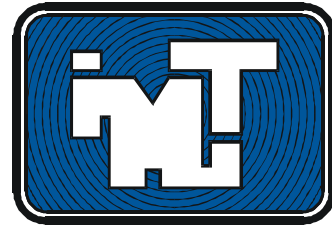


ISSN 0188-7114



---

---

**“ESTUDIO DE PESOS Y  
DIMENSIONES DE LOS VEHÍCULOS  
QUE CIRCULAN SOBRE LAS  
CARRETERAS MEXICANAS”**

**“ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL PESO  
Y LAS DIMENSIONES DE LOS  
VEHÍCULOS DE CARGA QUE  
CIRCULAN POR LA RED NACIONAL  
DE CARRETERAS. ESTACIONES  
INSTALADAS DURANTE 1991”**

Alberto Mendoza Díaz  
Arturo Cadena Rodríguez  
Oscar de Buen Richkarday  
Luis Domínguez Pommerencke  
Alfonso Rico Rodríguez

**Documento Técnico No. 8  
Sanfandila, Qro, 1992**

---

**SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES  
INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE**

**“ESTUDIO DE PESOS Y  
DIMENSIONES DE LOS VEHICULOS  
QUE CIRCULAN SOBRE LAS  
CARRETERAS MEXICANAS”**

**“ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL PESO  
Y LAS DOMENSIONES DE LOS  
VEHÍCULOS DE CARGA QUE  
CIRCULAN POR LA RED NACIONAL  
DE CARRETERAS. ESTACIONES  
INSTALADAS DURANTE 1991”**

Alberto Mendoza Díaz  
Arturo Cadena Rodríguez  
Oscar de Buen Richkarday  
Luis Domínguez Pommerencke  
Alfonso Rico Rodríguez

**Documento Técnico No. 8  
Sanfandila, Qro, 1992**

---

Este trabajo fue elaborado por Alberto Mendoza Díaz y Arturo Cadena Rodríguez. Los autores tuvieron el apoyo de los valiosos comentarios de Oscar de Buen Richkarday, Luis domínguez pommerencke y Alfonso Rico Rodríguez. La dirección General de proyectos, Servicios Técnicos y Concesiones (DGPSTyC) recabó la información de pesos y dimensiones en las distintas estaciones.

## INDICE

	<b>Página</b>
<b>1. INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
1.1. ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO DE "PESOS y DIMENSIONES DEL TRANSPORTE DE CARGA"	1
1.2. OBJETIVO y ETAPAS DEL ESTUDIO SOBRE "PESOS y DIMENSIONES DEL TRANSPORTE DE CARGA"	2
1.2.1. Objetivo General	2
1.2.2. Etapa 1	2
1.2.3. Etapa 2	3
1.2.4. Etapa 3	4
1.2.5. OBJETIVOS PARTICULARES DE ESTE INFORME.	4
1.2.6. ALCANCES.	5
<b>2. ANTECEDENTES</b>	<b>6</b>
2.1 REGLAMENTACION MEXICANA.	6
2.1.1. Reglamento del Capítulo de Explotación de Caminos, de la LVGC (Ref 5)	6
2.1.2. Apéndice 1 (al Capítulo XI del Reglamento del Capítulo de Explotación de Caminos, de la LVGC)	7
2.1.3. Apéndice 2 (al Capítulo XI del Reglamento del Capítulo de Explotación de Caminos de la LVGC)	9
2.1.3.1. Concentraciones Máximas de Carga por Eje	9
2.1.3.2. Peso y Dimensiones que se Autorizan para cada Vehículo (de Acuerdo al Camino en que Transiten)	9
2.1.4. Permisos o Autorizaciones Especiales para Circular con Sobre peso y/o Dimensiones.	14

**INDICE**  
**(CONTINUACION)**

	<b>Página</b>
2.1.5. Apéndice 3 (al Capítulo XI del Reglamento del Capítulo de Explotación de Caminos, de la LVGC)	15
2.1.6. Mecanismos Institucionales en México para el Seguimiento y Cumplimiento de la Legislación.	16
2.1.7. Sanciones Aplicables por Faltas a la Normatividad de Peso y Dimensiones de Vehículos.	16
2.2. REGLAMENTACION .DE OTROS PAISES.	17
2.2.1. Dimensiones y Pesos/Eje Autorizados.	17
2.2.2. Peso Bruto Vehicular Máximo Autorizado	19
2.2.3. Permisos Especiales	19
2.2.4. Sanciones y Multas.	21
2.2.5. Pesaje de Vehículos de Carga	21
2.2.6. Análisis Comparativo de las Regulaciones en México vs Países Seleccionados.	22
2.3. DESCRIPCION DEL PROGRAMA DE RECOPIACION DE INFORMACION EN LAS ESTACIONES	23
2.3.1. Descripción de la Metodología	23
3. ANALISIS DE LA INFORMACION RECOPIADA EN LAS ESTACIONES.	28
3.1. FECHAS DE REALIZACION DE ENCUESTAS y MEDICIONES.	28
3.2. VEHICULOS TOTALES.	28
3.3. EDADES, TIPOS DE COMBUSTIBLE y DISTRIBUCION DEL FLUJO VEHICULAR DURANTE EL DIA	32
3.3.1. Edades.	32
3.3.2. Tipos de Combustible	35

INDICE  
(CONTINUACION)

	<u>Página</u>
3.3.3. Distribución del Flujo Vehicular durante el Día.	37
3.4. PESOS REGISTRADOS	37
3.4.1 Peso Bruto Vehicular (PBV)	37
3.4.1.1.Pesos Brutos Vehiculares (PBVs) Promedio.	37
3.4.1.2.Porcentajes de Excedidos	40
3.4.1.3.PBVs Promedio de los Excedidos	42
3.4.1.4.Porcentajes de Vehículos Vacíos	42
3.4.1.5.PBVs Promedio de los Vehículos Vacíos y Cargados.	44
3.4.1.6.Nivel de violaciones a la Reglamentación sobre PBVs Máximos.	48
3.4.2. Pesos por Eje.	48
3.4.2.1.Pesos por Eje Promedio	48
3.4.2.2.Porcentajes de Excedidos	50
3.4.2.3.Nivel de violaciones a la Reglamentación sobre Pesos/Eje Máximos	52
3.5. CARGA TRANSPORTADA.	52
3.5.1. Tonelaje y Valor de la Carga Diaria Movida por las Distintas Estaciones	52
3.5.2. Porcentajes de Mercancías Transportadas por los Diferentes Tipos de Vehículos	54
3.5.3. Tipos de Mercancías Movidas por los Diferentes Tipos de Vehículos.	56
3.6. DIMENSIONES DE LOS DIFERENTES TIPOS.	59
3.6.1. Longitud.	59
3.6.1.1. Longitud Promedio	59
3.6.1.2.Porcentajes de Excedidos	59

INDICE  
(CONTINUACION)

	Página
3.6.2. Ancho.	62
3.6.2.1. Anchos Promedio.	62
3.6.2.2. Porcentajes de Excedidos	64
3.6.3. Altura.	66
3.6.3.1. Alturas Promedio	66
3.6.3.2. Porcentajes de Excedidos	66
3.7. ORIGEN-DESTINO	69
3.7.1. Por viajes y Tonelajes	69
3.7.2. Longitud Promedio de Recorrido (Origen-Destino) para los Tipos de Vehículos más Comunes	69
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	72
4.1. CONCLUSIONES.	72
4.2. RECOMENDACIONES FINALES	78
REFERENCIAS.	81

## Capítulo 1. INTRODUCCION.

A continuación se describen los objetivos y alcances del estudio sobre "Pesos y Dimensiones del Transporte de Carga", así como de este informe en particular.

### 1.1. ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO DE "PESOS y DIMENSIONES DEL TRANSPORTE DE CARGA".

Entre 1960 y 1980, el reglamento de pesos y dimensiones permisibles sobre las carreteras nacionales de tipo "A" evolucionó principalmente en los siguientes aspectos:

- a. El reglamento de 1980 permitió mayores cargas por eje: (i) de 5 ton para el eje delantero sencillo de 2 llantas en 1960, a 5.5 ton; (ii) de 9 a 10 ton para el eje sencillo con 4 llantas; (iii) de 14.5 a 18 ton para el eje doble, con dos ejes sencillos de 4 llantas cada uno; y (iv) se reglamentó el uso del eje triple, con tres ejes sencillos con 4 llantas cada uno, con una carga máxima de 22.5 ton.
- b. El peso bruto vehicular (PBV) máximo permitido aumentó de 34 a 77.5 ton.
- c. La longitud máxima permitida aumentó de 18.3 a 22 m.
- d. Se permitió la circulación de las combinaciones denominadas como "fulltrailer" , compuestas por el tractor, un semirremolque y un remolque.

Como puede observarse, la reglamentación de 1980 permitió mayores pesos y longitudes.

Adicionalmente, entre 1980 y 1991 el reglamento siguió evolucionando principalmente en lo referente a las dimensiones máximas permitidas. En el transcurso de este período, se observaron:

- a. Un incremento en el ancho máximo permitido de 2.5 a 2.6 m.
- b. Longitudes máximas permitidas de semirremolque hasta de 48 pies en los "semi-trailers" (combinaciones de tractor y un semirremolque).
- c. Un incremento en la longitud total máxima permitida hasta de 30.6 m.
- d. El uso de semirremolques hasta de 40 pies en las combinaciones denominadas como "full trailer".



Varias de estas modificaciones tuvieron el carácter de transitorio y experimental. Por esta razón, los análisis en este informe se basan, primordialmente, en los valores reglamentados en 1980. El lector puede realizar los análisis correspondientes a otros valores, a partir de las tablas y figuras que se presentan en los 10 anexos de este informe (los cuales serán referidos posteriormente) .

La carencia de un sistema adecuado de control de pesos y dimensiones ha traído como consecuencia que se observen muchas violaciones a la reglamentación vigente. Los sobrepesos de los vehículos han ocasionado un mayor deterioro en los pavimentos y puentes (Ref 1) . Los excesos de longitud han ocasionado un mayor nivel de inseguridad en las carreteras (Ref 2) .

Con el fin de estudiar la situación prevaleciente en cuanto al peso y las dimensiones del autotransporte de carga sobre las carreteras nacionales, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) , a través del Instituto Mexicano del Transporte (IMT) y de la Dirección General de Proyectos, Servicios Técnicos y Concesiones (DGPSTyC) , está llevando cabo el estudio citado. Parte de este estudio ha consistido en implementar, sobre las carreteras troncales más importantes de la República, una serie de estaciones para la medición de pesos y dimensiones de los vehículos de carga. La DGPSTyC de la SCT, fue la encargada de recopilar la información en las estaciones y el IMT de analizarla.

## **1.2. OBJETIVO Y ETAPAS DEL ESTUDIO SOBRE "PESOS Y DIMENSIONES DEL TRANSPORTE DE CARGA" .**

### **1.2.1. Objetivo General.**

El objetivo general del estudio consiste en "contribuir a través de toda una serie de resultados y propuestas, a conformar un entorno de operación para los vehículos de carga, en materia de pesos y dimensiones, que les permita cumplir adecuadamente con su función económica de gran relevancia a nivel nacional, que a la vez proteja los pavimentos y puentes de un excesivo deterioro y eventual colapso y que propicie un aumento de las condiciones de seguridad" (Ref 3) .

A continuación se describen las tres etapas de que consta el estudio.

### **1.2.2. Etapa 1.**

Esta etapa consiste en recopilar información y conocer los antecedentes en materia de pesos y dimensiones de los

vehículos que circulan sobre la red troncal nacional (46000 km, según la Ref 4) Esta etapa consta a su vez de cinco partes, que son:

- a. Aspectos generales del problema de pesos y dimensiones de los vehículos de carga en redes carreteras.
- b. Análisis de la evolución del tránsito y de la capacidad de las carreteras de la red.
- c. Obtención de datos de campo.
- d. Obtención y análisis de datos de accidentes y conocimiento de la práctica establecida para manejar cargas especiales.
- e. Análisis de costos de acciones de construcción, conservación, refuerzo y reconstrucción de diferentes tipos de carreteras y puentes; costos de operación de vehículos en carreteras; costos de empresas autotransportistas en servicios de carga.

### 1.2.3. **Etapa 2.**

La parte principal de esta etapa consiste en cuantificar los efectos de los pesos y las dimensiones de los vehículos que circulan por la red troncal nacional, sobre sus pavimentos, puentes, niveles de seguridad, condiciones de operación y sobre la economía del transporte en su conjunto. En esencia, esta etapa del estudio comprende el uso de la información recopilada durante la etapa anterior para evaluar las consecuencias de los pesos y dimensiones de los vehículos pesados en términos de operación, seguridad, daños a pavimentos, puentes y economía.

Esta etapa comprende las siguientes partes:

- a. Análisis estadístico de la información recopilada para identificar posibles correlaciones y relaciones de causa-efecto.
- b. Evaluación de la capacidad estructural de los pavimentos bajo diferentes condiciones.
- c. Evaluación de la capacidad estructural de los puentes bajo diferentes cargas.
- d. Análisis de implicaciones en costo de los pesos y dimensiones para las necesidades de la infraestructura.

### 1.2.4. Etapa 3.

Esta etapa consiste en proponer acciones concretas para superar los problemas actuales y reforzar los efectos que se juzguen deseables para la red en su conjunto. Estas acciones podrán referirse, entre otros temas, a los siguientes:

- a. Recomendaciones para establecer e implantar un nuevo reglamento de pesos y dimensiones de veh1culos en carreteras.
- b. Recomendaciones para establecer una nueva normativa en materia de proyecto geométrico de carreteras, con énfasis en autopistas y carreteras de altas especificaciones.
- c. Recomendaciones para establecer y desarrollar un programa permanente de seguimiento y control de pesos y dimensiones de veh1culos, como base para revisar y actualizar las sanciones actuales.
- d. Recomendaciones para establecer un nuevo sistema de clasificación de los caminos pertenecientes a la red troncal nacional, según criterios operacionales.
- e. Recomendaciones para. instrumentar mecanismos institucionales en pro de la seguridad vial a nivel nacional.
- f. Plan de acción para el análisis y la eventual implantación de las recomendaciones.

### 1.3. OBJETIVOS PARTICULARES DE ESTE INFORME.

Este informe forma parte de los análisis comprendidos dentro de la Etapa 2 del Estudio sobre "Pesos y Dimensiones del Transporte de Carga" (descrita anteriormente) . Los objetivos específicos de este informe son:

- a. Brevemente, comparar +a reglamentación mexicana con la establecida en otros países.
- b. Analizar los datos de peso y dimensiones obtenidos en diez puntos de la red troncal nacional, con el fin primordial de definir el nivel de violaciones en relación con la reglamentación de 1980 (como se dijo anteriormente) .
- c. Proponer una serie de recomendaciones.

#### 1.4. ALCANCES.

A continuación se describe detalladamente el contenido de cada capítulo de los que siguen en este informe, así como sus respectivos alcances:

a. **capítulo 2.** En este capítulo se describe la reglamentación existente en México en cuanto a pesos y dimensiones de vehículos de carga. Enseguida se comentan algunos aspectos de la reglamentación existente en otros países, principalmente en varios Estados de los Estados Unidos de América (EUA) . Posteriormente se realiza una breve comparación con la reglamentación vigente en México. Por último, se describe el proceso de recopilación de los datos en las estaciones aforadoras de pesos y dimensiones, así como los problemas y las situaciones especiales encontradas durante este proceso.

b. **capítulo 3.** En este capítulo se analizan y comparan los datos recopilados en las distintas estaciones, según los siguientes parámetros: (i) número de vehículos encuestados, de acuerdo a su tipo; (ii) edad, tipo de combustible utilizado y distribución horaria de la flota vehicular; (iii) algunas estadísticas del peso bruto vehicular (PBV) de los vehículos, así como sus porcentajes de excedencia y las magnitudes de excedencia de los valores máximos para los tipos de vehículos más comunes; (iv) similarmente que para los PBVs, se analizan los datos para los pesos por eje, largo, ancho y alto; (v) se clasifica el tipo de carga transportada para los diferentes tipos de vehículos; y (vi) se analiza brevemente la información origen-destino obtenida, y se calculan las longitudes promedio de recorrido por viaje (origen-destino) , para los tipos de vehículos más comunes, tanto vacíos como cargados y en forma global (vacíos + cargados) .

c. **Capítulo 4.** En este capítulo se presenta una serie de conclusiones a nivel general, así como algunas recomendaciones obtenidas a partir del análisis de los datos de las distintas estaciones.

## Capítulo 2. ANTECEDENTES

En este capítulo se describen algunos aspectos importantes de la reglamentación en materia de pesos y dimensiones en México y otros países (principalmente de varios Estados de los EVA) . Asimismo, se describe el programa de recopilación de información en las estaciones de medición de pesos y dimensiones implementadas por la SCT.

### 2.1. REGLAMENTACION MEXICANA.

Desde el año de 1960, la normatividad gubernamental que regula el peso y las dimensiones de los vehículos de carga en México, es la Ley de Vías Generales de Comunicación (LVGC), con sus reglamentos y apéndices (Ref 5) .A continuación se presenta una relación de las principales disposiciones y artículos de la normatividad de 1980.

#### 2.1.1. Reglamento del Capítulo de Explotación de caminos, de la LVGC (Ref 5).

Dentro del Capítulo XI, se encuentran una serie de artículos relacionados con el peso y otras características de los vehículos. Algunos de éstos, son:

Art. 231. Para que transiten en los caminos de jurisdicción federal los vehículos destinados al transporte de carga, cuya capacidad de carga útil exceda de 3,000 Kg, los propietarios de las unidades obtendrán un certificado de peso y dimensiones...

Art. 234. Para determinar el peso y las dimensiones de los vehículos autorizados a transitar por los caminos de jurisdicción federal, los caminos y vehículos se clasificarán en varios tipos. Estas clasificaciones las expedirá la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, como Apéndices de este reglamento.

Art. 235. La SCT, en coordinación con la SAHOP, autorizará el peso y las dimensiones máximas de los vehículos que transiten por aquellas carreteras construidas con especificaciones geométricas y estructurales restringidas y en las que existan puentes angostos o que puedan considerarse monumentos históricos

Art. 236. Las dimensiones de los vehículos se determinan en consideración a la capacidad del camino y la seguridad de los usuarios. La autorización de

las dimensiones máximas se sujetará a lo indicado en el apéndice que al efecto se expida.

Art. 237. Las concentraciones de carga por eje de los vehículos están limitadas por la estabilidad de los puentes y por la construcción y conservación económica de los caminos. La autorización de las concentraciones máximas de carga por eje, así como el peso bruto de los vehículos, no rebasará lo indicado en el apéndice correspondiente.

Art. 238. Las concentraciones de carga máxima por eje precisadas en el Art. 237, estarán sujetas a reducción, a criterio de la SCT o por recomendación de la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP), durante los períodos en que a su juicio el estado de los caminos así lo amerite.

### **2.1.2. Apéndice 1 (al capítulo XI del Reglamento del capítulo de Explotación de Caminos, de la LVGC).**

Este apéndice fue publicado en el Diario Oficial del 28 de Noviembre de 1980. A manera de resumen, se comentan y sintetizan las disposiciones indicadas en el apéndice:

Para los fines del apéndice, se clasifican los caminos y los vehículos motivo de autorizaciones.

a. Los vehículos se clasifican atendiendo a su clase (automóvil, autobús, camión, tractor, semirremolque y remolque) , atendiendo a su número de ejes y clase, estableciéndose una nomenclatura por tipo de vehículo. En la Tabla 2.1, se presenta una relación de los 16 diferentes vehículos de carga incorporados.


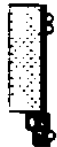








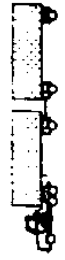

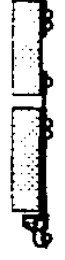



b. Los caminos se clasifican en tres tipos (A, E, C) , que se definen de la siguiente manera:

CAMINO TIPO A: Permite el tránsito de todos los vehículos cuyas máximas dimensiones y pesos por eje están contenidos en el Apéndice 2, descrito posteriormente en la sección 2.1.3.

CAMINO TIPO E: Sólo permite el tránsito de vehículos tipo C2, C3, T2-S1, T2-S2 y T3-S2, cuyas máximas dimensiones y pesos por eje están incluidos en el Apéndice 2.

CAMINO TIPO C: Únicamente permite el tránsito de vehículos C2 y C3, cuyas dimensiones y pesos por eje máximos están señaladas en el Apéndice 2.

TABLA 2.1. CLASIFICACION DE LOS VEHICULOS DE CARGA EN MEXICO.

Nomenclatura	N° DE EJES	CLASE	CROQUIS DEL VEHICULO
C2	2	CAMION	
C3	3	CAMION	
T2-S1	3	TRACTOR Y SEMIRREMOLQUE	
C4	4	CAMION	
T2-S2	4	TRACTOR Y SEMIRREMOLQUE	
C2-R2	4	CAMION Y REMOLQUE	
C3-R2	5	CAMION Y REMOLQUE	
T3-S2	5	TRACTOR Y SEMIRREMOLQUE	
Nomenclatura	N° DE EJES	CLASE	CROQUIS DEL VEHICULO
T2-S1-R2	5	TRACTOR, SEMIRREMOLQUE Y REMOLQUE	
T3-S3	6	TRACTOR Y SEMIRREMOLQUE	
T3-S1-R2	6	TRACTOR, SEMIRREMOLQUE Y REMOLQUE	
T2-S2-R2	6	TRACTOR, SEMIRREMOLQUE Y REMOLQUE	
C3-R3	6	CAMION Y REMOLQUE	
T3-S2-R2	7	TRACTOR, SEMIRREMOLQUE Y REMOLQUE	
T3-S2-R3	8	TRACTOR, SEMIRREMOLQUE Y REMOLQUE	
T3-S2-R4	9	TRACTOR, SEMIRREMOLQUE Y REMOLQUE	

FUENTE CAPITULO XI DEL REGLAMENTO DE EXPLOTACION DE CAMINOS DE LA LEY DE VIAS GENERALES DE COMUNICACION (Ref 2).

### **2.1.3. Apéndice 2 (al capítulo XI del Reglamento del Capítulo de Explotación de Caminos de la LVGC).**

Este apéndice fue publicado en el Diario Oficial del 28 de Noviembre de 1980. El apéndice presenta información sobre el peso y las dimensiones que se autorizan a los vehículos que transitan por los caminos de jurisdicción federal, en las siguientes 2 formas: (i) concentraciones máximas de carga que se autorizan por eje de acuerdo al tipo de camino en que transiten, y (ii) peso y dimensiones que se autorizan para cada vehículo de acuerdo al camino en que transiten.

