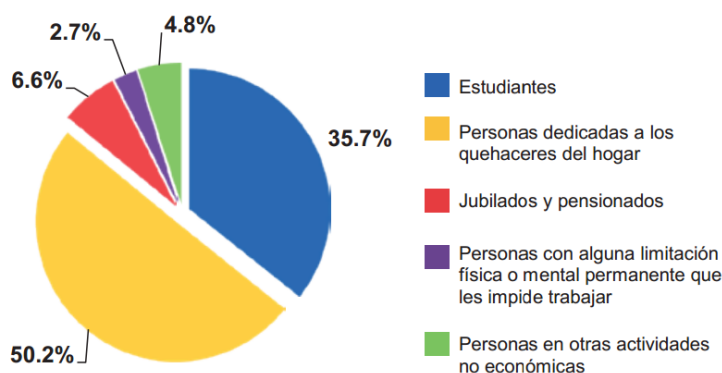


**Figura 3.2: Distribución territorial del estado de Morelos**  
**Fuente: Panorama sociodemográfico de Morelos, INEGI 2011**

### Economía y vivienda en Morelos

Hay un total de 468 930 viviendas particulares habitadas en Morelos, con un promedio de 3.8 ocupantes por vivienda. Del total de viviendas, un 7.2% corresponde a viviendas con piso de tierra (de cada 100 viviendas, 7 tienen piso de tierra).

En cuanto a la población económicamente activa de Morelos, de cada 100 personas de 12 años y más, 55 participan en las actividades económicas; de cada 100 de estas personas, 95 tienen alguna ocupación.



**Figura 3.3: Distribución de la población de 12 años y más NO económicamente activa en Morelos según tipo de actividad**  
**Fuente: Panorama sociodemográfico de Morelos, INEGI 2011**

### III.2.1.1 Cuernavaca

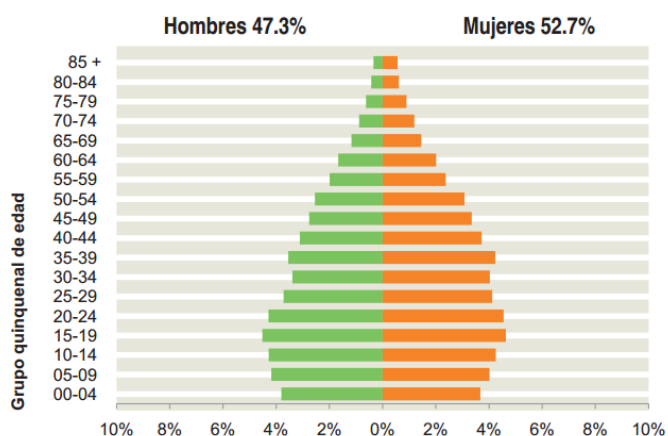
#### Ubicación de Cuernavaca

Cuernavaca se ubica en el municipio “Cuernavaca” en el estado de Morelos, en las coordenadas geográficas: latitud 18.918611 y longitud -99.234167, a una mediana altura de 1510 metros sobre el nivel del mar (msnm) (INEGI, 2014).

#### Población de Cuernavaca

En Cuernavaca viven 365 168 personas (representa el 20.5% de la población de la entidad), la relación hombres-mujeres es de 90 hombres por cada 100 mujeres. La edad mediana es de 29 años (la mitad de la población tiene 29 años o menos).

Asimismo, por cada 100 personas en edad productiva (15 a 64 años), hay 48 en edad de dependencia (menores de 15 años o mayores de 64 años).



**Figura 3.4: Relación hombres-mujeres**

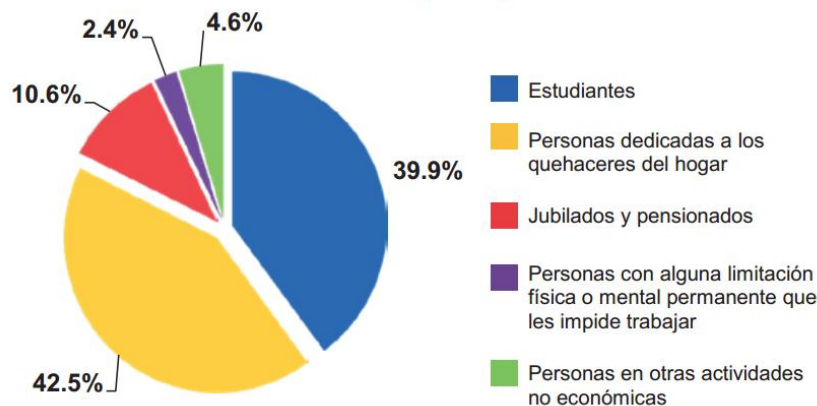
**Fuente: Panorama sociodemográfico de Cuernavaca, INEGI 2011**

#### Economía y vivienda en el municipio de Cuernavaca

Hay un total de 102 961 viviendas particulares habitadas, donde el promedio de ocupantes por vivienda es de 3.6. Un 2.1% del total de viviendas posee piso de tierra.

En cuanto a la población económicamente activa, se registró en el 2010 que de cada 100 personas de 12 años y más, 58 participan en las actividades económicas, asimismo de cada 100 de estas personas, 96 tienen alguna ocupación. Por otro lado, de cada 100 personas de 12 años y más, 42 NO participan en las actividades económicas (figura 3.5).





**Figura 3.5: Distribución de la población de 12 años y más NO económicamente activa en Cuernavaca según tipo de actividad**

**Fuente: Panorama sociodemográfico de Cuernavaca, INEGI 2011**

### *III.2.1.2 Tres Marías*

#### **Ubicación de Tres Marías**

El poblado de Tres Marías se ubica en el municipio Huitzilac, estado de Morelos, en las coordenadas geográficas latitud 19.054167 y longitud -99.241667 a una mediana altura de 2805 metros sobre el nivel del mar (msnm).

#### **III.2.2 Distrito Federal**

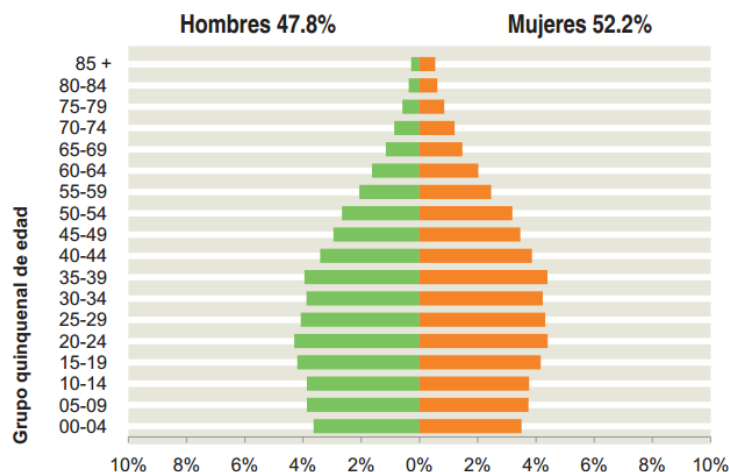
El Distrito Federal se localiza en las coordenadas geográficas: Al norte 19°36´, Al Sur 19°03´ de latitud norte; Al Este 98°57´, Al Oeste 99°22´ de Longitud Oeste. Esta entidad colinda al Norte Este y Oeste con el estado de México y al Sur con el estado de Morelos.

#### **Población de Distrito Federal**

La población total del Distrito Federal es de 8 851 080 (representa el 7.9% de la población nacional). Por cada 100 mujeres hay 92 hombres, asimismo la mitad de la población tiene 31 años o menos.

Por cada 100 personas en edad productiva (15 a 64 años) hay 44 en edad de dependencia (menores de 15 años o mayores de 64 años).

El Distrito Federal posee una densidad de población 5 920.5 hab./km<sup>2</sup>, con un total de 16 delegaciones, en donde las más pobladas son: Iztapalapa, Gustavo A. Madero y Álvaro Obregón, con 1 815 786, 1 185 772 y 727 034 habitantes respectivamente.

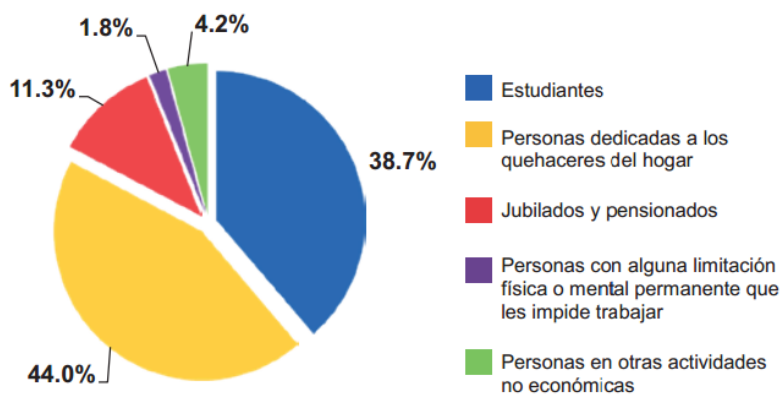


**Figura 3.6: Relación hombres-mujeres**  
**Fuente: Panorama sociodemográfico del Distrito Federal, INEGI 2011**

### Economía y vivienda en el Distrito Federal

En el Distrito Federal hay un total de 2 453 031 viviendas particulares habitadas, con un promedio de 3.6 ocupantes por vivienda. Asimismo, del total de viviendas, un 1% posee piso de tierra (de cada 100 viviendas, 1 tiene piso de tierra).

Referente a la población económicamente activa del Distrito Federal, el INEGI registró en el año 2010 que: de cada 100 personas de 12 años y más, 57 participan en las actividades económicas, y de cada 100 de estas personas, 95 tienen alguna ocupación. Por otra parte, de cada 100 personas de 12 años y más, 42 NO participan en las actividades económicas.



**Figura 3.7: Distribución de la población de 12 años y más NO económicamente activa en el Distrito Federal según tipo de actividad**  
**Fuente: Panorama sociodemográfico del Distrito Federal, INEGI 2011**

### III.3 LOCALIZACIÓN DEL PREDIO PROPUESTO

Se define a la zona de estudio como “Diseño conceptual de un parador de servicios” ubicado en la carretera de cuota México-Cuernavaca Km 49+340, medido desde la frontera del Distrito Federal hasta el parador de servicios en la carretera. Se encuentra al norte del estado de Morelos a 1.9 Km del Distrito Federal.

La región de estudio se localiza en el sentido 2 de la carretera de cuota 95D (carretera México-Cuernavaca cuota), Autopista del Sol. La autopista cuenta con una longitud de 367 km y comunica a la Ciudad de México con el puerto de Acapulco, atravesando como vía rápida las ciudades de Cuernavaca y Chilpancingo.

La zona de estudio se encuentra cercana al poblado de Tres Marías en el estado de Morelos, coordenadas geográficas: 19°05'02.34"N, 99°13'35.65"O.



**Figura 3.8: Planta parador prototipo y parador existente**  
**Fuente: Google Earth**

#### III.3.1 Topografía

La zona de estudio se encuentra en un terreno tipo "plano", cuyo perfil acusa pendientes longitudinales uniformes y generalmente de corta magnitud, con pendiente transversal escasa.

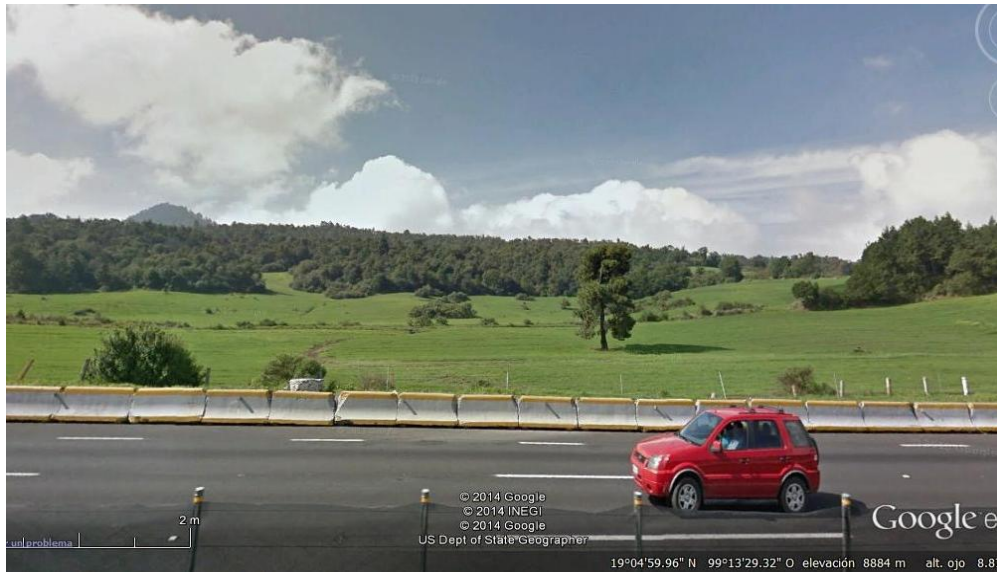
El parador muestra que no existen grandes áreas de corte o terraplén, por lo que no será necesario un gran movimiento de tierra.

No se encontró algún tipo de especie vegetal protegida, por lo que no será necesario realizar algún programa de reforestación.

