

ISSN 0188-7114



---

---

# **MUESTREO DE LAS GUIAS FERROVIARIAS DE CARGA. PROPUESTA METODOLOGICA**

**Documento Técnico No. 22  
Sanfandila, Qro, 2000**

---

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

**MUESTREO DE LAS GUIAS  
FERROVIARIAS DE CARGA.  
PROPUESTA METODOLOGICA**

**Documento Técnico No. 22  
Sanfandila, Qro, 2000**

---

Este trabajo fue realizado en la Coordinación de Integración del Transporte por Carmen Gpe. Morales Pérez, bajo la dirección de Roberto Aguerrebere Salido y con la asesoría de Eric Moreno Quintero. Se agradecen los valiosos comentarios de Francisco Heredia Iturbe y de Alfonso Herrera García así como la colaboración de Enrique Márquez Parra en la edición final del documento.

## Contenido

Resumen	V
Abstract	VI
Resumen ejecutivo	VII
1. Introducción	1
2. Referencias históricas de la muestra de guías de carga estadounidense.	5
3. Propiedades estadísticas de la muestra estadounidense y principales inconvenientes para la utilización e interpretación de los datos que pueden ser fuente de análisis deficientes.	9
3.1 Características estadísticas de la metodología de muestreo de las guías de carga estadounidense.	9
3.2 Discrepancias en la interpretación y aplicación de los datos que pueden dar origen a conclusiones erróneas.	11
4. Diseño Muestral: Método de selección y su aplicación al Informe E-2 de tráfico comercial por artículos clasificados por estación remitente y receptora de FNM, de 1996.	13
4.1 Determinación del tamaño de la muestra y designación del número de estratos.	13
4.2 Delineación de los estratos y determinación de la tasa de muestreo objetivo.	17
4.3 Selección de la muestra.	22
5. Diseño Muestral: Método de estimación y su aplicación a la muestra del Informe E-2 de tráfico comercial por artículos clasificados por estación remitente y receptora de FNM, de 1996.	25
5.1. Cálculo de estimaciones y los errores estándar correspondientes.	26
5.1.1. Estimación de un total y un promedio.	27
5.1.2. Fórmulas simplificadas para la estimación de los errores estándar para el total y el promedio.	28

5.1.3. Estimación de una razón y del error estándar de la razón.	30
5.2. Comparación entre estimaciones ponderadas y no ponderadas.	32
6. Aplicaciones particulares de la muestra.	39
7. El Marco Jurídico. Oportunidad para la implantación del muestreo de guías en México.	51
8. Algunos comentarios en torno a la adopción en México de la metodología utilizada en estados Unidos para la obtención de la muestra de las guías de carga.	55
9. Conclusiones	61
10. Bibliografía	63
Anexo 1. Estructura de la base de datos del Informe E-2m 1996 de FNM.	67
Anexo 2. Estimaciones con la ponderación general de la muestra.	69
Anexo 3. Estimaciones con la ponderación especial de cada caso.	79
Anexo 4. Estimación de parámetros a través de fórmulas generales.	89
Anexo 5. Estimación con la ponderación especial y combinación de estratos.	99
Anexo 6. El muestreo aleatorio simple como alternativa para la estimación de subpoblaciones.	103
Anexo 7. Estructura de la base maestra de la muestra de las guías de carga de la Surface Transportation Board de 1996.	109
Anexo 8. Para la prueba de comprobación de la autenticidad de las Guías muestreadas	121

## Indice de Tablas.

4.1	Determinación del tamaño de la muestra. (Distribución óptima).	18
4.2	Determinación de la tasa de muestreo objetivo. (Distribución óptima).	23
4.3	Especificaciones de la estratificación.	24
4.4	Lista de números aleatorios.	25
5.1	Tasas esperadas de muestreo.	29
5.2	Estimación del tonelaje total.	30
5.3	Estimación del tonelaje total con base en la sub muestra 1.	31
5.4	Estimación del tonelaje total con base en las cuatro sub muestras.	31
5.5	Estimación del número total de carros (agregado o total).	33
5.6	Estimación del error estándar de la razón ton/carro.	34
5.7	Estimación del promedio y razón ponderados.	36
5.8	Comparación de estimaciones	39
6.1	Comparación de resultados. Tráfico de importación (Maíz de Tampico a Tlalnepantla).	44
6.2	Comparación de resultados. Tráfico de exportación (Vehículos automotores de Cd. Industrial a Nogales).	44
6.3	Comparación de resultados. Movimiento de remolques sobre plataforma de los Mochis a Cd. Juárez.	45
6.4	Comparación de resultados. Movimiento de contenedores de Manzanillo a Pantaco.	45
6.5	Comparación de resultados. Tráfico total de Nuevo laredo a Monterrey.	46
6.6	Comparación de resultados. Tráfico total de contenedores	46
6.7	Comparación de resultados. Tráfico de cemento con destino en Pantaco.	47
6.8	Comparación de resultados. Tráfico total de cemento.	47
6.9	Comparación de resultados. Movimientos menores a 100 kms de embarques menores a 25 ton.	48

## **Resumen.**

Como una solución a la falta de información estadística sobre la operación ferroviaria en nuestro país, derivada de la nueva participación de las empresas privadas en esta actividad a partir de 1997, en este documento se establece la propuesta para que en México se realice una adaptación de la metodología estadounidense para el muestreo de las guías de los carros de carga. A través de esta sugerencia se pretende obtener un marco restringido de información verídica, que permita inferir las características totales de la operación ferroviaria nacional de manera confiable y oportuna, procurando eliminar el temor de los nuevos concesionarios por ver expuestas algunas características comercialmente sensibles de sus mercados, o por asumir una carga de trabajo costosa para la obtención de información adicional a la que comúnmente preparan.

Con tal propósito, se hace mención al desarrollo histórico del muestreo de las guías de carga en los Estados Unidos, se refieren los hechos principales que explican el grado de madurez de la metodología en la actualidad y se detallan las características estadísticas del procedimiento.

A través de la aplicación de la metodología a los registros del último Informe de Tráfico Comercial por Artículos Clasificados por estación Remitente y Receptora, E-2 de 1996 de FNM, se describe el método de selección de los registros de las guías de carga que formarían parte de la muestra y se detallan las fórmulas para la estimación de los parámetros estadísticos correspondientes.

Adicionalmente, con el propósito de aprovechar al máximo la experiencia del país del norte, se hace referencia a la problemática detectada por la Asociación Americana de Ferrocarriles con relación a ciertos vicios en los datos, capaces de generar análisis deficientes.

Para reforzar la propuesta, se presenta el marco jurídico vigente, susceptible de sustentar el establecimiento del muestreo de las guías de carga en nuestro país.

Finalmente, se resumen algunos aspectos particulares, que revelan asuntos potencialmente importantes que deben ser considerados de manera puntual para la adaptación de la metodología al caso mexicano.

## **Abstract.**

As a solution to the lack of statistical information on freight rail operation in Mexico, since the railroad privatization in 1997, this document proposes to adapt the american methodology for the carload waybill sample to the mexican case. Through this recommendation, it is sought to obtain a limited framework of truthful information that allows to infer the total characteristics of the national rail operation in a reliable way, to avoid the fear of the new concessionaires to expose commercially sensitive characteristics of their respective markets and the undertaking of an excessive and costly workload to obtain additional information to that commonly collected.

With such a purpose, mention is made to the historical development of the carload waybill sample in the United States, and reference is made to the main facts that explain the degree of maturity of the methodology at the present time and the statistical characteristics of the procedure are detailed.

Through the application of the methodology to the 1996 FNM data files of the last Report of Commercial Traffic by Classified Articles for Origin and Destination Stations, the sampling method is described, and the formulas to estimate the corresponding statistical parameters are detailed.

Additionally, with the purpose of taking advantage of the U.S. experience, reference is made to the problem detected by the American Association of Railroads, related to certain characteristics of the data, capable of generating faulty analysis.

To reinforce the proposal, the applicable legal framework is presented, susceptible of sustaining the establishment of the carload waybill sample in our country.

Finally, some particular aspects that reveal matters potentially important that should be considered in a punctual way for the adaptation of the methodology to the Mexican case are summarized.

## Resumen Ejecutivo

A partir de la privatización de Ferrocarriles Nacionales de México, dejó de estar disponible mucha de la información estadística necesaria para las actividades de planeación y regulación del sector gubernamental a cargo, así como para el desarrollo operativo de las propias empresas y de los usuarios de los servicios.

Ante la reserva de los nuevos concesionarios, que se justifica en defensa de su actividad comercial, se considera oportuno la presentación de la propuesta de adaptación de la metodología estadounidense del muestreo de las guías de carga, como una alternativa para obtener información oportuna y veraz de la operación ferroviaria en México.

### 1. Evolución histórica del muestreo de las guías de carga.

En los Estados Unidos, producto de la importancia otorgada tanto por el gobierno como por los propios ferrocarriles y usuarios del servicio, se aprecia a la evolución histórica de más de un siglo de experiencia, como explicación del grado de perfeccionamiento de la metodología propuesta.

Así, las épocas tempranas<sup>1</sup> del muestreo de tráfico ferroviario en aquel país, se iniciaron recolectando información de movimientos específicos basados en cortes de circulación y muestreo intermitente. Dicha práctica, originaba un costo importante debido a su aplicación y por la interrupción del servicio, pero no alcanzaba a contribuir con la información suficiente para la toma de decisiones.

La etapa posterior fue la transición de estudios particulares a estudios de propósitos generales con empleo de técnicas de muestreo continuo. El antecedente más importante es un estudio realizado por el Departamento de Guerra en 1941 que por primera vez utilizó como fuente de información a las guías o contratos de transporte, lo que vino a favorecer la continuidad de las operaciones al eliminar la necesidad de interrumpir la circulación de los trenes.

Paralelamente, en 1945, se estableció el soporte institucional necesario mediante la aparición del *Bureau of Transport Economics and Statistics* o Buró de Economía y Estadística del Transporte.

El nacimiento del muestreo de guías moderno se establece en la posguerra. Los lineamientos que desde entonces han regido el diseño de la muestra han sido los siguientes: que los datos sean representativos e imparciales; que la selección sea simple; que la información este disponible con rapidez y que el costo sea el menor posible.

---

<sup>1</sup> Entre 1890 y 1920.

cuando las computadoras facilitaron el manejo masivo de información y la inclusión de gran cantidad de datos en el formato patrón de la guía. A partir de entonces los ferrocarriles tienen la oportunidad de presentar la muestra de dos maneras diferentes, por medios computacionales *Machine-Readable-Input (MRI)* o, por el modo tradicional de presentar copias físicas de los documentos conocido como el *Hardcopy Method*.

La *Surface Transportation Board, STB* (Comisión de Transporte de Superficie) es el organismo encargado de requerir por ley la muestra y mantiene el control sobre el uso de la información confidencial. La muestra es procesada por la *Association of American Railroads, AAR* (Asociación Americana de Ferrocarriles) bajo acuerdo con la *Federal Railroad Administration, FRA* (Administración Federal Ferroviaria). La distribución pública de la información está a cargo del *Bureau of Transportation Statistics BTS* (Buró de Estadística del Transporte).

Finalmente, es importante señalar que en los Estados Unidos se reconoce a la información de tráfico como trascendente para el propósito de alcanzar la eficiencia operativa de su red de transporte.

## **2. Propiedades estadísticas de la muestra estadounidense.**

El diseño actual de la muestra de las guías de carga estadounidense data de 1981. Año en que fue bosquejado por la Comisión Interestatal de Comercio (CCI) con la colaboración de las empresas ferroviarias.

Teóricamente el *diseño de muestreo* comprende el *método de selección* de las guías que formaran parte de la muestra y el *método de estimación* o mecanismo para derivar conclusiones de la muestra a la población.

La práctica estadounidense ha demostrado que para el caso especial, la combinación del *muestreo estratificado* con el *muestreo sistemático* produce las mejores estimaciones.

Así, en el *muestreo estratificado* la población es fraccionada en *estratos*, de manera que cada guía pertenece a una sola partición. De modo que, mediante la estratificación, se divide a una población heterogénea en subpoblaciones internamente homogéneas.

El diseño de la muestra estadounidense estratifica las guías de carga con base en **el número de carros** reportado en cada una de ellas.

En cuanto a la selección de los elementos, ésta se realiza mediante la aplicación del esquema de *muestreo sistemático*. Es decir, se elige un arranque aleatorio que corresponde a un número de guía y a partir de ella se localiza al resto mediante saltos de longitud constante. El proceso detallado se describe más adelante.

### **3. Algunos inconvenientes para la interpretación de los datos que pueden ser fuente de análisis deficientes.**

Dado que en México los ferrocarriles transitan en un período anterior al establecimiento de nuevas normas, reglamentos y costumbres, se considera que es el momento adecuado para favorecer la eliminación del tipo de problemas que a continuación se señalan, mismos que han sido descubiertos por la Asociación Americana de Ferrocarriles, la AAR.

El primero de esos problemas se relaciona con la flexibilidad en la manera de facturar los tráficos realizados sobre las líneas de más de un ferrocarril, que depende de los sistemas de responsabilidad asumida por cada uno de los transportistas participantes en el movimiento. De modo que, los trayectos recorridos por la misma carga pueden duplicarse en la muestra al emitir una de las empresas una guía que ampare al movimiento total y otro(s) ferrocarril(es) el movimiento complementario. Así, para evitar duplicación de los tráficos en la muestra se deben establecer reglas que generen complementariedad en cuanto a los aspectos considerados para la elaboración de la guía.

Un segundo problema se relaciona con la manera de registrar en la guía el peso del embarque. Se ha comprobado que existen variaciones importantes entre el peso registrado y el peso real del embarque. Aún cuando en general dichas diferencias son pequeñas, para algunos productos resultan muy significativas, por lo que ese hecho puede ser causa de análisis erróneos.

El tercer problema al que hace mención la AAR es el relacionado con la sensibilidad de las empresas al potencial revelador de la información de ingreso asociada a cada una de las guías. Para resolver el problema, en los Estados Unidos se recurre a enmascarar el dato a través de su multiplicación por factores altamente confidenciales, que sólo conocen la empresa y la STB.

La AAR también identifica como problemática a la manera en que se registran las operaciones de las plataformas especializadas en el movimiento de contenedores. Comúnmente se asocia un contenedor a un carro, incluso cuando se utilizan plataformas múltiples, esto genera la sobreestimación del número de carros, que trasciende en diversos tipos de análisis. La solución del problema se realiza a través de una reasignación de contenedores a plataformas mediante un factor de utilización previamente determinado.

Para concluir, cabe destacar la importancia de disponer del tipo de detalles antes descritos, ya que posibilitan la adaptación ventajosa de la metodología en un período de transición que conlleva la oportunidad de establecer una normatividad acorde a los requerimientos del muestreo propuesto.

#### 4. Método de selección de la muestra.

A continuación se resume la manera para elegir a los registros que formarán parte de la muestra. Dicho proceso tiene como antecedentes la determinación del tamaño de muestra y la delineación de los estratos.

Cabe señalar que para ejemplificar el proceso se tomó como fuente de los datos al *Informe E-2 o de Tráfico de Flete Comercial por Artículos Clasificados por Estaciones Remitentes y Receptoras de 1996*, último informe elaborado por FNM que abarcó la totalidad del movimiento registrado en el sistema ferroviario nacional.

De acuerdo con la metodología, para determinar el tamaño de muestra se utilizaron las fórmulas para la *determinación presumiblemente óptima del tamaño de muestra*, con base en la varianza pretendida del *número total de carros*.

La varianza pretendida se calculó con base en los registros del Informe E-2 de 1996, para un coeficiente de variación del 5% para la estimación del *número total de carros*.

Del desarrollo antes mencionado se obtuvo un tamaño de muestra pretendido de 4,095 guías, de una población de 49,199 guías.

**El número de estratos.** La determinación del número de estratos se realiza con base en el número de carros y se fundamenta en la literatura especializada, que menciona que un número de estratos superior a seis sólo produce pequeñas reducciones en la varianza de la media estratificada. Asimismo, se señala que para mantener constante el costo del estudio, cuando se incrementa a más de 6 el número de estratos, es necesario reducir de manera importante el tamaño de la muestra. De esta manera, aún cuando el rango de variación en el número de carros de la población de guías mexicanas es más amplio que el de la estadounidense<sup>2</sup> se decidió iniciar el cálculo con siete estratos, el primero para las guías con 1 y 2 carros, que es tratado de manera independiente en la metodología estadounidense, y otros seis estratos para las guías de 3 a 2509 carros.

**Delineación de los estratos.** La delineación de los estratos se fundamenta en la búsqueda de una estratificación que minimice la varianza de la media estratificada. De este modo, sea  $y_0$  y  $y_L$  el más pequeño y el más grande valor de  $y$  en la población, respectivamente. El problema es encontrar los límites de los estratos intermedios  $y_1, y_2, \dots, y_{L-1}$  tal que la  $V(\bar{y}_{est})$  sea un mínimo.

El desarrollo directo de este problema de optimización culmina con una ecuación matemáticamente válida, pero demasiado compleja. Así, la metodología

---

<sup>2</sup> El rango de variación del número de carros de la población de guías estadounidense es de 1 a 400 carros. El límite superior del rango de la población de guías del Informe E-2 de 1996 de FNM es de 2,509 carros.

estadounidense recurre a una solución aproximada, la propuesta de Dalenius y Hodges. Dicha aproximación se sustenta en el supuesto de que si los estratos son numerosos y estrechos, la distribución de frecuencias  $f(y)$ , debe ser casi constante (rectangular) dentro de un estrato dado.

En la tabla 1 se muestran los resultados de dicha aproximación así como de la determinación de las tasas de muestreo objetivo.

**TABLA 1: DETERMINACION DE LA TASA DE MUESTREO OBJETIVO PARA LA POBLACION DE GUÍAS QUE CONFORMAN EL INFORME E-2 DE 1996 DE F.N.M.**  
DISTRIBUCION OPTIMA

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Intervalo de clase	u	Frecuencia (f) Nº de guías En la Población	Límites del estrato	Frecuencia por estrato (Suma de la Col. 3)	Tamaño Objetivo de la muestra	Tasa de muestreo objetivo
<b>0</b>	--	<b>140</b>				
1	--	16,222	1-2	23,109	577.73	1/40
2	--	6,887				
3	1	3,922				
4	1	2,714				
5	1	2,098	3-15	16,943	586.17	1/28.9
6-10	5	5,610				
11-15	5	2,599				
16-20	5	1,570				
21-25	5	1,187				
26-30	5	861				
31-35	5	565	16-45	5,014	586.17	1/8.5
36-40	5	460				
41-45	5	371				
46-50	5	368				
51-60	10	568				
61-70	10	374				
71-80	10	306	46-120	2,398	586.17	1/4.0
81-90	10	250				
91-100	10	225				
101-120	20	307				
121-140	20	248				
141-160	20	187				
161-180	20	168	121-300	1,117	586.17	1/1.9
181-200	20	121				
201-250	50	253				
251-300	50	140				
301-350	50	121				
351-400	50	91				
401-500	100	139	301-700	475	586.17	1/1
501-600	100	76				
601-700	100	48				
701-1000	300	82				
1001-1300	300	39	701-2509	143	586.17	1/1
1301-2509	1209	22				
Total		49,199		49,199	4,095	

NOTAS: Intervalo de clase: Número de carros por guía  
Frecuencia (f): Frecuencia del movimiento  
u: El ancho del intervalo de clase

Así, en la columna 1 y 2 se registran los intervalos de clase y sus respectivos anchos de clase, inspirados en los utilizados por la metodología estadounidense; en la columna 3, se indica la distribución de frecuencias correspondiente al intervalo de clase; la columna 4 contiene los límites obtenidos para cada estrato; en la columna 5, se presentan las frecuencias respectivas de cada estrato; en la columna 6, se inserta el tamaño objetivo de la muestra; y en la columna 7 se muestra la tasa de muestreo objetivo.

**Selección de la muestra.** Con base en las tasas de muestreo determinadas anteriormente se establecen las especificaciones de la estratificación que se muestran en la Tabla 2. El intervalo k-ésimo corresponde al inverso de la tasa de muestreo multiplicado por cuatro<sup>3</sup>.

**TABLA 4.3: ESPECIFICACIONES DE LA ESTRATIFICACION**

Estrato	Nº de carros por guía	Intervalo K-ésimo	Tasa de muestreo global
1	1-2	160	1/40
2	3-15	116	1/29
3	16-45	36	1/9
4	46-120	16	1/4
5	121-300	8	1/2
6	301 y más	4	1/1

- Con base en el número de carros consignados en cada guía se estratifica cada uno de los registros de la población.
- La población de cada estrato deberá estar secuencialmente numerada.
- Para cada estrato se seleccionan cuatro submuestras sistemáticas. Cada submuestra, tiene su propio inicio aleatorio a partir del cual se van seleccionando las guías con saltos de longitud constante equivalente al intervalo k-ésimo.
- No está permitida la sustitución de guías por lo que las guías seleccionadas deberán forzosamente ser incluidas en la muestra.

Finalmente, para aplicaciones posteriores es recomendable agregar al archivo un código con el estrato y otro con el número de submuestra correspondiente.

## 5. Método de estimación de la muestra.

En esta sección se comentan los cálculos más frecuentemente utilizados por la metodología estadounidense para inferir o derivar conclusiones de la muestra a la población en el muestreo de guías. Dichos cálculos son: a) la estimación de un

<sup>3</sup> Debido a que la muestra de cada estrato se compone de cuatro submuestras.

total y un promedio, b) una fórmula simplificada para la estimación de los errores estándar para totales o promedios y c) la estimación de una razón y su error estándar.

Un ejemplo de la aplicación de dichas fórmulas se presenta en la Tabla 3, donde es posible comparar el parámetro poblacional del tonelaje total (columna 5) con su estimación (columna 8).

**TABLA 3: ESTIMACION DEL TONELAJE TOTAL**

Estrato J	Carros por guía	Nº de Guías en la Población $N_j$	Nº de Guías en la Muestra $n_j$	Tonelaje en la Población $Y_j$	Tonelaje en la muestra $y_j$	Peso del estrato $W_j=N_j/n_j$	Estimación del Tonelaje $W_j \times y_j$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	1 a 2	23,109	577	1,309,117	32,369	40.0503	1,296,401
2	3 a 15	16,943	584	5,959,601	196,471	29.0120	5,700,014
3	16 a 45	5,014	557	7,910,361	871,211	9.0018	7,842,467
4	46 a 120	2,398	600	10,775,252	2,759,610	3.9967	11,029,240
5	121 a 300	1,117	559	12,198,139	6,116,537	1.9982	12,222,132
6	301 a 2509	618	618	21,474,109	21,474,109	1.0000	21,474,109
Sumas:		49,199	3,495	<b>59,626,579</b>	31,450,307		<b>59,564,363</b>

También se dispone de fórmulas mediante las cuales es posible realizar estimaciones de totales a través de la información de una sola de las submuestras<sup>4</sup>. En este sentido, cabe destacar que aún cuando las estimaciones obtenidas a partir de submuestras tienen una buena aproximación, el éxito se restringe a este tipo de aplicaciones, ya que por lo reducido de la información no se consideran apropiadas para estimaciones asociadas a partes o fracciones de la población.

De esta manera, la estimación del tonelaje total obtenido a través de la submuestra uno es de **61,403,696** toneladas, con un error estándar de **953,921**.

Del mismo modo, para el parámetro poblacional del promedio de toneladas por guía de **1,211.9 ton/guía**, se obtuvo una estimación derivada de la muestra total de **1,210.7 ton/guía** y otra derivada de la primer submuestra que fue de **1,248 ton/guía**.

Adicionalmente, para calcular el parámetro poblacional de la razón toneladas/carro, se determinó el número total de carros en la población que fue de **1,077,007 carros**, parámetro para el cual se obtuvo una estimación de **1,007,996** a través de la muestra. De la estimación del tonelaje y del número de carros se derivó la razón toneladas por carro, cuyo parámetro poblacional es de **59.2 ton/carro** del que a través de la muestra se obtuvo una estimación de **59.09 ton/carro** con un error estándar de **0.1399**.

<sup>4</sup> Es conveniente remarcar que de cada estrato de la población se extraen cuatro submuestras, a las que se le asocia un código que permite identificar los registros pertenecientes a cada una de ellas.

El alto grado de precisión de las estimaciones obtenidas comprueban la eficacia de la metodología, sin embargo, cabe señalar que esa exactitud sólo se alcanza para los parámetros generales para los cuales fue diseñada la muestra, de manera especial para la estimación del **número total de carros**.

## **6. Aplicaciones particulares de la muestra.**

Además de las aplicaciones descritas anteriormente, es importante analizar partes o fracciones de la población original, conocidas como subpoblaciones o dominios de estudio. Debido al interés de sus aplicaciones se juzgó conveniente mostrarlas en una sección aparte.

Por considerarlos demostrativos del tipo de análisis que pueden realizarse a través de la muestra se establecieron varias subpoblaciones, tales como: flujos de importación y exportación, tráficos entre un origen y un destino de un producto en particular y movimientos a nivel sistema.

Cabe señalar que para todos los casos se aplicaron dos tipos de estimación, una calculada con base en la ponderación general de la muestra, para cuyo cómputo no se requiere ningún tipo de información adicional, y otra, la *ponderación especial*, cuyo cálculo requiere de conocer los totales subpoblacionales de cada estrato y para cada una de las variables consideradas. Extraordinariamente, se llevó a cabo una tercera estimación que se ha denominado *ponderación especial combinada*, esta estimación se calculó para las subpoblaciones cuya muestra no refleja la población existente en todos los estratos, por lo que las estimaciones requieren de la combinación de la población y de la muestra de estratos adyacentes. Por último, para los tráficos pequeños y mal representados en la muestra se estableció como alternativa el muestreo aleatorio simple sobre la subpoblación bajo análisis. Un Ejemplo de las aplicaciones descritas se muestra en la Tabla 4.

De los resultados obtenidos se advierte que el cálculo del primer tipo de estimación proporciona buenos resultados en aquellas situaciones en las que existe población y muestra en todos los estratos. Estos casos se refieren generalmente a movimientos a nivel sistema de productos con origen y destino muy diversos, así como en los casos en los que se involucra el tráfico total entre un origen y un destino.

Igualmente, se observa que en términos generales las estimaciones del parámetro objetivo (total de carros) mejoran al incorporar en el cálculo una ponderación especial.

También, se advierte que para los casos que involucran el flujo de un producto determinado entre un par origen-destino, en los que la distribución de la población de guías está concentrada sólo en algunos estratos y existen estratos vacíos, las estimaciones mejoran visiblemente al incorporar en el cálculo una ponderación especial.

**TABLA 4: EJEMPLO DE COMPARACION DE RESULTADOS  
MOVIMIENTOS MENORES A 100 KMS  
DE EMBARQUES MENORES A 25 TON**

CASO 9		Parámetro Poblacional	Estimaciones con:			
			(1) Ponderación General	(2) Ponderación Especial	(3) Combinando Estratos	(4) Muestreo Aleatorio Simple
<b>Toneladas</b>		4,733	3,444	4,420	4,443	4,340
Diferencias:	Absoluta		-1,289	-313	-290	-393
	Relativa		-27.2	-6.6	-6.1	-8.3
<b>Distancia</b>		15,678	11,454	14,681	14,777	15,810
Diferencias:	Absoluta		-4,224	-997	-901	132
	Relativa		-26.9	-6.4	-5.7	0.8
<b>Ton-km</b>		235,869	188,677	241,806	243,402	228,160
Diferencias:	Absoluta		-47,192	5,937	7,533	-7,709
	Relativa		-20.0	2.5	3.2	-3.3
<b>Flete</b>		27,337,330	18,626,895	23,874,517	24,029,547	25,948,860
Diferencias:	Absoluta		-8,710,435	-3,462,813	-3,307,783	-1,388,470
	Relativa		-31.9	-12.7	-12.1	-5.1
<b>Carros</b>		332	280	359	362	341
Diferencias:	Absoluta		-52	27	30	9
	Relativa		-15.6	8.2	9.0	2.7

Además, cuando la muestra no cubre el rango completo de estratos presentes en la subpoblación, se aprecia que la ponderación especial acompañada de una combinación de estratos adyacentes es la que proporciona el mejor acercamiento al dato real.

Finalmente, cabe remarcar que la determinación de las características de la muestra se realiza con base en la pretensión de la mejor estimación del *número total de carros*, por lo que el resto de las estimaciones derivadas, está prácticamente en función de la casualidad, de ahí que puedan existir subpoblaciones pequeñas con una baja representación en la muestra, hecho que deriva en estimaciones poco acertadas para esos sectores de la población, por lo que para esos casos se recomienda como método alternativo el muestreo aleatorio simple o, mejor aún, la realización de un censo sobre la subpoblación de interés.

## **7. El marco jurídico. Oportunidad para la implantación del muestreo de guías en México.**

Aunque lo deseable sería que por conveniencia propia, las empresas ferroviarias acordasen voluntariamente presentar su información de tráfico, es un hecho que el marco jurídico que sustenta la prestación del servicio ferroviario de carga cuenta con los elementos coercitivos básicos para respaldar la implantación del muestreo de guías de carga en México. Incluso se vislumbra la posibilidad de volver compatible a la regulación con las solicitudes particulares de la metodología propuesta.

Así, de diversos artículos tanto de la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario como de su Reglamento puede deducirse que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, SCT, tiene las facultades para establecer mediante Normas las características de la información necesaria para evaluar el desarrollo del sistema y verificar el cumplimiento de las concesiones, así como de precisar los términos en que las empresas ferroviarias deberán hacer frente a estos requerimientos.

De igual forma, la normatividad asegura la existencia de archivos en papel de documentos con información equivalente al contenido tradicional de una guía de carga. Registros que, por su relevancia comercial y operativa para los propios concesionarios, se cree que también pueden existir en medios electrónicos.

Sin embargo, en la Ley se perciben algunas limitaciones para el uso de dicha información. Por ejemplo, en lo referente a la evaluación, la normatividad señala expresamente que tales apreciaciones se darán a conocer a los concesionarios y permisionarios, pero no restringe ni favorece la disponibilidad de los datos utilizados con fines de evaluación para otras aplicaciones y para el resto de los interesados. Por otra parte, sí señala abiertamente como requisito que la SCT deberá establecer los mecanismos que garanticen la confidencialidad de la *información comercial*.

De esta manera, queda en el aire la definición del concepto de *información comercial*, cuya descripción seguramente implicaría la convergencia de los intereses y puntos de vista de todas las empresas ferroviarias y de los organismos gubernamentales a cargo. Lo que demandaría un esfuerzo de concertación entre las partes. Se considera que la propuesta expuesta en este documento representa una opción que favorece el alcance de dichos objetivos.

8. Algunos comentarios en torno a la adopción en México de la metodología utilizada en Estados Unidos para la obtención de la muestra de las guías de carga.

A continuación se comentan algunas particularidades de la metodología y su aplicación que se relacionan con asuntos potencialmente importantes que deben ser considerados de manera puntual para su adaptación al caso mexicano.

1. En primer lugar es necesario conocer con precisión, para cada una de las empresas de ferrocarriles que constituyen el caso mexicano, la existencia o no, de un registro computarizado o de un archivo en papel con los principales rubros de información contenida en los documentos tradicionalmente conocidos como guías de carga.

Se requiere determinar las fuentes primarias de la información, así como, en su caso, a todos aquellos documentos que pudieran complementarla. Tal sería el hecho de la existencia de algunos embarques cuyos datos no son registrados en los medios comunes y que utilizan algún otro medio para su control.

2. El planteamiento estadounidense obtiene la información del departamento contable y financiero de la empresa. Como alternativa se plantea la posibilidad de obtener la muestra a través de otras áreas operativas como serían, por ejemplo, las divisiones de tráfico, operación o planeación.

Una opción extrema sería contar con la colaboración de otras instancias gubernamentales como la Secretaría de Hacienda (SHCP) o de la Secretaría de Comercio (SECOFI) para delimitar la posibilidad de aprovechar la existencia de mecanismos, por parte de esas instancias, para hacerse llegar algún tipo de información equivalente, y determinar la existencia de un marco jurídico que haga posible su utilización y publicación.

3. Es necesario determinar si únicamente se considerarían los movimientos de carga con ingreso o si se incluirán en el muestreo los movimientos no lucrativos que de alguna u otra manera intervienen en la operación, que para algún tipo de estudio pueden ser de importancia.

Asimismo, es fundamental establecer con claridad la manera en que los ferrocarriles registran y facturan los movimientos de comercio exterior, así como los movimientos entre líneas, en las que está involucrada más de una empresa ferroviaria. Esta delimitación tiene por objeto evitar la inclusión de información duplicada en el muestreo.

4. Se considera indispensable el acuerdo con cada una de las empresas para el establecimiento de los períodos de presentación del reporte. Se cree que lo más adecuado es que fueran semejantes, sin embargo, por algunas razones de control o registro interno de las operaciones, dichos lapsos podrían variar de una empresa a otra, por lo que se hace necesaria la conciliación entre las partes.

5. En la actualidad, un argumento utilizado por las empresas ferroviarias para negarse a presentar su información de tráfico se relaciona con su renuencia para aplicar recursos en la obtención de información supuestamente innecesaria para la empresa. Sin embargo, en la metodología estadounidense, el ferrocarril reportante tiene la opción de transmitir el cien por ciento de sus registros para que el organismo a cargo<sup>5</sup> extraiga la muestra.

El establecimiento de esta alternativa podría tener inconvenientes para los dos entes involucrados. Para el organismo gubernamental a cargo, implicaría la aplicación de recursos adicionales para el procesamiento de la información; en tanto que para los ferrocarriles representaría el temor de que información confidencial o estratégica pudiera ser utilizada con otros fines. La mejor solución a estos inconvenientes requiere de una concertación de intereses y de acciones.

6. Con el propósito de evitar la presentación de muestras y guías incompletas se considera oportuno identificar con anterioridad a la normalización, las probables

---

<sup>5</sup> En los Estados Unidos esta responsabilidad estaba a cargo de la ICC actualmente recae en la STB.

causas que pudieran originar esta clase de irregularidades. De este modo se adelantaría en el procedimiento para superar dichas deficiencias, de manera que los criterios personales no interfieran en la representatividad de la muestra. Para ello, se considera necesario establecer un diálogo con el personal de campo, directamente encargado del acopio de la información fuente, quiénes son los más enterados al respecto.