#### **2.1.3.1. Concentraciones Máximas de Carga por Eje.**

En la Tabla 2.2 se presentan las concentraciones máximas de carga de acuerdo al tipo de eje y camino.

#### **2.1.3.2. Peso y Dimensiones que se Autorizan para cada Vehículo de Acuerdo al Camino en que Transiten .**

En el reglamento se citan, a través de croquis ilustrativos, para 5 clases de autobuses y 15 vehículos de carga, las concentraciones de carga/eje (máximas) , el peso bruto vehicular combinado en su caso, y dimensiones que se autorizan a cada uno de los vehículos. A manera de ejemplo, la Tabla 2.3 presenta el croquis ilustrativo correspondiente al vehículo tipo T3-S2.

Los siguientes aspectos son válidos para los croquis que se presentan para cada tipo de vehículo, en el Capítulo XI del Reglamento del Capítulo de Explotación de Caminos de la LVGC:

a. Las concentraciones de carga por eje son iguales a las presentadas en la Tabla 2.2 anterior .

b. La Tabla 2.4 presenta los PBVs o PBVs compuestos (PBVC) .Estos dependen del tipo de camino y son congruentes con las máximas concentraciones de carga por eje. La normatividad señala un PBVC máximo de 77.7 ton y un número máximo de ejes simples igual a 9.

c. La Tabla 2.5 presenta las dimensiones principales máximas incluidas en los croquis.

Para las dimensiones de los distintos tipos de vehículos, se utiliza la siguiente nomenclatura:

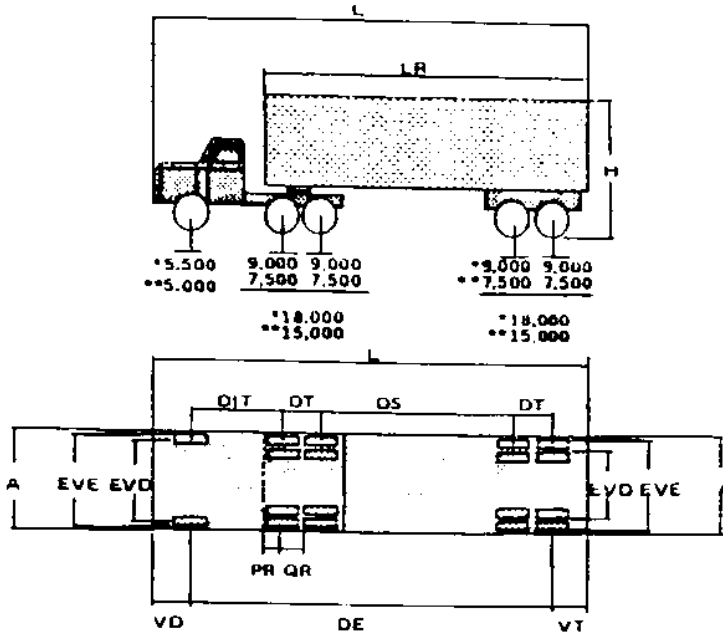


**TABLA 2.2 PESO AUTORIZADO ( TONELADAS ) EN VEHÍCULOS POR TIPO DE EJE Y CAMINO.**

<b>TIPO DE EJE</b>	<b>TIPO DE CAMINO</b>		
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>UN EJE SENCILLO</b>			
Con 2 llantas	5.5	5.0	4.0
Con 4 llantas	10.0	9.0	8.0
<b>DOS EJES SENCILLOS EN TANDEM</b>			
Con 2 llantas en cada eje	4.5 / eje	3.75 / eje	3.5 / eje
Con 4 llantas en cada eje	9.0 / eje	7.50 / eje	7.0 / eje
<b>TRES EJES SENCILLOS EN TANDEM</b>			
Con 4 llantas en cada eje	7.5 / eje	N.P.	N.P.

N.P. = No permitido

TABLA 2.3. CROQUIS ILUSTRATIVO DE LAS DIMENSIONES Y PESO (EN MILIMETROS Y KILOGRAMOS, RESPECTIVAMENTE) AUTORIZADOS PARA UN TRACTOR DE 3 EJES CON SEMIRREMOLQUE DE 2 EJES (T3-S2).



NOTAS:

1. Se autoriza el tránsito de este tipo de vehículos únicamente por caminos tipo "A" y "B".
2. Las dimensiones indicadas como H, A, L y EVE se consideran para fines de diseño y verificación.
3. Las dimensiones indicadas como VD, VT, DE, DS, DT, DIT, EVE, y EVD, se consideran únicamente para fines de diseño.

LITERALES	DIMENSIONES MINIMAS	DIMENSIONES MAXIMAS
H		4 150
A		2 500
L		17 000
V		1 800
VT		2 800
DE		15 700
DS	4 250	9 300
DT	1 200	1 500
DIT	3 500	5 500
EVE	2 100	2 500
EVD	1 800	2 070

\* PBVC=41,500 Carga máxima autorizada en caminos tipo "A".  
 \*\* PBVC=35,500 Carga máxima autorizada en caminos tipo "B".

**TABLA 2.4. PBV Y PBVC DE VEHÍCULOS DE AUTOTRANSPORTE DE CARGA AUTORIZADOS A TRANSITAR POR CARRETERAS FEDERALES.**

TIPO DE VEHÍCULO	TIPO DE CAMINO		
	A	B	C
C2	15.5	14.0	12.0
C3	23.5	20.0	18.0
C4	28.0	N.P.	N.P.
T2 – S1	25.5	23.0	N.P.
T2 – S2	33.5	29.0	N.P.
T3 – S2	41.5	35.0	N.P.
T3 – S3	46.0	N.P.	N.P.
C2 – R2	35.5	N.P.	N.P.
C3 – R2	43.5	N.P.	N.P.
C3 – R3	51.5	N.P.	N.P.
T2 – S1 – R2	45.5	N.P.	N.P.
T3 – S1 – R2	53.5	N.P.	N.P.
T3 – S2 – R2	61.5	N.P.	N.P.
T3 – S2 – R3	69.5	N.P.	N.P.
T3 – S2 – R4	77.5	N.P.	N.P.

N.P. = No permitido

**TABLA 2.5. COMPARATIVO DE LAS PRINCIPALES DIMENSIONES MÁXIMAS AUTORIZADAS.**

TIPO DE VEHÍCULO	DIMENSIONES MÁXIMAS AUTORIZADAS ( EN M )		
	LARGO	ANCHO	ALTURA
C2	12.2	2.5	4.15
C3	12.2	2.5	4.15
C4	12.2	2.5	4.15
T2 – S1	17.0	2.5	4.15
T2 – S2	17.0	2.5	4.15
T3 – S2	17.0	2.5	4.15
T3 – S3	17.0	2.5	4.15
C2 – R2	19.0	2.5	4.15
C3 – R2	19.0	2.5	4.15
C3 – R3	19.0	2.5	4.15
T2 – S1 – R2	22.0	2.5	4.15
T3 – S1 – R2	22.0	2.5	4.15
T3 – S2 – R2	22.0	2.5	4.15
T3 – S2 – R3	22.0	2.5	4.15
T3 – S2 – R4	22.0	2.5	4.15

1. Altura máxima (H) .
2. Ancho total (A)
3. Longitud máxima (L) .
4. Longitud de remolque (LR) .
5. Longitud de semirremolque (LS) .
6. Vuelo delantero (VD)
7. Vuelo trasero (VT) .
8. Distancia entre ejes extremos (DE) .
9. Distancia entre centros del último eje del "Dolly" y primer eje del Tandem del remolque (DR) .
10. Distancia entre centros del último eje del tractor y primer eje del Tandem del semirremolque (DS) .
11. Distancia entre los ejes de un Tandem doble o triple en unidades sencillas o combinadas (DT) .
12. Distancia del extremo delantero del semirremolque, al centro del perno rey (PR) .
13. Distancia del centro del eje trasero o del Tandem del tractor, a la línea de centros de la 5a. rueda (QR).
14. Distancia del centro del eje sencillo o del Tandem del "Dolly", a la línea de centros de la 5a. rueda del mismo, (QRR) .
15. Distancia entre centros del primero y segundo eje del tractor (DIT) .
16. Distancia entre ejes contiguos del camión y remolque o del semirremolque y remolque (DTL) .
17. Entrevía externa o dimensional. Distancias entre caras externas de las llantas de un eje. No deberá exceder del ancho máximo admisible de la unidad. (EVE) .
18. Entrevía dinámica. Distancia entre centros de llantas sencillas o duales de un eje (E VD) .

#### 2.1.4. Permisos o Autorizaciones Especiales para Circular con Sobrepeso y/o Dimensiones.

El Reglamento del Capítulo de Explotación de Caminos en su Capítulo XI, señala lo siguiente sobre este aspecto:

Art. 239. Cuando por razones de interés general tenga que transportarse ocasionalmente maquinaria pesada u otros objetos indivisibles, en vehículos como los referidos en el artículo 234, o cuyas dimensiones excedan de las indicadas en el Artículo 236, se otorgará autorización especial con vigencia limitada al viaje de que se trate. En cada autorización especial se especificará el tipo de carga a transportar y la ruta a seguir, apegándose a las disposiciones contenidas en el Apéndice que al efecto se expida. La autorización especial se expedirá mediante el pago de una cuota por tonelada-kilómetro por exceso de peso, indicada en el Apéndice que señala el párrafo anterior.

Art. 240. Cuando se requiera transportar, en vehículos especiales, cargas indivisibles de gran peso o volumen, que no permitan cumplir con lo establecido en los artículos 236 y 237, la SCT, discrecionalmente, autorizará la transportación y la sujetará al cumplimiento de los requisitos especificados en el propio Apéndice.

### **2.1.5. Apéndice 3 (al Capítulo XI del Reglamento del Capítulo de Explotación de Caminos, de la LVGC).**

Este apéndice fue publicado en el Diario Oficial del 28 de Noviembre de 1980. El Apéndice 3 se refiere, básicamente, a pesos y dimensiones de vehículos para el transporte de carga especificadas (maquinaria pesada u otros objetos indivisibles) , con dimensiones mayores a las referidas en el Apéndice 2. Entre otros puntos importantes, se encuentran los siguientes:

a. A estos vehículos podrá autorizárseles un exceso de peso no mayor del 20% del indicado en el certificado de Peso y Dimensiones, referido en el Art. 231 (1.2 del Apéndice) .

b. Las dimensiones máximas de la carga transportada en este tipo de unidades no deben exceder de 20 cm en el ancho ni de 100 cm en la parte posterior del vehículo y la altura total de carga y vehículo será no mayor de 415 cm (1.3 del Apéndice) .

c. Las autorizaciones por exceso de peso deben solicitarse en la Dirección General de Autotransporte Federal (DGAF). y la cuota es de \$0.50 por ton-km, o fracción de exceso por eje (1.4 del Apéndice) .

d. Cuando los vehículos de carga excedan hasta en 20 cm el ancho reglamentario o la carga sobresalga no más de 100 cm de la parte posterior del vehículo, sin exceder la altura de 415 cm, podrá transitar sin autorización especial, debiendo portar los indicadores de peligro especificados en el Reglamento de Tránsito en Carreteras Federales (Ref 6) (2.2.1 del Apéndice) .

e. Cuando los vehículos o la carga excedan de 270 cm de ancho y se sobrepase la altura reglamentaria, o la carga sobresalga más de 100 cm de la parte posterior del vehículo, para poder transitar debe solicitarse un permiso especial de la DGAF, en el cual se especificarán las condiciones y limitaciones a que se sujetará el tránsito del vehículo en cuestión (2.2.2 del Apéndice) .

#### **2.1.6. Mecanismos Institucionales en México para el seguimiento y Cumplimiento de la Legislación.**

En relación a este punto, vital para el respeto de la normatividad establecida, el mismo Capítulo XI del Reglamento del Capítulo de Explotación de Caminos de la LVGC indica lo siguiente:

Art. 237. (párrafo 20) : La SCT, a través de la Dirección General de Autotransporte Federal, vigilará que la distribución de la carga en los vehículos, ..., la capacidad de los ejes, ...y demás características sean las adecuadas para el transporte seguro de la carga que se autorice a cada unidad en particular.

Art. 241. La Dirección General de Autotransporte Federal controlará y vigilará el peso y las dimensiones de los vehículos que transiten en los caminos de jurisdicción federal, de acuerdo con el certificado respectivo o la autorización especial (para circular con sobrepeso).

Art. 242. Todo vehículo detectado en un camino de jurisdicción federal con peso o dimensiones, o ambos, mayores a las autorizadas en el certificado respectivo o en la autorización especial, será detenido y se obligará a su conductor a reducir la carga o a transportarla en la unidad vehicular que determine la Dirección General de Autotransporte Federal.

#### **2.1.7. Sanciones Aplicables por Faltas a la Normatividad de Peso y Dimensiones de Vehículos.**

El Artículo 243 del Capítulo XI del Reglamento del Capítulo sobre Explotación de Caminos de la LVGC, señala 31 puntos posibles de infracciones, así como las sanciones a las que se hacen acreedores sus infractores. En forma general, las siguientes causas son merecedoras de infracción:

- a. Por olvido, extravío comprobado, alteración, falta de resello, falta de refrendo o falta de un documento, ya sea constancia o certificado de pesos y dimensiones, o relacionado con el aspecto mecánico del vehículo.
- b. Por transitar en caminos no autorizados y/o transitar a velocidades superiores a la autorizada o marcada por el señalamiento.
- c. Por transitar sin autorización con exceso de dimensiones (altura, ancho y longitud) a las

autorizadas, ya sea de dimensiones intrínsecas excedidas o de cargas sobresalientes.

d. Por transitar con peso superior a lo autorizado.

e. Por transitar sin autorización especial de peso y dimensiones, y por una ruta diferente a la autorizada por el mismo permiso. En el reglamento se estipula toda una serie de sanciones referidas al incumplimiento de ciertas normas (abanderamiento, escolta de carros piloto, transitar en horas y días autorizados, transitar a velocidades establecidas, ect) , sólo cuando se transportan cargas con permisos especiales.

Cabe mencionar que, en su mayor parte, las multas impuestas a los autotransportistas por infracciones al reglamento no han sido actualizadas desde el año de 1980, y éstas resultan muy poco congruentes con la actualidad.

Las sanciones previstas en el reglamento no eximen al infractor del pago de los daños y perjuicios ocasionados a las Vías Generales de Comunicación y otros bienes de la Nación.

## **2.2. REGLAMENTACION DE OTROS PAISES.**

En esta sección se presenta un resumen sobre los aspectos más relevantes de la reglamentación de pesos y dimensiones en otros países, así como una comparación con la reglamentación de México (según la Ref 7) .El estudio incluye los siguientes países: Brasil, Japón, España, Australia, Canadá, y los EUA (red federal y redes estatales de California, Arizona, Texas y Florida) .

### **2.2.1. Dimensiones y Pesos/Eje Autorizados.**

En la Tabla 2.6 se presentan los comparativos de dimensiones y pesos por eje máximos autorizados en vehículos de carga, para los países considerados. De la Tabla 2.6, resulta evidente lo siguiente:

a. Ancho. Los niveles autorizados son muy similares en los diferentes países, representando 2.5 metros el promedio máximo autorizado.

b. Altura. Entre los países analizados destaca Japón con una altura máxima de 3.8 metros, contra 4.2 promedio en otros países.



**TABLA 2.6. COMPARATIVO DE PESO POR EJE Y DIMENSIONES MÁXIMAS AUTORIZADAS EN VEHÍCULOS DE CARGA**

	ANCHO ( mts )	ALTURA ( mts )	LONGITUD ( mts )			CARGA POR EJE ( ton. Métricas )		
			Sencillo	Articulado	Múltiple	Simple	Tandem	Triple
ESTADOS UNIDOS a	2.4-2.7	4.1-4.4	10.7-18.3	16.7-24.4 c	25.9 d	9.1-10.9	14.5-18.2	15.4 f
California *	2.6	4.3	12.2	19.8	21.3	9.1	15.4	15.4
Arizona *	2.6	4.3	12.2	17.5 k	8.7 k	9.1	15.4	15.4
Texas *	2.6	4.1 j	13.7	18.0 k	19.8	9.1	15.4	19.1
Florida **	2.4-2.6	4.1	10.7-12.2	14.6 k	8.5 k	10.0	20.0	--
BRASIL	2.6	4.4	13.2	18.15	19.8	10.0	17.0	25.5
JAPÓN	2.5	3.8	12.0	12.0 f	12.0	10.0	--	--
ESPAÑA e	2.5	4.0	12.0	16.5	18.0	13.0	14.7	--
AUSTRALIA	2.5	4.3 g	11.0	17.2	17.5 h	9.01	16.51	20.01
CANADA a	2.6	4.2	12.5	23.0-25.0	23.0-25.0	9.1-10.0	17.0-19.1	24.0-27.0
MÉXICO b	2.5	4.2	12.2	17.0	10.0	10.0	18.0	22.5

\* Mantienen niveles de pasos y dimensiones similares en sistema carretero interestatal y estatal.

\*\* Mantiene límites diferentes en sistema interestatal y estatal

a- La regulación varía según el Estado o Provincia. Las cifras indicadas representan rangos de límites máximos.

b- Niveles máximos para caminos Tipo A; los pesos máximos autorizados disminuyen o no se permite la circulación de algunos vehículos en caminos tipo

c- No existen restricciones en la red carretera nacional ( EUA ), siempre que los semirremolques sean menores o iguales que 14.6 m de largo

d- No existen restricciones en combinaciones de tractor-semirremolque-remolque en la red nacional ( EUA ), siempre que los semirremolques y remolques menores o iguales que 8.5 m de largo.

e- Datos de 1985

f- El límite se incrementa a 16.5 m para vehículos operando en el Sistema Carretero Nacional.

g- 4.6 m para el transporte de ganado.

h- Se autoriza la operación de otros vehículos combinados bajo permiso especial; Road Train, hasta 50 m en longitud ( con 16 ejes )

i- Se considera llantas gemelas ( 4 por eje ).

j- Al autotransporte corresponde 4.3 m.

k- Considera longitud de semirremolque y/o remolque únicamente; no se restringe la combinación tractor-semirremolque

Fuente: Internacional Road Federation ( IRF ) Limits of motor vehicle sizes and weights, 1989, Edition ( Ref 5 ).

c. Largo. Es muy variable entre los países. Algunos controlan el largo total de las combinaciones vehiculares y otros cada uno de los componentes. Canadá mantiene un largo autorizado en el tractor- semirremolque mayor a otros países.

d. Eje Sencillo. Los pesos máximos autorizados se encuentran entre 9 y 13 tons, correspondiendo esta última cifra a España únicamente; se mantiene en 10 ton el peso común entre los países evaluados. En algunos países, los valores se ajustan acordes al tipo de llantas (sencillas o duales) y naturaleza de los ejes (direccionales o no direccionales) .

e. Eje Doble. Para este eje, se autorizan pesos máximos entre 15 y 20 ton. Los pesos límites autorizados a ejes doble y triple, varían entre los países de acuerdo a la distancia entre ejes, y en algunas ocasiones al tipo de llanta, sencillas o duales.

### **2.2.2. Peso Bruto Vehicular Máximo Autorizado.**

En la Tabla 2.7 se presentan los comparativos de los PBVs y PBVCs autorizados a los vehículos de carga en los países en estudio, para carreteras equivalentes a las del tipo "A" en México. De esta tabla, es evidente lo siguiente:

a. Peso Bruto Vehicular. Los pesos máximos autorizados son muy variables entre los diferentes países. Algunos países permiten como situación normal de circulación combinaciones vehiculares T3-S2-R4, hasta 77.5 toneladas, como en el caso de México, siguiéndole Brasil y Australia (este último país autoriza combinaciones de 16 ejes incorporando 115 toneladas de PBV) .Por lo que toca a vehículos sencillos, los pesos máximos autorizados son muy similares entre los diferentes países.

### **2.2.3. Permisos Especiales.**

De los países estudiados, todos permiten, bajo autorización especial, la circulación de vehículos con pesos y dimensiones mayores a los normalmente en regulación. Las autorizaciones muchas veces especifican horas y días para circular; se otorgan temporales o permanentes y en rutas específicas. Existe sobrecarga en vehículos cuando el peso límite legal de por lo menos uno de los ejes cargados está por arriba de los límites autorizados. Existen, asimismo, niveles de tolerancia a pesos excedentes dependiendo de cada país, siendo éstos generalmente del 2 al 10% o de 500 a 2,000 kilos sobre los pesos autorizados.

**TABLA 2.7. COMPARATIVO DE PBV – PBVC’S AUTORIZADOS EN VEHÍCULOS DE CARGA.**

	<b>PESO MÁXIMO TOTAL ( toneladas métricas )</b>									
	C2	C3	T2 – S1	T2 – S2	T3 – S1	T3 – S2	C2 – R2	T2-S1-R2	T3 – S3	T3-S2-R4
ESTADOS UNIDOS b	18.2 d	24.5 d	23.6 d	30.0 d	30.0 d			36.4 d		
California*	18.2 d	24.5 d	23.6 d	30.0 d	30.0 d			36.4 d		
Arizona*	18.2 d	24.5 d	23.6 d	30.0 d	30.0 d			36.4 d		
Texas*	18.2 d	24.5 d	23.6 d	30.0 d	30.0 d			36.4 d		
Florida**	18.2 d	24.5 d	23.6 d	30.0 d	30.0 d			36.4 d		
BRASIL	15.0	22.0	25.0	32.0	32.0	39.0	35.0	45.0	45.0	73.0 a
JAPÓN			El peso	total no	debe de	exceder	de 20	toneladas	( h )	
ESPAÑA g	20.0 e	26.0 e,f	38.0 e,f	38.0 e,f	38.0 e,f	38.0 e,f	38.0 e,f	--	--	--
AUSTRALIA	15.0 i	22.5 i	24.0 l	31.5 l	31.5 l	39.0 l	33.0 l	42.0 l	42.5 l	72.0 l
CANADA b	14.6	22.5	22.5	30.5	30.5	40.5	31.5	38.0	46.5	53.5
	19.0	27.8	28.5	38.5	38.5	44.5	38.5	48.5	57.5	61.8
MÉXICO c	15.5	23.5	25.5	33.5	--	41.5	35.5	45.5	46.0	77.5

\* Mantienen niveles de pasos y dimensiones similares en sistema carretero interestatal y estatal.