En el sentido 1 de la carretera existe un parador en funcionamiento, por lo que existen líneas de CFE para la conexión eléctrica.

### III.3.2 Uso de suelo de la zona de estudio

El uso de suelo que se encontró en el área de estudio fue mayormente de área verde y espacios abiertos. No se presenta un gran impacto ambiental en la zona.



**Figura 3.9: Uso de suelo en la zona de estudio**  
**Fuente: Google Earth**

### III.4 INVENTARIO DE DATOS FÍSICOS EN EL PARADOR EXISTENTE

Al hacer el recorrido por la México-Cuernavaca en busca de algún área propicia para la ubicación del parador prototipo, se encontró que en el sentido dos no existe algún área de descanso o parador de servicios, pero si en el sentido uno.

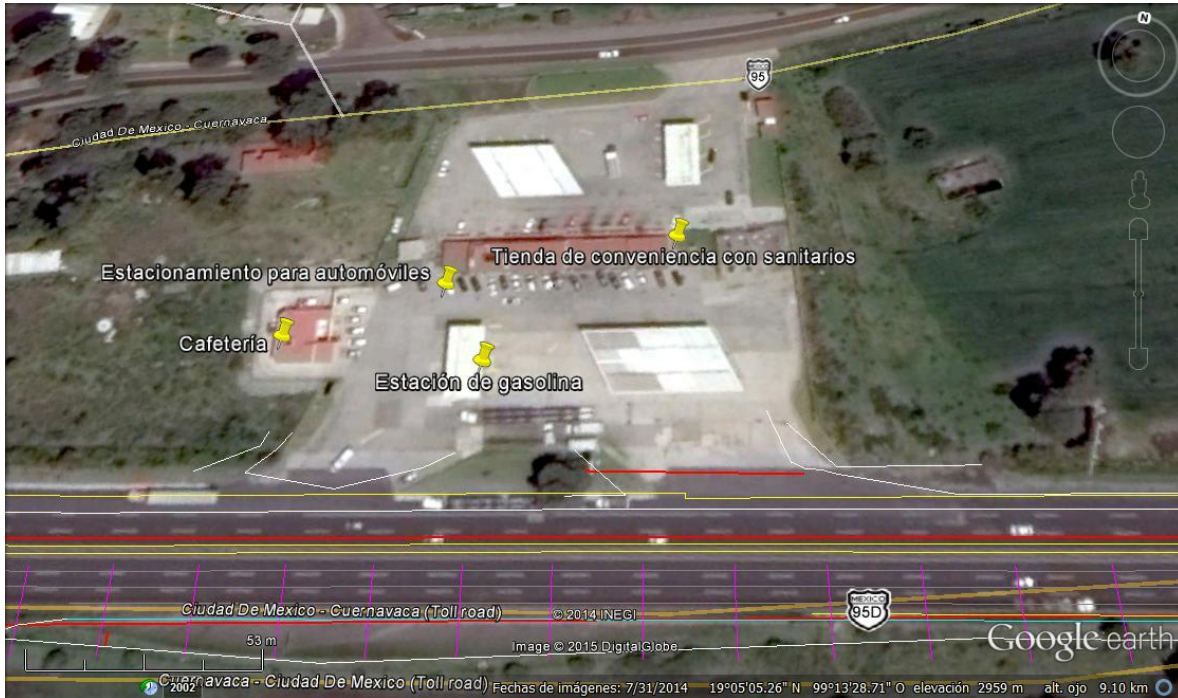
Esta recopilación tiene por objeto hacer un inventario físico de la infraestructura existente en el parador ubicado en el sentido 1 con el fin de evaluar las condiciones en las que dicho parador se encuentra.

El parador de servicios actual se define como un parador tipo mancuerna (figura 2.2), ubicado en la carretera 95 (libre) y 95 D (cuota), carretera México- Cuernavaca. Situado en las coordenadas 19°05'04.2''N, 99°13'29''O, y representa el único parador de servicios en dicha carretera. Actualmente en el parador de servicios mencionado, se prestan los siguientes servicios (figura 3.10):

- Estación de servicio de combustibles dividida en dos partes
- Cafetería



- Tienda de conveniencia con sanitarios
- Estacionamiento para vehículos ligeros



**Figura 3.10: Planta parador de servicios existente en la México-Cuernavaca (cuota)**  
**Fuente: Google Earth**

### III.4.1 Inventario de señalamiento vertical y horizontal

Los dispositivos de control indican a los usuarios las precauciones que deben tener en cuenta, las limitaciones que gobiernan el tramo en circulación y las informaciones estrictamente necesarias, dadas las condiciones específicas de la calle o carretera.

Esta actividad se realizó mediante un recorrido en la zona de estudio identificado la cantidad y estado físico del señalamiento existente con el propósito de evaluar las condiciones en que se encuentra el señalamiento vertical como horizontal en el parador existente.

#### Señalamiento vertical

El señalamiento vertical es casi inexistente en los 5 kilómetros anteriores al acceso del parador:

- **Señales preventivas.** Se registró una señal que indica curva derecha, sin embargo no hay una señal de acceso controlado para el acceso al parador
- **Señales informativas** (Turísticas y de servicio). NO se registraron
- **Señales restrictivas** (para la disminución de velocidad en la entrada al parador). NO se registraron

Dentro del parador tampoco se registró ningún tipo de señalamiento vertical en:

- Accesos y salidas
- Áreas de circulación interna
- Áreas de estacionamiento
- Áreas de carga y descarga

### **Señalamiento horizontal**

**Sí** se registró señalamiento en:

- Accesos y salidas
- Áreas de carga y descarga de combustibles
- Estacionamientos para vehículos ligeros

**No** se registró señalamiento en:

- Carriles de aceleración y desaceleración
- Estacionamiento para autobuses y camiones

Que corresponden a:

- Rayas
- Marcas y/o
- Botines

En el anexo A, sección 1, se muestran las fotografías capturadas el día sábado 31 de mayo, correspondientes a dicho parador de servicios.

### **III.4.2 Inventario de estacionamientos**

Aunque el porcentaje de vehículos ligeros que transitan por esta carretera, es mayor al porcentaje de vehículos de carga, es necesario contemplar estacionamientos para vehículos pesados que se dirigen principalmente al puerto de Acapulco, ya que como se menciono con anterioridad, el 24% de los accidentes vehiculares en México son provocados por la fatiga o falta de sueño.

En la figura 3.13 se muestran el aforo vehicular obtenido Datos Viales (año 2014) con el porcentaje de vehículos que transitan por la carretera en el SC1<sup>13</sup> en el estado de Morelos, estación: Caseta de cobro Tlalpan.

Del parador existente se registraron:

- 12 cajones de estacionamiento para vehículos ligeros en el ala Norte y
- 4 cajones de estacionamiento para vehículos ligeros en el ala Oeste.

Para vehículos pesados no existe un espacio formal de estacionamiento.

En el anexo A, sección 1, se adjuntan las fotografías del parador existente donde se aprecian los cajones de estacionamiento existentes.

---

<sup>13</sup> Sentido de circulación 1. Se refiere al tránsito vehicular desde México hacia Cuernavaca.

### III.5 RECOPIACIÓN DE DATOS OPERACIONALES EN EL PARADOR EXISTENTE

El parador de servicios existente, se usó como modelo para poder identificar los patrones de movilidad que se presentan en el mismo y así poder estimar el comportamiento del nuevo parador de servicios cuantificando las entradas y salidas de vehículos en una hora máxima demanda

El diseño del parador de servicios, está directamente ligado con el volumen vehicular y la demanda en el mismo.

#### III.5.1 Aforo vehicular

Se realizó un aforo vehicular para conocer el flujo vehicular en el parador de servicios actual. Se cuantificaron las entradas y salidas según su clasificación vehicular: tipo A para automóviles, tipo B para autobuses y tipo C para camiones. Además se cuantificaron los vehículos con dirección a Cuernavaca para determinar el volumen horario máximo diario (VHMD) de vehículos.

El estudio se realizó el día sábado 31 de mayo desde las 11:15 am hasta las 12:15 am, en el parador de servicios ubicado en el Kilómetro 49+140 en la carretera de cuota México-Cuernavaca, sentido de circulación 1. Cabe destacar que no se registró ningún percance que pudiera haber dificultado el conteo, sin embargo el día presentaba nubosidad.

Como se observa en la tabla 3.1, el aforo se realizó de forma manual con intervalos de 15 minutos.

**Tabla 3.1 Aforo vehicular en el Km 49+140 sentido de circulación 1**

		11:15-11:30	11:30-11:45	11:45-12:00	12:00-12:15	Σ	Total
<b>a</b> <b>Cuernavaca</b>	<b>Autos</b>	483	533	534	614	<b>2164</b>	<b>2261</b>
	<b>Camiones</b>	11	17	12	7	<b>47</b>	
	<b>Buses</b>	12	11	8	11	<b>42</b>	
	<b>otros</b>	0	6	1	1	<b>8</b>	
<b>Entrada</b>	<b>Autos</b>	47	27	49	46	<b>169</b>	<b>172</b>
	<b>Camiones</b>	1	1	1	0	<b>3</b>	
	<b>Buses</b>	0	0	0	0	<b>0</b>	
	<b>otros</b>	0	0	0	0	<b>0</b>	
<b>Salida</b>	<b>Autos</b>	45	39	28	31	<b>143</b>	<b>145</b>
	<b>Camiones</b>	0	1	1	0	<b>2</b>	
	<b>Buses</b>	0	0	0	0	<b>0</b>	
	<b>otros</b>	0	0	0	0	<b>0</b>	



**Figura 3.11: Flujo vehicular del parador existente**  
**Fuente: Google Earth**

Así es que sumando el total de los vehículos que se dirigieron a Cuernavaca (2261 vehículos) con los que entraron al parador de servicios existente en el sentido uno (172 vehículos), se tiene:

$$2261 + 172 = 2433 \text{ vehículos /hora}$$

De 2433 vehículos que transitan hacia Cuernavaca desde las 11:15- 12:15 am, sólo entran al parador 172 vehículos:

$$\left(\frac{172}{2433}\right) * 100 = 7.1\%$$

Solo el 7.1% de vehículos que transitan por la carretera un día sábado en una hora de máxima demanda, ingresan al parador existente en el sentido uno (desde México a Cuernavaca).

Por otro lado, del libro de “Datos Viales” año 2014 se obtuvo el TDPA (caseta Tlalpan, SC1) y el factor  $k^{14}=0.145$ , se obtuvo un volumen horario máximo de proyecto de:

$$TDPA * k = 16713 \text{ vehículos} * 0.145 = 2423.38 \text{ vehículos/hora}$$

De los cálculos anteriores se resume:

<b>VHMD obtenido del aforo manual:</b>	<b>2433 vehículos/hora</b>
<b>VHMD obtenido de “Datos Viales”:</b>	<b>2423 vehículos/hora</b>

<sup>14</sup> Este factor es útil para determinar el volumen horario de proyecto. Se encuentra en el libro de Datos Viales que publica la SCT cada año.



De lo anterior, el VHMD resulta muy similar uno con otro, por lo que el aforo realizado si es representativo para conocer y evaluar el flujo en el parador existente.

Para verificar que el aforo vehicular se realizó el día sábado 31 de mayo, se anexan fotografías del viaducto Tlalpan, sección 2 del anexo A, a la salida de la Ciudad de México en donde se muestran carriles reversibles. Esta acción se realiza todos los sábados desde las 7:00 am hasta las 15:00 pm debido a la gran demanda en la carretera México-Cuernavaca.