7. Buscando la afinidad y para facilitar el manejo de la información se considera muy conveniente, dada la gran diversidad que se presenta en los equipos de cómputo y en los programas actuales, asentar como parte de la normalización las características que deberán reunir las herramientas computacionales utilizadas para la elaboración de las muestras, para ello y considerando los recursos que posean cada una de las empresas, se deberá llegar a una concertación entre las partes para compatibilizar dichos recursos.

8. Con el propósito de evitar la duplicación de actividades y la evasión de la responsabilidad asignada, se deberá establecer con precisión al organismo responsable de revisar, editar y procesar la muestra de guías. Que también asegure la calidad de reproducción de los datos y la presentación computarizada de la información.

9. Para que la muestra tenga un grado de certidumbre elevado y con el propósito de asegurar la calidad de la muestra y su presentación, es necesario establecer que a cada ferrocarril participante se le realice una prueba de rutina para determinar que todos los registros seleccionados, así como todos sus datos correspondientes, sean almacenados correctamente en el archivo.

Dicha prueba implica dos comprobaciones; una, de la exactitud de la integridad de la muestra y; otra, de la autenticidad de la información de las guías consideradas.

10. Para comprobar la integridad de la muestra no está disponible ningún otro reporte estadístico, sin embargo, las empresas ferroviarias ya reportan a la SCT y a la SHCP algunas cifras agregadas que podrían servir con semejantes fines, tal es el caso de las toneladas, las ton-km, el ingreso de operación, el número de carros, entre otros, cuyas estimaciones deberán ser muy aproximadas a través de la muestra. Asimismo, cabría la posibilidad de obtener una muestra diferente que sirviera para legitimar la información. En cualquier caso es necesario precisar los rangos de tolerancia que serían considerados como aceptables; tales conceptos deberían ser también normalizados.

11. Para comprobar la autenticidad de las guías muestreadas, es indispensable la presentación de algunas copias de los originales en papel de los documentos fuentes de la información (las guías de carga) ya que, mediante su comparación, se establece la naturaleza, número y porcentaje de errores encontrados en la muestra. Si no se encuentran errores en los registros presentados, la muestra se estima como precisa. Si existe una diferencia significativa entre las guías presentadas por el ferrocarril, entonces el transportista se enfrenta con un

segundo requerimiento, consistente en repetir el muestreo. Por esta razón es necesario establecer el error tolerable, mismo que también debe quedar asentado en la normalización mexicana.

12. Para evitar reclamaciones por parte de las empresas ferroviarias, es necesario que la normalización determine específicamente que la responsabilidad de mantener la calidad de la muestra recae en el ferrocarril que reporta. Las fallas para reunir los estándares mínimos deberán ser causa para rechazar la muestra; los registros de guías deficientes serán regresados a los ferrocarriles para su corrección, incluso la grabación completa.

13. Se hace necesario establecer los medios por los cuales los ferrocarriles harán llegar su información al organismo gubernamental a cargo. La propuesta estadounidense establece la opción de enviar el archivo con la muestra de guías al contratista encargado de su procesamiento por paquetería o de transmitirlos telefónicamente. Considerando los nuevos desarrollos en el campo de la transmisión de información mediante redes computacionales, podría adicionarse la alternativa de utilizar la red de internet u otros servicios de intercambio electrónico de datos.

Además, es necesario elaborar o adaptar el formato de presentación del archivo, ya que dicho documento facilita el acceso a datos generales de la muestra y agregados de la población, así como la identificación de los directamente encargados de elaborar y presentar la muestra. Esto último, es un elemento que ayuda a delimitar responsabilidades.

14. Con el objeto de interesar a las empresas ferroviarias en el proyecto, se hace necesario bosquejar con detalle cuáles serán los probables usos de la información. Dicha descripción deberá incluir la utilidad posible para los ferrocarriles, por lo que en este rubro también se requiere la participación de las empresas ferroviarias, usuarios y demás instituciones interesadas en esta clase de información.

En este sentido, cabe señalar que generalmente se identifican dos puntos de vista con relación al objetivo principal de la muestra, uno consistente en hacer factible el análisis para estimar los flujos y características del tráfico de carga en una escala nacional, conocimiento básico para la planeación, evaluación y monitoreo del Sistema Nacional de Transporte y otro, en el que se reconoce como la principal motivación a los fines reguladores.

## **9. Conclusiones**

1. Es evidente que en el corto plazo se hará indispensable la recopilación de la información del tráfico ferroviario, por lo que resulta impostergable la toma de las medidas necesarias para la implantación de un sistema de acopio.

2. Con base en la reglamentación vigente se considera que se cuenta con el respaldo jurídico básico para la implantación de un sistema de muestreo de las guías de carga en nuestro país.
3. Por el grado de aproximación de las estimaciones obtenidas a través del seguimiento de la Metodología de Muestreo de las Guías de Carga Estadounidense a los registros del Informe E-2 de 1996 de FNM se concluye que la interpretación del procedimiento es correcta.
4. Aún cuando en este ejercicio no se verificó el desempeño de la muestra como insumo de paquetes de cómputo para el análisis y proyección de flujos. Según la literatura especializada, cabe esperar un desempeño aceptable en ese tipo de aplicaciones.
5. Considerando los cambios que a partir de la privatización se perciben, en cuanto a la composición del tráfico ferroviario y a la manera de operar y registrar los flujos, el informe E-2 de 1996 puede ya no ser representativo; por lo que sería necesario obtener la información básica para revisar las especificaciones del muestreo.
6. Dado el periodo de adecuación necesario para obtener el mejor resultado del sistema de muestreo y tomando en cuenta que las empresas ferroviarias y las instituciones reguladoras transitan por un periodo de adaptación, se considera que es el momento de dar inicio al establecimiento de la propuesta presentada o de alguna otra alternativa que persiga el mismo objetivo.

## 1. Introducción

Hasta antes de la privatización ferroviaria en México, la empresa estatal Ferrocarriles Nacionales de México contaba con un departamento especialmente encargado de generar la estadística necesaria para el subsector. Conforme se fue dando la segmentación de la empresa, la producción de dicho departamento fue disminuyendo como reflejo de las nuevas condiciones y en perjuicio de los usuarios de esa información. Aún cuando resulta forzoso que las nuevas empresas continúen generando mucha de la información, fuente de varios de los antiguos informes, hasta el momento no se ha logrado que la pongan a disposición del público.

La actitud de reserva de los concesionarios se justifica como defensa ante los ataques comerciales de sus competidores. No obstante, un número importante de funciones gubernamentales, relacionadas con actividades de planeación y regulación, siguen requiriendo de información estadística confiable. De igual modo, con el objeto de fundamentar múltiples decisiones, los demás modos competidores y las propias empresas ferroviarias necesitan tener una idea más o menos precisa de las condiciones generales del mercado al que pertenecen. Los usuarios, por su parte, también requieren conocer las condiciones de ventaja o desventaja que les presenta la oferta de servicios.

Así, dada la resistencia de las empresas ferroviarias para proporcionar datos de detalle acerca de sus operaciones, se considera oportuno presentar alternativas para la consecución de información que aspiren superar la renuencia de los concesionarios y que al mismo tiempo intenten cubrir las necesidades de los usuarios de la información, alcanzando la concertación entre las partes.

Con base en lo anterior, en este trabajo se presenta la propuesta para que en México se realice el muestreo de las guías de los carros de carga mediante la adaptación de metodología aplicada a los Ferrocarriles Estadounidenses por el sector gubernamental a cargo en ese país.

De este modo, además de esta introducción, en el Capítulo 2 de este reporte se hace referencia al desarrollo histórico estadounidense del muestreo de guías de carga ferroviaria, se mencionan los acontecimientos más importantes que explican el alto grado de perfeccionamiento alcanzado en la materia y se vislumbra la importancia otorgada a la información proveniente del proceso. Experiencia aprovechable mediante la adaptación de la metodología a las actuales condiciones en México.

En el Capítulo 3 se bosquejan las características estadísticas más importantes de la metodología y se cita la problemática detectada por la Asociación Americana de Ferrocarriles (AAR) con relación a ciertos vicios presentes en los datos que deben ser reconocidos para evitar la elaboración de análisis deficientes. La incorporación

de esta información tiene por objeto dar una alerta acerca de la probable ocurrencia de los problemas citados para tomar las medidas necesarias para evitarlos desde su origen.

El método de selección de la muestra se describe en el Capítulo 4, en esta sección se detalla la manera en que son elegidos los registros o guías que formarán parte de la muestra. Como antecedentes se describe la determinación del tamaño de la muestra y la delineación de los estratos. A manera de ejemplo se hace la aplicación de la metodología a la totalidad de los registros del Informe E-2, de tráfico comercial por artículos clasificados por estación remitente y receptora de 1996, correspondiente al último censo de su tipo elaborado por Ferrocarriles Nacionales de México que consideró la totalidad del movimiento a nivel sistema.

El Capítulo 5 comprende el desarrollo del método de estimación o mecanismo para inferir o derivar conclusiones de la muestra a la población. En esta sección se muestran las fórmulas expresamente desarrolladas por la metodología estadounidense para el cálculo de estimaciones y los errores estándar correspondientes. Las fórmulas disponibles hacen referencia a tres parámetros: el total, el promedio y la razón. La explicación de las fórmulas se realiza mediante su aplicación a la muestra previamente extraída, de acuerdo a lo expresado en el Capítulo 4. Adicionalmente, con la finalidad de ilustrar la importancia de la ponderación se hace una comparación entre estimaciones, ponderadas y no ponderadas, con sus respectivos parámetros poblacionales, este desarrollo se aprovecha para ilustrar otras aplicaciones típicas de la muestra.

Aparte de las funciones descritas en el capítulo anterior, en el Capítulo 6 se presentan nueve casos de aplicación a fracciones de la población original, conocidas en la jerga estadística como subpoblaciones o dominios de estudio. Entre los casos estudiados están flujos de importación y exportación, tráficos entre un origen y un destino de un producto en particular y movimientos a nivel sistema. A partir de los resultados obtenidos se suponen algunas posibles aplicaciones exitosas así como ciertas limitaciones del diseño muestral. Como complemento, en los Anexos del 2 al 5 se presentan tablas con la información detallada de cada caso.

En el Capítulo 7 se presenta el marco jurídico que sustenta la prestación del servicio ferroviario en México, el que es susceptible de soportar el establecimiento del muestreo de guías de carga en nuestro país.

El Capítulo 8 resume aspectos particulares de la metodología y su aplicación, que revelan asuntos potencialmente importantes que deben ser considerados de manera puntual para la adaptación del proceso al caso mexicano. Por último, en el capítulo 9 se resumen las conclusiones del trabajo.

La elaboración de esta propuesta se justifica en la obtención de un marco restringido de información verídica, relacionada con la operación y el tráfico de carga por ferrocarril, que permita inferir las características totales de la operación

ferroviaria nacional de manera confiable y oportuna, eliminando el resquemor de las empresas ferroviarias por ver afectadas las condiciones de su mercado o debido a una carga excesiva para la consecución de datos estadísticos adicionales a los que comúnmente preparan.

La información que se podría obtener a partir del muestreo de las guías de los carros de carga ferroviaria es susceptible de diversa utilización dentro del campo operativo y en la investigación del transporte.

En los Estados Unidos, el desarrollo alcanzado por más de un siglo de experiencia y debido al interés de todas las partes involucradas, ha permitido alcanzar un alto nivel de detalle en la guía patrón. El formato a través del cual se obtiene información de muy diversa índole, resultado de las necesidades particulares de los involucrados y del acuerdo entre las partes.

En ese país la aplicación de la muestra se observa en dos vertientes: una, relacionada con aspectos regulatorios de la industria y, la otra, como herramienta para mejorar las operaciones de la red de transporte.

Como principales usuarios de las primeras aplicaciones pueden mencionarse a los organismos reguladores como la Surface Transportation Board, STB, y a las Cortes. Fundamentalmente estas instituciones gubernamentales utilizan la información como un sustento para emitir juicios relacionados con problemas de competencia comercial y para la autorización de tarifas. Específicamente, la información de la muestra se utiliza en el cálculo anual del "Statutorily Mandated Cost Recovery Percentage" y como base para el cómputo del "Rail Cost Adjustment Factor"; mediante ese tipo de relaciones es posible identificar las tarifas por abajo o muy arriba de los costos, y tomar las medidas necesarias para evitar el "dumping" y las prácticas monopólicas, respectivamente.

En cuanto a las segundas aplicaciones, las relacionadas con los aspectos operativos de la red de transporte, pueden citarse los siguientes tipos de análisis:

- Estudios de optimización del uso de equipo rodante.
- Análisis del ciclo vehicular.
- Estudios del flujo de materiales peligrosos.
- Seguimiento de la operación de las nuevas empresas concesionarias.
- Evaluación de costos.
- Evaluación y verificación de otras fuentes de información.
- Como herramienta para el análisis de mercado y
- Simulación de la evolución del tráfico con fines de planeación, entre otros.

En el Instituto Mexicano del Transporte, gracias a la disponibilidad de información estadística semejante a la que se pretendería obtener a través del muestreo de las guías de carga, se han realizado diversos trabajos entre los que se pueden mencionar: Un análisis del reparto modal entre carretera y ferrocarril, con este estudio se determinaron los ahorros que se obtendrían con una mayor

participación del ferrocarril. Asimismo, se analizaron los tráficos comerciales que ocurren en México, se identificaron las rutas o corredores de transporte que mueven el comercio nacional por autotransporte y por ferrocarril, individualizando cada ruta por el número de vehículos, por el tonelaje y por el valor económico de la carga. De igual modo, se llevo a cabo una evaluación económica de mejoras a la infraestructura del Sistema Nacional Ferroviario estableciendo las medidas que pudieran incidir en el mejoramiento operativo e infraestructural del sistema ferroviario nacional.

De lo comentado anteriormente se vislumbran la importancia que la disponibilidad de información operativa de los flujos ferroviarios puede tener tanto para el sector público, usuarios e investigadores del transporte como para las propias empresas ferroviarias.

No obstante, queda claro que en México los alcances de un primer intento de muestreo estarían limitados por la información disponible, misma que debería incrementarse en el transcurrir del tiempo de acuerdo a los intereses particulares y al consenso final entre los sectores involucrados.

Por último, cabe señalar que la aplicación de dicha metodología tiene la ventaja de proporcionar información semejante a la que se maneja en los demás países del TLC de Norteamérica. Lo que puede ser utilizado como argumento para que las empresas ferroviarias nacionales aprecien la conveniencia de proporcionar el mismo tipo de información que sus contrapartes del Norte.

## **2. Referencias históricas de la muestra de las guías de carga estadounidense.**

En esta parte se hace una breve descripción del desarrollo histórico de la muestra estadounidense. En este bosquejo se señalan ciertos hechos relevantes que explican el alto grado de detalle con que ahora cuenta la muestra y que revelan la experiencia que a través de los años se ha ido acumulando, misma que se cree puede ser aprovechada para la instauración de la metodología en México.

Las épocas tempranas del muestreo de tráfico ferroviario estadounidense, se remontan a la última década del siglo diecinueve. En ese tiempo, se recolectaba información de movimientos específicos y las técnicas de estudio utilizadas no eran las adecuadas, por lo que los resultados no fueron exitosos en lo que a toma de decisiones se refiere.

A partir de los primeros años de siglo veinte, los estudio de tráfico de carros de carga comenzó a tener aplicación práctica en la toma de decisiones interna de las empresas ferroviarias, sin embargo, dichos estudios continuaban siendo intermitentes y sólo para pequeños segmentos de tráfico.

Desde 1914 se empezaron a realizar estudios más detallados. Por ejemplo, la Brulington analizó el tráfico interestatal de Nebraska de menos de carro entero por bloques de millas y por clase, para el periodo de los tres meses comprendidos entre el 16 de septiembre y 30 de noviembre de 1914. Para ello contó con la colaboración de otros ferrocarriles que la apoyaron con la presentación de su información. A través de este estudio, la Comisión del Estado de Nebraska tuvo la oportunidad de someter a un análisis profundo la carga de menos de carro entero. Asimismo, dicho estudio de tráfico fue utilizado ampliamente para ajustar las tarifas de las principales clases existentes.

El muestreo de tráfico durante el primer cuarto de siglo se fue haciendo más común y detallado. Fundamentalmente con estudios basados en cortes de circulación y métodos intermitentes de muestreo. En ciertos casos, debido a la ausencia de información más adecuada, algunos de los datos producto de esos trabajos estuvieron vigentes por más tiempo del que actualmente es justificable.

Durante los años 30 y 40 se desarrollaron métodos más efectivos de muestreo. El primer estudio de análisis de tráfico a escala nacional fue terminado el 13 de diciembre de 1933. Aunque la muestra fue claramente no representativa, constituyó el esfuerzo pionero para relacionar tráfico, estimación de costos y otros factores de una manera comprensible y sobre una base verdadera.

El primer registro continuo de una muestra fue realizado en 1939. Se muestreo el tráfico de un día de cada mes a lo largo de un año en un esfuerzo por superar las limitaciones inherentes a un muestreo discontinuo. Posteriormente, este estudio proporcionó puntos de comparación acerca del tráfico y los costos de antes de la guerra. Los datos del estudio de 1939 sirvieron de referencia por muchos años.

En 1941 el Departamento de Guerra inició un estudio continuo de guías que por primera vez utilizó como recurso una selección de contratos de transporte que dio un resultado no sesgado. La experiencia con una muestra continúa basada en el número del contrato de transporte fue realmente exitosa en el desarrollo posterior del muestreo de guías de la Comisión. Este estudio fue importante como una fase que marco la transición de estudios particulares a estudios de propósitos generales con empleo de técnicas de muestreo continuo.

El siguiente desarrollo más importante ocurrió en 1945 cuando la Comisión estableció una sección de guías en el Buró de Economía y Estadística del Transporte (Bureau of Transport Economics and Statistics). El propósito del departamento fue actuar como fuente de información para el establecimiento de tarifas, que pusiera a disposición datos con relación al flujo de tráfico, la estructura de la tarifa y de los ingresos.

Para este momento se tenía claro que el costo de realizar un estudio especial era muy alto en comparación al costo de obtener datos similares a través de un proceso que permite la continuidad de las operaciones. Aunque se admitía la necesidad de seguir realizando estudios especiales, se manifestaba la urgencia de un método eficiente de muestreo para los análisis de rutina. De esta manera, se iniciaron investigaciones intensivas con relación al diseño de la muestra de carros de carga.

Para el diseño de la muestra se tomaron en cuenta cuatro prioridades:

- 1) Que los datos producidos fueran representativos e imparciales en todo sentido.
- 2) Que el mecanismo de selección fuera tan simple como fuera posible, para asegurar la máxima exactitud en el reporte.
- 3) Que tanto para las empresas como para la Comisión, los costos fueran lo más bajo posible, consistentes con los objetivos involucrados y
- 4) Que los resultados fueran prontamente disponibles para cubrir las necesidades existentes de información.

Finalmente, el 6 de septiembre de 1946, la Interstate Commerce Commission (ICC), ordenó a todos los ferrocarriles Clase I<sup>6</sup> presentar una muestra del uno por ciento del tráfico de carros de carga terminado en sus vías, mediante un archivo físico de copias de todas las guías numeradas con 1 o que tuvieran un número serial terminado en "01". De esta manera, la Comisión señala el comienzo del muestreo de guías moderno.

Desde entonces, los ferrocarriles más grandes<sup>7</sup> han proporcionado al gobierno una muestra de guías representativa del movimiento de carros y mercancías sobre el sistema nacional ferroviario. La información proporcionada ha sido clara y ha incluido aspectos tales como origen, destino, ruta, tipo de carro, tipo de mercancía, distancia, ingresos y tipo de tarifa<sup>8</sup>. El propósito principal de la muestra ha sido facilitar la estimación y el análisis de los flujos y características de la tarifa del tráfico de carros de carga en una escala nacional continua. Dichas muestras constituyen la columna vertebral del sistema de información gubernamental que hace frente a una multitud de responsabilidades. Por ejemplo, desde la implantación de la Rail Act de 1980, la muestra ha sido indispensable para la determinación del *porcentaje de recuperación de costo*, análisis que se utiliza como guía para establecer la presencia de un mercado dominante, en las controversias entre empresas ferroviarias.

Cabe señalar que de 1946 a la fecha se han realizado diversos cambios en la manera de reportar y en las tasas de muestreo. De este modo, aunque comúnmente se hace referencia a la muestra de guías del uno por ciento, en la actualidad la tasa de muestreo es de aproximadamente el 3%, equivalente a más de 527 mil guías (AAR. 1998. Págs. 2 y 1-1).

Asimismo, en lo que se refiere a la manera de presentar el reporte, el avance más importante se dio a mediados de 1981, cuando en respuesta a la disponibilidad de las computadoras, que posibilitan el manejo de grandes cantidades de información en medios magnéticos, fue posible la inclusión en el formato patrón de la guía de un cúmulo de información adicional a la originalmente requerida. Desde entonces han convivido dos métodos de presentación de la muestra, uno por medio del archivo físico de las copias de guías, conocido como Manual o "Hardcopy Method" y otro, a través de un archivo computacional denominado "Machine-Readable-Input (MRI)". Para 1997, ya sólo el 1.1% de las guías que integran la muestra de ese año fueron suministradas a través de medios impresos (AAR. 1998. Pág 1-1).

---

<sup>6</sup> Los ferrocarriles Clase I son los que tienen un ingreso bruto anual por operación que excede los 256 millones de dólares, a precios de 1997. (North American Transportation Statistics Project Working Group 1999).

<sup>7</sup> Los ferrocarriles Clase I comprenden sólo el 2% de las empresas ferroviarias estadounidenses, pero contabilizan el 71 % de la distancia operada, el 89% del personal empleado y el 91% del ingreso por carga. (North American Transportation Statistics Project Working Group 1999).

<sup>8</sup> En el Anexo 7, se presenta el formato actual de la guía. Para propósitos locales, se considera que la amplitud de ese formato se deberá restringir, en un primer intento, al contenido del antiguo informe E-2 de FNM, Anexo 1.

En cuanto a los organismos involucrados en la obtención de la muestra puede referirse que la Surface Transportation Board<sup>9</sup> (STB) es el organismo encargado de requerir, por ley, a los ferrocarriles<sup>10</sup> la presentación de sus guías y tiene la responsabilidad de recolectar la muestra (Fine, Sidney. 1981). De igual manera, proporciona un conjunto de instrucciones precisas para realizar el muestreo y hacer el reporte de la Muestra de Guías. (AAR. 1998. Pág 2). Adicionalmente, la STB mantiene siempre el control sobre la publicación y uso de la información del archivo de guías por parte de los usuarios potenciales (Fine, Sidney. 1981. Pág. 4).

La Muestra de Guías es procesada y tabulada por la Asociación Americana de Ferrocarriles AAR, por acuerdo con la Federal Railroad Administration (FRA). Esta, a su vez, proporciona anualmente a la STB un archivo procesado de los datos de las guías (AAR 1998).

El Bureau of Transportation Statistics (BTS) es la entidad responsable de poner a disposición del público la información del sistema de transportes de Estados Unidos y de fomentar su utilización. En este caso el BTS obtiene la información de la Federal Railroad Administration (BTS-CD-05).

Finalmente, se considera importante mencionar, que en los Estados Unidos se reconoce que en los últimos cien años, la información de tráfico ha tenido una trascendencia significativa en su búsqueda de la eficiencia en las operaciones de su red de transporte. Asimismo, cabe resaltar que la importancia de la disponibilidad de la información ferroviaria es tal, que pese a la tendencia general motivada por el proceso de desregulación del transporte, los recortes presupuestales y las políticas de disminución de documentos que han provocado la reducción paulatina de los requerimientos de información en el país del norte, la muestra de Guías de Carga Ferroviaria ha sido por el contrario agrandada.

---

<sup>9</sup> Dependencia que sustituyó las funciones de la recientemente desaparecida "Interstate Commerce Commission, ICC" o Comisión Interestatal de Comercio.

<sup>10</sup> Según la Waybill Order, 49 CFR 1244, los ferrocarriles obligados a participar en el estudio son aquellos que concluyeron en sus instalaciones el movimiento de más de 4,500 carros al año o concluyeron el movimiento de al menos 5% de los carros manejados en un estado de la Unión.

### **3. Propiedades estadísticas de la muestra estadounidense y principales inconvenientes para la utilización e interpretación de los datos que pueden ser fuente de análisis deficientes.**

En este apartado se mencionan las características estadísticas más importantes de la metodología estadounidense para la elaboración de la muestra de las guías de carga. Asimismo, se refiere la problemática detectada por la Asociación Americana de Ferrocarriles relacionada con la manera de reportar algunos de los datos y que debe ser considerada para poder efectuar un buen análisis de la información.

#### **3.1 Características estadísticas de la metodología de muestreo de las guías de carga estadounidense.**

Para iniciar cabe referir que el actual *diseño de muestreo* de las guías de carga fue bosquejado en 1981 por la Comisión Interestatal de Comercio (ICC) con el acuerdo de los ferrocarriles y la Administración Federal Ferroviaria FRA, y que a partir de entonces sólo ha tenido ligeras variaciones para adaptarse a las condiciones cambiantes del tráfico y a los requerimientos particulares de los organismos usuarios y generadores de la muestra.

Teóricamente, *el diseño de muestreo* comprende el *método de selección* de los elementos, en este caso los registros de las guías, que formarán parte de la muestra, así como el *método de estimación* o mecanismo para inferir o derivar conclusiones de la muestra a la población.

“Cuando se tienen los dos métodos, el de selección y el de estimación, se dice que se tiene el diseño muestral o diseño de muestreo correspondiente” (Abad, Adela. 1987. Pág. 33).

Para efectuar un muestreo, las primeras tareas consisten en la identificación de las *unidades muestrales* y en la construcción del *marco muestral* que contiene la lista de dichas unidades (Mendenhall, William 1981. Pág 517).

En este caso, la *unidad muestral* está constituida por el registro de una guía. En tanto que *el marco muestral* lo constituye el listado total de los registros que conforman la población total de guías en un periodo determinado, el equivalente al antiguo informe E-2.

La práctica estadounidense ha demostrado que para el diseño de la muestra de las guías de carga, la aplicación de dos esquemas de muestreo combinados producen mejores estimaciones que mediante el muestreo aleatorio simple. Dicha combinación incluye: *el muestreo estratificado* y *el muestreo sistemático*.

En el *muestreo estratificado* la población es fraccionada en “L” subdivisiones, de manera que cada unidad pertenece a una sola partición denominada *estrato*. De este modo todos los estratos son mutuamente excluyentes y su unión es igual a la población.

En cuanto al *método de selección*, a cada uno de los estratos se les trata de manera independiente, mientras que el *método de estimación* los une en forma global.

A la técnica de muestreo estratificado se le reconocen principalmente tres ventajas: 1) permite estudiar cada estrato por separado; 2) permite derivar estimaciones por estrato y; 3) las estimaciones son más precisas que aquellas derivadas mediante una selección aleatoria.

Este esquema se recomienda cuando en la población es posible identificar un conjunto de grupos heterogéneos o distintos (Mendenhall, William. Pág. 528).

Mediante la estratificación se pretende dividir a una población heterogénea en subpoblaciones, cada una de las cuales es internamente homogénea. Es decir, que dentro de un estrato, las características del elemento, en este caso, de las guías, varían muy poco de unas a otras.

Por ejemplo, las toneladas de capacidad del equipo de arrastre, establecen un límite para el tonelaje de carga registrado en las guías que amparan un solo carro, y similarmente para los estratos con un número mayor de carros. De este modo, a través de una muestra pequeña de esas guías, se pueden obtener estimaciones precisas del promedio de carga por carro. De manera semejante ocurre con otras características de la población. Así, la combinación de las estimaciones precisas de cada estrato produce buenas estimaciones para el total de la población.

Específicamente, el muestreo estratificado rinde buenos resultados bajo las condiciones siguientes: la población debe estar compuesta de unidades muestrales (guías) cuyas características varíen en tamaño; las variables importantes, tales como el número de carros, las toneladas, los ingresos, las ton-milla, etcétera, deben estar estrechamente relacionadas; y debe conocerse el tamaño exacto para ubicar el estrato. En la población de guías, se reúnen esas condiciones de estratificación (Fine, Sidney. 1981. Pág. 17).

El diseño de la muestra estadounidense, estratifica las guías de carga con base en el número de carros declarados en la guía. La tasa de muestreo en cada estrato varía de acuerdo al número de carros, a mayor número de carros, una tasa más alta de muestreo.

La selección de las guías de cada estrato se realiza mediante la aplicación del esquema de muestreo sistemático.

El muestreo sistemático es un modo de seleccionar los elementos de una muestra de tal manera que aleatoriamente se elige un arranque, el cual viene siendo una *unidad muestral* (guía) y a partir de ella se localiza el resto mediante saltos de longitud constante “*k*”. El proceso detallado, aplicado a los registros de tráfico del informe E-2 de Ferrocarriles Nacionales de México para el año de 1996, se describe en capítulos posteriores de este trabajo.

### **3.2 Discrepancias en la interpretación y aplicación de los datos que pueden dar origen a conclusiones erróneas.**

En otro orden de cosas y dado que los ferrocarriles en México registran un proceso de transición previo al establecimiento de nuevas normas, reglamentos y costumbres, cuya creación puede utilizarse para favorecer la eliminación del tipo de problemas que a continuación se describe, se considera que es el momento adecuado para aprovechar la experiencia ganada en el sentido que en los siguientes párrafos se refiere.

De este modo, cabe señalar que la Asociación Americana de Ferrocarriles ha logrado identificar algunos aspectos como fuentes de error para la interpretación de los datos de la muestra estadounidense que pueden dar origen a una visión sesgada o análisis deficientes de diversa índole.

El primero de esos problemas se relaciona con la flexibilidad en las formas de facturación empleada por las diversas empresas ferroviarias. Fundamentalmente, este hecho se refiere a los casos en los que un embarque es trasladado por distintas líneas operadas por empresas ferroviarias diferentes. Dependiendo de los sistemas de responsabilidad asumidos por cada una de las empresas, el movimiento puede registrarse en la guía de carga de diferente manera. Esto es, que la empresa que contrata con el usuario o dueño de la carga puede facturar por el trayecto completo (inclusive el transporte que es efectuado por otros ferrocarriles). Paralelamente, la empresa ferroviaria subcontratante emite al ferrocarril que la subcontrata una guía de carga que ampara al movimiento realizado en sus propias instalaciones. De esta manera, trayectos recorridos por la misma carga pueden verse duplicados en las guías de las diferentes empresas participantes en el movimiento. Por ejemplo, existe la posibilidad de que todas las guías generadas por el mismo movimiento sean elegidas en la muestra, con ello se sobreestimarían las toneladas, y los pares origen-destino intermedios, lo que daría una imagen distorsionada del movimiento total. De igual modo, también existe la posibilidad de que sólo parte de las guías involucradas en el movimiento aparezcan en la muestra, con ello se subestimarían las ton-km totales del movimiento real.

La solución del problema anterior involucra el establecimiento de reglas que generen uniformidad en cuanto a los aspectos tomados en cuenta en la elaboración de la guía.

Otro inconveniente que puede generar distorsiones en las estimaciones se relaciona con la manera en que las empresas registran en la guía el peso del embarque. La Asociación Americana de Ferrocarriles ha comprobado que se dan grandes variaciones entre el peso registrado y el peso real del embarque. Aún cuando existen suficientes razones para pesar los embarques, como podría ser evitar la sobrecarga en el equipo, verificar que el peso del embarque coincida con lo que el cliente reporta o para asegurar la aplicación de la tarifa mínima por peso, no existe la orden expresa de llevar a cabo esa operación. Aún cuando en general las diferencias entre los pesos registrados y los reales son pequeñas se ha observado que existen diferencias significativas para ciertos tipos de productos, lo que puede generar conclusiones sesgadas.

Un tercer problema al que hace mención la AAR es el que se relaciona con la sensibilidad de las empresas ferroviarias al potencial revelador de la información de ingresos asociada a cada una de las guías. Para resolver este inconveniente la STB y las empresas ferroviarias han acordado recurrir a la estratagema de disfrazar el dato en cuestión, para ello utilizan unas tablas altamente confidenciales conocidas como de Factores Confidenciales de Contratación “contract confidentiality factors”, que únicamente conocen la STB y la empresa reportante. Por medio de esos factores, relacionados a un rango de ingreso, se disfraza el dato. Cabe señalar que ni siquiera la empresa contratada para congrega la muestra, tiene esa información. La STB se compromete a utilizar esa información únicamente en análisis internos, fuera del alcance el público en general.

Por último, la AAR también identifica como un problema a la manera en que se registran las operaciones de las plataformas especializadas en el movimiento de contenedores. El registro de las guías comúnmente asocia un contenedor a un carro, incluso cuando se operan plataformas múltiples. Este hecho repercute en una sobreestimación del número de carros que a su vez trasciende en análisis deficientes de la utilización de los carros intermodales, por ejemplo.

Para resolver este problema, la AAR ha desarrollado una metodología para ajustar el número de carros intermodales haciendo uso del número de registro de las plataformas, de tal modo que los datos de las guías se adaptan para reflejar su asignación de contenedores a plataformas en lugar de a carros. Para este ajuste se considera un factor de utilización de la plataforma previamente determinado<sup>11</sup> y se aplica exclusivamente a los registros de la muestra.

Finalmente, para concluir esta sección cabe resaltar la importancia que la disponibilidad de los detalles metodológicos de la muestra de las Guías de Carga

---

<sup>11</sup> El Departamento de Pruebas e Investigación de la AAR determinó un factor de ocupación del 80% para las plataformas convencionales y para las de doble estiba un factor de ocupación del 88%. (AAR, 1998).

representa para la realización de un primer esfuerzo en México, ya que dicha Metodología es el reflejo de más de un siglo de experiencia ganada que puede aprovecharse con ventaja, al adaptarse a las condiciones actuales del tráfico ferroviario nacional en un período de transición importante que conlleva el comienzo de nuevas formas de operar y la oportunidad del establecimiento paralelo de una normatividad acorde a las condiciones y a los requerimientos de la metodología.



## 4. Diseño muestral: método de selección y su aplicación al Informe E-2 de tráfico comercial por artículos clasificados por estación remitente y receptora de FNM, de 1996.