\*\* Mantiene límites diferentes en sistema interestatal y estatal

a- se permite operar únicamente con autorización especial, en caminos específicos.

b- La regulación varía según el Estado o Provincia. Las cifras indicadas representan rangos de límites máximos.

c- Niveles máximos para caminos Tipo A; los pesos máximos autorizados disminuyen o no se permite la circulación de algunos vehículos en caminos tipo

d- Cifras basadas en Formula Puente, y eje direccional de 4.5 ton.

e- Siempre que no exceda 5.0 ton por metro de longitud, entre el primero y el último eje.

f- Sujeto a restricciones de distancias entre ejes.

g- Datos de 1985.

h- Se autorizan hasta 34.0 ton a vehículos especiales, en el Sistema Carretero Nacional.

i- Se considera eje direccional con 2 llantas, y otros ejes con 4 llantas.

Fuente: Internacional Road Federation ( IRF ) Limits of motor vehicle sizes and weights, 1989, Edition ( Ref 5 ).

#### **2.2.4. Sanciones y Multas.**

Existe una variedad amplia de sanciones y multas entre los diferentes países:

3.. Notificación: para sobrecargas de menos del 20% del peso permitido (caso de Japón) .

b. Multas; para el operador y/o dueño del vehículo sobrecargado. Para la aplicación de las sanciones, en algunos países se toman antecedentes de sobrepeso.

c. Inmovilización y descarga del vehículo: como adicional a la multa, algunos países detienen la circulación del vehículo por tener excedentes de peso sobre el autorizado (entre el 8 y 20% sobre el límite de carga) .Esta sanción es la más temida por los autotransportistas, por los altos costos involucrados en tiempo y necesidad de vehículos, adicionalmente a la multa. Francia, Holanda, Bélgica y Alemania aplican sistemáticamente esta medida. Australia, Reino Unido y EUA, en algunas ocasiones.

d. Prisión: Algunos países como Francia, Alemania, Japón y Suiza mantienen entre una 1 semana y hasta 6 meses de prisión por circular con exceso de peso.

#### **2.2.5. pesaje de vehículos de carga.**

Se deben tomar en cuenta tres parámetros para realizar un control adecuado del pesaje de vehículos de carga. Estos son los siguientes:

a. sitios: las áreas de pesaje se seleccionan cerca de carreteras principales, de alto nivel de circulación de camiones; se controla el acceso de vehículos seleccionados para pesaje y el regreso al flujo de vehículos; se eligen puntos estratégicos con el fin de que no se desvíe el tráfico intencionalmente.

b. Tamaño de la Muestra: se estima el pesaje de vehículos como equivalente a 1 de cada 30 camiones en países como Bélgica y Francia, y 1 de 45 vehículos en los EUA.

c. Selección de Vehículos para Pesaje: la selección se hace generalmente por la policía, de acuerdo a necesidades específicas, ya sean vehículos lentos, con mala suspensión, dependiendo del tipo de .carga, del control deseado en vehículos pequeños o grandes, etc.

## 2.2.6. Análisis Comparativo de las Regulaciones en México v s Países Seleccionados.

A continuación se describe, de acuerdo a las regulaciones existentes, las posibilidades de que vehículos que circulan en México sean autorizados a transitar en otros países (principalmente EVA y Canadá) , considerando únicamente los aspectos de peso y dimensiones de vehículos.

a. Dimensiones: La altura y ancho máximo autorizado en vehículos de carga en México son muy similares a las que rigen en otros países. Se considera que estos elementos no dificultarían la operación de un autotransportista nacional en estos países. En cuanto a longitud, los vehículos nacionales de carga sencillos y articulados de un semirremolque no tendrían ningún problema para operar en EVA u otro país. En los vehículos articulados múltiples (2 remolques, o semirremolque y remolque) , si los remolques o semirremolques no pasan de 8.3 metros cada uno, no existiría tampoco problema de circulación en los EUA en general (la circulación en México permite semirremolques o remolques hasta esta longitud) , aunque las cifras muestran que los Estados de Texas y California podrían tener objeciones al respecto.

b. Peso: Los pesos máximos autorizados en México para el eje doble (tandem) son generalmente mayores que en otros países; en eje sencillo son muy similares. El deseo de un autotransportista nacional para operar en otros países requeriría, de acuerdo a las cifras analizadas, mantener niveles inferiores de peso a la capacidad por eje autorizada en México. Considerando el peso total máximo, para unidades sencillas de 2 y 3 ejes, las cifras indican que los pesos brutos vehiculares autorizados en México son similares a los de otros países, a excepción de los límites autorizados en los EUA los cuales son superiores a los nacionales. Esta situación tampoco dificultaría a estos vehículos (C2 y C3) el operar en otros países. La situación se torna diferente en vehículos articulados. .Por mantener México diferentes sistemas de cálculo de peso máximo autorizado con respecto a otros países (en los EUA se utiliza primordialmente la llamada Fórmula Puente "E" que se basa en el daño sobre los puentes mientras que en México la reglamentación se basa en el daño sobre los pavimentos) , los PEVs autorizados en México son mayores (comparándolos con los autorizados en los EUA para el sistema interestatal de carreteras) . Para que un autotransportista nacional que opera en caminos tipo "A", pudiera circular en EUA o en otros

países tendría que disminuir el peso bruto de su vehículo, con las repercusiones en productividad.

### **2.3. DESCRIPCION DEL PROGRAMA DE RECOPIACION DE INFORMACION EN LAS ESTACIONES.**

La Dirección General de Proyectos, Servicios Técnicos y Concesiones (DGPSTyC) fue encargada de recopilar información de pesos y dimensiones del transporte de carga en 10 estaciones de aforo sobre corredores importantes de la red troncal nacional. La ubicación de estas estaciones se indica en la Tabla 2.8 y la Figura 2.1.

En cada estación, se obtuvo la siguiente información: (i) origen-destino de carga, (ii) dimensiones de los vehículos (largo, ancho y alto) , y (iii) pesos (tanto PBVs como pesos por eje) .Estos últimos fueron medidos utilizando un sistema de pesadoras dinámicas.

La recopilación de cada uno de los tipos de información anteriores fue realizada por una brigada diferente. Una brigada adicional verificó la información obtenida (cuatro brigadas totales en campo) .En la recopilación y clasificación de esta información, se utilizaron las formas que se muestran en el Anexo A. En las distintas estaciones, no se encuestaron vehículos tipo "pick up" ni de menor envergadura que éstos.

La primera fase de las encuestas consistió en un estudio piloto, que fue realizado sobre la carretera de cuota México- Córdoba, a la altura de la caseta de cobro de Amozoc (Km 142+000) .Esta fase piloto tuvo por objeto perfeccionar los procedimientos y la logística de las encuestas.

#### **2.3.1. Descripción de la Metodología.**

En cada estación de aforo, inicialmente se colocaron tanto el equipo como las brigadas de encuesta en ambos sentidos de la circulación de la carretera. A continuación, se procedió a colocar la señalización necesaria a una distancia de 500 metros antes de la estación (recomendando a los vehículos reducir su velocidad) .Aproximadamente 100 m antes de llegar a la estación, se separaron sobre el carril derecho de cada sentido los vehículos de carga a ser encuestados.

Una vez realizado lo anterior, los vehículos de carga fueron detenidos a unos 50 m de una pesadora dinámica. Las brigadas correspondientes se encargaron de medir las dimensiones de los vehículos (ancho, ancho excedente, largo, largo excedente, altura y altura excedente) , así como de preguntar al chofer respecto a las características

**TABLA 2.8. LOCALIZACIÓN DE LAS ESTACIONES PARA LOS ESTUDIOS DE PESOS Y DIMENSIONES.**

<b>No. DE ESTACION</b>	<b>NOMBRE DE LA ESTACION</b>
1	Amozoc, Puebla ( fase piloto ) Puebla – Córdoba, km 9+000.
2	Hermosillo – Sta. Ana, km 8+900 T. Ures
3	Zacatecas – Durango, km 18+000 Cerca de Zacatecas
4	Querétaro – Irapuato ( cuota ), km 81+000 Delante de salamanca
5	México – Querétaro ( cuota ), km 43+010 Delante de Tepotzotlán
6	México – Puebla ( cuota ), km 34+000 Delante de la caseta Sn. Marcos
7	Monterrey – Nuevo Laredo, km 20+190 Cerca de Monterrey, después del libramiento
8	Querétaro – San Luis Potosí, km 28+530 Cerca de san Miguel de Allende
9	Tulancingo – Tuxpan, km 154+940 Puerto cerca de Tajín, Ver.
10	Córdoba – Veracruz, km 33+520 Antes de la Tinaja ( La Luz )

## LOCALIZACION DE LAS ESTACIONES PESO Y DIMENSIONES SOBRE LA RED CARRETERA PRINCIPAL



Figura 2.1.

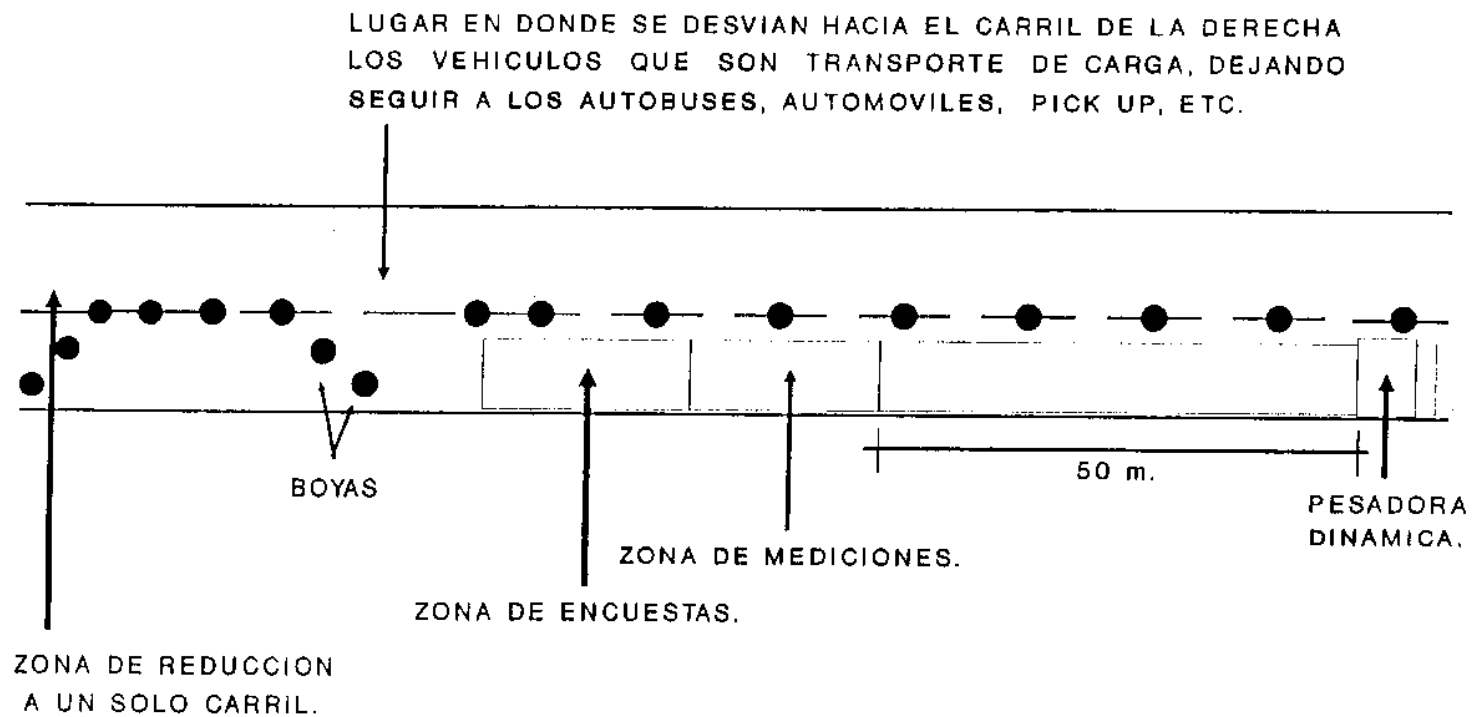


del vehículo y la carga transportada (placas, tipo, marca y año del vehículo, combustible que utiliza, tipo de producto que transporta y el origen-destino de las mercancías) .Por último, los vehículos de carga circularon sobre la pesadora dinámica, en donde se registraron el peso bruto vehicular, los pesos por eje y las distancias entre ejes. De manera general, la Fig 2.2 ilustra el procedimiento de encuesta y medición de los pesos y dimensiones.

Cabe mencionar que la velocidad de los vehículos al pasar por la pesadora dinámica debió ser de entre 20 y 30 Kph aproximadamente, para que los registros fueran lo más preciso posible (Ref 8) .Los vehículos alcanzaron la velocidad antes mencionada en una distancia de 50 m, a partir del sitio donde se realizaron las encuestas sobre dimensiones y origen- destino.

Para la recopilación de la información de pesos se utilizó una pesadora dinámica compuesta por un Procesador y Monitor (Golden River), un Cerebro (Weighman) , dos antenas para clasificación vehicular y medición de las velocidades y distancias entre ejes, y un tapete medidor de los PBVs y pesos por eje.

FIGURA 2.2. DIAGRAMA DEL PROCEDIMIENTO DE ENCUESTAS Y MEDICION DE LOS PESOS Y DIMENSIONES.



### **Capítulo 3. ANALISIS DE LA INFORMACION RECOPIADA EN LAS ESTACIONES.**

Como se indicó en el capítulo anterior, la información total para este estudio fue recopilada en un conjunto de estaciones sobre las carreteras troncales principales de la República Mexicana (libres y de cuota) .La estación de Amozoc, Puebla (primera estación encuestada) representó una fase piloto dirigida a perfeccionar la logística y los procedimientos de encuesta.

El levantamiento de información en cada estación fue realizado durante las 24 horas de 4 días. En Amozoc, estos días correspondieron a jueves, viernes, lunes y martes. En las demás estaciones, la información fue recopilada en martes, miércoles, jueves y viernes.

En este capítulo se discuten distintos aspectos del análisis de la información recabada en las estaciones. Los análisis completos para cada estación se presentan en los Anexos 1 a 10 de este informe (Refs 9 a 18) .La Ref 19 muestra análisis detallados para las estaciones de Amozoc y Salamanca.

#### **3.1. FECHAS DE REALIZACION.DE ENCUESTAS Y MEDICIONES.**

La Tabla 3.1 indica la ubicación de las estaciones (incluyendo si éstas fueron ubicadas sobre tramos libres o de cuota) y las fechas en que se realizaron las mediciones en cada estación. Como puede observarse, la fase piloto en Amozoc fue realizada durante los últimos días de 1990, mientras las encuestas en las demás estaciones se realizaron prácticamente durante el mes de junio de 1991.

#### **3.2. VEHICULOS TOTALES.**

La Tabla 3.2 muestra los totales de vehículos de carga registrados en el transcurso de los cuatro días de encuesta en cada una de las estaciones. En la Tabla 3.3 se presentan los porcentajes encuestados de los distintos tipos. En estas tablas, así como en las tablas sucesivas en este informe, la información correspondiente a los tipos de vehículos más comunes se encuentra remarcada. Esto, con el fin de enfatizarla, ya que es la más confiable, pues proviene de las muestras de mayor tamaño.

En relación con la información en las Tablas 3.2 y 3.3, cabe mencionar lo siguiente:

**TABLA 3.1. FECHAS DE REALIZACIÓN DE LAS ENCUESTAS.**

<b>No.</b>	<b>NOMBRE DE LA ESTACION</b>	<b>FECHA DE ENCUESTA</b>
1	Amozoc, Puebla ( fase piloto ) Puebla – Córdoba, km 9+000.	6 – 7 Y 10 – 11 /XII / 90
2	Hermosillo – Sta. Ana, km 8+900 T. Ures	21 – 24 / V / 91
3	Zacatecas – Durango, km 18+000 Cerca de Zacatecas	28 – 31 / VI / 91
4	Querétaro – Irapuato ( cuota ), km 81+000 Delante de salamanca	4 – 7 / VI / 91
5	México – Querétaro ( cuota ), km 43+010 Delante de Tepetzotlán	4 – 7 / VI / 91
6	México – Puebla ( cuota ), km 34+000 Delante de la caseta Sn. Marcos	18 – 21 / VI / 91
7	Monterrey – Nuevo Laredo, km 20+190 Cerca de Monterrey, después del libramiento	28 – 31 / V / 91
8	Querétaro – San Luis Potosí, km 28+530 Cerca de san Miguel de Allende	21 – 24 / V / 91
9	Tulancingo – Tuxpan, km 154+940 Puerto cerca de Tajín, Ver.	25 – 28 / VI / 91
10	Córdoba – Veracruz, km 33+520 Antes de la Tinaja ( La Luz )	28 – 31 / V / 91

**TABLA 3.2. VEHÍCULOS TOTALES ENCUESTADOS EN CADA ESTACION DURANTE LOS 4 DIAS DE ENCUESTA.**

<b>No.</b>	<b>NOMBRE DE LA ESTACION</b>	<b>V. ENCUESTADOS</b>
1	Amozoc, Puebla ( fase piloto ) Puebla – Córdoba, km 9+000.	2,945
2	Hermosillo – Sta. Ana, km 8+900 T. Ures	10,044
3	Zacatecas – Durango, km 18+000 Cerca de Zacatecas	11,052
4	Querétaro – Irapuato ( cuota ), km 81+000 Delante de salamanca	7,511
5	México – Querétaro ( cuota ), km 43+010 Delante de Tepetzotlán	25,503
6	México – Puebla ( cuota ), km 34+000 Delante de la caseta Sn. Marcos	11,578
7	Monterrey – Nuevo Laredo, km 20+190 Cerca de Monterrey, después del libramiento	11,735
8	Querétaro – San Luis Potosí, km 28+530 Cerca de san Miguel de Allende	15,791
9	Tulancingo – Tuxpan, km 154+940 Puerto cerca de Tajín, Ver.	8,375
10	Córdoba – Veracruz, km 33+520 Antes de la Tinaja ( La Luz )	12,827
<b>T O T A L =</b>		<b>117,361</b>

**TABLA 3.3. PORCENTAJES DE LOS DISTINTOS TIPOS DE VEHÍCULOS ENCUESTADOS.**

TIPO	ESTACIONES										PROM <sup>2</sup>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
C2	59	35	32	39	30	61	26	22	45	34	35
C3	22	19	22	38	26	23	12	16	17	23	22
T2-S1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
C4	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1
T2 – S2	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1
C2 – R2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T2 – S3 <sup>(5)</sup>	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1
C3 – R2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T3 – S2	11	30	21	11	25	8	46	36	13	17	24
T2 – S1 – R2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T3 – S3	5	11	20	7	13	3	14	21	23	22	15
T2 – S2 – R2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C3 – R3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T3 – S1 – R2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T3 – S2 – R2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T3 – S2 – R3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T3 – S2 – R4	1	1	1	1	2	1	1	1	1	3	2
OTROS	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
GLO / EST <sup>3</sup>	99 <sup>4</sup>	100	100	99	100	99	99	100	100	100	101 <sup>4</sup>

**NOTAS:**

1 Nomenclatura de las Estaciones: (1) Amozoc, (2) La Grande, (3) pimienta, (4) Salamanca, (5) Tepetzotlán, (6) San Marcos, (7) Santa Rosa, (8) San Miguel de Allende, (9) Tajín, y (10) La Luz.

2 Promedios que corresponden a los porcentajes observados en cada estación, ponderados por los vehículos totales en las distintas estaciones.

3 Global para los vehículos registrados en cada estación.

4 El redondeo de los porcentajes hizo que algunos totales no sumaran exactamente 100.

5 El vehículo tipo T2-S3 es una combinación no incluida dentro de las categorías en el "Capítulo sobre Explotación de Caminos" de la "Ley de Vías Generales de Comunicación" ( Ref 5) .

a. Según la Tabla 3.2, durante los 4 días de encuesta en cada estación, se encuestaron 117,361 vehículos' de carga en total. Los diferentes números de vehículos encuestados entre estaciones son indicativos de la proporción en que los flujos vehiculares de carga en unos sitios son diferentes en relación con otros (con excepción de Amozoc)'. El mayor flujo se observó en la Estación 5 (México-Querétaro, adelante de Tepetzotlán) y el menor en la Estación 1 (Puebla- Córdoba, a la altura de Amozoc) .En Amozoc, el flujo registrado resultó mucho más bajo que en otras estaciones ubicadas sobre el mismo corredor (6 y 10) . Esto se debe a que en esta estación (piloto) , los trabajos de campo estuvieron primordialmente dirigidos a perfeccionar la logística y los procedimientos, en vez que a encuestar la totalidad de los vehículos de carga. Eliminando la estación de Amozoc, los 3 mayores flujos de vehículos de carga se observaron sobre los corredores: (i) México-Querétaro (Estación 5) , (ii) Querétaro-San Luis Potosí (Estación 8) , y (iii) Córdoba-Veracruz (Estación 10) .

b. La Tabla 3.3 indica que, entre estaciones, los porcentajes de los distintos tipos de vehículos resultaron relativamente similares. Los vehículos tipos C2, C3, T3-S2, T3-S3 y otras combinaciones mayores del tractor T3 (particularmente la combinación T3-S2-R4) constituyeron prácticamente el total de los vehículos de carga que circularon por las estaciones. Sin embargo, en algunos sitios (p. ej. La Grande, Pimienta) se observaron cantidades considerables de C4, T2-S2 y T2-S3.

c. Por ser los más comunes, las muestras obtenidas resultaron mayores para los vehículos indicados en el inciso anterior (remarcados en la Tabla 3.3) .Por esta razón, los estimadores y análisis estadísticos que se presentan en el resto de este capítulo son mucho más confiables para estos tipos de vehículos.

d. En general, se observó que el flujo de transporte de carga tiende a aumentar hacia el viernes, disminuye alrededor del lunes y se estabiliza durante los días intermedios de la semana (Refs -9 a 19) .

### **3.3. EDADES, TIPOS DE COMBUSTIBLE Y DISTRIBUCION ; FLUJO VEHICULAR DURANTE EL DIA.**

#### **3.3.1. Edades.**

La Tabla 3.4 muestra las medias de la edad de los distintos tipos de vehículos encuestados en las estaciones.

