

## **ANEXO C**

**Estudio estadístico**

## Índice

1. Metodología .....	1
1.1. Introducción .....	1
1.1.1. Muestreo .....	1
1.1.2. Conceptos estadísticos básicos referentes al muestreo.....	3
1.1.3. Representatividad de las muestras .....	5
1.1.4. Etapas de un muestreo .....	6
1.2. Parámetros y estimadores .....	7
1.3. Estimación por intervalo.....	8
1.4. Aplicación al cálculo de intervalo de confianza para la media y varianza de una distribución Normal .....	9
1.5. Análisis de la varianza .....	10
2. Muestreo .....	11
2.1. Datos de partida .....	11
2.2. Propuesta de programa de muestreo .....	14
2.3. Programa de aforos definitivo .....	16
2.4. Aforos .....	18
2.5. Resultados de los aforos .....	20
3. Aplicación a los resultados de los aforos.....	26
3.1. Estudio generalizado .....	26
3.2. Estudio pormenorizado .....	47
3.2.1. Estudio del tránsito por la autopista AP-68.....	47
3.2.2. Estudio del tránsito por la carretera nacional N-111 .....	69
4. Resultado del tratamiento estadístico.....	76
4.1. Estudio generalizado .....	77
4.2. Estudio pormenorizado .....	78
4.2.1. Estudio del tránsito por la autopista AP-68.....	79
4.2.2. Estudio del tránsito por la carretera nacional N-111 .....	80

# 1. Metodología

## 1.1. Introducción

La información referente a las mercancías peligrosas circulantes por las carreteras de La Rioja como tráficos de tránsito, se obtiene por procedimientos estadísticos, es decir, por muestreo. El muestreo se define como la recolección física de una muestra, que es una porción representativa de un universo, objeto de interés. Para ser representativa, una muestra se debe seleccionar y manejar de modo que se conserven sus propiedades y composición originales, que constituyen los parámetros que se analizarán posteriormente. Para que una muestra proporcione datos significativos, es imprescindible que refleje las características importantes del universo del cual fue obtenida y que sea analizada dentro de un programa de mediciones precisas y con garantía de calidad.

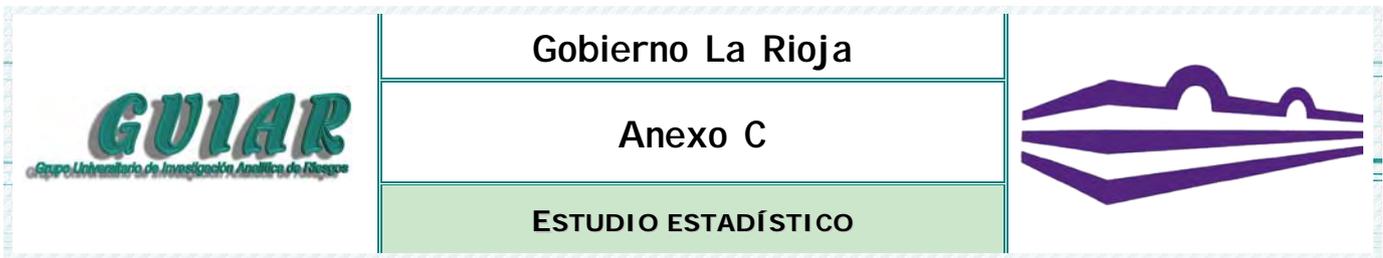
Los métodos estadísticos tratan de la recogida de datos en experimentos aleatorios y de su posterior análisis e interpretación de la manera más eficaz. Interesa el estudio del tamaño muestral adecuado en diversas situaciones de interés práctico relacionadas con la inferencia estadística basada en muestras aleatorias y su aplicación posterior.

### 1.1.1. Muestreo

Los procedimientos de muestreo y análisis se orientan a la obtención de datos que sirvan para el diseño de un sistema de recogida de la información y que permitan establecer parámetros y características de interés.

La amplia aplicación de los métodos estadísticos se debe a un hecho primordial: a partir de una experimentación muestral convenientemente diseñada, se puede obtener un conocimiento científico de la población de la cual se tomó la muestra y, por tanto, del comportamiento de futuras muestras. Si una muestra posterior tomada en un futuro está en desacuerdo con las expectativas que se tienen se dirá que dicho estado o tipología ha cambiado estadísticamente, porque esta última muestra difiere significativamente de la primera.

Al elegir una muestra, se espera que sus propiedades sean extrapolables a la población. De forma que, a través de este proceso de muestreo, se ahorren recursos,



alcanzándose resultados parecidos que si se realizase el estudio de toda la población, lo cual, por razones económicas, suele ser inabordable.

Una de las bases fundamentales de la metodología estadística consiste en el hecho de que los fenómenos en estudio son, a menudo, demasiado numerosos, extensos y multiformes, por lo que es muy difícil o imposible su observación completa. Obviamente no es posible analizar el contenido de todos los vehículos involucrados en el transporte de mercancías peligrosas por La Rioja para estudiar la tipología y composición de sus contenidos.

La estadística es una ciencia en la que la consideración de ciencia de experimentación adquiere pleno significado. El método científico usual consiste en la recogida de información experimental en forma de datos numéricos y, a partir de su tratamiento estadístico, tomar una decisión acerca de la validez de la ley en estudio.

Puesto que el método de muestreo y análisis estadístico están sujetos a la variabilidad aleatoria de las muestras, en realidad, no se sabrá si la hipótesis de partida es verdadera o falsa. Por eso, es preciso establecer los adecuados niveles de confianza.

Se entiende por incertidumbre aleatoria asociada a una estimación de un parámetro poblacional el intervalo de valores dentro de los cuales se afirma que está el valor verdadero. Así pues, el concepto de incertidumbre refleja, la necesidad de la construcción del intervalo de confianza del valor del parámetro poblacional. Por tanto, la incertidumbre da una idea de la calidad del resultado ya que muestra un intervalo de confianza alrededor del valor estimado, dentro del cual se encuentra el valor considerado como verdadero con un nivel de confianza determinado y fijado de antemano.

La incertidumbre indica la calidad de un resultado y también permite comparar resultados obtenidos por varias muestras correspondientes a diferentes épocas o analizadas por diferentes grupos de trabajo y, en consecuencia, poder concluir si ambos resultados son comparables.

La calidad de una estimación paramétrica basada en una muestra requiere las cualidades de exactitud (es decir, que los resultados no tengan un sesgo o error sistemático) y precisión (cuando se tiene poca variabilidad de los resultados).

Por otro lado, el error cometido al analizar varias veces una muestra no es siempre el mismo ya que los errores aleatorios hacen que el error cometido en cada uno de los análisis muestrales sea diferente. Sin embargo, la incertidumbre de todos los resultados obtenidos al analizar esa muestra es siempre la misma, ya que se utiliza el mismo método de análisis. Por tanto, todas las muestras que se analicen con el método tendrán la misma incertidumbre.

Como se ha indicado, debido a la incertidumbre, se comprende que la Estadística no puede obtener conclusiones ciertas a partir de las muestras. Por ello, por ejemplo, para hacer una estimación por intervalo en el tratamiento estadístico de un fenómeno en estudio se empieza por seleccionar un número llamado nivel de confianza. El nivel de confianza es la probabilidad a priori de que el intervalo de confianza a calcular contenga el verdadero valor del parámetro. Así, por ejemplo, si se escoge un valor para dicho nivel de 0,95 significa que la

decisión o estimación que se va a adoptar será correcta, en promedio, un 95 por ciento de las veces.

Si el investigador estima que, tras analizar una muestra aleatoria con un 95% de confianza, la proporción de un componente está comprendida entre 35,52% y 44,76%, puede que esta estimación no sea acertada, pero, en una larga serie de afirmaciones, será correcta aproximadamente en el 95% de ellas. Por otro lado, si se quisiera aumentar el nivel de confianza a un valor de 0,99 ocurriría que el intervalo de confianza sería más ancho (32,55% y 47,85%), disminuyendo la precisión de la estimación.

### 1.1.2. Conceptos estadísticos básicos referentes al muestreo

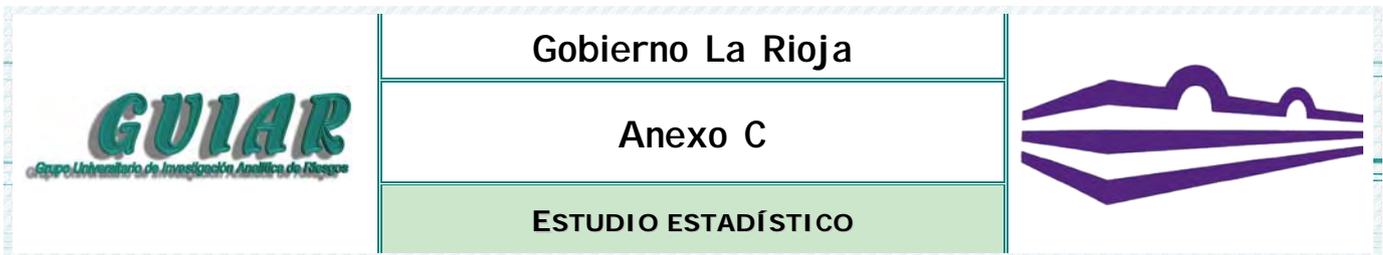
Es bien conocida la importancia del uso de técnicas estadísticas para estimar la variabilidad y facilitar una mejor utilización de los datos muestrales disponibles, para ayudar en la toma de decisiones. La variabilidad puede observarse en el comportamiento de las muestras de mercancías peligrosas, incluso bajo condiciones de aparente estabilidad y se observa en las características medibles (composición, cuantificación...). Las técnicas estadísticas ayudan a medir, describir, analizar, interpretar y hacer modelos de dicha variabilidad, incluso con una cantidad relativamente limitada de datos. El análisis estadístico de dichos datos puede ayudar a obtener un mejor entendimiento de la naturaleza, alcance y causas de la variabilidad.

Antes de la realización de un muestreo, hay que establecer las especificaciones relativas al procedimiento y a la estrategia del mismo, así como a la cantidad y localización de las muestras que han de tomarse. Todo ello según los niveles de confianza y la heterogeneidad de la composición de las muestras, en este caso de las mercancías peligrosas.

El muestreo aleatorio es un método de selección de  $n$  unidades de muestreo sacadas de una población, de tal manera que todas las muestras posibles, tienen la misma oportunidad de ser escogidas.

Claramente el estudio de muestras es preferible al estudio de toda la población por las siguientes razones:

- ◇ La población es muy grande y, por tanto, imposible de analizar en su totalidad.
- ◇ Las características de la población varían si el estudio se prolonga demasiado tiempo.
- ◇ Reducción de costes: al estudiar una pequeña parte de la población, los gastos de recogida y tratamiento de los datos serán mucho menores que si se obtienen analizando el total de la población.
- ◇ Rapidez: al reducir el tiempo de recogida y tratamiento de los datos, se consigue mayor rapidez y mayor exactitud en las mediciones.
- ◇ Viabilidad: la elección de una muestra permite la realización de estudios que serían imposibles de realizar sobre el total de la población.



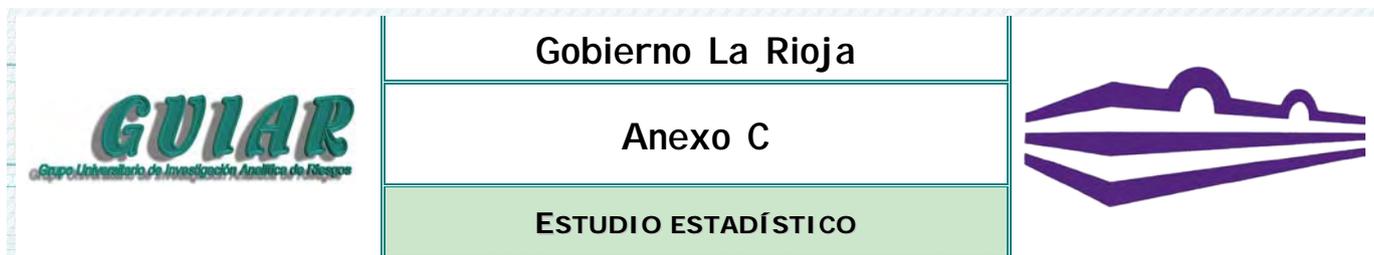
En definitiva, algunos aspectos fundamentales referentes a los métodos de muestreo estadístico de los transportes de mercancías peligrosas por La Rioja que deben ser considerados son los siguientes:

- ◊ Costo. Si los datos se obtienen únicamente de una fracción del total, los gastos económicos son admisibles y se pueden obtener resultados lo suficientemente exactos cuando se analizan muestras que representan sólo una pequeña fracción de dichos transportes de mercancías peligrosas.
- ◊ Mayor rapidez. Por la misma razón, los datos pueden ser recolectados y estudiados más rápidamente con una muestra bien seleccionada a partir de un buen diseño de muestreo. Esta es una consideración vital cuando se necesita la información con cierta rapidez.
- ◊ Mayores posibilidades. En el estudio de las mercancías peligrosas circulantes, el análisis de la muestra requiere los servicios de personal específico y cualificado, que son de disponibilidad limitada, para obtener la información muestral. Los estudios que están basados en el método de muestreo de vehículos de transporte de mercancías peligrosas tienen un mayor alcance y flexibilidad.
- ◊ Mayor exactitud. Debido a que cuando el volumen de trabajo de los análisis muestrales es reducido, se puede realizar una supervisión cuidadosa del trabajo de campo y del procesamiento de los resultados.

A partir de los datos muestrales se construyen estimadores de las propiedades de interés de las mercancías peligrosas, que pueden tener sesgo (por el estimador, por la falta de respuesta, por eliminación de valores atípicos, por errores de medición, etc.). Un estimador es un estadístico (esto es, una función de la muestra) usado para estimar un parámetro desconocido de la población. Y sesgo es un error que aparece en los resultados de un estudio debido a factores que dependen de la recolección, análisis, interpretación, publicación o revisión de los datos que pueden conducir a conclusiones que son sistemáticamente diferentes de la verdad o incorrectos acerca de los objetivos de una investigación.

Como una regla de trabajo, el efecto del sesgo en la exactitud de un estimador es despreciable si el sesgo estimado es menor del 10% de la desviación típica del estimador, según indica Cochran (1977). En este trabajo se han empleado estadísticos con mínimo error cuadrático medio, centrados (o asintóticamente insesgados) y de mínima varianza, para estimar los parámetros de centralización, variabilidad y las proporciones poblacionales de interés.

En la técnica de análisis de las mercancías peligrosas es necesario optimizar los recursos para estudiar su cuantía y composición. Este procedimiento está basado en la suposición de que el flujo de mercancías peligrosas esté bien mezclado y que una parte pequeña de él indica bien su composición y propiedades. Pero cuando el material está muy lejos de ser uniforme -como sucede con las mercancías peligrosas circulantes- se comprende bien que es crítico el método mediante el cual se selecciona la muestra y que también es muy



importante el análisis de las técnicas de muestreo que aseguren la fiabilidad de la inferencia estadística que se realiza a partir de la muestra.

### 1.1.3. Representatividad de las muestras

Como se ha comentado, es de importancia fundamental asegurar que las muestras tomadas reproducen las propiedades o parámetros a estimar del material sometido al muestreo, que constituye la población; en tal caso, se puede considerar la muestra como representativa de la cantidad base o población estudiada.

La idea general acerca de representatividad de una muestra consiste en poder establecer que en la muestra las propiedades se corresponden en gran medida con las propiedades medias de la población. El requisito de la representatividad se puede garantizar cuando se puede establecer la existencia de homogeneidad, en cambio con heterogeneidad se plantean dificultades que son crecientes cuando crece el grado de la misma. El cumplimiento del requisito de representatividad de las muestras de materiales heterogéneos exige unas consideraciones basadas en:

- ♦ Una fundamentación estadístico-matemática.
- ♦ Un conocimiento de la población de partida y de su composición.

Los fundamentos estadísticos y matemáticos proporcionan una base para el muestreo y constituyen modelos para diseñar las tomas de muestras a partir de las cuales se obtendrán los datos y las informaciones sobre el error aleatorio propio del muestreo, los intervalos de confianza en función de los tamaños muestrales seleccionados y de la variabilidad o heterogeneidad.

Un conocimiento previo de la población a analizar (en este caso, por datos del pasado o por similitudes con otras zonas geográficas), indicará, siquiera sea de un modo aproximado, la composición de la misma, en lo que respecta a su naturaleza y cantidad, así como su distribución espacial y temporal, que ayude a diseñar las muestras a tomar.

En el plan diseñado de muestreo se ha de considerar la cantidad y distribución de las muestras individuales en todo el conjunto de la población cuyos parámetros hay que estimar. En el muestreo de las mercancías peligrosas, como ya se ha indicado, se tendrá en cuenta cualquier información disponible (datos históricos pasados de suministradores, datos de otras regiones...).

De cada conjunto o cantidad parcial (en este caso, de cada carretera) deberán tomarse a continuación las muestras correspondientes y analizarlas por separado. Deberá prestarse especial atención a los cambios en la población que pueden ser producidos por efecto de la climatología (alteración de las condiciones de tráfico de mercancías peligrosas debidas a lluvia, nieve...) y a los cambios debidos a la acción de variaciones en el comportamiento usual del consumo de las mercancías peligrosas (por ejemplo, huelgas en las fábricas o en el transporte) adoptando para ello medidas apropiadas en los correspondientes boletines de muestreo.