---

Como parte del Diseño de la Muestra de las Guías de Carga Estadounidense, en este capítulo se describe a detalle el *Método de Selección* o manera para elegir a los registros que formarán parte de la muestra. Cabe señalar que la explicación del procedimiento para establecer el tamaño de la muestra, no tomó como referencia a la bibliografía especializada del caso, ya que para esta práctica en particular no se encontró explicación alguna en los documentos que especialmente describen la Metodología de la Muestra, por esta razón fue necesario recurrir a la bibliografía ordinaria de muestreo estadístico.

### 4.1 Determinación del tamaño de la muestra y designación del número de estratos.

Generalmente, el problema de obtener el tamaño de la muestra cuando se estratifica la población y se desea estimar algún parámetro poblacional, se desarrolla al considerar adecuado el supuesto de normalidad de la distribución del estimador<sup>12</sup>. Para este caso la metodología estadounidense especifica como el estimador en cuestión, al del **número total de carros**.

Para determinar el tamaño de la muestra se utilizaron las fórmulas para la *determinación presumiblemente óptima del tamaño de muestra* con base en la variancia pretendida del estimador del número total de carros (Cochran, 1977. Pág. 106).

$$n = \frac{(\sum N_j s_j)^2}{V + \sum N_j s_j^2} \quad (1)$$

donde:

$n$  = tamaño de la muestra

$N_j$  = número total de unidades en el estrato  $j$

---

<sup>12</sup> “En este tipo de problemas siempre existen dos distribuciones en consideración, las cuales no tiene por qué ser iguales: la propia de la característica que se estudia en la población y la del estimador. Esta última tiende a distribuirse como una normal.” (Abad, Adela. 1987. Pág. 33)

$s_j$  = desviación estándar del parámetro poblacional en cuestión  
(número de carros)

$V$  = variancia pretendida

El subíndice  $j$  denota el estrato

La variancia pretendida se calculó con base en los registros del informe E-2 de 1996, para un coeficiente de variación del 5% en la estimación del número total de carros.

El coeficiente de variación  $cv$  es la medida de variación relativa más comúnmente usada e indica la variación respecto de la magnitud de la media. Se obtiene dividiendo la desviación estándar<sup>13</sup> entre la media y se define como:

$$cv = \frac{100s}{\bar{y}} \quad (2)$$

donde:  $s$  = desviación estándar

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i}{N}$$

donde:  $\sum y_i$  = sumatoria de las observaciones

$N$  = la población total

De modo que sustituyendo:

$$\bar{y} = \frac{1,007,077 \text{ carros}}{49,199 \text{ guías}} = 20.47 \text{ carros / guía}$$

Y para un coeficiente de variación del 5% en la estimación del número total de carros. Despejando la desviación estándar  $s$ , en la ecuación (2), y sustituyendo valores se tiene que:

$$cv = 5$$

$$s = \frac{cv\bar{y}}{100} = \frac{5(20.47)}{100} = 1.024$$

---

<sup>13</sup> “Dado que la desviación estándar muestra la dispersión de la característica observada resulta en cierto sentido, un estimador del error. Así al tener dos distribuciones con medias idénticas pero con desviación estándar diferentes se comenten mayores errores, cuando se emplea la distribución con mayor desviación como base de predicción de la característica observada”. (Haber y Runyon 1973 página 113).

De modo que el valor de la variancia pretendida es:

$$s^2 = V = (1.024)^2 = 1.0496$$

De esta suerte, *la determinación presumiblemente óptima del tamaño de muestra* en el caso en que se consideran seis estratos y para la totalidad de las guías, se obtiene substituyendo el valor de la variancia pretendida  $V$  y los valores de  $(\sum N_j s_j)^2$  y de  $\sum N_j s_j^2$  en la ecuación 1.

En la Tabla 4.1, columnas 12 y 13, se observa que:

$$\sum N_j s_j^2 = 22,655,820.6$$

$$(\sum N_j s_j)^2 = (304,591.8)^2 = 9.27 \times 10^{10}$$

Así substituyendo en 1:

$$n = \frac{9.27 \times 10^{10}}{1.0496 + 22,655,820.6} = 4,095 \text{ guías}$$

Para la determinación del número de estratos "L", generalmente se consideran dos preguntas importantes:

- 1) a qué razón decrece la variancia de la  $y$  media estratificada,  $V(\bar{y}_{est})$ , con relación al incremento del número de estratos  $L$ ; y
- 2) ¿qué tanto repercute en el costo del estudio un incremento en el número de estratos?

Con relación a la primer pregunta, se ha determinado que un incremento en el número de estratos mejora la calidad de las estimaciones. Sin embargo, algunas aproximaciones teóricas (Cochran, 1977. Págs 132-134) han demostrado que un número de estratos superior a 6 sólo produce pequeñas reducciones en la variación de la media estratificada,  $V(\bar{y}_{est})$ .

Para dar respuesta a la segunda pregunta, se cuenta con la función de costos  $C = LC_s + nC_n$ , donde el término  $LC_s$  refleja al costo que relaciona al número de estratos  $L$  con un costo atribuible a la exactitud deseada  $C_s$ . El segundo término del lado derecho de la ecuación, representa al costo  $C_n$  achacable a la operación de extraer una unidad muestral de la población por el tamaño de muestra  $n$ . Aunque la relación  $C_s / C_n$  varía dependiendo del tipo de estudio, algunas investigaciones han demostrado que independientemente de la relación  $C_s / C_n$ ,

**TABLA 4.1: DETERMINACION DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA  
(DISTRIBUCION OPTIMA)**

Intervalo de Clase	u	Frecuencia (f) de guías por estrato: $N_j$	Nº de carros en el intervalo: $y_{ji}$	Nº de carros en el estrato: $\sum y_{ji}$	$\bar{Y}_j = \frac{\sum y_{ji}}{N_j}$	$(y_i - \bar{Y}_j)^2$	$\sum (y_i - \bar{Y}_j)^2$	Variancia del Estrato h: $s_j^2 = \frac{\sum (y_i - \bar{Y}_j)^2}{N_j - 1}$	Error Estándar $S_j$	$N_j \times s_j$	$N_j \times s_j^2$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
0	--										
1	--		16222			1440.80					
2	--	23109	13774	29996	1.298	3393.72	4834.52	0.21	0.46	10570.04	4834.73
3	1		11766			47095.64					
4	1		10856			16494.43					
5	1		10490			4504.41					
6-10	5		43123			19581.43					
11-15	5	16943	33306	109541	6.465	110033.81	197709.73	11.67	3.42	57879.13	197721.40
16-20	5		28059			112680.48					
21-25	5		27420			14130.16					
26-30	5		24031			4224.15					
31-35	5		18597			26490.57					
36-40	5		17472			64506.52					
41-45	5	5014	15903	131482	26.223	103514.83	325546.71	64.94	8.06	40405.65	325611.65
46-50	5		17694			215165.87					
51-60	10		31383			168085.85					
61-70	10		24428			21116.29					
71-80	10		23108			5585.46					
81-90	10		21328			44942.52					
91-100	10		21421			120836.37					
101-120	20	2398	33809	173171	72.215	451870.04	1027602.40	428.70	20.71	49650.97	1028031.10
121-140	20		32505			732288.19					
141-160	20		28063			235080.59					
161-180	20		28660			40690.98					
181-200	20		22967			6629.79					
201-250	50		56231			398961.82					
251-300	50	1117	38355	206781	185.122	1134544.06	2548195.44	2283.33	47.78	53374.95	2550478.77
301-350	50		39365			1502583.54					
351-400	50		33989			233028.45					
401-500	100		61341			96224.16					
501-600	100		41414			977939.83					
601-700	100	475	31031	207140	436.084	2167344.03	4977120.02	10500.25	102.47	48673.60	4987620.27
701-1000	300		68712			4108758.51					
1001-1300	300		45562			891392.50					
1301-2509	1209	143	34692	148966	1041.720	8466535.80	13466686.81	94835.82	307.95	44037.46	13561522.63
Total		49199	1007077	1007077		22547695.63				304591.80	22655820.56

para mantener constante al costo total cuando se incrementa a más de 6 el número de estratos, es necesario reducir de manera importante el tamaño de la muestra, (lo que repercute en la calidad de las estimaciones), por lo que sólo en raras ocasiones será útil aumentar a más allá de 6 el número de estratos.

## 4.2 Delineación de los estratos y determinación de la tasa de muestreo objetivo.

La delineación de los estratos que se presenta en la Tabla 4.1 se fundamenta en la búsqueda de una estratificación tal que minimice la variancia de la media estratificada.

Para ello se asume que los estratos se establecen con base en los valores de la variable “y”, para este caso, el número de carros.

De este modo, sea  $y_0$  y  $y_L$  el más pequeño y el más grande valor de  $y$  en la población. El problema es encontrar los límites de los estratos intermedios  $y_1, y_2, \dots, y_{L-1}$  tal que

$$V(\bar{y}_{est}) = \frac{1}{n} \left( \sum_{j=1}^L W_j S_j \right)^2 - \frac{1}{N} \sum_{j=1}^L W_j S_j^2$$

sea un mínimo. Al ignorar el factor de corrección de población finita (segundo término del lado derecho del signo “=”), es suficiente con minimizar  $\sum W_j S_j$ .

El desarrollo directo de este problema de optimización culmina con una ecuación matemáticamente válida, pero demasiado compleja. De este modo, la metodología estadounidense recurre a una solución aproximada, la propuesta de Dalenius y Hodges. Dicha aproximación se sustenta en el supuesto de que si los estratos son numerosos y estrechos, la distribución de frecuencias,  $f(y)$ , debe ser casi constante (rectangular) dentro de un estrato dado (ver Figura 4.1).

Así, se tiene que:

$$W_j = (y_j - y_{j-1}) \times f_j$$

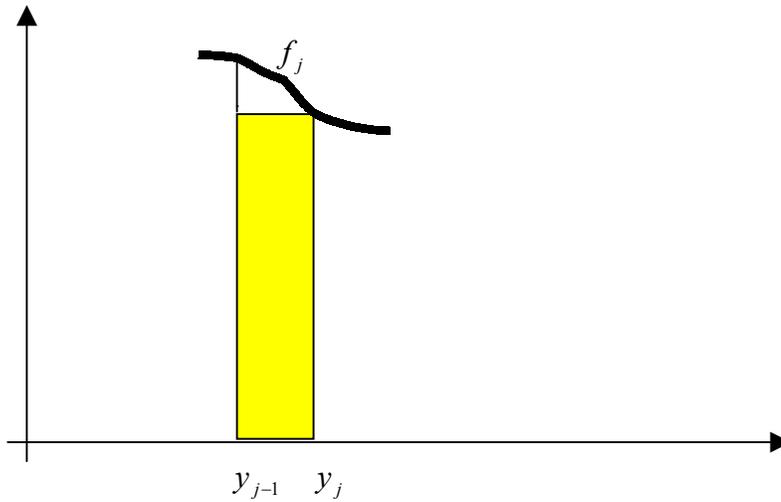
donde  $f_j$  es el valor constante de  $f(y)$  en el estrato  $j$ , en tanto que la desviación estándar (distribución uniforme) es:

$$S_j = \frac{1}{\sqrt{12}} (y_j - y_{j-1})$$

Por lo tanto:

$$\sum W_j S_j = \sum f_j (y_j - y_{j-1}) \times \frac{1}{\sqrt{12}} (y_j - y_{j-1})$$

FIGURA 4.1



Consecuentemente, el problema de minimizar  $\sum W_j S_j$  equivale a minimizar:

$$\sqrt{12} \sum W_j S_j = \sum f_j (y_j - y_{j-1}) \times (y_j - y_{j-1})$$

$$\sqrt{12} \sum W_j S_j = \sum f_j (y_j - y_{j-1})^2$$

Para la solución de este problema de optimización, Dalenius y Hodges utilizan una función adicional Z, mediante la cual llegan a la formulación de una regla<sup>14</sup> la cual señala que dada la distribución de frecuencias de y,  $f(y)$ , el criterio es formar el acumulado de  $\sqrt{f(y)}$  y elegir el valor de  $y_h$  tal que se formen intervalos iguales en la escala del acumulado de  $\sqrt{f(y)}$ .

La Tabla 4.2 ilustra el uso de la regla para el caso especial y se determinan las tasas de muestreo. Para llevar a cabo dicho proceso se sigue la secuencia que a continuación se describe:

En primer lugar se obtiene la distribución de frecuencias para los intervalos de clase considerados. En la Columna 1 de la Tabla 3.2 se establecen algunos intervalos de clase inspirados en las características de los intervalos y anchos de intervalos de clase (Columna 2) utilizados en la metodología estadounidense. Es conveniente señalar que la distribución de frecuencias de las guías (Columna 3) está basada en los datos provenientes del *Informe de Tráfico de Flete Comercial por Artículos Clasificados por Estaciones Remitentes y Receptoras (E-2)* de 1996, último informe elaborado por Ferrocarriles Nacionales de México que abarcó a la totalidad de movimientos registrados en todo el sistema ferroviario nacional.

<sup>14</sup> Para una explicación más amplia del proceso ver Cochran (1977) pp. 127-129.

En segundo lugar, en la Columna 4, se inserta el cálculo de la raíz cuadrada del producto del ancho del intervalo de clase “ $u$ ” (Columna 2) por la frecuencia en el intervalo “ $f$ ” (Columna 3).

En tercer lugar, en la Columna 5 se registra la aplicación de una variante<sup>15</sup> de la regla del acumulado de  $\sqrt{f(y)}$  de la aproximación de Dalenius y Hodges. Cabe aclarar que la metodología estadounidense explícitamente excluye de este cálculo a los intervalos de clase correspondientes a uno y dos carros y además tampoco considera a las guías sin registro en el número de carros. De esta manera, la acumulación de  $\sqrt{uf(y)}$  inicia a partir del intervalo de clase correspondiente a tres carros, es decir para este renglón el valor registrado en la Columna 4 se transfiere igual a la Columna 5, esto es el 62.63. Para el siguiente renglón, el correspondiente al intervalo de cuatro carros, el valor de la Columna 5 del intervalo anterior (de tres carros) se suma al valor de la Columna 4 del intervalo correspondiente, a manera de ejemplo se efectúa la siguiente operación:  $62.63+52.10=114.72$ . El proceso se continúa igual para el resto de los intervalos de clase.

En cuarto lugar, se determinan los límites para la estratificación. El valor acumulado de  $\sqrt{uf(y)}$  en el mayor intervalo de clase, último número que aparece en la Columna 5, (2,510.53), se divide entre el número de estratos propuesto<sup>16</sup> (seis), lo que para este caso en particular resulta en 418.42, esta cantidad se suma a sí misma, hasta alcanzar el número de estratos propuestos menos uno, para este caso una, dos, tres, cuatro y cinco veces (Columna 6). De menor a mayor los valores obtenidos anteriormente se van comparando con el acumulado de  $\sqrt{uf(y)}$  la comparación más próxima es la que determina los límites de los estratos. Para mecanizar dicha comparación en los renglones de la Columna 7 se van registrando los resultados de las restas del valor respectivo de la Columna 5 menos el primer valor de la Columna 6, al detectarse una menor diferencia se establece el límite del estrato, que se registra en la Columna 8, se cambia al segundo valor de la Columna 6 y se repite el procedimiento hasta obtener un nuevo límite, sucesivamente se van tomando los números siguientes de la Columna 6 continuando el mismo proceso hasta terminar con todos los intervalos.

En quinto lugar, se determinan las frecuencias correspondientes a cada uno de los estratos establecidos en el apartado anterior (Columna 9).

---

<sup>15</sup> Si los intervalos de clase en la distribución original de “ $y$ ” son de diferente tamaño, es necesario un ligero cambio. Cuando un intervalo de longitud  $d$  cambia a otro de longitud de  $ud$ , el valor de  $\sqrt{f}$  para el segundo intervalo se multiplica por  $\sqrt{u}$  cuando forma el acumulado de  $\sqrt{f}$ . (Cochran, 1977, pág. 130).

<sup>16</sup> Además de las consideraciones señaladas al finalizar el punto anterior, la designación de seis estratos, adicionales al primero, se reprodujo directamente de la metodología estadounidense.

En sexto lugar, se determina el tamaño objetivo de muestra. La metodología estadounidense establece para el primer estrato un tamaño de muestra del 2.5%

de la población del estrato. Para el ejemplo, dicho porcentaje equivale a un tamaño objetivo de muestra de 577.73 guías, ya que la frecuencia del estrato es de 23,109 guías. Para el resto de los estratos el tamaño objetivo de muestra se determina con base en la distribución equitativa de la diferencia sobrante del tamaño de la muestra total menos el correspondiente al primer estrato. Tal procedimiento equivale en el ejemplo a 586.17 resultado del desarrollo siguiente:  $(4,095-577.73)/6$ .

En séptimo lugar, se obtienen las tasas de muestreo objetivo (Columna 11). Para el primer estrato la metodología estadounidense determina una tasa de muestreo objetivo de 1/40 correspondiente al 2.5% de la población del estrato. Para la generalidad de los estratos, la tasa de muestreo se obtiene a partir del inverso del cociente de dividir el tamaño objetivo de muestra, de cada estrato (Columna 9), entre la frecuencia poblacional correspondiente a cada estrato (Columna 10). Para el segundo estrato del ejemplo, dicha tasa corresponde al resultado de la siguiente operación:  $16,943/586.17=28.9$ , cuyo inverso multiplicativo es  $1/28.9$ .

**TABLA 4.2: DETERMINACION DE LA TASA DE MUESTREO OBJETIVO  
DISTRIBUCION OPTIMA**

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
Intervalo de clase	U	Frecuencia (f) Nº de guías en la Población	$\sqrt{u(f)}$	Acumulado de $\sqrt{u(f)}$	2510.53/ 6 estratos = 418.42	Diferencia Menor Col 6 - 5	Límites del estrato	Frecuencia por estrato De Columna 3	Tamaño Objetivo de la muestra	Tasa de muestreo objetivo
<b>0</b>	--	<b>140</b>								
1	--	16,222					1-2	23,109	577.73	1/40
2	--	6,887								
3	1	3,922	62.63	62.63		355.79				
4	1	2,714	52.10	114.72		303.70				
5	1	2,098	45.80	160.53	<b>418.42</b>	257.89	3-15	16,943	586.17	1/28.9
6-10	5	5,610	167.48	328.01		90.41				
11-15	5	2,599	114.00	442.00		<b>-23.58</b>				
16-20	5	1,570	88.60	530.60		306.24				
21-25	5	1,187	77.04	607.64		229.20				
26-30	5	861	65.61	673.25	418,42 + 418,42=	163.59				
31-35	5	565	53.15	726.41	<b>836.84</b>	110.43	16-45	5,014	586.17	1/8.5
36-40	5	460	47.96	774.36		62.48				
41-45	5	371	43.07	817.43		<b>19.41</b>				
46-50	5	368	42.90	860.33		394.93				
51-60	10	568	75.37	935.69		319.57				
61-70	10	374	61.16	996.85		258.41				
71-80	10	306	55.32	1052.17	836,84 + 418,42=	203.09	46-120	2,398	586.17	1/4.0
81-90	10	250	50.00	1102.17	<b>1255.26</b>	153.09				
91-100	10	225	47.43	1149.60		105.66				
101-120	20	307	78.36	1227.96		<b>27.30</b>				
121-140	20	248	70.43	1298.39		375.29				
141-160	20	187	61.16	1359.54		314.14				
161-180	20	168	57.97	1417.51	1255,26+418,42=	256.17	121-300	1,117	586.17	1/1.9
181-200	20	121	49.19	1466.70	<b>1673.68</b>	206.98				
201-250	50	253	112.47	1579.17		94.51				
251-300	50	140	83.67	1662.84		<b>10.84</b>				
301-350	50	121	77.78	1740.62		351.48				
351-400	50	91	67.45	1808.07		284.03				
401-500	100	139	117.90	1925.97	1673,68+418,42=	166.13	301-700	475	586.17	1/1
501-600	100	76	87.18	2013.15	<b>2092.10</b>	78.95				
601-700	100	48	69.28	2082.43		<b>9.67</b>				
701-1000	300	82	156.84	2239.28		271.24				
1001-1300	300	39	108.17	2347.44	2092,1+418,42=	163.08	701-2509	143	586.17	1/1
1301-2509	1209	22	163.09	2510.53	<b>2510.52</b>	<b>-0.01</b>				
Total		49,199						49,199	4,095	

NOTAS: Intervalo de clase: Número de carros por guía  
 Frecuencia (f): Frecuencia del movimiento  
 u: El ancho del intervalo de clase  
 nj: Tamaño de muestra en el estrato j  
 Nj: Tamaño de la población en el estrato j  
 N: Tamaño de la población total  
 n: Tamaño total de la muestra

### 4.3 Selección de la muestra.

El Procedimiento de obtención y estratificación de la muestra estadounidense adaptado al ejemplo de aplicación del Informe E-2 de 1996 de Ferrocarriles Nacionales de México se ilustra en la Tabla 4.3 y se explica en los siguientes párrafos.

**TABLA 4.3: ESPECIFICACIONES DE LA ESTRATIFICACION**

Estrato	Nº de carros por guía	Intervalo K-ésimo	Tasa de muestreo global
1	1-2	160	1/40
2	3-15	116	1/29
3	16-45	36	1/9
4	46-120	16	1/4
5	121-300	8	1/2
6	301 y más	4	1/1

1. Con base en el número de carros de carga amparados por cada una de las guías pertenecientes al marco muestral, el registro es estratificado dentro de uno de los seis grupos o estratos definidos. La Tabla 4.3 muestra las especificaciones de la estratificación. Para cada período del reporte, el ferrocarril debe obtener la cantidad total de guías de cada uno de los cinco estratos, es decir, la cuenta de la población de cada estrato, así como la suma de la población de los cinco estratos que equivale a la población total.
2. Para cada período y para cada uno de los cinco estratos, se seleccionan cuatro submuestras sistemáticas. Cada una de las submuestras tiene su propio inicio aleatorio, el cual es extraído de una relación de números aleatorios expresamente elaborada con este fin.

A partir del inicio aleatorio de cada una de las submuestras, con base en el intervalo K-ésimo, precisado en la Columna 3 de la Tabla 4.3, que es el mismo para las cuatro submuestras del estrato, se continúan extrayendo los demás elementos que conformarán dichas submuestras.

Después que el número de guías de cada estrato ha sido agotado, se repite el proceso de selección para el siguiente estrato.

Para cada periodo del reporte, se obtiene la cuenta de las guías seleccionadas en cada uno de los seis estratos.

Para la generación de los números aleatorios que se utilizaron para la consecución de la muestra del ejemplo, se empleó una función del paquete Excel de Microsoft, (Office 1997), aplicando la restricción de que deberían ser menores o iguales al intervalo K-ésimo, correspondiente a cada estrato. En la Tabla 3.4 se muestran los inicios aleatorios necesarios para la obtención de tres muestras; los correspondientes a la Muestra 1 sirvieron para extraer la muestra del ejemplo, cuyos resultados sirven para desarrollar el Método de Estimación que se presenta en el punto 4.

**TABLA 4.4 LISTA DE NUMEROS ALEATORIOS**

<b>Muestra</b>	<b>Submuestra</b>	<b>Estrato 1</b>	<b>Estrato 2</b>	<b>Estrato 3</b>	<b>Estrato 4</b>	<b>Estrato 5</b>	<b>Estrato 6</b>
1	1	152	112	10	10	3	4
	2	113	90	26	5	2	3
	3	9	14	25	14	7	2
	4	111	17	21	4	1	1
2	1	28	9	22	16	3	4
	2	135	36	13	8	6	2
	3	159	21	33	2	2	1
	4	38	45	29	11	7	3
3	1	35	58	17	5	6	3
	2	108	1	34	3	3	2
	3	116	30	15	8	1	4
	4	81	57	6	7	5	1

3. La población de la cual se extrae la muestra de cada estrato deberá estar numerada secuencialmente iniciando de 1, según la progresión cronológica del registro.

Al comienzo de cada uno de los períodos, la secuencia debe empezar de nuevo en uno, para cada uno de los estratos. Entonces, se extrae de la tabla de números aleatorios un nuevo conjunto de inicios y se procede como en el punto número 2.

Conjuntamente, se debe verificar que todas las guías de la población hayan sido muestreadas una sola ocasión.

4. Una vez que un registro de guía haya sido seleccionado deberá ser incluido en la muestra, no importando que tan raro pudiera ser ya que no esta permitida la sustitución.

Adicionalmente, a cada uno de los registros seleccionados se les deberá agregar el código del estrato y de la submuestra a la que pertenecen. Para el caso del ejemplo los códigos de los estratos se formaron con la letra “E” seguida del número del estrato. Los códigos de las submuestras se conformaron de las letras “SM” seguidas del número de la submuestra.

Además del archivo computacional de la muestra, el ferrocarril debe presentar un documento con un formato especial en el que reporta el total de la población así como el total de cada uno de los estratos.

## **5. Diseño Muestral: Método de estimación y su aplicación a la muestra del informe E-2 de tráfico comercial por artículos clasificados por estación remitente y receptora de FNM, de 1996.**

Además de especificar el *Método de Selección* o procedimiento para elegir los registros que formarán parte de la muestra, descrito en el apartado anterior, el *Diseño Muestral* debe proporcionar el *Método de Estimación* o mecanismo para inferir o derivar conclusiones de la muestra a la población.

De este modo, con base en la documentación disponible de la metodología estadounidense y con el soporte de otra bibliografía específica de la materia se presenta a continuación una descripción del *Método de Estimación* propuesto.

Con la finalidad de facilitar la aplicación de las fórmulas se considera conveniente iniciar esta sección recordando el significado del vocabulario técnico más frecuentemente utilizado en la teoría de la ponderación y en el cálculo de los errores estándar. Así, en los siguientes párrafos, se definen los tipos más comunes de parámetros de población que pueden ser estimados a través del muestreo de guías propuesto.

**Promedio:** El promedio es una medida de tendencia central de un conjunto de datos. Se calcula (para la población) dividiendo la suma de los valores (una variable la cual cambia de unidad a unidad) entre el número de unidades.

**Razón:** La razón es calculada mediante la división de una variable entre otra variable. La razón es el parámetro más común derivado de la muestra de guías. Algunos ejemplos de razones son el ingreso por ton-milla, el ingreso por carro y el promedio de ton-millas por carro. El número de carros de una clasificación dividido entre el número de carros de todas las clasificaciones combinadas también es una razón; sin embargo, las razones que se obtienen a través de la división del número de unidades de la muestra de una clasificación entre el número de unidades de la muestra de todas las clasificaciones combinadas se utiliza muy poco en la muestra de guías.

**Agregado o Total:** Un agregado o total es la suma de las características de las observaciones en la población, por ejemplo, el número total de carros o el total de ingresos. A partir de la muestra pueden hacerse estimaciones del total de la población, de un estrato, o de algún grupo de datos, tal es el caso de un ferrocarril para el cual se conoce el número total de guías que aporta a la población.

**Mediana:** La mediana es definida como el valor, en un conjunto de valores arreglados por orden de tamaño, que divide al conjunto en dos partes iguales. Una mediana no es estrictamente un parámetro puesto que no involucra la estimación del parámetro de una distribución de un tipo dado, por ejemplo, la distribución normal. La mediana no es afectada por los valores extremos en el arreglo.

**Regresión Lineal.** La regresión lineal es una línea determinada con base en métodos empíricos, a través de un diagrama de dispersión; o bien, mediante la aplicación de procedimientos matemáticos más formales, como el método de mínimos cuadrados. La metodología aconseja utilizar la regresión para predecir el valor promedio de una variable aleatoria cuando se especifican los valores de otras variables. Los procedimientos validos para el ajuste de regresiones lineales son posibles a partir de datos de una muestra estratificada.

Para continuar se presentan las fórmulas especialmente recomendadas por la metodología estadounidense para la estimación de parámetros poblacionales.

## **5.1 Cálculo de estimaciones y los errores estándar correspondientes.**

Para iniciar esta sección cabe señalar que las aplicaciones que a continuación se muestran tienen como fuente de información las guías seleccionadas conforme al método de selección explicado en el punto 3.

Además de la descripción de las fórmulas se ofrece como complemento algunos ejemplos de aplicación para los datos obtenidos a través del muestreo de los registros de las guías del Informe E-2 de 1996 de Ferrocarriles Nacionales de México.

De este modo, a continuación se detallan los cálculos más frecuentemente utilizados en el muestreo de guías. Dichos cálculos son: 1) la estimación del total o un promedio, 2) una fórmula simplificada para la estimación de los errores estándar para totales o promedios 3) la estimación de una razón y su error estándar.

Cabe señalar que la metodología también presenta un algoritmo que estima el porcentaje de recuperación de costo, cálculo muy utilizado tanto por los organismos reguladores como por los propios ferrocarriles estadounidenses. Debe advertirse, sin embargo, que la aplicación de este algoritmo necesita de información de costos, adicional a la que tradicionalmente incluía el Informe E-2, por lo que su aplicación requiere de ampliar la base de datos original.

Con el objeto de facilitar el entendimiento de las fórmulas presentadas, se considera conveniente definir, en primer lugar, las variables utilizadas con más frecuencia dentro de las expresiones.

$X_{jhaki}$  = Variable para la observación i-ésima (registro de guía) dentro de la k-ésima muestra del ferrocarril h-ésimo, para el período a-ésimo y para el j-ésimo estrato.

$n_{jhak}$  = El numero de observaciones de la muestra (registros de la guía), k-ésima muestra, el periodo de revisión a-ésimo, al ferrocarril h-ésimo y al estrato j-ésimo, determinado por el número de carros por guía .

$N =$  El número total de observaciones en la población el cual es definido como  $\sum \sum \sum N_{jha}$  para un grupo de ferrocarriles para todos los periodos.

$n =$  El número de observaciones en la muestra.

$W_j =$  El factor de ponderación es la inversa de la fracción muestral (teórica). La inversa de la tasa de muestreo alcanzada (verdadera) es definida por  $N_{jha}/n_{jha}$  y puede ser utilizada en lugar de  $W_j$ , de manera especial cuando se hacen estimaciones para un ferrocarril que aporte menos de mil guías a la muestra. En la siguiente tabla se muestran los inversos de las tasas de muestreo esperadas,  $W_j$ .

**TABLA 5.1: TASAS ESPERADAS DE MUESTREO**

Estrato (j)	1	2	3	4	5	6
$W_j$	40	29	9	4	2	1
Tasa de muestreo esperada	1/40	1/29	1/9	1/4	1/2	1/1

$j =$  un indicador del estrato.

### 5.1.1. Estimación de un total y un promedio.

$$\hat{X} \text{ (Total o agregado)} = \sum_j W_j \sum_h \sum_a \sum_k \sum_i X_{jhaki} \quad (1a)$$

$$\bar{X} \text{ (Promedio)} = \hat{X} / N \quad (1b)$$

Por ejemplo, aplicando las fórmulas a la muestra 1, cuya información se resume en la Tabla 5.2, se tiene que:

$$\begin{aligned} \hat{X} \text{ (estimado del tonelaje total)} &= \sum \text{ de la columna 8} \\ &= 59,564,363 \text{ Toneladas} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{X} \text{ (Promedio)} &= \sum \text{ de la columna 8} / \sum \text{ de la columna 3} \\ &= 59,564,363 \text{ Toneladas} / 49,199 \text{ guías} \\ &= 1,211 \text{ Toneladas} / \text{guía} \end{aligned}$$

**TABLA 5.2: ESTIMACION DEL TONELAJE POR GUÍA**

Estrato J	Carros por guía	Nº de Guías en la Población N <sub>j</sub> (3)	Nº de Guías en la Muestra n <sub>j</sub> (4)	Tonelaje en la Población Y <sub>j</sub> (5)	Tonelaje en la muestra y <sub>j</sub> (6)	Peso del estrato W <sub>j</sub> =N <sub>j</sub> /n <sub>j</sub> (7)	Estimación del Tonelaje W <sub>j</sub> x y <sub>j</sub> (8)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	1 a 2	23,109	577	1,309,117	32,369	40.0503	1,296,401
2	3 a 15	16,943	584	5,959,601	196,471	29.0120	5,700,014
3	16 a 45	5,014	557	7,910,361	871,211	9.0018	7,842,467
4	46 a 120	2,398	600	10,775,252	2,759,610	3.9967	11,029,240
5	121 a 300	1,117	559	12,198,139	6,116,537	1.9982	12,222,132
6	301 a 2509	618	618	21,474,109	21,474,109	1.0000	21,474,109
Sumas:		49,199	3,495	<b>59,626,579</b>	31,450,307		<b>59,564,363</b>

**5.1.2. Fórmulas simplificadas para la estimación de los errores estándar para el total y el promedio.**

Se considera conveniente recordar que de cada estrato de la población se extraen cuatro submuestras, y que a cada submuestra se le asocia un código que permite identificar los registros pertenecientes a cada submuestra. En Estados Unidos la codificación de la muestra, o código de submuestra, es determinado por el ferrocarril reportante. Para la realización de este ejemplo se asignó el código SM1, SM2, SM3 y SM4, respectivamente.

En las siguientes cuatro formulas se asume que hay cuatro submuestras con valores; sin embargo, debe advertirse que los valores en blanco en algunas de las observaciones de las submuestras dan generalmente cálculos poco confiables de los errores estándar.