**TABLA 3.4. MEDIA DE LA EDAD ( EN AÑOS ) DE LOS DISTINTOS TIPOS DE VEHÍCULOS.**

TIPO	ESTACIONES										PROM <sup>2</sup>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
C2	8	8	8	7	9	8	7	9	8	9	8
C3	11	12	12	11	11	10	10	11	11	12	10
T2-S1	11	12	11	9	8	8	9	8	7	8	9
C4	9	8	10	11	10	10	10	12	10	12	10
T2 – S2	6	9	9	9	10	8	9	11	8	11	9
C2 – R2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T2 – S3 <sup>(4)</sup>	8	9	7	7	8	7	10	8	9	12	9
C3 – R2	14	11	15	10	9	9	15	1	24	9	12
T3 – S2	9	10	9	9	9	8	8	8	9	10	9
T2 – S1 – R2	6	9	6	7	7	5	6	7	6	13	7
T3 – S3	7	8	8	7	8	7	8	7	7	7	7
T2 – S2 – R2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C3 – R3	10	1	4	7	5	6	6	7	9	10	7
T3 – S1 – R2	5	5	6	11	7	8	6	6	6	16	8
T3 – S2 – R2	7	7	5	6	3	9	5	4	9	6	6
T3 – S2 – R3	5	6	6	8	5	5	11	6	10	6	7
T3 – S2 – R4	4	7	6	4	4	3	8	4	5	5	5
OTROS	8	3	6	3	2	3	3	1	3	-	3
GLO / EST <sup>3</sup>	8.8	9.4	8.9	8.9	8.9	8.2	8.3	8.5	8.3	9.5	8.8

NOTAS:

1 Nomenclatura de las Estaciones: (1) Amozoc, (2) La Grande, (3) pimienta, (4) Salamanca, (5) Tepetzotlán, (6) San Marcos, (7) Santa Rosa, (8) San Miguel de Allende, (9) Tajín, y (10) La Luz.

2 Promedio para todas las estaciones.

3 Promedio para los vehículos registrados en cada estación.

4 El vehículo tipo T2-S3 es una combinación no incluida dentro de las categorías en el "Capítulo sobre Explotación de Caminos" de la "Ley de Vías Generales de Comunicación" (Ref 5).



TABLA 3.5. PORCENTAJES DE VEHÍCULOS RECIENTES, EN VIAS DE OBSOLESCENCIA Y OBSOLETOS.

RANGO DE LA EDAD (AÑOS)	ESTACIONES <sup>1</sup>										PROM <sup>2</sup>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0 -- 5	35	30	30	33	32	37	35	34	35	28	33
5 -- 10	26	22	24	21	22	21	21	21	19	20	21
> 10	39	48	46	46	46	42	44	45	46	52	46
GLO / EST <sup>3</sup>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

NOTAS:

- 1 Nomenclatura de las estaciones: ( 1 ) Amozoc, ( 2 ) la Grande, ( 3 ) Salamanca, ( 5 ) Tepetzotlán, ( 6 ) San Marcos, ( 7 ) Santa Rosa, ( 8 ) San Miguel de Allende, ( 9 ) Tajín y ( 10 ) LaLuz.
- 2 Promedio para todas las estaciones.
- 3 Global para los vehículos registrados en cada estación.

Adicionalmente, la Tabla 3.5 resume, para cada una de las estaciones, los porcentajes registrados de vehículos entre 0 y 5 años (recientes) , 5 y 10 años (en vías de obsolescencia) , }7 con más de 10 años (obsoletos) .A partir de estas tablas, es evidente lo siguiente:

- a. La Tabla 3.4 indica que, entre estaciones, las edades de los vehículos registrados resultaron bastante similares. En promedio, los vehículos resultaron más viejos en las Estaciones IO (Córdoba-Veracruz, antes de La Tinaja) y 2 (Hermosillo-Santa Ana, Est. La Grande) , y más nuevos en la Estación 6 (México-Puebla, adelante de San Marcos).
- b. Dentro de los tipos de vehículos más comunes, el C3 mostró la edad promedio mayor, seguido por el T3-S2 y el C2. El tipo T3-S2-R4 mostró la edad promedio menor, seguido por el T3-S3. Dentro de todos estos tipos, se observaron vehículos hasta con más de 60 años de edad.
- c. Las combinaciones del T3 con semirremolque y remolque (T3-SX-RY) mostraron, en promedio, una edad similar o menor que los demás tipos de vehículos.
- d. La edad promedio de toda la flota vehicular encuestada resultó ser de 8.8 años.
- e. La Tabla 3.5 indica que, entre estaciones, los porcentajes de vehículos recientes, en vías de obsolescencia y obsoletos resultaron bastante similares. Globalmente para todas las estaciones, 33% de toda la flota vehicular encuestada resultó con una edad de 0 a 5 años. Esto significa que alrededor de la tercera parte de los vehículos encuestados son recientes.
- f. El 21% de todos los vehículos encuestados presentaron una edad entre 5 y 10 años. Estos vehículos se encuentran actualmente en vías de obsolescencia (hablando en términos generales, ya que específicamente esto depende del cuidado y mantenimiento que reciben las unidades durante el transcurso de su vida).
- g. El resto de la flota vehicular (46%) cuenta con más de 10 años de vida (y algunos hasta con más de 60 años) . Estos vehículos se consideran obsoletos.

### 3.3.2. Tipos de Combustible.

Para cada estación, la tabla 3.6. resume los porcentajes de cada tipo de vehículo que consumen gasolina. La diferencia

**TABLA 3.6. PORCENTAJES DE LOS DISTINTOS TIPOS DE VEHÍCULOS QUE CONSUMEN GASOLINA.**

TIPO	ESTACIONES <sup>(1)</sup>										PROM <sup>2</sup>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
C2	52	69	61	61	45	66	70	43	49	44	56
C3	8	10	9	7	5	10	15	12	10	6	10
T2-S1	18	23	2	12	13	21	33	7	4	4	14
C4	25	5	3	8	6	12	16	14	3	3	10
T2 – S2	33	18	8	16	13	0	10	22	3	23	15
C2 – R2	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)
T2 – S3 <sup>(5)</sup>	17	0	2	4	2	0	6	8	0	5	4
C3 – R2	0	29	75	50	40	0	50	75	63	25	41
T3 – S2	7	2	1	4	2	4	2	9	3	3	4
T2 – S1 – R2	50	23	10	59	5	37	0	33	15	29	26
T3 – S3	5	2	1	3	2	4	2	4	3	2	3
T2 – S2 – R2	(4)	0	(4)	(4)	(4)	(4)	7	(4)	(4)	(4)	3
C3 – R3	0	0	25	0	5	0	0	0	25	0	6
T3 – S1 – R2	0	0	14	0	5	30	0	13	22	0	8
T3 – S2 – R2	0	14	9	0	4	0	7	8	10	9	6
T3 – S2 – R3	8	2	12	5	2	7	0	3	0	6	5
T3 – S2 – R4	4	0	1	7	1	0	1	1	6	4	3
OTROS	13	0	0	7	0	0	0	7	2	0	3
GLO / EST <sup>3</sup>	34	14	22	28	15	43	19	16	25	17	22

**NOTAS:**

1 Nomenclatura de las Estaciones: (1) Amozoc, (2) La Grande, (3) Pimienta, (4) Salamanca, (5) Tepetzotlán, (6) San Marcos, (7) Santa Rosa, (8) San Miguel de Allende, (9) Tajín, y (10) La Luz.

2 Promedio para todas las estaciones.

3 Promedio para los vehículos registrados en cada estación.

4 En esta estación, no se registró ningún vehículo de este tipo. Por lo tanto, para este tipo, no fue posible definir este parámetro.

5 El vehículo tipo T2-S3 es una combinación no incluida dentro de las categorías en el "Capítulo sobre Explotación de Caminos" de la "Ley de Vías Generales de Comunicación" (Ref 5) .

con 100 de las cifras en la Tabla 3.6 representa el porcentaje de vehículos, dentro de cada tipo, que consumen diesel (u otro combustible) .A partir de la Tabla 3.6, es evidente lo siguiente:

- a. Entre estaciones, los porcentajes de los distintos tipos de vehículos que utilizan gasolina resultaron relativamente similares. Sólo existe una proporción considerable de vehículos de gasolina dentro de los tipos C2, C3-R2, T2-S1-R2, T2-S2 y T2-S1. Obviamente, para los cuatro últimos tipos, las muestras fueron mucho más pequeñas que para el C2 y, por lo tanto, mucho menos confiables.
- b. Globalmente, alrededor de 22% de los vehículos de carga encuestados utilizan gasolina. El restante 78% utilizan diesel (u otro combustible) .

### **3.3.3. Distribución del Flujo Vehicular durante el Día.**

La Tabla 3.7 presenta la variación porcentual promedio horaria del flujo de vehículos de carga (con relación al flujo diario total) en las distintas estaciones. Como se dijo anteriormente, las encuestas fueron realizadas en días fuera del fin de semana. Las observaciones más importantes a partir de la Tabla 3.7 son las siguientes:

- a. Entre estaciones, las variaciones horarias del flujo vehicular resultaron relativamente similares. En promedio, para todos los días de encuesta, la intensidad de vehículos de carga disminuyó sensiblemente (alrededor del 24%) entre las 22 y las 6 horas (del día siguiente) .Como se evidencia en las Refs 9 a 19, esta disminución fue mayor para los vehículos sencillos (C2 y C3, principalmente) que para los articulados (T3-S2, T3-S3 y T3-SX-RY).
- b. Asimismo, se registraron 3 períodos de mayor flujo vehicular ( "pico" ) : ( i ) de las 7 a las 8 horas, ( ii ) de las 12 a las 13 horas, y (iii) de las 15 a las 20 horas. Los dos últimos fueron los de mayor intensidad.

## **3.4. PESOS REGISTRADOS.**

### **3.4.1. Peso Bruto Vehicular (PBV) .**

#### **3.4.1.1. Pesos Brutos Vehiculares Promedio.**

La Tabla 3.8 resume las medias del PBV para los distintos tipos de vehículos encuestados en las estaciones. -En la Tabla 2.4 (en el Capítulo 2) se presentaron los PBVs máximos

**TABLA 3.7. VARIACIÓN PORCENTUAL PROMEDIO HORARIA DEL FLUJO VEHICULAR.**

HORAS	ESTACIONES <sup>(1)</sup>										PROM <sup>2</sup>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
00 – 01	4.8	2.9	3.1	5.3	3.3	4.1	4.5	3.7	2.5	4.2	3.8
01 – 02	5.1	2.3	2.4	5.2	3.5	3.4	3.7	3.7	1.4	3.5	3.4
02 – 03	4.2	2.1	2.4	4.6	3.4	2.7	3.0	3.2	1.6	3.6	3.1
03 – 04	3.4	1.7	2.3	3.1	3.1	3.2	1.9	2.5	1.5	3.6	2.6
04 – 05	3.4	2.5	1.9	2.9	3.0	3.9	2.1	3.0	1.9	3.1	2.8
05 – 06	3.6	4.0	2.7	3.2	3.5	4.6	4.1	3.1	2.7	4.1	3.6
06 – 07	3.1	4.2	3.9	3.6	4.4	4.6	5.0	5.0	4.5	5.3	4.4
07 – 08	3.4	5.0	5.2	3.9	3.8	4.4	5.4	4.5	5.3	4.6	4.6
08 – 09	3.5	4.8	5.0	3.4	4.2	3.8	3.7	4.9	5.2	3.9	4.2
09 – 10	3.1	5.0	5.2	3.4	4.0	3.5	4.3	4.0	5.7	4.2	4.2
10 – 11	3.6	4.2	5.4	3.2	4.7	3.9	4.3	4.5	5.6	4.4	4.4
11 – 12	4.3	5.4	5.3	3.4	4.2	4.5	4.0	4.5	5.5	5.0	4.6
12 – 13	4.7	4.8	5.1	4.0	5.0	5.0	4.5	4.7	6.0	4.7	4.9
13 – 14	4.2	4.5	5.3	3.9	4.1	4.4	4.8	4.0	5.2	4.4	4.5
14 – 15	4.3	4.6	5.2	4.2	4.3	4.6	5.2	4.2	5.6	4.6	4.7
15 – 16	5.0	4.8	5.1	4.3	5.0	4.8	4.3	4.5	5.5	4.6	4.8
16 – 17	3.5	5.9	5.0	3.7	5.0	4.7	4.9	4.8	5.8	4.8	4.8
17 – 18	4.3	5.7	4.8	4.9	5.0	4.5	4.9	4.9	5.0	4.5	4.9
18 – 19	4.3	5.3	4.7	4.8	5.0	5.0	4.6	4.8	5.3	4.7	4.9
19 – 20	4.7	4.8	4.7	4.7	4.8	5.2	5.0	4.5	4.8	4.3	4.8
20 – 21	5.5	4.6	4.0	5.4	4.6	4.4	4.0	4.5	4.1	4.5	4.6
21 – 22	4.8	3.7	4.7	5.3	3.6	4.2	4.0	4.1	3.2	4.3	4.2
22 – 23	5.1	3.4	3.7	5.2	4.2	4.0	3.7	3.6	3.5	2.0	3.8
23 – 24	4.3	3.9	2.9	4.8	4.1	2.7	4.2	4.8	2.7	3.1	3.8
GLO / EST <sup>3</sup>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

**NOTAS:**

I Nomenclatura de las Estaciones: (1) Amozoc, (2) La Grande, (3) Pimienta, (4) Salamanca, (5) Tepetzotlán, (6) San Marcos, (7) Santa Rosa, (8) San Miguel de Allende, (9) Tajín, y (10) La Luz.

2 Promedio para todas las estaciones.

3. Sumatoria de los porcentajes horarios en cada estación.

TIPO	ESTACIONES <sup>(1)</sup>										PROM <sup>2</sup>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
C2	6	7	7	12	12	7	6	8	6	8	9
C3	16	14	17	19	18	16	12	17	14	17	16
T2-S1	14	15	28	15	20	15	18	28	31	26	22
C4	24	16	21	23	22	22	20	19	22	22	21
T2 – S2	15	20	33	21	22	29	23	15	26	21	22
C2 – R2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
T2 – S3 <sup>(5)</sup>	26	22	35	30	31	33	24	30	40	28	30
C3 – R2	20	24	13	16	15	11	13	16	17	14	15
T3 – S2	30	29	34	29	38	34	24	30	29	32	32
T2 – S1 – R2	5	13	40	17	32	19	26	24	29	12	24
T3 – S3	35	39	42	39	43	40	26	42	35	40	39
T2 – S2 – R2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
C3 – R3	23	18	34	37	38	29	27	27	13	32	30
T3 – S1 – R2	28	26	42	29	34	28	23	29	29	26	30
T3 – S2 – R2	30	31	35	28	36	30	28	38	18	25	31
T3 – S2 – R3	31	41	38	34	41	38	30	38	35	31	37
T3 – S2 – R4	43	36	35	34	41	26	40	49	36	31	38
OTROS	27	31	32	26	35	33	33	37	31	27	32
GLO / EST <sup>3</sup>	13	19	23	19	26	13	18	26	18	22	21

NOTAS:

1 Nomenclatura de las Estaciones: (1) Amozoc, (2) La Grande, (3) Pimienta, (4) Salamanca, (5) Tepetzotlán, (6) San Marcos, (7) Santa Rosa, (8) San Miguel de Allende, (9) Tajín, y (10) La Luz.

2 Promedio para todas las estaciones.

3 Promedio para los vehículos registrados en cada estación.

4. El vehículo tipo T2 – S3 es una combinación no incluida dentro de las categorías en el “ Capitulo sobre Explotación de Caminos “ de la “ Ley de Vías Generales de Comunicación” ( Ref 5 ).

permitidos por el reglamento (Ref 5) .Para los tipos más comunes, éstos son los siguientes: (i) 15.5 ton para el C2, (ii) 23.5 ton para el C3, (iii) 41.5 ton para el T3--S2, (iv) 46 ton para el T3-S3, y (v) 77.5 ton para el T3-S2-R4. A partir de la Tabla 3.8, cabe enfatizar lo siguiente:

- a. Entre estaciones, las medias de los PBVs de los distintos tipos de vehículos resultaron bastante similares. Los vehículos circularon con un mayor PBV promedio sobre los corredores México-Querétaro (Estación 5) y Querétaro-San Luis Potosí (Estación 8).
- b. Tanto el peso medio, como la dispersión de los pesos alrededor de la media (variancia), mostraron un incremento en la dirección de los tipos de mayor envergadura; o sea, con un mayor número de ejes (de C2 hacia T3-SX-RY).
- c. Los tipos de vehículos que circularon con más peso (T3-S3 y T3-SX-RY) son también aquellos cuyas flotas son las más recientes (como puede observarse conjuntamente con la Tabla 3.4 anterior) .Este aspecto va ligado con el hecho de que estos tipos son los que actualmente cuentan con los motores más potentes (Ref 20).

#### 3.4.1.2. Porcentajes de Excedidos.

La Tabla 3.9 resume, para cada estación, los porcentajes de vehículos de cada tipo que excedieron los PBVs máximos permisibles correspondientes (en la Tabla 2.4, Capítulo 2). A partir de esta tabla, es evidente lo siguiente:

- a. Entre estaciones, los porcentajes de vehículos excedidos, para los distintos tipos, resultaron relativamente similares. En promedio, las Estaciones 5 (México-Querétaro, adelante de Tepotzotlán) , 3 (Zacatecas-Durango, cerca de Zacatecas) , 4 (Querétaro- Irapuato, adelante de Salamanca) y IO (Córdoba- Veracruz, antes de La Tinaja) mostraron los mayores porcentajes de vehículos excedidos.
- b. Entre los más comunes, los siguientes tipos (por orden decreciente) mostraron los mayores porcentajes de excedidos: (i) T3-S3, (ii) T3-S2, (iii) C3, (iv) C2, y (v) T3-S2-R4.
- c. Globalmente para todas las estaciones, se obtuvo un 23% de vehículos sobrecargados.
- d. Considerando sólo los vehículos cargados, el porcentaje de excedidos, tanto para cada estación como

**TABLA 3.9. PORCENTAJES DE VEHÍCULOS EXCEDIDOS EN PBV ( CONSIDERANDO VACIOS Y CARGADOS ).**

TIPO	ESTACIONES <sup>(1)</sup>										PROM <sup>2</sup>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
C2	5	6	8	25	22	9	8	7	8	12	12
C3	31	19	30	25	28	21	12	25	16	30	23
T2-S1	0	13	39	0	21	6	36	44	50	41	24
C4	67	12	25	33	27	31	23	17	26	34	30
T2 – S2	33	18	45	10	16	31	19	2	31	13	22
C2 – R2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
T2 – S3 <sup>(4)</sup>	23	18	31	27	30	38	17	31	41	23	28
C3 – R2	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	1
T3 – S2	30	19	34	26	32	37	27	12	24	30	29
T2 – S1 – R2	0	0	44	0	0	0	17	13	13	0	8
T3 – S3	40	37	52	45	54	47	19	45	38	46	43
T2 – S2 – R2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
C3 – R3	0	0	33	25	6	0	0	0	0	0	6
T3 – S1 – R2	0	0	40	0	7	0	0	0	13	0	6
T3 – S2 – R2	0	0	11	0	0	0	0	0	0	11	2
T3 – S2 – R3	0	7	7	5	2	0	5	0	13	0	4
T3 – S2 – R4	0	3	2	0	0	1	3	1	7	1	2
OTROS	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
GLO / EST <sup>3</sup>	15	16	28	26	30	15	19	20	16	26	23

**NOTAS:**

1.Nomenclatura de las Estaciones: (1) Amozoc, (2) La Grande, (3) Pimienta, (4) Salamanca, (5) Tepetzotlán, (6) San Marcos, (7) Santa Rosa, (8) San Miguel de Allende, (9) Tajín, y (10) La Luz.

2 Promedio para todas las estaciones.

3 Promedio de excedidos para los vehículos registrados en cada estación.

4. El vehículo tipo T2 – S3 es una combinación no incluida dentro de las categorías en el “ Capítulo sobre Explotación de Caminos “ de la “ Ley de Vías Generales de Comunicación” ( Ref 5 ).



globalmente, resultó alrededor de un 25% mayor (29% de sobrecargados, globalmente).

e. Para los tipos más comunes, se llegaron a registrar PBVs máximos de los siguientes órdenes: (i) 24 ton para el C2, (ii) 36 ton para el C3, (iii) 60 ton para el T3-S2, (iv) 72 ton para el T3-S3, y (v) 84 ton para el T3-S2-R4. Esto, obviamente después de eliminar de los registros aquellos PBVs exageradamente grandes producidos por errores durante las lecturas de campo o el procesamiento de la información.

f. Los PBVs máximos en el inciso anterior representan niveles de sobrepeso máximos cercanos o superiores al 50%, con excepción del T3-S2-R4 para el cual dicho exceso es mucho más reducido (menos del 10%) .

#### 3.4.1.3. PBVs Promedio de los Excedidos.

La Tabla 3.10 presenta los PBVs promedio considerando sólo los vehículos sobrecargados. De esta tabla, cabe enfatizar lo siguiente:

a. Entre estaciones, las medias de los PBVs de los distintos tipos de vehículos sobrecargados resultaron bastante similares.

b. Los PBVs promedio de los excedidos en la Tabla 3.10 representan, para los tipos más comunes, los siguientes sobrepesos promedio {en relación con los máximos autorizados para caminos tipo "A"} : (i) 7.5 ton para el C2 (23-15.5) , (ii) 4.5 ton para el C3 (28- 23.5) , (iii) 7.5 ton para el T3-S2 (49-41.5) , (iv) 13 ton para el T3-S3 (59-46) , y (v) 1.5 ton para el T3- S2-R4 (79-77.5).