### III.6 ESTUDIO DE VELOCIDAD PARA DISEÑO DE CARRILES ACELERACIÓN-DESACELERACIÓN

Se realizó un estudio de velocidad de punto para determinar la velocidad de operación de los vehículos que transitan por la carretera en el SC2<sup>15</sup>, con fin principal de diseño geométrico. Se utilizó un cronómetro para medir el tiempo de recorrido de los diferentes tipos de vehículos que transitaron en una sección determinada y se obtuvo:

**Tabla 3.2 Velocidades de punto registradas, en Km/h**

Velocidades (Km/h)					
Autos			Buses	Camiones	
60.3	50.3	57.4	76.9	65.6	39.4
56.5	63.8	70.4	60.3	68.7	27.7
56.9	55.1	74.1	76.9	45.0	40.5
59.8	66.8	68.7	49.6	40.3	47.6
59.3	59.5	65.9	44.5	50.1	35.8
56.5	67.7	65.6	61.3	62.1	45.7
48.2	50.6	51.9	59.3	52.5	34.8
43.6	48.7	57.1	79.9	49.1	46.6
49.2	56.2	66.8	76.9	50.3	62.4
49.1	52.1	59.3	55.1	52.7	55.4
65.3	61.9	81.8	49.6	49.1	44.0
47.7	44.7	70.1	51.0	50.3	49.6
45.5	45.3	41.6	47.0	52.7	27.9
54.5	56.5	68.1	67.4	51.9	37.1
59.0	34.0	84.7	47.0	55.4	
43.9	54.3	73.3	43.1	57.8	
62.4	59.5	64.4	79.0	59.5	
57.6	52.5	57.1	61.6	48.4	
55.1	64.7	78.6	70.8	40.6	
64.1	44.0	59.3	40.1	61.1	
53.1	59.3	55.6	52.9	41.5	
58.5	63.5	58.1	44.0	49.1	
79.9	44.5	60.8	59.3	43.2	
71.5	47.4	42.0	76.5	57.8	
71.5	61.1	54.9	45.2	49.9	
75.3	66.8	56.2	45.6	48.6	
74.5	47.4	57.4	68.1	47.4	
		74.9	65.3		

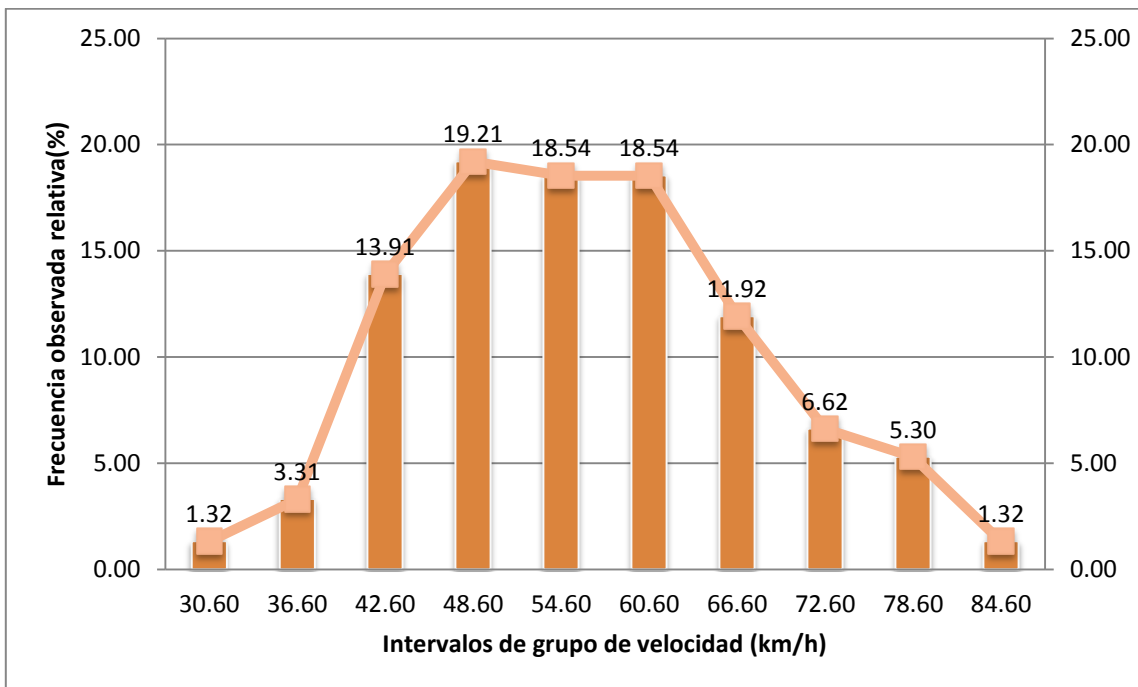
<sup>15</sup> Sentido de circulación 2. Se refiere al tránsito vehicular proveniente desde Cuernavaca a México.

Del estudio de velocidad de punto se resume lo siguiente<sup>16</sup>:

**Tabla 3.3 Distribuciones de frecuencia de velocidad de punto**

Intervalo de clase. Grupos de velocidad (Km/h)	Marca de clase	Frecuencia (fi)	Frecuencia acumulada abs.	Frecuencia relativa %	Frecuencia acumulada rel. %	Vi <sup>2</sup>	fiVi	fiVi <sup>2</sup>	
27.6	33.59	30.60	2	2	1.32	1.32	936.05	61.19	1872.11
33.6	39.59	36.60	5	7	3.31	4.64	1339.19	182.98	6695.97
39.6	45.59	42.60	21	28	13.91	18.54	1814.33	894.50	38101.01
45.6	51.59	48.60	29	57	19.21	37.75	2361.47	1409.26	68482.75
51.6	57.59	54.60	28	85	18.54	56.29	2980.61	1528.66	83457.19
57.60	63.59	60.60	28	113	18.54	74.83	3671.75	1696.66	102809.11
63.6	69.59	66.60	18	131	11.92	86.75	4434.89	1198.71	79828.09
69.6	75.59	72.60	10	141	6.62	93.38	5270.03	725.95	52700.34
75.6	81.59	78.60	8	149	5.30	98.68	6177.17	628.76	49417.39
81.6	87.59	84.60	2	151	1.32	100.00	7156.31	169.19	14312.63
							8495.85	497676.60	

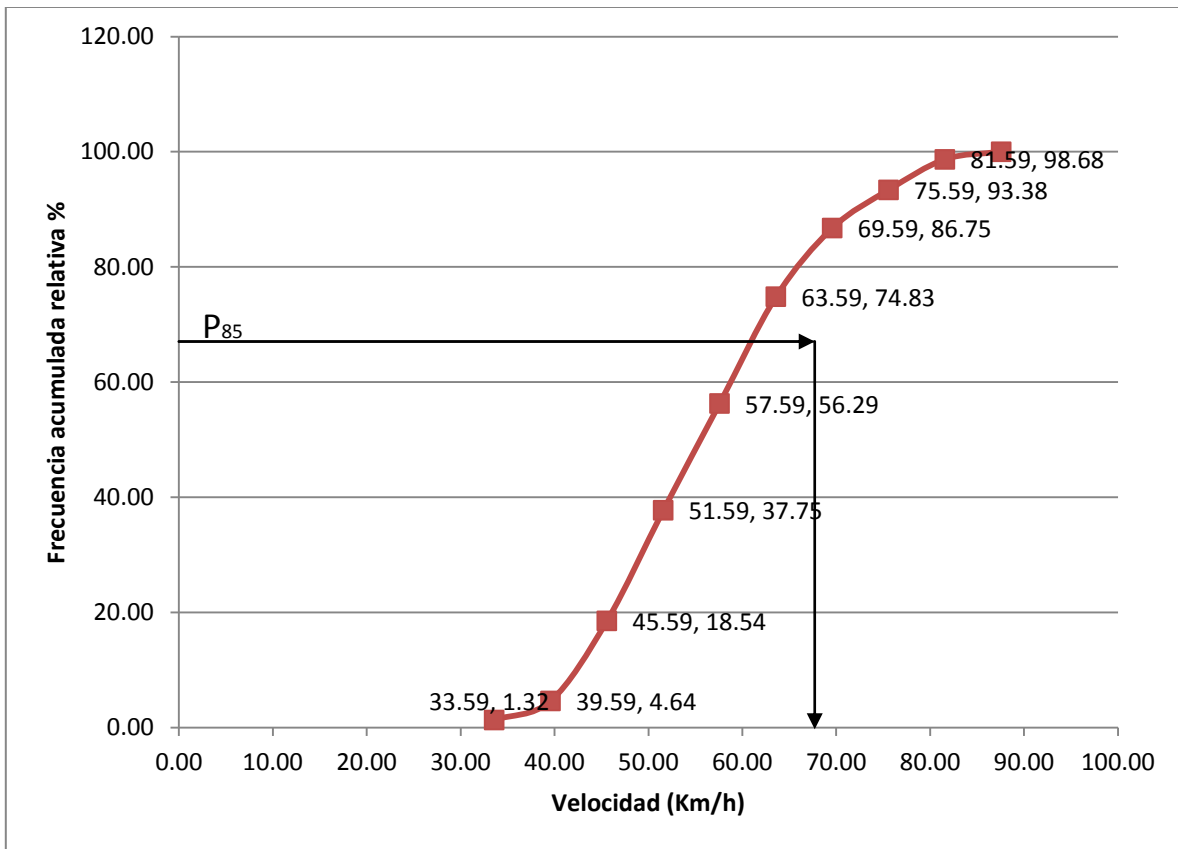
De la tabla 3.3 se obtuvo el histograma y polígono de frecuencias:



**Figura 3.12: Histograma y polígono de frecuencias de velocidad de punto**  
Fuente: Elaboración propia

<sup>16</sup> La metodología se obtuvo del libro “Ingeniería de Tránsito”, Fundamentos y Aplicaciones , Rafael Cal y Mayor R., James Cárdenas R., ed. Alfa Omega, pág 255

Asimismo, de la tabla 3.3 se obtuvo la ojiva de frecuencias relativas acumuladas para conocer los percentiles de velocidades representativos:



**Figura 3.13: Ojiva de frecuencias relativas acumuladas del estudio de velocidad de punto**  
**Fuente: Elaboración propia**

El percentil 85 corresponde a 68 km/h, por lo tanto para fines de diseño se tomará una velocidad de proyecto de 70 km/h (no existe una señal restrictiva de 68 km/h) para el diseño del carril de acceso al parador.

Del histograma de frecuencias se obtuvo una velocidad media de 56 Km/h, la cual se ubica en el percentil 50.

Velocidad media=	56.264 Km/h
Desviación estándar S=	11.45 Km/h

### III.7 ESTUDIO DE TRÁNSITO FUTURO

El conocer el volumen de tránsito y el tipo de vehículos que transitan por la carretera, son necesarios para planear oportunamente las acciones que se necesitan con respecto a la infraestructura carretera, dicha información es básica para estudiar el potencial de captación de tránsito de nuevos tramos, así como para definir sus características geométricas y estructurales. En la red en operación, estos datos son útiles para priorizar las necesidades de mantenimiento y programar su modernización o reconstrucción.

Para conocer el nivel de servicio con el que operará el parador de servicios conceptual en el futuro, se recabó información de antecedentes de estudios de Ingeniería de Tránsito, volúmenes vehiculares, de Datos Viales de la SCT correspondientes al año 2014 que pudieran servirnos para determinar la tasa de crecimiento anual, como es sabido, la SCT Federal publica cada año los resultados de los aforos realizados sobre las principales carreteras de la República Mexicana, en el cual los datos se agrupan por entidad federativa. Cada estado cuenta con un mapa índice, que indica el número que se le asignó a cada carretera para su localización en los listados de información.

Para un análisis adecuado de los datos, se utilizará la siguiente nomenclatura (Datos Viales, SCT 2014):

**Lugar.-** Contiene los nombres de los puntos generadores, como son, ciudades, poblaciones y entronques.

**km.-** Kilómetro del punto generador antes referido.

**Te.-** (Tipo de Estación).- Considerando el sentido en que crece el kilometraje de la carretera, el número “1” indica que el aforo fue efectuado antes del punto generador, el “2” que fue realizado en el punto generador y el “3” que el aforo se llevó a cabo después del punto generador.

**Sc.-** (Sentido de Circulación).- El número “1” indica que los datos corresponden al sentido de circulación en que crece el cadenamiento del camino, el “2” al sentido en que decrece el kilometraje y el “0” a ambos sentidos.

**TDPA.-** Es el tránsito diario promedio anual 2013 registrado en el punto generador.

**Clasificación Vehicular.-** Se refiere a los tipos de vehículos que integran al tránsito, ésta se proporciona en por ciento del TDPA, de acuerdo a la siguiente simbología.

TIPO DE VEHÍCULO	DESCRIPCIÓN
M	Motos
A	Automóviles
B	Autobuses
C2	Camiones Unitarios de 2 ejes.
C3	Camiones Unitarios de 3 ejes.
T3S2	Tractor de 3 ejes con semiremolque de 2 ejes.
T3S3	Tractor de 3 ejes con semiremolque de 3 ejes.
T3S2R4	Tractor de 3 ejes con semiremolque de 2 ejes y remolque de 4 ejes.
Otros	Considera otro tipo de combinaciones de camiones de carga.

**Figura 3.14: Clasificación vehicular**  
**Fuente: SCT, Datos Viales 2014**

**K’.-** Este factor es útil para determinar el volumen horario de proyecto, el dato que, se proporciona es aproximado y se obtuvo a partir de relacionar los volúmenes horarios, más altos registrados en la muestra de aforo semanal y el tránsito diario promedio anual.

**D (Factor Direccional)-.** Este factor se obtuvo de dividir el volumen de tránsito horario en el sentido de circulación más cargado entre el volumen en ambos sentidos a la misma hora.

**Coordenadas.-** Se presentan las coordenadas geográficas del sitio de ubicación del equipo de aforo automático. Adicionalmente, se presentan algunos histogramas de los puntos más representativos de los aforos de muestra semanal que indican la variación en porcentaje de los volúmenes registrados por día de la semana.

Para este caso utilizaremos el Estado de Morelos, carretera México-Cuernavaca (cuota). El parador de servicios propuesto se localizará en las coordenadas 19°05’02.34’’N, 99°13’35.65’’O. en el sentido donde el cadenamamiento decrece, SC2.

El parador propuesto se encuentra cercano al poblado de Tres Marías, sin embargo no se encuentra información, en Datos Viales, de aforos vehiculares para años anteriores al 2012 en Tres Marías, por lo que se optará por utilizar: Caseta de cobro Tlalpan, SC2, latitud 19241966 y longitud 99.148251 (se tiene mayor información). En la figura 3.15 se observa el punto seleccionado.