#### 1.1.4. Etapas de un muestreo

Se consideran brevemente los pasos involucrados en la planificación y realización de un muestreo. Como es bien sabido, las muestras varían considerablemente en su complejidad. Por ejemplo, es una tarea fácil tomar una muestra aleatoria de un registro de expedientes de 2.000 empresas industriales cuidadosamente ordenadas y enumeradas en un archivo. Pero la situación es diferente si se desea tomar una muestra de mercancías peligrosas circulantes por las carreteras de una zona geográfica, donde la demanda, carga y el transporte de dichas mercancías peligrosas se realiza en condiciones muy diversas. Se deben considerar cuidadosamente los siguientes aspectos:

- ◊ **Objetivos de la encuesta.** Se determinarán claramente los objetivos, para evitar defectos de planificación y toma de decisiones erráticas.
- ◊ **Población bajo muestreo.** La población debe ser bien identificada. En el muestreo aleatorio se deben establecer siempre los criterios oportunos para determinar la población acerca de la cual se desea hacer inferencia.
- ◊ **Datos de interés.** Hay que asegurarse de que todos los datos obtenidos son relevantes para los propósitos de la muestra y que no ha sido omitido ningún dato esencial. A tal fin es preciso un diseño adecuado del cuestionario que recoja los datos muestrales (en la figura C.2, se presenta el cuestionario empleado en este caso).
- ◊ **Nivel de confianza o nivel de precisión.** Los resultados del muestreo siempre están sujetos a cierta variabilidad aleatoria. Esta incertidumbre puede ser reducida, tomando muestras más grandes y usando métodos de medición adecuados y precisos. Es necesaria la especificación del nivel de precisión muestral y diseñar en consecuencia el muestreo. En este caso, se ha utilizado un nivel de confianza  $1 - \alpha = 0,95$ , que es un valor usualmente adoptado (véase en este sentido la norma ISO 3534-1:2003) y, además, es suficiente para la finalidad del estudio.
- ◊ **Métodos de medición.** En general, se han de utilizar métodos de medición precisos y aparatos de medida bien calibrados. En este caso, los datos acerca de la composición de las mercancías peligrosas circulantes se obtendrán a través de la carta de porte, la tarjeta del transportista y de cuanta información pueda proporcionar el conductor del vehículo de transporte. Los resultados serán posteriormente introducidos en un sistema informático que permita un tratamiento posterior para obtener la información necesaria.
- ◊ **Las unidades de muestreo.** Las unidades muestrales deben cubrir la totalidad de la población y no se deben solapar, en el sentido de que todo elemento en la población es una unidad de muestreo. En este caso, la unidad muestral es un camión de mercancías peligrosas.

- ◊ Selección del tamaño la muestra. Se hacen estimaciones del tamaño de la muestra, partiendo de un conocimiento del nivel de significación establecido, teniendo en cuenta la variabilidad poblacional, el error muestral, los costes económicos del muestreo y el tiempo de realización de la muestra. Una encuesta piloto inicial, o bien un conocimiento de la variabilidad en algún caso similar, permitirá estimar la varianza para establecer finalmente el tamaño muestral definitivo.
- ◊ Depuración de los datos. El primer paso después de realizar la encuesta de muestreo es analizar los cuestionarios obtenidos, con la finalidad de corregir errores y desechar los datos que estén equivocados.
- ◊ Información útil para futuras campañas de muestreo. La información inicial acerca de una población ayudará a diseñar la muestra y obtener buenos estimadores sobre medias, desviaciones típicas y proporciones, así como sobre los costes involucrados en la obtención de los datos muestrales sucesivos de años futuros.

## 1.2. Parámetros y estimadores

*Parámetro poblacional* es una constante desconocida y que se desea estimar. Es un valor representativo de una población, que resume la cantidad de datos que pueden derivarse del estudio de una variable estadística. Ejemplos de parámetros son media poblacional ( $\mu$ ), desviación típica poblacional ( $\sigma$ ), probabilidad de un suceso o proporción poblacional ( $p$ ), es decir, proporción de una clase o una mercancía peligrosa transportada, diferencia entre dos medias poblacionales...

*Estadístico muestral* es una función de la muestra de tamaño  $n$ ,  $g(X_1, X_2, \dots, X_n)$ . Un estadístico es una variable aleatoria, puesto que cualquier función de una muestra es una variable aleatoria. La distribución de probabilidad de un estadístico se llama *distribución muestral* de dicho estadístico.

Un estadístico muestral empleado para estimar un parámetro poblacional se llama *estimador puntual* o, simplemente, *estimador*. La desviación típica de un estimador se llama *error típico* de ese estimador.

En el estudio relacionado con las mercancías peligrosas transportadas por La Rioja, algunos ejemplos de estimadores de interés son:

- ◊ La media muestral:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} = \frac{\sum_{k=1}^n X_k}{n}$$

- ◊ La varianza muestral:

$$\hat{S}^2 = \frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_k - \bar{X})^2}{n-1} = \frac{\sum_{k=1}^n (X_k - \bar{X})^2}{n-1} = \frac{\sum_{k=1}^n X_k^2 - \frac{1}{n} \left( \sum_{k=1}^n X_k \right)^2}{n-1}$$

◊ La proporción muestral o frecuencia relativa de un suceso:

$$\hat{p} \equiv f = \frac{\text{Número de ocurrencias}}{n}$$

La inferencia estadística sobre el parámetro media poblacional ( $\mu$ ) utiliza el estadístico media muestral ( $\bar{X}$ ); la inferencia sobre la varianza poblacional ( $\sigma^2$ ) utiliza el estadístico cuasivarianza muestral ( $\hat{S}^2$ ); la inferencia sobre la probabilidad de un suceso ( $p$ ) utiliza el estadístico proporción muestral o frecuencia relativa ( $\hat{p} \equiv f$ ).

### 1.3. Estimación por intervalo

A continuación se establece cómo calcular el intervalo de confianza para un parámetro de interés en el transporte de mercancías peligrosas y, además, se dan algunos intervalos de confianza de uso extendido.

Si  $\theta$  es un parámetro referido a un aspecto de la población  $X$ , y  $(X_1, X_2, \dots, X_n)$  es una muestra de tamaño  $n$  de dicha población, entonces  $(I_1, I_2)$  es un *intervalo de confianza* de nivel  $1-\alpha$  para dicho parámetro poblacional  $\theta$  si

$$\Pr(I_1 \leq \theta \leq I_2) = 1-\alpha$$

donde  $I_1$  e  $I_2$  son funciones de la muestra, es decir,

$$I_1 = I_1(X_1, X_2, \dots, X_n)$$

$$I_2 = I_2(X_1, X_2, \dots, X_n)$$

El coeficiente  $1-\alpha$  se llama nivel de confianza y  $\alpha$  se llama nivel de significación.

En la práctica es muy usual utilizar el valor  $1-\alpha = 0,95$  y entonces se habla de intervalo de confianza del 95% para el parámetro poblacional  $\theta$ .

Las funciones  $I_1$  e  $I_2$  se construyen, siempre que se puede, a partir de un estimador puntual centrado y de mínima varianza del parámetro  $\theta$ . Es decir, si  $\hat{\theta}$  es un estimador centrado del parámetro poblacional  $\theta$ , el intervalo de confianza de nivel  $1-\alpha$  para dicho parámetro poblacional es:

$$(\hat{\theta} - z_p \sigma_{\hat{\theta}}, \hat{\theta} + z_p \sigma_{\hat{\theta}})$$

donde,  $\sigma_{\hat{\theta}}$  es el error típico del estimador  $\hat{\theta}$  y  $z_p$ , llamado valor crítico, es el percentil de orden  $P$ , que es un coeficiente que depende del valor del nivel de confianza  $1-\alpha$ . Por ejemplo, si el estimador  $\hat{\theta}$  tiene distribución Normal y se selecciona, como es usual,  $1-\alpha = 0,95$  entonces:

$$z_p = z_{1-\frac{\alpha}{2}} = z_{0,975} = 1,96$$

#### **1.4. Aplicación al cálculo de intervalo de confianza para la media y varianza de una distribución Normal**

- ♦ El intervalo de confianza del nivel  $1-\alpha$  para la media  $\mu$  de una distribución Normal de varianza  $\sigma^2$  conocida se calcula mediante:

$$\left( \bar{X} - z_{1-\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \bar{X} + z_{1-\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right)$$

donde  $z_{1-\frac{\alpha}{2}}$  es el percentil de orden  $1-\frac{\alpha}{2}$  de la distribución Normal tipo.

- ♦ El intervalo de confianza del nivel  $1-\alpha$  para la media  $\mu$  de una distribución Normal de varianza  $\sigma^2$  desconocida se calcula como se indica a continuación, dependiendo del tamaño muestral.

- ♦ Muestras pequeñas ( $n \leq 30$ ):

$$\left( \bar{X} - t_{1-\frac{\alpha}{2}; n-1} \frac{\hat{S}}{\sqrt{n}}, \bar{X} + t_{1-\frac{\alpha}{2}; n-1} \frac{\hat{S}}{\sqrt{n}} \right)$$

donde  $t_{1-\frac{\alpha}{2}; n-1}$  es el percentil de orden  $1-\frac{\alpha}{2}$  de la distribución  $t$  de Student con  $n-1$  grados de libertad.

- ♦ Muestras grandes ( $n > 30$ ):

$$\left( \bar{X} - z_{1-\frac{\alpha}{2}} \frac{\hat{S}}{\sqrt{n}}, \bar{X} + z_{1-\frac{\alpha}{2}} \frac{\hat{S}}{\sqrt{n}} \right)$$

siendo  $z_{1-\frac{\alpha}{2}}$  el percentil de orden  $1-\frac{\alpha}{2}$  de la distribución Normal tipo.

- ♦ Muchas veces es interesante obtener un intervalo de confianza del nivel  $1-\alpha$  para la varianza  $\sigma^2$  de una distribución Normal. Se utiliza la siguiente ecuación:

$$\left( \frac{(n-1)\hat{S}^2}{X^2_{1-\frac{\alpha}{2};n-1}}, \frac{(n-1)\hat{S}^2}{X^2_{\frac{\alpha}{2};n-1}} \right)$$

donde  $X^2_{P;n-1}$  es el percentil de orden  $P$  de la distribución  $X^2$  de Pearson con  $n-1$  grados de libertad. Naturalmente, un intervalo de confianza de nivel del nivel  $1-\alpha$  para la desviación típica de la población será el siguiente

$$\left( \sqrt{\frac{(n-1)\hat{S}^2}{X^2_{1-\frac{\alpha}{2};n-1}}}, \sqrt{\frac{(n-1)\hat{S}^2}{X^2_{\frac{\alpha}{2};n-1}}} \right)$$

## **1.5. Análisis de la varianza**

Se considera el análisis de la varianza de un factor. Las medidas se obtienen para  $r$  grupos de muestras independientes, llamados tratamientos, y el número de observaciones en cada grupo es  $m$ . En el lenguaje cotidiano se dice que hay  $r$  niveles o tratamientos, cada uno de los cuales tiene  $m$  réplicas, en un diseño equilibrado.

El análisis de la varianza, denominado de forma abreviada como ADEVA en español o ANOVA en inglés, es un método para comparar las medias de varios tratamientos. Se supone igualdad de las varianzas de los distintos tratamientos, de modo que con un único test se contrasta la igualdad de las medias de los  $r$  tratamientos.

El modelo estadístico del análisis de la varianza establece

$$Y_{jk} = \mu_j + \varepsilon_{jk} = \mu + \tau_j + \varepsilon_{jk} \quad (j=1,2,\dots,r \quad k=1,2,\dots,m)$$

donde  $\sum_{j=1}^r \tau_j = 0$  y  $\varepsilon_{jk}$  son variables aleatorias Normales independientes con media 0 y varianza común  $\sigma^2$ . La constante  $\tau_j$  se puede considerar como el efecto del  $j$ -ésimo tratamiento, para  $j=1,2,\dots,r$ .

En el contraste de igualdad de medias del análisis de la varianza, la hipótesis nula está dada por  $H_0: \tau_j=0, (j=1,2,\dots,r)$ , que equivale a  $H_0: \mu_j=\mu, (j=1,2,\dots,r)$ . Si  $H_0$  es cierta, los tratamientos o grupos son idénticos estadísticamente y, por tanto, sólo hay una población, en cuyo caso la estimación de la varianza poblacional ( $\sigma^2$ ), se realiza por el valor  $\hat{S}^2$ , que entonces es el valor del Cuadrado Medio Residual, CME. La resolución del contraste se basa en la distribución  $F$  de Fisher. La región crítica para dicho contraste es  $F_c > F_{\alpha;(r-1;r(m-1))}$

En el caso de que el modelo sea desequilibrado los cálculos se realizan de un modo similar, pudiéndose consultar los detalles en Devore (2004) y en Box, Hunter y Hunter (2005).

Los resultados de un ADEVA o ANOVA se suelen representar en una tabla como la siguiente:

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	Razón F
Entre los tratamientos	$r-1$	$SCTr$	$CMTr=SCTr / (r-1)$	$F_0=CMTr / CME$
Error o Residuo	$r(m-1)$	$SCE$	$CME=SCE / r(m-1)$	
Total	$mr-1$	$ST$		

## 2. Muestreo

### 2.1. Datos de partida

Para establecer el programa de muestreo, se contó con un estudio previo de conteo realizado por la empresa ARALDI a petición del Gobierno de La Rioja. Este estudio tenía por objeto cuantificar el flujo de mercancías peligrosas que circulaban por las carreteras de la Comunidad de La Rioja. Para ello, ARALDI contabilizó de forma manual todos los vehículos pesados destinados al transporte de mercancías peligrosas que circulaban en ambos sentidos en las principales carreteras (autopista, autovías y nacionales). Concretamente, ARALDI llevó a cabo conteos en las carreteras recogidas en la tabla C.1, en la que además se indica el punto de la misma dónde tuvo lugar el conteo.

ARALDI realizó el trabajo en dos fases, una durante los días 27, 28 y 29 de noviembre de 2007 y otra durante los días 29, 30 y 31 de enero de 2008. En cada fase se realizó un conteo en cada punto seleccionado de 24 horas de duración, registrándose los datos en periodos de 30 minutos. Los valores globales obtenidos por ARALDI para cada fase se encuentran indicados en la tabla C.2.

Como puede observarse, los valores en ambas fases del conteo son similares salvo para el punto 2. El conteo realizado en la N-113 el primer día derivó en un valor enormemente elevado, comparado tanto con los obtenidos en el resto de puntos de conteo como con el obtenido en el mismo punto en el segundo día de conteo. Por tanto, para todo el estudio posterior este valor no va a ser tomado en consideración.

Los dos últimos puntos de conteo se añadieron en la segunda fase, como consecuencia del informe de la primera fase y, en ellos, únicamente se contabilizaron los transportes de mercancías peligrosas que circulaban en un sentido. Además, en estos puntos junto con el punto 2, el conteo se realizó en el periodo de luz solar ya que por la noche la visibilidad era tan baja que impedía distinguir el panel naranja que caracteriza a los vehículos de mercancías peligrosas.

			Primera fase	Segunda fase
1	N-111	Torrecilla de Cameros	13	20
2	N-113	Cruce con N-232	900	15
3	N-120	Entre Nájera y Sto. Domingo de la Calzada	51	64
4	N-124	Gimileo	31	23
5	N-232	Gimileo	26	19
6	A-13	Pasarela de Berceo	67	81
7	N-232	Travesía de Agoncillo	54	44
8	AP-68	Salida 9 hacia Haro Sto. Domingo de la Calzada	54	59
9	AP-68	Salida 10 hacia Cenicero-Nájera	30	21
10	AP-68	Salida 11 hacia Navarrete-Fuenmayor	20	28
11	AP-68	Salida 12 hacia Logroño-Soria	76	89
12	AP-68	Salida 13 Agoncillo	56	33
13	AP-68	Salida 14 Lodosa	2	3
14	AP-68	Salida 15 hacia Calahorra-Arnedo	46	65
15	AP-68	Salida 16 hacia Alfaro-Corella	35	25
16	AP-68	Entrada a La Rioja desde Burgos	--	146
17	AP-68	Entrada a La Rioja desde Navarra	--	104
			<b>1.461</b>	<b>839</b>

**Tabla C.1.** Vehículos de mercancías peligrosas contabilizados por ARALDI en cada punto de conteo.

En la tabla C.2, se recogen los valores correspondientes a cada periodo de 30 minutos, pero sin detallar el punto de conteo y sin considerar los valores obtenidos en el punto 2 de conteo (N-113).