#### 3.4.1.4. Porcentajes de Vehículos Vacíos.

Para cada estación, la Tabla 3.11 muestra los porcentajes de cada tipo de vehículo que se registraron vacíos. La diferencia con 100 de las cifras en la Tabla 3.11 representa el porcentaje de cargados dentro de cada tipo. A partir de esta tabla, puede comentarse lo siguiente:

a. Entre estaciones, los porcentajes de vehículos vacíos, para los distintos tipos, resultaron relativamente similares.

b. Entre los tipos más comunes, los menores porcentajes de vacíos se obtuvieron para los vehículos más

**TABLA 3.10. PESO BRUTO VEHICULAR PROMEDIO DE LOS VEHÍCULOS SOBRECARGADOS ( EN TON ).**

TIPO	ESTACIONES <sup>(1)</sup>										PROM <sup>2</sup>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
C2	21	28	22	22	25	19	26	20	20	19	23
C3	26	28	28	28	28	27	30	28	27	28	28
T2-S1	(5)	40	45	(5)	36	36	30	42	49	45	40
C4	36	35	37	38	37	34	44	36	37	38	38
T2 – S2	34	46	50	52	41	47	49	34	49	46	46
C2 – R2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
T2 – S3 <sup>(4)</sup>	45	41	51	46	45	45	42	43	53	44	46
C3 – R2	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	51	(5)	51
T3 – S2	46	49	50	48	50	48	47	48	48	49	49
T2 – S1 – R2	(5)	(5)	61	(5)	(5)	55	61	68	51	(5)	60
T3 – S3	54	61	60	60	59	58	53	60	55	58	59
T2 – S2 – R2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
C3 – R3	(5)	(5)	28	62	53	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	59
T3 – S1 – R2	(5)	(5)	60	(5)	61	(5)	(5)	(5)	54	(5)	59
T3 – S2 – R2	(5)	(5)	64	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	62	63
T3 – S2 – R3	(5)	71	77	73	71	(5)	76	(5)	78	(5)	75
T3 – S2 – R4	(5)	79	79	(5)	78	80	78	79	79	79	79
OTROS	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	--
GLO / EST <sup>3</sup>	33	44	46	32	41	24	44	48	43	42	42

**NOTAS:**

1.Nomenclatura de las Estaciones: (1) Amozoc, (2) La Grande, (3) Pimienta, (4) Salamanca, (5) Tepetzotlán, (6) San Marcos, (7) Santa Rosa, (8) San Miguel de Allende, (9) Tajín, y (10) La Luz.

2 Promedio para todas las estaciones.

3 Promedio para los vehículos registrados en cada estación.

4. El vehículo tipo T2 – S3 es una combinación no incluida dentro de las categorías en el “ Capitulo sobre Explotación de Caminos “ de la “ Ley de Vías Generales de Comunicación” ( Ref 5 ).

5. Para estos tipos no se registraron excedidos.

grandes. Es decir, la proporción de cargados aumentó en la dirección de los vehículos de mayor envergadura (del C2 hacia el T3-S2-R4) , que son también los de mayor costo de operación/ton-km transportada.

c. A nivel global, 23% del total de vehículos encuestados en las estaciones, transitaron vacíos. El restante 77% transitó con carga.

#### 3.4.1.5. PBV's Promedio de los Vehículos Vacíos v Cargados

Las Tablas 3.12 y 3.13 muestran, respectivamente, los PBV's promedio para los vehículos vacíos y cargados. A partir de estas tablas, puede enfatizarse lo siguiente:

- a. Entre estaciones, los PBVs promedio de los vehículos vacíos resultaron bastante similares. Lo mismo puede decirse para los cargados.
- b. En general, tanto para los vacíos como para los cargados, el PBV promedio aumenta en la dirección de los vehículos de mayor envergadura.
- c. En esencia, el PBV promedio de los vacíos para cada tipo representa su peso promedio propio.
- d. La diferencia entre los valores en la última columna de la Tabla 3.13 y sus correspondientes en la 3.12 representan un estimado de la carga promedio transportada por cada tipo de vehículo. Para los tipos más comunes, esta diferencia es la siguiente: (i) 6 ton para el C2, (ii) 10 ton para el C3, (iii) 19 ton para el T3-S2, (iv) 26 ton para el T3-S3, y (v) 18 ton para el T3-S2-R4. A partir de esto se observa que, en promedio, el T3-S2-R4 transporta mercancías con mucho menor peso específico que el T3-S3 (principalmente) y el T3-S2.
- e. A partir de las cargas promedio en el inciso anterior y de la Tabla 3.12 (pesos propio promedio) es evidente que cada tipo de vehículo carga bastante más que su peso propio (40% más) , con excepción del T3-S2-R4.
- f. Globalmente, el PBV promedio de los vacíos resultó ser de 9 ton. El PBV promedio de los cargados resultó igual a 22 ton. La diferencia o carga promedio transportada por vehículo fue de 13 ton.

**TABLA 3.11. PORCENTAJE DE VEHÍCULOS VACIOS.**

TIPO	ESTACIONES <sup>(1)</sup>										PROM <sup>2</sup>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
C2	30	51	38	17	12	24	43	31	41	18	31
C3	21	37	24	10	14	14	44	15	31	9	22
T2-S1	27	30	19	12	14	18	18	5	18	5	17
C4	25	45	14	4	11	7	27	9	26	11	18
T2 – S2	25	35	9	13	16	14	22	19	33	9	20
C2 – R2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
T2 – S3 <sup>(4)</sup>	17	26	8	6	12	13	33	3	24	11	15
C3 – R2	0	0	50	25	0	22	67	0	13	25	21
T3 – S2	19	33	6	2	17	4	28	8	20	6	14
T2 – S1 – R2	0	25	10	4	0	17	50	27	20	14	17
T3 – S3	16	32	5	1	9	4	37	7	12	21	14
T2 – S2 – R2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
C3 – R3	25	0	0	13	11	18	33	50	50	0	20
T3 – S1 – R2	17	29	0	7	21	20	53	7	25	50	23
T3 – S2 – R2	20	60	18	8	25	14	38	6	38	22	25
T3 – S2 – R3	23	18	12	5	16	12	63	15	13	7	18
T3 – S2 – R4	25	24	3	2	13	7	28	6	26	9	14
OTROS	44	17	19	29	7	10	0	14	31	33	20
GLO / EST <sup>3</sup>	26	42	20	11	13	19	37	14	30	14	23

**NOTAS:**

1.Nomenclatura de las Estaciones: (1) Amozoc, (2) La Grande, (3) Pimienta, (4) Salamanca, (5) Tepetzotlán, (6) San Marcos, (7) Santa Rosa, (8) San Miguel de Allende, (9) Tajín, y (10) La Luz.

2 Promedio para todas las estaciones.

3 Promedio de excedidos para los vehículos registrados en cada estación.

4. El vehículo tipo T2 – S3 es una combinación no incluida dentro de las categorías en el “ Capitulo sobre Explotación de Caminos “ de la “ Ley de Vías Generales de Comunicación” ( Ref 5 ).

**TABLA 3.12. PBV PROMEDIO DE LOS VEHÍCULOS VACIOS ( EN TON ).**

TIPO	ESTACIONES <sup>(1)</sup>										PROM <sup>2</sup>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
C2	4	4	4	5	4	4	4	5	3	3	4
C3	9	8	8	8	10	8	7	7	6	7	8
T2-S1	11	9	10	10	12	10	9	12	15	8	10
C4	3	10	8	10	11	7	8	9	14	8	9
T2 – S2	7	10	14	10	13	16	12	8	11	8	11
C2 – R2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
T2 – S3 <sup>(4)</sup>	14	16	14	12	14	15	14	10	14	17	14
C3 – R2	(5)	(5)	4	14	(5)	15	14	(5)	5	10	10
T3 – S2	15	16	10	13	18	12	15	13	14	14	14
T2 – S1 – R2	(5)	12	22	7	(5)	10	13	10	12	10	12
T3 – S3	18	20	9	19	18	12	19	13	14	18	16
T2 – S2 – R2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
C3 – R3	22	(5)	(5)	14	21	14	21	22	2	(5)	17
T3 – S1 – R2	19	25	(5)	20	24	12	16	18	15	12	18
T3 – S2 – R2	27	21	26	14	26	21	22	20	13	15	21
T3 – S2 – R3	27	24	(5)	14	27	34	26	26	20	17	24
T3 – S2 – R4	23	26	23	14	30	14	23	23	26	23	22
OTROS	19	20	25	24	24	21	(5)	29	22	26	23
GLO / EST <sup>3</sup>	6	10	5	6	13	6	11	8	10	10	9

**NOTAS:**

1.Nomenclatura de las Estaciones: (1) Amozoc, (2) La Grande, (3) Pimienta, (4) Salamanca, (5) Tepetzotlán, (6) San Marcos, (7) Santa Rosa, (8) San Miguel de Allende, (9) Tajín, y (10) La Luz.

2 Promedio para todas las estaciones.

3 Promedio para los vehículos registrados en cada estación.

4. El vehículo tipo T2 – S3 es una combinación no incluida dentro de las categorías en el “ Capitulo sobre Explotación de Caminos “ de la “ Ley de Vías Generales de Comunicación” ( Ref 5 ).

5. Para estos tipos no se registraron excedidos.

**TABLA 3.13 PBV PROMEDIO DE LOS VEHÍCULOS CARGADOS ( EN TON ).**

TIPO	ESTACIONES <sup>(1)</sup>										PROM <sup>2</sup>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
C2	8	10	9	14	13	8	9	10	9	9	10
C3	18	18	19	20	19	17	16	18	17	18	18
T2-S1	14	18	30	16	21	16	21	29	35	27	22
C4	25	22	22	24	23	24	25	20	25	23	23
T2 – S2	18	26	34	22	24	31	26	17	34	22	26
C2 – R2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
T2 – S3 <sup>(4)</sup>	30	25	36	31	33	36	29	30	47	30	33
C3 – R2	20	24	21	16	15	10	9	16	18	15	17
T3 – S2	32	34	34	30	35	35	27	32	33	34	33
T2 – S1 – R2	5	14	42	17	32	22	40	30	24	13	24
T3 – S3	38	48	42	39	46	42	30	44	38	46	42
T2 – S2 – R2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
C3 – R3	23	18	34	40	41	32	31	33	22	32	30
T3 – S1 – R2	30	27	42	30	36	32	30	30	34	38	33
T3 – S2 – R2	29	46	37	29	39	30	31	39	21	28	33
T3 – S2 – R3	28	45	38	34	43	38	35	41	38	33	38
T3 – S2 – R4	50	39	35	34	42	28	46	50	40	32	40
OTROS	34	33	34	30	36	34	33	38	36	30	34
GLO / EST <sup>3</sup>	16	26	24	20	26	14	22	29	21	24	22

**NOTAS:**

1.Nomenclatura de las Estaciones: (1) Amozoc, (2) La Grande, (3) Pimienta, (4) Salamanca, (5) Tepetzotlán, (6) San Marcos, (7) Santa Rosa, (8) San Miguel de Allende, (9) Tajín, y (10) La Luz.

2 Promedio para todas las estaciones.

3 Promedio para los vehículos registrados en cada estación.

4. El vehículo tipo T2 – S3 es una combinación no incluida dentro de las categorías en el “ Capítulo sobre Explotación de Caminos “ de la “ Ley de Vías Generales de Comunicación” ( Ref 5 ).

#### 3.4.1.6. Nivel de Violaciones a la Reglamentación sobre PBVs Máximos.

Los niveles de violaciones mostrados en las secciones anteriores son indicativos de que la reglamentación mexicana no es muy congruente con la realidad de los PBVs comúnmente observados sobre las carreteras nacionales. Asimismo, es particularmente evidente la deficiencia de los mecanismos actuales de detección y control del sobrepeso en México.

Eventualmente, se llegaron a detectar algunos T3-S2-R4 con PBVs hasta alrededor de 84 ton. sin embargo, el vehículo que circula en México con los mayores niveles promedio de PBV es el T3-S3. Generalmente, el T3-S2-R4 transporta mercancías con mucho menor peso específico que el T3-S3 (principalmente) y el T3-S2.

Los análisis anteriores no revelan evidencias de que los niveles de PBVs y sobrecargas sean particularmente diferentes entre tramos de carreteras libres o de cuota. sin embargo, ambos aspectos anteriores fueron mayores para las estaciones sobre los tramos de corredores de mayor importancia económica: (i) México-Querétaro (Estación 5) , (ii) Querétaro- San Luis Potosí (Estación 8) , (iii) Zacatecas-Durango (Estación 3) , y (iv) Córdoba-Veracruz (Estación 10).

#### 3.4.2. **Pesos por Eje.**

##### 3.4.2.1. Pesos por Eje Promedio.

La Tabla 3.14 resume las medias de las cargas por eje para los tipos de vehículos más comunes, así como por tipo de eje a nivel global. En la Tabla 2.2 (en el Capítulo 2) se presentaron los pesos máximos/eje permitidos por el reglamento (Ref 5) .Para caminos tipo "A", éstos son: (i) 5.5 ton para el eje sencillo simple, (ii) 10 ton para el eje sencillo dual, (iii) 18 ton para el eje doble (tandem) , y (iv) 22.5 ton para el eje triple (tridem) .A partir de la Tabla 3.14, es evidente lo siguiente:

a. Entre estaciones, las cargas medias por eje para los diferentes tipos de vehículos (así como globalmente) resultaron bastante similares. Las mayores cargas medias para los diferentes tipos de ejes se registraron sobre los corredores Querétaro-Irapuato (Estación 4) , México-Querétaro (Estación 5) y Querétaro-San Luis Potosí (Estación 8) .

TABLA 3.14. CARGAS PROMEDIO POR EJE ( EN TON )

TIPO	ESTACIONES <sup>1</sup>										PROM <sup>6</sup>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>C2</b>											
E1 <sup>2</sup>	2	(7)	2	2	3	2	(7)	2	2	2	2
E2 <sup>3</sup>	5		6	7	6	7		6	6	6	6
<b>C3</b>											
E1	3		4	4	4	4		4	4	4	4
E23	14		14	16	16	14		14	14	15	14
<b>T3 – S2</b>											
E1	4		4	5	4	4		4	4	4	4
E23 E45	15		14	16	14	15		14	13	16	14
<b>T3 – S3</b>											
E1	4		4	4	4	4		4	4	4	4
E23	18		16	18	20	18		18	14	16	17
E456	22		22	27	27	23		24	17	22	23
<b>T3 – S2 – R4</b>											
E1	4		4	4	4	4		4	4	4	4
E23 E45											
E67 E89	14		11	11	12	10		12	6	10	11
<b>GLOBAL</b>											
EJE S SIM <sup>4</sup>	2	(7)	3	3	3	3	(7)	3	3	3	3
EJE S DUAL <sup>5</sup>	5	(7)	6	7	6	7	(7)	6	6	6	6
EJE DOBLE	15	(7)	14	16	13	14	(7)	14	13	15	14
EJE TRIPLE	22	(7)	22	27	27	23	(7)	24	17	22	23

Nomenclatura:

EX = Eje sencillo que tiene la posición X dentro de todos los ejes del vehículo considerado.

EXY = Eje doble formado por los ejes que tienen las posiciones X Y y dentro de todos los ejes del vehículo considerado.

EXYZ = Eje triple formado por los ejes que tienen las posiciones X, Y y Z dentro de todos los ejes del vehículo considerado.

Notas:

1 Nomenclatura de las Estaciones: (1) Amozoc, (2) La Grande, (3) Pimienta, (4) Salamanca, (5) Tepetzotlán, (6) San Marcos, (7) Santa Rosa, (8) San Miguel de Allende, (9) Tajín, y (10) La Luz.

2 Este eje es sencillo simple.

3 Este eje es sencillo dual.

4 EJE S SIM = Eje sencillo simple.

5 EJE S DUAL= Eje sencillo dual.

6 Promedio para todas las estaciones.

7 No se reportaron pesos por eje en esta estación.



- b. Entre los ejes sencillos simples y para todas las estaciones, el tonelaje promedio por eje fue mayor para los vehículos de mayor envergadura (T3-S3 y T3-S2-R4).
- c. Entre los tipos más comunes, el único que cuenta con un eje sencillo dual es el C2.
- d. Entre los ejes del tipo doble y para todas las estaciones, el tipo de vehículo que presentó el mayor tonelaje promedio por eje fue el T3-S3, seguido por el T3-S2 y el C3.
- e. Entre los tipos más comunes, el único que cuenta con un eje triple es el T3-S3. El tonelaje promedio por eje triple para este tipo de vehículo (23 ton) excedió ligeramente el peso máximo permisible de 22.5 ton/eje.

#### 3.4.2.2. Porcentajes de Excedidos.

La Tabla 3.15 muestra los porcentajes de cada tipo de eje que excedieron los pesos/eje máximos permisibles para los tipos de vehículos más comunes, así como por tipo de eje a nivel global. De la Tabla 3.15, es evidente lo siguiente:

- a. Entre estaciones, los porcentajes de ejes excedidos para los diferentes tipos de vehículos (así como ( globalmente) resultaron relativamente similares.
- b. La proporción de ejes sencillos simples que excedieron el máximo reglamentado (5.5 ton) resultó mayor para el vehículo tipo C3. Globalmente, el 1% de todos los ejes sencillos simples registrados en las estaciones excedieron el máximo reglamentado.
- c. El 19% de los ejes sencillos duales (de los vehículos tipo C2) excedieron el máximo permisible de 10 ton.
- d. Respecto al eje doble, el tipo de vehículo para el cual una mayor proporción de estos ejes violó el reglamento fue el T3-S3 (26%) , seguido del T3-S2 (24%) , C3 (19%) y el T3-S2-R4 (4%) .Globalmente, el 20% de todos los ejes dobles registrados en las estaciones excedieron el máximo reglamentado.
- e. El 28% de los ejes triples de los vehículos T3-SJ excedieron el peso máximo permisible (22.5 ton) .
- f. Globalmente, los porcentajes de ejes excedidos fueron mayores en la dirección de los ejes más grandes.

TABLA 3.15. PORCENTAJES DE EJES EXCEDIDOS EN PESO.

TIPO	ESTACIONES <sup>1</sup>										PROM <sup>6</sup>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>C2</b>											
E1 <sup>2</sup>	0	(7)	0	1	1	0	(7)	1	0	0	1
E2 <sup>3</sup>	8		14	20	18	26		23	14	21	19
<b>C3</b>											
E1	2		2	3	4	2		4	6	3	3
E23	24		10	24	16	12		24	5	29	19
<b>T3 – S2</b>											
E1	0		0	1	1	0		1	1	1	1
E23 E45	41		8	24	28	19		19	6	41	24
<b>T3 – S3</b>											
E1	0		0	1	1	1		0	1	1	1
E23	60		14	14	16	21		39	6	52	26
E456	40		14	26	29	20		58	6	36	28
<b>T3 – S2 – R4</b>											
E1	0		0	0	0	0		0	0	0	0
E23 E45											
E67 E89	0		1	3	4	1		9	1	8	4
<b>GLOBAL</b>											
EJE S SIM <sup>4</sup>	0	(7)	1	1	2	1	(7)	1	1	1	1
EJE S DUAL <sup>5</sup>	8	(7)	14	20	18	26	(7)	23	14	21	19
EJE DOBLE	33	(7)	8	20	17	14	(7)	23	5	33	20
EJE TRIPLE	40	(7)	14	26	29	20	(7)	58	16	36	28

Nomenclatura:

EX = Eje sencillo que tiene la posición X dentro de todos los ejes del vehículo considerado.

EXY = Eje doble formado por los ejes que tienen las posiciones X Y y dentro de todos los ejes del vehículo considerado.

EXYZ = Eje triple formado por los ejes que tienen las posiciones X, Y y Z dentro de todos los ejes del vehículo considerado.

Notas:

1 Nomenclatura de las Estaciones: (1) Amozoc, (2) La Grande, (3) Pimienta, (4) Salamanca, (5) Tepetzotlán, (6) San Marcos, (7) Santa Rosa, (8) San Miguel de Allende, (9) Tajín, y (10) La Luz.

2 Este eje es sencillo simple.

3 Este eje es sencillo dual.

4 EJE S SIM = Eje sencillo simple.

5 EJE S DUAL= Eje sencillo dual.

6 Promedio para todas las estaciones.

7 No se reportaron pesos por eje en esta estación.

- f. En las distintas estaciones, se llegaron a registrar pesos/eje máximos de los siguientes órdenes: (i) 9 ton para el eje sencillo simple, (ii) 17 ton para el eje sencillo dual, (iii) 33 ton para el eje doble, y (iv) 44 ton para el eje triple. Esto, obviamente después de eliminar de los registros aquellos pesos/eje exageradamente grandes producidos por errores durante el procesamiento de la información.
- g. Los pesos/eje máximos en el inciso anterior representan niveles de sobrepeso máximos superiores al 60%.

#### 3.4.2.3. Nivel de Violaciones a la Reglamentación sobre Pesos/Eje Máximos.

Los análisis anteriores muestran un incremento de la media del peso por eje y del nivel de violaciones a los máximos permitidos, en la dirección de los ejes de mayor envergadura (de sencillo simple hacia triple) .

En general, el vehículo tipo T3-S3 mostró los mayores niveles de carga/eje y porcentaje de ejes excedidos (particularmente en los ejes doble y triple) .

### 3.5. CARGA TRANSPORTADA.

#### 3.5.1. Tonelaje y Valor de la Carga Diaria Movida por las Distintas Estaciones.

La Tabla 3.16 resume los flujos diarios promedio tanto del tonelaje total (incluyendo peso propio vehicular más peso de la carga) como del tonelaje y valor de la carga movida por cada estación. El tonelaje de mercancías fue obtenido de restar, al tonelaje total movido, el peso propio de los vehículos (en la Tabla 3.12} .El valor de la carga fue obtenido a partir del tipo y peso de las mercancías registradas en cada vehículo y del valor de los productos importados y exportados por México durante 1990 según el sistema de Información sobre Comercio Exterior de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (Ref 21) .En relación con la Tabla 3.16, puede decirse la siguiente:

- a. La Tabla 3.16 indica la proporción en que los flujos de carga en unos sitios son diferentes en relación con otros, tanto en tonelajes como en valor de las mercancías (con excepción de Amozoc, como se dijo en la sección 3.2) .Se confirma que los mayores flujos se observan sobre los corredores México-Querétaro (Estación 5) y Querétaro-San Luis Potosí (Estación 8) , y adicionalmente, los corredores Monterrey-Nuevo Laredo (Estación 7} , Zacatecas-Durango (Estación 3) y

**TABLA 3.16. FLUJOS DIARIOS DE TONELAJE TOTAL ( INCLUYENDO PESO PROPIO VEHICULAR Y DE LAS MERCANCÍAS ) Y TONELAJE Y VALOR DE LAS MERCANCÍAS.**

ESTACION <sup>1</sup>	TONELAJES / DIS		VALOR DE LA CARGA / DIA ( MEX \$ / 10 <sup>9</sup> ) <sup>2</sup>
	TOTAL	MERCANCIAS	
1	9,659	4,164	21
2	36,207	16,205	64
3	56,042	35,558	125
4	35,294	19,913	120
5	140,967	65,813	438
6	33,587	16,139	104
7	43,850	15,751	152
8	99,619	58,371	225
9	31,692	14,927	75
10	62,914	31,492	104

**NOTAS:**

1 Nomenclatura de las Estaciones: (1) Amozoc, (2) La Grande, (3) pimienta, (4) Salamanca, (5) Tepetzotlán, (6) San Marcos, (7) Santa Rosa, (8) San Miguel de Allende, (9) Tajín, y (10) La Luz.