La metodología estadounidense señala que el procedimiento para la estimación del promedio fue desarrollado por Nathan-Mantel y discutido en American Statistician, Octubre de 1951.

a. Fórmula para calcular un total,  $X$ , con base en la submuestra k-ésima:

$$\hat{X}_k = 4 \sum_j W \sum_h \sum_i X_{jhki} \quad (2a)$$

b. Fórmula para calcular una Media,  $X$ , con base en la submuestra k-ésima:

$$\bar{X}_k = \hat{X}_k / N \quad (2b)$$

Aplicando estas expresiones a los datos de la Muestra 1 y específicamente a los registros de la submuestra 1, (Tabla 5.3), se tiene que:

$$\hat{X}_k = 4 \left( \sum \text{de la columna 6} \right)$$

$$= 4 (15,350,924) = 61,403,696 \text{ Toneladas, y}$$

$$\bar{X}_k = \hat{X}_k / \sum \text{ de la columna 3)}$$

$$= 61,403,696 \text{ ton} / 49,199 \text{ guías} = 1,248 \text{ ton/guía}$$

**TABLA 5.3: ESTIMACION DEL TONELAJE TOTAL  
CON BASE EN LA SUBMUESTRA 1**

Estrato J (1)	Carros por guía (2)	Guías en la Población N <sub>j</sub> (3)	Tonelaje en la Submuestra 1 p <sub>j</sub> (4)	Peso del estrato W <sub>j</sub> =N <sub>j</sub> /n <sub>j</sub> (5)	Estimación del Tonelaje W <sub>j</sub> x p <sub>j</sub> (6)
1	1 a 2	23,109	8,077	40.0503	323,471
2	3 a 15	16,943	50,751	29.0120	1,472,377
3	16 a 45	5,014	217,983	9.0018	1,962,234
4	46 a 120	2,398	738,260	3.9967	2,950,580
5	121 a 300	1,117	1,545,373	1.9982	3,087,982
6	301 a 2509	618	5,554,281	1.0000	5,554,281
		49,199	8,114,724		<b>15,350,924</b>

c. Fórmula N° 1 para la estimación de Errores Estándar, S<sub>u</sub>:

$$S_u = (1/4.1) [u_k (\text{máximo}) - u_k (\text{mínimo})] \quad (2c)$$

Con la finalidad de utilizar esta fórmula, se deben examinar las cuatro submuestras para determinar el u<sub>k</sub> máximo y el u<sub>k</sub> mínimo. La variable u, puede ser la estimación de un total o un promedio.

Para ejemplificar, en la siguiente tabla se muestran la estimación del tonelaje total con base en cada una de la cuatro submuestras de la Muestra 1.

**TABLA 5.4: ESTIMACION DEL TONELAJE TOTAL CON BASE EN  
LAS CUATRO SUBMUESTRAS**

Submuestra N°	u = Tonelaje	u Máxima y Mínima	$(u_k - \bar{u})^2$ $\bar{u} = 59,564,363$
1	61,403,698	<b>Máxima</b>	3,383,152,067,341
2	59,541,094		541,456,603
3	60,371,971	Mínima	652,231,318,561
4	56,940,689		6,883,664,496,673
Suma:	238,257,451		10,919,589,339,177

Aplicación de la fórmula 2c para la estimación de Errores Estándar, S<sub>u</sub>:

$$\begin{aligned}
S_u &= (1/4.1) [(u_1 - u_4)] \\
S_{\text{Tonelaje total}} &= (1/4.1)(61,403,698-56,940,689) \\
&= (0.243902) (4,463,009) \\
&= 1,088,538
\end{aligned}$$

Una segunda fórmula simplificada para calcular la variación es un poco más precisa que la anterior.

d. Segunda fórmula para estimar los Errores Estándar,  $S_u$ :

$$S_u = [1/12 \sum (u_k - \bar{u})^2]^{1/2} \quad (2d)$$

$$\text{Dónde: } \bar{u} = (1/4) \sum_k u_k$$

Sustituyendo los valores de la Muestra 1 (Tabla 5.4) se tiene que el error estándar del estimado del total de toneladas es:

$$\begin{aligned}
\bar{u} &= (1/4) 238,257,451 \\
&= 59,564,363 \\
S_{\text{Tonelaje total}} &= [1/12 (10,919,589,339,177)]^{1/2} \\
&= 953,921
\end{aligned}$$

La metodología estadounidense señala que bajo ciertas condiciones, estas fórmulas simplificadas pueden ser utilizadas también para estimar el error estándar de una razón. Si las razones de cada una de las submuestras no están correlacionadas con los denominadores de esas razones, entonces el procedimiento simplificado produce una estimación confiable del error estándar.

### 5.1.3. Estimación de una razón y del error estándar de la razón.

a. Fórmula para calcular una Razón:

$$R = \hat{X} / \hat{Y} = \bar{X} / \bar{Y} \quad (3a)$$

En esta fórmula R representa la estimación de una razón de los totales  $\hat{X}$  y  $\hat{Y}$ . Las variables X y Y se calculan como  $\hat{X}$  en la fórmula 1a, estimación de un total o agregado.

b. La fórmula simplificada para la estimación del Error Estándar de una razón, S(R):

$$S^2(\hat{R}) = \frac{1}{12(Y^2)} \sum_{k=1}^4 (X_k - \hat{R}Y_k)^2 \quad (3b.1)$$

El error estándar S(R) es igual a la raíz cuadrada de la varianza  $S^2(R)$ .

$$S(R) = (\text{error estándar}) = \sqrt{S^2(\hat{R})} \quad (3b.2)$$

$$CV^2(R) = [S^2(\hat{R}) / \hat{R}^2] \quad (3b.3)$$

El coeficiente de variación es igual a la raíz cuadrada de  $CV^2(R)$

Para ejemplificar la aplicación de estas fórmulas se consideran los resultados mostrados en las tablas 5.2 y 5.5, para determinar el tonelaje por carro.

**TABLA 5.5: ESTIMACION DEL NUMERO TOTAL DE CARROS  
(AGREGADO O TOTAL)**

Estrato J	Carros por guía	Nº de Guías en la Población $N_j$	Nº de Guías en la Muestra $n_j$	Número total de carros en la población $Y_j$	Número de carros en la muestra $y_j$	Peso del estrato $W_j = N_j/n_j$	Estimación del Número De carros $W_j \times y_j$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	1 a 2	23,109	577	29,996	755	40.0503	30,238
2	3 a 15	16,943	584	109,541	3,723	29.0120	108,012
3	16 a 45	5,014	557	131,482	14,503	9.0018	130,553
4	46 a 120	2,398	600	173,171	43,575	3.9967	174,155
5	121 a 300	1,117	559	206,781	104,560	1.9982	208,933
6	301 a 2509	618	618	356,106	356,106	1.0000	356,106
Sumas:		49,199	3,495	<b>1,007,077</b>	523,222		<b>1,007,996</b>

$$\begin{aligned} R &= \sum \text{Columna 8 (Tabla 5.2)} / \sum \text{Columna 8 (Tabla 5.5)} \\ &= 59,564,363 / 1,007,996 \\ &= 59.09 \text{ toneladas/carro} \end{aligned}$$

y la estimación del Error Estándar de la razón toneladas por carro, S(R) es:

$$S^2(\hat{R}) = \frac{1}{12(Y^2)} \sum_{k=1}^4 (X_k - \hat{R}Y_k)^2$$

**TABLA 5.6: ESTIMACIÓN DEL ERROR ESTANDAR DE LA RAZÓN  
TON/CARRO**

Sub- muestra K	X <sub>k</sub> (Toneladas)	Y <sub>k</sub> (carros)	$\hat{R}Y_k$  $\hat{R} = 59.09$ ton/carro	$(X_k - \hat{R}Y_k)^2$
1	8,114,724	130,817	7,729,977	148,030,631,061
2	7,887,343	132,021	7,801,121	7,434,205,693
3	8,064,860	132,541	7,831,848	54,294,801,855
4	7,383,381	127,843	7,554,243	29,193,942,648
$\sum_{k=1}^4 (X_k - \hat{R}Y_k)^2 =$				238,953,581,257

$$\begin{aligned}
 S^2(\hat{R}) &= \frac{1}{12(1,007,996^2)} \sum_{k=1}^4 (X_k - \hat{R}Y_k)^2 \\
 &= \frac{1}{12(1,016,055,936,016)} 238,953,581,257 \\
 &= 0.019598132
 \end{aligned}$$

el error estándar es:

$$\begin{aligned}
 S(R) &= (0.019598132)^{1/2} \\
 &= 0.139993329
 \end{aligned}$$

y el coeficiente de variación es:

$$\begin{aligned}
 CV(R) &= [0.019598132 / (59.09^2)]^{1/2} \\
 &= 0.002369154
 \end{aligned}$$

Finalmente, se debe explicar que según la teoría, las estimaciones de parámetros derivadas de una muestra estratificada necesitan de una ponderación adecuada.

## 5.2 Comparación entre estimaciones ponderadas y no ponderadas.

Con la finalidad de ilustrar la importancia de la ponderación a continuación se determinan las diferencias entre las estimaciones ponderadas y no ponderadas para los principales tipos de cálculo.

Cabe señalar que los datos utilizados en la descripción que a continuación se ofrece corresponden también a la muestra 1 extraída, del Informe E-2 de 1996, conforme al *Método de Selección* del diseño estadounidense que determina el tamaño de muestra con base en la distribución óptima.

Con el propósito de demostrar las diversas aplicaciones de la muestra se aprovecha la explicación para estimar los parámetros relacionados con el ingreso, información de utilidad para algunos usuarios de la muestra.

Los cálculos explicados enseguida corresponden a la Tabla 5.7 que sigue a la explicación.

1. Para encontrar las **estimaciones no ponderadas** de a) el ingreso por guía (promedio), b) el ingreso por carro (razón) y c) el ingreso total (agregado), se realizan los tres cálculos siguientes:

a. El ingreso promedio por guía se calcula mediante la división de la sumatoria del ingreso de la muestra en todos los estratos, Columna 6 ( $\sum r_j$ ), entre la sumatoria de población muestreada en todos los estratos, Columna 4 ( $\sum n_j$ ).

$$\begin{aligned}\text{Ingreso promedio por guía} &= \sum r_j / \sum n_j \\ &= 2,566,989,967 \text{ pesos} / 3,495 \text{ guías} \\ &= 734,475 \text{ pesos/guía}\end{aligned}$$

b. La razón del ingreso por carro se calcula mediante la división de la sumatoria del ingreso de la muestra en todos los estratos ( $\sum r_j$ ), Columna 6, entre la sumatoria del número de carros de la muestra en todos los estratos ( $\sum y_j$ ), Columna 8.

$$\begin{aligned}\text{Ingreso por carro} &= \sum r_j / \sum y_j \\ &= 2,566,989,967.81 \text{ pesos} / 523,222 \text{ carros} \\ &= 4,906.12 \text{ pesos/carro}\end{aligned}$$

c. La estimación del agregado del ingreso total se calcula mediante la multiplicación de la población total en todos los estratos  $\sum N_j$ , Columna 3, por el ingreso promedio previamente calculado (Ver 1.a).

**TABLA 5.7: ESTIMACION DEL PROMEDIO Y RAZON PONDERADOS**

Estrato j	Carros por guía	Nº de Guías en la población $N_j$	Nº de Guías en la muestra $n_j$	Ingreso Total en la Población (Pesos) $R_j$	Ingreso en la muestra (Pesos) $r_j$	Nº de Carros en la Población $Y_j$	Nº de Carros en la muestra $y_j$	Peso del estrato $W_j=N_j/n_j$	Ingreso ponderado del estrato (Pesos) $W_j \times r_j$	Estimación del Nº de carros en el estrato $W_j \times y_j$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
1	1 a 2	23,109	577	177,311,445.43	4,569,544.42	29,996	755	40.0503	183,011,441.94	30,238
2	3 a 15	16,943	584	763,005,525.29	24,993,323.86	109,541	3,723	29.0120	725,105,969.45	108,012
3	16 a 45	5,014	557	924,580,985.42	101,747,631.77	131,482	14,503	9.0018	915,911,356.72	130,553
4	46 a 120	2,398	600	1,167,325,240.33	302,467,893.47	173,171	43,575	3.9967	1,208,863,347.57	174,155
5	121 a 300	1,117	559	1,112,760,540.43	541,574,122.68	206,781	104,560	1.9982	1,082,179,418.66	208,933
6	301 a 2509	618	618	1,591,637,451.61	1,591,637,451.61	356,106	356,106	1.0000	1,591,637,451.61	356,106
		49,199	3,495	5,736,621,188.51	2,566,989,967.81	1,007,077	523,222		5,706,708,985.96	<b>1,007,996</b>



$$\begin{aligned}
\text{El ingreso total} &= \sum N_j (\sum r_j / \sum n_j) \\
&= 49,199 (734,475) \\
&= 36,135 \times 10^6 \text{ pesos}
\end{aligned}$$

2. Para poder realizar el cálculo de las **estimaciones ponderadas** y estar en posibilidad de comparar éstas con las estimación no ponderada, es necesario calcular la ponderación o peso ( $W_j$ ---Columna 9) para cada uno de los estratos.

a. La ponderación es determinada mediante la división del número de guías en la población ( $N_j$ ---Columna 3) entre el número de guías muestreadas ( $n_j$ ---Columna 4). La ponderación, que es la inversa de la fracción muestral, deberá ser calculada para cada uno de los estratos.

$$\text{Ponderación } (W_j) = N_j/n_j$$

b. El **promedio ponderado** se calcula en cinco etapas:

- 1) Cálculo de la ponderación para el estrato 1 usando la fórmula del punto 2a ( $W_j$ ---Columna 9);
- 2) Multiplicación de la ponderación  $W_1$  por el ingreso de la muestra en el estrato 1 ( $r_1$ ---Columna 6);
- 3) Repetir las etapas 1 y 2 para todos los estratos;
- 4) Realizar la sumatoria del ingreso ponderado, productos  $W_j \times r_j$ , de todos los estratos (Columna 10). La combinación de los 6 estratos produce el resultado de 5,706,708,985 pesos; y
- 5) Hacer la división del total de la etapa 4 entre el número total de guías en la población ( $\sum N_j$ ---Columna 3). Este promedio ponderado es el ingreso promedio por guía.

$$\begin{aligned}
\text{Ingreso promedio por guía} &= \sum (W_j r_j) / \sum N_j \\
&= 5,706,708,985 / 49,199 \\
&= 115,992 \text{ pesos/guía}
\end{aligned}$$

c. La **razón ponderada** se calcula también en cinco etapas:

- 1) De los pasos del 1 al 4, descritos en el punto 2b, se produce el numerador (5,706,708,985 pesos);

- 2) Multiplicar la ponderación del estrato  $W_1$  por su correspondiente número de carros en la muestra ( $y_1$ --- Columna 8);
- 3) Repite la etapa 2 para el resto de los estratos ( $W_j y_j$ ---Columna 11);
- 4) Efectuar la sumatoria del número estimado de carros por estrato (Columna 11). La suma de los seis estratos produce el resultado de 1,007,996 carros, que constituyen el denominador, y
- 5) Dividir el numerador de la etapa 1 entre el denominador de la etapa 4. Estas cinco etapas producen el ingreso por carro, una razón ponderada.

$$\begin{aligned}
 \text{Ingreso por carro} &= \sum (W_j r_j) / \sum (W_j y_j) \\
 &= 5,706,708,985 \text{ pesos} / 1,007,996 \text{ carros} \\
 &= 5,661.44 \text{ pesos/carro}
 \end{aligned}$$

d. El **total ponderado** se calcula multiplicando el promedio ponderado (ver 2b) por el número total de guías en la población ( $\sum N_j$ ---Columna 3). Esto produce el ingreso total, un agregado ponderado.

$$\begin{aligned}
 \text{El ingreso total} &= \sum N_j (\sum (W_j r_j) / \sum N_j) \\
 &= 49,199 \text{ guías} (115,992 \text{ pesos/guía}) \\
 &= 5,706,690,408 \text{ pesos}
 \end{aligned}$$

3. Con el objeto de comparar y establecer las diferencias entre las estimaciones ponderadas y las no ponderadas, es necesario asumir que de la población muestreada siempre se obtienen los valores esperados<sup>17</sup>. Para calcular los valores esperados para la población se deben determinar los parámetros de la población.

- a. Para calcular el ingreso promedio por guía de la población, se divide el total de los ingresos de la población ( $\sum R_j$ ---Columna 5) entre el número de guías en la población ( $\sum N_j$ ---Columna 3).

Valor esperado del parámetro poblacional

$$\begin{aligned}
 \text{Ingreso por guía} &= \sum R_j / \sum N_j \\
 &= 5,736,621,188 \text{ pesos} / 49,199 \text{ guías} \\
 &= 116,600.36 \text{ pesos/guía}
 \end{aligned}$$

---

<sup>17</sup> El valor esperado es el valor promedio que debería ser predecible si los datos estuvieran totalmente libres de error.

- b. Para calcular el ingreso promedio por carro para la población, se divide el ingreso total de la población ( $\sum R_j$ ---Columna 5) entre el número total de carros de la población ( $\sum Y_j$ ---Columna 7).

Valor esperado del parámetro poblacional

$$\begin{aligned} \text{Ingreso por carro} &= \sum R_j / \sum Y_j \\ &= 5,736,621,188 \text{ pesos} / 1,007,077 \text{ carros} \\ &= 5,696.31 \text{ pesos/carro} \end{aligned}$$

- c. Para determinar el parámetro del ingreso total de la población no es necesario realizar ningún cálculo adicional, se obtiene directamente de la Columna 5 ( $\sum R_j$ ).

Valor esperado del parámetro poblacional

$$\begin{aligned} \text{Ingreso total} &= \sum R_j \\ &= 5,736,621,188 \text{ pesos} \end{aligned}$$

El cálculo de las estimaciones sin el factor de ponderación adecuado produce algunos resultados significativamente diferentes cuando se compara a las estimaciones ponderadas. La mayor diferencia en las estimaciones no ponderadas indica un sesgo (ver Tabla 5.8).

**TABLA 5.8: COMPARACION DE ESTIMACIONES**

Parámetro:	Poblacional (Valor esperado)	Estimación:	
		Ponderada	No Ponderada
<b>Promedio:</b> Ingreso/guía (\$/guía)	116,600	115,992	734,475
	Diferencia	-608	617,875
	%	-0.5	530
<b>Razón:</b> Ingreso/carro (\$/carro)	5,696	5,661	4,906
	Diferencia	-35	-790
	%	-0.6	-13
<b>Agregado:</b> Ingreso Total (Millones de \$)	5,736	5,706	36,135
	Diferencia	-30	30,399
	%	-0.5	530

De este modo, queda de manifiesto que sí al derivar las estimaciones no se utiliza la ponderación estadística apropiada, los resultados pueden ser significativamente sesgados, por lo que se concluye que, para producir buenas estimaciones, es indispensable multiplicar las características de las guías por los factores convenientes de ponderación.

## 6. Aplicaciones particulares de la muestra.

Además del tipo de tipo de estimaciones descritas en el capítulo anterior, resultan de especial interés el análisis particular de partes o fracciones de la población original, esto es subconjuntos del conjunto primitivo, conocidas en la jerga estadística como subpoblaciones o dominios de estudio.

Por el alcance de sus aplicaciones, se considero conveniente mostrar en un capítulo aparte las fórmulas sugeridas por la Metodología Estadounidense para la estimación de parámetros de una subpoblación o dominio de estudio.

Así, un parámetro  $U_d$  es definido como la característica del dominio de estudio  $d$  con  $N_d$  elementos de una población de  $N$  elementos. Como la elección de las guías se efectúa sobre todas las unidades de la población de la muestra, del tamaño de muestra inicial  $n$ , sólo una fracción  $n_d$  menor o igual a  $n$  y mayor o igual a cero cae en el dominio de interés.

Por ejemplo,  $\hat{U}_d$  puede ser la estimación del dominio para el número total de toneladas de cemento terminadas en Pantaco en el año 1996. Esto es, porque el arrastre del tráfico de cemento terminado en Pantaco es un subgrupo del arrastre total del tráfico terminado en Pantaco que es reportado por todos los ferrocarriles que ofrecen el servicio. Para la metodología estadounidense las estimaciones y las varianzas derivadas de la extracción de una muestra de un dominio no cambian de forma de cálculo en comparación al muestreo de una población total como se expone en las siguientes estimaciones:

Donde  $X_d$  se calcula como  $X$  (ecuación 1a) para el dominio  $d$ .

$$X_d (total) = \sum_j W_j X_{dj} \quad (6.1)$$

$$S_{x_d} (error estándar del total) = (1/4.1)(X_{dk} max - X_{dk} min) \quad (6.2)$$

$$\hat{R}_d (razón) = (\sum_j \hat{X}_{dj}) / (\sum_j \hat{Y}_{dj}) \quad (6.3)$$

$$S^2(\hat{R}_d) = [1/(12(Y_d^2))] \sum_k^4 (\hat{X}_{dk} - R_d \hat{Y}_{dk})^2 \quad (6.4)$$

Para ilustrar este tipo de aplicaciones se establecieron nueve subpoblaciones o dominios de estudio que, por considerarlos demostrativos del tipo de información que puede estimarse a partir de la muestra de guías, se juzgó pertinente incluirlos en este reporte. A las subpoblaciones consideradas se les denomina Casos y son las que a continuación se listan.

Caso 1: Tráfico de Importación (Maíz de Tampico a Tlalnepantla).

Caso 2: Tráfico de Exportación (Vehículos Automotores de Cd. Industrial a Nogales).

Caso 3: Movimiento de Remolques sobre Plataforma de Los Mochis a Cd. Juárez.

Caso 4: Movimiento de contenedores de Manzanillo a Pantaco.

Caso 5: Tráfico Total de Nuevo Laredo a Monterrey

Caso 6: Tráfico Total de Contenedores.

Caso 7: Tráfico de Cemento con destino en Pantaco

Caso 8: Tráfico Total de Cemento.

Caso 9: Movimientos Menores a 100 Kms de embarques menores a 25 Ton.

Los resultados de la aplicación de la fórmula 6.1 a dichas subpoblaciones se presenta en las tablas del Anexo 2 y 3. Para las estimaciones del Anexo 2 se utilizaron los factores de ponderación correspondientes a la muestra total. Comparativamente, para las estimaciones del Anexo 3 se utilizaron los factores de ponderación especiales para cada caso, lo que implica el conocimiento preciso de los totales de cada variable para cada uno de los estratos.

Dicha comparación se llevó a cabo por dos razones: la primera, porque la bibliografía disponible de la metodología estadounidense no establece con claridad el origen de la ponderación y; la segunda, para precisar el beneficio de conocer los totales de la subpoblación bajo análisis.

Adicionalmente, con el fin de verificar la validez de las expresiones, puesto que no se cuenta con referencias que expliquen el origen de las fórmulas establecidas en la metodología, se hizo el cálculo de las mismas estimaciones mediante las fórmulas comúnmente desarrolladas en la bibliografía ordinaria de muestreo estadístico. Las expresiones utilizadas con este fin son las que a continuación se muestran:

Estimador del Total: 
$$\hat{Y}_d = \sum_j N_{jd} \bar{y}_{jd} \quad (6.5)$$

Varianza del Total Estimado: 
$$V(\hat{Y}_d) = \sum_j \frac{N_{jd}^2 S_{jd}^2}{n_{jd}} \times \left(1 - \frac{n_{jd}}{N_{jd}}\right) \quad (6.6)$$

Estimador de la Media: 
$$\hat{Y}_d = \frac{\sum_j N_{jd} \bar{y}_{jd}}{\sum_j N_{jd}} \quad (6.7)$$

Varianza de la Media Estimada: 
$$V(\hat{Y}_d) = \frac{1}{N_d^2} \sum_j \frac{N_{jd}^2 S_{jd}^2}{n_{jd}} \times \left(1 - \frac{n_{jd}}{N_{jd}}\right) \quad (6.8)$$

Donde:

$N_{jd}$  = unidades en el estrato j-ésimo pertenecientes al dominio d-ésimo

$n_{jd}$  = unidades en el estrato j-ésimo pertenecientes al dominio d-ésimo seleccionadas en la muestra

$$\bar{y}_{jd} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{jd}} y_{jdi}}{n_{jd}}$$

El desarrollo de la aplicación de estas fórmulas a cada uno de los casos se muestra en el Anexo 4.

De la observación de los resultados mostrados en las tablas del Anexo 3 y 4 se advierte que para todas las variables la aplicación de los dos juegos de fórmulas coincidieron en las mismas estimaciones.

Así, considerando el consejo de la metodología estadounidense, se efectuaron algunas estimaciones suplementarias para aquellas situaciones en las que la muestra no refleja la población existente en todos los estratos, para estos casos se calcularon nuevas estimaciones con base en la información proveniente de la combinación de estratos adyacentes, los resultados se muestran en el Anexo 5.

De este modo, a continuación se refiere la comparación de las estimaciones obtenidas mediante los tres tipos de ponderación aplicada, cuyo resumen de resultados se muestra en las siguientes tablas.

**TABLA 6.1: COMPARACIÓN DE RESULTADOS  
TRAFICO DE IMPORTACION (MAIZ DE TAMPICO A TLALNEPANTLA)**

CASO 1		Parámetro Poblacional	Estimaciones con:		
			(1) Ponderación General	(2) Ponderación Especial	(3) Combinando Estratos
<b>Toneladas</b>		187,264	209,425	182,138	186,737
Diferencias:	Absoluta		22,161	-5,126	-527
	Relativa		11.8	-2.7	-0.3
<b>Distancia</b>		11,220	14,015	10,285	11,220
Diferencias:	Absoluta		2,795	-935	0
	Relativa		24.9	-8.3	0.0
<b>Ton-km</b>		175,091,457	195,812,031	170,299,465	174,599,128
Diferencias:	Absoluta		20,720,574	-4,791,992	-492,329
	Relativa		11.8	-2.7	-0.3
<b>Flete</b>		1,956,628,004	2,222,922,718	1,907,036,819	1,963,377,023
Diferencias:	Absoluta		266,294,714	-49,591,185	6,749,019
	Relativa		13.6	-2.5	0.3
<b>Carros</b>		2,634	2,955	2,566	2,634
Diferencias:	Absoluta		321	-68	0
	Relativa		12.2	-2.6	0.0

**TABLA 6.2: COMPARACIÓN DE RESULTADOS  
TRAFICO DE EXPORTACION  
(VEHICULOS AUTOMOTORES DE CD. INDUSTRIAL A NOGALES)**

CASO 2		Parámetro Poblacional	Estimaciones con:		
			(1) Ponderación General	(2) Ponderación Especial	(3) Combinando Estratos
<b>Toneladas</b>		134,166	153,337	134,166	-
Diferencias:	Absoluta		19,171	0	-
	Relativa		14.3	0.0	-
<b>Distancia</b>		3,372	4,213	3,372	-
Diferencias:	Absoluta		841	0	-
	Relativa		24.9	0.0	-
<b>Ton-km</b>		37,700,534	43,098,931	37,700,534	-
Diferencias:	Absoluta		5,398,397	0	-
	Relativa		14.3	0.0	-
<b>Flete</b>		1,723,362,743	2,030,071,515	1,723,362,743	-
Diferencias:	Absoluta		306,708,772	0	-
	Relativa		17.8	0.0	-
<b>Carros</b>		5,566	6,441	5,566	-
Diferencias:	Absoluta		875	0	-
	Relativa		15.7	0.0	-

**TABLA 6.3: COMPARACIÓN DE RESULTADOS  
MOVIMIENTO DE REMOLQUES SOBRE PLATAFORMA  
DE LOS MOCHIS A CD. JUAREZ**

CASO 3		Parámetro Poblacional	Estimaciones con:		
			(1) Ponderación General	(2) Ponderación Especial	(3) Combinando Estratos
<b>Toneladas</b>		8,544	10,399	3,903	15,612
Diferencias:	Absoluta		1,855	-4,641	7,068
	Relativa		21.7	-54.3	82.7
<b>Distancia</b>		11,264	8,185	3,072	12,288
Diferencias:	Absoluta		-3,079	-8,192	1,024
	Relativa		-27.3	-72.7	9.1
<b>Ton-km</b>		8,749,056	10,648,911	3,996,672	15,986,688
Diferencias:	Absoluta		1,899,855	-4,752,384	7,237,632
	Relativa		21.7	-54.3	82.7
<b>Flete</b>		136,417,494	151,005,573	56,674,319	226,697,274
Diferencias:	Absoluta		14,588,079	-79,743,176	90,279,780
	Relativa		10.7	-58.5	66.2
<b>Carros</b>		429	524	197	786
Diferencias:	Absoluta		95	-233	357
	Relativa		22.0	-54.2	83.2

**TABLA 6.4: COMPARACIÓN DE RESULTADOS  
MOVIMIENTO DE CONTENEDORES DE MANZANILLO A PANTACO**

CASO 4		Parámetro Poblacional	Estimaciones con:		
			(1) Ponderación General	(2) Ponderación Especial	(3) Combinando Estratos
<b>Toneladas</b>		90,308	78,285	90,533	-
Diferencias:	Absoluta		-12,023	225	-
	Relativa		-13.3	0.2	-
<b>Distancia</b>		11,376	9,475	11,376	-
Diferencias:	Absoluta		-1,901	0	-
	Relativa		-16.7	0.0	-
<b>Ton-km</b>		85,611,595	74,214,571	85,825,414	-
Diferencias:	Absoluta		-11,397,024	213,819	-
	Relativa		-13.3	0.2	-
<b>Flete</b>		1,382,423,194	1,218,221,233	1,414,580,265	-
Diferencias:	Absoluta		-164,201,961	32,157,071	-
	Relativa		-11.9	2.3	-
<b>Carros</b>		3,724	3,278	3,818	-
Diferencias:	Absoluta		-446	94	-
	Relativa		-12.0	2.5	-

**TABLA 6.5: COMPARACIÓN DE RESULTADOS  
TRAFICO TOTAL DE NUEVO LAREDO A MONTERREY**

CASO 5		Parámetro Poblacional	Estimaciones con:		
			(1) Ponderación General	(2) Ponderación Especial	(3) Combinando Estratos
<b>Toneladas</b>		718,080	743,468	704,095	-
Diferencias:	Absoluta		25,388	-13,985	-
	Relativa		3.5	-1.9	-
<b>Distancia</b>		124,155	106,292	124,155	-
Diferencias:	Absoluta		-17,863	0	-
	Relativa		-14.4	0.0	-
<b>Ton-km</b>		191,727,296	198,505,890	187,993,488	-
Diferencias:	Absoluta		6,778,594	-3,733,808	-
	Relativa		3.5	-1.9	-
<b>Flete</b>		3,979,615,906	3,718,086,405	3,559,004,445	-
Diferencias:	Absoluta		-261,529,501	-420,611,461	-
	Relativa		-6.6	-10.6	-
<b>Carros</b>		9,703	9,776	9,437	-
Diferencias:	Absoluta		73	-266	-
	Relativa		0.7	-2.7	-

**TABLA 6.6: COMPARACIÓN DE RESULTADOS  
TRAFICO TOTAL DE CONTENEDORES**

CASO 6		Parámetro Poblacional	Estimaciones con:		
			(1) Ponderación General	(2) Ponderación Especial	(3) Combinando Estratos
<b>Toneladas</b>		1,762,703	1,751,349	1,809,439	-
Diferencias:	Absoluta		-11,354	46,736	-
	Relativa		-0.6	2.7	-
<b>Distancia</b>		600,776	460,092	575,260	-
Diferencias:	Absoluta		-140,684	-25,516	-
	Relativa		-23.4	-4.2	-
<b>Ton-km</b>		1,761,456,997	1,870,435,733	1,929,341,126	-
Diferencias:	Absoluta		108,978,736	167,884,129	-
	Relativa		6.2	9.5	-
<b>Flete</b>		24,399,689,350	22,844,682,308	23,601,368,314	-
Diferencias:	Absoluta		-1,555,007,042	-798,321,036	-
	Relativa		-6.4	-3.3	-
<b>Carros</b>		40,977	39,362	41,185	-
Diferencias:	Absoluta		-1,615	208	-
	Relativa		-3.9	0.5	-

**TABLA 6.7: COMPARACIÓN DE RESULTADOS  
TRAFICO DE CEMENTO CON DESTINO EN PANTACO**

CASO 7		Parámetro Poblacional	Estimaciones con:		
			(1) Ponderación General	(2) Ponderación Especial	(3) Combinando Estratos
<b>Toneladas</b>		779,471	822,469	768,563	825,853
Diferencias:	Absoluta		42,998	-10,908	46,382
	Relativa		5.5	-1.4	6.0
<b>Distancia</b>		66,144	35,261	27,791	37,905
Diferencias:	Absoluta		-30,883	-38,353	-28,239
	Relativa		-46.7	-58.0	-42.7
<b>Ton-km</b>		364,471,501	323,419,040	284,002,256	299,850,991
Diferencias:	Absoluta		-41,052,461	-80,469,245	-64,620,510
	Relativa		-11.3	-22.1	-17.7
<b>Flete</b>		4,406,147,594	4,166,723,496	3,736,191,949	4,017,655,248
Diferencias:	Absoluta		-239,424,098	-669,955,645	-388,492,346
	Relativa		-5.4	-15.2	-8.8
<b>Carros</b>		10,944	11,713	10,850	11,788
Diferencias:	Absoluta		769	-94	844
	Relativa		7.0	-0.9	7.7

**TABLA 6.8: COMPARACIÓN DE RESULTADOS  
TRAFICO TOTAL DE CEMENTO**

CASO 8		Parámetro Poblacional	Estimaciones con:		
			(1) Ponderación General	(2) Ponderación Especial	(3) Combinando Estratos
<b>Toneladas</b>		9,305,027	9,543,466	9,356,784	-
Diferencias:	Absoluta		238,439	51,757	-
	Relativa		2.6	0.6	-
<b>Distancia</b>		1,433,941	1,228,159	1,325,940	-
Diferencias:	Absoluta		-205,782	-108,001	-
	Relativa		-14.4	-7.5	-
<b>Ton-km</b>		3,323,799,690	3,248,083,098	3,167,824,780	-
Diferencias:	Absoluta		-75,716,592	-155,974,910	-
	Relativa		-2.3	-4.7	-
<b>Flete</b>		42,416,488,910	42,506,511,433	41,480,023,621	-
Diferencias:	Absoluta		90,022,523	-936,465,289	-
	Relativa		0.2	-2.2	-
<b>Carros</b>		132,221	136,325	133,613	-
Diferencias:	Absoluta		4,104	1,392	-
	Relativa		3.1	1.1	-

**TABLA 6.9: COMPARACIÓN DE RESULTADOS  
MOVIMIENTOS MENORES A 100 KMS  
DE EMBARQUES MENORES A 25 TON**

<b>CASO 9</b>		Parámetro Poblacional	Estimaciones con:			
			(1) Ponderación General	(2) Ponderación Especial	(3) Combinando Estratos	(4) Muestreo Aleatorio Simple
<b>Toneladas</b>		4,733	3,444	4,420	4,443	4,340
Diferencias:	Absoluta		-1,289	-313	-290	-393
	Relativa		-27.2	-6.6	-6.1	-8.3
<b>Distancia</b>		15,678	11,454	14,681	14,777	15,810
Diferencias:	Absoluta		-4,224	-997	-901	132
	Relativa		-26.9	-6.4	-5.7	0.8
<b>Ton-km</b>		235,869	188,677	241,806	243,402	228,160
Diferencias:	Absoluta		-47,192	5,937	7,533	-7,709
	Relativa		-20.0	2.5	3.2	-3.3
<b>Flete</b>		27,337,330	18,626,895	23,874,517	24,029,547	25,948,860
Diferencias:	Absoluta		-8,710,435	-3,462,813	-3,307,783	-1,388,470
	Relativa		-31.9	-12.7	-12.1	-5.1
<b>Carros</b>		332	280	359	362	341
Diferencias:	Absoluta		-52	27	30	9
	Relativa		-15.6	8.2	9.0	2.7

Para abordar los comentarios, cabe recordar que para la primera estimación se aplicó la *ponderación general* de la muestra. En la segunda estimación se utilizó una *ponderación especial* para el caso, misma que se obtuvo a partir del conocimiento preciso de los totales subpoblacionales en cada uno de los estratos y para cada una de las variables consideradas. La tercera estimación se calculó sólo para los casos en que existe población para un estrato y ésta no se refleja en la muestra, en estas situaciones se utilizó la *ponderación especial combinada* generada por la unión de población y muestra de estratos adyacentes.