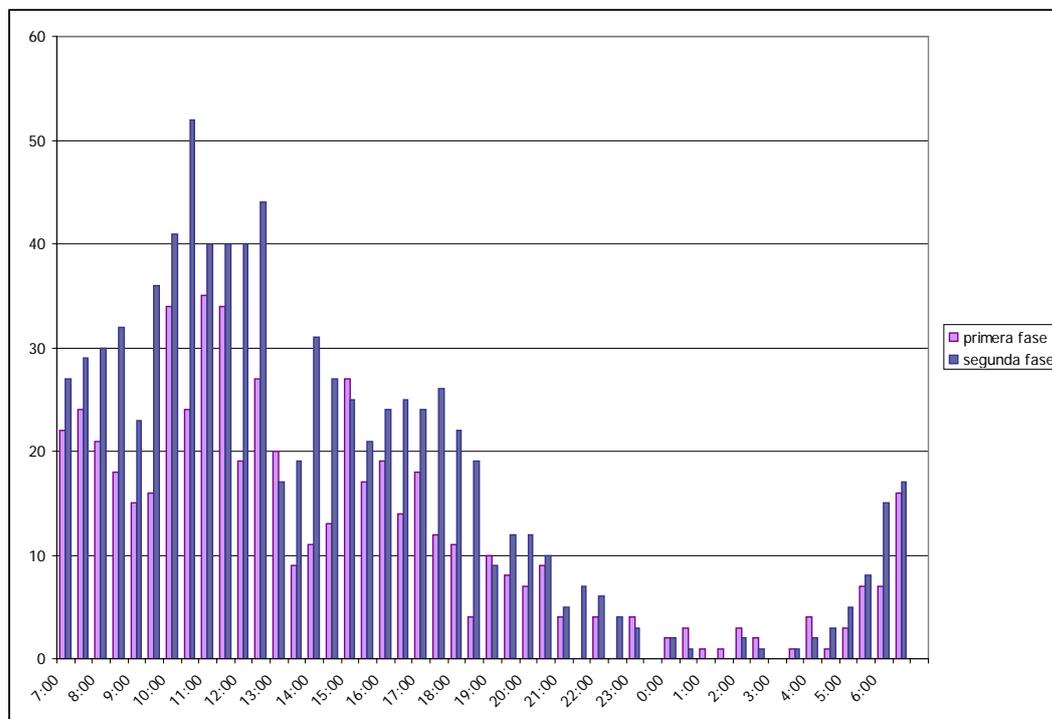


	Primera fase	Segunda fase
de 07,00 h a 07,30 h	22	27
de 07,31 h a 08,00 h	24	29
de 08,01 h a 08,30 h	21	30
de 08,31 h a 09,00 h	18	32
de 09,01 h a 09,30 h	15	23
de 09,31 h a 10,00 h	16	36
de 10,01 h a 10,30 h	34	41
de 10,31 h a 11,00 h	24	52
de 11,01 h a 11,30 h	35	40
de 11,31 h a 12,00 h	34	40
de 12,01 h a 12,30 h	19	40
de 12,31 h a 13,00 h	27	44
de 13,01 h a 13,30 h	20	17
de 13,31 h a 14,00 h	9	19
de 14,01 h a 14,30 h	11	31
de 14,31 h a 15,00 h	13	27
de 15,01 h a 15,30 h	27	25
de 15,31 h a 16,00 h	17	21
de 16,01 h a 16,30 h	19	24
de 16,31 h a 17,00 h	14	25
de 17,01 h a 17,30 h	18	24
de 17,31 h a 18,00 h	12	26
de 18,01 h a 18,30 h	11	22
de 18,31 h a 19,00 h	4	19
de 19,01 h a 19,30 h	10	9
de 19,31 h a 20,00 h	8	12
de 20,01 h a 20,30 h	7	12
de 20,31 h a 21,00 h	9	10
de 21,01 h a 21,30 h	4	5
de 21,31 h a 22,00 h	0	7
de 22,01 h a 22,30 h	4	6
de 22,31 h a 23,00 h	0	4
de 23,01 h a 23,30 h	4	3
de 23,31 h a 24,00 h	0	0
de 24,01 h a 24,30 h	2	2
de 24,31 h a 01,00 h	3	1
de 01,01 h a 01,30 h	1	0
de 01,31 h a 02,00 h	1	0
de 02,01 h a 02,30 h	3	2
de 02,31 h a 03,00 h	2	1
de 03,01 h a 03,30 h	0	0
de 03,31 h a 04,00 h	1	1
de 04,01 h a 04,30 h	4	2
de 04,31 h a 05,00 h	1	3

**Tabla C.2.** Vehículos contabilizados por ARALDI en cada periodo de 30 minutos, sin considerar el punto 2 de conteo.

	Primera fase	Segunda fase
de 05,01 h a 05,30 h	3	5
de 05,31 h a 06,00 h	7	8
de 06,01 h a 06,30 h	7	15
de 06,31 h a 07,00 h	16	17

**Tabla C.2 (continuación).** Vehículos contabilizados por ARALDI en cada periodo de 30 minutos, sin considerar el punto 2 de conteo.



**Figura C.1.** Vehículos contabilizados por ARALDI,

## **2.2. Propuesta de programa de muestreo**

En función de los resultados obtenidos de los conteos realizados por ARALDI en los distintos puntos de la red de carreteras de la Comunidad Autónoma de La Rioja, se proponen los siguientes criterios para la realización de los aforos a pie de carretera.

- ◊ Debido a la dificultad que supone la visibilidad por la noche, se propone eliminar el aforo nocturno.

◊ En su lugar, se propone realizar el aforo a pie de carretera en el horario de máxima intensidad de tráfico. Analizando los valores de la tabla C.2 y con intención de establecer una jornada de trabajo de 8 horas, se propone seguir el siguiente horario:

- ▶ De 9,00 h a 13,00 h
- ▶ De 16,00 h a 20,00 h

Con este horario de aforo y teniendo en cuenta los conteos realizados por ARALDI se conseguiría aforar más del 50% de los vehículos de mercancías peligrosas que circulan al día por La Rioja, como puede observarse en la tabla C.3.

		Primera fase	Segunda fase
de 09,00 h a 13,00 h	autopista	108	211
	autovías+ nacionales	95	103
de 16,00 h a 20,00 h	autopista	68	116
	autovías+ nacionales	28	26

**Tabla C.3.** Vehículos de mercancías peligrosas contabilizados en el horario de 09,00 h a 13,00 h y de 16,00 h a 20,00 h.

- ◊ Además, se propone reducir el número de aforos, seleccionando los puntos de máxima intensidad de tráfico.
- ◆ N-120 entre Nájera y Santo Domingo de la Calzada
  - ◆ A-13 pasarela de Berceo
  - ◆ Salida 9 hacia Haro de la autopista AP-68
  - ◆ Salida 12 hacia Logroño de la autopista AP-68
  - ◆ Salida 15 hacia Calahorra de la autopista AP-68
  - ◆ Entrada a La Rioja desde la provincia de Burgos por la autopista AP-68
  - ◆ Entrada a La Rioja desde la provincia de Navarra por la autopista AP-68

Con estos criterios, el programa de muestreo propuesto consiste en realizar 12 días de aforos en una serie de puntos de la red de carreteras de La Rioja. Para que el muestreo sea lo más representativo posible teniendo en cuenta las fluctuaciones existentes entre la temporada invernal y la estival, se propone que no se realicen más de dos aforos al mes, permitiéndose que tengan lugar en la misma semana, pero siempre en días no consecutivos. El horario se debe ajustar al propuesto anteriormente y se precisan en cada punto de aforo un mínimo de vehículos aforados, los cuales se indican en la tabla C.4.

El propósito es aforar unos 100 vehículos al día que correspondería con un poco más del 10% de los vehículos de mercancías peligrosas circulantes. Este número no sería difícil de conseguir, pues según el conteo realizado por ARALDI, en el horario y puntos de aforo

propuestos, pasan más de 150 vehículos de mercancías peligrosas al día. Sin embargo, no debe olvidarse que en este estudio sólo interesan los que transitan por La Rioja, es decir, que ni el origen ni el destino del transporte corresponden a municipios de La Rioja.

				mínimo
3	N-120	Entre Nájera y Sto. Domingo de la Calzada		10
6	A-13	Pasarela de Berceo		13
8	AP-68	Salida 9 hacia Haro Sto. Domingo de la Calzada		11
11	AP-68	Salida 12 hacia Logroño-Soria		15
14	AP-68	Salida 15 hacia Calahorra-Arnedo		11
16	AP-68	Entrada a La Rioja desde Burgos		25
17	AP-68	Entrada a La Rioja desde Navarra		17
				<b>102</b>

**Tabla C.4.** Vehículos mínimos aforados en cada punto de aforo según la propuesta de programa de muestreo.

### **2.3. Programa de aforos definitivo**

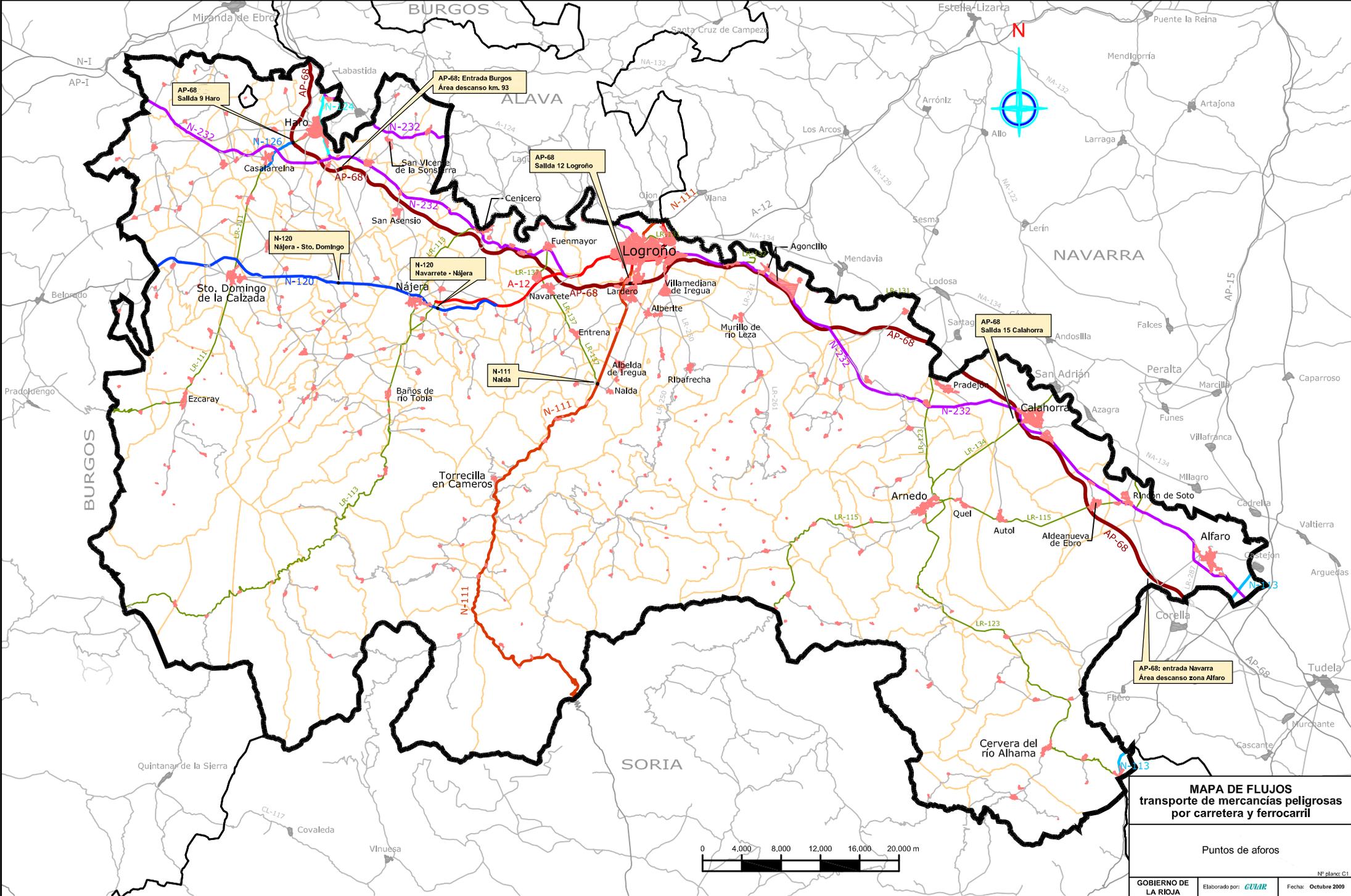
A la hora de poner en práctica el programa de aforos propuesto surgieron una serie de inconvenientes relacionados con la seguridad en los puntos de aforo, el número de horas de sol en los meses invernales, disponibilidad de la Guardia Civil, climatología adversa... Todo ello implicó una modificación del programa de aforos para lograr adaptarse de la mejor manera posible a la situación real, quedando de la siguiente forma:

◇ Días de aforo:

- ▶ Martes 6 de mayo de 2008
- ▶ Jueves 8 de mayo de 2008
- ▶ Martes 3 de junio de 2008
- ▶ Jueves 5 de junio de 2008
- ▶ Martes 24 de junio de 2008
- ▶ Jueves 26 de junio de 2008
- ▶ Martes 2 de septiembre de 2008
- ▶ Jueves 4 de septiembre de 2008
- ▶ Lunes 10 de noviembre de 2008
- ▶ Martes 11 de noviembre de 2008

◇ Puntos de aforo:

- ▶ N-111 En la zona de Nalda
- ▶ N-120 Entre Navarrete y Nájera (en el primer día de aforo, este punto estaba situado entre Nájera y Santo Domingo de la Calzada)
- ▶ AP-68 Salida 9 hacia Haro
- ▶ AP-68 Salida 12 hacia Logroño-Soria, en los dos sentidos



**MAPA DE FLUJOS**  
**transporte de mercancías peligrosas**  
**por carretera y ferrocarril**

Puntos de aforos

- ▶ AP-68 Salida 15 hacia Calahorra-Arnedo
- ▶ AP-68 Entrada a La Rioja desde Burgos (zona de Briones)
- ▶ AP-68 Entrada a La Rioja desde Navarra (zona de Alfaro)

◊ Horario de aforo: El horario teórico de aforos era:

- ▶ De 9,00 h a 13,00 h
- ▶ De 15,00 h a 19,00 h

Este horario se ajustaba cada día con la disponibilidad de la Guardia Civil y, sobretudo, la hora de finalización por la tarde dependía de la luz solar, aprovechándola al máximo posible, pues en algunos puntos de aforo no existía ninguna otra iluminación adicional.

En la plano C.1, puede observarse la situación concreta de los puntos de aforo.

## **2.4. Aforos**

El aforo a pie de carretera consiste concretamente en un cuestionario a rellenar para cada vehículo que transporta mercancías peligrosas, sobre información de la carga, origen y destino de la misma e itinerario o ruta seguida. Este aforo a pie de carretera fue realizado entre el Servicio de Protección Civil del Gobierno de La Rioja y la Guardia Civil de Tráfico.

A continuación, se incluye la tabla C.5, que representa un resumen del trabajo realizado en cada uno de los días de aforo. Para cada día, se encuentra detallado por punto de aforo el número de vehículos total aforados, el número de vehículos implicados en el tránsito por La Rioja (es decir, cuyo origen y destino de la mercancía se encuentra fuera de La Rioja), así como el número de vehículos de los que se disponía de suficiente información para poderlos incluir en el análisis posterior.

	vehículos aforados	tránsito	válidos
<b>Día 6 de mayo</b>	<b>129</b>	<b>89</b>	<b>47</b>
N-111 (Nalda)	--	--	--
N-120 (Nájera – Sto. Domingo de la Calzada)	1	1	1
AP-68 salida 9 Haro	6	2	2
AP-68 salida 12 Logroño	19	11	2
AP-68 salida 15 Calahorra	9	3	1
Entrada a La Rioja desde Burgos (Briones)	68	44	22
Entrada a La Rioja desde Navarra (Alfaro)	42	28	19

**Tabla C.5.** Vehículos aforados cada día.



	vehículos aforados	tránsito	válidos
<b>Día 8 de mayo</b>	<b>177</b>	<b>106</b>	<b>78</b>
N-111 (Nalda)	--	--	--
N-120 (Navarrete – Nájera)	7	0	0
AP-68 salida 9 Haro	10	3	1
AP-68 salida 12 Logroño	37	12	6
AP-68 salida 15 Calahorra	17	9	9
Entrada a La Rioja desde Burgos (Briones)	53	31	25
Entrada a La Rioja desde Navarra (Alfaro)	74	51	37
<b>Día 3 de junio</b>	<b>158</b>	<b>112</b>	<b>94</b>
N-111 (Nalda)	--	--	--
N-120 (Navarrete – Nájera)	--	--	--
AP-68 salida 9 Haro	4	0	0
AP-68 salida 12 Logroño	29	21	16
AP-68 salida 15 Calahorra	8	3	1
Entrada a La Rioja desde Burgos (Briones)	61	43	39
Entrada a La Rioja desde Navarra (Alfaro)	56	45	38
<b>Día 5 junio</b>	<b>168</b>	<b>106</b>	<b>87</b>
N-111 (Nalda)	--	--	--
N-120 (Navarrete – Nájera)	--	--	--
AP-68 salida 9 Haro	7	3	2
AP-68 salida 12 Logroño	35	11	9
AP-68 salida 15 Calahorra	13	7	5
Entrada a La Rioja desde Burgos (Briones)	66	42	32
Entrada a La Rioja desde Navarra (Alfaro)	47	43	39
<b>Día 24 junio</b>	<b>103</b>	<b>57</b>	<b>52</b>
N-111 (Nalda)	--	--	--
N-120 (Navarrete – Nájera)	--	--	--
AP-68 salida 9 Haro	9	3	2
AP-68 salida 12 Logroño	18	6	3
AP-68 salida 15 Calahorra	11	2	2
Entrada a La Rioja desde Burgos (Briones)	38	29	28
Entrada a La Rioja desde Navarra (Alfaro)	27	17	17
<b>Día 26 junio</b>	<b>90</b>	<b>56</b>	<b>51</b>
N-111 (Nalda)	--	--	--
N-120 (Navarrete – Nájera)	--	--	--
AP-68 salida 9 Haro	6	2	2
AP-68 salida 12 Logroño	21	7	4
AP-68 salida 15 Calahorra	3	1	1
Entrada a La Rioja desde Burgos (Briones)	30	20	20
Entrada a La Rioja desde Navarra (Alfaro)	30	26	24
<b>Día 2 septiembre</b>	<b>130</b>	<b>85</b>	<b>75</b>
N-111 (Nalda)	8	2	2
N-120 (Navarrete – Nájera)	--	--	--
AP-68 salida 9 Haro	9	4	3
AP-68 salida 12 Logroño	25	13	12
AP-68 salida 15 Calahorra	5	2	2
Entrada a La Rioja desde Burgos (Briones)	52	34	28
Entrada a La Rioja desde Navarra (Alfaro)	31	30	28