2 Los valores de la carga entre estaciones varían suficientemente como para ser indicativos de la importancia económica comparativa de unos tramos con otros, a pesar de las inevitables imprecisiones en la estimación del valor de la carga (MEX\$ de 1990; paridad aproximada: 1 US\$=2900 MEX\$) .

Querétaro-Irapuato (Estación 4) .

- b. Por el corredor Córdoba-Veracruz (Estación 10 circulan cantidades considerables de mercancías, pero éstas son de relativamente bajo valor económico. Por esta razón, esta estación figura dentro de las cinco más importantes en términos de tonelajes totales y de mercancías transportadas, pero no del valor de la carga.
- c. La última columna en la Tabla 3.16 representa los flujos económicos que circulan por las estaciones analizadas. Esta información es indicativa de la importancia económica comparativa de unos tramos COI otros, y su conocimiento para todos los tramos de la red troncal nacional sería de gran utilidad en el establecimiento de prioridades de conservación (Ref 22) .
- c. Los flujos en la Tabla 3.16 son congruentes con los flujos vehiculares en la Tabla 3.2, los porcentajes de los distintos tipos de vehículos en la Tabla 3.3 y los porcentajes de vacíos en la Tabla 3.11.
- e. La jerarquización de las estaciones por orden decreciente de cada uno de los flujos en la Tabla 3.16 resulta un tanto diferente. Por ejemplo, las tres estaciones más importantes son: (i) 5, 8 y 10, en términos del flujo diario de toneladas totales; (ii) 5, 8 y 3, en términos del flujo diario de toneladas de mercancías; y (iii) 5, 8 y 7, en términos del flujo diario del valor de la carga. De estas jerarquizaciones, la tercera es la más importante para el establecimiento de prioridades de conservación (Ref 22) .Lo anterior también significa que no necesariamente por donde se observan los mayores flujos diarios de vehículos y de tonelajes totales y de mercancías, se obtienen los mayores flujos diarios de valor de la carga.

### **3.5.2. Porcentajes de Mercancías Transportadas por los Diferentes Tipos de Vehículos.**

La Tabla 3.17 muestra, sobre el tonelaje de mercancías en cada estación, el porcentaje que cada tipo de vehículo movió. De la Tabla 3.17, cabe mencionar lo siguiente:

- a. Entre estaciones, los porcentajes de mercancías transportadas por los diferentes tipos de vehículos resultaron relativamente similares.
- b. Entre los tipos más comunes, los que mueven los mayores porcentajes de mercancías son el T3-S2 y el

**TABLA 3.17. PORCENTAJES DE MERCANCÍAS TRANSPORTADAS POR LOS DIFERENTES TIPOS DE VEHÍCULOS.**

TIPO	ESTACIONES <sup>(1)</sup>										PROM <sup>2</sup>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
C2	25	12	5	27	17	27	11	5	13	12	15
C3	27	15	11	38	17	28	38	10	11	20	21
T2-S1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C4	1	1	0	1	1	2	1	0	0	1	1
T2 – S2	1	2	1	1	1	1	1	0	1	0	1
C2 – R2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
T2 – S3 <sup>(4)</sup>	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1
C3 – R2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T3 – S2	26	44	32	16	32	25	61	41	22	28	33
T2 – S1 – R2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T3 – S3	15	26	47	13	30	12	14	41	51	38	29
T2 – S2 – R2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
C3 – R3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T3 – S1 – R2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T3 – S2 – R2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T3 – S2 – R3	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
T3 – S2 – R4	3	1	3	2	1	2	2	2	1	1	2
OTROS	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
GLO / EST <sup>3</sup>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	103 <sup>4</sup>

**NOTAS:**

1 Nomenclatura de las Estaciones: (1) Amozoc, (2) La Grande, (3) pimienta, (4) Salamanca, (5) Tepetzotlán, (6) San Marcos, (7) Santa Rosa, (8) San Miguel de Allende, (9) Tajín, y (10) La Luz.

2 Promedios que corresponden a los porcentajes observados en cada estación, ponderados por los vehículos totales en las distintas estaciones.

3 Global para los vehículos registrados en cada estación.

4 El redondeo de los porcentajes hizo que algunos totales no sumaran exactamente 100.

5 El vehículo tipo T2-S3 es una combinación no incluida dentro de las categorías en el "Capítulo sobre Explotación de Caminos" de la "Ley de Vías Generales de Comunicación" ( Ref 5) .

T3-S3. Además, por su mayor capacidad de carga, estos tipos utilizan bastante menos unidades para mover dichas mercancías. Esto es evidente de los porcentajes registrados para los distintos tipos (en la Tabla 3.3) y de las cargas promedio transportadas por los cargados (en la sección 3.4.1.5, inciso "d") .

### **3.5.3. Tipos de Mercancías Movidas por los Diferentes Tipos de Vehículos.**

En las estaciones de medición de pesos y dimensiones, la carga transportada por vehículo fue clasificada de acuerdo con los siguientes ocho grupos de productos: (i) forestales, (ii) agrícolas, (iii) animales y sus productos, (iv) minerales, (v) petróleo y sus derivados; (vi) inorgánicos, (vii) industriales, y (viii) productos varios (paquetería) Esta clasificación es típicamente utilizada por la Dirección General de Proyectos, Servicios Técnicos y Concesiones (DGPSTyC) .

Para los tipos más comunes de vehículos, la Tabla 3.18 resume los porcentajes transportados de los diferentes tipos de productos. De la Tabla 3.18, se observa lo siguiente:

- a. Entre estaciones, los porcentajes de los diferentes tipos de mercancías transportados por los distintos tipos de vehículos resultaron bastante similares. Las variaciones se explican por las distintas ubicaciones geográficas de las estaciones y la naturaleza de los principales flujos que circularon por ellas.
- b. Para todas las estaciones y para todos los vehículos, las mercancías mayormente transportadas fueron primordialmente clasificadas dentro de los tipos industrial (de alta densidad económica) y agrícola.
- c. El vehículo tipo C3 es en el que más se transportan productos agrícolas.
- d. El vehículo tipo T3-S2-R4 es en el que más se transportan petróleo y sus derivados. Muchos de estos vehículos transportan gases, y por lo tanto, requieren más bien espacio que capacidad de carga. Los demás tipos impulsados por el T3 (tractor de tres ejes) también transportan porcentajes considerables de petróleo y sus derivados.

**TABLA 3.18. PORCENTAJES DE LOS DIFERENTES TIPOS DE PRODUCTOS TRANSPORTADOS POR LOS TIPOS DE VEHÍCULOS MAS COMUNES.**

TIPOS		ESTACIONES <sup>1</sup>										PROM <sup>3</sup>
VEH	MR <sup>2</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
C2	FOR	1	2	2	1	2	1	1	2	1	1	1
	AGR	38	16	11	14	11	31	9	19	13	29	19
	ANI	15	10	6	9	7	6	9	7	6	12	9
	MIN	1	2	2	1	2	1	1	2	0	1	1
	PET	2	5	4	1	1	1	2	2	3	1	2
	INO	1	4	11	2	3	1	4	12	14	1	5
	IND	37	37	47	50	44	46	49	48	36	34	43
	VAR	5	25	17	22	30	13	25	8	27	21	19
C3	FOR	0	1	6	1	2	2	1	3	1	1	2
	AGR	49	48	30	32	27	31	12	28	26	36	32
	ANI	11	5	4	14	8	8	8	6	4	7	8
	MIN	2	4	3	2	2	1	1	3	1	1	2
	PET	3	4	6	1	1	1	2	2	6	1	3
	INO	0	2	4	2	3	1	4	4	8	2	3
	IND	29	27	40	34	39	42	57	46	41	39	39
	VAR	6	11	7	14	18	14	15	8	12	13	12
T3 – S2	FOR	3	2	3	0	1	2	1	2	2	1	2
	AGR	15	42	14	22	9	7	4	9	11	11	14
	ANI	11	6	10	17	9	6	7	8	4	5	8
	MIN	1	2	3	2	3	3	2	5	4	3	3
	PET	20	4	9	2	4	21	6	6	9	7	9
	INO	8	2	2	1	2	1	1	2	4	5	3
	IND	39	32	42	41	55	46	69	57	50	57	49
	VAR	3	10	17	15	17	14	9	11	15	11	12
T3 – S3	FOR	11	1	5	1	2	1	2	3	2	1	3
	AGR	16	12	12	19	11	9	11	12	15	8	13
	ANI	2	2	6	10	6	2	5	4	1	2	4
	MIN	5	12	10	5	6	9	1	11	4	4	7
	PET	13	28	6	2	5	7	10	9	12	14	11
	INO	6	5	2	2	3	5	4	4	1	10	4
	IND	45	32	44	49	51	52	66	53	44	59	50
	VAR	2	8	15	12	16	15	2	4	18	2	9
T3 – S2 – R4	FOR	9	0	1	0	1	0	5	1	0	1	2
	AGR	0	29	6	10	4	1	0	5	25	4	8
	ANI	0	2	2	3	9	3	5	2	0	1	3
	MIN	0	0	0	5	1	1	1	2	0	2	1
	PET	48	3	8	4	5	24	13	1	1	30	14
	INO	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0
	IND	30	53	61	57	61	30	73	64	72	39	54
	VAR	13	12	21	21	19	41	2	25	1	20	18



TABLA 3.18. ( CONTINUACION ).

TIPOS		ESTACIONES <sup>1</sup>										PROM <sup>3</sup>
VEH	MR <sup>2</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
GLO / EST <sup>4</sup>	FOR	3	2	4	1	2	1	2	3	2	1	2
	AGR	30	32	15	23	13	23	6	12	15	16	19
	ANI	10	5	7	12	8	6	7	6	3	5	7
	MIN	2	4	6	2	3	2	2	6	4	3	3
	PET	11	10	7	1	3	7	6	6	9	9	7
	INO	3	3	3	2	3	1	2	4	5	5	3
	IND	36	32	43	42	49	45	66	54	44	51	46
	VAR	5	11	15	17	19	15	10	9	18	10	13

NOTAS:

1 Nomenclatura de las Estaciones: (1) Amozoc, (2) L. Grande, (3) Pimienta, (4) Salamanca, (5) Tepetzotlán (6) San Marcos, (7) Santa Rosa, (8) San Miguel de Allende, (9) Tajín, y (10) La Luz.

2 Nomenclatura de los tipos de productos: (FOR: Forestales, (AGR) Agrícolas, (ANI) Animales y sus productos, (MIN) Minerales, (PET) Petróleo y sus derivados, (INO) Inorgánicos, (IND) Industriales, (VAR) Varios (paquetería) .

3.Promedio para todas las estaciones.

4 Promedio para los vehículos registrados en cada estación.

### 3.6. DIMENSIONES DE LOS DIFERENTES TIPOS.

#### 3.6.1. Longitud.

##### 3.6.1.1. Longitudes Promedio.

La Tabla 3.19 resume las medias de la longitud para los distintos tipos de vehículos. En la Tabla 2.5 (en el Capítulo 2) se presentaron los largos máximos permitidos por el reglamento de 1980 (Ref 5) .De la Tabla 3.19, se observa lo siguiente:

- a. Entre estaciones, los largos promedio de los distintos tipos de vehículos resultaron bastante similares.
- b. Como es lógico, la longitud promedio de los vehículos resultó directamente proporcional a su número de ejes.
- c. Entre los tipos más comunes, los largos promedio del T3-S3 y del T3-S2-R4 excedieron los máximos autorizados por el reglamento (17 y 22 m, respectivamente) Para el T3-S2, el largo promedio no excedió el máximo permisible (17 m) aunque resultó relativamente próximo. Los largos promedio para el C2 y el C3 se encontraron por debajo del máximo autorizado para ambos tipos (12.2 m).

##### 3.6.1.2. Porcentajes de Excedidos.

La Tabla 3.20 resume, para cada estación, los porcentajes de vehículos de cada tipo que excedieron los largos máximos permisibles correspondientes (en la Tabla 2.5, Capítulo 2) . A partir de esta tabla, es evidente lo siguiente:

- a. Entre estaciones, los porcentajes de vehículos excedidos, para los distintos tipos, resultaron relativamente similares. En promedio, las Estaciones 7 (Monterrey-Nuevo Laredo, cerca de Monterrey) , 8 (Querétaro-S L Potosí, cerca de San Miguel Allende) y 5 (México-Querétaro, adelante de Tepotzotlán) mostraron los mayores porcentajes de vehículos excedidos.
- b. Entre los tipos más comunes, el que más excedió la longitud máxima permisible correspondiente fue el T3- S2-R4 (84%) , seguido por el TJ-S3 (61%) , T3-S2 (51%) , CJ (2%) y el C2 (1%) .Por lo tanto, a mayor envergadura, el porcentaje de excedidos resultó también mayor .
- c. Los vehículos impulsados por el TJ (tractor de tres ejes) mostraron porcentajes de excedidos muy elevados.

**TABLA 3.19. MEDIA DE LA LONGITUD DE LOS DISTINTOS TIPOS DE VEHÍCULOS ( EN M ).**

TIPO	ESTACIONES <sup>(1)</sup>										PROM <sup>2</sup>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
C2	8	7	7	7	8	7	7	8	7	8	7.1
C3	10	9	9	10	10	9	9	10	9	10	9.4
T2-S1	12	15	16	13	13	13	13	15	16	14	13.9
C4	13	12	11	12	11	11	12	11	11	11	11.4
T2 – S2	15	16	17	16	16	16	15	15	17	15	15.6
C2 – R2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
T2 – S3 <sup>(4)</sup>	16	16	17	15	17	16	17	17	17	17	16.4
C3 – R2	15	14	14	12	12	12	15	11	11	13	12.8
T3 – S2	16	17	17	17	17	16	18	17	17	17	16.8
T2 – S1 – R2	16	12	20	9	16	13	16	12	14	12	14.0
T3 – S3	17	17	17	17	17	17	18	17	17	17	17.1
T2 – S2 – R2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
C3 – R3	14	18	24	20	19	21	15	24	15	21	19.1
T3 – S1 – R2	20	21	20	22	21	20	21	23	28	17	21.2
T3 – S2 – R2	18	20	25	21	21	20	22	24	15	24	20.9
T3 – S2 – R3	23	25	24	23	25	23	21	27	20	27	23.7
T3 – S2 – R4	29	26	27	26	27	27	25	27	18	27	25.8
OTROS	16	27	27	24	24	26	4	26	25	28	22.8
GLO / EST <sup>3</sup>	10	12	12	10	13	9	14	14	11	13	11.9

**NOTAS:**

1.Nomenclatura de las Estaciones: (1) Amozoc, (2) La Grande, (3) Pimienta, (4) Salamanca, (5) Tepetzotlán, (6) San Marcos, (7) Santa Rosa, (8) San Miguel de Allende, (9) Tajín, y (10) La Luz.

2 Promedio para todas las estaciones.

3 Promedio para los vehículos registrados en cada estación.

4. El vehículo tipo T2 – S3 es una combinación no incluida dentro de las categorías en el “ Capítulo sobre Explotación de Caminos “ de la “ Ley de Vías Generales de Comunicación” ( Ref 5 ).

TABLA 3.20. PORCENTAJES DE VEHÍCULOS EXCEDIDOS EN LONGITUD.

TIPO	ESTACIONES <sup>(1)</sup>										PROM <sup>2</sup>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
C2	1	1	0	1	2	0	1	1	0	1	1
C3	2	4	1	2	3	1	4	2	3	1	2
T2-S1	9	10	33	29	10	4	29	24	41	17	21
C4	13	45	8	20	22	12	33	17	22	7	20
T2 – S2	25	29	48	30	25	29	25	7	47	20	29
C2 – R2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
T2 – S3 <sup>(4)</sup>	17	48	53	29	60	23	47	55	47	45	42
C3 – R2	0	0	25	20	0	0	0	0	0	9	5
T3 – S2	29	61	46	52	58	37	75	65	42	42	51
T2 – S1 – R2	0	0	20	4	0	18	0	0	8	14	6
T3 – S3	54	82	54	56	62	50	82	61	60	52	61
T2 – S2 – R2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
C3 – R3	25	0	75	63	40	82	0	100	25	75	49
T3 – S1 – R2	40	50	43	58	24	17	39	50	67	0	39
T3 – S2 – R2	20	0	64	31	20	71	43	64	30	73	42
T3 – S2 – R3	46	78	71	56	69	58	36	93	50	88	65
T3 – S2 – R4	95	83	93	80	88	88	69	91	57	92	84
OTROS	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
GLO / EST <sup>3</sup>	8	27	24	12	27	6	48	40	21	22	24

NOTAS:

1.Nomenclatura de las Estaciones: (1) Amozoc, (2) La Grande, (3) Pimienta, (4) Salamanca, (5) Tepetzotlán, (6) San Marcos, (7) Santa Rosa, (8) San Miguel de Allende, (9) Tajín, y (10) La Luz.

2 Promedio para todas las estaciones.

3 Promedio para los vehículos registrados en cada estación.

4. El vehículo tipo T2 – S3 es una combinación no incluida dentro de las categorías en el “ Capitulo sobre Explotación de Caminos “ de la “ Ley de Vías Generales de Comunicación” ( Ref 5 ).

- d. Tanto para el T3-S2 como para el T3-S3, el reglamento de 1980 considera una longitud máxima de semirremolque igual a 12.2 m (40 ft) .Los niveles de excedencia observados para estos tipos se deben a la utilización actual de semirremolques de alrededor de 16.2 m (53 ft) .Claramente, el reglamento de 1980 es obsoleto en relación con este aspecto.
- e. Para las combinaciones T3-SX-RY, el reglamento considera un largo máximo de semirremolque y remolque igual a 8.25 m (27 ft) .sin embargo, se detectó que la mayoría de estos tipos actualmente arrastran semirremolques y remolques de alrededor de 12.2 m (40 ft) .El reglamento de 1980 es también claramente obsoleto en relación con este aspecto.
- f. Los porcentajes de excedidos en las estaciones (particularmente en la 7 y la 8) se debieron primordialmente a la presencia de vehículos impulsados por T3 en los flujos de camiones.
- g. A nivel global, el 24% de toda la flota vehicular encuestada excedió el largo máximo reglamentado. Este porcentaje no resultó tan elevado debido a que relativamente pocos C2 y C3 (que son los más comunes) excedieron el máximo reglamentado.
- h. Para los tipos más comunes, se llegaron a registrar largos máximos de los siguientes órdenes: (i) 15 m para el C2, (ii) 16 m para el C3, (iii) 23 m para el T3-S2, (iv) 23 m para el T3-S3, y (v) 32 m para el T3- S2-R4. Esto, obviamente después de eliminar de los registros aquellos largos exageradamente grandes producidos por errores durante las lecturas de campo o el procesamiento de la información.
- i. Los largos máximos en el inciso anterior representan niveles de excedencia máximos que oscilan desde un 23% para el C2 hasta un 45% para el T3-S2-R4.

### 3.6.2. Ancho.

#### 3.6.2.1. Anchos Promedio.

La Tabla 3.21 resume las medias del ancho para los distintos tipos de vehículos. En la Tabla 2.5 (en el Capítulo 2) se presentaron los anchos máximos permitidos por el reglamento (Ref 5) .A partir de la Tabla 3.21, es evidente lo siguiente:

- a. Entre estaciones, los anchos promedio de los distintos tipos de vehículos resultaron bastante similares. En general, se observó una escasa variancia (coeficiente

**TABLA 3.21. MEDIA DEL ANCHO DE LOS DISTINTOS TIPOS DE VEHÍCULOS ( EN M ).**

TIPO	ESTACIONES <sup>(1)</sup>										PROM <sup>2</sup>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
C2	2.5	2.4	2.3	2.4	2.4	2.4	2.3	2.4	2.3	2.4	2.4
C3	2.6	2.4	2.4	2.5	2.5	2.4	2.4	2.5	2.4	2.5	2.5
T2-S1	2.8	2.4	2.5	2.3	2.5	2.5	2.4	2.5	2.4	2.4	2.5
C4	2.6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.5	2.5	2.4	2.5	2.5
T2 – S2	2.5	2.4	2.5	2.4	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.5
C2 – R2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
T2 – S3 <sup>(4)</sup>	2.6	2.4	2.5	2.5	2.5	2.4	2.5	2.4	2.4	2.5	2.5
C3 – R2	3.1	2.5	2.4	2.2	2.5	1.9	2.4	2.3	2.5	2.5	2.4
T3 – S2	2.6	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.5	2.5
T2 – S1 – R2	2.4	2.4	2.5	2.4	2.5	2.4	2.5	2.4	2.5	2.4	2.4
T3 – S3	2.6	2.5	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.5	2.5
T2 – S2 – R2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
C3 – R3	2.5	2.5	2.6	2.5	2.5	2.5	2.7	2.5	2.5	2.5	2.5
T3 – S1 – R2	3.3	2.4	2.4	2.5	2.5	2.4	2.5	2.5	2.5	2.4	2.5
T3 – S2 – R2	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
T3 – S2 – R3	2.7	2.4	2.4	2.5	2.5	2.4	2.5	2.5	2.4	2.5	2.5
T3 – S2 – R4	2.6	2.5	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.5	2.5
OTROS	2.7	2.4	2.5	2.4	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.6	2.5
GLO / EST <sup>3</sup>	2.5	2.4	2.4	2.5	2.5	2.4	2.4	2.5	2.4	2.5	2.5

**NOTAS:**

1.Nomenclatura de las Estaciones: (1) Amozoc, (2) La Grande, (3) Pimienta, (4) Salamanca, (5) Tepetzotlán, (6) San Marcos, (7) Santa Rosa, (8) San Miguel de Allende, (9) Tajín, y (10) La Luz.

2 Promedio para todas las estaciones.

3 Promedio para los vehículos registrados en cada estación.

4. El vehículo tipo T2 – S3 es una combinación no incluida dentro de las categorías en el “ Capítulo sobre Explotación de Caminos “ de la “ Ley de Vías Generales de Comunicación” ( Ref 5 ).

de variación) de la variable "ancho" para los diferentes tipos.

- b. Entre los tipos más comunes, el C3, T3-S2, T3-S3 y T3-S2-R4 presentaron el mismo ancho vehicular promedio (2.5 m) .El único que presentó un valor diferente fue el C2 con un ancho promedio un tanto menor (2.4 m) .El ancho promedio para estos tipos no excedió el máximo permisible (2.5 m) .