LUGAR	ESTACION				CLASIFICACION VEHICULAR EN PORCIENTO										COORDENADAS					
	KM	TE	SC	TDPA	M	A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4	OTROS	A	B	C	K	D	LATITUD	LONGITUD
México	0.00																			
T. C. México - Cuernavaca (Libre)	18.65	3	1	24337	1.2	88.8	2.9	2.8	0.6	1.1	1.3	0.9	0.4	90.0	2.9	7.1	0.080	0.507	19.270272	-99.163755
T. C. México - Cuernavaca (Libre)	18.65	3	2	24981	1.2	87.8	3.1	3.2	0.6	1.1	1.5	1.1	0.4	89.0	3.1	7.9	0.096	0.507	19.270246	-99.163759
Caseta de Cobro Tlalpan	23.36	2	1	16874	0.6	85.7	6.5	1.7	1.1	2.5	0.6	1.1	0.2	86.3	6.5	7.2	0.145	0.500	19.241966	-99.148261
Caseta de Cobro Tlalpan	23.36	2	2	16874	0.6	85.7	6.5	1.7	1.1	2.5	0.6	1.1	0.2	86.3	6.5	7.2	0.145	0.500	19.241966	-99.148261
Lim. Edos. Terr. D. F. Ppia. Mor.	47.09																			
Tres Marias	53.00	1	1	16221	0.8	79.1	5.5	5.3	1.7	3.7	1.7	1.7	0.5	79.9	5.5	14.6	0.068	0.512	19.057817	-99.240199
Tres Marias	53.00	1	2	16485	0.6	81.0	4.9	5.2	1.5	3.4	1.5	1.4	0.5	81.6	4.9	13.5	0.067	0.512	19.057742	-99.240217
Tres Marias	53.00	3	1	17116	1.1	81.4	4.2	4.3	1.7	3.7	1.6	1.5	0.5	82.5	4.2	13.3	0.063	0.508	19.044663	-99.234859
Tres Marias	53.00	3	2	17690	0.8	79.8	4.7	4.8	1.9	4.2	1.6	1.7	0.5	80.6	4.7	14.7	0.068	0.508	19.044662	-99.234859
T. Izq. Cuautla	70.50	1	1	20267	1.1	85.6	3.5	2.3	1.1	2.4	1.8	1.7	0.5	86.7	3.5	9.8	0.054	0.509	19.013189	-99.164217
T. Izq. Cuautla	70.50	1	2	21038	0.8	85.0	3.8	2.3	1.2	2.6	1.9	1.9	0.5	85.8	3.8	10.4	0.057	0.509	19.012974	-99.164152
T. Izq. A Glorieta La Paloma	79.26	1	1	19639	1.2	89.9	1.9	3.0	0.6	1.4	0.8	0.7	0.5	91.1	1.9	7.0	0.068	0.515	18.982032	-99.227542
Libramiento de Cuernavaca	79.26	1	1	17720	1.2	88.8	2.3	3.1	0.7	1.6	0.9	0.8	0.6	90.0	2.3	7.7	0.067	0.527	18.969694	-99.239045
T. Izq. A Glorieta La Paloma	79.26	1	2	21139	0.9	77.1	3.5	7.4	1.5	4.2	2.3	2.1	1.0	78.0	3.5	18.5	0.067	0.515	18.981910	-99.227464
Libramiento de Cuernavaca	79.26	1	2	16926	0.5	76.0	3.8	7.8	1.6	4.7	2.4	2.3	0.9	76.5	3.8	19.7	0.069	0.527	18.969770	-99.238848
T. C. México - Cuernavaca (Libre)	80.26																			

**Figura 3.15: Aforos vehiculares en la carretera México-Cuernavaca (cuota)**  
Fuente: Datos Viales, SCT 2014

Para fines académicos se usaron distintos métodos de aproximación para conocer la tendencia de crecimiento vehicular en el futuro. Con el uso de Datos Viales de los años 2008 hasta el 2014, se calcularon las tendencias de crecimiento teóricas, así como la tasa de crecimiento correspondiente realizando una proyección hasta el año 2025.

Para los Datos Viales desde el 2008 hasta el 2011, el TDPA no se encontró para cada sentido de forma independiente (sentido 1 y 2 por separado), solo el sentido 0<sup>17</sup>. De esta forma, se utilizó un factor direccional D= 0.503 para obtener el TDPA únicamente del sentido 2.

### III.7.1 Regresión lineal

A cualquier  $x_i$  le corresponde un valor observado  $y_i$  (real) y un valor estimado  $y_i'$  (teórico). La ecuación de la recta de regresión es:

$$Y_i' = a + b x_i$$

<sup>17</sup> Se refiere a la suma del volumen vehicular en el sentido 1 y el sentido 2

**Tabla 3.4 Regresión lineal simple**

Año	T.P.D.A.	xi	yi	xi^2	xiyi	yi^2
2008	16072.359	1	16072.359	1	16072.359	258320724
2009	16608.054	2	16608.054	4	33216.108	275827458
2010	16434.016	3	16434.016	9	49302.048	270076882
2011	16469.226	4	16469.226	16	65876.904	271235405
2012	17379	5	17379	25	86895	302029641
2013	16712	6	16712	36	100272	279290944
2014	16874	7	16874	49	118118	284731876
Sumatoria		28	116548.655	140	469752.419	1941512929

Mediante Excel (con el uso de matrices) se obtiene la ecuación de la expresión de la recta de regresión<sup>18</sup>:

$$Yi' = TDPA \text{ teórico} = 16141.5 + 125.064 xi$$

Por lo tanto, los valores de TDPA teóricos para los años 2015-2025 son:

xi	Año	TDPA teórico	TDPA observado
1	2008	16268.615	16072.359
2	2009	16395.679	16608.054
3	2010	16522.744	16434.016
4	2011	16649.808	16469.226
5	2012	16776.872	17379
6	2013	16903.936	16712
7	2014	17031.001	16874
8	2015	17158.065	
9	2016	17285.129	
10	2017	17412.193	
11	2018	17539.258	
12	2019	17666.322	
13	2020	17793.386	
14	2021	17920.450	
15	2022	18047.515	
16	2023	18174.579	
17	2024	18301.643	
18	2025	18428.707	

---

<sup>18</sup> La metodología se obtuvo del libro “Ingeniería de Tránsito”, Fundamentos y Aplicaciones , Rafael Cal y Mayor R., James Cárdenas R., ed. Alfa Omega, pág.210



### III.7.2 Regresión exponencial

Para cualquier  $x_i$  existe un valor observado  $y_i$  (real, el cual es estimado a través de  $y_i'$  (teórico), mediante:

$$Y_i' = ab^{x_i}$$

Donde  $a$  y  $b$  representan los parámetros a determinar, para así definir la curva de regresión.

**Tabla 3.5 Regresión exponencial**

Año	T.P.D.A.	$x_i$	$y_i$	$x_i^2$	$\ln y_i$	$x_i(\ln y_i)$	$(\ln y_i)^2$
2008	16072.359	1	16072.359	1	9.68485624	9.68485624	93.7964405
2009	16608.054	2	16608.054	4	9.71764304	19.4352861	94.4325862
2010	16434.016	3	16434.016	9	9.70710861	29.1213258	94.2279576
2011	16469.226	4	16469.226	16	9.70924883	38.8369953	94.2695128
2012	17379	5	17379	25	9.76301786	48.8150893	95.3165177
2013	16712	6	16712	36	9.7238823	58.3432938	94.553887
2014	16874	7	16874	49	9.73352925	68.1347048	94.7415918
Sumatoria		28	116548.655	140	68.0392861	272.371551	661.338494

Mediante Excel (con el uso de matrices) se obtiene la ecuación de la expresión de la recta de regresión<sup>19</sup>

$$Y_i' = TDPA \text{ teórico} = 16143.43 * 1.007^{x_i}$$

Los valores de TDPA teóricos para los años 2015-2025 son:

$x_i$	Año	TDPA teórico	TDPA observado
1	2008	16267.52163	16072.359
2	2009	16392.56647	16608.054
3	2010	16518.57251	16434.016
4	2011	16645.54713	16469.226
5	2012	16773.49777	17379
6	2013	16902.43194	16712
7	2014	17032.35719	16874
8	2015	17163.28116	
9	2016	17295.21151	
10	2017	17428.15598	
11	2018	17562.12236	
12	2019	17697.11851	
13	2020	17833.15235	
14	2021	17970.23185	
15	2022	18108.36505	
16	2023	18247.56005	
17	2024	18387.82501	
18	2025	18529.16816	

<sup>19</sup> La metodología se obtuvo del libro “Ingeniería de Tránsito”, Fundamentos y Aplicaciones , Rafael Cal y Mayor R., James Cárdenas R., ed. Alfa Omega, pág.213

### III.7.3 Regresión logarítmica

Para cualquier  $x_i$  existe un valor observado  $y_i$  (real), el cual es estimado a través de  $y_i'$  (teórico), mediante la siguiente función logarítmica:

$$Y_i' = a + (b)\ln(x_i)$$

**Tabla 3.6 Regresión logarítmica**

Año	T.P.D.A.	$x_i$	$y_i$	$\ln x_i$	$(\ln x_i)^2$	$(y_i)^2$	$(\ln x_i)y_i$
2008	16072.359	1	16072.359	0	0	258320724	0
2009	16608.054	2	16608.054	0.69314718	0.48045301	275827458	11511.8258
2010	16434.016	3	16434.016	1.09861229	1.20694896	270076882	18054.6119
2011	16469.226	4	16469.226	1.38629436	1.92181206	271235405	22831.1951
2012	17379	5	17379	1.60943791	2.59029039	302029641	27970.4215
2013	16712	6	16712	1.79175947	3.210402	279290944	29943.8842
2014	16874	7	16874	1.94591015	3.78656631	284731876	32835.2879
Sumatoria		28	116548.655	8.52516136	13.1964727	1941512929	143147.226

Mediante Excel (con el uso de matrices) se obtiene la ecuación de la expresión de la recta de regresión<sup>20</sup>

$$Y_i' = TDPA \text{ teórico} = 16128.295 + 428.21)(\ln x_i)$$

Los valores de TDPA teóricos para los años 2015-2025 son:

$x_i$	Año	TDPA teórico	T.P.D.A.
1	2008	16128.29497	16072.359
2	2009	16425.11003	16608.054
3	2010	16598.73572	16434.016
4	2011	16721.9251	16469.226
5	2012	16817.4782	17379
6	2013	16895.55078	16712
7	2014	16961.5602	16874
8	2015	17018.74016	
9	2016	17069.17646	
10	2017	17114.29327	
11	2018	17155.10638	
12	2019	17192.36584	
13	2020	17226.64122	
14	2021	17258.37526	
15	2022	17287.91895	
16	2023	17315.55522	
17	2024	17341.51551	
18	2025	17365.99152	

<sup>20</sup> La metodología se obtuvo del libro “Ingeniería de Tránsito”, Fundamentos y Aplicaciones , Rafael Cal y Mayor R., James Cárdenas R., ed. Alfa Omega, pág.220

### III.7.4 Regresión potencial

Para cualquier  $x_i$  existe un valor observado  $y_i$  (real), el cual es estimado a través de  $y_i'$  (teórico), mediante la siguiente función potencial:

$$Y_i' = a(x_i)^b$$

**Tabla 3.7 Regresión potencial**

Año	T.P.D.A.	$x_i$	$y_i$	$\ln x_i$	$\ln y_i$	$(\ln x_i)^2$	$(\ln y_i)^2$	$(\ln x_i)(\ln y_i)$
2008	16072.359	1	16072.359	0	9.68485624	0	93.7964405	0
2009	16608.054	2	16608.054	0.69314718	9.71764304	0.48045301	94.4325862	6.73575687
2010	16434.016	3	16434.016	1.09861229	9.70710861	1.20694896	94.2279576	10.6643488
2011	16469.226	4	16469.226	1.38629436	9.70924883	1.92181206	94.2695128	13.4598769
2012	17379	5	17379	1.60943791	9.76301786	2.59029039	95.3165177	15.7129711
2013	16712	6	16712	1.79175947	9.7238823	3.210402	94.553887	17.4228582
2014	16874	7	16874	1.94591015	9.73352925	3.78656631	94.7415918	18.9405734
Sumatoria		28	116548.655	8.52516136	68.0392861	13.1964727	661.338494	82.9363852

Mediante Excel (con el uso de matrices) se obtiene la ecuación de la expresión de la recta de regresión <sup>21</sup>

$$Y_i' = TDPA \text{ teórico} = 16130.033(x_i)^{0.0258}$$

Los valores de TDPA (teóricos para los años 2015-2025) son:

$x_i$	Año	TDPA teo	T.P.D.A.
1	2008	16130.03309	16072.359
2	2009	16421.44407	16608.054
3	2010	16594.34309	16434.016
4	2011	16718.11979	16469.226
5	2012	16814.7639	17379
6	2013	16894.14246	16712
7	2014	16961.54836	16874
8	2015	17020.15536	
9	2016	17072.01846	
10	2017	17118.54548	
11	2018	17160.74351	
12	2019	17199.35812	
13	2020	17234.95684	
14	2021	17267.9818	
15	2022	17298.78417	
16	2023	17327.64761	
17	2024	17354.8045	
18	2025	17380.44768	

<sup>21</sup> La metodología se obtuvo del libro “Ingeniería de Tránsito”, Fundamentos y Aplicaciones , Rafael Cal y Mayor R., James Cárdenas R., ed. Alfa Omega, pág.217

De aquí se resume que para cada regresión se obtuvo un coeficiente de correlación de:

	Regresión			
	Lineal	Exponencial	Logarítmica	Potencial
r	0.67228765	0.67805542	0.71822993	0.72511561

El coeficiente de correlación más cercano a 1 indica mayor aproximación a los datos observados, por ende se escogerá la regresión potencial para este caso:

Se espera un TDPA para el año 2025 de 17,380 vehículos en el sentido dos de la México-Cuernavaca.