**Tabla C.5 (continuación).** Vehículos aforados cada día.

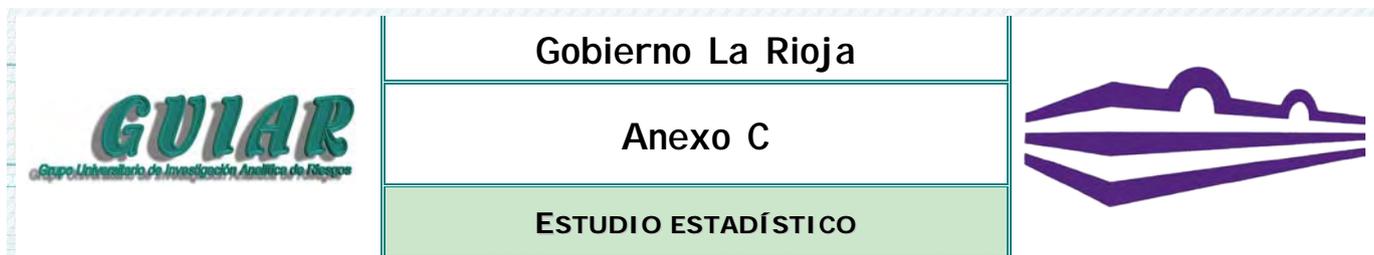
	vehículos aforados	tránsito	válidos
<b>Día 4 septiembre</b>	<b>142</b>	<b>99</b>	<b>89</b>
N-111 (Nalda)	8	4	4
N-120 (Navarrete – Nájera)	--	--	--
AP-68 salida 9 Haro	13	4	4
AP-68 salida 12 Logroño	25	12	9
AP-68 salida 15 Calahorra	4	2	2
Entrada a La Rioja desde Burgos (Briones)	50	39	35
Entrada a La Rioja desde Navarra (Alfaro)	42	38	35
<b>Día 10 noviembre</b>	<b>79</b>	<b>42</b>	<b>27</b>
N-111 (Nalda)	--	--	--
N-120 (Navarrete – Nájera)	8	2	1
AP-68 salida 9 Haro	16	5	4
AP-68 salida 12 Logroño	18	8	5
AP-68 salida 15 Calahorra	2	0	0
Entrada a La Rioja desde Burgos (Briones)	35	27	17
Entrada a La Rioja desde Navarra (Alfaro)	--	--	--
<b>Día 11 noviembre</b>	<b>122</b>	<b>66</b>	<b>61</b>
N-111 (Nalda)	--	--	--
N-120 (Navarrete – Nájera)	11	3	3
AP-68 salida 9 Haro	6	3	3
AP-68 salida 12 Logroño	18	8	6
AP-68 salida 15 Calahorra	11	0	0
Entrada a La Rioja desde Burgos (Briones)	43	21	19
Entrada a La Rioja desde Navarra (Alfaro)	33	31	30
	<b>1.314</b>	<b>818</b>	<b>661</b>

**Tabla C.5 (continuación).** Vehículos aforados cada día.

Tal y como se deduce de la tabla anterior, algunos de los boletines identificados como tráfico de tránsito tuvieron que descartarse y considerarlos como no válidos porque no proporcionaban toda la información necesaria para el posterior tratamiento estadístico. Se consideraron como “no válidos” aquellos boletines en los que faltaba información imprescindible para el tratamiento estadístico, en concreto la identificación de la sustancia (a través de su número ONU y su descripción), la cantidad de mercancía peligrosa transportada y la ruta que el camión seguía en territorio de La Rioja. Por otro lado, también fue necesario descartar algunos boletines en los que existían incongruencias en la información suministrada, principalmente porque la ruta especificada no quedaba clara o no tenía sentido.

## **2.5. Resultados de los aforos**

Como ya se ha indicado en el apartado anterior, el objetivo del aforo es rellenar un cuestionario para obtener información de la carga del vehículo, el origen y destino de la misma y el itinerario seguido por las carreteras de La Rioja. El boletín con el cuestionario se incluye en la figura C.2.



La información obtenida de los aforos permite determinar las mercancías peligrosas transportadas por La Rioja, identificándolas con el número ONU, así como el número de vehículos que circulan con esas mercancías y la cantidad que se transporta. Una vez obtenida esta información, detallada por día de aforo para poder analizar la repetibilidad, se puede realizar un tratamiento estadístico que permita estimar los flujos globales, medidos en toneladas al año, que transitan por La Rioja.

A continuación, se incluye la tabla C.6 con todas las mercancías peligrosas que se han obtenido que transitan por La Rioja, independientemente de la cantidad, ordenadas por su número ONU (según el ADR del 2009).

UN0027	Pólvora negra
UN0030	Detonadores no eléctricos
UN0065	Mecha detonante
UN0081	Explosivos de mina, tipo A
UN0241	Explosivos de mina para voladuras tipo E
UN0360	Conjuntos de detonadores no eléctricos
UN0456	Detonadores eléctricos
UN1002	Aire comprimido
UN1005	Amoniaco anhidro
UN1008	Trifluoruro de boro
UN1010	Butadienos estabilizados o butadienos e hidrocarburos en mezcla estabilizada
UN1013	Dióxido de carbono
UN1017	Cloro
UN1018	Clorodifluometano (gas refrigerante R 22)
UN1049	Hidrógeno comprimido
UN1066	Nitrógeno comprimido
UN1072	Oxígeno comprimido
UN1073	Oxígeno líquido refrigerado
UN1079	Dióxido de azufre
UN1090	Acetona
UN1120	Butanoles
UN1123	Acetatos de butilo
UN1131	Disulfuro de carbono
UN1139	Soluciones para revestimientos
UN1169	Extractos aromáticos líquidos
UN1170	Etanol
UN1173	Acetato de etilo
UN1193	Etilmetilcetona
UN1197	Extractos saporíferos líquidos
UN1202	Gasóleo
UN1203	Gasolina
UN1210	Tintas de imprenta, inflamables o materias similares a las tintas de imprenta
UN1212	Isobutanol
UN1219	Isopropanol

**Tabla C.6.** Mercancías peligrosas del estudio del tránsito por La Rioja.



UN1230	Metanol
UN1247	Metacrilato de metilo monómero estabilizado
UN1263	Pinturas o productos para la pintura
UN1294	Tolueno
UN1300	Sucedáneo de trementina
UN1301	Acetato de vinilo estabilizado
UN1307	Xilenos
UN1325	Sólido orgánico inflamable, n.e.p.
UN1384	Ditionito sódico
UN1402	Carburo cálcico
UN1471	Hipoclorito de litio seco o mezclas de hipoclorito de litio
UN1479	Sólido comburente, n.e.p.
UN1490	Permanganato potásico
UN1495	Clorato de sodio
UN1500	Nitrito de sodio
UN1547	Anilina
UN1564	Compuesto de bario, n.e.p.
UN1593	Diclorometano
UN1690	Fluoruro de sodio, sólido
UN1719	Líquido alcalino cáustico, n.e.p.
UN1759	Sólido corrosivo, n.e.p.
UN1760	Líquido corrosivo, n.e.p.
UN1775	Ácido fluobórico
UN1789	Ácido clorhídrico
UN1790	Ácido fluorhídrico
UN1791	Hipoclorito en solución
UN1805	Ácido fosfórico en solución
UN1813	Hidróxido de potasio sólido
UN1814	Hidróxido potásico en solución
UN1819	Aluminato de sodio en solución
UN1823	Hidróxido sódico sólido
UN1824	Hidróxido sódico en solución
UN1830	Ácido sulfúrico
UN1831	Ácido sulfúrico fumante
UN1832	Ácido sulfúrico agotado
UN1836	
UN1849	Sulfuro sódico hidratado
UN1863	Combustible para motores de turbina de aviación
UN1866	Resina en solución
UN1888	Cloroformo
UN1897	Tetracloroetileno
UN1903	Desinfectante líquido corrosivo, n.e.p.
UN1908	Clorito en solución
UN1915	Ciclohexanona
UN1950	Aerosoles
UN1951	Argón líquido refrigerado
UN1956	Gas comprimido, n.e.p.

**Tabla C.6 (continuación).** Mercancías peligrosas del estudio del tránsito por La Rioja.



UN1965	Hidrocarburos gaseosos licuados en mezcla, n.e.p.
UN1972	Metano líquido refrigerado o gas natural líquido refrigerado
UN1977	Nitrógeno líquido refrigerado
UN1992	Líquido inflamable, tóxico, n.e.p.
UN1993	Líquido inflamable, n.e.p.
UN2014	Peróxido de hidrógeno en solución acuosa
UN2015	Peróxido de hidrógeno en solución acuosa estabilizada
UN2031	Ácido nítrico
UN2055	Estireno monómero estabilizado
UN2078	Diisocianato de tolueno
UN2187	Dióxido de carbono líquido refrigerado
UN2201	Óxido nitroso líquido refrigerado
UN2209	Formaldehídos en solución
UN2211	Polímeros expansibles en gránulos
UN2213	Paraformaldehído
UN2291	Compuesto de plomo, soluble, n.e.p.
UN2304	Naftaleno fundido
UN2315	Difenilos policlorados
UN2331	Cloruro de zinc anhidro
UN2465	Ácido dicloroisocianúrico seco o sales de ácido dicloroisocianúrico
UN2468	Ácido tricloroisocianúrico seco
UN2531	Ácido metacrílico estabilizado
UN2556	Nitrocelulosa con alcohol
UN2582	Cloruro de hierro III en solución
UN2586	Ácidos alquilsulfónicos líquidos o ácidos arilsulfónicos líquidos
UN2588	Plaguicida sólido, tóxico, n.e.p.
UN2672	Amoníaco en solución
UN2674	Fluosilicato sódico
UN2693	Hidrogenosulfito en solución acuosa, n.e.p.
UN2783	Plaguicida organofosforado sólido, tóxico
UN2789	Ácido acético glacial o ácido acético en solución
UN2790	Ácido acético en solución
UN2794	Acumuladores de electrolito líquido ácido
UN2796	Ácido sulfúrico o electrolito ácido para acumuladores
UN2801	Colorante líquido corrosivo, n.e.p. o materia intermedia líquida para colorante, corrosiva, n.e.p.
UN2810	Líquido orgánico tóxico, n.e.p.
UN2920	Líquido corrosivo, inflamable, n.e.p.
UN2922	Líquido corrosivo, tóxico, n.e.p.
UN2984	Peróxido de hidrógeno en solución acuosa
UN2991	Plaguicida a base de carbamato líquido, tóxico, inflamable
UN2995	Plaguicida organoclorado líquido tóxico, inflamable
UN3010	Plaguicida a base de cobre líquido tóxico
UN3017	Plaguicida organofósforo líquido, tóxico, inflamable
UN3077	Materia sólida potencialmente peligrosa para el medio ambiente, n.e.p.
UN3082	Materia líquida potencialmente peligrosa para el medio ambiente, n.e.p.
UN3088	Sólido orgánico que experimenta calentamiento espontáneo, n.e.p.

**Tabla C.6 (continuación).** Mercancías peligrosas del estudio del tránsito por La Rioja.

UN3089	Polvo metálico inflamable, n.e.p.
UN3092	1-metoxi-2-propanol
UN3105	Peróxido orgánico de tipo D, líquido
UN3107	Peróxido orgánico de tipo E, líquido
UN3159	1,1,1,2-tetrafluoretano (gas refrigerante R134a)
UN3161	Gas licuado inflamable, n.e.p.
UN3170	Subproductos de la fabricación de aluminio o subproductos del tratamiento del aluminio
UN3175	Sólidos que contengan líquido inflamable n.e.p.
UN3218	Nitratos inorgánicos en solución acuosa, n.e.p.
UN3253	Trioxosilicato de sodio
UN3257	Líquido transportado a temperatura elevada, n.e.p.
UN3260	Sólido inorgánico corrosivo, ácido, n.e.p.
UN3261	Sólido orgánico corrosivo, ácido, n.e.p.
UN3264	Líquido inorgánico corrosivo, ácido, n.e.p.
UN3265	Líquido orgánico corrosivo, ácido, n.e.p.
UN3266	Líquido inorgánico corrosivo, básico, n.e.p.
UN3267	Líquido orgánico corrosivo, básico, n.e.p.
UN3287	Líquido inorgánico tóxico, n.e.p.
UN3288	Sólido inorgánico tóxico, n.e.p.
UN3295	Hidrocarburos líquidos, n.e.p.
UN3327	Materiales radiactivos, bultos del tipo A, fisionables
UN3378	Carbonato sódico peroxihidratado

**Tabla C.6 (continuación).** Mercancías peligrosas del estudio del tránsito por La Rioja.



**Boletín estadístico para la elaboración de los mapas de flujos de mercancías peligrosas por carretera de la Comunidad Autónoma de La Rioja**

**LUGAR DEL CONTROL**  
Punto de control:  
Carretera:  
Fecha:  
Hora:

**VEHÍCULO**  
Matrícula: \_\_\_\_\_  
Distintivo nacionalidad: \_\_\_\_\_  
Carta de porte: \_\_\_\_\_

Con carga  
 En vado

NIP  
 ONU

**EMPRESA TRANSPORTISTA**

Nombre: \_\_\_\_\_ Código Postal: \_\_\_\_\_ Municipio: \_\_\_\_\_  
 Dirección: \_\_\_\_\_ País: \_\_\_\_\_  
 Teléfono: \_\_\_\_\_ CIF: \_\_\_\_\_

**ORIGEN**

Empresa: \_\_\_\_\_  
 Dirección: \_\_\_\_\_  
 Código Postal: \_\_\_\_\_ Municipio: \_\_\_\_\_  
 Provincia: \_\_\_\_\_ País: \_\_\_\_\_  
 Teléfono: \_\_\_\_\_ CIF: \_\_\_\_\_

**DESTINO**

Empresa: \_\_\_\_\_  
 Dirección: \_\_\_\_\_  
 Código Postal: \_\_\_\_\_ Municipio: \_\_\_\_\_  
 Provincia: \_\_\_\_\_ País: \_\_\_\_\_  
 Teléfono: \_\_\_\_\_ CIF: \_\_\_\_\_

**REPARTO**

Empresa: \_\_\_\_\_ Municipio: \_\_\_\_\_ Teléfono: \_\_\_\_\_  
 Empresa: \_\_\_\_\_ Municipio: \_\_\_\_\_ Teléfono: \_\_\_\_\_  
 Empresa: \_\_\_\_\_ Municipio: \_\_\_\_\_ Teléfono: \_\_\_\_\_  
 Empresa: \_\_\_\_\_ Municipio: \_\_\_\_\_ Teléfono: \_\_\_\_\_

**ruta**

Itinerario (carreteras por las que circula): \_\_\_\_\_

Nº de viajes: \_\_\_\_\_ /día \_\_\_\_\_ /semana \_\_\_\_\_ /mes \_\_\_\_\_ /año

**MERCANCÍA**

Denominación: \_\_\_\_\_  
 Clasificación según ADR: \_\_\_\_\_  
 Cantidad transportada: \_\_\_\_\_ toneladas  
 Condiciones (presión, temperatura...): \_\_\_\_\_  
 Recipiente:

	Nº	tonelaje unitario
<input type="checkbox"/> cisternas	_____	_____ Tm
<input type="checkbox"/> contenedores	_____	_____ Tm
<input type="checkbox"/> bidones	_____	_____ Tm
<input type="checkbox"/> botellas	_____	_____ Tm
<input type="checkbox"/> sacos	_____	_____ Tm
<input type="checkbox"/> Otros	_____	_____ Tm

**MERCANCÍA**

Denominación: \_\_\_\_\_  
 Clasificación según ADR: \_\_\_\_\_  
 Cantidad transportada: \_\_\_\_\_ toneladas  
 Condiciones (presión, temperatura...): \_\_\_\_\_  
 Recipiente:

	Nº	tonelaje unitario
<input type="checkbox"/> cisternas	_____	_____ Tm
<input type="checkbox"/> contenedores	_____	_____ Tm
<input type="checkbox"/> bidones	_____	_____ Tm
<input type="checkbox"/> botellas	_____	_____ Tm
<input type="checkbox"/> sacos	_____	_____ Tm
<input type="checkbox"/> Otros	_____	_____ Tm

**MERCANCÍA**

Denominación: \_\_\_\_\_  
 Clasificación según ADR: \_\_\_\_\_  
 Cantidad transportada: \_\_\_\_\_ toneladas  
 Condiciones (presión, temperatura...): \_\_\_\_\_  
 Recipiente:

	Nº	tonelaje unitario
<input type="checkbox"/> cisternas	_____	_____ Tm
<input type="checkbox"/> contenedores	_____	_____ Tm
<input type="checkbox"/> bidones	_____	_____ Tm
<input type="checkbox"/> botellas	_____	_____ Tm
<input type="checkbox"/> sacos	_____	_____ Tm
<input type="checkbox"/> Otros	_____	_____ Tm

**MERCANCÍA**

Denominación: \_\_\_\_\_  
 Clasificación según ADR: \_\_\_\_\_  
 Cantidad transportada: \_\_\_\_\_ toneladas  
 Condiciones (presión, temperatura...): \_\_\_\_\_  
 Recipiente:

	Nº	tonelaje unitario
<input type="checkbox"/> cisternas	_____	_____ Tm
<input type="checkbox"/> contenedores	_____	_____ Tm
<input type="checkbox"/> bidones	_____	_____ Tm
<input type="checkbox"/> botellas	_____	_____ Tm
<input type="checkbox"/> sacos	_____	_____ Tm
<input type="checkbox"/> Otros	_____	_____ Tm

**Obligaciones:** Los expedientes de mercancías peligrosas y los transportistas de mercancías peligrosas por carretera facilitarán, a requerimiento de la Dirección General de Protección Civil y Emergencias y de los órganos competentes de las Comunidades Autónomas, las informaciones necesarias para la elaboración de los mapas de flujos de los transportes de mercancías peligrosas que faciliten el cumplimiento del Plan Estatal y de los Planes de las Comunidades Autónomas, previsto en la Directiva Básica (Real Decreto 2871/1996, de 1 de marzo).