### 3.6.2.2. Porcentajes de Excedidos.

La Tabla 3.22 resume, para cada estación, los porcentajes de vehículos de cada tipo que excedieron los anchos máximos permisibles correspondientes (en la Tabla 2.5, Capítulo 2) . A partir de esta tabla, es evidente lo siguiente:

- a. Entre estaciones, los porcentajes de vehículos excedidos, para los distintos tipos, mostraron tendencias relativamente similares. En promedio, las Estaciones 1 (Puebla-Córdoba, a la altura de Amozoc) , 5 (México-Querétaro, adelante de Tepotzotlán) , 7 (Monterrey-Nuevo Laredo, cerca de Monterrey) y 8 (Querétaro-S L Potosí, cerca de San Miguel Allende) mostraron los mayores porcentajes de vehículos excedidos. sin embargo, los resultados de Amozoc pudieran no ser muy confiables por haber sido ésta la estación piloto del estudio.
- b. Entre los tipos más comunes, tanto el T3-S2-R4 como el T3-S2 presentaron el mayor porcentaje de excedidos, (15%) , seguidos por el T3-S3 {13%) , C3 (8%) y el C2 (6%) .Por lo tanto, igual que para la variable "largo", a mayor envergadura, el porcentaje de excedidos resultó mayor.
- c. A nivel global, el 11% de toda la flota vehicular encuestada excedió el máximo permisible.
- d. Entre los diferentes tipos, se llegaron a registrar anchos máximos entre 3 y 4 m, los cuales generalmente correspondieron a vehículos de dimensiones extraordinarias con permiso especial para circular. Estos vehículos fueron poco frecuentes y no significan que el reglamento actual se encuentre obsoleto en este sentido.
- e. -Los anchos máximos en el inciso anterior representan niveles máximos de excedencia entre 20 y 80%.

**TABLA 3.22. PORCENTAJES DE VEHÍCULOS EXCEDIDOS EN ANCHO.**

TIPO	ESTACIONES <sup>(1)</sup>										PROM <sup>2</sup>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
C2	15	2	3	3	11	1	3	8	2	9	6
C3	25	3	4	6	17	2	7	12	3	14	8
T2-S1	36	3	17	12	18	6	27	20	4	29	17
C4	13	5	10	9	18	5	20	18	6	20	12
T2 – S2	46	0	15	3	27	5	25	20	0	15	16
C2 – R2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
T2 – S3 <sup>(4)</sup>	50	2	7	7	35	4	23	11	5	5	15
C3 – R2	67	0	0	0	50	8	0	0	13	42	18
T3 – S2	29	4	8	9	24	9	25	21	5	14	15
T2 – S1 – R2	50	0	20	4	20	11	17	17	15	14	17
T3 – S3	32	5	6	8	17	8	29	14	3	10	13
T2 – S2 – R2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
C3 – R3	25	0	25	0	48	25	100	50	25	25	32
T3 – S1 – R2	83	0	0	7	28	0	38	50	11	0	22
T3 – S2 – R2	0	0	18	8	21	22	31	16	10	27	15
T3 – S2 – R3	50	5	6	11	23	10	14	21	0	18	16
T3 – S2 – R4	46	4	8	7	26	7	14	19	2	15	15
OTROS	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
GLO / EST <sup>3</sup>	21	3	5	5	17	3	24	15	3	12	11

**NOTAS:**

1.Nomenclatura de las Estaciones: (1) Amozoc, (2) La Grande, (3) Pimienta, (4) Salamanca, (5) Tepetzotlán, (6) San Marcos, (7) Santa Rosa, (8) San Miguel de Allende, (9) Tajín, y (10) La Luz.

2 Promedio para todas las estaciones.

3 Promedio para los vehículos registrados en cada estación.

4. El vehículo tipo T2 – S3 es una combinación no incluida dentro de las categorías en el “ Capítulo sobre Explotación de Caminos “ de la “ Ley de Vías Generales de Comunicación” ( Ref 5 ).



### 3.6.3. **Altura.**

#### 3.6.3.1. Alturas Promedio.

La Tabla 3.23 resume las medias de la altura para los distintos tipos de vehículos. En la Tabla 2.5 (en el Capítulo 2) se presentaron las alturas máximas permitidas por el reglamento (Ref 5) .A partir de la Tabla 3.23, resulta evidente lo siguiente:

- a. Entre estaciones, las alturas promedio de los distintos tipos de vehículos resultaron bastante similares. En general, las variancias (coeficientes de variación) para la variable "altura" resultaron pequeñas aunque ligeramente mayores que para el "ancho".
- b. Entre los tipos más Comunes, la altura promedio resultó mayor para los tipos T3-S2 y T3-S2-R4 (3.8 m) , seguidos por el T3-S3 (3.6 m) y el C3 (3.5 m) .el C2 presentó una altura promedio un poco menor que loS anteriores (3 m) .Para todos loS tipos, la altura promedio no excedió el máximo permisible (4.15 m) .

#### 3.6.3.2. Porcentajes de Excedidos.

La Tabla 3.24 resume, para cada estación, los porcentajes de vehículos de cada tipo que excedieron las alturas máximas permisibles correspondientes (en la Tabla 2.5, Capítulo 2). A partir de esta tabla, se observa lo siguiente:

- a. Entre estaciones, los porcentajes de vehículos excedidos, para los distintos excedidos tendencias relativamente similares. En promedio-, las Estaciones 8 (Querétaro-S L Potosí, cerca de San Miguel Allende) , 3 (Zacatecas-Durango, cerca de Zacatecas) y 5 (México-Querétaro, adelante de Tepotzotlán) mostraron los mayores porcentajes de vehículos excedidos.
- b. Entre los tipos más comunes, el que presentó el mayor porcentaje de unidades que excedieron la altura máxima permisible fue el TJ-S2 (11%) , seguido por el TJ-S2-R4 (8%) , T3-S3 (6%) , CJ (4%) y C2 (0.9%) .
- c. A nivel global, el 6% de toda la flota vehicular encuestada excedió el máximo permisible.
- d. Entre los diferentes tipos, se llegaron a registrar alturas máximas de 5 m. Los vehículos Con alturas mayores a 4.6 m (alrededor del 1%) tienen problemas para circular por la red troncal nacional, ya que los

TABLA 3.23. MEDIDA DE LA ALTURA DE LOS DISTINTOS TIPOS DE VEHÍCULOS ( EN M ).

TIPO	ESTACIONES <sup>(1)</sup>										PROM <sup>2</sup>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
C2	3.1	2.8	2.9	3.0	3.1	3.0	2.8	3.0	3.0	3.2	3.0
C3	3.5	3.6	3.6	3.5	3.5	3.5	3.3	3.5	3.5	3.6	3.5
T2-S1	3.3	3.6	3.9	3.5	3.7	3.5	3.4	3.7	3.6	3.8	3.6
C4	3.3	3.5	4.0	3.7	3.6	3.6	3.5	3.6	3.6	3.7	3.6
T2 – S2	3.6	3.5	3.7	3.6	3.8	3.7	3.5	3.6	3.6	3.7	3.6
C2 – R2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
T2 – S3 <sup>(4)</sup>	3.5	3.5	4.0	3.7	3.8	3.7	3.5	3.8	3.4	3.7	3.7
C3 – R2	3.6	3.9	3.2	3.4	3.5	3.3	3.4	2.8	3.4	3.5	3.4
T3 – S2	3.6	3.8	3.9	3.8	3.9	3.7	3.8	3.9	3.6	3.8	3.8
T2 – S1 – R2	4.1	3.3	3.8	3.2	3.8	3.3	3.8	3.3	3.5	3.5	3.6
T3 – S3	3.5	3.5	3.7	3.6	3.6	3.5	3.8	3.5	3.6	3.6	3.6
T2 – S2 – R2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
C3 – R3	3.9	3.7	3.8	3.8	3.9	3.8	4.1	4.1	3.8	4.0	3.9
T3 – S1 – R2	3.3	4.0	3.4	3.5	3.8	3.5	3.8	3.7	3.5	3.6	3.6
T3 – S2 – R2	3.6	3.8	4.2	3.9	4.0	3.8	3.9	3.9	3.8	3.9	3.9
T3 – S2 – R3	3.8	3.7	3.8	3.9	3.9	3.5	3.9	3.7	3.9	4.0	3.8
T3 – S2 – R4	3.4	3.9	3.9	3.9	3.9	3.6	3.7	3.9	3.8	3.6	3.8
OTROS	3.3	3.6	3.6	3.6	3.5	3.6	4.0	3.4	3.8	3.6	3.6
GLO / EST <sup>3</sup>	3.3	3.3	3.5	3.3	3.5	3.2	3.5	3.5	3.3	3.5	3.4

NOTAS:

1.Nomenclatura de las Estaciones: (1) Amozoc, (2) La Grande, (3) Pimienta, (4) Salamanca, (5) Tepetzotlán, (6) San Marcos, (7) Santa Rosa, (8) San Miguel de Allende, (9) Tajín, y (10) La Luz.

2 Promedio para todas las estaciones.

3 Promedio para los vehículos registrados en cada estación.

4. El vehículo tipo T2 – S3 es una combinación no incluida dentro de las categorías en el “ Capitulo sobre Explotación de Caminos “ de la “ Ley de Vías Generales de Comunicación” ( Ref 5 ).

**TABLA 3.24. PORCENTAJES DE VEHÍCULOS EXCEDIDOS EN ALTURA.**

TIPO	ESTACIONES <sup>(1)</sup>										PROM <sup>2</sup>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
C2	1	0	4	1	2	0	0	2	3	1	1
C3	4	2	14	2	4	1	1	5	9	2	4
T2-S1	0	6	33	6	15	2	0	5	13	17	10
C4	0	4	27	4	7	3	3	7	9	3	7
T2 – S2	8	5	8	10	14	6	5	20	8	14	10
C2 – R2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
T2 – S3 <sup>(4)</sup>	0	2	33	4	16	0	0	18	5	10	9
C3 – R2	33	0	0	13	11	8	0	0	13	0	8
T3 – S2	8	5	16	6	21	6	5	27	5	11	11
T2 – S1 – R2	0	5	20	0	22	0	0	6	0	0	5
T3 – S3	4	2	18	2	8	4	5	8	5	5	6
T2 – S2 – R2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
C3 – R3	0	0	25	0	15	8	0	0	0	0	5
T3 – S1 – R2	33	0	0	7	14	10	0	25	11	0	10
T3 – S2 – R2	0	0	27	0	12	22	8	24	30	27	15
T3 – S2 – R3	31	7	24	0	19	4	4	21	20	25	16
T3 – S2 – R4	0	7	15	2	15	1	1	20	9	5	8
OTROS	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
GLO / EST <sup>3</sup>	3	2	12	12	9	1	4	13	5	4	6

**NOTAS:**

1.Nomenclatura de las Estaciones: (1) Amozoc, (2) La Grande, (3) Pimienta, (4) Salamanca, (5) Tepetzotlán, (6) San Marcos, (7) Santa Rosa, (8) San Miguel de Allende, (9) Tajín, y (10) La Luz.

2 Promedio para todas las estaciones.

3 Promedio para los vehículos registrados en cada estación.

4. El vehículo tipo T2 – S3 es una combinación no incluida dentro de las categorías en el “ Capítulo sobre Explotación de Caminos “ de la “ Ley de Vías Generales de Comunicación” ( Ref 5 ).

gálibos de los puentes oscilan entre 4.6 y 5.2 m (Ref 23) .

- e. Las alturas máximas en el inciso anterior representan niveles máximos de excedencia del 20%.

### **3.7. ORIGEN-DESTINO.**

#### **3.7.1. Por viajes y Tonelajes.**

Para cada estación, los Anexos 1 a 10 presentan unas matrices origen-destino (por tipo de vehículo y totales) tanto de viajes como de tonelajes movidos. Estas matrices son muy generales, pues corresponden a una zonificación de la República a nivel de Estados. Esta información será analizada con mucho mayor detalle dentro de una serie de estudios origen-destino que realizará el IMT (Ref 24) . Estos estudios estarán abocados a generar recomendaciones tendientes a optimizar la conservación de la red carretera troncal y la modernización (ampliación) de las redes carretera y ferroviaria. Los aspectos más relevantes de las matrices presentadas en los Anexos 1 a 10 son:

- a. En cada estación, los 20 pares origen-destino más importantes constituyeron menos del 10% de los pares totales registrados. Entre dichos pares se realizaron más del 70% de los movimientos diarios tanto de viajes como de tonelajes.
- b. La mayoría de los viajes registrados en cada estación tuvieron como origen o destino el Distrito Federal o el Estado de México.
- c. Obviamente, los mayores tonelajes se movieron entre los pares origen-destino para los cuales se registró un mayor número diario de viajes.

#### **3.7.2. Longitud promedio de Recorrido (Origen-Destino) para los Tipos de Vehículos más Comunes.**

La Tabla 3.25 presenta, para los tipos de vehículos más comunes, las longitudes promedio de recorrido por viaje obtenidas a partir de la información origen-destino. En esta tabla, las longitudes promedio se presentan por separado para los vehículos vacíos y cargados, así como en forma global (vacíos + cargados) .A partir de la Tabla 3.25, puede observarse lo siguiente:

- a. Las Estaciones 3 (Zacatecas-Durango, cerca de Zacatecas) , 8 (Querétaro-S L Potosí, cerca de San Miguel Allende) y 4 (Querétaro-Irapuato, adelante de Salamanca) mostraron globalmente (vacíos + cargados)

**TABLA 3.25. LONGITUDES PROMEDIO DE RECORRIDO POR VIAJE ( EN KM ) PARA LOS VEHÍCULOS MAS COMUNES.**

TIPOS		ESTACIONES <sup>1</sup>										PROM <sup>3</sup>
VEH	EV <sup>2</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
C2	VAC	498	65	778	547	403	239	271	466	160	287	371
	CAR	538	114	768	550	429	270	319	511	300	408	421
	GLO	526	89	772	549	426	262	301	497	241	380	404
C3	VAC	367	404	688	601	416	250	308	495	380	314	422
	CAR	771	553	777	642	508	401	319	600	542	551	566
	GLO	685	493	756	634	495	379	301	583	489	519	533
T3 – S2	VAC	440	459	748	635	636	349	605	738	682	458	575
	CAR	794	758	893	932	746	454	644	789	773	592	738
	GLO	728	675	885	881	728	447	633	784	753	578	709
T3 – S3	VAC	474	502	730	603	555	454	494	691	637	291	543
	CAR	619	899	835	871	772	492	629	803	775	488	718
	GLO	596	770	830	843	752	488	581	795	753	431	684
T3 – S2 – R4	VAC	533	631	816	750	616	396	662	863	927	247	644
	CAR	578	999	906	726	807	215	632	950	911	539	726
	GLO	567	917	903	729	780	412	641	946	915	497	731
GLO / EST <sup>4</sup>	VAC	461	311	742	579	492	259	466	446	385	322	464
	CAR	624	501	814	649	587	323	517	704	520	495	583
	GLO	588	439	807	637	575	314	498	694	477	461	557

NOTAS:

1.Nomenclatura de las Estaciones: (1) Amozoc, (2) La Grande, (3) Pimienta, (4) Salamanca, (5) Tepetzotlán, (6) San Marcos, (7) Santa Rosa, (8) San Miguel de Allende, (9) Tajín, y (10) La Luz.

2. Nomenclatura sobre el Estado de los vehículos: ( VAC ) Vacíos, ( CAR ) Cargados y ( GLO ) Vacíos + Cargados.

3. Promedio para todas las estaciones.

4. Promedio para los vehículos registrados en cada estación.

las mayores distancias promedio por viaje. De todas las estaciones analizadas, a través de éstas se realizaron los viajes de mayor longitud promedio de recorrido.

- b. El tipo que globalmente recorrió las mayores distancias promedio por viaje fue el T3-S2-R4, seguido por el T3-S2, T3-S3, C3 y el C2. Lo anterior indica que, prácticamente, a mayor envergadura, la distancia promedio por viaje es mayor. El mismo comportamiento anterior se observó considerando por separado los cargados y los vacíos.
- c. A nivel global, los vehículos registrados mostraron las siguientes longitudes promedio de recorrido por viaje: (i) 464 km, considerando sólo los vacíos; (ii) 583 km, considerando sólo los cargados (25% más que para los vacíos) ; y (iii) 557 km, incluyendo vacíos y cargados.

## Capítulo 4. **CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES.**

En este capítulo se resumen las conclusiones más importantes derivadas de este estudio y se recomiendan algunas investigaciones adicionales que se sugiere realizar.

### 4.1. **CONCLUSIONES.**

Las conclusiones más relevantes obtenidas, son las siguientes:

La reglamentación mexicana sobre pesos y dimensiones (Ref 5) establece una serie de multas a los autotransportistas por infracciones cometidas. La mayoría de éstas no han sido actualizadas desde el año de 1980 y son totalmente obsoletas actualmente (entre otros aspectos de la reglamentación de 1980 que también son obsoletos).

En las diez estaciones de encuesta se registraron un total de 117,361 vehículos de carga. Tanto los procesos de recopilación de información como los niveles de variabilidad de los distintos parámetros analizados (PBV, largo, etc) indicaron que el tamaño de la muestra de vehículos encuestados en cada estación (todos los vehículos de carga durante 4 días consecutivos: martes, miércoles, jueves y viernes) fue práctico y adecuado.

Dado que Amozoc representó una fase piloto del estudio dirigida a perfeccionar la logística y los procedimientos de encuesta, se considera que la información obtenida para esta estación es menos confiable que para las demás.

Los vehículos tipos C2, C3, T3-S2, T3-S3 y otras combinaciones mayores del tractor T3 (particularmente la combinación T3-S2-R4) constituyeron prácticamente el total de los vehículos de carga que circularon por las estaciones. sin embargo, en algunos sitios (p. ej. La Grande, Pimienta) se observaron cantidades considerables de C4, T2-S2 y T2-S3.

Por ser los más comunes, las muestras obtenidas fueron mayores para los vehículos anteriores. Por esta razón, los estimadores y análisis estadísticos realizados resultaron mucho más confiables para dichos tipos.

El flujo de transporte de carga tiende a aumentar hacia el viernes, disminuye alrededor del lunes y se estabiliza durante los días intermedios de la semana.

Dentro de los tipos de vehículos más comunes, el CJ mostró la edad promedio mayor, seguido por el T3-S2 y el C2. El tipo T3-S2-R4 mostró la edad promedio menor, seguido por el T3-S3.

Dentro de todos estos tipos, se observaron vehículos hasta con más de 60 años de edad.

Las combinaciones del T3 con semirremolque y remolque (T3-8X- RY) , seguidas por el T3-83, mostraron una edad promedio menor que los demás tipos de vehículos.

La edad promedio de toda la flota vehicular encuestada resultó ser de 8.8 años. Asimismo, del total de la flota encuestada, el 33% resultó con una edad de 0 a 5 años (recientes) , el 21% presentó una edad entre 5 y 10 años (en vías de obsolescencia) y el 46% resultó con más de 10 años de edad (obsoletos) .

Del total de los vehículos de carga encuestados, el 22% eran de gasolina y el 78% de diesel (u otro combustible) .De los primeros, la mayoría correspondieron a los tipos C2 o impulsados por T2 (tractor de dos ejes) .

En relación con la variación horaria promedio del flujo de vehículos de carga durante el día, se pudo observar la siguiente tendencia general: el flujo disminuye sensiblemente (alrededor del 24%) entre las 22 y las 6 horas, y alcanza sus mayores niveles entre las 7 y las 8 horas, las 12 y las 13 horas, y las 15 y las 20 horas ( 3 períodos "pico" ) .Estas variaciones horarias fueron un tanto mayores. para los vehículos sencillos (C2 y C3) que para los articulados (T3- 82, T3-S3 y T3-SX-RY) .

Las medias de los PBVs mostraron un incremento en la dirección de los tipos de mayor envergadura; o sea, con un mayor número de ejes (de C2 hacia T3-SX-RY).

Los tipos de vehículos que circularon con mayor PBV (T3-S3 y T3-SX-RY) son también aquellos cuyas flotas son las más recientes. Este aspecto va ligado con el hecho de que estos tipos son los que actualmente cuentan con los motores más potentes (Ref 20) .

Entre los tipos más comunes, los siguientes (por orden decreciente) mostraron los mayores porcentajes de excedidos: (i) T3-S3, (ii) T3-S2, (iii) C3, (iv) C2, y (v) T3-S2-R4.

Globalmente para todas las estaciones, se obtuvo un 23% de vehículos sobrecargados. Considerando sólo los cargados, el porcentaje de excedidos resultó iguala 29%.

Para los tipos más comunes, se llegaron a registrar PBVs máximos de los siguientes órdenes: (i) 24 ton para el C2, (ii) 36 ton para el C3, (iii) 60 ton para el T3-S2, (iv) 72 ton para el T3-S3, y (v) 84 ton para el T3-S2-R4. Estos máximos representan niveles de sobrepeso máximos cercanos o superiores al 50%, con excepción del T3-S2-R4 para el cual dicho exceso es mucho más reducido (menos del 10%) .



Para los tipos más comunes, se obtuvieron los siguientes PBVs promedio considerando sólo los excedidos: (i) 23 ton para el C2, (ii) 28 ton para el C3, (iii) 49 ton para el T3-S2, (iv) 59 ton para el T3-SJ, y (v) 79 ton para el TJ-S2-R4. Estos PBVs promedio de los excedidos representan los siguientes sobrepesos promedio (en relación con los máximos autorizados para caminos tipo "A") : (i) 7.5 ton para el C2, (ii) 4.5 ton para el CJ, (iii) 7.5 ton para el TJ-S2, (iv) 13 ton para el T3-S3, y (v) 1.5 ton para el TJ-S2-R4.

La proporción de cargados aumentó en la dirección de los vehículos de mayor envergadura (del C2 hacia el T3-S2-R4), que son también los de mayor costo de operación / ton-km transportada.

A nivel global, 23% del total de vehículos encuestados en las estaciones, transitaron vacíos. El restante 77% transitó con carga.

Para los tipos más comunes, se obtuvieron las siguientes cargas promedio transportadas por vehículo: (i) 6 ton para el C2, (ii) 10 ton para el C3, (iii) 19 ton para el T3-S2, (iv) 26 ton para el T3-SJ, y (v) 18 ton para el T3-S2-R4. De esto es evidente que, en promedio, el TJ-S2-R4 transporta mercancías con mucho menor peso específico que el T3-S3 (principalmente) y el T3-S2.

A mayor envergadura, los vehículos mostraron un mayor PBV promedio y una mayor carga transportada promedio. Asimismo, cada tipo de vehículo cargó, en promedio, bastante más que su peso propio (40% más), con excepción del T3-S2-R4.