Por otro lado, mediante la fórmula de interés compuesto, se obtuvo la tasa de crecimiento anual en porcentaje.

$$i = \left( \frac{TDPA_{final}}{TDPA_{inicial}} \right)^{\frac{1}{n}} - 1$$

Donde

i= tasa de crecimiento vehicular

n= número de periodos a proyectar (en años)

Despejando i, se tiene una tasa media de crecimiento (geométrica) para 5 años (año 2019):

$$i = \left( \frac{16\ 874}{16\ 712} \right)^{\frac{1}{5}} - 1 = 0.193\%$$

Despejando i, se tiene una tasa media de crecimiento para 15 años (año 2025):

$$i = \left( \frac{16\ 874}{16\ 712} \right)^{\frac{1}{15}} - 1 = 0.064\%$$

Calculando( mediante interés compuesto) la tasa de crecimiento media anual es:

**Tabla 3.8 Tasa de crecimiento media anual**

Año	T.P.D.A.	Tc media anual
2008	16072.359	
2009	16608.054	3.33%
2010	16434.016	-1.05%
2011	16469.226	0.21%
2012	17379	5.52%
2013	16712	-3.84%
2014	16874	0.97%
		0.86%

La tasa de crecimiento anual del año 2008 al 2009 es:

$$tc = \frac{16608.054 - 16072.359}{16072.359} * 100 = 3.33\%$$

La tasa de crecimiento media anual (aritmética) es:

$$tc\ media = \frac{\sum_{i=1}^n tc}{n} = (3.33 - 1.05 + 0.21 + 5.52 - 3.84 + 0.97) \frac{1}{6} = 0.86\%$$

### III.8 PROYECTO GEOMÉTRICO

El parador de servicios propuesto será **Tipo unilateral** (en un solo lado de la carretera), **paralelo a la carretera y suburbano** (se localiza en las inmediaciones de poblados y grandes ciudades).

El sitio donde se desarrolla el parador de servicios, cuenta con características geométricas y topográficas adecuadas. En cuanto al alineamiento horizontal, el parador de servicios se encuentra en un tramo recto que proporciona buena visibilidad a los conductores para separarse de la corriente vehicular por donde circula, además que otorga el tiempo suficiente para que los conductores accedan al parador o se incorporen a la carretera de forma segura. Asimismo, el alineamiento vertical, al no tener pendientes tan pronunciadas ni curvas verticales pronunciadas, facilita que los conductores realicen las maniobras necesarias para entrar y salir del parador. Se ubicó el parador de servicios en esta zona y con las características del terreno ya mencionadas, con el fin de evitar accidentes automovilísticos en el parador de servicios.

Se aprovecha la pendiente (ligera) del terreno, ayudando a que el agua drene de forma natural en el parador.

### III.8.1 Distribución Arquitectónica

La oferta de servicios en el parador, está relacionado de forma directa con el aforo vehicular, a mayor número de usuarios en la carretera se tienen mayores posibilidades de que utilicen el parador.

Para el parador de servicios que opera en la actualidad, en una hora de máxima demanda, se determinó que solo el 7% de los vehículos entraron al parador de servicios. Sin embargo, se justifica que un porcentaje poco representativo utilizó dicho parador en una hora de máxima demanda, ya que carece de señalamiento adecuado para indicar a los usuarios que transitan por la carretera, la proximidad de un área de servicios para descansar, comer o recargar gasolina.

Para este caso, en el sentido dos de la México-Cuernavaca, se supone un 15%<sup>22</sup> como clientela del TDPA como mínimo, debido al permanente crecimiento vehicular (obtenido del estudio de tránsito futuro), además que se dispondrá con señalamiento adecuado para informar a los conductores sobre la presencia de este parador de servicios.

Si bien no se prevé que este parador sea utilizado para descansos largos, debido a la cercanía con grandes ciudades y otros poblados, se proponen zonas de estacionamiento separadas para vehículos pesados y ligeros.

Mediante el uso de AutoCad, se obtuvo la distribución arquitectónica de cada parte que compone el parador de servicios propuesto, en donde se contempló la capacidad de cada uno mediante los aforos y pronósticos para esta zona, y se obtuvo:

**Tabla 3.9 Áreas propuestas para cada servicio**

<b>Parador Tipo Francés</b>	<b>Área (m2)</b>
Restaurant y/o cafetería	874.00
Sanitarios c/ ducha	160.00
Tienda de conveniencia e inf. Turística, tels.	1870.00
Taller mecánico de emergencia	216.00
Estacionamiento autos	262.50
Estacionamiento autobuses	300
Gasolina	1500.00
Policía Federal	12.00
Área de recreación	1891.50
<b>Total</b>	<b>7086.00</b>

<sup>22</sup> Criterios básicos para definir la oferta de servicios de un parador

**Área de recreación.** Se contempló un 25% del área total del parador en áreas verdes con fin de recreación, además de un área de descanso y juegos infantiles (entre 3 y 4 juegos para niños de 6 y 10 años principalmente). El predio estará delimitado con arbustos.

**Estacionamientos.** Los estacionamientos en el parador son gratuitos y de autoservicio, donde el mismo conductor genera las maniobras para estacionarse. La cantidad de cajones está en función del volumen vehicular en el parador.

Se destinaron cajones de estacionamiento para vehículos de carga (semirremolque y remolque), además de estacionamientos para autobuses y vehículos ligeros (incluyendo estacionamientos para discapacitados) en diferentes ángulos:

- **21 cajones para vehículos ligeros** (2 cajones exclusivos para la Policía Federal y 2 para discapacitados). 5 de ellos a 90° y los otros 17 a 45°.
- **4 cajones para vehículos de carga** (remolque y semirremolque), ubicados a 45°
- **3 cajones para autobuses y camiones**, ubicados a 45°

**Taller mecánico de emergencia.** El taller contará con 2 cajones para vehículos ligeros dentro del taller y 1 cajón para vehículos de carga (remolque y semirremolque), tendrá un área techada y delimitada.

Para el ancho de pasillo entre cajones de estacionamiento:

- Entre cajones de camiones diseñados a 45°, se necesitan 7.5 m entre cada uno para una adecuada circulación dentro del parador.
- Entre cajones de vehículos pequeños a 90° se tendrá un ancho de pasillo de 5 m y
- 3 m de ancho entre pasillo para aquellos vehículos pequeños que estén diseñados para ingresar al cajón con un ángulo de 45°.
- Para el ancho entre cajones de autobuses, se utilizarán 7.5 m de ancho de pasillo, ya que se encuentran a un lado de los cajones para camiones.

**Estación de gasolina.** Para que una estación de gasolina se considere rentable, se deben alcanzar niveles de venta mínimos de 30 000 l por día, esto implica instalar 4 bombas dobles (8 mangueras para gasolina) y 2 bombas dobles de diesel (4 mangueras). Se consideró un pronóstico alto de 20 % del TDPA como clientela.<sup>23</sup>

No se consideró el uso de un hotel, debido a la cercanía con otras ciudades.

En el anexo, plano B se agrega el plano de la planta del parador de servicios

**Tienda de conveniencia e información turística.** Con capacidad acorde a los aforos y pronósticos de afluencia. Ofrecerá los siguientes productos: Refrescos, alimentos y botanas, baterías, souvenirs, lámparas, mapas, libros turísticos y postales, medicamentos, entre otros.

---

<sup>23</sup> Corresponde a la relación oferta de gasolina y diesel con el TDPA

**Restaurant y/o Cafetería.** Con áreas de mesas, barra de autoservicio, áreas de preparación, refrigeración, limpieza, área exterior de mesas y área de basura. Se esperan 480 comensales/ día.

**Sanitarios con ducha.** En número adecuado según los pronósticos de afluencia: 6 W.C, dos mingitorios y dos duchas. Deberán servir a los clientes del restaurant como de la estación de servicio. Fáciles de limpiar y mantener. Serán de cobro para que sean económicamente autosuficientes. Las duchas están dirigidas principalmente a los conductores de vehículos pesados.

**Policía Federal de Caminos y Puertos.** Se destinaron 12 m<sup>2</sup> para la Policía Federal incluyendo dos cajones de estacionamiento para la patrulla.

### III.8.2 Diseño de carriles de acceso

El ancho de los carriles de desaceleración deberá comprenderse entre 3.35-3.65 m<sup>24</sup>, para este caso se tomará un carril de 3.5 m.

Para fines de proyecto, se supondrá que los conductores que van a entrar a los carriles de desaceleración viajan a la velocidad de marcha:

VELOCIDAD DE PROYECTO EN LA CARRETERA, EN km/h	50	60	70	80	90	100	110
VELOCIDAD DE MARCHA, EN km/h	46	55	63	71	79	86	92
LONGITUD DE LA TRANSICION, CALCULADA EN METROS	44.8	53.5	61.3	69.1	76.9	83.7	89.5
LONGITUD DE LA TRANSICION, RECOMENDADA EN METROS	45	54	61	69	77	84	90

**Figura 3.16: Longitud de la transición en los carriles de cambio de velocidad**  
Fuente: Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, SCT

<sup>24</sup> Ancho establecido en el Manual de Proyecto Geométrico de la SCT



La velocidad de proyecto del tramo es de 70 Km/h, por lo tanto la velocidad de marcha es de 63 Km/h según la figura 3.16.

El derecho de vía en la carretera se tomará de 20m, desde el eje carretero. Nótese que los únicos elementos que estarán dentro del derecho de vía serán los carriles de aceleración y desaceleración, y el señalamiento informativo (que anuncie la llegada del parador), preventivo y restrictivo.

Para el análisis de visibilidad se considera una carretera de alto volumen de tránsito, por lo que se calcularán las longitudes mínimas necesarias el acceso y salida permitiendo que el tránsito vehicular tenga los tiempos necesarios para identificar un obstáculo y reaccionar de manera oportuna. Con respecto al Manual de Proyecto Geométrico de carreteras de la SCT, se considera lo siguiente:

#### **Carril de acceso al parador:**

Para una velocidad de proyecto de 70 Km/h,

Velocidad de proyecto en el enlace: 25 Km/h

La longitud de la transición será: 61 m

Por lo tanto, la longitud total del carril de desaceleración, incluyendo la transición: 105 m

#### **Carril de acceso a la carretera:**

Velocidad de proyecto en el enlace: 25 Km/h

Velocidad de proyecto de la carretera: 70 Km/h

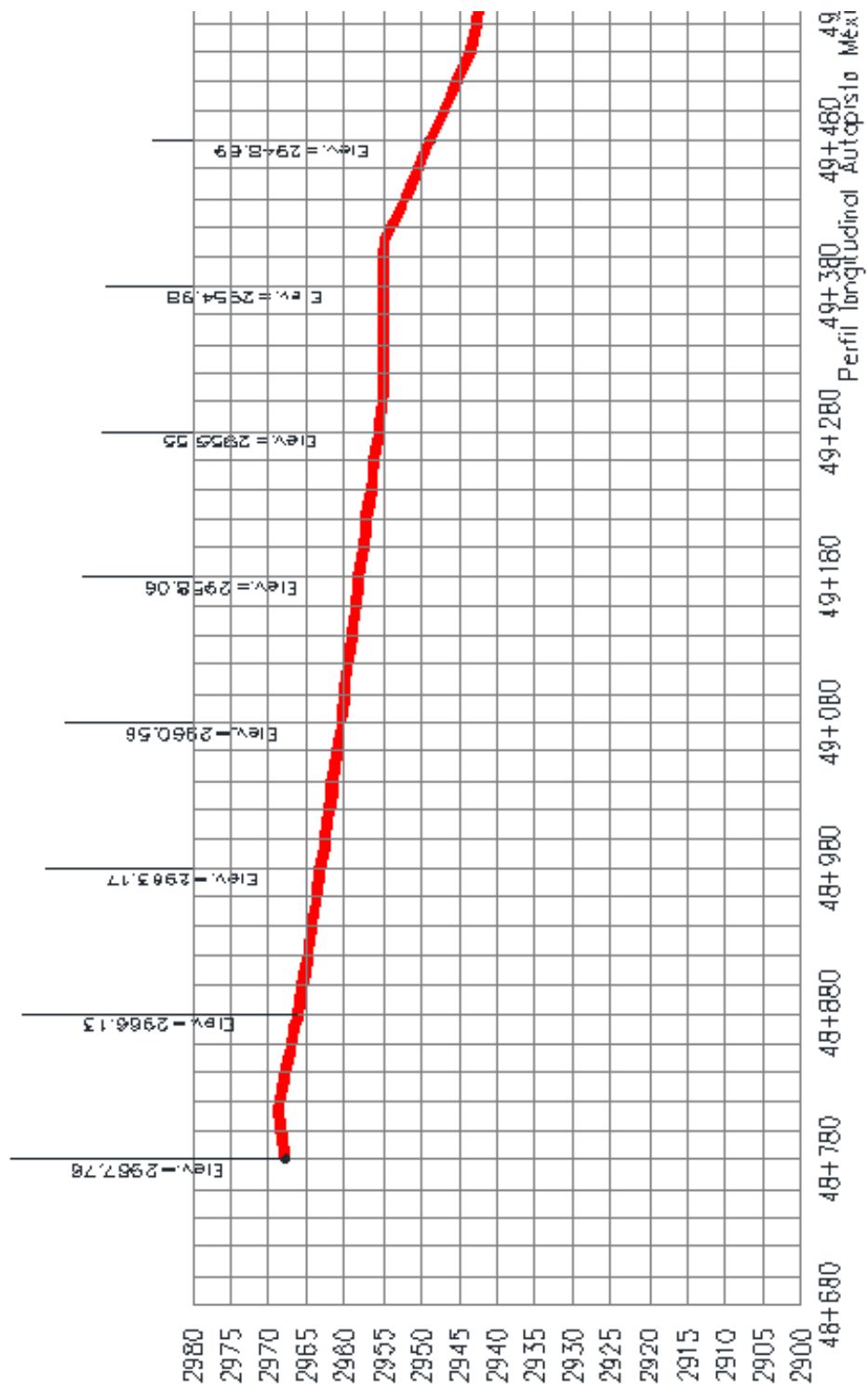
Longitud de transición: 61 m

Longitud total del carril de aceleración, incluyendo la transición: 135 m

El parador se encuentra en una tangente, por lo que no hay inconvenientes con problemas de visibilidad para la proyección de los carriles.