**Confidencialidad:** En ningún caso, la información presentada en este boletín de estadística a uno fin que no sea el de elaborar los mapas de flujos de los transportes de mercancías peligrosas, según lo dispuesto en la Directiva Básica de planificación de protección civil ante el riesgo de accidentes en los transportes de mercancías peligrosas por carretera y, ferrocarril, ni se entregará a terceros países, de acuerdo con los principios de protección de datos de la Ley Orgánica 15/1999 de 13 de diciembre.

www.larioja.org

Firma del transportista

Figura C.2. Cuestionario a rellenar en los afloros a pie de carretera.

### 3. Aplicación a los resultados de los aforos

Con la información obtenida de los aforos a pie de carretera, es decir de los boletines rellenos, se divide el estudio estadístico en tres:

- ◇ Estudio generalizado, por todas las carreteras de La Rioja.
- ◇ Estudio pormenorizado por la autopista AP-68 y la carretera nacional N-111.

#### 3.1. Estudio generalizado

El estudio estadístico de todos los boletines rellenos, permite analizar el tránsito global por toda la Comunidad Autónoma de La Rioja, independientemente de la carretera por la que circula. Este estudio generalizado permite obtener el volumen de tránsito anual.

En las tablas C.7, C.8 y C.9 se incluyen la información obtenida de cada uno de los días de aforo, resumiéndose en toneladas de cada una de las mercancías peligrosas transportadas. La columna *Idflujo* corresponde a un identificador de cada transporte aforado, de forma que, en el caso de varias mercancías peligrosas transportadas en el mismo camión, existe una fila para cada mercancía repitiéndose el *Idflujo*.





# Gobierno de La Rioja

## Anexo C

### ESTUDIO ESTADÍSTICO



aforos 6 de mayo de 2008			aforos 8 de mayo de 2008			aforos 3 de junio de 2008			aforos 5 de junio de 2008		
Idrfiuj	ONU	kg definitiv.	Idrfiuj	ONU	kg definitiv.	Idrfiuj	ONU	kg definitiv.	Idrfiuj	ONU	kg definitiv.
8050627	1789	920	8050823	1079	25000	8060332	2315	600	8060519	1210	1094
8050627	1830	1280	8050824	1202	26943,7	8060333	1202	22924,63	8060520	1173	23420
8050629	1212	1000	8050825	2014	2400	8060333	1203	3716,18	8060521	2291	23220
8050630	1073	21500	8050827	3257	23440	8060334	1819	14220	8060522	1977	22060
8050631	1866	30000	8050828	2031	24080	8060335	1965	21140	8060523	1010	22900
8050632	1202	2799,92	8050829	2055	23540	8060336	1965	20040	8060524	2291	25100
8050633	1824	20000	8050830	1230	24000	8060337	1965	20620	8060525	1301	23220
8050634	1073	19500	8050831	2014	24340	8060338	3264	25020	8060526	1173	23720
8050635	2014	10580	8050832	1170	30000	8060339	2790	2069	8060527	1263	1188
8050636	1202	16969,2	8050833	1202	27150,72	8060339	1849	1200	8060528	3257	24520
8050638	1789	22000	8050834	2055	24920	8060342	1202	26925,12	8060531	1951	22165
8050639	1824	33000	8050835	1824	24000	8060342	1951	14823	8060532	2015	25040
8050640	1049	5000	8050836	1824	22520	8060344	2801	10900	8060534	1719	39000
8050641	2055	23180	8050837	1824	22400	8060344	3082	2000	8060535	1805	6800
8050642	1202	27999,19	8050838	1471	1760	8060345	3264	25400	8060536	1173	24020
8050643	1202	27999,18	8050838	3264	300	8060346	1719	25300	8060537	2291	24000
8050644	1010	23100	8050839	1263	2900	8060347	1789	25480	8060538	3257	24900
8050645	1824	24140	8050840	3257	23420	8060348	2211	25080	8060539	2055	22860
8050646	1830	23360	8050841	1202	27150,72	8060350	2014	25300	8060540	1866	180
8050647	1965	20354,4	8050842	1977	22000	8060351	1263	22500	8060540	3077	2100
8050648	1830	15000	8050845	1202	5996,92	8060352	1819	23860	8060540	1325	150
			8050846	2014	1080	8060353	1791	2976	8060541	1824	23600
			8050846	2920	110	8060353	1824	2550	8060542	1301	23600
			8050847	1202	27150,72	8060355	2031	24600	8060543	1230	23800
			8050848	1830	23700	8060356	1866	23600	8060544	1131	23600
			8050849	3218	23080	8060357	3082	23000	8060545	1131	22320
			8050850	3257	24900	8060359	2014	23640	8060546	1263	22305

**Tabla C.7 (continuación).** Mercancías peligrosas transportadas en cada camión, obtenidas de los aforos de los días 6 y 8 de mayo y 3 y 5 de junio de 2008.



aforos 6 de mayo de 2008			aforos 8 de mayo de 2008			aforos 3 de junio de 2008			aforos 5 de junio de 2008		
Idflujo	ONU	kg definitiv.	Idflujo	ONU	kg definitiv.	Idflujo	ONU	kg definitiv.	Idflujo	ONU	kg definitiv.
			8050851	3257	24500	8060360	1073	21155	8060547	1173	23520
			8050852	1202	27150,72	8060362	1824	2575	8060549	1202	11878,44
			8050853	1202	27150,72	8060362	2796	1067	8060549	1203	11105,7
			8050854	1805	24400	8060362	1017	2300	8060551	1202	27157,51
			8050855	1202	27150,72	8060365	1202	8270,78	8060552	1073	27863
			8050856	1824	22860	8060366	1202	33174,78	8060553	1866	20220
			8050857	2187	3000	8060370	1824	25600	8060559	1202	25191
			8050858	1017	21100	8060371	1202	27150,72	8060570	3267	18000
			8050859	2031	25500	8060372	2187	21520	8060572	3266	3930
			8050860	1824	26400	8060377	2304	18520	8060572	3082	996
			8050861	3327	23000	8060378	65	528	8060575	1263	5794
			8050862	3327	20800	8060378	81	10450	8060577	1307	15800
			8050863	3017	100	8060378	241	5256	8060579	3082	7500
			8050863	1993	24	8060380	3257	25780	8060582	1791	18860
			8050863	2991	200	8060383	1202	27150,72	8060583	1307	10420
			8050864	1049	2275	8060384	1202	24616,37	8060590	1965	10535
			8050864	1005	2275	8060385	1202	11029,98	8060592	1866	9440
			8050865	2789	22000	8060386	1202	26268,32	8060597	1791	73
			8050865	3264	12000	8060388	1791	4922	8060597	1760	1761
			8050866	1002	295	8060388	2796	1200	8060597	1759	1100
			8050866	1008	2100	8060388	1824	1200	8060597	1993	1288
			8050866	1005	352	8060389	81	15975	8060599	3077	211,65
			8050866	1072	3476	8060392	2014	24900	8060599	3082	788,76
			8050867	2187	18400	8060393	3257	24080	80605103	1866	15680
			8050868	3082	800	8060394	3170	30000	80605104	1830	27760
			8050868	3077	423,3	8060396	1719	1000	80605106	1993	15280
			8050868	2995	1000	8060397	1202	23756,88	80605113	3264	24000

**Tabla C.7 (continuación).** Mercancías peligrosas transportadas en cada camión, obtenidas de los aforos de los días 6 y 8 de mayo y 3 y 5 de junio de 2008.



aforos 6 de mayo de 2008			aforos 8 de mayo de 2008			aforos 3 de junio de 2008			aforos 5 de junio de 2008		
Idrfiuj	ONU	kg definitiv.	Idrfiuj	ONU	kg definitiv.	Idrfiuj	ONU	kg definitiv.	Idrfiuj	ONU	kg definitiv.
			8050869	3170	24400	8060397	1203	2963	80605114	1073	20780
			8050870	1202	16968,35	8060399	3264	24000	80605115	1824	24746
			8050871	1951	1320	80603101	1830	24260	80605118	1202	27040
			8050872	1202	25452,95	80603102	1824	23620	80605119	1010	23000
			8050873	2031	14980	80603103	3257	23500	80605120	3077	24040
			8050874	1202	15268,04	80603104	2984	23026	80605122	2794	29500
			8050875	1824	11430	80603105	3010	450	80605126	3077	24460
			8050876	1202	22058,27	80603105	2588	20	80605128	1824	17300
			8050877	1170	29113	80603105	3082	391	80605129	1866	20000
						80603105	3077	2280	80605130	1202	27136,3
						80603105	1915	144	80605135	81	30700
						80603105	1760	240	80605136	1202	27150,72
						80603106	1824	11970	80605138	1202	16969,2
						80603107	3264	18980	80605139	1965	53500
						80603109	1690	20400	80605141	1830	21500
						80603111	1866	4000	80605145	1202	27150,72
						80603112	1018	20000	80605147	1202	25751,61
						80603113	3257	22840	80605150	1202	27150,72
						80603114	1993	24200	80605153	2014	25300
						80603115	1402	24885	80605154	30	300
						80603116	1066	191	80605154	65	31
						80603116	1956	1674	80605154	81	750
						80603116	1072	565	80605156	1830	23200
						80603116	1073	1410	80605157	3077	24610
						80603121	1263	10000	80605159	3077	24000
						80603123	1760	800	80605162	1830	24340
						80603123	3264	800	80605163	1202	24608,73

Tabla C.7 (continuación). Mercancías peligrosas transportadas en cada camión, obtenidas de los aforos de los días 6 y 8 de mayo y 3 y 5 de junio de 2008.



aforos 6 de mayo de 2008		aforos 8 de mayo de 2008		aforos 3 de junio de 2008		aforos 5 de junio de 2008	
Idflujo	ONU	kg definitiv.	Idflujo	ONU	kg definitiv.	Idflujo	ONU
			80603133	1203	3704,24	80605165	1073
			80603133	1202	14423,82	80605166	1789
			80603134	1263	1936	80605167	1824
			80603136	1202	16540,74		23900
			80603136	1203	7481,21		
			80603138	1719	3600		
			80603138	3082	983		
			80603138	3265	980		
			80603139	1202	22897,39		
			80603139	1203	3701,46		
			80603141	3077	2400		
			80603141	3264	1800		
			80603142	1202	25460,59		
			80603146	3257	25320		
			80603147	1120	4960		
			80603147	1212	6020		
			80603148	30	0,3		
			80603148	65	32,6		
			80603148	81	750		
			80603148	360	10,9		
			80603150	1203	8980		
			80603150	1202	23956		
			80603151	1789	2000		
			80603151	1263	8392		
			80603151	3295	36		
			80603152	1965	10797,5		
			80603154	3378	2000		

**Tabla C.7 (continuación).** Mercancías peligrosas transportadas en cada camión, obtenidas de los aforos de los días 6 y 8 de mayo y 3 y 5 de junio de 2008.



# Gobierno de La Rioja

## Anexo C

### ESTUDIO ESTADÍSTICO



aforos 6 de mayo de 2008			aforos 8 de mayo de 2008			aforos 3 de junio de 2008			aforos 5 de junio de 2008		
Idflujo	ONU	kg definitiv.	Idflujo	ONU	kg definitiv.	Idflujo	ONU	kg definitiv.	Idflujo	ONU	kg definitiv.
						80603155	1219	13000			
						80603156	1263	6617			
						80603157	1830	24040			
						80603158	1719	1250			

**Tabla C.7 (continuación).** Mercancías peligrosas transportadas en cada camión, obtenidas de los aforos de los días 6 y 8 de mayo y 3 y 5 de junio de 2008.

aforos 24 de junio de 2008			aforos 26 de junio de 2008			aforos 2 de septiembre de 2008			aforos 4 de septiembre de 2008		
Idflujo	ONU	kg definitiv.	Idflujo	ONU	kg definitiv.	Idflujo	ONU	kg definitiv.	Idflujo	ONU	kg definitiv.
806241	2187	23100	806261	1830	25580	809025	3175	1976	809041	1965	2000
806243	2187	22365	806267	1263	5530	809025	3077	4045	809042	1965	2000
806245	3287	3780	8062612	3082	7820	809026	2922	24040	809043	2031	24340
806247	2187	19870	8062618	1972	20005	809029	1830	26180	809044	3077	24000
806249	3253	1207	8062622	1010	23500	8090210	1263	24418,45	809045	2014	24660
806249	3082	96	8062623	2209	23500	8090213	1263	20955,1	809046	1830	26400
806249	1903	33	8062626	3159	18000	8090217	3264	25000	809048	3264	22960
806249	1824	935	8062627	1307	22100	8090218	1202	14422,12	809049	2187	21510
806249	3266	389	8062628	1010	22880	8090219	1203	3720,41	8090410	3170	26480
806249	1805	21	8062629	2014	22000	8090219	1202	24597,7	8090411	3257	24820
806249	1814	420	8062631	3257	25300	8090221	1965	10867,5	8090413	1230	23860
8062410	1202	27998,33	8062632	2209	21500	8090223	3257	25100	8090414	1791	9220
8062411	1824	24580	8062633	1263	7500	8090224	3082	1660	8090416	1263	1600
8062413	1824	25420	8062635	1203	9867,89	8090225	1824	21140	8090416	1866	11624
8062414	2055	25340	8062635	1202	16973,44	8090226	1977	10580	8090417	1010	22840

**Tabla C.8.** Mercancías peligrosas transportadas en cada camión, obtenidas de los aforos de los días 24 y 26 de junio y 2 y 4 de septiembre de 2008.



aforos 24 de junio de 2008		aforos 26 de junio de 2008		aforos 2 de septiembre de 2008		aforos 4 de septiembre de 2008					
Idflujo	ONU	kg definitiv.	Idflujo	ONU	kg definitiv.	Idflujo	ONU	kg definitiv.	Idflujo	ONU	kg definitiv.
8062416	1719	777,6	8062636	1824	24840	8090227	1993	22900	8090418	1805	22160
8062418	1202	27150,72	8062637	2304	24420	8090228	2055	24220	8090419	3170	26580
8062419	2211	23000	8062639	1307	24040	8090229	1824	23820	8090420	1819	20200
8062420	3159	16420	8062641	1203	3701,9	8090230	1073	20750	8090422	1719	25000
8062421	1090	22280	8062641	1202	22908,42	8090231	1789	25760	8090423	1202	27371,86
8062423	1073	23695	8062642	1956	10700	8090233	1202	27149,87	8090424	1951	23760
8062425	1301	23760	8062642	1072	2000	8090234	3264	24280	8090425	3170	26340
8062426	1495	23592	8062643	3077	24000	8090235	1719	24000	8090426	1791	1020
8062428	1049	360	8062644	3077	24000	8090236	1824	23640	8090428	3082	10000
8062429	1010	23500	8062646	1210	11500	8090237	1830	23680	8090429	3264	23480
8062430	2693	3960	8062649	3264	25860	8090239	2810	20000	8090430	1073	23095
8062430	1791	3750	8062650	1977	20360	8090240	1202	21211,5	8090431	1824	24040
8062430	1490	50	8062656	1202	26510,02	8090240	1203	3694,5	8090433	2014	26080
8062431	3257	25520	8062657	1017	2000	8090241	1888	25740	8090434	1203	3701,9
8062434	1202	27150,72	8062657	2582	2830	8090242	1301	23080	8090434	1202	22908,42
8062435	1294	23640	8062657	1791	2240	8090243	1010	22820	8090436	1789	25680
8062436	2014	24100	8062659	3082	2400	8090245	2187	23100	8090437	1824	26060
8062437	1824	24200	8062659	3264	738	8090246	1965	9468	8090438	2556	250
8062441	1830	23920	8062659	1760	1250	8090247	1830	23740	8090438	3287	1500
8062442	1202	5090,76	8062659	1479	200	8090248	1203	11103,48	8090438	3077	7200
8062443	3257	17840	8062662	2187	27420	8090249	1823	24072	8090439	1993	4145
8062444	1866	23400	8062663	3077	190	8090250	1593	18820	8090440	1123	15540
8062445	1965	10500	8062663	1301	740	8090251	1977	5040	8090441	1977	19880
8062447	1073	2500	8062663	1263	110	8090252	1866	22740	8090442	1908	440

**Tabla C.8 (continuación).** Mercancías peligrosas transportadas en cada camión, obtenidas de los aforos de los días 24 y 26 de junio y 2 y 4 de septiembre de 2008.