1. Se observa que el cálculo de la primera estimación proporciona buenos resultados en aquellas situaciones en los que existe población y muestra en todos los estratos. Estos casos se refieren generalmente a movimientos a nivel sistema de productos con origen y destino muy diversos; tales son los casos del Tráfico de Cemento y de Contenedores. Adicionalmente, a partir de la ponderación general también se obtienen buenas estimaciones para los eventos en los que se involucra el tráfico total de productos entre un origen y un destino; se cree que esto ocurre siempre que el movimiento entre las terminales involucradas abarque múltiples productos y no esté dominado por algún tráfico en especial, un flujo que cumple con esas características es el de Nuevo Laredo a Monterrey.

2. Se advierte que en términos generales las estimaciones del parámetro objetivo (total de carros) mejoran al incorporar en el cálculo una ponderación especial. Sin embargo, para casos semejantes a los mencionados en el punto anterior, una pequeña mejoría en la estimación representa el inconveniente de solicitar con precisión el tamaño de la subpoblación de interés para cada uno de los estratos, hecho que puede representar un inconveniente mayor al beneficio que se pretende obtener mediante una estimación ligeramente superior.

3. Para los casos que involucran el flujo de un producto determinado entre un par origen-destino en los que la distribución de la población de guías está concentrada sólo en algunos estratos y existen estratos vacíos, se observa que las estimaciones mejoran visiblemente al incorporar en el cálculo una ponderación especial. Tal es el caso del tráfico de contenedores de Manzanillo a Pantaco y del flujo de vehículos automotores de Cd. Industrial a Nogales.

4. Para situaciones comparables a los casos citados en el párrafo anterior, que se refieren al movimiento de un producto entre un par origen/destino en los que la distribución de las guías esta concentrada en algunos estratos pero en los que además, la muestra no cubre el rango completo de estratos presentes en la subpoblación, se aprecia que la ponderación especial acompañada de una combinación de estratos adyacentes es la que proporciona el mejor acercamiento al dato real. Por ejemplo, para el flujo de importación de maíz de Tampico a Tlalintepantla, cuya subpoblación se concentra en los últimos cuatro estratos (sin guías en los primeros dos) y cuya muestra tampoco registra guías en el tercer estrato (sin guías en los primeros tres); la mejor estimación para todas las variables resulta de la combinación del estrato tres (presente en la subpoblación y ausente en la muestra) con el estrato cuatro (presente en la

subpoblación y en la muestra). Algo similar ocurre con los movimientos menores a 100 kms de embarques menores a 25 toneladas, cuya subpoblación está concentrada en los estratos uno y dos, principalmente en el primero, y su muestra sólo contiene guías para el estrato uno.

5. En general se observa que para los casos que involucran el movimiento de un producto a nivel sistema, la determinación de la mejor estimación, de entre los tres tipos de cálculo, no es constante entre una variable y otra. Por ejemplo, en el Tráfico de Cemento la estimación de las ton-km y el flete se aproxima mejor al parámetro real al utilizar la *ponderación general*, en el resto de las variables mejoran su aproximación utilizando la *ponderación especial*; en el Tráfico de Cemento la estimación de las toneladas y las ton-km es mejor con la *ponderación general*, el resto de las variables resultaron mejor estimadas con la *ponderación especial*.

6. Se considera que para el tipo de casos mencionados en los puntos 2 y 5, la pesada carga de gestionar con las empresas ferroviarias la obtención de la información adicional necesaria para el cálculo de la ponderación especial, sólo se justifica en función de la importancia del estudio que se pretende realizar y de la precisión que se requiere de la estimación.

7. Cabe recordar que la determinación de las características de la muestra se realiza con base en la pretensión de la mejor estimación del número total de carros, por lo que la calidad del resto de las estimaciones derivadas, está hasta cierto grado en función de la casualidad, de ahí que existan subpoblaciones pequeñas con una baja representación en la muestra, hecho que deriva en estimaciones poco acertadas para esos sectores de la población.

Por ejemplo, para el caso del movimiento de remolques sobre plataforma de Los Mochis a Cd. Juárez, que según el E2 de 1996 constituyó un tráfico muy pequeño concentrado en tres estratos, cuyo peso no se reflejó en la muestra ya que sólo uno de ellos (el segundo estrato en importancia con relación al tamaño de la subpoblación) estuvo representado. De este modo, en contra de lo expresado en el punto 2, la mejor estimación para este caso se obtuvo con la *ponderación general*, con una variación cercana al 20%, respecto de su parámetro real, para todas las variables.

8. Tomando como referencia el punto anterior, cabe considerar la conveniencia de que en el caso de tráficos muy pequeños y mal representados en la muestra, puedan ser estimados de manera especial por algún método alternativo como sería el muestreo aleatorio simple sobre la subpoblación (descrito en el Anexo 6) o mejor aún mediante la consecución del total de las guías que forman dicha subpoblación, un censo, en cuyo caso se obtendrían parámetros reales, no sus estimaciones.

9. La aplicación del muestreo aleatorio simple a uno de los casos se aprecia en la última columna de la Tabla 6.9, correspondiente a los movimientos menores a 100 kms de embarques de menos de 25 toneladas, donde se observa que mejoran un poco las estimaciones de la mayoría de las variables, sobre todo la correspondiente al total del número de carros, (parámetro con base en el cual se calculó el tamaño de muestra). Sin embargo, debe advertirse que las estimaciones obtenidas a través del *muestreo estratificado con ponderación especial* tuvieron como base una muestra de 6 guías, mientras que las estimaciones obtenidas a través del *muestreo aleatorio simple* son producto de una muestra de 40 guías. Para el cálculo de las primeras se requieren conocer los totales correspondientes a cada estrato, en tanto que para las segundas además son necesarios cálculos adicionales y gestiones especiales con las empresas ferroviarias para obtener la información.

9. Retomando el párrafo anterior y considerando también lo expresado en el punto 6 puede decirse que para el tipo de subpoblaciones mencionadas, la ventaja de la aplicación de la ponderación especial o el muestreo aleatorio simple sobre la subpoblación está restringido a una leve mejoría en las estimaciones que únicamente se justifica en casos especiales en los que se requiere de una mayor precisión, en cuyo caso la aplicación de un censo sería tal vez lo más adecuado.

## 7. El marco jurídico. Oportunidad para la implantación del muestreo de guías en México

Dada la falta de entusiasmo por parte de las empresas ferroviarias a compartir de manera espontánea su información operativa, se hace necesaria la búsqueda de oportunidades que intenten allanar tal dificultad.

Aún cuando lo deseable sería que por convencimiento propio los ferrocarriles acordasen presentar su información, es un hecho que el marco jurídico que sustenta la prestación del servicio ferroviario cuenta con ciertos elementos coercitivos para respaldar la implantación del muestreo de guías de carga en México. Incluso existe la posibilidad de volver compatible a la regulación con las solicitudes particulares de la metodología propuesta.

De tal forma, se considera oportuno comentar particularmente algunas de las reglamentaciones, actualmente vigentes, susceptibles de sustentar la implantación del muestreo de las guías de carga en nuestro país.

Primeramente, cabe asentar que en la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario (LRSF) y en su Reglamento recae el propósito de regular el servicio público de transporte ferroviario y los servicios auxiliares. Así como la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de las vías férreas (Artículo 1).

En materia de servicio ferroviario, dicho marco jurídico (Art.6 LRSF) establece que corresponde a la SCT el ejercicio de las atribuciones siguientes:

La planeación y el desarrollo del sistema ferroviario; otorgar las concesiones y permisos, y verificar su cumplimiento. Así como, mediante la expedición de normas oficiales mexicanas, establecer las características y especificaciones técnicas del servicio público de transporte ferroviario y verificar que los servicios públicos de transporte ferroviario cumplan con las disposiciones aplicables.

De manera expresa, el mismo artículo señala que corresponde a la SCT instaurar el registro de las concesiones y permisos, cuya finalidad será integrar un acervo informativo relativo a los servicios<sup>18</sup>, instalaciones y equipo ferroviarios. (LRSF, Artículo 204).

---

<sup>18</sup> Se refiere a los indicadores de eficiencia y seguridad para la evaluación. (LRSF, Artículo 12).

La SCT otorgará las concesiones referidas mediante licitación pública (LRSF Art. 9). Las bases para la licitación incluyen los principios ineludibles que la SCT deberá considerar para dar la concesión. Entre los criterios para el otorgamiento de la concesión están los volúmenes de operación y las bases para determinar las tarifas para el usuario.

El título de concesión se otorga al amparo de la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario y su Reglamento, y deberá contener, los indicadores de eficiencia y seguridad para la evaluación correspondiente. (Art. 12 LRSF).

La SCT dictará Normas en las que se establecerán los indicadores de eficiencia y productividad, así como los sistemas de evaluación adecuados para determinar el cumplimiento de los compromisos y el desempeño de los concesionarios en la prestación de los servicios ferroviarios. (Art.214, RSF).

Los concesionarios deberán efectuar la cuantificación y remitirla a la Secretaria en los términos determinados por ésta. (Art .214, RSF).

Con base en dichos indicadores, la SCT realizará la evaluación, misma que dará a conocer a los concesionarios y permisionarios a fin de que establezcan las medidas preventivas o correctivas convenientes. (Art. 215 RSF).

La Secretaría verificará el cumplimiento de las leyes aplicables y los concesionarios están obligados a otorgar todas las facilidades para este fin. Incluso, señala la ley, puede requerir informes con los datos que permitan a la Secretaría conocer la operación y explotación del servicio ferroviario. (Art. 57 LRSF).

Con relación al transporte de carga los concesionarios deberán llevar un registro de las solicitudes transporte que se presenten, en el que se indique el nombre del solicitante y la fecha de presentación, el cual estará a disposición de los usuarios. (Art. 66 RSF).

Adicionalmente, las empresas deberán mantener registros estadísticos sobre los servicios prestados, mismos que darán a conocer a la Secretaría en los términos determinados por ésta. La Secretaría establecerá los mecanismos para garantizar la confidencialidad de la información comercial. (Art. 216 RSF).

De igual modo, los prestadores de servicios de terminal deberán llevar control de las operaciones y mantener al corriente la información estadística de las mismas. (Artículo 219 RSF).

Los contratos de transporte de carga deberán constar en una carta de porte que el concesionario expedirá al remitente al recibir la carga. El remitente deberá especificar al concesionario el destino, peso y contenido de la carga objeto de transporte. (Artículo 67 RSF).

De los artículos de la ley citados en los párrafos anteriores se puede concluir que la SCT tiene facultades para establecer mediante Normas las características de la información necesaria para evaluar el desarrollo del sistema y verificar el cumplimiento de las concesiones, así como de precisar los términos en que las empresas ferroviarias deberán hacer frente a estos requerimientos.

De igual forma, la normatividad asegura la existencia de archivos en papel de documentos con información equivalente al contenido tradicional de una guía de carga. Registros que, por su relevancia comercial para los concesionarios, se cree también pueden existir en medios computacionales.

Sin embargo, en la ley se vislumbran algunas limitaciones para el uso de dicha información. Por ejemplo, en lo referente a la evaluación, la normatividad señala expresamente que tales apreciaciones se darán a conocer a los concesionarios y permisionarios, pero no restringe ni favorece la disponibilidad de los datos utilizados con fines de evaluación para otras aplicaciones y para el resto de los interesados. Por otra parte, sí señala abiertamente como requisito que la Secretaria deberá establecer los mecanismos que garanticen la confidencialidad de la *información comercial*.

De esta manera, queda en el aire el concepto de *información comercial*, cuya definición seguramente implicaría la convergencia de los puntos de vista de todas las empresas ferroviarias y de los organismos gubernamentales a cargo. Lo que demandaría un esfuerzo de concertación entre las partes. Se considera que la propuesta expuesta en este documento representa una alternativa consistente con dichos objetivos.



## **8. Algunos comentarios en torno a la adopción en México de la metodología utilizada en Estados Unidos para la obtención de la muestra de las guías de carga.**

En esta sección se comentan algunos aspectos particulares de la metodología y su aplicación que se relacionan con asuntos potencialmente importantes que deben ser considerados de manera puntual para su adaptación al caso mexicano.

1) El marco muestral que representa e identifica a los elementos o unidades en la población objeto del estudio en Estados Unidos, está constituido por la relación de todas las guías de carga y/o en su defecto por los documentos utilizados en lugar de las guías que sirven ya sea, para autorizar movimientos de carga con ingreso, o como base para la distribución de la compensación económica entre los ferrocarriles participantes en un movimiento entre líneas.

*En este sentido se propone establecer claramente para cada una de las empresas que constituyen el caso mexicano la existencia o no, de un registro computarizado o de un archivo en papel con los principales rubros de información contenida en los documentos tradicionalmente conocidos como guías de carga.*

Anteriormente, estos datos eran conjuntados por FNM en el Informe E-2, de cuyas fuentes se desconoce con precisión el origen documental. Sin embargo, por los datos contenidos se infiere que este reporte, además de los movimientos de carga con ingreso, involucraba a otros traslados de carga que no eran generadores de remuneración económica, como sería el caso de la carga del propio ferrocarril o del gobierno.

*De este modo, es necesario determinar en primer lugar, las fuentes primitivas de la información, así como en su caso, a todos aquellos documentos que pudieran complementarla. Tal sería el caso de la existencia de algunos embarques cuyos datos no son registrados en los medios comunes y que utilizan algún otro medio para su control.*

2) Los ferrocarriles estadounidenses extraen la muestra de guías de los archivos contables de ingresos mensuales. *Se considera que para el caso mexicano, los aspectos contables y financieros de las empresas ferroviarias representan asuntos sensibles que pueden entorpecer el acopio de la información, por tal razón se sugiere la concertación con las empresas para la obtención de información proveniente de áreas optativas como serían, por ejemplo, las divisiones de tráfico, operación y planeación. Aún cuando mucha de la información generada en las*

*áreas alternas es considerada estratégica, se cree existe una mayor oportunidad de colaboración que mediante el planteamiento original estadounidense de recurrir a las áreas de contabilidad.*

Sin embargo, de modo adicional, es conveniente establecer si existen mecanismos por parte de la Secretaría de Hacienda (SHCP) o de la Secretaría de Comercio (SECOFI) para hacerse llegar algún tipo de información equivalente y si existe un marco jurídico que permita su utilización y publicación.

3) Es necesario aclarar que el planteamiento original en EUA considera una población constituida sólo por las guías que registren el movimiento de embarques con ingreso facturados y realizados por el propio ferrocarril reportante o por alguna de sus subsidiarias en el país, así como, por las guías que registren movimientos internacionales con ingreso facturado por un ferrocarril nacional reportante mediante acuerdos con el/los otro(s) ferrocarril(es) extranjero(s).

*Con relación a este aspecto es necesario determinar si únicamente se van a considerar los movimientos de carga con ingreso o si se incluirán en el muestreo los movimientos no lucrativos que de alguna u otra manera intervienen en la operación y que para algún tipo de estudio pueden ser de importancia.*

*En el mismo rubro, es importante establecer con claridad la manera en que los ferrocarriles registran y facturan los movimientos de comercio exterior, así como los movimientos entre líneas en que las que están involucradas más de una empresa ferroviaria. Esta delimitación tiene por objeto evitar la inclusión de información duplicada dentro del muestreo.*

4) La metodología original establece que la unidad de muestreo es la guía (o el documento utilizado en lugar de la guía). *Dicha especificación debería aclararse convenientemente para el caso mexicano, con base en la fase de investigación previa planteada en los incisos anteriores.* Asimismo, se determina que el ferrocarril está obligado a reportar el tamaño de la población de guías en cada período del informe.

5) El procedimiento estadounidense instituye que la presentación del reporte debe realizarse sobre una base mensual o trimestral. De igual modo, se determina que el plazo para la presentación de la información es de 60 días a partir la finalización del periodo. La oportunidad de las pruebas para la aceptación de los datos considerados es negociada con cada empresa encuestada o con un grupo de ferrocarriles afiliados entre sí.

*Se considera que para el caso mexicano, también es indispensable la concertación con las empresas, ya que por algunas razones de control o registro interno de las operaciones, dichos lapsos podrían variar de una empresa a otra y no ser los más adecuados para todas.*

6) El ferrocarril reportante tiene la opción de transmitir el cien por cien de sus registros para que el organismo a cargo (antes la ICC ahora el STB) extraiga la

muestra. *El establecimiento de esta alternativa podría tener inconvenientes para los dos entes involucrados. Para el organismo gubernamental a cargo, implicaría la aplicación de recursos adicionales para el procesamiento de la información; en tanto que, para los ferrocarriles representaría el temor de que información confidencial o estratégica pudiera ser utilizada con diversos fines. La mejor solución a estos inconvenientes requiere de la concertación entre las partes.*

7) La reglamentación estadounidense establece que además de la muestra computarizada los ferrocarriles deberán conservar copias de guías para presentarlas en caso estudios especiales o para fines de verificación. *Se considera que dicha disposición debería conservarse.*

8) Si por cualquier razón alguno(s) registros en la muestra no incluyen todos los datos requeridos o no están todas las guías que deberían estar, el ferrocarril está obligado a notificar al organismo gubernamental a cargo la razón de esta deficiencia y éste a su vez debe establecer las medidas necesarias e instruir al ferrocarril reportante sobre las providencias a tomar para subsanar dichas irregularidades.

Como un refinamiento en la adaptación de la metodología al caso mexicano, se considera oportuno identificar con anterioridad a la normalización, las probables causas que pudieran originar muestras incompletas, para de esta manera contar con los elementos que permitan regular también el procedimiento para superar dichas deficiencias, de modo que los criterios personales no interfieran en la representatividad de la muestra. Para ello, se considera necesario establecer un diálogo con el personal “de campo”, directamente encargado del acopio de la información fuente.

9) La metodología estadounidense establece que las empresas ferroviarias deberán presentar al organismo a cargo un escrito conteniendo las características de las herramientas computacionales utilizadas para elaborar el archivo de la muestra.

Buscando la compatibilidad y manejabilidad de la información se considera muy conveniente, dada la gran heterogeneidad que se presenta en los equipos de computo y en los programas actuales, asentar como parte de la normalización las características que deberán reunir las herramientas computacionales utilizadas para la elaboración de las muestras, para ello y considerando los recursos que posean cada una de las empresas, se deberá llegar a una concertación entre las partes para compatibilizar dichos recursos.

10) En Estados Unidos la Administración Federal de Ferrocarriles (FRA) es el organismo responsable de revisar, editar y procesar la muestra de guías, asegurando la calidad de reproducción de los datos y la presentación computarizada de la información.

Análogamente, para la adopción de la metodología en México, se deberá establecer con precisión al organismo responsable de esa tarea en nuestro país, con el propósito de evitar la duplicación de actividades y la evasión de la responsabilidad asignada.

11) Con el propósito de asegurar la calidad de la muestra y de su presentación, la FRA establece que cada ferrocarril participante deberá emprender una prueba de rutina para determinar que todos los registros seleccionados, así como todos sus datos correspondientes, sean almacenados correctamente en el archivo.

De este modo, dicha prueba implica dos comprobaciones; una, de la exactitud de la integridad de la muestra y; otra, de la autenticidad de la información de las guías consideradas. *Se juzga que, para que la muestra mexicana tenga un grado de certidumbre elevado, es conveniente que en México también se realice un tipo semejante de pruebas.*

12) Para probar la integridad de la muestra, cada una de las empresas suministra una muestra trimestral que es comparada con otro reporte estadístico presentado por el transportista para el mismo trimestre, dicha información al parecer se transmite a otro organismo gubernamental con otros fines. Si la información de la muestra se sitúa dentro de un rango estadístico aceptable, determinado por la FRA, la muestra es considerada completa.

*Para el caso mexicano no se considera disponible la existencia de algún reporte estadístico, sin embargo, es un hecho que las empresas ferroviarias ya reportan a la SCT y a la SHCP algunas cifras agregadas que podrían servir con semejantes fines, tal es el caso de las toneladas, las ton-km, el ingreso por operación, el número de carros, entre otros; asimismo, cabría la posibilidad de obtener una muestra diferente que sirviera para legitimar la información. De esta manera, la tarea pendiente es determinar el tipo de pruebas estadísticas a realizar y los rangos de tolerancia que serían considerados como aceptables, tales conceptos deberían ser también normalizados y establecidos de manera concertada.*

13) Para la prueba de autenticidad de las guías presentadas, la FRA determina la naturaleza, número y porcentaje de errores encontrados en la muestra, comparados con la exactitud de una muestra manual, por lo que es necesario solicitar algunas copias de las guías para su revisión. Si no se encuentra error significativo en la muestra computarizada. La muestra se estima como precisa. Si existe un error significativo en las guías presentadas por el ferrocarril, entonces el transportista se enfrenta con un segundo requerimiento, consistente en repetir el muestreo.

*Para la realización de esta prueba es indispensable la presentación de algunas<sup>19</sup> copias de los originales en papel de los documentos fuentes de la información, (de*

---

<sup>19</sup> En el Anexo 8 se presentan las características estadísticas de diversos tamaños de muestra que podrían utilizarse para establecer el número de copias de guías que las empresas deberían presentar para verificar la autenticidad de la información presentada.

*las guías de carga). Se considera que este requerimiento también debe quedar asentado en la normalización mexicana.*

14) En el caso estadounidense la responsabilidad de mantener la calidad de la muestra recae en el ferrocarril que reporta. Las fallas para reunir los estándares mínimos serán causa para incrementar el rechazo de la muestra; los registros de guías deficientes serán regresados a los ferrocarriles para su corrección, incluso la grabación completa.

*Para evitar reclamos por parte de las empresas ferroviarias es necesario que la normalización determine específicamente este aspecto, si es necesario mediante la aplicación de algún tipo de sanción.*

15) Los ferrocarriles estadounidenses tenían la opción de enviar por correo o paquetería el archivo con la muestra de guías al contratista encargado de su procesamiento. Adicionalmente tenían la opción de transmitirlos telefónicamente a la ICC. En ambos casos deberían acompañar el archivo de un formato especialmente diseñado para identificar algunos aspectos importantes de la información.

*Para la adopción al caso mexicano también se hace necesario establecer los medios por los cuales los ferrocarriles harán llegar su información al organismo gubernamental a cargo. Considerando los nuevos desarrollos en el campo de la transmisión de información mediante redes computacionales, podría adicionarse la alternativa de utilizar la internet o los EDIs con este fin.*

*Complementariamente también es necesario elaborar o adaptar el formato de presentación del archivo, ya que dicho documento facilita el acceso a datos generales de la muestra y agregados de la población, así como la identificación de los directamente encargados de elaborar y presentar la muestra, aspecto que delimita responsabilidades.*

16) Dependiendo de la época y del organismo que emite su opinión se identifican dos puntos de vista con relación al objetivo principal de la muestra. En un documento editado por la ICC se señala que, “el propósito principal de la muestra es facilitar el análisis para estimar los flujos y características de la tarifa del tráfico de carros de carga en una escala nacional continua”, subrayando además que. “esas muestras forman la columna vertebral del sistema de información gubernamental que hace frente a una multitud de responsabilidades”. Por otra parte, en un documento más reciente, editado por la AAR se reconoce como la principal motivación para su creación los fines reguladores.

*De este modo, con el objeto de interesar a las empresas ferroviarias en el proyecto, se hace necesario bosquejar con detalle cuáles serán los probables usos de la información. Dicha descripción deberá incluir la utilidad posible para los ferrocarriles, por lo que en este rubro también se requiere la participación de las empresas ferroviarias, usuarios y demás instituciones interesadas en esta clase de información.*



## 9. Conclusiones.

1. Dado que la información ferroviaria es necesaria para una diversidad de usos tanto por parte de organismos públicos como de privados, entre los que sobresale su aplicación en actividades de planeación de la operación y de la infraestructura y en general del sistema nacional de transporte, así como para la verificación del cumplimiento de las concesiones y para resolver controversias relacionadas con la competencia, se considera indispensable la recopilación de la información de tráfico ferroviario, por lo que se juzga impostergable la toma de las medidas necesarias para la implantación de un buen sistema de acopio.
2. Con base en la reglamentación vigente se concluye que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes tiene facultades para establecer mediante normas las características de la información necesaria para evaluar el desarrollo del sistema y verificar el cumplimiento de las concesiones así como para precisar los términos en que las empresas ferroviarias deberán hacer frente a estos requerimientos. De esta manera, se considera que se cuenta con el respaldo jurídico básico para la implantación del muestreo de las guías de carga en México.
3. Mediante la aplicación del método de selección de la Metodología Estadounidense de Muestreo de las Guías de Carga a los registros del *Informe de Tráfico Comercial por Artículos Clasificados por Estación Remitente y Receptora* (E-2) de 1996 de Ferrocarriles Nacionales de México, se obtuvo una muestra y se hicieron estimaciones de parámetros poblacionales de un alto grado de precisión. De estos resultados se concluye que la interpretación del procedimiento es correcta.
4. Puesto que el tamaño de muestra se establece en función de la determinación *presumiblemente óptima del número total de carros*, la representatividad en la muestra de subconjuntos de población (subpoblaciones o dominios de estudio), tales como, el flujo de algún producto de comercio exterior, el movimiento de alguna mercancía entre un par origen-destino o el arribo de algún producto proveniente de todo el sistema a un determinado destino, depende de la casualidad, de lo que se deriva que los resultados de dichas aplicaciones se deberán tomar con reserva. No obstante, cabe señalar que con la ponderación adecuada para cada caso, se obtienen estimaciones aceptables (y a veces muy aproximadas) que ante la ausencia de información de tipo censal representan una buena alternativa para la elaboración de algunos análisis.
5. Dado el alcance de este trabajo, no se verificó lo idóneo de la muestra en otro tipo de aplicaciones, como por ejemplo, en la utilización de los registros de la muestra como insumo para la explotación de modelos de planeación y optimización de redes de transporte. Sin embargo, la literatura especializada

hace mención relevante de dichas aplicaciones, por lo que con las consideraciones de cada caso, cabría esperar también un desempeño aceptable de la muestra en este tipo de prácticas.

5. Diversas circunstancias hacen suponer que a partir del inicio de operaciones de las concesionarias han ocurrido cambios en la composición y en los flujos ferroviarios, así como en la manera de operar y de registrar los tráficos. De este modo, se cree que el Informe E-2 de FNM de 1996 puede ya no ser representativo de los flujos posteriores a la privatización, en cuyo caso los lineamientos del muestreo obtenidos en este ejercicio no estarían del todo apegados a las nuevas condiciones de tráfico. Así, de decidirse el establecimiento del muestreo en México, sería muy conveniente contar con la colaboración de las empresas ferroviarias para la obtención de los datos necesarios, que permitan revisar las especificaciones del muestreo, preferentemente a través de un censo de las guías de carga o de algún otro tipo de registro afín.
6. Puesto que la experiencia ha demostrado que la aplicación de este tipo de herramientas requiere de un período de adaptación y pruebas para alcanzar sus mejores resultados y teniendo en cuenta que las nuevas empresas ferroviarias aún transitan por un período de adaptación y establecimiento de nuevas normas y costumbres, se considera que el momento actual es el idóneo para la introducción de la propuesta que en este documento se presenta.

## Referencias Bibliográficas.

- Abad, Adela y Luis A. Servín. (1987) Introducción al Muestreo, Segunda Edición. Editorial LIMUSA, S.A. de C.V. México, D. F.
- AAR, Association of American Railroads. (1998). User Guide for the 1997 Surface Transportation Board Waybill Sample. July 31. Washington, D.C.
- North American Transportation Statistics Project Working Group. (1999). Documento Trinacional de Trabajo. SCT, IMT; INEGI, U.S. Department of Transportation, BTS, Statistics Canada. Washington, D.C.
- BTS, Bureau of Transportation Statistics, BTS-CD-05 (s/a). Rail Waybill Data 1988-1992. U.S. Department of Transportation. Washington, D.C.
- Cochran, William G. (1977). Sampling Techniques. Third Edition. John Wiley & Sons, Inc. United States of America.
- Fine, Sidney y Rebecca Owen. (1981). Documentation of the ICC Waybill Sample. The Office of Policy and Analysis. Interstate Commerce Commission. November. Washington, D.C.
- Haber, Audrey y Richard P. Runyon. (1973). Estadística General. Fondo Educativo Interamericano, S. A. de C.V. México, D.F.
- Mendenhall, William y James E. Reinmuth. (1981). Estadística para Administración y Economía. Editorial Iberoamericana. México, D.F.
- México, SCT. (1995). Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario. Diario Oficial. 12 de mayo. México, D.F.
- México, SCT. (1996). Reglamento del Servicio Ferroviario. Diario Oficial. 30 de septiembre. México. D.F.