Globalmente, el PBV promedio de los vacíos resultó ser de 9 ton. El PBV promedio de los cargados resultó igual a 22 ton. La diferencia o carga promedio transportada por vehículo fue de 13 ton.

Los niveles de violaciones mostrados en las secciones anteriores son indicativos de que la reglamentación mexicana no es muy congruente con la realidad de los PBVs comúnmente observados sobre las carreteras nacionales. Asimismo, es particularmente evidente la deficiencia de los mecanismos actuales de detección y control del sobrepeso en México.

Eventualmente, se llegaron a detectar algunos T3-S2-R4 con PBVs hasta 84 ton. sin embargo, el vehículo que circula en México con los mayores niveles promedio de PBV es el TJ-S3. Generalmente, el T3-S2-R4 transporta mercancías con mucho menor peso específico que el T3-S3 (principalmente) y el T3-S2.

Los análisis anteriores no revelaron evidencias de que los

entre tramos de carreteras libres o de cuota. sin embargo, ambos aspectos anteriores fueron mayores para las estaciones sobre los tramos de corredores de mayor importancia económica.

En las diez estaciones se observó un incremento de la media del peso por eje y del nivel de violaciones a los máximos permitidos, en la dirección de los ejes de mayor envergadura (del sencillo simple hacia el triple) .

Globalmente, los porcentajes de ejes excedidos fueron mayores en la dirección de los ejes más grandes: (i) 1% para el eje sencillo simple, (ii) 19% para el eje sencillo dual, (iii) 20% para el eje doble, y (iv) 28% para el eje triple.

En general, el vehículo tipo TJ-SJ mostró los mayores niveles de carga/eje y porcentaje de ejes excedidos (particularmente en los ejes doble y triple) .

En las distintas estaciones, se llegaron a registrar pesos/eje máximos de los siguientes órdenes: (i) 9 ton para el eje sencillo simple, (ii) 17 ton para el eje sencillo dual, (iii) 33 ton para el eje doble, y (iv) 44 ton para el eje triple. Estos pesos/eje máximos representan niveles de sobrepeso máximos superiores al 60%.

Los mayores flujos diarios de vehículos de carga, de tonelajes total (incluyendo peso propio) y de carga, y de valor de la carga, se observaron sobre los corredores México- Querétaro (Estación 5) , Querétaro-San Luis Potosí (Estación 8) , Monterrey-Nuevo Laredo (Estación 7) , Querétaro-Irapuato (Estación 4) , Zacatecas-Durango (Estación 3) y Córdoba- Veracruz (Estación 10) .Estos tramos resultaron los de mayor importancia económica y por ellos se observaron los mayores niveles de vehículos cargados y sobrecargados, PBVs, pesos y sobrepesos por eje y excedencias en dimensiones.

El conocimiento de los flujos diarios de valor de la carga para todos los tramos de la red troncal nacional sería de gran utilidad en el establecimiento de prioridades de conservación (Ref 22) .El conocimiento de esta importante información permitiría desarrollar un criterio de jerarquización para la conservación de la red carretera con base en el valor de la carga que circula por los tramos. Mediante este criterio esencial y posible, se propone invertir los recursos para la conservación (así como para la modernización) en la infraestructura carretera por donde se den los mayores flujos de mercancías del país y que sean susceptibles de generar la mayor riqueza nacional. Los análisis realizados muestran que no necesariamente por donde se observan los mayores flujos diarios de vehículos y de tonelajes totales y de mercancías, se obtienen los mayores flujos diarios de valor de la carga. Por lo tanto, los

criterios de jerarquización basados en dichos aspectos se consideran insuficientes.

Entre los tipos más comunes, los que mueven los mayores porcentajes de mercancías son el T3-S2 y el T3-S3. Además, por su mayor capacidad de carga, estos tipos utilizan bastante menos unidades para mover dichas mercancías.

Entre estaciones, los porcentajes de los diferentes tipos de mercancías transportados por los distintos tipos de vehículos resultaron bastante similares. Las variaciones se explican por las distintas ubicaciones geográficas de las estaciones y la naturaleza de los principales flujos que circularon por ellas.

Para todas las estaciones y para todos los vehículos, las mercancías mayormente transportadas fueron primordialmente clasificadas dentro de los tipos industrial (de alta densidad económica) y agrícola.

El vehículo tipo C3 es en el que más se transportan productos agrícolas. El vehículo tipo T3-S2-R4 es en el que más se transportan petróleo y sus derivados. Muchos de estos vehículos transportan gases, y por lo tanto, requieren más bien espacio que capacidad de carga. Los demás tipos impulsados por el T3 (tractor de tres ejes) también transportan porcentajes considerables de petróleo y sus derivados.

Entre los tipos más comunes, el que más excedió el largo máximo permisible correspondiente fue el T3-S2-R4, seguido por el T3-S3, T3-S2, C3 y el C2. Por lo tanto, a mayor envergadura, el porcentaje de excedidos resultó también mayor. Los vehículos impulsados por el T3 (tractor de tres ejes) mostraron porcentajes de excedidos muy elevados.

Los elevados niveles de excedencia para las combinaciones T3- SX-RY se deben a que la mayoría de estos tipos arrastran semirremolques y remolques de alrededor de 12.2 m (40 ft) . Para estas combinaciones, el reglamento de 1980 considera un largo máximo de semirremolque y remolque igual a 8.25 m (27 ft) .Los niveles de excedencia tanto para el T3-S2 como para el T3-S3 se deben a la utilización de semirremolques de hasta 16.2 m (53 ft) .Para estos tipos, el reglamento considera un largo máximo de semirremolque igual a 12.2 m (40 ft) .Claramente, el reglamento de 1980 es obsoleto en relación con el largo de estos tipos de vehículos.

A nivel global, el 24% de toda la flota vehicular encuestada excedió el largo máximo reglamentado. Este porcentaje no resultó tan elevado debido a que relativamente pocos C2 y C3 (los más comunes) excedieron el máximo reglamentado.

Para los tipos más comunes, se llegaron a registrar largos máximos de los siguientes órdenes: (i) 15 m para el C2, (ii) 16 m para el C3, (iii) 23 m para el T3-S2, (iv) 23 m para el T3-S3, y (v) 32 m para el T3-S2-R4. Estos largos máximos representan niveles de excedencia máximos que oscilan desde un 23% para el C2 hasta un 45% para el T3-S2-R4.

Entre los tipos más comunes, tanto el T3-S2-R4 como el T3-S2 presentaron el mayor porcentaje de excedidos en ancho, seguidos por el T3-S3, C3 y el C2. Por lo tanto, igual que para la variable "largo" , a mayor envergadura, el porcentaje de excedidos resultó mayor.

A nivel global, el 11% de toda la flota vehicular encuestada excedió el ancho máximo permitido por el reglamento de 1980.

Entre los tipos más comunes, los que más excedieron el ancho máximo permisible correspondiente fueron los de mayor envergadura (el T3-S2-R4, T3-S3 y el T3-S2) .Por lo tanto, igual que para la variable "largo" , a mayor envergadura, el número de vehículos que excedieron el ancho máximo reglamentado resultó mayor.

Entre los diferentes tipos, se llegaron a registrar anchos máximos entre 3 y 4 m, los cuales generalmente correspondieron a vehículos de dimensiones extraordinarias con permiso especial para circular. Estos vehículos fueron poco frecuentes y no significan que el reglamento actual se encuentre obsoleto en este sentido. Los anchos máximos anteriores representan niveles máximos de excedencia entre 20 y 80%.

Entre los tipos más comunes, el que mostró el mayor porcentaje de excedidos fue el T3-S2, seguido por el T3-S2- R4, T3-S3, C3 y C2

A nivel global, el 6% de toda la flota vehicular encuestada excedió la altura máxima permisible.

Entre los diferentes tipos, se llegaron a registrar alturas máximas de 5 m. Los vehículos con alturas mayores a 4.6 m (alrededor del 1%) tienen problemas para circular por la red troncal nacional, ya que los gálibos de los puentes oscilan entre 4.6 y 5.2 m (Ref 23) .Estas alturas máximas representan niveles máximos de excedencia del 20%.

Del total de viajes captados en las diez estaciones (así como del tonelaje total movido) , la mayor cantidad se realizó entre el DF o el Estado de México y las entidades comunicadas por los corredores correspondientes.

En cada estación, los 20 pares origen-destino más importantes constituyeron menos del 10% de los pares totales registrados.

Entre dichos pares se realizaron más del 70% de los movimientos diarios tanto de viajes como de tonelajes.

El tipo que globalmente recorrió las mayores distancias promedio por viaje fue el T3-S2-R4, seguido por el T3-S2, T3-S3, C3 y el C2. Lo anterior indica que, a mayor envergadura, la distancia promedio por viaje es mayor. El mismo comportamiento se observó considerando por separado los cargados y los vacíos.

A nivel global, los vehículos registrados mostraron las siguientes longitudes promedio de recorrido por viaje: (i) 464 km, considerando sólo los vacíos; (ii) 583 km, considerando sólo los cargados (25% más que para los vacíos); y (iii) 557 km, incluyendo vacíos y cargados.

Las violaciones a la reglamentación observadas anteriormente son más graves en lo referente a PBVs, ya que traen como consecuencia el elevado deterioro de la infraestructura actualmente observado. Los niveles de violaciones a las longitudes máximas son también importantes, ya que entorpecen la operación del tránsito mixto sobre las carreteras. Ambos aspectos anteriores son también generadores de accidentes (Ref 2). Las violaciones a las alturas máximas fueron relativamente escasas (2.6%). De éstas, sólo las mayores de 4.6 m de altura (1%) pudieran ocasionar problemas en relación con los gálibos de los puentes de la red troncal nacional. Generalmente, los anchos excesivos no son muy importantes porque corresponden a vehículos especiales con permiso para circular, lo cual realizan con bastante precaución. Por lo tanto, la jerarquía de los problemas observados puede decirse que es como sigue (de más a menos grave): (i) violaciones a los PBVs máximos reglamentados, (ii) violaciones a las longitudes máximas reglamentadas, (iii) violaciones a las alturas máximas reglamentadas, y (iv) violaciones a los anchos máximos reglamentados.

#### **4.2. RECOMENDACIONES FINALES.**

Con base en los análisis anteriores, a continuación se describen una serie de recomendaciones finales.

Ante los niveles de violaciones observados a las distintas disposiciones del reglamento, se recomienda enfáticamente la revisión del mismo.

Los análisis anteriores sugieren que existe en México una presión manifiesta, por parte de los autotransportistas, para que se permitan mayores pesos y dimensiones (largo principalmente) sobre las carreteras nacionales. Por lo tanto, se recomienda realizar estudios tendientes a evaluar los impactos económicos y sobre la seguridad de las carreteras, producidos por distintos valores máximos

reglamentados. Los resultados obtenidos deberán utilizarse para revisar la reglamentación mexicana.

En el curso de los últimos años, los vehículos de carga, a nivel mundial, han venido siendo cada vez más ligeros, pero también más potentes y con capacidad de mover cargas mayores (Ref 25). En esencia, los vehículos de carga han venido siendo cada vez más eficientes. En los EUA, el incremento de la eficiencia de los vehículos de carga se ha traducido en incrementos de la rapidez del movimiento de éstos sobre las carreteras, ya que la reglamentación no ha permitido que se traduzca en incrementos significativos del peso movido por vehículo. En México, por el contrario, dicho incremento de la eficiencia se ha traducido en incrementos del peso movido por vehículo, pero no en incrementos de la rapidez del movimiento de los mismos (Ref 20). En sí, esto representa dos estrategias diferentes para el manejo de la carga por autotransporte: "muchos viajes con poca carga" o "pocos viajes con mucha carga". Los estudios referidos en el párrafo anterior también deberán permitir definir cuál de estas dos estrategias es la más adecuada y bajo qué circunstancias.

En relación con los PBVs máximos actualmente autorizados, una situación que no debe prevalecer es la aplicación de la estrategia "pocos viajes con mucha carga" de la manera como actualmente ocurre en México: los vehículos de carga circulan con elevados niveles de sobrepeso, lo cual además de que es antirreglamentario (sin embargo el gobierno lo tolera), acelera considerablemente el deterioro de la infraestructura carretera. Adicionalmente, el gobierno no cobra ese deterioro y por lo tanto nunca cuenta con los recursos necesarios para repararlo. Durante 1990 y 1991, la SCT ejerció presupuestos anuales de alrededor de 260 mil millones de pesos en acciones de adecuación de la red troncal nacional, cuando en realidad requería mucho más que esa cantidad (Ref 1).

La revisión de la reglamentación sobre PBVs máximos permisibles podría inspirarse en cualquiera de las dos estrategias de manejo de la carga por autotransporte referidas anteriormente: (i) que se conserven los PBVs máximos actualmente reglamentados (o menores), con el fin de minimizar el daño ocasionado sobre la infraestructura ("muchos viajes con poca carga") i o (ii) que se permitan PBVs elevados, pero que se cobren al autotransportista peajes proporcionales al daño ocasionado por su vehículo ("pocos viajes con mucha carga"). La primera estrategia requeriría que se implementase un sistema eficiente de detección y control del sobrepeso (que, además, no generase corrupción). La segunda requeriría que se implementase un sistema de cobro de peajes sobre la red mucho más generalizado que el que actualmente existe, y quizás permitiría PBVs menos congruentes con los reglamentados en los EUA y Canadá.

También podrían considerarse algunas variantes de la segunda estrategia (p. ej. la recaudación indirecta para la conservación a través del diesel y las tenencias; el subsidio cruzado para la conservación, de los automovilistas hacia los vehículos de carga) .

La implantación de un programa de apoyo (incluso financiero) para la reposición del considerable parque vehicular obsoleto.

La implantación de un programa anual de registro de pesos y tipos de carga sobre los tramos de la red troncal nacional, con el fin de ampliar el conocimiento de los flujos económicos que se realizan a través de los mismos. Como se dijo anteriormente, esta información sería de gran utilidad en el establecimiento de prioridades de conservación.

La realización de análisis origen-destino más detallados (referidos en el Capítulo 3, sección 3.7.1} abocados a generar recomendaciones tendientes a optimizar la conservación de la red carretera troncal y la modernización (ampliación} de las redes carretera y ferroviaria.

Los niveles de violación a la reglamentación en México sobre pesos y dimensiones hacen que muchos de los criterios y procedimientos norteamericanos frecuentemente utilizados en el cálculo de capacidades y el diseño de carreteras interurbanas y suburbanas, no sean directamente aplicables para México. Por lo tanto, mientras esta situación prevalezca, se recomienda adaptar dichos criterios a la realidad mexicana con el fin de que éstos reflejen las condiciones reales de operación del transporte de carga nacional (p. ej. obtención de factores de equivalencia adecuados).

## REFERENCIAS

1. Barrera F; "Estado Físico de la Red Federal Nacional"; Memorias del Segundo Seminario Internacional de Pavimentos; Instituto Mexicano del Transporte (IMT); Sanfandila, Qro; 1991.
2. "Análisis de Accidentes en las Carreteras de los Corredores de Transporte Seleccionados"; Dirección General de Proyectos, Servicios Técnicos y Concesiones (DGPSTC) , Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) ; México, D.F; 1990.
3. De Buen R, Oscar; "Estudio de Pesos y Dimensiones de los Vehículos que Circulan sobre las Carreteras Mexicanas: Términos de Referencia"; Instituto Mexicano del Transporte (IMT) , Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) ; Sanfandila, Qro;1990.
4. "Definición de la Red Básica de Carreteras en la República Mexicana"; Dirección General de Proyectos, Servicios Técnicos y Concesiones (DGPSTC) , Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) ; México, D.F; 1990.
5. "Capítulo XI del Reglamento del Capítulo sobre Explotación de Caminos de la Ley de Vías Generales de Comunicación", "Ley de Vías Generales de Comunicación"; Dirección General del Autotransporte Federal (DGAF) , Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) ; México, D.F; 1980.
6. "Reglamento para la Operación de Vehículos sobre las Carreteras Nacionales"; Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) ; México, D.F, 1962.
7. "Análisis de la Situación sobre el Peso y Dimensiones de los Vehículos de Carga en Otros Países"; Dirección General de Proyectos, Servicios Técnicos y Concesiones (DGPSTC) , Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) ; México, D.F; 1991.
8. "Especificaciones de la Pesadora Dinámica GR3100"; Golden River; Oxfordshire, England; 1990.
9. Mendoza D, Alberto, A Cadena R y Otros; "Análisis Estadístico del Peso y las Dimensiones de los Vehículos de Carga que Circulan por la Red Nacional de Carreteras, Anexo 1: Estación Amozoc"; Estudio en Elaboración; Instituto Mexicano del Transporte (IMT) , Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT); Sanfandila, Qro; 1992.



10. Mendoza D, Alberto, A Cadena R y Otros; "Análisis Estadístico del Peso y las Dimensiones de los Vehículos de Carga que Circulan por la Red Nacional de Carreteras, Anexo 2: Estación La Grande"; Estudio en Elaboración; Instituto Mexicano del Transporte (IMT) , Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) ; Sanfandila, Qro; 1992.
11. Mendoza D, Alberto, A Cadena R y Otros; "Análisis Estadístico del Peso y las Dimensiones de los Vehículos de Carga que Circulan por la Red Nacional de Carreteras, Anexo 3: Estación Pimienta"; Estudio en Elaboración; Instituto Mexicano del Transporte (IMT) , Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) ; Sanfandila, Qro; 1992.
12. Mendoza D, Alberto, A Cadena R y Otros; "Análisis Estadístico del Peso y las Dimensiones de los Vehículos de Carga que circulan por la Red Nacional de Carreteras, Anexo 4: Estación Salamanca II; Estudio en Elaboración; Instituto Mexicano del Transporte (IMT) , Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) ; Sanfandila, Qro; 1992.
13. Mendoza D, Alberto, A Cadena R y Otros; "Análisis Estadístico del Peso y las Dimensiones de los Vehículos de Carga que Circulan por la Red Nacional de Carreteras, Anexo 5: Estación Tepotzotlán"; Estudio en Elaboración; Instituto Mexicano del Transporte (IMT) , Secretaría de 'Comunicaciones y Transportes (SCT) ; Sanfandila, Qro; 1992.
14. Mendoza D, Alberto, A Cadena R y Otros; 'Análisis Estadístico del Peso y las Dimensiones de los Vehículos de Carga que Circulan por la Red Nacional de Carreteras, Anexo 6: Estación San Marcos"; Estudio en Elaboración; Instituto Mexicano del Transporte (IMT) , Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) ; Sanfandila, Qro; 1992.
15. Mendoza D, Alberto, A Cadena R y Otros; "Análisis Estadístico del Peso y las Dimensiones de los Vehículos de Carga que circulan por la Red Nacional de Carreteras, Anexo 7: Estación Santa Rosa"; Estudio en Elaboración; Instituto Mexicano del Transporte (IMT) , Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) ; Sanfandila, Qro; 1992.
16. Mendoza D, Alberto, A Cadena R y Otros; "Análisis Estadístico del Peso y las Dimensiones de los Vehículos de Carga que Circulan por la Red Nacional de Carreteras, Anexo 8: Estación Allende"; Estudio en Elaboración; Instituto Mexicano del Transporte (IMT),

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) ; Sanfandila, Qro; 1992.

17. Mendoza D, Alberto, A Cadena R y Otros; "Análisis Estadístico del Peso y las Dimensiones de los Vehículos de Carga que Circulan por la Red Nacional de Carreteras, Anexo 9: Estación Tajimilco en Elaboración; Instituto Mexicano del Transporte (IMT), Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) ; Sanfandila, Qro; 1992.
18. Mendoza D, Alberto, A Cadena R y Otros; "Análisis Estadístico del Peso y las Dimensiones de los Vehículos de Carga que Circulan por la Red Nacional de Carreteras, Anexo 10: Estación La Luz"; Estudio en Elaboración; Instituto Mexicano del Transporte (IMT) , Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) ; Sanfandila, Qro; 1992.
19. Cadena R, Arturo; "Análisis Estadístico del Peso y las Dimensiones de los Vehículos de Carga que Circulan por la Red Nacional de Carreteras, Comparación de Dos Estaciones: Amozoc y Salamanca"; Tesis para Obtener el Grado de Maestro en Transporte; División de Estudios Superiores de la Facultad de Ingeniería (DESFI) , Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) ; México, D.F; 1992.
20. Mendoza D, Alberto; "Relación Peso/Potencia de los Vehículos de Carga en México"; Publicación Técnica No.26; Instituto Mexicano del Transporte (IMT) , Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) ; Sanfandila, Qro; 1991.
21. "Productos Importados y Exportados por México durante 1990"; Sistema de Información sobre el Comercio Exterior (SICE) , Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI) ; México, D.F; 1991.
22. Rico R, Alfonso; "Ideas para Conformar una Estrategia de Conservación de Carreteras"; Memorias del II Seminario Internacional de Pavimentos; Instituto Mexicano del Transporte (IMT) , Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) ; Sanfandila, Qro; 1991.
23. Galindo S, Amilcar, M Barousse M y A Zavaleta T; "sistema de Administración de Puentes (SIAP)"; Estudio en Elaboración; Instituto Mexicano del Transporte (IMT) ; Sanfandila, Qro; 1992.
24. Mendoza D, Alberto y L Dominguez P; "Evaluación de las Necesidades de Infraestructura Carretera y Ferroviaria a partir de un Estudio, origen-Destino de

Carga a Nivel Nacional: Términos de Referencia"; Instituto Mexicano del Transporte (IMT) , Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) ; Sanfandila, Qro; 1991.

25. Manual de-Capacidad de Carreteras 1985], "Highway Capacity Manual 1985'1; Transportation Research Board (TRB) ; National Academy of Sciences; Washington, D.C; 1985.
26. [Pesos y Dimensiones Límite de los Vehículos Automotores], "Limits of Motor Vehicle sizes and Weights"r International Road Federation (IRF) ; Washington, D.C; 1989.



## **CIUDAD DE MEXICO SANFANDILA**

Av. Patriotismo 683  
Col. Mixcoac  
03730, México, D. F.  
Tel (55) 56 15 35 75  
55 98 52 18  
Fax (55) 55 98 64 57

Km. 12+000, Carretera  
Querétaro-Galindo  
76700, Sanfandila, Qro.  
Tel (442) 2 16 97 77  
2 16 96 46  
Fax (442) 2 16 96 71

**Internet: <http://www.imt.mx>**

**[publicaciones@imt.mx](mailto:publicaciones@imt.mx)**