# Gobierno de La Rioja

## Anexo C

### ESTUDIO ESTADÍSTICO



aforos 24 de junio de 2008			aforos 26 de junio de 2008			aforos 2 de septiembre de 2008			aforos 4 de septiembre de 2008		
Idrfujo	ONU	kg definitiv.	Idrfujo	ONU	kg definitiv.	Idrfujo	ONU	kg definitiv.	Idrfujo	ONU	kg definitiv.
8062447	1956	7000	8062663	2465	900	8090253	2211	23000	8090442	1813	2000
8062448	1010	22840	8062664	3082	4020	8090254	2031	24000	8090442	1814	2740
8062449	1830	24300	8062665	1202	27147,33	8090255	1230	21620	8090442	3267	9100
8062450	2187	17660	8062666	3265	3175	8090256	1219	23780	8090442	3082	950
8062451	1824	25260	8062666	3082	1200	8090257	2304	21600	8090443	3077	22800
8062452	1824	25040	8062667	1593	10400	8090261	1073	17090	8090444	2014	20000
8062453	1993	23560	8062667	1219	11760	8090262	1866	5369	8090445	1830	23080
8062455	1307	25140	8062668	1219	19820	8090263	3264	25140	8090446	1202	2715,07
8062456	1951	20760	8062669	1866	15750	8090264	1202	29102,18	8090447	2209	21400
8062457	2014	19740	8062671	2674	11000	8090266	1824	24320	8090448	3261	380
8062458	1824	24320	8062672	2582	8520	8090269	1789	24980	8090449	1830	27400
8062459	2783	21600	8062673	1202	27139,69	8090271	1203	21471,02	8090451	1993	23820
8062460	1830	24120	8062675	1805	23620	8090273	1993	230	8090452	2789	21340
8062461	1202	21211,5	8062676	3378	1500	8090274	1866	22100	8090454	1830	23420
8062464	1072	1232	8062677	2031	23960	8090279	1830	40000	8090455	3077	24000
8062464	1956	6427	8062679	1760	210	8090280	3077	24000	8090456	1830	24660
8062468	2014	10000	8062679	3266	625	8090281	1866	1800	8090458	1866	16040
8062471	1993	71,8	8062679	3082	220	8090287	1830	26320	8090459	1950	3390
8062480	1479	1800	8062679	1903	205	8090289	1824	22190	8090460	1049	36
8062482	1202	27154,96	8062679	1823	57	8090290	1993	16000	8090461	1831	26860
8062494	1202	28263,05	8062679	1824	1223	8090291	1230	24100	8090464	1202	26471,95
8062497	3295	320	8062679	1719	17	8090293	1965	20560	8090470	3264	17360
8062497	1789	360	8062680	1073	9950	8090294	3257	25360	8090473	2031	25060
8062497	1294	720	8062682	1760	4675	8090296	3077	24040	8090474	1993	22580
8062497	2790	120	8062683	2031	25140	8090298	1073	11880	8090476	241	2664

**Tabla C.8 (continuación).** Mercancías peligrosas transportadas en cada camión, obtenidas de los aforos de los días 24 y 26 de junio y 2 y 4 de septiembre de 2008.



aforos 24 de junio de 2008			aforos 26 de junio de 2008			aforos 2 de septiembre de 2008			aforos 4 de septiembre de 2008		
Idflujo	ONU	kg definitiv.	Idflujo	ONU	kg definitiv.	Idflujo	ONU	kg definitiv.	Idflujo	ONU	kg definitiv.
8062497	2014	130	8062684	1977	19920	80902101	3077	23000	8090476	81	4225
8062497	1791	150	8062685	2468	495	80902102	1830	23140	8090477	2796	2790
8062497	1384	50	8062685	1139	75	80902103	1993	21280	8090477	1791	2500
8062497	1823	50	8062685	3077	7600	80902104	2586	3270	8090477	2031	2670
80624103	1830	25940	8062686	1123	24060	80902105	1830	23940	8090477	2582	4245
			8062687	3257	26540	80902106	1263	13938	8090478	1830	25920
			8062689	1073	22920	80902108	2031	25040	8090479	1203	5182,66
			8062690	1202	28066,21	80902111	1202	27153,27	8090479	1202	22059,96
						80902113	1202	8075,64	8090480	3088	4000
						80902117	1760	403,2	8090481	1866	22420
						80902117	3082	975,23	8090482	3257	25220
						80902117	3010	937,35	8090484	1824	24000
						80902117	3077	2780,65	8090485	3257	24700
						80902118	1210	480	8090487	1010	22600
						80902118	1263	3025	8090488	3077	10360
						80902118	3082	225	8090489	1202	27999,18
						80902118	1992	61	8090490	1202	27147,33
						80902121	1263	9260	8090491	1202	22908,42
						80902126	1977	12000	8090491	1203	2701,9
						80902129	1866	20100	8090492	1830	24520
									8090497	1202	6111,46
									80904103	1202	27490,95
									80904104	1202	27155,81
									80904105	1863	25790
									80904108	2790	5350

**Tabla C.8 (continuación).** Mercancías peligrosas transportadas en cada camión, obtenidas de los aforos de los días 24 y 26 de junio y 2 y 4 de septiembre de 2008.



aforos 24 de junio de 2008		aforos 26 de junio de 2008		aforos 2 de septiembre de 2008		aforos 4 de septiembre de 2008	
Idrijuo	ONU kg definitiv.	Idrijuo	ONU kg definitiv.	Idrijuo	ONU kg definitiv.	Idrijuo	ONU kg definitiv.
						80904108	1830 766
						80904110	1073 17000
						80904111	3264 20000
						80904112	1203 23692,16
						80904114	1202 27149,02
						80904115	1824 13100
						80904119	2693 1249
						80904119	2672 3626
						80904119	2209 1146
						80904119	1805 3230
						80904119	1123 2667
						80904119	1789 3464
						80904121	3257 25220
						80904122	3257 25880
						80904123	3257 25820
						80904126	3257 25100
						80904128	3257 25240
						80904135	1203 8157,51
						80904135	1202 17821,9
						80904140	1866 9080
						80904141	1866 4000

Tabla C.8 (continuación). Mercancías peligrosas transportadas en cada camión, obtenidas de los aforos de los días 24 y 26 de junio y 2 y 4 de septiembre de 2008.



aforos 10 noviembre de 2008			aforos 11 noviembre de 2008		
Idflujo	ONU	kg definitiv.	Idflujo	ONU	kg definitiv.
811101	1202	10239,22	811111	3266	5148
811102	1202	26302,26	811111	1791	560
811103	1202	27108,3	811111	1993	1800
811104	1202	26317,53	811112	1824	24500
811107	1263	1319	811113	1760	3500
811109	1791	23840	811113	3265	5500
8111010	3170	24500	811114	1866	12100
8111011	3257	24840	811115	456	463
8111012	1965	9537,5	811116	1789	23920
8111014	2582	22920	811117	1073	21720
8111015	1824	24320	811118	3257	13200
8111017	1993	16000	811119	1219	5500
8111019	2556	4536	811119	3082	8540
8111022	1775	10000	8111110	1593	24880
8111022	1790	12304	8111111	1993	1200
8111023	1977	38000	8111113	1202	5093,31
8111024	1202	16938,66	8111113	1203	2221,14
8111025	2031	16100	8111114	1202	26302,26
8111026	1202	27151,57	8111114	1203	3701,9
8111027	1202	26802,85	8111115	3077	25000
8111028	2304	21860	8111116	1073	7900
8111030	0081	10225	8111117	1824	24880
8111030	0241	4428	8111118	1824	40
8111030	0065	372	8111118	1805	200

**Tabla C.9.** Mercancías peligrosas transportadas en cada camión, obtenidas de los aforos de los días 10 y 11 de noviembre de 2008.



Gobierno de La Rioja

Anexo C

ESTUDIO ESTADÍSTICO

**GUIAR**  
Grupo Universitario de Investigación Analítica de Riesgos

aforos 10 noviembre de 2008			aforos 11 noviembre de 2008		
Idfijo	ONU	kg definitiv.	Idfijo	ONU	kg definitiv.
8111030	0027	966	8111118	1791	160
8111031	3257	25180	8111118	1300	344
8111033	1202	27142,24	8111118	1263	419
8111035	1173	5600	8111119	3082	30
8111035	1193	7320	8111119	1139	75
8111037	1965	10430	8111119	3266	912
8111038	1202	19957,48	8111119	1993	20
8111038	1203	7421,57	8111119	1719	295
8111039	1824	24320	8111119	1824	162
			8111121	2078	22920
			8111122	1173	14360
			8111122	1263	10160
			8111123	1830	27580
			8111124	2331	10000
			8111125	1593	24580
			8111126	1202	12726,05
			8111127	1247	12160
			8111128	3077	2590
			8111129	3161	18000
			8111130	2201	10220
			8111131	1049	369
			8111132	3257	25100
			8111133	1173	3140
			8111133	3092	8530
			8111134	1202	12090,56

Tabla C.9 (continuación) Mercancías peligrosas transportadas en cada camión, obtenidas de los aforos de los días 10 y 11 de noviembre de 2008.



aforos 10 noviembre de 2008		aforos 11 noviembre de 2008	
Idflujo	ONU kg definitiv.	Idflujo	ONU kg definitiv.
		8111136	1495 23060
		8111138	1993 22380
		8111139	3257 39780
		8111140	1866 2000
		8111141	3257 24820
		8111142	1169 715
		8111142	1197 4557
		8111143	1173 23680
		8111144	2187 20760
		8111145	1202 27145,63
		8111146	1547 24880
		8111147	1830 26900
		8111148	3264 39320
		8111149	1830 24360
		8111150	1202 27999,18
		8111151	1830 26080
		8111152	2789 21660
		8111153	1866 22400
		8111154	2014 26040
		8111155	3257 25017
		8111156	1965 9852
		8111157	1263 2961
		8111158	1384 20000
		8111158	3082 104
		8111159	1203 7406,76

**Tabla C-9 (continuación).** Mercancías peligrosas transportadas en cada camión, obtenidas de los aforos de los días 10 y 11 de noviembre de 2008.



**Tabla C.9 (continuación).** Mercancías peligrosas transportadas en cada camión, obtenidas de los aforos de los días 10 y 11 de noviembre de 2008.

aforos 10 noviembre de 2008			aforos 11 noviembre de 2008		
Idfujo	ONU	kg definitiv.	Idfujo	ONU	kg definitiv.
			8111159	1202	19523,91
			8111160	3257	25600
			8111161	1972	20580
			8111162	1202	27143,08
			8111163	1202	13567,72
			8111164	1202	25606,52
			8111165	1202	22705,64

En total se realizaron 661 aforos en los días señalados con el siguiente resultado estadístico inicial global, referido al peso de la mercancía peligrosa transportada, que se muestra en la tabla C.10.

Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum
Tons*	660	1	19,21	0,34	8,79	0,04	12,77	23,00	25,08	41,75

**Tabla C.10.** Resultado estadístico inicial global, referido al peso de la mercancía peligrosa transportada.

Como puede observarse, se eliminó un dato por considerarlo atípico y finalmente la muestra depurada quedó con un total de 660 observaciones. El análisis descriptivo inicial indica que la media muestral de los pesos transportados por cisterna durante los días de muestreo es de 19,21 toneladas con una desviación típica de 8,79 toneladas.

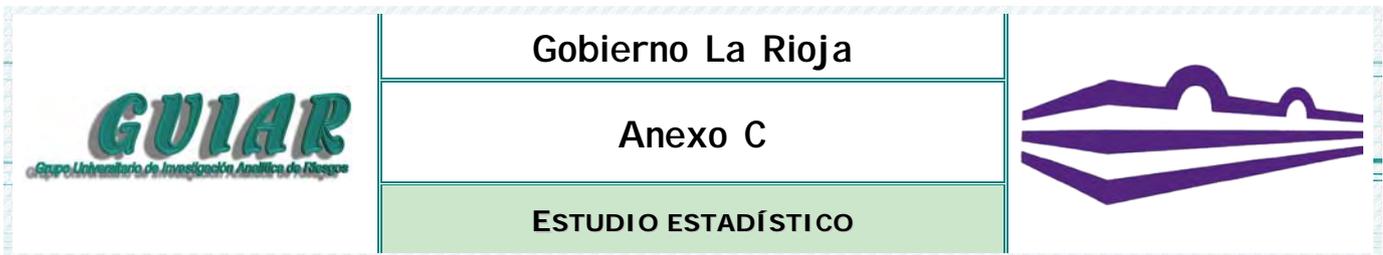
La mediana muestral es de 23,00 toneladas, es decir, el 50% de los transportes (330 camiones) transportaban una carga superior a 23,00 toneladas y, el otro 50%, una carga inferior a 23,00 toneladas. Además, de los 660 camiones, 165 de ellos transportaban una carga superior a 25,08 toneladas.

A continuación se va a desagregar la información recogida y se resumen los datos muestrales referentes al peso de la mercancía peligrosa transportada obtenidos en cada día de muestreo.

En tabla C.11 figuran junto a cada día de aforo, el número de camiones con el peso medio muestral transportado y la desviación típica.

Muestra	Día	Núm_Camiones	Xbarra_Carga (Tm)	stdev_Carga (Tm)
1	06-may	45	20,70	9,32
2	08-may	73	19,81	8,81
3	03-jun	101	18,26	9,42
4	05-jun	86	19,42	8,68
5	24-jun	52	18,87	8,73
6	26-jun	51	18,02	8,65
7	02-sep	75	19,64	7,91
8	04-sep	89	19,65	8,28
9	10-nov	27	20,53	8,28
10	11-nov	61	18,25	9,77

**Tabla C.11.** Número de camiones con el peso medio muestral transportado y la desviación típica.



Los tamaños muestrales, salvo el correspondiente al día 3 de junio, son inferiores a los inicialmente establecidos como necesarios y no se recoge información correspondiente a los días de invierno (entre diciembre y abril). El tamaño muestral medio realizado es de  $660 / 10 = 66$  cisternas por día de muestreo.

Los valores de la carga media muestral del peso de la mercancía peligrosa transportada varían según los días de muestreo entre 18,02 y 20,70 toneladas. También se observa una variabilidad en la desviación típica muestral, entre 7,91 y 9,77 toneladas. Hay de contrastar si estas variabilidades son estadísticamente significativas.

Para ver si se acepta la igualdad de varianzas de los 10 grupos muestrales se realiza un contraste de igualdad de varianzas. Puede admitirse igualdad de varianzas de la variable carga de un camión en los 10 días de muestreo (p-valor mayor del 60%). Se estima la desviación típica común por el valor de 8,79 toneladas/camión.

No se aprecian diferencias significativas en la carga media por camión en los 10 días de muestreo, donde se estima un valor de 19,26 toneladas de mercancías peligrosas transportadas por camión.

Se estima la desviación típica común por el valor  $\sigma = 8,813$  Tm/cisterna, con un intervalo de confianza del 95% de (8,34; 9,29) Tm/cisterna.

Se estima la media común por el valor  $\mu = 19,21$  Tm/camión, con un intervalo de confianza del 95% de (18,54; 19,88) Tm/camión.

La estimación del número medio de camiones diarios cargados circulantes por las carreteras de La Rioja son: 400 camiones/día

Suponiendo que la variable  $N$  número de camiones diarios de transporte de mercancías peligrosas por la Rioja es aproximadamente Normal con media  $\mu_N = 400$  camiones diarios y la desviación típica  $\sigma_N = 40$  camiones diarios aproximadamente. Así la variabilidad natural va desde  $400 - 3 \cdot 40 = 280$  hasta  $400 + 3 \cdot 40 = 520$  camiones diarios, es decir, entre 280 y 520 camiones diarios. La suposición de normalidad para la variable  $N$  no es importante, basta suponer que es unimodal, no muy asimétrica, con media y moda iguales a 400 y desviación típica igual a 40 aproximadamente

Además, para la suma de un número aleatorio de variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas:

$$S_N = X_1 + X_2 + \dots + X_N$$

se tiene:

$$E(S_N) = E(N)E(X)$$

$$Var(S_N) = E(N)Var(X) + Var(N)[E(X)]^2$$

Naturalmente,  $S_N$  representa la *carga diaria total* de mercancías peligrosas transportada por La Rioja, en tanto que  $X_k$  representa la carga que transporta el camión  $k$  en un día cualquiera,  $k = 1, 2, \dots, N$ , obteniéndose

$$E(S_N) = 5840 \text{ y } \text{Var}(S_N) = 386000$$

Es decir, la *carga diaria total* de mercancías peligrosas transportadas por La Rioja tiene una distribución que es aproximadamente Normal, con una media estimada de 5840 toneladas/día y una desviación típica estimada de 621,3 toneladas/día.

A continuación, en la tabla C.12 se recogen los valores estimados de los flujos anuales de cada una de las mercancías peligrosas transportadas por La Rioja, así como los correspondientes a cada clase de mercancía.

ONU	miles de Tm estimadas	Intervalo confianza 95%	
0027	0,1457	0,1406	0,1508
0030	0,0453	0,0437	0,0469
0065	0,1454	0,1403	0,1504
0081	11,0242	10,6397	11,4087
0241	1,8628	1,7979	1,9278
0331	0,0000	0,0000	0,0000
0360	0,0016	0,0016	0,0017
0456	0,0698	0,0674	0,0723
<b>Clase 1</b>	<b>13,2949</b>	<b>12,8312</b>	<b>13,7586</b>
1002	0,0445	0,0430	0,0461
1005	0,3963	0,3825	0,4101
1008	0,3168	0,3058	0,3279
1010	34,6950	33,4850	35,9051
1013	3,3642	3,2469	3,4815
1017	3,8319	3,6982	3,9655
1018	3,0172	2,9120	3,1225
1049	1,2129	1,1706	1,2552
1066	1,3866	1,3382	1,4349
1072	1,0972	1,0589	1,1355
1073	64,2816	62,0396	66,5236
1079	3,7715	3,6400	3,9031
1950	0,5114	0,4936	0,5293
1951	12,4955	12,0597	12,9313
1956	3,8924	3,7566	4,0281
1965	36,5389	35,2645	37,8132
1972	6,1227	5,9092	6,3362
1977	25,6223	24,7286	26,5159
2187	48,1654	46,4855	49,8453
2201	1,5418	1,4880	1,5956
3159	5,1926	5,0115	5,3737
3161	2,7155	2,6208	2,8102
<b>Clase 2</b>	<b>260,2143</b>	<b>251,1387</b>	<b>269,2900</b>

**Tabla C.12.** Valores estimados de flujos anuales por La Rioja.

ONU	miles de Tm estimadas	Intervalo confianza 95%	
1090	3,3612	3,2440	3,4784
1120	0,7483	0,7222	0,7744
1123	6,3764	6,1541	6,5988
1131	6,9275	6,6859	7,1692
1139	0,0226	0,0218	0,0234
1169	0,1079	0,1041	0,1116
1170	18,3364	17,6969	18,9759
1173	21,3408	20,5965	22,0851
1193	4,7612	4,5951	4,9272
1197	0,6875	0,6635	0,7115
1202	368,5640	355,7093	381,4186
1203	27,8456	26,8744	28,8168
1210	2,2288	2,1511	2,3066
1212	1,0590	1,0221	1,0960
1219	11,1426	10,7540	11,5312
1230	17,7081	17,0905	18,3257
1247	1,8345	1,7705	1,8985
1263	35,9135	34,6609	37,1661
1294	11,3912	10,9939	11,7885
1300	0,0519	0,0501	0,0537
1301	14,2413	13,7446	14,7380
1307	14,7090	14,1959	15,2220
1863	3,8907	3,7550	4,0264
1866	60,3811	58,2752	62,4871
1915	0,0217	0,0210	0,0225
1992	0,0092	0,0089	0,0095
1993	38,1345	36,8045	39,4645
2055	21,7331	20,9751	22,4911
3092	1,2868	1,2420	1,3317
3295	0,0537	0,0518	0,0556
<b>Clase 3</b>	<b>694,8701</b>	<b>670,6347</b>	<b>719,1056</b>
1325	0,1537	0,1484	0,1591
2213	6,5625	6,3336	6,7913
2304	16,7365	16,1528	17,3203
2556	0,7220	0,6968	0,7472
3089	0,0042	0,0041	0,0044
3175	0,2981	0,2877	0,3085
<b>Clase 4.1</b>	<b>24,4771</b>	<b>23,6234</b>	<b>25,3308</b>
1384	3,0248	2,9193	3,1303
3088	0,6034	0,5824	0,6245
<b>Clase 4.2</b>	<b>3,6282</b>	<b>3,5017</b>	<b>3,7548</b>
1402	3,7542	3,6232	3,8851
3170	23,8813	23,0484	24,7142
<b>Clase 4.3</b>	<b>27,6355</b>	<b>26,6716</b>	<b>28,5994</b>

Tabla C.12 (continuación). Valores estimados de flujos anuales por La Rioja.