**Anexo 1. Estructura de la base de datos del informe E-2, 1996 de F.N.M.**

**ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS DEL INFORME E-2, TRAFICO COMERCIAL POR ARTÍCULOS CLASIFICADOS POR ESTACIONES REMITENTE Y RECEPTORA, DE 1996.**

<b>Nº</b>	<b>Nombre del campo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tipo</b>	<b>Nº de posiciones</b>	<b>Unidad de medida</b>
1	Blanco 1	Sin uso	C	1	s/u
2	Libro	Sin uso	C	2	s/u
3	CLAREC	Clave de la estación receptora	C	6	s/u
4	CLAREM	Clave de la estación remitente	C	6	s/u
5	ARTICULO	Clave del artículo manejado	C	3	s/u
6	DIVREC	Clave de la división receptora	N	2	s/u
7	DIVREM	Clave de la división remitente	N	2	s/u
8	DIST	Distancia	N	4	Kilómetros
9	PESO	Peso manejado	N	11	Decenas de Kilos
10	FLETE	Ingreso	N	14	Centavos
11	CARRO	Carros manejados	N	7	Carros
12	RECEPT	Nombre de la estación receptora	C	12	
13	REMIT	Nombre de la estación remitente	C	12	



**Caso 1: Tráfico de Importación. Maíz de Tampico a Tlalnepantla**

Estrato h	Peso del estrato	Tonelaje en la		Tonelaje Estimado	Distancia asociada al movimiento en la:		Distancia estimada	Toneladas-Kilómetro		Ton-Km Estimadas
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra		Subpoblación	Muestra	
1	40.0503	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	29.0120	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	9.0018	2,871	0	0	935	0	0	2,684,273	0	0
4	3.9967	4,599	4,599	18,379	935	935	3,737	4,299,663	4,299,663	17,184,320
5	1.9982	97,476	54,413	108,728	6,545	3,740	7,473	91,140,172	50,875,688	101,660,363
6	1.0000	82,318	82,318	82,318	2,805	2,805	2,805	76,967,349	76,967,349	76,967,349
		<b>187,264</b>	141,329	<b>209,425</b>	<b>11,220</b>	7,480	<b>14,015</b>	<b>175,091,457</b>	132,142,699	<b>195,812,031</b>

Estrato h	Peso del estrato	Flete		Flete Estimado	Nº de Carros		Estimación Nº de carros
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra	
1	40.0503	0	0	0	0	0	0
2	29.0120	0	0	0	0	0	0
3	9.0018	38,346,009	0	0	38	0	0
4	3.9967	56,340,204	56,340,204	225,173,015	68	68	272
5	1.9982	1,048,035,688	592,451,721	1,183,843,600	1,339	748	1,495
6	1.0000	813,906,103	813,906,103	813,906,103	1,189	1,189	1,189
		<b>1,956,628,004</b>	1,462,698,028	<b>2,222,922,718</b>	<b>2,634</b>	2,005	<b>2,955</b>

### Caso 2: Tráfico de Exportación. Vehículos Automotores de Cd. Industrial a Nogales

Estrato h	Peso del estrato	Tonelaje en la		Tonelaje Estimado	Distancia asociada al movimiento en la:		Distancia estimada	Toneladas-Kilómetro		Ton-Km Estimadas
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra		Subpoblación	Muestra	
1	40.0503	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	29.0120	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	9.0018	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	3.9967	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1.9982	19,245	19,245	38,456	843	843	1,684	5,407,971	5,407,971	10,806,269
6	1.0000	114,920	114,920	114,920	2,529	2,529	2,529	32,292,562	32,292,562	32,292,562
		<b>134,166</b>	13,416,560	<b>153,377</b>	<b>3,372</b>	3,372	<b>4,213</b>	<b>37,700,534</b>	37,700,534	<b>43,098,831</b>

Estrato h	Peso del estrato	Flete		Flete Estimado	Nº de Carros		Estimación Nº de carros
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra	
1	40.0503	0	0	0	0	0	0
2	29.0120	0	0	0	0	0	0
3	9.0018	0	0	0	0	0	0
4	3.9967	0	0	0	0	0	0
5	1.9982	307,258,429	307,258,429	613,967,201	877	877	1,752
6	1.0000	1,416,104,314	1,416,104,314	1,416,104,314	4,689	4,689	4,689
		<b>1,723,362,743</b>	1,723,362,743	<b>2,030,071,515</b>	<b>5,566</b>	5,566	<b>6,441</b>

### Caso 3: Movimiento de Remolques sobre Plataforma de Los Mochis a Cd. Juárez

Estrato h	Peso del estrato	Tonelaje en la		Tonelaje Estimado	Distancia asociada al movimiento en la:		Distancia estimada	Toneladas-Kilómetro		Ton-Km Estimadas
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra		Subpoblación	Muestra	
1	40.0503	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	29.0120	220	0	0	2,048	0	0	225,280	0	0
3	9.0018	3,960	0	0	6,144	0	0	4,055,040	0	0
4	3.9967	4,364	2,602	10,399	3,072	2,048	8,185	4,468,736	2,664,448	10,648,911
5	1.9982	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<b>8,544</b>	<b>2,602</b>	<b>10,399</b>	<b>11,264</b>	<b>2,048</b>	<b>8,185</b>	<b>8,749,056</b>	<b>2,664,448</b>	<b>10,648,911</b>

Estrato h	Peso del estrato	Flete		Flete Estimado	Nº de Carros		Estimación Nº de carros
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra	
1	40.0503	0	0	0	0	0	0
2	29.0120	3,863,988	0	0	11	0	0
3	9.0018	66,062,222	0	0	198	0	0
4	3.9967	66,491,284	37,782,879	151,005,573	220	131	524
5	1.9982	0	0	0	0	0	0
6	1.0000	0	0	0	0	0	0
		<b>136,417,494</b>	<b>37,782,879</b>	<b>151,005,573</b>	<b>429</b>	<b>131</b>	<b>524</b>

#### Caso 4: Movimiento de contenedores de Manzanillo a Pantaco

Estrato h	Peso del estrato	Tonelaje en la		Tonelaje Estimado	Distancia asociada al movimiento en la:		Distancia estimada	Toneladas-Kilómetro		Ton-Km Estimadas
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra		Subpoblación	Muestra	
1	40.0503	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	29.0120	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	9.0018	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	3.9967	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1.9982	48,634	18,322	36,612	7,584	2,844	5,683	46,105,260	17,369,654	34,708,236
6	1.0000	41,673	41,673	41,673	3,792	3,792	3,792	39,506,336	39,506,336	39,506,336
		<b>90,308</b>	59,996	<b>78,285</b>	<b>11,376</b>	6,636	<b>9,475</b>	<b>85,611,595</b>	56,875,990	<b>74,214,571</b>

Estrato h	Peso del estrato	Flete		Flete Estimado	N° de Carros		Estimación N° de carros
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra	
1	40.0503	0	0	0	0	0	0
2	29.0120	0	0	0	0	0	0
3	9.0018	0	0	0	0	0	0
4	3.9967	0	0	0	0	0	0
5	1.9982	751,177,086	293,750,309	586,975,125	2,063	809	1,617
6	1.0000	631,246,108	631,246,108	631,246,108	1,661	1,661	1,661
		<b>1,382,423,194</b>	924,996,417	<b>1,218,221,233</b>	<b>3,724</b>	2,470	<b>3,278</b>

### Caso 5: Tráfico Total de Nuevo Laredo a Monterrey

Estrato h	Peso del estrato	Tonelaje en la		Tonelaje Estimado	Distancia asociada al movimiento en la:		Distancia estimada	Toneladas-Kilómetro		Ton-Km Estimadas
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra		Subpoblación	Muestra	
1	40.0503	12,259	68	2,729	33,642	267	10,693	3,273,028	18,191	728,543
2	29.0120	101,611	2,874	83,386	52,065	2,136	61,970	27,130,257	767,406	22,263,974
3	9.0018	146,818	10,149	91,359	20,025	1,602	14,421	39,200,291	2,709,783	24,392,912
4	3.9967	313,451	79,966	319,597	15,219	3,471	13,872	83,691,444	21,350,903	85,332,444
5	1.9982	143,941	123,309	246,397	3,204	2,670	5,335	38,432,276	32,923,458	65,788,018
6	1.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<b>718,080</b>	216,366	<b>743,468</b>	<b>124,155</b>	10,146	<b>106,292</b>	<b>191,727,296</b>	57,769,741	<b>198,505,890</b>

Estrato h	Peso del estrato	Flete		Flete Estimado	N° de Carros		Estimación N° de carros
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra	
1	40.0503	80,245,016	544,294	21,799,116	171	1	40
2	29.0120	660,700,918	17,737,193	514,591,200	1,387	39	1,131
3	9.0018	884,815,638	57,512,626	517,716,888	2,025	162	1,458
4	3.9967	1,650,696,035	372,569,778	1,489,037,213	4,312	1,030	4,117
5	1.9982	703,158,299	587,996,930	1,174,941,987	1,808	1,516	3,029
6	1.0000	0	0	0	0	0	0
		<b>3,979,615,906</b>	1,036,360,821	<b>3,718,086,405</b>	<b>9,703</b>	2,748	<b>9,776</b>

### Caso 6: Tráfico Total de Contenedores

Estrato h	Peso del estrato	Tonelaje en la		Tonelaje Estimado	Distancia asociada al movimiento en la:		Distancia estimada	Toneladas-Kilómetro		Ton-Km Estimadas
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra		Subpoblación	Muestra	
1	40.0503	3,616	5	200	87,961	1,387	55,550	3,486,414	6,935	277,749
2	29.0120	40,508	1,091	31,638	161,640	2,187	63,449	41,887,046	177,118	5,138,554
3	9.0018	139,761	7,324	65,933	141,443	12,288	110,614	157,541,689	7,055,097	63,508,541
4	3.9967	448,350	134,085	535,893	115,217	33,802	135,095	398,490,971	152,266,657	608,559,073
5	1.9982	613,029	300,392	600,246	72,879	36,907	73,748	619,298,988	326,391,906	652,199,927
6	1.0000	517,439	517,439	517,439	21,636	21,636	21,636	540,751,890	540,751,890	540,751,890
		<b>1,762,703</b>	960,336	<b>1,751,349</b>	<b>600,776</b>	108,207	<b>460,092</b>	<b>1,761,456,997</b>	1,026,649,604	<b>1,870,435,733</b>

Estrato h	Peso del estrato	Flete		Flete Estimado	N° de Carros		Estimación N° de carros
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra	
1	40.0503	49,138,002	215,726	8,639,882	120	1	40
2	29.0120	421,600,457	12,337,846	357,945,419	1,206	36	1,044
3	9.0018	1,768,463,869	128,266,970	1,154,633,012	4,590	408	3,673
4	3.9967	5,275,071,301	1,416,418,362	5,660,952,053	10,128	2,481	9,916
5	1.9982	9,203,583,126	3,993,912,045	7,980,679,346	15,498	7,634	15,254
6	1.0000	7,681,832,595	7,681,832,595	7,681,832,595	9,435	9,435	9,435
		<b>24,399,689,350</b>	13,232,983,544	<b>22,844,682,308</b>	<b>40,977</b>	19,995	<b>39,362</b>

### Caso 7: Tráfico de Cemento con destino en Pantaco

Estrato h	Peso del estrato	Tonelaje en la		Tonelaje Estimado	Distancia asociada al movimiento en la:		Distancia estimada	Toneladas-Kilómetro		Ton-Km Estimadas
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra		Subpoblación	Muestra	
1	40.0503	974	0	0	7,122	0	0	692,858	0	0
2	29.0120	9,979	0	0	16,332	0	0	7,503,219	0	0
3	9.0018	41,636	7,392	66,544	7,247	1,305	11,747	15,410,100	2,044,998	18,408,653
4	3.9967	102,385	12,306	49,182	15,586	299	1,195	87,268,459	2,266,016	9,056,512
5	1.9982	424,286	253,493	506,533	18,136	10,308	20,598	211,134,729	126,859,339	253,491,738
6	1.0000	200,211	200,211	200,211	1,721	1,721	1,721	42,462,137	42,462,137	42,462,137
		<b>779,471</b>	<b>473,402</b>	<b>822,469</b>	<b>66,144</b>	<b>13,633</b>	<b>35,261</b>	<b>364,471,501</b>	<b>173,632,490</b>	<b>323,419,040</b>

Estrato h	Peso del estrato	Flete		Flete Estimado	N° de Carros		Estimación N° de carros
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra	
1	40.0503	9,822,176	0	0	15	0	0
2	29.0120	65,014,434	0	0	153	0	0
3	9.0018	217,213,504	36,317,845	326,925,808	641	121	1,089
4	3.9967	864,901,516	45,835,627	183,189,723	1,431	169	675
5	1.9982	2,638,902,685	1,524,520,958	3,046,314,687	5,953	3,602	7,198
6	1.0000	610,293,279	610,293,279	610,293,279	2,751	2,751	2,751
		<b>4,406,147,594</b>	<b>2,216,967,709</b>	<b>4,166,723,496</b>	<b>10,944</b>	<b>6,643</b>	<b>11,713</b>

### Caso 8: Tráfico Total de Cemento

Estrato h	Peso del estrato	Tonelaje en la		Tonelaje Estimado	Distancia asociada al movimiento en la:		Distancia estimada	Toneladas-Kilómetro		Ton-Km Estimadas
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra		Subpoblación	Muestra	
1	40.0503	51,570	1,013	40,577	500,793	10,095	404,307	42,783,940	806,581	32,303,768
2	29.0120	325,571	10,825	314,067	532,689	15,518	450,208	229,054,837	6,889,003	199,863,664
3	9.0018	494,452	59,136	532,326	163,633	16,385	147,494	289,563,644	27,352,475	246,221,380
4	3.9967	964,148	245,182	979,911	111,941	24,144	96,496	537,933,398	115,219,161	460,492,581
5	1.9982	2,248,242	1,228,870	2,455,542	91,469	48,162	96,238	1,079,641,671	582,710,962	1,164,379,506
6	1.0000	5,221,043	5,221,043	5,221,043	33,416	33,416	33,416	1,144,822,200	1,144,822,200	1,144,822,200
		<b>9,305,027</b>	6,766,069	<b>9,543,466</b>	<b>1,433,941</b>	147,720	<b>1,228,159</b>	<b>3,323,799,690</b>	1,877,800,381	<b>3,248,083,098</b>

Estrato h	Peso del estrato	Flete		Flete Estimado	N° de Carros		Estimación N° de Carros
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra	
1	40.0503	507,010,349	9,535,315	381,891,845	822	16	641
2	29.0120	2,711,486,040	84,465,464	2,450,510,885	4,899	168	4,874
3	9.0018	3,376,509,872	361,257,761	3,251,968,427	7,476	920	8,282
4	3.9967	6,302,819,759	1,447,411,622	5,784,821,783	14,380	3,710	14,828
5	1.9982	13,420,430,562	7,276,051,179	14,539,086,166	32,321	17,705	35,378
6	1.0000	16,098,232,328	16,098,232,328	16,098,232,328	72,323	72,323	72,323
		<b>42,416,488,910</b>	25,276,953,669	<b>42,506,511,433</b>	<b>132,221</b>	94,842	<b>136,325</b>

**Caso 9: Movimientos menores a 100 kms de embarques menores a 25 toneladas.**

Estrato h	Peso del estrato	Tonelaje en la		Tonelaje Estimado	Distancia asociada al movimiento en la:		Distancia estimada	Toneladas-Kilómetro		Ton-Km Estimadas
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra		Subpoblación	Muestra	
1	40.0503	4,705	86	3,444	15,620	286	11,454	235,006	4,711	188,677
2	29.0120	28	0	0	58		0	863	0	0
3	9.0018	0	0	0	0		0	0	0	0
4	3.9967	0	0	0	0		0	0	0	0
5	1.9982	0	0	0	0		0	0	0	0
6	1.0000	0	0	0	0		0	0	0	0
		<b>4,733</b>	<b>86</b>	<b>3,444</b>	<b>15,678</b>	<b>286</b>	<b>11,454</b>	<b>235,869</b>	<b>4,711</b>	<b>188,677</b>

Estrato h	Peso del estrato	Flete		Flete Estimado	Nº de Carros		Estimación Nº de carros
		Subpob.	Muestra		Subpob	Muestra	
1	40.0503	27,105,283	465,088	18,626,895	326	7	280
2	29.0120	232,047	0	0	6	0	0
3	9.0018	0	0	0	0	0	0
4	3.9967	0	0	0	0	0	0
5	1.9982	0	0	0	0	0	0
6	1.0000	0	0	0	0	0	0
		<b>27,337,330</b>	<b>465,088</b>	<b>18,626,895</b>	<b>332</b>	<b>7</b>	<b>280</b>

## Anexo 2. Estimaciones con la ponderación general de la muestra.

### Caso 1: Tráfico de Importación. Maíz de Tampico a Tlalnepantla

Estrato h	Peso del estrato	Tonelaje en la		Tonelaje Estimado	Distancia asociada al movimiento en la:		Distancia estimada	Toneladas-Kilómetro		Ton-Km Estimadas
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra		Subpoblación	Muestra	
1	40.0503	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	29.0120	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	9.0018	2,871	0	0	935	0	0	2,684,273	0	0
4	3.9967	4,599	4,599	18,379	935	935	3,737	4,299,663	4,299,663	17,184,320
5	1.9982	97,476	54,413	108,728	6,545	3,740	7,473	91,140,172	50,875,688	101,660,363
6	1.0000	82,318	82,318	82,318	2,805	2,805	2,805	76,967,349	76,967,349	76,967,349
		<b>187,264</b>	141,329	<b>209,425</b>	<b>11,220</b>	7,480	<b>14,015</b>	<b>175,091,457</b>	132,142,699	<b>195,812,031</b>

Estrato h	Peso del estrato	Flete		Flete Estimado	N° de Carros		Estimación N° de carros
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra	
1	40.0503	0	0	0	0	0	0
2	29.0120	0	0	0	0	0	0
3	9.0018	38,346,009	0	0	38	0	0
4	3.9967	56,340,204	56,340,204	225,173,015	68	68	272
5	1.9982	1,048,035,688	592,451,721	1,183,843,600	1,339	748	1,495
6	1.0000	813,906,103	813,906,103	813,906,103	1,189	1,189	1,189
		<b>1,956,628,004</b>	1,462,698,028	<b>2,222,922,718</b>	<b>2,634</b>	2,005	<b>2,955</b>

## Caso 2: Tráfico de Exportación. Vehículos Automotores de Cd. Industrial a Nogales

Estrato h	Peso del estrato	Tonelaje en la		Tonelaje Estimado	Distancia asociada al movimiento en la:		Distancia estimada	Toneladas-Kilómetro		Ton-Km Estimadas
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra		Subpoblación	Muestra	
1	40.0503	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	29.0120	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	9.0018	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	3.9967	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1.9982	19,245	19,245	38,456	843	843	1,684	5,407,971	5,407,971	10,806,269
6	1.0000	114,920	114,920	114,920	2,529	2,529	2,529	32,292,562	32,292,562	32,292,562
		<b>134,166</b>	13,416,560	<b>153,377</b>	<b>3,372</b>	3,372	<b>4,213</b>	<b>37,700,534</b>	37,700,534	<b>43,098,831</b>

Estrato h	Peso del estrato	Flete		Flete Estimado	N° de Carros		Estimación N° de carros
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra	
1	40.0503	0	0	0	0	0	0
2	29.0120	0	0	0	0	0	0
3	9.0018	0	0	0	0	0	0
4	3.9967	0	0	0	0	0	0
5	1.9982	307,258,429	307,258,429	613,967,201	877	877	1,752
6	1.0000	1,416,104,314	1,416,104,314	1,416,104,314	4,689	4,689	4,689
		<b>1,723,362,743</b>	1,723,362,743	<b>2,030,071,515</b>	<b>5,566</b>	5,566	<b>6,441</b>

### Caso 3: Movimiento de Remolques sobre Plataforma de Los Mochis a Cd. Juárez

Estrato h	Peso del estrato	Tonelaje en la		Tonelaje Estimado	Distancia asociada al movimiento en la:		Distancia estimada	Toneladas-Kilómetro		Ton-Km Estimadas
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra		Subpoblación	Muestra	
1	40.0503	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	29.0120	220	0	0	2,048	0	0	225,280	0	0
3	9.0018	3,960	0	0	6,144	0	0	4,055,040	0	0
4	3.9967	4,364	2,602	10,399	3,072	2,048	8,185	4,468,736	2,664,448	10,648,911
5	1.9982	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<b>8,544</b>	<b>2,602</b>	<b>10,399</b>	<b>11,264</b>	<b>2,048</b>	<b>8,185</b>	<b>8,749,056</b>	<b>2,664,448</b>	<b>10,648,911</b>

Estrato h	Peso del estrato	Flete		Flete Estimado	N° de Carros		Estimación N° de carros
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra	
1	40.0503	0	0	0	0	0	0
2	29.0120	3,863,988	0	0	11	0	0
3	9.0018	66,062,222	0	0	198	0	0
4	3.9967	66,491,284	37,782,879	151,005,573	220	131	524
5	1.9982	0	0	0	0	0	0
6	1.0000	0	0	0	0	0	0
		<b>136,417,494</b>	<b>37,782,879</b>	<b>151,005,573</b>	<b>429</b>	<b>131</b>	<b>524</b>

#### Caso 4: Movimiento de contenedores de Manzanillo a Pantaco

Estrato h	Peso del estrato	Tonelaje en la		Tonelaje Estimado	Distancia asociada al movimiento en la:		Distancia estimada	Toneladas-Kilómetro		Ton-Km Estimadas
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra		Subpoblación	Muestra	
1	40.0503	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	29.0120	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	9.0018	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	3.9967	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1.9982	48,634	18,322	36,612	7,584	2,844	5,683	46,105,260	17,369,654	34,708,236
6	1.0000	41,673	41,673	41,673	3,792	3,792	3,792	39,506,336	39,506,336	39,506,336
		<b>90,308</b>	59,996	<b>78,285</b>	<b>11,376</b>	6,636	<b>9,475</b>	<b>85,611,595</b>	56,875,990	<b>74,214,571</b>

Estrato h	Peso del estrato	Flete		Flete Estimado	Nº de Carros		Estimación Nº de carros
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra	
1	40.0503	0	0	0	0	0	0
2	29.0120	0	0	0	0	0	0
3	9.0018	0	0	0	0	0	0
4	3.9967	0	0	0	0	0	0
5	1.9982	751,177,086	293,750,309	586,975,125	2,063	809	1,617
6	1.0000	631,246,108	631,246,108	631,246,108	1,661	1,661	1,661
		<b>1,382,423,194</b>	924,996,417	<b>1,218,221,233</b>	<b>3,724</b>	2,470	<b>3,278</b>

### Caso 5: Tráfico Total de Nuevo Laredo a Monterrey

Estrato h	Peso del estrato	Tonelaje en la		Tonelaje Estimado	Distancia asociada al movimiento en la:		Distancia estimada	Toneladas-Kilómetro		Ton-Km Estimadas
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra		Subpoblación	Muestra	
1	40.0503	12,259	68	2,729	33,642	267	10,693	3,273,028	18,191	728,543
2	29.0120	101,611	2,874	83,386	52,065	2,136	61,970	27,130,257	767,406	22,263,974
3	9.0018	146,818	10,149	91,359	20,025	1,602	14,421	39,200,291	2,709,783	24,392,912
4	3.9967	313,451	79,966	319,597	15,219	3,471	13,872	83,691,444	21,350,903	85,332,444
5	1.9982	143,941	123,309	246,397	3,204	2,670	5,335	38,432,276	32,923,458	65,788,018
6	1.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<b>718,080</b>	216,366	<b>743,468</b>	<b>124,155</b>	10,146	<b>106,292</b>	<b>191,727,296</b>	57,769,741	<b>198,505,890</b>

Estrato h	Peso del estrato	Flete		Flete Estimado	Nº de Carros		Estimación Nº de carros
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra	
1	40.0503	80,245,016	544,294	21,799,116	171	1	40
2	29.0120	660,700,918	17,737,193	514,591,200	1,387	39	1,131
3	9.0018	884,815,638	57,512,626	517,716,888	2,025	162	1,458
4	3.9967	1,650,696,035	372,569,778	1,489,037,213	4,312	1,030	4,117
5	1.9982	703,158,299	587,996,930	1,174,941,987	1,808	1,516	3,029
6	1.0000	0	0	0	0	0	0
		<b>3,979,615,906</b>	1,036,360,821	<b>3,718,086,405</b>	<b>9,703</b>	2,748	<b>9,776</b>

### Caso 6: Tráfico Total de Contenedores

Estrato h	Peso del estrato	Tonelaje en la		Tonelaje Estimado	Distancia asociada al movimiento en la:		Distancia estimada	Toneladas-Kilómetro		Ton-Km Estimadas
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra		Subpoblación	Muestra	
1	40.0503	3,616	5	200	87,961	1,387	55,550	3,486,414	6,935	277,749
2	29.0120	40,508	1,091	31,638	161,640	2,187	63,449	41,887,046	177,118	5,138,554
3	9.0018	139,761	7,324	65,933	141,443	12,288	110,614	157,541,689	7,055,097	63,508,541
4	3.9967	448,350	134,085	535,893	115,217	33,802	135,095	398,490,971	152,266,657	608,559,073
5	1.9982	613,029	300,392	600,246	72,879	36,907	73,748	619,298,988	326,391,906	652,199,927
6	1.0000	517,439	517,439	517,439	21,636	21,636	21,636	540,751,890	540,751,890	540,751,890
		<b>1,762,703</b>	960,336	<b>1,751,349</b>	<b>600,776</b>	108,207	<b>460,092</b>	<b>1,761,456,997</b>	1,026,649,604	<b>1,870,435,733</b>

Estrato h	Peso del estrato	Flete		Flete Estimado	Nº de Carros		Estimación Nº de carros
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra	
1	40.0503	49,138,002	215,726	8,639,882	120	1	40
2	29.0120	421,600,457	12,337,846	357,945,419	1,206	36	1,044
3	9.0018	1,768,463,869	128,266,970	1,154,633,012	4,590	408	3,673
4	3.9967	5,275,071,301	1,416,418,362	5,660,952,053	10,128	2,481	9,916
5	1.9982	9,203,583,126	3,993,912,045	7,980,679,346	15,498	7,634	15,254
6	1.0000	7,681,832,595	7,681,832,595	7,681,832,595	9,435	9,435	9,435
		<b>24,399,689,350</b>	13,232,983,544	<b>22,844,682,308</b>	<b>40,977</b>	19,995	<b>39,362</b>

### Caso 7: Tráfico de Cemento con destino en Pantaco

Estrato h	Peso del estrato	Tonelaje en la		Tonelaje Estimado	Distancia asociada al movimiento en la:		Distancia estimada	Toneladas-Kilómetro		Ton-Km Estimadas
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra		Subpoblación	Muestra	
1	40.0503	974	0	0	7,122	0	0	692,858	0	0
2	29.0120	9,979	0	0	16,332	0	0	7,503,219	0	0
3	9.0018	41,636	7,392	66,544	7,247	1,305	11,747	15,410,100	2,044,998	18,408,653
4	3.9967	102,385	12,306	49,182	15,586	299	1,195	87,268,459	2,266,016	9,056,512
5	1.9982	424,286	253,493	506,533	18,136	10,308	20,598	211,134,729	126,859,339	253,491,738
6	1.0000	200,211	200,211	200,211	1,721	1,721	1,721	42,462,137	42,462,137	42,462,137
		<b>779,471</b>	473,402	<b>822,469</b>	<b>66,144</b>	13,633	<b>35,261</b>	<b>364,471,501</b>	173,632,490	<b>323,419,040</b>

Estrato h	Peso del estrato	Flete		Flete Estimado	Nº de Carros		Estimación Nº de carros
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra	
1	40.0503	9,822,176	0	0	15	0	0
2	29.0120	65,014,434	0	0	153	0	0
3	9.0018	217,213,504	36,317,845	326,925,808	641	121	1,089
4	3.9967	864,901,516	45,835,627	183,189,723	1,431	169	675
5	1.9982	2,638,902,685	1,524,520,958	3,046,314,687	5,953	3,602	7,198
6	1.0000	610,293,279	610,293,279	610,293,279	2,751	2,751	2,751
		<b>4,406,147,594</b>	2,216,967,709	<b>4,166,723,496</b>	<b>10,944</b>	6,643	<b>11,713</b>

### Caso 8: Tráfico Total de Cemento

Estrato h	Peso del estrato	Tonelaje en la		Tonelaje Estimado	Distancia asociada al movimiento en la:		Distancia estimada	Toneladas-Kilómetro		Ton-Km Estimadas
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra		Subpoblación	Muestra	
1	40.0503	51,570	1,013	40,577	500,793	10,095	404,307	42,783,940	806,581	32,303,768
2	29.0120	325,571	10,825	314,067	532,689	15,518	450,208	229,054,837	6,889,003	199,863,664
3	9.0018	494,452	59,136	532,326	163,633	16,385	147,494	289,563,644	27,352,475	246,221,380
4	3.9967	964,148	245,182	979,911	111,941	24,144	96,496	537,933,398	115,219,161	460,492,581
5	1.9982	2,248,242	1,228,870	2,455,542	91,469	48,162	96,238	1,079,641,671	582,710,962	1,164,379,506
6	1.0000	5,221,043	5,221,043	5,221,043	33,416	33,416	33,416	1,144,822,200	1,144,822,200	1,144,822,200
		<b>9,305,027</b>	6,766,069	<b>9,543,466</b>	<b>1,433,941</b>	147,720	<b>1,228,159</b>	<b>3,323,799,690</b>	1,877,800,381	<b>3,248,083,098</b>

Estrato h	Peso del estrato	Flete		Flete Estimado	Nº de Carros		Estimación Nº de Carros
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra	
1	40.0503	507,010,349	9,535,315	381,891,845	822	16	641
2	29.0120	2,711,486,040	84,465,464	2,450,510,885	4,899	168	4,874
3	9.0018	3,376,509,872	361,257,761	3,251,968,427	7,476	920	8,282
4	3.9967	6,302,819,759	1,447,411,622	5,784,821,783	14,380	3,710	14,828
5	1.9982	13,420,430,562	7,276,051,179	14,539,086,166	32,321	17,705	35,378
6	1.0000	16,098,232,328	16,098,232,328	16,098,232,328	72,323	72,323	72,323
		<b>42,416,488,910</b>	25,276,953,669	<b>42,506,511,433</b>	<b>132,221</b>	94,842	<b>136,325</b>

**Caso 9: Movimientos menores a 100 kms de embarques menores a 25 toneladas.**

Estrato h	Peso del estrato	Tonelaje en la		Tonelaje Estimado	Distancia asociada al movimiento en la:		Distancia estimada	Toneladas-Kilómetro		Ton-Km Estimadas
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra		Subpoblación	Muestra	
1	40.0503	4,705	86	3,444	15,620	286	11,454	235,006	4,711	188,677
2	29.0120	28	0	0	58		0	863	0	0
3	9.0018	0	0	0	0		0	0	0	0
4	3.9967	0	0	0	0		0	0	0	0
5	1.9982	0	0	0	0		0	0	0	0
6	1.0000	0	0	0	0		0	0	0	0
		<b>4,733</b>	<b>86</b>	<b>3,444</b>	<b>15,678</b>	<b>286</b>	<b>11,454</b>	<b>235,869</b>	<b>4,711</b>	<b>188,677</b>

Estrato h	Peso del estrato	Flete		Flete Estimado	Nº de Carros		Estimación Nº de carros
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra	
1	40.0503	27,105,283	465,088	18,626,895	326	7	280
2	29.0120	232,047	0	0	6	0	0
3	9.0018	0	0	0	0	0	0
4	3.9967	0	0	0	0	0	0
5	1.9982	0	0	0	0	0	0
6	1.0000	0	0	0	0	0	0
		<b>27,337,330</b>	<b>465,088</b>	<b>18,626,895</b>	<b>332</b>	<b>7</b>	<b>280</b>

### Anexo 3. Estimaciones con la ponderación especial de cada caso.

#### Caso 1: Tráfico de Importación. Maíz de Tampico a Tlalnepantla

Estrato h	Peso del estrato	Tonelaje en la		Tonelaje Estimado	Distancia asociada al movimiento en la:		Distancia estimada	Toneladas-Kilómetro		Ton-Km Estimadas
		Subpop.	Muestra		Subpop.	Muestra		Subpoblación	Muestra	
1	0.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0.0000	2,871	0	0	935	0	0	2,684,273	0	0
4	1.0000	4,599	4,599	4,599	935	935	935	4,299,663	4,299,663	4,299,663
5	1.7500	97,476	54,413	95,222	6,545	3,740	6,545	91,140,172	50,875,688	89,032,453
6	1.0000	82,318	82,318	82,318	2,805	2,805	2,805	76,967,349	76,967,349	76,967,349
		<b>187,264</b>	<b>141,329</b>	<b>182,138</b>	<b>11,220</b>	<b>7,480</b>	<b>10,285</b>	<b>175,091,457</b>	<b>132,142,699</b>	<b>170,299,465</b>

Estrato h	Peso del estrato	Flete		Flete Estimado	Nº de Carros		Estimación Nº de carros
		Subpop.	Muestra		Subpop.	Muestra	
1	0.0000	0	0	0	0	0	0
2	0.0000	0	0	0	0	0	0
3	0.0000	38,346,009	0	0	38	0	0
4	1.0000	56,340,204	56,340,204	56,340,204	68	68	68
5	1.7500	1,048,035,688	592,451,721	1,036,790,512	1,339	748	1,309
6	1.0000	813,906,103	813,906,103	813,906,103	1,189	1,189	1,189
		<b>1,956,628,004</b>	<b>1,462,698,028</b>	<b>1,907,036,819</b>	<b>2,634</b>	<b>2,005</b>	<b>2,566</b>

## Caso 2: Tráfico de Exportación. Vehículos Automotores de Cd. Industrial a Nogales

Estrato h	Peso del estrato	Tonelaje en la		Tonelaje Estimado	Distancia asociada al movimiento en la:		Distancia estimada	Toneladas-Kilómetro		Ton-Km Estimadas
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra		Subpoblación	Muestra	
1	0.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1.0000	19,245	19,245	19,245	843	843	843	5,407,971	5,407,971	5,407,971
6	1.0000	114,920	114,920	114,920	2,529	2,529	2,529	32,292,562	32,292,562	32,292,562
		<b>134,166</b>	13,416,560	<b>134,166</b>	<b>3,372</b>	3,372	<b>3,372</b>	<b>37,700,534</b>	37,700,534	<b>37,700,534</b>

Estrato h	Peso del estrato	Flete		Flete Estimado	N° de Carros		Estimación N° de carros
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra	
1	0.0000	0	0	0	0	0	0
2	0.0000	0	0	0	0	0	0
3	0.0000	0	0	0	0	0	0
4	0.0000	0	0	0	0	0	0
5	1.0000	307,258,429	307,258,429	307,258,429	877	877	877
6	1.0000	1,416,104,314	1,416,104,314	1,416,104,314	4,689	4,689	4,689
		<b>1,723,362,743</b>	1,723,362,743	<b>1,723,362,743</b>	<b>5,566</b>	5,566	<b>5,566</b>

### Caso 3: Movimiento de Remolques sobre Plataforma de Los Mochis a Cd. Juárez

Estrato h	Peso del estrato	Tonelaje en la		Tonelaje Estimado	Distancia asociada al movimiento en la:		Distancia estimada	Toneladas-Kilómetro		Ton-Km Estimadas
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra		Subpoblación	Muestra	
1	0.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0.0000	220	0	0	2,048	0	0	225,280	0	0
3	0.0000	3,960	0	0	7,168	0	0	4,055,040	0	0
4	1.5000	4,364	2,602	3,903	3,072	2,048	3,072	4,468,736	2,664,448	3,996,672
5	0.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<b>8,544</b>	<b>2,602</b>	<b>3,903</b>	<b>12,288</b>	<b>2,048</b>	<b>3,072</b>	<b>8,749,056</b>	<b>2,664,448</b>	<b>3,996,672</b>

Estrato h	Peso del estrato	Flete		Flete Estimado	N° de Carros		Estimación N° de carros
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra	
1	0.0000	0	0	0	0	0	0
2	0.0000	3,863,988	0	0	11	0	0
3	0.0000	66,062,222	0	0	198	0	0
4	1.5000	66,491,284	37,782,879	56,674,319	220	131	197
5	0.0000	0	0	0	0	0	0
6	0.0000	0	0	0	0	0	0
		<b>136,417,494</b>	<b>37,782,879</b>	<b>56,674,319</b>	<b>429</b>	<b>131</b>	<b>197</b>

#### Caso 4: Movimiento de contenedores de Manzanillo a Pantaco

Estrato h	Peso del estrato	Tonelaje en la		Tonelaje Estimado	Distancia asociada al movimiento en la:		Distancia estimada	Toneladas-Kilómetro		Ton-Km Estimadas
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra		Subpoblación	Muestra	
1	0.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	2.6667	48,634	18,322	48,860	7,584	2,844	7,584	46,105,260	17,369,654	46,319,078
6	1.0000	41,673	41,673	41,673	3,792	3,792	3,792	39,506,336	39,506,336	39,506,336
		<b>90,308</b>	59,996	<b>90,533</b>	<b>11,376</b>	6,636	<b>11,376</b>	<b>85,611,595</b>	56,875,990	<b>85,825,414</b>

Estrato h	Peso del estrato	Flete		Flete Estimado	N° de Carros		Estimación N° de carros
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra	
1	0.0000	0	0	0	0	0	0
2	0.0000	0	0	0	0	0	0
3	0.0000	0	0	0	0	0	0
4	0.0000	0	0	0	0	0	0
5	2.6667	751,177,086	293,750,309	783,334,157	2,063	809	2,157
6	1.0000	631,246,108	631,246,108	631,246,108	1,661	1,661	1,661
		<b>1,382,423,194</b>	924,996,417	<b>1,414,580,265</b>	<b>3,724</b>	2,470	<b>3,818</b>

### Caso 5: Tráfico Total de Nuevo Laredo a Monterrey

Estrato h	Peso del estrato	Tonelaje en la		Tonelaje Estimado	Distancia asociada al movimiento en la:		Distancia estimada	Toneladas-Kilómetro		Ton-Km Estimadas
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra		Subpoblación	Muestra	
1	126.0000	12,259	68	8,584	33,642	267	33,642	3,273,028	18,191	2,292,029
2	24.3750	101,611	2,874	70,058	52,065	2,136	52,065	27,130,257	767,406	18,705,523
3	12.5000	146,818	10,149	126,863	20,025	1,602	20,025	39,200,291	2,709,783	33,872,288
4	4.3846	313,451	79,966	350,620	15,219	3,471	15,219	83,691,444	21,350,903	93,615,499
5	1.2000	143,941	123,309	147,971	3,204	2,670	3,204	38,432,276	32,923,458	39,508,149
6	0.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<b>718,080</b>	216,366	<b>704,095</b>	<b>124,155</b>	10,146	<b>124,155</b>	<b>191,727,296</b>	57,769,741	<b>187,993,488</b>