La pendiente del tramo que abarca la longitud del parador es de 2% a 3%

Mediante Civil Cad y Google Earth, se obtuvo el perfil longitudinal del tramo en estudio



Del proyecto geométrico se resume lo siguiente (Anexo, plano B):

**Tabla 3.10 Descripción de la geometría del tramo en estudio**

CARRETERA:		MÉXICO- CUERNAVACA (CUOTA)	
SENTIDO DE CIRCULACIÓN:		2	
Estación	Nomenclatura	Descripción	
49+603.427	PT	Principia tangente	
49+532	IT	Inicia transición	
49+471	TT	Termina transición	L= 61 m
49+427	TCD	Termina carril de desaceleración	L=44 m
49+420	IP	Inicia plataforma del parador	
49+260	TP	Termina plataforma	L=160 m
49+248	ICA	Inicia carril de aceleración	L=74 m
49+174	IT	Inicia transición	
49+113	TT	Termina transición	L=61m

### III.9 ESTUDIO DE GENERACIÓN DE VIAJES

Con el uso de suelo escogido por el Trip Generation Manual “Truck stop” (parador de servicios para camiones), en adición de la superficie que se determinó para el parador de servicios (figura 2.10), se obtiene:

**Generación de viajes por cada 100 Sq. Feet con respecto al uso de suelo (Truck stop)**

Tasa promedio	Rango de tasas	Desviación estándar
13.63	11.6-15.75	3.98

Con un área de  $7\,086\text{ m}^2$  (76 273 Sq. Feet) determinada en el parador de servicios mediante el proyecto arquitectónico realizado en AutoCad:

$$X * T' = 76.273 * 13.63 = 1040 \text{ viajes generados}$$

Donde:

X: área del parador por cada 1000 Sq. Feet

T': tasa promedio de la generación de viajes

Por lo tanto se tiene un promedio de 1040 viajes, para una hora pico (de 5 a 6 pm) entra un 52% de vehículos y un 42% sale del área de servicios, por lo que el nivel de servicios de la carretera no se ve afectado.

### III.10 PROYECTO SEÑALAMIENTO VERTICAL Y HORIZONTAL

El proyecto de señalamiento horizontal y vertical estará basado en las especificaciones de la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento Horizontal y Vertical de Carreteras y Vialidades Urbanas, así como del Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras expedido por la SCT. Para este caso, no se tomará en cuenta el apartado de “Proyecto de Señalamiento” del *Manual de Ubicación y Proyecto Geométrico de Paradores*, ya que sus especificaciones están fuera de la normativa actual.

#### Señalamiento vertical

Para el diseño conceptual de este parador, todas las señales bajas deberán tener una altura libre de 2.50 m, entre la parte baja de la señal y el nivel del hombro del camino. Adicionalmente las señales bajas colocadas en poste propio, deberán estar colocadas a una distancia mínima lateral de 0.50 m, de la parte externa de la placa a la proyección vertical del hombro del camino (figura 3.15).

Se propone un señalamiento vertical 3 Km antes de llegar al parador de servicios que está integrado por:

**Señales informativas.** La señal que indica la proximidad al parador corresponde a un arreglo de señales informativas tipo modular de 4 señales (dos en el sentido vertical y dos en el horizontal), indicando los principales servicios ofrecidos en el parador: sanitarios, taller mecánico, gasolina y diesel, y tienda de conveniencia o café.

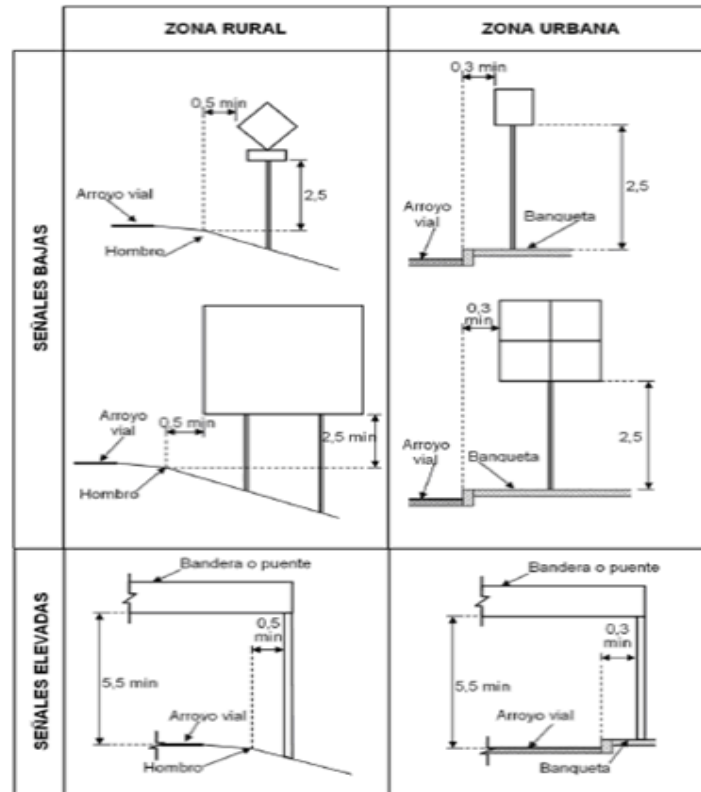
Las señales turísticas y de servicios se colocarán donde se ofrezca el servicio y a 1 Km del mismo y a la entrada del parador. El color de fondo es azul reflejante con los pictogramas, caracteres y filetes de color blanco.

Dentro del parador se usarán señales informativas de estacionamiento, teléfono e informaciones

**Señales restrictivas.** Las señales restrictivas corresponden a señales de velocidad: 110 km/h (en tangente), 70 km/h (antes de la curva) y 30 Km/h (a la entrada del parador).

Dentro del parador se usarán señales restrictivas de “prohibido el estacionarse”.

El color de las señales restrictivas debe ser blanco reflejante, los anillos y las franjas diametrales rojo reflejante, y los símbolos, caracteres y filetes negros.



**Figura 3.17: Ejemplo de la ubicación de las señales verticales laterales**  
**Fuente: NOM-034-SCT2-2011**

**Señales preventivas.** El señalamiento preventivo consta de dos señales: “Curva derecha” y “acceso controlado”.

La señal de “acceso controlado” se utiliza para bifurcaciones. Para este caso, se usa antes de llegar al carril de desaceleración para ingresar al parador. Debido que antes de la curva se tiene una velocidad de 70 Km/h, la señal estará ubicada a 110 m antes del parador (figura 3.16).

La señal “curva” se ubica 254 m antes de llegar al PC<sup>25</sup> de la curva a una velocidad de 110 Km/h (figura 3.16).

El color de fondo de las señales preventivas debe ser amarillo reflejante y el color para los símbolos, caracteres y filete debe ser negro.

El tamaño de los tableros (de todo tipo) será de 117 x 117 cm, para una carretera de dos o más carriles por sentido de circulación (continua), asimismo las flechas complementarias para indicar la dirección a seguir.

Todos los colores utilizados en las señales verticales, así como la estructura de soporte deben estar de acuerdo a la NOM-034-SCT.

<sup>25</sup> Punto donde comienza la curva derecha

Velocidad [1] km/h	≤ 30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Distancia m	30	45	65	85	110	140	170	205	245	285

[1] En carreteras nuevas se utilizará la velocidad de proyecto; cuando estén en operación, se utilizará la velocidad de operación estimada como el 85 percentil de las velocidades medidas en el tramo. En vialidades urbanas se utilizará la velocidad establecida por las autoridades correspondientes.

**Figura 3.18: Ubicación longitudinal de las señales preventivas**  
Fuente: Norma oficial Mexicana, NOM-034-SCT-2011

### Señalamiento horizontal

En cuanto al señalamiento horizontal, este consiste en indicar las marcas en el pavimento necesarias para los diferentes elementos que componen el parador, en las entradas y salidas, áreas de circulación interna, estacionamientos, áreas de carga y descarga de combustibles.

**Dentro del parador de servicios.** Las marcas para estacionamiento (M-10), deben ser de color blanco reflejante, con un ancho de 10 cm, se deben delimitar en su contorno con rayas o mediante marcas en forma de “T”. Las flechas (M-11.1) que indican la circulación dentro del parador, dependen de la velocidad de operación dentro del mismo<sup>26</sup>, para este caso se usaron flechas para una velocidad de 30 Km/h. Asimismo, marcas en guarniciones (M-12) para delinear las banquetas y guarniciones, así como para indicar las restricciones de estacionamiento, cubriendo tanto la cara vertical como la horizontal de la guarnición.<sup>27</sup>

**Carriles de aceleración y desaceleración.** Las rayas, símbolos y leyendas para regular el uso de carriles (M-11) para rayas, flechas, leyendas y números colocados sobre el pavimento para regular el uso de carriles y complementar o confirmar los mensajes del señalamiento vertical. En cuanto a las flechas, letras y números M-11.1. Son blanco reflejante y deben repetirse a suficiente distancia antes de la intersección, según se indique en el proyecto. Del señalamiento horizontal, se resume para los carriles de cambio de velocidad:

**Tabla 3.11 Cuantificación del señalamiento horizontal en el carril de acceso al parador**

Carril de acceso al parador				
Rayas			Botones	
Clasificación	Nombre	Cantidad(m)	Clasificación	Cantidad (pza.)
M-2.1	Raya separadora de carriles continua	44	DH-1.7	a cada 30 m
M-4	Raya en la zona de transición	61		
M-6	Raya canalizadora	.....	.....	.....
M-3.1	Raya en la orilla derecha	105	DH-1.10	a cada 30 m

<sup>26</sup> Señalamiento horizontal, apartado de flechas en la NOM-034-SCT, figura 18.

**Tabla 3.12 Cuantificación del señalamiento horizontal para el carril de acceso a la carretera**

Carril de acceso a la carretera				
Rayas			Botones	
Clasificación	Nombre	Cantidad(m)	Clasificación	Cantidad (pza.)
M-2.1	Raya separadora de carriles continua	74	DH-1.7	a cada 30 m
M-4	Raya en la zona de transición	61		
M-6	Raya canalizadora	.....	.....	.....
M-3.1	Raya en la orilla izquierda	135	DH-1.10	a cada 30 m

Del señalamiento vertical, se resume la siguiente cuantificación (complementa al plano de señalamiento en el anexo, plano C):

**Tabla 3.13 Cuantificación del señalamiento vertical**

Resumen del señalamiento vertical			
Clave	Concepto	Unidad	Cantidad
SP-6	Señal preventiva, curva	PZA	1
SP-19	Señal preventiva, accesos controlados	PZA	2
SR-9	Señal restrictiva, velocidades	PZA	3
SR-22	Señal restrictiva, prohibido estacionar	PZA	2
SIS-8	Señal información general, estacionamiento permitido	PZA	3
SIS-11	Señal información general, gasolinera	PZA	2
SIS-14	Señal información general, informaciones	PZA	1
SIS-16	Señal información general, taller mecánico	PZA	2
SIS-22	Señal información general, restaurante	PZA	2
SIS-23	Señal información general, sanitarios	PZA	2

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El parador ubicado en el Km 49+140, no posee un espacio formal para que los conductores de vehículos pesados descansen, y aunque en esta zona se registró un porcentaje del TDPA para vehículos tipo B y C menor al porcentaje de vehículos tipo A (86%), es indispensable contemplar estacionamientos para vehículos pesados que puedan llegar en cualquier momento del día.