ONU	miles de Tm estimadas	Intervalo confianza 95%	
1471	0,2655	0,2563	0,2748
1479	0,3017	0,2912	0,3122
1490	0,0075	0,0073	0,0078
1495	7,0380	6,7925	7,2834
1500	0,0151	0,0146	0,0156
2014	48,1979	46,5168	49,8789
2015	3,7776	3,6458	3,9093
2465	0,1358	0,1310	0,1405
2468	0,0747	0,0721	0,0773
2984	3,4737	3,3526	3,5949
3218	3,4819	3,3604	3,6033
3378	0,5280	0,5096	0,5464
<b>Clase 5.1</b>	<b>67,2973</b>	<b>64,9502</b>	<b>69,6445</b>
3105	2,5948	2,5043	2,6853
3107	0,4224	0,4077	0,4371
<b>Clase 5.2</b>	<b>3,0172</b>	<b>2,9120</b>	<b>3,1225</b>
1547	3,7534	3,6225	3,8843
1564	3,8500	3,7157	3,9843
1593	11,8698	11,4558	12,2837
1690	3,0776	2,9702	3,1849
1888	3,8832	3,7477	4,0186
1897	0,0603	0,0582	0,0624
2078	3,4577	3,3371	3,5783
2291	10,9103	10,5298	11,2908
2588	0,0030	0,0029	0,0031
2674	1,6595	1,6016	1,7174
2783	3,2586	3,1449	3,3723
2810	3,1393	3,0298	3,2488
2991	0,0302	0,0291	0,0312
2995	0,1509	0,1456	0,1561
3010	0,2093	0,2020	0,2166
3017	0,0151	0,0146	0,0156
3287	0,7965	0,7688	0,8243
3288	0,0302	0,0291	0,0312
<b>Clase 6.1</b>	<b>50,1547</b>	<b>48,4055</b>	<b>51,9040</b>
3327	8,9385	8,6268	9,2503
<b>Clase 7</b>	<b>8,9385</b>	<b>8,6268</b>	<b>9,2503</b>

Tabla C.12 (continuación). Valores estimados de flujos anuales por La Rioja.

ONU	miles de Tm estimadas	Intervalo confianza 95%	
1719	18,1395	17,5068	18,7721
1759	0,1659	0,1602	0,1717
1760	3,9079	3,7716	4,0442
1775	1,5086	1,4560	1,5612
1789	29,2465	28,2265	30,2666
1790	2,4355	2,3506	2,5204
1791	10,6012	10,2314	10,9709
1805	12,2926	11,8639	12,7214
1813	1,3578	1,3104	1,4051
1814	4,0491	3,9079	4,1903
1819	8,7922	8,4855	9,0988
1823	3,6477	3,5204	3,7749
1824	139,7894	134,9139	144,6650
1830	136,0777	131,3316	140,8237
1831	4,0521	3,9108	4,1935
1832	2,1271	2,0530	2,2013
1836	2,6582	2,5655	2,7509
1849	0,1810	0,1747	0,1873
1903	0,0359	0,0347	0,0372
1908	0,0664	0,0641	0,0687
2031	42,3875	40,9091	43,8658
2209	10,1901	9,8347	10,5455
2331	5,1021	4,9242	5,2801
2531	0,0309	0,0298	0,0320
2582	9,6212	9,2856	9,9567
2586	0,4933	0,4761	0,5105
2672	0,5470	0,5279	0,5661
2693	0,7858	0,7584	0,8132
2789	10,1077	9,7552	10,4602
2790	1,1373	1,0977	1,1770
2794	8,1616	7,8769	8,4462
2796	0,7629	0,7363	0,7895
2801	1,6444	1,5870	1,7017
2920	0,0166	0,0160	0,0172
2922	4,6768	4,5137	4,8399
3253	0,1821	0,1757	0,1884
3260	0,0453	0,0437	0,0468
3261	0,0573	0,0553	0,0593
3264	63,3825	61,1719	65,5931
3265	1,4566	1,4058	1,5074
3266	1,6601	1,6022	1,7180
3267	5,9711	5,7628	6,1793
<b>Clase 8</b>	<b>549,5525</b>	<b>530,3854</b>	<b>568,7196</b>

**Tabla C.12 (continuación).** Valores estimados de flujos anuales por La Rioja.

ONU	miles de Tm estimadas	Intervalo confianza 95%	
2211	10,7232	10,3492	11,0972
2315	0,0905	0,0874	0,0937
3077	57,0534	55,0635	59,0433
3082	11,4476	11,0484	11,8469
3257	138,6047	133,7705	143,4389
<b>Clase 9</b>	<b>217,9195</b>	<b>210,3190</b>	<b>225,5200</b>

**Tabla C.12 (continuación).** Valores estimados de flujos anuales por La Rioja.

### **3.2. Estudio pormenorizado**

Para poder realizar un estudio estadístico, como ya se ha comentado anteriormente, es necesario tener un elevado número de muestras. Esto implica que este estudio para cada una de las carreteras de La Rioja queda reducido a la autopista AP-68 y a la carretera nacional N-111, ya que del resto de carreteras no existe la repetibilidad necesaria tanto en mercancías peligrosas como en el número de días aforados.

#### **3.2.1. Estudio del tránsito por la autopista AP-68**

En las tablas C.13, C.14 y C.15 se incluye la información obtenida de cada uno de los días de aforo, resumiéndose en toneladas de cada una de las mercancías peligrosas transportadas que entran y salen de la Comunidad Autónoma por la autopista AP-68, es decir, que no utilizan ninguna de las salidas de la autopista y por tanto no utilizan en su itinerario ninguna otra carretera de La Rioja. La columna *Idflujo* corresponde a un identificador de cada transporte aforado, de forma que, en el caso de varias mercancías peligrosas transportadas en el mismo camión, existe una fila para cada mercancía repitiéndose el *Idflujo*.



aforos 6 de mayo de 2008			aforos 8 de mayo de 2008			aforos 3 de junio de 2008			aforos 5 de junio de 2008		
Idrfujo	ONU	kg definitiv.	Idrfujo	ONU	kg definitiv.	Idrfujo	ONU	kg definitiv.	Idrfujo	ONU	kg definitiv.
805062	2187	21000	805081	1866	17620	806031	2213	19500	806052	3089	28
805063	3105	17200	805082	2213	24000	806033	1830	26540	806052	1325	869
805063	3107	2800	805083	1202	15272,28	806035	1760	7000	806054	2187	22365
805064	1993	36000	805083	1203	11099,78	806037	1202	27113,39	806055	3257	25940
805067	2031	25500	805084	1013	22300	806039	1824	26480	806058	3267	180
805068	1830	26100	805085	1170	30000	8060310	1824	23700	806058	3260	300
805069	2187	12110	805086	1202	27150,72	8060311	1202	19505,25	806058	3077	680,4
8050610	1830	22000	805087	1073	18400	8060315	3288	200	806059	2582	25260
8050611	2794	24600	805088	2187	22160	8060317	1830	26980	8060510	2014	9280
8050613	1202	27320,41	805089	1066	9000	8060320	1263	22540	8060511	1760	3725
8050614	1294	23420	805089	1073	19200	8060322	1073	23555	8060511	3077	102
8050615	1814	23680	8050810	1202	22908	8060323	2187	22930	8060513	2810	809
8050616	3264	39800	8050810	1203	3701,9	8060324	1202	27154,11	8060513	1805	52
8050617	1866	25160	8050811	1824	17333	8060325	1789	25080	8060513	2922	6960,8
8050618	1790	3840	8050812	1263	15700	8060326	1824	14740	8060513	3082	104,7
8050621	2331	23820	8050813	1073	21155	8060327	1073	20860	8060513	3077	2421,7
8050622	3077	1000	8050814	3327	15450	8060329	1202	23763,67	8060514	1202	27150,72
8050623	1866	20000	8050815	1210	1700	8060329	1203	2973,53	8060515	1805	1000
8050625	1263	9989	8050815	1500	100	8060330	1760	2340	8060515	1832	14100
8050630	1073	21500	8050815	1897	400	8060330	2014	15	8060515	3077	2200
8050631	1866	30000	8050815	1824	196	8060333	1202	22924,63	8060518	1866	20120
8050632	1202	2799,92	8050817	1824	4000	8060333	1203	3716,18	8060519	1263	7000
8050633	1824	20000	8050818	2304	24540	8060334	1819	14220	8060519	1210	1094
8050634	1073	19500	8050819	1202	27150,72	8060335	1965	21140	8060520	1173	23420
8050635	2014	10580	8050820	1202	16969,2	8060336	1965	20040	8060521	2291	23220
8050636	1202	16969,2	8050822	1564	25520	8060337	1965	20620	8060522	1977	22060
8050638	1789	22000	8050823	1079	25000	8060338	3264	25020	8060523	1010	22900

**Tabla C.13.** Mercancías peligrosas transportadas en cada camión que atraviesa La Rioja por la autopista AP-68, obtenidas de los aforos de los días 6 y 8 de mayo y 3 y 5 de junio de 2008.



aforos 6 de mayo de 2008		aforos 8 de mayo de 2008		aforos 3 de junio de 2008		aforos 5 de junio de 2008	
Idflujo	ONU	kg definitiv.	ONU	kg definitiv.	Idflujo	ONU	kg definitiv.
8050639	1824	33000	1202	26943,7	8060339	1849	1200
8050640	1049	5000	2014	2400	8060339	2790	2069
8050641	2055	23180	2031	24080	8060342	1202	26925,12
8050643	1202	27999,18	2055	23540	8060342	1951	14823
8050644	1010	23100	1230	24000	8060344	2801	10900
8050645	1824	24140	2014	24340	8060345	3264	25400
8050647	1965	20354,4	1170	30000	8060346	1719	25300
			1202	27150,72	8060347	1789	25480
			2055	24920	8060350	2014	25300
			1824	24000	8060351	1263	22500
			1824	22520	8060352	1819	23860
			1824	22400	8060353	1791	2976
			1977	22000	8060353	1824	2550
			1830	23700	8060355	2031	24600
			3218	23080	8060356	1866	23600
			1202	27150,72	8060359	2014	23640
			1805	24400	8060360	1073	21155
			1202	27150,72	8060362	1017	2300
			1824	22860	8060362	1824	2575
			2187	3000	8060362	2796	1067
			1017	21100	8060370	1824	25600
			2031	25500	8060371	1202	27150,72
			1824	26400	8060372	2187	21520
			3327	23000	8060377	2304	18520
			3327	20800	8060378	0065	528
			1993	24	8060378	0081	10450
			2991	200	8060378	0241	5256
					8060524	2291	25100
					8060525	1301	23220
					8060526	1173	23720
					8060528	3257	24520
					8060531	1951	22165
					8060532	2015	25040
					8060534	1719	39000
					8060535	1805	6800
					8060536	1173	24020
					8060537	2291	24000
					8060538	3257	24900
					8060539	2055	22860
					8060540	1866	180
					8060540	1325	150
					8060540	3077	2100
					8060541	1824	23600
					8060542	1301	23600
					8060543	1230	23800
					8060544	1131	23600
					8060545	1131	22320
					8060546	1263	22305
					8060547	1173	23520
					8060549	1202	11878,44
					8060549	1203	11105,7
					8060559	1202	25191
					80605103	1866	15680
					80605104	1830	27760

**Tabla C.13 (continuación).** Mercancías peligrosas transportadas en cada camión que atraviesa La Rioja por la autopista AP-68, obtenidas de los aforos de los días 6 y 8 de mayo y 3 y 5 de junio de 2008.



aforos 6 de mayo de 2008			aforos 8 de mayo de 2008			aforos 3 de junio de 2008			aforos 5 de junio de 2008		
Idrujo	ONU	kg definitiv.	Idrujo	ONU	kg definitiv.	Idrujo	ONU	kg definitiv.	Idrujo	ONU	kg definitiv.
			8050863	3017	100	8060383	1202	27150,72	80605106	1993	15280
			8050865	2789	22000	8060384	1202	24616,37	80605114	1073	20780
			8050865	3264	12000	8060386	1202	26268,32	80605115	1824	24746
			8050867	2187	18400	8060389	0081	15975	80605118	1202	27040
			8050869	3170	24400	8060392	2014	24900	80605119	1010	23000
			8050870	1202	16968,35	8060394	3170	30000	80605120	3077	24040
			8050871	1951	1320	8060396	1719	1000	80605122	2794	29500
			8050872	1202	25452,95	8060397	1202	23756,88	80605126	3077	24460
						8060397	1203	2963	80605128	1824	17300
						8060399	3264	24000	80605129	1866	20000
						80603101	1830	24260	80605135	0081	30700
						80603102	1824	23620	80605139	1965	53500
						80603104	2984	23026	80605141	1830	21500
						80603105	1760	240	80605145	1202	27150,72
						80603105	1915	144	80605153	2014	25300
						80603105	2588	20	80605157	3077	24610
						80603105	3010	450	80605159	3077	24000
						80603106	1824	11970	80605163	1202	24608,73
						80603107	3264	18980	80605165	1073	32220
						80603109	1690	20400	80605166	1789	14220
						80603111	1866	4000	80605167	1824	23900
						80603112	1018	20000			
						80603114	1993	24200			
						80603115	1402	24885			
						80603116	1066	191			
						80603116	1072	565			
						80603116	1073	1410			

Tabla C.13 (continuación). Mercancías peligrosas transportadas en cada camión que atraviesa La Rioja por la autopista AP-68, obtenidas de los aforos de los días 6 y 8 de mayo y 3 y 5 de junio de 2008.



aforos 6 de mayo de 2008		aforos 8 de mayo de 2008		aforos 3 de junio de 2008		aforos 5 de junio de 2008	
Idflujo	ONU	kg definitiv.	Idflujo	ONU	kg definitiv.	Idflujo	ONU
			80603116	1956	1674		
			80603123	1760	800		
			80603123	3264	800		
			80603151	1263	8392		
			80603151	1789	2000		
			80603151	3295	36		
			80603154	3378	2000		
			80603158	1719	1250		

**Tabla C.13 (continuación).** Mercancías peligrosas transportadas en cada camión que atraviesa La Rioja por la autopista AP-68, obtenidas de los aforos de los días 6 y 8 de mayo y 3 y 5 de junio de 2008.

aforos 24 de junio de 2008		aforos 26 de junio de 2008		aforos 2 de septiembre de 2008		aforos 4 de septiembre de 2008	
Idflujo	ONU	kg definitiv.	Idflujo	ONU	kg definitiv.	Idflujo	ONU
806241	2187	23100	8062622	1010	23500	8090227	1993
806243	2187	22365	8062623	2209	23500	8090228	2055
806245	3287	3780	8062626	3159	18000	8090229	1824
806247	2187	19870	8062627	1307	22100	8090230	1073
806249	1805	21	8062628	1010	22880	8090231	1789
806249	1903	33	8062629	2014	22000	8090233	1202
806249	1814	420	8062631	3257	25300	8090234	3264
806249	1824	935	8062632	2209	21500	8090235	1719
806249	3266	389	8062633	1263	7500	8090236	1824
806249	3253	1207	8062635	1202	16973,44	8090239	2810
806249	3082	96	8062635	1203	9867,89	8090240	1202
8062410	1202	27998,33	8062636	1824	24840	8090240	1203
8062411	1824	24580	8062637	2304	24420	8090241	1888
8062413	1824	25420	8062639	1307	24040	8090242	1301
						8090413	1230
						8090414	1791
						8090416	1263
						8090416	1866
						8090417	1010
						8090418	1805
						8090418	22160

**Tabla C.14.** Mercancías peligrosas transportadas en cada camión que atraviesa La Rioja por la autopista AP-68, obtenidas de los aforos de los días 24 y 26 de junio y 2 y 4 de septiembre de 2008.