Estrato h	Peso del estrato	Flete		Flete Estimado	N° de Carros		Estimación N° de carros
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra	
1	126.0000	80,245,016	544,294	68,581,044	171	1	126
2	24.3750	660,700,918	17,737,193	432,344,079	1,387	39	951
3	12.5000	884,815,638	57,512,626	718,907,825	2,025	162	2,025
4	4.3846	1,650,696,035	372,569,778	1,633,575,180	4,312	1,030	4,516
5	1.2000	703,158,299	587,996,930	705,596,316	1,808	1,516	1,819
6	0.0000	0	0	0	0	0	0
		<b>3,979,615,906</b>	1,036,360,821	<b>3,559,004,445</b>	<b>9,703</b>	2,748	<b>9,437</b>

### Caso 6: Tráfico Total de Contenedores

Estrato h	Peso del estrato	Tonelaje en la		Tonelaje Estimado	Distancia asociada al movimiento en la:		Distancia estimada	Toneladas-Kilómetro		Ton-Km Estimadas
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra		Subpoblación	Muestra	
1	92.0000	3,616	5	460	87,961	1,387	127,604	3,486,414	6,935	638,020
2	32.8000	40,508	1,091	35,768	161,640	2,187	71,734	41,887,046	177,118	5,809,480
3	11.1429	139,761	7,324	81,615	141,443	12,288	136,923	157,541,689	7,055,097	78,613,941
4	4.2188	448,350	134,085	565,671	115,217	33,802	142,602	398,490,971	152,266,657	642,374,960
5	2.0256	613,029	300,392	608,486	72,879	36,907	74,760	619,298,988	326,391,906	661,152,836
6	1.0000	517,439	517,439	517,439	21,636	21,636	21,636	540,751,890	540,751,890	540,751,890
		<b>1,762,703</b>	<b>960,336</b>	<b>1,809,439</b>	<b>600,776</b>	<b>108,207</b>	<b>575,260</b>	<b>1,761,456,997</b>	<b>1,026,649,604</b>	<b>1,929,341,126</b>

Estrato h	Peso del estrato	Flete		Flete Estimado	N° de Carros		Estimación N° de carros
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra	
1	92.0000	49,138,002	215,726	19,846,792	120	1	92
2	32.8000	421,600,457	12,337,846	404,681,349	1,206	36	1,181
3	11.1429	1,768,463,869	128,266,970	1,429,260,523	4,590	408	4,546
4	4.2188	5,275,071,301	1,416,418,362	5,975,514,965	10,128	2,481	10,467
5	2.0256	9,203,583,126	3,993,912,045	8,090,232,091	15,498	7,634	15,464
6	1.0000	7,681,832,595	7,681,832,595	7,681,832,595	9,435	9,435	9,435
		<b>24,399,689,350</b>	<b>13,232,983,544</b>	<b>23,601,368,314</b>	<b>40,977</b>	<b>19,995</b>	<b>41,185</b>

### Caso 7: Tráfico de Cemento con destino en Pantaco

Estrato h	Peso del estrato	Tonelaje en la		Tonelaje Estimado	Distancia asociada al movimiento en la:		Distancia estimada	Toneladas-Kilómetro		Ton-Km Estimadas
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra		Subpoblación	Muestra	
1	0.0000	974	0	0	7,122	0	0	692,858	0	0
2	0.0000	9,979	0	0	16,332	0	0	7,503,219	0	0
3	4.7500	41,636	7,392	35,113	7,247	1,305	6,199	15,410,100	2,044,998	9,713,741
4	9.0000	102,385	12,306	110,751	15,586	299	2,691	87,268,459	2,266,016	20,394,148
5	1.6667	424,286	253,493	422,489	18,136	10,308	17,180	211,134,729	126,859,339	211,432,231
6	1.0000	200,211	200,211	200,211	1,721	1,721	1,721	42,462,137	42,462,137	42,462,137
		<b>779,471</b>	473,402	<b>768,563</b>	<b>66,144</b>	13,633	<b>27,791</b>	<b>364,471,501</b>	173,632,490	<b>284,002,256</b>

Estrato h	Peso del estrato	Flete		Flete Estimado	N° de Carros		Estimación N° de carros
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra	
1	0.0000	9,822,176	0	0	15	0	0
2	0.0000	65,014,434	0	0	153	0	0
3	4.7500	217,213,504	36,317,845	172,509,764	641	121	575
4	9.0000	864,901,516	45,835,627	412,520,643	1,431	169	1,521
5	1.6667	2,638,902,685	1,524,520,958	2,540,868,263	5,953	3,602	6,003
6	1.0000	610,293,279	610,293,279	610,293,279	2,751	2,751	2,751
		<b>4,406,147,594</b>	2,216,967,709	<b>3,736,191,949</b>	<b>10,944</b>	6,643	<b>10,850</b>

### Caso 8: Tráfico Total de Cemento

Estrato h	Peso del estrato	Tonelaje en la		Tonelaje Estimado	Distancia asociada al movimiento en la:		Distancia estimada	Toneladas-Kilómetro		Ton-Km Estimadas
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra		Subpoblación	Muestra	
1	47.1538	51,570	1,013	47,774	500,793	10,095	476,018	42,783,940	806,581	38,033,383
2	32.0435	325,571	10,825	346,884	532,689	15,518	497,251	229,054,837	6,889,003	220,747,621
3	8.2424	494,452	59,136	487,420	163,633	16,385	135,052	289,563,644	27,352,475	225,450,701
4	3.9000	964,148	245,182	956,211	111,941	24,144	94,162	537,933,398	115,219,161	449,354,729
5	1.8696	2,248,242	1,228,870	2,297,453	91,469	48,162	90,042	1,079,641,671	582,710,962	1,089,416,145
6	1.0000	5,221,043	5,221,043	5,221,043	33,416	33,416	33,416	1,144,822,200	1,144,822,200	1,144,822,200
		<b>9,305,027</b>	6,766,069	<b>9,356,784</b>	<b>1,433,941</b>	147,720	<b>1,325,940</b>	<b>3,323,799,690</b>	1,877,800,381	<b>3,167,824,780</b>

Estrato h	Peso del estrato	Flete		Flete Estimado	N° de Carros		Estimación N° de Carros
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra	
1	47.1538	507,010,349	9,535,315	449,626,777	822	16	754
2	32.0435	2,711,486,040	84,465,464	2,706,567,259	4,899	168	5,383
3	8.2424	3,376,509,872	361,257,761	2,977,639,727	7,476	920	7,583
4	3.9000	6,302,819,759	1,447,411,622	5,644,905,326	14,380	3,710	14,469
5	1.8696	13,420,430,562	7,276,051,179	13,603,052,204	32,321	17,705	33,101
6	1.0000	16,098,232,328	16,098,232,328	16,098,232,328	72,323	72,323	72,323
		<b>42,416,488,910</b>	25,276,953,669	<b>41,480,023,621</b>	<b>132,221</b>	94,842	<b>133,613</b>

**Caso 9: Movimientos menores a 100 kms de embarques menores a 25 toneladas.**

Estrato h	Peso del estrato	Tonelaje en la		Tonelaje Estimado	Distancia asociada al movimiento en la:		Distancia estimada	Toneladas-Kilómetro		Ton-Km Estimadas
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra		Subpoblación	Muestra	
1	51.3333	4,705	86	4,415	15,620	286	14,681	235,006	4,711	241,831
2	0.0000	28	0	0	58	0	0	863	0	0
3	0.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<b>4,733</b>	<b>86</b>	<b>4,415</b>	<b>15,678</b>	<b>286</b>	<b>14,681</b>	<b>235,869</b>	<b>4,711</b>	<b>241,831</b>

Estrato h	Peso del estrato	Flete		Flete Estimado	Nº de Carros		Estimación Nº de carros
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra	
1	51.3333	27,105,283	188,428	9,672,637	326	7	359
2	0.0000	232,047	0	0	6	0	0
3	0.0000	0	0	0	0	0	0
4	0.0000	0	0	0	0	0	0
5	0.0000	0	0	0	0	0	0
6	0.0000	0	0	0	0	0	0
		<b>27,337,330</b>	<b>188,428</b>	<b>9,672,637</b>	<b>332</b>	<b>7</b>	<b>359</b>

## Anexo 4. Estimaciones mediante fórmulas generales de muestreo estadístico.

### CASO 1: TRAFICO DE IMPORTACION (MAIZ DE TAMPICO A TLALNEPANTLA)

	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6
$N_{jd} = 12$	0	0	1	1	7	3
$n_{jd} = 8$	0	0	0	1	4	3

	$\sum_{i=1}^{n_{jd}} y_{jdi}$					
Carros	0	0	0	68	748	1,189
Flete	0	0	0	56,340,204	592,451,721	813,906,103
Ton-km	0	0	0	4,299,663	50,875,688	76,967,349
Toneladas	0	0	0	4,599	54,413	82,318
Distancia	0	0	0	935	3,740	2,805

	$\bar{y}_{jd} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{jd}} y_{jdi}}{n_{jd}}$					
Carros	-	-	-	68	187	396
Flete	-	-	-	56,340,204	148,112,930	271,302,034
Ton-km	-	-	-	4,299,663	12,718,922	25,655,783
Toneladas	-	-	-	4,599	13,603	27,439
Distancia	-	-	-	935	935	935

	$N_{jd}(\bar{y}_{jd})$					
Carros	-	-	-	68	1,309	1,189
Flete	-	-	-	56,340,204	1,036,790,512	813,906,103
Ton-km	-	-	-	4,299,663	89,032,453	76,967,349
Toneladas	-	-	-	4,599	95,222	82,318
Distancia	-	-	-	935	6,545	2,805

	Estimador del Total $\hat{Y}_d = \sum_j N_{jd} \bar{y}_{jd}$	Total Poblacional $Y_d = \sum_i y_{id}$	Error estándar = $\sqrt{V(\hat{Y}_d)}$ $V(\hat{Y}_d) = \sum_j \frac{N_{jd}^2 S_{jd}^2}{n_{jd}} \times (1 - \frac{n_{jd}}{N_{jd}})$	Estimación de la Media $\hat{Y}_d = \frac{\sum_j N_{jd} \bar{y}_{jd}}{\sum_j N_{jd}}$	Media poblacional $\bar{Y} = \frac{\sum_i y_{id}}{N_d}$	Error estándar = $\sqrt{V(\hat{Y}_d)}$ $V(\hat{Y}_d) = \frac{1}{N_d^2} \sum_j \frac{N_{jd}^2 S_{jd}^2}{n_{jd}} \times (1 - \frac{n_{jd}}{N_{jd}})$
Carros	2,566	2,634	100	214	220	8
Flete	1,907,036,819	1,956,628,004	84,714,751	158,919,735	163,052,334	7,059,562
Ton-km	170,299,465	175,091,457	6,408,184	14,191,622	14,590,955	534,015
Toneladas	182,138	187,263	6,854	15,178	15,605	571
Distancia	10,285	11,220	0	857	935	0

**CASO 2: MOVIMIENTOS DE EXPORTACION  
(VEHICULOS AUTOMOTORES DE CD. INDUSTRIAL A NOGALES)**

	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6
$N_{jd} = 12$	0	0	0	0	3	9
$n_{jd} = 12$	0	0	0	0	3	9

	$\sum_{i=1}^{n_{jd}} y_{jdi}$					
Carros	0	0	0	0	877	4,689
Flete	0	0	0	0	307,258,429	1,416,104,314
Ton-km	0	0	0	0	5,407,971	32,292,562
Toneladas	0	0	0	0	19,245	114,920
Distancia	0	0	0	0	843	2,529

	$\bar{y}_{jd} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{jd}} y_{jdi}}{n_{jd}}$					
Carros	-	-	-	-	292	521
Flete	-	-	-	-	102,419,476	157,344,924
Ton-km	-	-	-	-	1,802,657	3,588,062
Toneladas	-	-	-	-	6,415	12,769
Distancia	-	-	-	-	281	281

	$N_{jd}(\bar{y}_{jd})$					
Carros	-	-	-	-	877	4,689
Flete	-	-	-	-	307,258,429	1,416,104,314
Ton-km	-	-	-	-	5,407,971	32,292,562
Toneladas	-	-	-	-	19,245	114,920
Distancia	-	-	-	-	843	2,529

	Estimador del Total $\hat{Y}_d = \sum_j N_{jd} \bar{y}_{jd}$	Total Poblacional $Y_d = \sum_i y_{id}$	Error estándar = $\sqrt{V(\hat{Y}_d)}$ $V(\hat{Y}_d) = \sum_j \frac{N_{jd}^2 S_{jd}^2}{n_{jd}} \times (1 - \frac{n_{jd}}{N_{jd}})$	Estimación de la Media $\hat{Y}_d = \frac{\sum_j N_{jd} \bar{y}_{jd}}{\sum_j N_{jd}}$	Media poblacional $Y = \frac{\sum_i y_{id}}{N_d}$	Error estándar = $\sqrt{V(\hat{Y}_d)}$ $V(\hat{Y}_d) = \frac{1}{N_d^2} \sum_j N_{jd}^2 S_{jd}^2 \times (1 - \frac{n_{jd}}{N_{jd}})$
Carros	5,566	5,566	0	464	464	0
Flete	1,723,362,743	1,723,362,743	0	143,613,562	143,613,562	0
Ton-km	37,700,533	37,700,534	0	3,141,711	3,141,711	0
Toneladas	134,165	134,166	0	11,180	11,180	0
Distancia	3,372	3,372	0	281	281	0

**CASO 3: MOVIMIENTOS DE REMOLQUES SOBRE PLATAFORMA DE LOS MOCHIS A CD. JUAREZ**

	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6
$N_{jd} = 12$	0	2	7	3	0	0
$n_{jd} = 2$	0	0	0	2	0	0

$\sum_{i=1}^{n_{jd}} y_{jdi}$						
Carros	0	0	0	131	0	0
Flete	0	0	0	37,782,879	0	0
Ton-km	0	0	0	2,664,448	0	0
Toneladas	0	0	0	2,602	0	0
Distancia	0	0	0	2,048	0	0

$\bar{y}_{jd} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{jd}} y_{jdi}}{n_{jd}}$						
Carros	-	-	-	66	-	-
Flete	-	-	-	18,891,440	-	-
Ton-km	-	-	-	1,332,224	-	-
Toneladas	-	-	-	1,301	-	-
Distancia	-	-	-	1,024	-	-

$N_{jd}(\bar{y}_{jd})$						
Carros	-	-	-	197	-	-
Flete	-	-	-	56,674,319	-	-
Ton-km	-	-	-	3,996,672	-	-
Toneladas	-	-	-	3,903	-	-
Distancia	-	-	-	3,072	-	-

	Estimador del Total $\hat{Y}_d = \sum_j N_{jd} \bar{y}_{jd}$	Total Poblacional $Y_d = \sum_i y_{id}$	Error estándar = $\sqrt{V(\hat{Y}_d)}$ $V(\hat{Y}_d) = \sum_j \frac{N_{jd}^2 S_{jd}^2}{n_{jd}} \times (1 - \frac{n_{jd}}{N_{jd}})$	Estimación de la Media $\hat{y}_d = \frac{\sum_j N_{jd} \bar{y}_{jd}}{\sum_j N_{jd}}$	Media poblacional $\bar{Y} = \frac{\sum_i y_{id}}{N_d}$	Error estándar = $\sqrt{V(\hat{y}_d)}$ $V(\hat{y}_d) = \frac{1}{n_{jd}^2} \sum \frac{N_{jd}^2 S_{jd}^2}{\dots} \times (1 - \frac{n_{jd}}{N_{jd}})$
Carros	197	429	37	16	36	3
Flete	56,674,319	136,417,494	12,118,684	4,722,860	11,368,125	1,009,890
Ton-km	3,996,672	8,749,056	739,583	333,056	729,088	61,632
Toneladas	3,903	8,544	722	325	712	60
Distancia	3,072	12,288	0	256	1,024	0

### CASO 4: MOVIMIENTOS DE CONTENEDORES DE MANZANILLO A PANTACO

	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6
$N_{jd} = 12$	0	0	0	0	8	4
$n_{jd} = 7$	0	0	0	0	3	4

	$\sum_{i=1}^{n_{jd}} y_{jdi}$					
carros	0	0	0	0	809	1,661
Flete	0	0	0	0	293,750,309	631,246,108
Ton-km	0	0	0	0	17,369,654	39,506,336
toneladas	0	0	0	0	18,322	41,673
Distancia	0	0	0	0	2,844	3,792

	$\bar{y}_{jd} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{jd}} y_{jdi}}{n_{jd}}$					
carros	-	-	-	-	270	415
Flete	-	-	-	-	97,916,770	157,811,527
Ton-km	-	-	-	-	5,789,885	9,876,584
toneladas	-	-	-	-	6,107	10,418
Distancia	-	-	-	-	948	948

	$N_{jd}(\bar{y}_{jd})$					
carros	-	-	-	-	2,157	1,661
Flete	-	-	-	-	783,334,157	631,246,108
Ton-km	-	-	-	-	46,319,078	39,506,336
toneladas	-	-	-	-	48,860	41,673
Distancia	-	-	-	-	7,584	3,792

	Estimador del Total $\hat{Y}_d = \sum_j N_{jd} \bar{y}_{jd}$	Total Poblacional $Y_d = \sum_i y_{id}$	Error estándar = $\sqrt{V(\hat{Y}_d)}$ $V(\hat{Y}_d) = \sum_j \frac{N_{jd}^2 S_{jd}^2}{n_{jd}} \times (1 - \frac{n_{jd}}{N_{jd}})$	Estimación de la Media $\hat{Y}_d = \frac{\sum_j N_{jd} \bar{y}_{jd}}{\sum_j N_{jd}}$	Media poblacional $Y = \frac{\sum_i y_{id}}{N_d}$	Error estándar = $\sqrt{V(\hat{Y}_d)}$ $V(\hat{Y}_d) = \frac{1}{N_d^2} \sum_j \frac{N_{jd}^2 S_{jd}^2}{n_{jd}} \times (1 - \frac{n_{jd}}{N_{jd}})$
carros	3,818	3,724	173	318	310	14
Flete	1,414,580,265	1,382,423,194	85,391,565	117,881,689	115,201,933	7,115,964
Ton-km	85,825,414	85,611,595	4,140,173	7,152,118	7,134,300	345,014
toneladas	90,533	90,308	4,367	7,544	7,526	364
Distancia	11,376	11,376	0	948	948	0

**CASO 5: TRAFICO TOTAL DE NUEVO LAREDO  
A MONTERREY**

	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6
$N_{jd} = 465$	126	195	75	57	12	0
$n_{jd} = 38$	1	8	6	13	10	0

$\sum_{i=1}^{n_{jd}} y_{jdi}$						
carros	1	39	162	1,030	1,516	0
Flete	544,294	17,737,193	57,512,626	372,569,778	587,996,930	0
Ton-km	18,190.71	767,406.06	2,709,783	21,350,903.3	32,923,458	0
toneladas	68.13	2,874.18	10,149	79,965.93	123,309	0
Distancia	267	2,136	1,602	3,471	2,670	0

$\bar{y}_{jd} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{jd}} y_{jdi}}{n_{jd}}$						
carros	1	5	27	79	152	-
Flete	544,294	2,217,149	9,585,438	28,659,214	58,799,693	-
Ton-km	18,191	95,926	451,631	1,642,377	3,292,346	-
toneladas	68	359	1,692	6,151	12,331	-
Distancia	267	267	267	267	267	-

$N_{jd}(\bar{y}_{jd})$						
carros	126	951	2,025	4,516	1,819	-
Flete	68,581,044	432,344,079	718,907,825	1,633,575,180	705,596,316	-
Ton-km	2,292,029	18,705,523	33,872,288	93,615,499	39,508,149	-
toneladas	8,584	70,058	126,863	350,620	147,971	-
Distancia	33,642	52,065	20,025	15,219	3,204	-

	Estimador del Total $\hat{Y}_d = \sum_j N_{jd} \bar{y}_{jd}$	Total Poblacional $Y_d = \sum_i y_{id}$	Error estándar = $\sqrt{V(\hat{Y}_d)}$ $V(\hat{Y}_d) = \sum_j \frac{N_{jd}^2 S_{jd}^2}{n_{jd}} \times (1 - \frac{n_{jd}}{N_{jd}})$	Estimación de la Media $\hat{Y}_d = \frac{\sum_j N_{jd} \bar{y}_{jd}}{\sum_j N_{jd}}$	Media poblacional $Y = \frac{\sum_i y_{id}}{N_d}$	Error estándar = $\sqrt{V(\hat{Y}_d)}$ $V(\hat{Y}_d) = \frac{1}{N_d^2} \sum_j \frac{N_{jd}^2 S_{jd}^2}{n_{jd}} \times (1 - \frac{n_{jd}}{N_{jd}})$
carros	9,437	9,703	413	20	21	1
Flete	3,559,004,445	3,979,615,906	230,088,525	7,653,773	8,558,314	494,814
Ton-km	187,993,488	191,727,296	10,393,616	404,287	412,317	22,352
toneladas	704,095	718,080	38,927	1,514	1,544	84
Distancia	124,155	124,155	0	267	267	0

## CASO 6: TRAFICO TOTAL DE CONTENEDORES

	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6
$N_{jd} = 648$	92	164	156	135	79	22
$n_{jd} = 113$	1	5	14	32	39	22

	$\sum_{i=1}^{n_{jd}} y_{jdi}$					
carros	1	36	408	2,481	7,634	9,435
Flete	215,726	12,337,846	128,266,970	1,416,418,362	3,993,912,045	7,681,832,595
Ton-km	6,935	177,118	7,055,097	152,266,657	326,391,906	540,751,890
toneladas	5	1,091	7,324	134,085	300,392	517,439
Distancia	1,387	2,187	12,288	33,802	36,907	21,636

	$\bar{y}_{jd} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{jd}} y_{jdi}}{n_{jd}}$					
carros	1	7	29	78	196	429
Flete	215,726	2,467,569	9,161,926	44,263,074	102,408,001	349,174,209
Ton-km	6,935	35,424	503,936	4,758,333	8,369,023	24,579,631
toneladas	5	218	523	4,190	7,702	23,520
Distancia	1,387	437	878	1,056	946	983

	$N_{jd}(\bar{y}_{jd})$					
carros	92	1,181	4,546	10,467	15,464	9,435
Flete	19,846,792	404,681,349	1,429,260,523	5,975,514,965	8,090,232,091	7,681,832,595
Ton-km	638,020	5,809,480	78,613,941	642,374,959	661,152,835	540,751,890
toneladas	460	35,768	81,615	565,671	608,486	517,439
Distancia	127,604	71,734	136,923	142,602	74,760	21,636

	Estimador del Total $\hat{Y}_d = \sum_j N_{jd} \bar{y}_{jd}$	Total Poblacional $Y_d = \sum_i y_{id}$	Error estándar = $\sqrt{V(\hat{Y}_d)}$ $V(\hat{Y}_d) = \sum_j \frac{N_{jd}^2 S_{jd}^2}{n_{jd}} \times (1 - \frac{n_{jd}}{N_{jd}})$	Estimación de la Media $\hat{Y}_d = \frac{\sum_j N_{jd} \bar{y}_{jd}}{\sum_j N_{jd}}$	Media poblacional $\bar{Y} = \frac{\sum_i y_{id}}{N_d}$	Error estándar = $\sqrt{V(\hat{Y}_d)}$ $V(\hat{Y}_d) = \frac{1}{N_d^2} \sum_j \frac{N_{jd}^2 S_{jd}^2}{n_{jd}} \times (1 - \frac{n_{jd}}{N_{jd}})$
carros	41,185	40,977	15,615	64	63	24
Flete	23,601,368,314	24,399,689,350	9,400,582,995	36,421,865	37,653,842	14,507,073
Ton-km	1,929,341,125	1,761,456,997	642,153,547	2,977,378	2,718,298	990,978
toneladas	1,809,439	1,762,703	626,289	2,792	2,720	966
Distancia	575,260	600,776	100,095	888	927	154

### CASO 7: TRAFICO DE CEMENTO CON DESTINO EN PANTACO

	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6
$N_{jd} = 106$	10	21	19	18	30	8
$n_{jd} = 32$	0	0	4	2	18	8

	$\sum_{i=1}^{n_{jd}} y_{jdi}$					
carros	0	0	121	169	3,602	2,751
Flete	0	0	36317845	45835627	1,524,520,958	610,293,279
Ton-km	0	0	2044998	2266016.45	126,859,339	42,462,137
toneladas	0	0	7392.25	12305.65	253,493	200,211
Distancia	0	0	1305	299	10,308	1,721

	$\bar{y}_{jd} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{jd}} y_{jdi}}{n_{jd}}$					
carros	-	-	30	85	200	344
Flete	-	-	9,079,461	22,917,814	84,695,609	76,286,660
Ton-km	-	-	511,250	1,133,008	7,047,741	5,307,767
toneladas	-	-	1,848	6,153	14,083	25,026
Distancia	-	-	326	150	573	215

	$N_{jd}(\bar{y}_{jd})$					
carros	-	-	575	1,521	6,003	2,751
Flete	-	-	172,509,764	412,520,643	2,540,868,263	610,293,279
Ton-km	-	-	9,713,741	20,394,148	211,432,232	42,462,137
toneladas	-	-	35,113	110,751	422,489	200,211
Distancia	-	-	6,199	2,691	17,180	1,721

	Estimador del Total $\hat{Y}_d = \sum_j N_{jd} \bar{y}_{jd}$	Total Poblacional $Y_d = \sum_i y_{id}$	Error estándar = $\sqrt{V(\hat{Y}_d)}$ $V(\hat{Y}_d) = \sum_j \frac{N_{jd}^2 S_{jd}^2}{n_{jd}} \times (1 - \frac{n_{jd}}{N_{jd}})$	Estimación de la Media $\hat{Y}_d = \frac{\sum_j N_{jd} \bar{y}_{jd}}{\sum_j N_{jd}}$	Media poblacional $Y = \frac{\sum_i y_{id}}{N_d}$	Error estándar = $\sqrt{V(\hat{Y}_d)}$ $V(\hat{Y}_d) = \frac{1}{N_d^2} \sum_j \frac{N_{jd}^2 S_{jd}^2}{n_{jd}} \times (1 - \frac{n_{jd}}{N_{jd}})$
carros	10,850	10,944	273	102	103	3
Flete	3,736,191,949	4,406,147,594	536,533,538	35,247,094	41,567,430	5,061,637
Ton-km	284,002,257	364,471,501	62,173,499	2,679,267	3,438,410	586,542
toneladas	768,563	779,471	22,710	7,251	7,354	214
Distancia	27,791	66,144	10,543	262	624	99

## CASO 8: TRAFICO TOTAL DE CEMENTO

	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6
$N_{jd} = 2115$	613	737	272	195	172	126
$n_{jd} = 337$	13	23	33	50	92	126

	$\sum_{i=1}^{n_{jd}} y_{jdi}$					
carros	16	168	920	3,710	17,705	72,323
Flete	9,535,315	84,465,464	361,257,761	1,447,411,622	7,276,051,179	16,098,232,328
Ton-km	806,581	6,889,003	27,352,475	115,219,161	582,710,962	1,144,822,200
toneladas	1,013	10,825	59,136	245,182	1,228,870	5,221,043
Distancia	10,095	15,518	16,385	24,144	48,162	33,416

	$\bar{y}_{jd} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{jd}} y_{jdi}}{n_{jd}}$					
carros	1	7	28	74	192	574
Flete	733,486	3,672,411	10,947,205	28,948,232	79,087,513	127,763,749
Ton-km	62,045	299,522	828,863	2,304,383	6,333,815	9,085,890
toneladas	78	471	1,792	4,904	13,357	41,437
Distancia	777	675	497	483	524	265

	$N_{jd}(\bar{y}_{jd})$					
carros	754	5,383	7,583	14,469	33,101	72,323
Flete	449,626,777	2,706,567,259	2,977,639,727	5,644,905,326	13,603,052,204	16,098,232,328
Ton-km	38,033,383	220,747,621	225,450,701	449,354,728	1,089,416,146	1,144,822,200
toneladas	47,773	346,884	487,420	956,211	2,297,453	5,221,043
Distancia	476,018	497,251	135,052	94,162	90,042	33,416

	Estimador del Total $\hat{Y}_d = \sum_j N_{jd} \bar{y}_{jd}$	Total Poblacional $Y_d = \sum_i y_{id}$	Error estándar = $\sqrt{V(\hat{Y}_d)}$ $V(\hat{Y}_d) = \sum_j \frac{N_{jd}^2 S_{jd}^2}{n_{jd}} \times (1 - \frac{n_{jd}}{N_{jd}})$	Estimación de la Media $\hat{Y}_d = \frac{\sum_j N_{jd} \bar{y}_{jd}}{\sum_j N_{jd}}$	Media poblacional $\bar{Y} = \frac{\sum_i y_{id}}{N_d}$	Error estándar = $\sqrt{V(\hat{Y}_d)}$ $V(\hat{Y}_d) = \frac{1}{N_d^2} \sum_j \frac{N_{jd}^2 S_{jd}^2}{n_{jd}} \times (1 - \frac{n_{jd}}{N_{jd}})$
carros	133,613	132,221	988	63	63	0
Flete	41,480,023,621	42,416,488,910	1,203,575,402	19,612,304	20,055,077	569,066
Ton-km	3,167,824,780	3,323,799,690	123,189,384	1,497,789	1,571,536	58,246
toneladas	9,356,784	9,305,027	74,684	4,424	4,400	35
Distancia	1,325,940	1,433,941	155,717	627	678	74

**CASO 9: MOVIMIENTOS MENORES A 100 KMS DE  
EMBARQUES MENORES A 25 TONELADAS**

	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6
$N_{jd} = 310$	308	2	0	0	0	0
$n_{jd} = 6$	6	0	0	0	0	0

	$\sum_{i=1}^{n_{jd}} y_{jdi}$					
carros	7	0	0	0	0	0
Flete	465,088	0	0	0	0	0
Ton-km	4,711	0	0	0	0	0
toneladas	86	0	0	0	0	0
Distancia	286	0	0	0	0	0

	$\bar{y}_{jd} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{jd}} y_{jdi}}{n_{jd}}$					
carros	1	-	-	-	-	-
Flete	77,515	-	-	-	-	-
Ton-km	785	-	-	-	-	-
toneladas	14	-	-	-	-	-
Distancia	48	-	-	-	-	-

	$N_{jd}(\bar{y}_{jd})$					
carros	359	-	-	-	-	-
Flete	23,874,517	-	-	-	-	-
Ton-km	241,806	-	-	-	-	-
toneladas	4,420	-	-	-	-	-
Distancia	14,681	-	-	-	-	-

	Estimador del Total $\hat{Y}_d = \sum_j N_{jd} \bar{y}_{jd}$	Total Poblacional $Y_d = \sum_i y_{id}$	Error estándar = $\sqrt{V(\hat{Y}_d)}$ $V(\hat{Y}_d) = \sum_j \frac{N_{jd}^2 S_{jd}^2}{n_{jd}} \times (1 - \frac{n_{jd}}{N_{jd}})$	Estimación de la Media $\hat{Y}_d = \frac{\sum_j N_{jd} \bar{y}_{jd}}{\sum_j N_{jd}}$	Media poblacional $\bar{Y} = \frac{\sum_i y_{id}}{N_d}$	Error estándar = $\sqrt{V(\hat{Y}_d)}$ $V(\hat{Y}_d) = \frac{1}{N_d^2} \sum_j \frac{N_{jd}^2 S_{jd}^2}{n_{jd}} \times (1 - \frac{n_{jd}}{N_{jd}})$
carros	359	332	3	1	1	0
Flete	23,874,517	27,337,330	3,373,469	77,015	88,185	10,882
Ton-km	241,806	235,869	8,479	780	761	27
toneladas	4,420	4,734	83	14	15	0
Distancia	14,681	15,678	460	47	51	1

## Anexo 5. Estimaciones con la ponderación especial y combinación de estratos.

### Caso 1: Tráfico de Importación. Maíz de Tampico a Tlalnepantla

Estrato h	Peso del estrato	Tonelaje en la		Tonelaje Estimado	Distancia asociada al movimiento en la:		Distancia estimada	Toneladas-Kilómetro		Ton-Km Estimadas
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra		Subpoblación	Muestra	
1	0.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3-4	2.0000	7,469	4,599	9,197	1,870	935	1,870	6,983,936	4,299,663	8,599,326
5	1.7500	97,476	54,413	95,222	6,545	3,740	6,545	91,140,172	50,875,688	89,032,453
6	1.0000	82,318	82,318	82,318	2,805	2,805	2,805	76,967,349	76,967,349	76,967,349
		<b>187,264</b>	141,329	<b>186,737</b>	<b>11,220</b>	7,480	<b>11,220</b>	<b>175,091,457</b>	132,142,699	<b>174,599,128</b>

Estrato h	Peso del estrato	Flete		Flete Estimado	N° de Carros		Estimación N° de carros
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra	
1	0.0000	0	0	0	0	0	0
2	0.0000		0	0	0	0	0
3-4	2.0000	94,686,213	56,340,204	112,680,408	106	68	136
5	1.7500	1,048,035,688	592,451,721	1,036,790,512	1,339	748	1,309
6	1.0000	813,906,103	813,906,103	813,906,103	1,189	1,189	1,189
		<b>1,956,628,004</b>	1,462,698,028	<b>1,963,377,023</b>	<b>2,634</b>	2,005	<b>2,634</b>

### Caso 3: Movimiento de Remolques sobre Plataforma de Los Mochis a Cd. Juárez

Estrato h	Peso del estrato	Tonelaje en la		Tonelaje Estimado	Distancia asociada al movimiento en la:		Distancia estimada	Toneladas-Kilómetro		Ton-Km Estimadas
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra		Subpoblación	Muestra	
1	0.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2-4	6.0000	8,544	2,602	15,612	12,288	2,048	12,288	8,749,056	2,664,448	15,986,688
5	0.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<b>8,544</b>	<b>2,602</b>	<b>15,612</b>	<b>12,288</b>	<b>2,048</b>	<b>12,288</b>	<b>8,749,056</b>	<b>2,664,448</b>	<b>15,986,688</b>

Estrato h	Peso del estrato	Flete		Flete Estimado	N° de Carros		Estimación N° de carros
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra	
1	0.0000	0	0	0	0	0	0
2-4	6.0000	136,417,494	37,782,879	226,697,274	429	131	786
5	0.0000	0	0	0	0	0	0
6	0.0000	0	0	0	0	0	0
		<b>136,417,494</b>	<b>37,782,879</b>	<b>226,697,274</b>	<b>429</b>	<b>131</b>	<b>786</b>

### Caso 7: Tráfico de Cemento con destino en Pantaco

Estrato h	Peso del estrato	Tonelaje en la		Tonelaje Estimado	Distancia asociada al movimiento en la:		Distancia estimada	Toneladas-Kilómetro		Ton-Km Estimadas
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra		Subpoblación	Muestra	
1-3	12.5000	52,590	7,392	92,403	30,701	1,305	16,313	23,606,177	2,044,998	25,562,475
4	9.0000	102,385	12,306	110,751	15,586	299	2,691	87,268,459	2,266,016	20,394,148
5	1.6667	424,286	253,493	422,489	18,136	10,308	17,180	211,134,729	126,859,339	211,432,231
6	1.0000	200,211	200,211	200,211	1,721	1,721	1,721	42,462,137	42,462,137	42,462,137
		<b>779,471</b>	<b>473,402</b>	<b>825,853</b>	<b>66,144</b>	<b>13,633</b>	<b>37,905</b>	<b>364,471,501</b>	<b>173,632,490</b>	<b>299,850,991</b>

Estrato h	Peso del estrato	Flete		Flete Estimado	Nº de Carros		Estimación Nº de carros
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra	
1-3	12.5000	292,050,114	36,317,845	453,973,063	809	121	1,513
4	9.0000	864,901,516	45,835,627	412,520,643	1,431	169	1,521
5	1.6667	2,638,902,685	1,524,520,958	2,540,868,263	5,953	3,602	6,003
6	1.0000	610,293,279	610,293,279	610,293,279	2,751	2,751	2,751
		<b>4,406,147,594</b>	<b>2,216,967,709</b>	<b>4,017,655,248</b>	<b>10,944</b>	<b>6,643</b>	<b>11,788</b>

**Caso 9: Movimientos menores a 100 kms de embarques menores a 25 toneladas.**

Estrato h	Peso del estrato	Tonelaje en la		Tonelaje Estimado	Distancia asociada al movimiento en la:		Distancia estimada	Toneladas-Kilómetro		Ton-Km Estimadas
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra		Subpoblación	Muestra	
1-2	51.6667	4,734	86	4,443	15,678	286	14,777	235,869	4,711	243,402
3	0.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<b>4,734</b>	<b>86</b>	<b>4,443</b>	<b>15,678</b>	<b>286</b>	<b>14,777</b>	<b>235,869</b>	<b>4,711</b>	<b>243,402</b>

Estrato h	Peso del estrato	Flete		Flete Estimado	Nº de Carros		Estimación Nº de carros
		Subpob.	Muestra		Subpob.	Muestra	
1-2	51.6667	27,337,330	465,088	24,029,547	332	7	362
3	0.0000	0	0	0	0	0	0
4	0.0000	0	0	0	0	0	0
5	0.0000	0	0	0	0	0	0
6	0.0000	0	0	0	0	0	0
		<b>27,337,330</b>	<b>465,088</b>	<b>24,029,547</b>	<b>332</b>	<b>7</b>	<b>362</b>

**A**

## nexo 6. El muestreo aleatorio simple como alternativa para la estimación de subpoblaciones.

Para aquellas subpoblaciones con tendencia a concentrarse en un solo estrato se aconseja la utilización del muestreo aleatorio simple sobre la subpoblación o dominio de interés.