Como se definió con anterioridad, la función de un señalamiento vertical es prevenir, restringir e informar a los usuarios sobre la proximidad de un parador de servicios. En el inventario físico, del parador ubicado en el Km 49+140, no se registró señalamiento vertical alguno, razón que dificulta la atracción de usuarios, el éxito de ventas y que puede justificar que sólo el 7% del volumen total de vehículos ingresara al parador en una hora pico. Por otro lado sin un señalamiento vertical adecuado dentro del parador, así como en la entrada y salida del mismo, se torna confuso y poco seguro maniobrar, tomando que la velocidad de proyecto para ingresar al parador es de 110 Km/h.

En cuanto a los estudios realizados para conocer el flujo y la demanda del parador existente, se volvió difícil realizar la cuantificación manual con diferentes movimientos y un aforo vehicular alto, sin embargo se verificó que el volumen de VHMD registrado fue muy similar al VHMD obtenido del libro de Datos Viales del año 2014, por lo que los volúmenes obtenidos fueron confiables.

Por otro lado, el desarrollo del diseño del parador conceptual ubicado en el Km 49+340 en la carretera México-Cuernavaca, se orientó hacia vehículos ligeros, ya que el 86% de vehículos que transitan con dirección al Distrito Federal son tipo A. Si bien es cierto que la zona en donde se ubica el parador conceptual propuesto no representa un punto “urgente”, comparado con otras carreteras de mayor extensión sin paradores de servicios o áreas de descanso, es una zona importante a considerar debido a la alta demanda y a la gran aportación del turismo esta zona, ya que tan solo en el 2012 el estado de Morelos contribuyó con el 9% del turismo nacional.

Asimismo, fue necesario realizar ciertas suposiciones en los estudios y cálculos para el diseño geométrico y de señalamiento, ya que se realizó como un parador de servicios únicamente conceptual y esta zona no cuenta con más estudios (de suelo, hidrológico, etc.). Desde el 2008 hasta el 2011, no se contaba con un estudio de aforo para cada sentido, por lo que fue necesario suponer un factor direccional  $D=0.503$  y así obtener el TDPA para el sentido dos de la carretera.

Se realizó el estudio de velocidad de punto con el fin de conocer la velocidad de proyecto para el diseño de carriles de cambio de velocidad, de las gráficas se obtuvo un percentil 85 de 68 km/h, para fines prácticos se usó una señal de 70 km/h, ya que no existe un tablero con pictograma de 68 km/h. Por otro lado, se obtuvo una media de 56.264 Km/h (muy inferior a la velocidad de proyecto de 110 Km/h) y una desviación estándar de 11.45 Km/h, esto significa que las velocidades pueden variar 11.45 Km/h de la media.

Del estudio de tránsito, se obtuvo una tasa media anual de crecimiento baja, 0,2% para el 2019 y para el 2015 de 0.07%. Se puede fundamentar que las tasa de crecimiento media anual fue baja, debido a que algunas tasas de crecimiento anual resultaron negativas en los años 2009-2010 y 2012-2013. Del Manual del ITE, se obtuvo un promedio de 1040 viajes en una hora pico (de 5 a 6 pm), de los cuales entra un 52% de vehículos y un 42% sale del área de servicios, por lo que el nivel de servicios de la carretera no se ve afectado.



Se resumen los beneficios que otorgará el parador conceptual propuesto desde Cuernavaca a México:

- Promueve el turismo en la zona ofreciendo información turística a los usuarios de la carretera.
- Otorga un espacio adecuado para descansar y evitar fatiga en los conductores, tanto para vehículos ligeros como para vehículos pesados que transitan desde Cuernavaca a México.
- Posee carriles de cambio de velocidad adecuados que permiten a los conductores desacelerar o acelerar gradualmente evitando accidentes automovilísticos en el acceso o salida del parador.
- Ofrece una fuente de empleos para los habitantes de Morelos, principalmente en el poblado de Tres Marías.
- Otorga espacios de recreación para niños y adultos.
- Se ubica fuera del derecho de vía, por lo que permite futuras ampliaciones en la carretera.
- Posee sanitarios con ducha y tiendas de conveniencia.
- Provee un taller mecánico incorporado con cajones de estacionamiento para todo tipo de vehículos.
- Posee estación de gasolina y diesel para proveer de combustible a todo tipo de vehículos.
- Incluye señalamiento vertical y horizontal para informar con anticipación a los usuarios de la carretera sobre los servicios que se prestan.

Con la realización de esta tesis pude notar que a medida que pasan los años los automóviles van evolucionando y la población va creciendo, es por ello que las carreteras deben modernizarse conforme a manuales y normas actualizadas que proporcionen la base para crear carreteras seguras, cómodas y eficientes para los conductores, tomando en cuenta que la ubicación de un parador de servicios o área de descanso es muy particular para cada carretera, debido a que todas poseen características geométricas y operacionales distintas.

Por otro lado me pude percatar que el derecho de vía se ha visto continuamente invadido por el comercio informal, donde cada vez son más comunes las “cachimbas” (espacios adyacentes a la carretera que cuentan con restaurantes caseros y estacionamientos informales). En estos espacios, los conductores de vehículos pesados muchas veces se ven expuestos a asaltos, a no poder contar con espacio suficiente para maniobrar, a no poder cargar combustible, a tener que recurrir al uso de las drogas para no quedarse dormidos en el camino o a no poder descansar adecuadamente. En México no existe el concepto de “áreas de descanso” o “bahías de estacionamiento para camiones”, considerando que la mayor parte de la carga nacional es transportada por carreteras y que el 24% de los accidentes carreteros al año son provocados por fatiga o falta de sueño.

Es indispensable retomar los manuales y normativa existente, analizarlos, redefinirlos para ser aplicados en un futuro inmediato y lograr la regularización en la prestación de estos servicios, tanto de paradores de servicios como de área de descanso, otorgando una imagen distinta de las carreteras en México.

## BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Reglamento para el aprovechamiento del derecho de vía de las carreteras Federales y zonas aledañas, capítulo IV: <http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGDC/Tramites/reglamento.pdf>, Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 05 de febrero de 1992

Department of transport, Road Policies: <http://www.transport.nt.gov.au/ntroads/nt-roads-policies/rest-areas>, 30 de Julio de 2007

Rafael Cal y Mayor R., James Cárdenas G., *Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones*, 8va. Edición, México: Alfa Omega, enero de 2007

Secretaría de Comunicaciones y Transporte, Subsecretaría de Infraestructura, Dirección General de Servicios Técnicos *Manual para la ubicación y Proyecto Geométrico de Paradores*, Año 2000, México.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes, *Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras*, cuarta publicación, Año 1991, México.

Secretaría de Comunicaciones y Transporte, Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, "Señalamiento Horizontal y Vertical de Carreteras y Vialidades Urbanas", Diario Oficial, Miércoles 16 de noviembre de 2011

Instituto Mexicano del Transporte, Catálogo de acciones tendientes a incrementar la seguridad en el transporte carretero, <http://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt96.pdf>, 15 de Septiembre de 2014

Secretaría de Comunicaciones y Transporte, DGST, *Datos Viales 2014, Estado de Morelos*

*Highway geometric design guide*, Alberta Infrastructure and Transportation, January 2008

*Development of national Guidelines for the provision of rest Area facilities*, NTC Australia, January 2004

*Safety Rest Area Implementation Framework*, Alberta Transportation, March 31, 2004

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Censo de Población y Vivienda, “Panorama sociodemográfico de Morelos”, México 2010

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Censo de Población y Vivienda, “Panorama sociodemográfico del Distrito Federal”, México 2010

# ANEXOS

## ANEXO A. REPORTE FOTOGRÁFICO

### Sección 1. Parador de servicios existente en el sentido de circulación 1, Km 49+140

Estación de gasolina



Estacionamiento para vehículos ligeros



Estación de gasolina



Estacionamiento informal para vehículos



Cafetería y estación de gasolina



Acceso al parador

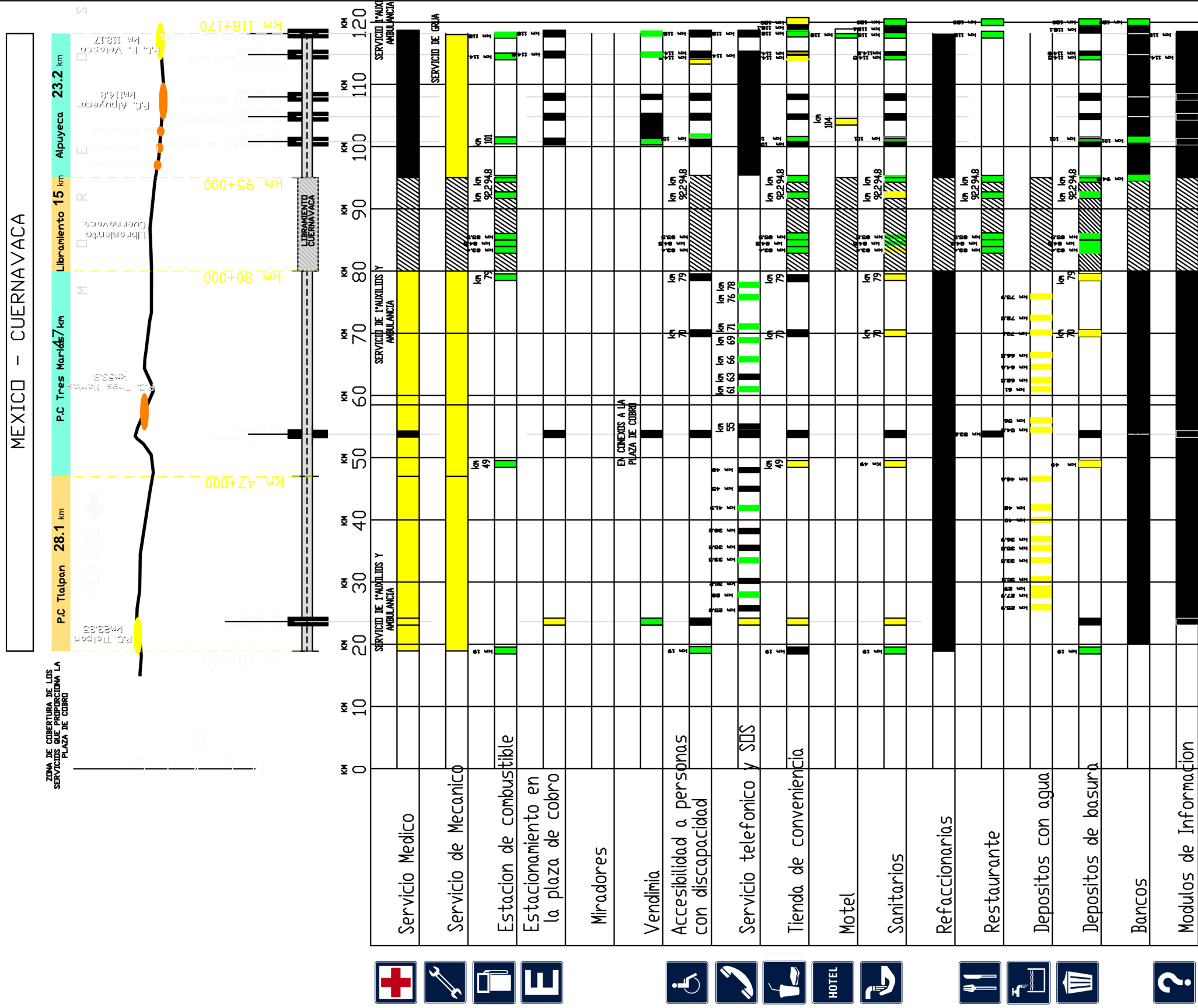


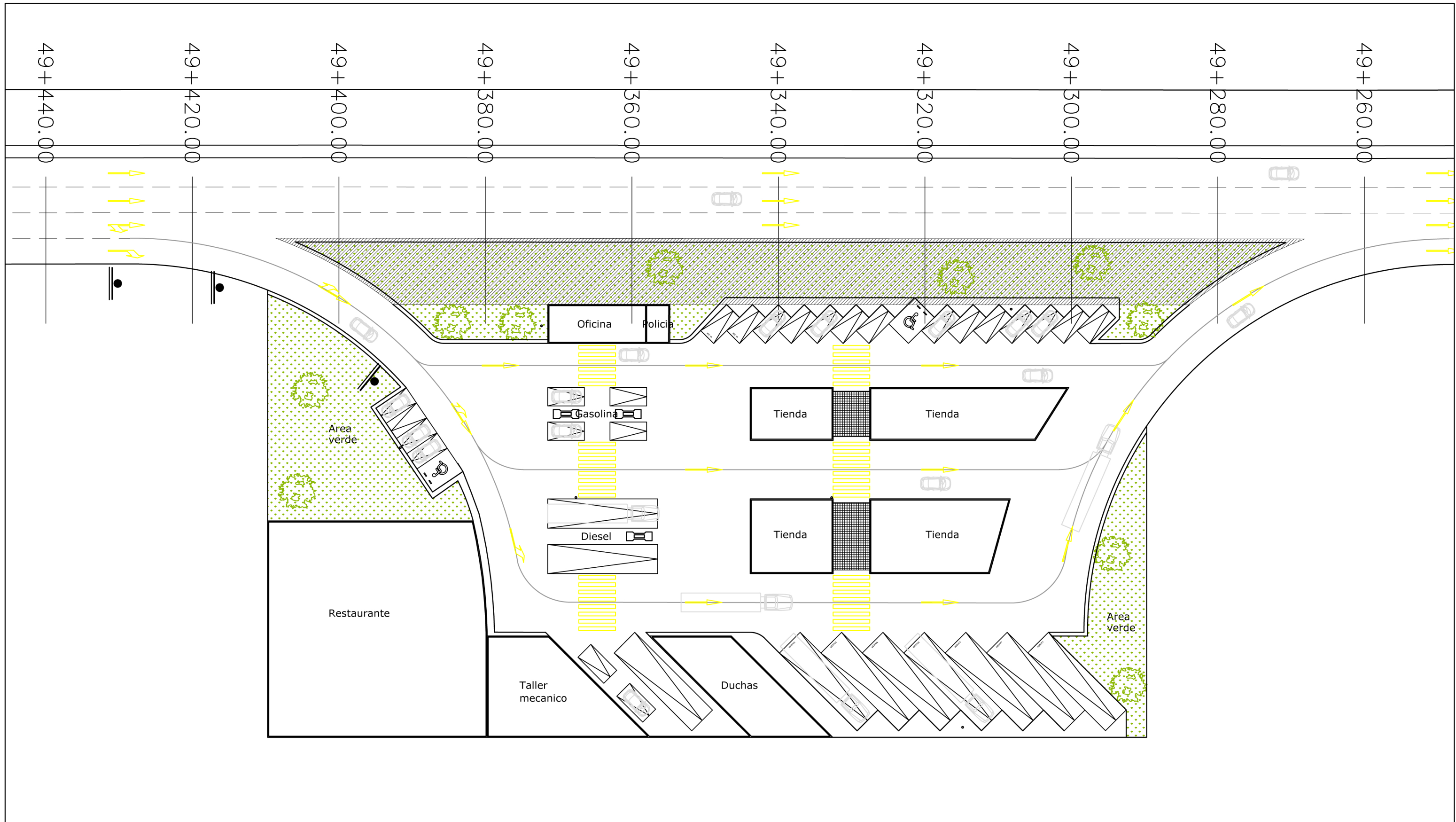
**Sección 2. Carriles reversibles en viaducto Tlalpan, sábado 31 de mayo de 2014**





**SERVICIOS QUE SE PRESTAN EN LA AUTOPISTA MEXICO - CUERNAVACA**  
 18+900 AL 366+000

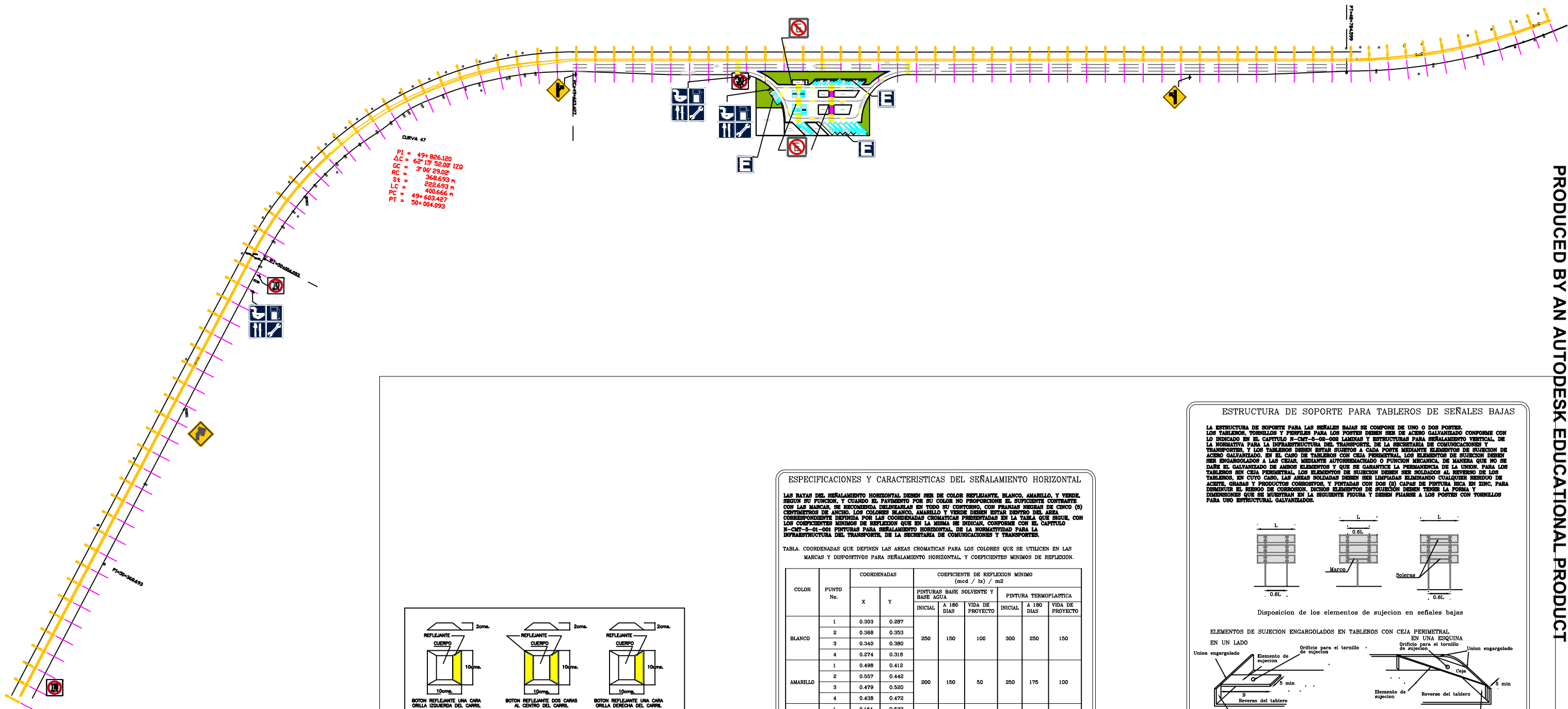




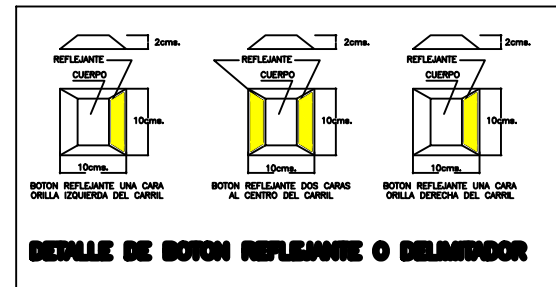
<p>Diseño conceptual de un parador de servicios en el Km 49 + 340 de la autopista México-Cuernavaca</p>	<p>UNAM Facultad de Ingeniería</p>	<p>Plano B</p>
<p>Realizó: Angela Katherina Durán Zúñiga</p>	<p>09 diciembre 2014</p>	<p>Esc 1:200</p>

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



**CURVA 47**  
 PI = 49+826.120  
 ΔD = 62° 19' 52.00" IZQ  
 RC = 3' 06" 29.02"  
 St = 368.693 m  
 LC = 222.693 m  
 PC = 49+603.427  
 PT = 50+004.093



**ESPECIFICACIONES Y CARACTERISTICAS DEL SEÑALAMIENTO HORIZONTAL.**

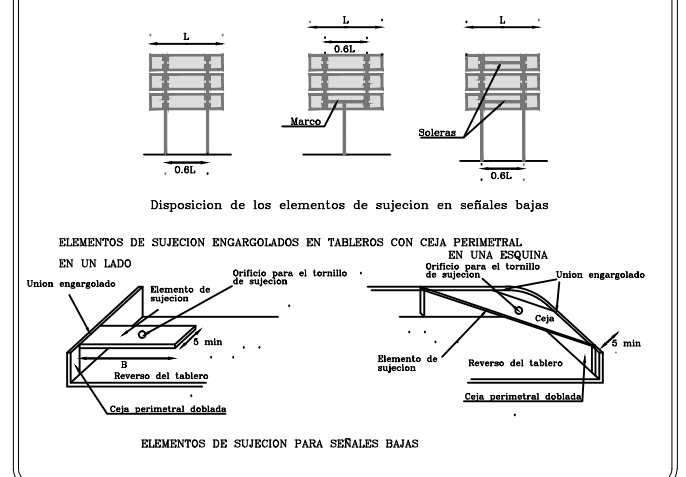
LAS RAYAS DEL SEÑALAMIENTO HORIZONTAL DEBEN SER DE COLOR REFLEJANTE, BLANCO, AMARILLO, Y VERDE, SEGUN SU FUNCION, Y CUANDO EL PAVIMENTO POR SU COLOR NO PROPORCIONE EL SUFICIENTE CONTRASTE CON LAS MARCAS, SE RECOMIENDA DELINEARLAS EN TODO SU CONTOURNO, CON FRANJAS NEGRAS DE CINCO (5) CENTIMETROS DE ANCHO. LOS COLORES BLANCO, AMARILLO Y VERDE DEBEN ESTAR DENTRO DEL AREA CORRESPONDIENTE DEFINIDA POR LAS COORDENADAS CROMATICAS PRESENTADAS EN LA TABLA QUE SIGUE, CON LOS COEFICIENTES MINIMOS DE REFLEXION QUE EN LA MISMA SE INDICAN, CONFORME CON EL CAPITULO 11-CM-5-01-011 PINTURAS PARA SEÑALAMIENTO HORIZONTAL, DE LA NORMATIVIDAD PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE, DE LA SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.

TABLA. COORDENADAS QUE DEFINEN LAS AREAS CROMATICAS PARA LOS COLORES QUE SE UTILICEN EN LAS MARCAS Y DISPOSITIVOS PARA SEÑALAMIENTO HORIZONTAL, Y COEFICIENTES MINIMOS DE REFLEXION.

COLOR	PUNTO No.	COORDENADAS		COEFICIENTE DE REFLEXION MINIMO (med / kv) / m <sup>2</sup>					
		X	Y	PINTURAS BASE SOLVENTE Y BASE AGUA			PINTURA TERMOPLASTICA		
				INICIAL	A 180 DIAS	VIDA DE PROYECTO	INICIAL	A 180 DIAS	VIDA DE PROYECTO
BLANCO	1	0.303	0.287	250	150	100	300	250	150
	2	0.368	0.353						
	3	0.340	0.380						
	4	0.274	0.316						
AMARILLO	1	0.498	0.412	200	150	50	250	175	100
	2	0.557	0.442						
	3	0.479	0.520						
	4	0.438	0.472						
VERDE	1	0.164	0.537	24	16	8	37	28	17
	2	0.239	0.501						
	3	0.225	0.454						
	4	0.145	0.488						

**ESTRUCTURA DE SOPORTE PARA TABLEROS DE SEÑALES BAJAS**

LA ESTRUCTURA DE SOPORTE PARA LAS SEÑALES BAJAS SE COMPONE DE UNO O DOS POSTES. LOS TABLEROS, TORNILLOS Y PERFILES PARA LOS POSTES DEBEN SER DE ACERO GALVANIZADO CONFORME CON LO INDICADO EN EL CAPITULO 11-CM-5-02-008 LAMINAS Y ESTRUCTURAS PARA SEÑALAMIENTO VERTICAL, DE LA NORMATIVA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE, DE LA SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES, Y LOS TABLEROS DEBEN ESTAR SUJITOS A CADA POSTE MEDIANTE ELEMENTOS DE SUJECION DE ACERO GALVANIZADO. EN EL CASO DE TABLEROS CON CEJA PERIMETRAL, LOS ELEMENTOS DE SUJECION DEBEN SER ENGARGOLADOS A LAS CEJAS MEDIANTE AUTOREBANCHADO O FUNCIÓN MECÁNICA DE MANERA QUE NO SE DARE EL GALVANIZADO DE AMBOS ELEMENTOS Y QUE SE GARANTICE LA PERMANENCIA DE LA UNION. PARA LOS TABLEROS SIN CEJA PERIMETRAL, LOS ELEMENTOS DE SUJECION DEBEN SER SOLDADOS AL REVERSO DE LOS TABLEROS, EN CUYO CASO, LAS AREAS SOLDADAS DEBEN SER LIMPIADAS ELIMINANDO CUALQUIER RESIDUO DE ACEITE, GRASAS Y PRODUCTOS CORROSIVOS, Y PINTADAS CON DOS (2) CAPAS DE PINTURA RICA EN ZINC, PARA DISMINUIR EL RIESGO DE CORROSION. DICHS ELEMENTOS DE SUJECION DEBEN TENER LA FORMA Y DIMENSIONES QUE SE MUESTRAN EN LA SIGUIENTE FIGURA Y DEBEN PIVARSE A LOS POSTES CON TORNILLOS PARA USO ESTRUCTURAL GALVANIZADOS.



Diseño conceptual de un parador de servicios en el Km 49 + 340 de la autopista México-Cuernavaca

UNAM Facultad de Ingeniería

Realizó: Angela Katherina Durán Zúñiga

09 diciembre 2014

Esc 1:200