Para el establecimiento del tamaño de muestra se considera conveniente llevar a cabo una comparación entre los tamaños determinados para cada variable involucrada y para cada parámetro que se pretenda estimar, eligiendo de entre ellos al que resulte mayor, ya que con este proceso se asegura la mejor estimación para todas las variables y para todos los parámetros.

Sin embargo, con el propósito de facilitar la explicación y pretendiendo ser congruente con la metodología estadounidense, a continuación se determina el tamaño de muestra considerando como parámetro en estudio al total del número de carros<sup>20</sup>.

Las ecuaciones necesarias para encontrar el tamaño de muestra cuando se desea estimar un total son ampliamente conocidas y se expresan como:

$$n_o = \frac{N^2 S^2}{V} \quad (1)$$

$$n = \frac{n_o}{1 + \frac{n_o}{N}} \quad (2)$$

Donde:  $N$  = tamaño de la subpoblación

$S^2$  = Varianza poblacional

$n_o$  = primera aproximación del tamaño de muestra

$n$  = tamaño de muestra

---

<sup>20</sup> Como ejemplo de otras variables y de otros parámetros que podrían ser utilizados, se pueden mencionar: al número promedio de toneladas por guía, al número total de toneladas-kilómetro y la razón ingreso por carro, entre otros.

$V$  = es la varianza estipulada o pretendida y está en función de la precisión con que se desea la estimación.

La varianza estipulada del estimador,  $V$ , está dada por el cuadrado de la desviación estándar o cociente del error convenido " $d$ " ( $x$  por ciento del parámetro poblacional) entre el valor de la abscisa " $t$ " en la distribución normal que deja en la parte central de la curva una área igual a la confianza especificada (entre 0 y 100%), es decir:

$$V = \left( \frac{d}{t} \right)^2 \quad (3)$$

Ejemplificando para la subpoblación de los embarques ferroviarios de 25 toneladas o menos a una distancia de traslado menor o igual a 100 km, que se concentran principalmente en el estrato uno, y considerando un error en la estimación del número total de carros no superior al 5% y una confianza del 80% se tiene que:

Según el informe E-2 de FNM se determinó que para el año de 1996, esa subpoblación estaba conformada por 310 guías que amparaban un total de 332 carros, lo que representa un promedio de carros por guía de 1.071 carros/guía.

El 5% de porcentaje de error en el número de carros equivale a:

$$d = 0.05(332) = 16.6 \text{ carros}$$

En tanto que la el valor de  $t$  para una confianza del 80% es 1.28

Por lo que sustituyendo en la ecuación 3, el valor de la varianza estipulada resulta de:

$$V = \left( \frac{16.6}{1.28} \right)^2 = 168.2 \text{ carros}$$

Con base en la información de esa subpoblación para 1996, se calculó que su varianza,  $S^2$ , es de 0.079 carros. De esta manera, sustituyendo valores en la ecuación 1 se tiene que una primera aproximación del tamaño de muestra es:

$$n_o = \frac{N^2 S^2}{V} = \frac{310^2 (0.079)}{168.2} = 45.14$$

corrigiendo este primer valor con la expresión 2 se tiene que:

$$n = \frac{45.14}{1 + \frac{45.14}{310}} = 39.4 \text{ guías}$$

De este modo, es necesario determinar 40 números aleatorios que se asociarán al número secuencial de las guías en el marco muestral. Al igual que en el muestreo estratificado se recomienda que la obtención de los números aleatorios se realice a través de programas de computo. Así 40 números aleatorios elegidos con esa herramienta se muestran en la siguiente tabla.

### TABLA DE NUMEROS ALEATORIOS

7	97	122	147	190	210	248	276
52	101	130	174	193	215	258	281
62	104	136	181	199	226	264	283
66	114	139	184	202	227	265	296
77	118	146	186	207	237	270	309

De la muestra seleccionada a través de los números aleatorios de la tabla anterior, con base en la media muestral se estima la media poblacional:

$$\hat{Y} = \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} = \frac{44}{40} = 1.1 \text{ carro/guía}$$

La estimación del total, producto de la selección de una muestra aleatoria simple se obtiene mediante la multiplicación de la media muestral por el tamaño de la subpoblación, es decir:

$$\hat{Y} = N\bar{y}$$

Así, sustituyendo los valores del ejemplo en la expresión anterior, se obtiene una estimación del número total de carros de:

$$\hat{Y} = 310(1.1) = 341 \text{ carros}$$

dicha estimación comparada con el parámetro poblacional (332 carros) resulta mayor que éste en un 2.7%.

Específicamente, la expresión para estimar la variancia de la estimación del total de una subpoblación en muestreo aleatorio simple es:

$$\hat{V}(\hat{Y}) = N^2 \frac{1-f}{n} s^2$$

para el ejemplo, la varianza de la muestra ( $s^2$ ) es 0.018123, consecuentemente se tiene que la estimación de la varianza del estimado del número total de carros de la subpoblación es:

$$\hat{V}(\hat{Y}) = N^2 \frac{1-f}{n} s^2 = 310^2 \frac{(1 - \frac{40}{310})}{40} 0.018123 = 37.92$$

La aplicación de las formulas anteriores para resto de las variables se presenta en el cuadro siguiente:

Variable $y$	$\sum_{i=1}^n y_i$	$\hat{Y} = \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$	$\hat{Y} = N\bar{y}$	Error = $\sqrt{\hat{V}(\hat{Y})}$ $\hat{V}(\hat{Y}) = N^2 \frac{1-f}{n} s^2$
Carros	44	1.1	341	6.16
Flete	3,348,237	83,706	25,948,860	1,414,892
Toneladas	564	14	4,340	109
Ton-km	29,405	735	228,160	10,536
Distancia	2,042	51	15,810	567

Adicionalmente, en muestreo aleatorio simple, la estimación de razones se obtiene a través de las siguientes expresiones:

$$\hat{R} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{\sum_{i=1}^n x_i}$$

Sustituyendo los valores de la muestra de la subpoblación del ejemplo se tiene que la razón toneladas por carro es:

$$\hat{R} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{\sum_{i=1}^n x_i} = \frac{564}{44} = 12.8 \text{ ton/carro}$$

En comparación con el parámetro poblacional de 14.26 ton/carro dicha estimación está subestimada en un 11%.

Asimismo, la varianza del estimador se obtiene a través de la siguiente ecuación:

$$V(\hat{R}) = \frac{1-f}{n\bar{X}^2} \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - Rx_i)^2}{N-1}$$

De modo que, la varianza del estimado de la razón del ejemplo es:

$$V(\hat{R}) = \frac{1-f}{n\bar{X}^2} \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - Rx_i)^2}{N-1} = \frac{1-\frac{40}{310}}{40(1.071^2)} \frac{14,763.9}{309} = \frac{12,859}{14,177} = 0.9070$$

en tanto que el estimador de dicha varianza se expresa como:

$$\hat{V}(\hat{R}) = \frac{1-f}{n\bar{x}^2} \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{R}x_i)^2}{n-1}$$

de modo que sustituyendo los valores del ejemplo se tiene que la varianza estimada del estimado de la razón toneladas/carro es:

$$\hat{V}(\hat{R}) = \frac{1-f}{n\bar{x}^2} \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{R}x_i)^2}{n-1} = \frac{1-\frac{40}{310}}{40(1.1^2)} \frac{2,545.5}{39} = \frac{2,217}{1,887} = 1.17$$

**Anexo 7. Estructura de la base maestra de la muestra de las guías de carga del Surface Transportation Board de 1996.**

Nº	NOMBRE	Tipo	Número de posiciones
1	Número de serie único. <sup>i</sup>	N	6
2	Número de guía. <sup>ii</sup>	N	6
3	Fecha de la guía. <sup>2</sup>	N	6
4	Período contable <sup>2</sup>	N	4
5	<b>Número de carros.<sup>2</sup></b>	<b>N</b>	<b>4</b>
6	Inicial del carro. <sup>2</sup>	A	3
7	Número del carro. <sup>2</sup>	N	3
8	Código del Servicio TOFC/COFC. <sup>2</sup>	A/N	3
9	Número de Unidades TOFC/COFC. <sup>2</sup>	N	4
10	<b>Inicial del remolque o contenedor TOFC/COFC.<sup>2</sup></b>	A	4
11	Número del remolque o contenedor TOFC/COFC. <sup>2</sup>	N	6
12	<b>Código de la mercancía, Standard Transportation Code STCC. (Acompañado de la serie 50, para carga suelta transportada en furgones, o de la serie 49 HAZMAT para mercancías peligrosas).<sup>2</sup></b>	<b>N</b>	<b>7</b>
13	<b>Peso facturado en Ton.<sup>2</sup></b>	<b>N</b>	<b>9</b>
14	Peso real en Ton. <sup>2</sup>	N	9
15	<b>Ingreso por la carga.<sup>2</sup></b>	<b>N</b>	<b>9</b>
16	Cargos por tránsito. <sup>2</sup>	N	9
17	Cargos diversos. <sup>2</sup>	N	9

<sup>i</sup> Asignad

18	Código inter-intra estatal. <sup>2</sup>	N	1
19	Código de mercancía en tránsito. <sup>2</sup>	N	1
20	Código ferrocarril o intermodal. <sup>2</sup>	N	1
21	Tipo de movimiento (importación/exportación). <sup>2</sup>	N	1
22	Tipo de movimiento por agua. <sup>2</sup>	N	1
23	Sustitución de autotransporte por ferrocarril. <sup>2</sup>	N	1
24	Kilometraje de líneas cortas. <sup>i</sup>	N	4
25	Código de refacturación. <sup>2</sup>	N	1
26	Identificación del número de estrato. <sup>2</sup>	N	1
27	Código de la submuestra. <sup>1</sup>	N	1
28	Indicador de tipo de equipo intermodal. <sup>2</sup>	N	1
29 <sup>i</sup>	Indicador del tipo de cálculo de tarifa. <sup>2</sup>	N	1
30	Identificador de guía para recuperación. <sup>2</sup>	A/N	25
31	Código del ferrocarril reportante. <sup>2</sup>	N	3
<b>32</b>	<b>Código de la estación de origen.<sup>2</sup></b>	<b>N</b>	<b>5</b>
33	Código del ferrocarril de origen. <sup>2</sup>	N	3
34	Código de la primera estación de intercambio. <sup>2</sup>	A	5
35	Código del primer puente <sup>i</sup> ferroviario. <sup>2</sup>	N	3
36	Código de la segunda estación de intercambio. <sup>2</sup>	A	5
37	Código del segundo puente ferroviario. <sup>2</sup>	N	3
38	Código de la tercera estación de intercambio. <sup>2</sup>	A	5
39	Código del tercer puente ferroviario. <sup>2</sup>	N	3

<sup>20</sup> Este campo sólo es utilizado por el STB para análisis internos.

<sup>21</sup> Por definición un puente ferroviario es el trayecto intermedio que no puede incluir las estaciones de origen o terminación del movimiento.

40	Código de la cuarta estación de intercambio. <sup>2</sup>	A	5
41	Código del cuarto puente ferroviario. <sup>2</sup>	N	3
42	Código de la quinta estación de intercambio. <sup>2</sup>	A	5
43	Código del quinto puente ferroviario. <sup>2</sup>	N	3
44	Código de la sexta estación de intercambio. <sup>2</sup>	A	5
45	Código del sexto puente ferroviario. <sup>2</sup>	N	3
46	Código de la séptima estación de intercambio. <sup>2</sup>	A	5
47	Código del séptimo puente ferroviario. <sup>2</sup>	N	3
48	Código de la octava estación de intercambio. <sup>2</sup>	A	5
49	Código del octavo puente ferroviario. <sup>2</sup>	N	3
50	Código de la novena estación de intercambio. <sup>2</sup>	A	5
51	Código del ferrocarril de terminación. <sup>2</sup>	N	3
<b>52</b>	<b>Código de la estación de destino.<sup>2</sup></b>	<b>N</b>	<b>5</b>
53	Tamaño de la población de guías en el estrato. <sup>2</sup>	N	8
54	Número de guías elegidas en el estrato. <sup>2 ói</sup>	N	6
55	Período del reporte mensual (1) trimestral (2). <sup>1</sup>	N	1
56	Código uniforme del propietario del carro. <sup>i</sup>	A	4
57	Código del ferrocarril propietario del carro. <sup>5</sup>	A	4
58	Capacidad en volumen del carro (pies cúbicos). <sup>5</sup>	N	5
59	Capacidad en peso del carro (miles de libras). <sup>5</sup>	N	3
60	Peso tara del carro. <sup>5</sup>	N	4
61	Longitud exterior del carro. <sup>5</sup>	N	5
62	Ancho exterior del carro. <sup>5</sup>	N	4
63	Altura exterior del carro. <sup>5</sup>	N	4

64	Altura extrema exterior del carro. <sup>5</sup>	N	4
65	Código del tipo de ruedas y de frenos del carro. <sup>5</sup>	N	1
66	Código del número de ejes. <sup>5</sup>	A/N	1
67	Mecanismo de acoplamiento del carro. <sup>5</sup>	N	2
68 <sup>i</sup>	Número de unidades articuladas. <sup>5</sup>	N	1
69	Código del usuario asignado del carro. <sup>5</sup>	N	7
70	Código de la descripción general del equipo. <sup>5</sup>	A/N	4
71	Designación mecánica de la AAR. <sup>5</sup>	A	4
72 <sup>i</sup>	Código del estado emisor de la licencia del equipo. <sup>5</sup>	A	4
73	Peso máximo sobre el riel en cientos de libras. <sup>5</sup>	N	3
74	Código de posición de la estación de origen. <sup>3</sup>	N	6
75	Código de posición de la estación de destino. <sup>3</sup>	N	6
76	Código de la mercancía (igual que 12 pero sin el código de carga suelta o peligrosa). <sup>i</sup>	N	7
77	Abreviatura Alpha <sup>i</sup> del ferrocarril de origen. <sup>3</sup>	A	4
78	Abreviatura Alpha del primer ferrocarril puente. <sup>3</sup>	A	4
79	Abreviatura Alpha del segundo ferrocarril puente. <sup>3</sup>	A	4
80	Abreviatura Alpha del tercer ferrocarril puente. <sup>3</sup>	A	4
81	Abreviatura Alpha del cuarto ferrocarril puente. <sup>3</sup>	A	4
82	Abreviatura Alpha del quinto ferrocarril puente. <sup>3</sup>	A	4
83	Abreviatura Alpha del sexto ferrocarril puente. <sup>3</sup>	A	4

<sup>22</sup> Un carro articulado consiste de dos o más carros permanentemente unidos de manera que no pueden ser separados durante las operaciones.

<sup>23</sup> Solo aplica para equipo intermodal TOFC/COFC.

<sup>24</sup> Abreviatura Alpha con base en la "Accounting Rule 260". Al parecer esta clave tiene propósitos fiscales.

84	Abreviatura Alpha del séptimo ferrocarril puente. <sup>3</sup>	A	4
85	Abreviatura Alpha del octavo ferrocarril puente. <sup>3</sup>	A	4
86	Abreviatura Alpha de ferrocarril de terminación. <sup>3</sup>	A	4
87	Número total de conexiones entre ferrocarriles en la ruta. <sup>4</sup>	N	1
88 <sup>i</sup>	Factor teórico de expansión. <sup>4</sup>	N	3
89	Indicador de error de ruta. <sup>4</sup>	A	1
90	Clasificación STB del tipo de carro. <sup>i</sup>	N	2
91	Número de serie único. <sup>1</sup>	N	6
92	Códigos de error de la AAR. <sup>1</sup>	N	2
93	Código del propietario del equipo. <sup>5</sup> : (R)=ferrocarril, (P)=privado; (T)=tren de trailers	A	1
94	Descripción general del equipo intermodal de AAR. <sup>5</sup>	A/N	4
95	Fecha de desregulación de la mercancía. <sup>6</sup>	N	8
96	Indicador de desregulación de la mercancía. <sup>6</sup>	A	1
97	Tipo de servicio. <sup>4</sup>	N	1
98	Carros de carga expandidos (5 x 88). <sup>4</sup>	N	6
<b>99</b>	<b><i>Peso facturado en toneladas (igual a 13 en ton).</i></b> <sup>4</sup>	<b>N</b>	<b>7</b>
100	Toneladas expandidas (99 x 88). <sup>4</sup>	N	8
101	Trailer/contenedor expandido (9 x 88). <sup>4</sup>	N	6
102	Ingresos totales expandidos (15 x 88). <sup>4</sup>	N	10
103	Ingresos expandidos correspondientes al ferrocarril de origen. <sup>4</sup>	N	10

<sup>25</sup> Es el inverso de la tasa de muestreo (igual al 26) y es utilizado para expandir las estadísticas al 100% de carros, ton, trailer o contenedor e ingresos.

104	Porción de ingresos expandidos correspondientes al segundo ferrocarril participante en la ruta. <sup>4</sup>	N	10
105	Porción de ingresos expandidos correspondientes al tercer ferrocarril participante en la ruta. <sup>4</sup>	N	10
106	Porción de ingresos expandidos correspondientes al cuarto ferrocarril participante en la ruta. <sup>4</sup>	N	10
107	Porción de ingresos expandidos correspondientes al quinto ferrocarril participante en la ruta. <sup>4</sup>	N	10
108	Porción de ingresos expandidos correspondientes al sexto ferrocarril participante en la ruta. <sup>4</sup>	N	10
109	Porción de ingresos expandidos correspondientes al séptimo ferrocarril participante en la ruta. <sup>4</sup>	N	10
110	Porción de ingresos expandidos correspondientes al octavo ferrocarril participante en la ruta. <sup>4</sup>	N	10
111	Porción de ingresos expandidos correspondientes al noveno ferrocarril participante en la ruta. <sup>4</sup>	N	10
112	Ingresos expandidos correspondientes al ferrocarril de origen. <sup>4</sup>	N	10
113 <sup>i</sup>	Distancia recorrida por el primer ferrocarril. <sup>4</sup>	N	5
114	Distancia recorrida por el segundo ferrocarril. <sup>4</sup>	N	5
115	Distancia recorrida por el tercer ferrocarril. <sup>4</sup>	N	5
116	Distancia recorrida por el cuarto ferrocarril. <sup>4</sup>	N	5
117	Distancia recorrida por el quinto ferrocarril. <sup>4</sup>	N	5
118	Distancia recorrida por el sexto ferrocarril. <sup>4</sup>	N	5
119	Distancia recorrida por el séptimo ferrocarril. <sup>4</sup>	N	5
120	Distancia recorrida por el octavo ferrocarril. <sup>4</sup>	N	5
121	Distancia recorrida por el noveno ferrocarril. <sup>4</sup>	N	5

<sup>26</sup> Todas estas distancias se calculan utilizando el “Princeton Transportation Network Model” o Modelo de Redes de Transporte de Princeton.

122	Distancia recorrida por el ferrocarril de terminación. <sup>4</sup>	N	5
<b>123<sup>i</sup></b>	<b><i>Distancia total recorrida por todos los ferrocarriles.<sup>4</sup></i></b>	<b>N</b>	<b>5</b>
124	Abreviatura del estado de origen. <sup>3</sup>	A	2
125	Abreviatura del estado en el cual se registra el primer intercambio entre ferrocarriles. <sup>3</sup>	A	2
126	Abreviatura del estado en el cual se registra el segundo intercambio entre ferrocarriles. <sup>3</sup>	A	2
127	Abreviatura del estado en el cual se registra el tercer intercambio entre ferrocarriles. <sup>3</sup>	A	2
128	Abreviatura del estado en el cual se registra el cuarto intercambio entre ferrocarriles. <sup>3</sup>	A	2
129	Abreviatura del estado en el cual se registra el quinto intercambio entre ferrocarriles. <sup>3</sup>	A	2
130	Abreviatura del estado en el cual se registra el sexto intercambio entre ferrocarriles. <sup>3</sup>	A	2
131	Abreviatura del estado en el cual se registra el séptimo intercambio entre ferrocarriles. <sup>3</sup>	A	2
132	Abreviatura del estado en el cual se registra el octavo intercambio entre ferrocarriles. <sup>3</sup>	A	2
133	Abreviatura del estado en el cual se registra el noveno intercambio entre ferrocarriles. <sup>3</sup>	A	2
134	Abreviatura del estado en el cual se registra la terminación del movimiento. <sup>3</sup>	A	2
135 <sup>i</sup>	Código del Area Económica de Negocios (Business Economic Area, BEA) de la localidad de origen de la carga. <sup>i</sup>	N	3

<sup>27</sup> Suma aritmética de los diez campos previos.

137	Código de Procesamiento Estándar de Información Federal (Federal Information Processing Estándar, FIPS) del país en que se origina el movimiento. <sup>8</sup>	N	5
138	Código de Procesamiento Estándar de Información Federal (Federal Information Processing Estándar, FIPS) del país en que se termina el movimiento. <sup>8</sup>	N	5
139	Código del área de origen de la tarifa de carga. <sup>7</sup>	N	2
140	Código del área de terminación de la tarifa de carga. <sup>7</sup>	N	2
141	Tipo de territorio de la tarifa de carga del origen. <sup>7</sup>	N	1
142	Tipo de territorio de la tarifa de carga del destino. <sup>7</sup>	N	1
143	Código de la localización de origen según el Standard Metropolitan Statistical Area, SMSA. <sup>8</sup>	N	4
144	Código de la localización de destino según el Standard Metropolitan Statistical Area, SMSA. <sup>8</sup>	N	4
145	Número de nodo asignado a la localidad de origen según el Princenton Transportation Network Model (Origin NET3 Number). <sup>4</sup>	N	5
146	Número de nodo asignado a la localidad del primer intercambio (First Junction NET3 Number). <sup>4</sup>	N	5
147	Número de nodo asignado a la localidad del segundo intercambio (Second Junction NET3 Number). <sup>4</sup>	N	5
148	Número de nodo asignado a la localidad del tercer intercambio (Third Junction NET3 Number). <sup>4</sup>	N	5
149	Número de nodo asignado a la localidad del cuarto intercambio (Fourth Junction NET3 Number). <sup>4</sup>	N	5
150	Número de nodo asignado a la localidad del quinto intercambio (Fifth Junction NET3 Number). <sup>4</sup>	N	5
151	Número de nodo asignado a la localidad del sexto intercambio (Sixth Junction NET3 Number). <sup>4</sup>	N	5

<sup>28</sup> Editado por: "Department of Commerce – Buteau of Economic Analysis".

152	Número de nodo asignado a la localidad del séptimo intercambio (Seventh Junction NET3 Number). <sup>4</sup>	N	5
153	Número de nodo asignado a la localidad del octavo intercambio (Eighth Junction NET3 Number). <sup>4</sup>	N	5
154	Número de nodo asignado a la localidad del noveno intercambio (Ninth Junction NET3 Number). <sup>4</sup>	N	5
155	Número de nodo asignado a la localidad de destino según el Princenton Transportation Network Model (Termination NET3 Number). <sup>4</sup>	N	5
156	Indicador de que la ruta atraviesa un estado en particular (uno por cada estado). <sup>4</sup>	N	1 <sup>i</sup>
157	Código armonizado internacional. Descripción derivada del Archivo Armonizado de Tarifas de los Estados Unidos (Harmonized Tariff Schedule of the United States). <sup>6</sup>	A	12
158	Clasificación Estándar de la Industria (basada en la clasificación estadística económica de la industria). <sup>6</sup>	A	4
159	Clasificación Internacional Estándar de la Industria. <sup>6</sup>	A	4
160	Código del Dominio de Canadá (utilizado para la publicación mensual del "Railway Transport-Revenue Freight Traffic"). <sup>6</sup>	A	3
161	Código de agrupación CS54 (Clasificación de mercancías utilizado semanalmente para el reporte CS54 de carros de carga). <sup>6</sup>	A	2
162	Tipo de la estación de carga de origen. <sup>3</sup>	A	4
163	Tipo de la estación de carga de destino. <sup>3</sup>	A	4
164	Código "Zip" utilizado para representar el área geográfica de la estación de origen con propósitos de clasificación. <sup>3</sup>	N	9
165	Código "Zip" utilizado para representar el área geográfica de la estación de destino con propósitos de clasificación. <sup>3</sup>	N	9

<sup>29</sup> Este indicador se repite 50 veces, uno por cada estado de la Unión.

166	Código de localización puntual estándar (Standard Point Location Code, SPLC) <b>del origen</b> . Sirve para identificar el punto en términos de localización geográfica. <sup>3</sup>	N	9
167	Código de localización puntual estándar (Standard Point Location Code, SPLC) <b>del destino</b> . Sirve para identificar el punto en términos de localización geográfica. <sup>3</sup>	N	9
168	Código de localización puntual estándar (Standard Point Location Code, SPLC) <b>del limite de desvío en el origen (switch limit)</b> . <sup>3</sup>	N	9
169	Código de localización puntual estándar (Standard Point Location Code, SPLC) <b>del limite de desvío en el destino (switch limit)</b> . <sup>3</sup>	N	9
170	Indicador de la necesidad de inspección aduanal en el origen, "Y" o "N". <sup>3</sup>	A	1
171	Indicador de la necesidad de inspección aduanal en el destino, "Y" o "N". <sup>3</sup>	A	1
172	Indicador de la necesidad de inspección de granos en el origen, "Y" o "N". <sup>3</sup>	A	1
173	Indicador de la necesidad de inspección de granos en el destino, "Y" o "N". <sup>3</sup>	A	1
174	Código del tipo de rampa para carga de automóviles en el origen. <sup>3</sup>	A	1
175	Código del tipo de rampa para descarga de automóviles en el destino. <sup>3</sup>	A	1
176	Indicador del tipo de equipo e instalaciones para carga de cajas remolque o contenedores en el origen. <sup>3</sup>	A	1
177	Indicador del tipo de equipo e instalaciones para descarga de cajas remolque o contenedores en el destino. <sup>3</sup>	A	1
178	Tarifa por milla por la utilización de equipo. <sup>1</sup>	N	5
179	Tipos de tarifa por milla por equipo.	N	2

180	Región de origen según el Censo. <sup>i</sup>	A	4
181	Región de destino según el Censo. <sup>9</sup>	A	4
182	Factor Exacto de Expansión (con decimales) F=tamaño de población/tamaño de muestra) <sup>7</sup>	N	7
183	Costo Variable Total. Se utiliza el Uniform Railroad Costing System URCS. <sup>7</sup>	N	8
184	Campo en blanco o vacío. <sup>7</sup>	N	8
185	Costo variable atribuible al ferrocarril 1. <sup>7</sup>	N	8
186	Costo variable atribuible al ferrocarril 2. <sup>7</sup>	N	8
187	Costo variable atribuible al ferrocarril 3. <sup>7</sup>	N	8
188	Costo variable atribuible al ferrocarril 4. <sup>7</sup>	N	7
189	Costo variable atribuible al ferrocarril 5. <sup>7</sup>	N	7
190	Costo variable atribuible al ferrocarril 6. <sup>7</sup>	N	7
191	Costo variable atribuible al ferrocarril 7. <sup>7</sup>	N	7
192	Costo variable atribuible al ferrocarril 8. <sup>7</sup>	N	7

<sup>1</sup> Asignado por la AAR.

<sup>2</sup> Reportado por el ferrocarril.

<sup>3</sup> Dato proporcionado por el ferrocarril o la estación mediante el "Centralized Station Master"

<sup>4</sup> AKL Associates, Inc.

<sup>5</sup> Universal Machine Language Equipment Registrar (UMLER).

<sup>6</sup> Standard transportation Commodity Code (STCC).

<sup>7</sup> Surface transportation Board (STB) –Uniform Rail Costing System (URCS).

<sup>8</sup> US Department of Commerce.

<sup>9</sup> US Census Bureau.

**Anexo. 8 Para la prueba de comprobación de la autenticidad de las guías muestreadas.**

Para garantizar la calidad de los datos que formarán parte de la muestra, se considera conveniente establecer como tolerable un porcentaje mínimo de guías con incorrecciones producto de la captura.

El tamaño del error en la estimación de dicho porcentaje deberá ser el menor posible y con un alto grado de confianza. Lo cual implica necesariamente un mayor tamaño de muestra para este propósito, mismo que repercute en el costo del proceso.

De este modo, dependiendo de los recursos y de la voluntad de las partes, pueden establecerse diversos tamaños de muestra para determinar el número de originales impresos de las guías de carga a las que las empresas deberán dar acceso para comprobar la calidad de la información.

A manera de ejemplo, en el siguiente cuadro se presentan las características estadísticas para diversos tamaños de muestra.

**CARACTERISTICAS DEL TAMAÑO DE MUESTRA DE LAS COPIAS IMPRESAS DE GUIAS PARA VERIFICACIÓN DE LA AUTENTICIDAD DE LA MUESTRA**

Porcentaje de guías con error (propuesto)	Porcentaje de guías sin error	Porcentaje de error respecto a <b>P</b> (propuesto)	Valor de t para una confianza del 95% (propuesto)	Tamaño de muestra 1ª aproximación	Tamaño de muestra	Rango de variación posible de <b>P</b>	Amplitud posible de la variación de <b>P</b>
<b>P%</b>	<b>Q=100-P</b>	<b>d</b>	<b>T</b>	$n_0$	<b>N</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
0.5	99.5	100	2	796	649	0<P<1	1
1	99	100	2	396	356	0<P<2	2
3	97	50	2	517	451	1.5<P<4.5	3
5	95	50	2	304	278	2.5<P<7.5	5
3	97	100	2	129	128	0<P<6	6
5	95	100	2	76	75	0<P<10	10

Por ejemplo, la información correspondiente al primer renglón significa que únicamente se acepta como tolerable la presencia de una guía equivocada por cada 200 guías presentadas (P=0.5%). Asimismo, se establece que dicho porcentaje podría tener un margen de error del 100 %, lo que implicaría otro 0.5%, es decir, como máximo una guía incorrecta por cada 100 presentadas con una confianza del 95%. Tales restricciones, asociadas a un tamaño general de muestra de 3,495 guías, constituyen la solicitud de 649 originales impresos. Las fórmulas utilizadas (Abad, pág 75) para la realización de los cálculos fueron las siguientes:

---

$$n_0 = \frac{PQ}{V}, \quad n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}}$$

donde:

$$V = \left(\frac{d}{t}\right)^2 = \left(\frac{1(0.5)}{2}\right)^2 = \frac{0.25}{4} = 0.0625$$

sustituyendo:

$$n_0 = \frac{PQ}{V} = \frac{0.5(99.5)}{0.0625} = 796$$

$$n = \frac{796}{1 + \frac{796}{3,495}} = 648.36 = 649$$

Para este caso la estimación del porcentaje de guías con error en la muestra de originales de guías impresas deberá ser menor que el 0.5% ó de lo contrario podría determinarse su rechazo.

$$\hat{P} = \frac{a}{n} 100 < 0.5$$

donde:

$a$  = número de guías con error.