# Gobierno de La Rioja

## Anexo C

### ESTUDIO ESTADÍSTICO



aforos 24 de junio de 2008			aforos 26 de junio de 2008			aforos 2 de septiembre de 2008			aforos 4 de septiembre de 2008		
Idrfiuj	ONU	kg definitiv.	Idrfiuj	ONU	kg definitiv.	Idrfiuj	ONU	kg definitiv.	Idrfiuj	ONU	kg definitiv.
8062414	2055	25340	8062642	1956	10700	8090243	1010	22820	8090419	3170	26580
8062416	1719	777,6	8062642	1072	2000	8090245	2187	23100	8090420	1819	20200
8062418	1202	27150,72	8062643	3077	24000	8090246	1965	9468	8090422	1719	25000
8062419	2211	23000	8062644	3077	24000	8090248	1203	11103,48	8090423	1202	27371,86
8062420	3159	16420	8062646	1210	11500	8090249	1823	24072	8090424	1951	23760
8062421	1090	22280	8062649	3264	25860	8090250	1593	18820	8090425	3170	26340
8062423	1073	23695	8062662	2187	27420	8090251	1977	5040	8090426	1791	1020
8062425	1301	23760	8062663	1301	740	8090252	1866	22740	8090429	3264	23480
8062426	1495	23592	8062663	1263	110	8090253	2211	23000	8090430	1073	23095
8062428	1049	360	8062663	2465	900	8090254	2031	24000	8090431	1824	24040
8062429	1010	23500	8062663	3077	190	8090255	1230	21620	8090433	2014	26080
8062430	1490	50	8062664	3082	4020	8090256	1219	23780	8090434	1202	22908,42
8062430	2693	3960	8062665	1202	27147,33	8090257	2304	21600	8090434	1203	3701,9
8062430	1791	3750	8062666	3265	3175	8090263	3264	25140	8090436	1789	25880
8062436	2014	24100	8062666	3082	1200	8090264	1202	29102,18	8090437	1824	26060
8062437	1824	24200	8062667	1219	11760	8090269	1789	24980	8090439	1993	4145
8062441	1830	23920	8062667	1593	10400	8090271	1203	21471,02	8090441	1977	19880
8062443	3257	17840	8062668	1219	19820	8090273	1993	230	8090442	1813	2000
8062444	1866	23400	8062669	1866	15750	8090274	1866	22100	8090442	1814	2740
8062447	1956	7000	8062671	2674	11000	8090279	1830	40000	8090442	1908	440
8062447	1073	2500	8062672	2582	8520	8090280	3077	24000	8090442	3267	9100
8062448	1010	22840	8062673	1202	27139,69	8090289	1824	22190	8090444	2014	20000
8062449	1830	24300	8062675	1805	23620	8090290	1993	16000	8090445	1830	23080
8062450	2187	17660	8062676	3378	1500	8090291	1230	24100	8090446	1202	2715,07
8062451	1824	25260	8062677	2031	23960	8090293	1965	20560	8090447	2209	21400
8062452	1824	25040	8062679	1903	205	8090296	3077	24040	8090448	3261	380
8062453	1993	23560	8062679	1824	1223	80902101	3077	23000	8090449	1830	27400

**Tabla C.14 (continuación).** Mercancías peligrosas transportadas en cada camión que atraviesa La Rioja por la autopista AP-68, obtenidas de los aforos de los días 24 y 26 de junio y 2 y 4 de septiembre de 2008.



aforos 24 de junio de 2008			aforos 26 de junio de 2008			aforos 2 de septiembre de 2008			aforos 4 de septiembre de 2008		
Idflujo	ONU	kg definitiv.	Idflujo	ONU	kg definitiv.	Idflujo	ONU	kg definitiv.	Idflujo	ONU	kg definitiv.
8062455	1307	25140	8062679	1823	57	80902102	1830	23140	8090451	1993	23820
8062456	1951	20760	8062679	1719	17	80902103	1993	21280	8090452	2789	21340
8062457	2014	19740	8062679	1760	210	80902104	2586	3270	8090454	1830	23420
8062458	1824	24320	8062679	3266	625	80902105	1830	23940	8090456	1830	24660
8062459	2783	21600	8062679	3082	220	80902106	1263	13938	8090458	1866	16040
8062464	1956	6427	8062680	1073	9950	80902108	2031	25040	8090459	1950	3390
8062464	1072	1232	8062683	2031	25140				8090460	1049	36
8062468	2014	10000	8062684	1977	19920				8090461	1831	26860
			8062685	1139	75				8090464	1202	26471,95
			8062685	2468	495				8090470	3264	17360
			8062685	3077	7600				8090473	2031	25060
			8062686	1123	24060				8090474	1993	22580
			8062689	1073	22920				8090476	0081	4225
			8062690	1202	28066,21				8090476	0241	2664
									8090477	1791	2500
									8090477	2031	2670
									8090477	2582	4245
									8090477	2796	2790
									8090480	3088	4000
									8090481	1866	22420
									8090484	1824	24000
									8090487	1010	22600
									8090489	1202	27999,18
									8090492	1830	24520
									80904108	1830	766
									80904108	2790	5350

**Tabla C.14 (continuación).** Mercancías peligrosas transportadas en cada camión que atraviesa La Rioja por la autopista AP-68, obtenidas de los aforos de los días 24 y 26 de junio y 2 y 4 de septiembre de 2008.



Gobierno de La Rioja

Anexo C

ESTUDIO ESTADÍSTICO



aforos 10 noviembre de 2008				aforos 11 noviembre de 2008			
Idfujio	ONU	kg definitiv.		Idfujio	ONU	kg definitiv.	
811109	1791	23840		811111	1791	560	
8111010	3170	24500		8111111	1993	1800	
8111014	2582	22920		8111111	3266	5148	
8111017	1993	16000		8111112	1824	24500	
8111019	2556	4536		8111113	1760	3500	
8111022	1775	10000		8111113	3265	5500	
8111022	1790	12304		8111114	1866	12100	
8111023	1977	38000		8111115	0456	463	
8111024	1202	16938,66		8111116	1789	23920	
8111025	2031	16100		8111117	1073	21720	
8111026	1202	27151,57		8111118	3257	13200	
8111027	1202	26802,85		8111119	1219	5500	
8111028	2304	21860		8111119	3082	8540	
8111030	0241	4428		81111110	1593	24880	
8111030	0081	10225		81111111	1993	1200	
8111030	0065	372		81111113	1202	5093,31	
8111030	0027	966		81111113	1203	2221,14	
				81111114	1202	26302,26	
				81111114	1203	3701,9	
				81111115	3077	25000	
				81111116	1073	7900	
				81111117	1824	24880	
				81111118	1300	344	
				81111118	1791	160	
				81111118	1805	200	
				81111118	1824	40	
				81111119	1139	75	

Tabla C.15. Mercancías peligrosas transportadas en cada camión que atraviesa La Rioja por la autopista AP-68, obtenidas de los aforos de los días 10 y 11 de noviembre de 2008.



aforos 10 noviembre de 2008		aforos 11 noviembre de 2008	
Idflujo	ONU kg definitiv.	Idflujo	ONU kg definitiv.
		8111119	1719 295
		8111119	1824 162
		8111119	1993 20
		8111119	3082 30
		8111119	3266 912
		8111121	2078 22920
		8111122	1173 14360
		8111122	1263 10160
		8111123	1830 27580
		8111124	2331 10000
		8111125	1593 24580
		8111126	1202 12726,05
		8111129	3161 18000
		8111130	2201 10220
		8111131	1049 369
		8111138	1993 22380
		8111141	3257 24820
		8111142	1169 715
		8111142	1197 4557
		8111143	1173 23680
		8111144	2187 20760
		8111145	1202 27145,63
		8111146	1547 24880
		8111148	3264 39320
		8111149	1830 24360
		8111150	1202 27999,18
		8111152	2789 21660

**Tabla C.15 (continuación).** Mercancías peligrosas transportadas en cada camión que atraviesa La Rioja por la autopista AP-68, obtenidas de los aforos de los días 10 y 11 de noviembre de 2008.



aforos 10 noviembre de 2008			aforos 11 noviembre de 2008		
Idfijujo	ONU	kg definitiv.	Idfijujo	ONU	kg definitiv.
			8111153	1866	22400
			8111154	2014	26040

**Tabla C.15 (continuación).** Mercancías peligrosas transportadas en cada camión que atraviesa La Rioja por la autopista AP-68; obtenidas de los aforos de los días 10 y 11 de noviembre de 2008.

En total se realizaron 451 aforos en los días señalados con el siguiente resultado estadístico inicial global, referido al del peso de la mercancía peligrosa transportada, que se muestra en la tabla C.16.

Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum
Tons*	450	1	19,94	0,394	8,37	0,000	16,96	23,01	24,89	41,75

**Tabla C.16.** Resultado estadístico inicial global, referido al peso de la mercancía peligrosa transportada.

Como puede observarse, se eliminó un dato por considerarlo atípico y finalmente la muestra depurada quedó con un total de 450 observaciones. El análisis descriptivo inicial indica que la media muestral de los pesos transportados por cisterna durante los días de muestreo es de 19,94 toneladas con una desviación típica de 8,37 toneladas.

La mediana muestral es de 23 toneladas, es decir, el 50% de los transportes (225 camiones) transportaban una carga superior a 23,0 toneladas y, el otro 50%, una carga inferior a 23,0 toneladas. Además, de los 450 camiones, 112 de ellos transportaban una carga superior a 24,9 toneladas.

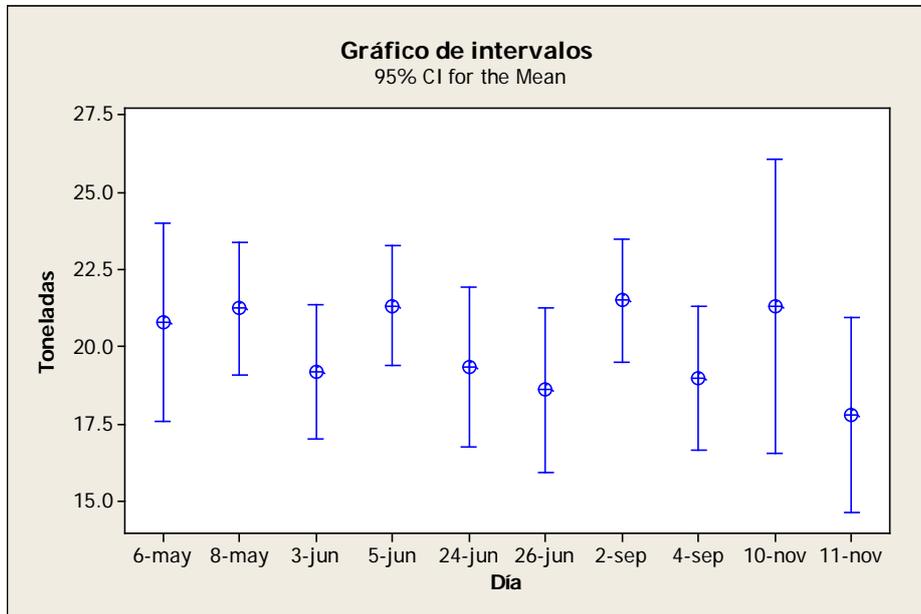
A continuación se va a desagregar la información recogida y se resumen los datos muestrales referentes al peso de la mercancía peligrosa transportada obtenidos en cada día de muestreo.

En el gráfico de la figura C.3, se indica la distribución del total de los aforos realizados, con indicación del número de aforos por día de muestreo y el porcentaje correspondiente. Se aprecia una gran variabilidad en las proporciones que van de un mínimo de 2,9% a un máximo de 15,3%.



**Figura C.3.** Distribución total de los aforos realizados.

Por otra parte, el gráfico de la figura C.4 indica los intervalos de confianza del 95% para las medias poblacionales de los pesos de mercancías peligrosas transportadas en los días de los aforos realizados. En general, los intervalos de confianza son bastante amplios, porque los tamaños muestrales son inferiores a los valores planificados. Se observa, en particular, una gran longitud del intervalo de confianza correspondiente a la carga media transportada el día 10 de noviembre, debido al pequeño tamaño muestral del aforo de ese día.



**Figura C.4.** Intervalos de confianza.

En tabla C.17 figuran junto a cada día de aforo, el número de camiones con el peso medio muestral transportado y la desviación típica. En la tabla C.18, que es la salida directa del programa MINITAB, se detalla más la información estadística.

Muestra	Día	Núm_Camiones	Xbarra_Carga (Tm)	stdev_Carga (Tm)
1	06-may	33	20,77	9,05
2	08-may	53	21,23	7,79
3	03-jun	69	19,19	9,11
4	05-jun	61	21,33	7,45
5	24-jun	39	19,36	8,01
6	26-jun	40	18,59	8,32
7	02-sep	46	21,50	6,70
8	04-sep	57	18,98	8,80
9	10-nov	13	21,30	7,89
10	11-nov	40	17,79	9,84

**Tabla C.17.** Número de camiones con el peso medio muestral transportado y la desviación típica.

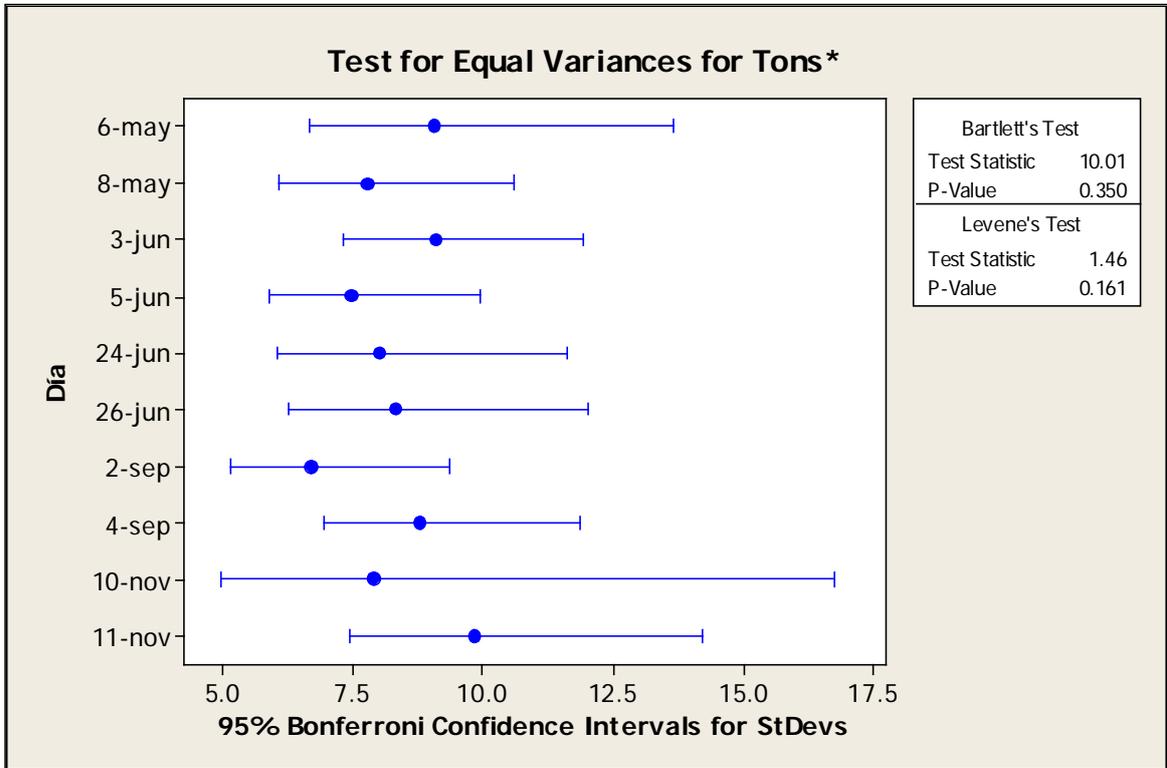
Día	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum
6-may	33	0	20,77	1,58	9,05	1,00	18,23	22,00	25,33	39,80
8-may	53	0	21,23	1,07	7,79	0,32	18,40	23,70	25,95	34,00
3-jun	69	0	19,19	1,10	9,11	0,20	14,48	22,93	25,30	41,75
5-jun	60	1	21,331	0,962	7,453	0,897	20,285	23,56	24,86	39,00
24-jun	39	0	19,36	1,28	8,01	0,00	17,66	23,10	24,30	28,00
26-jun	40	0	18,59	1,32	8,32	1,50	11,13	22,52	24,33	28,07
2-sep	46	0	21,498	0,987	6,696	0,230	21,148	23,09	24,13	40,00
4-sep	57	0	18,98	1,17	8,80	0,04	13,75	22,96	25,03	28,00
10-nov	13	0	21,30	2,19	7,89	4,54	16,05	22,30	25,65	38,00
11-nov	40	0	17,79	1,56	9,84	0,37	9,25	22,05	24,87	39,32

**Tabla C.18.** Detalle de la información muestral.

Los tamaños muestrales en todos los casos son inferiores a los inicialmente establecidos como necesarios, (el tamaño muestral máximo es de 69, correspondiente al día 3 de junio) y no se recoge información correspondiente a los días de invierno (entre diciembre y abril). El tamaño muestral medio realizado es de  $451 / 10 = 45,1$  cisternas por día de muestreo, que es menos de la mitad del tamaño requerido, que era de 110.

Los valores de la carga media muestral del peso de la mercancía peligrosa transportada varían según los días de muestreo entre 17,79 y 21,50 toneladas. También se observa una variabilidad en la desviación típica muestral, entre 6,70 y 9,84 toneladas. Hay de contrastar si estas variabilidades son estadísticamente significativas.

Para ver si se acepta la igualdad de varianzas de los 10 grupos muestrales se realiza un contraste de igualdad de varianzas, cuyo resultado gráfico y analítico se muestra en la figura C.5.

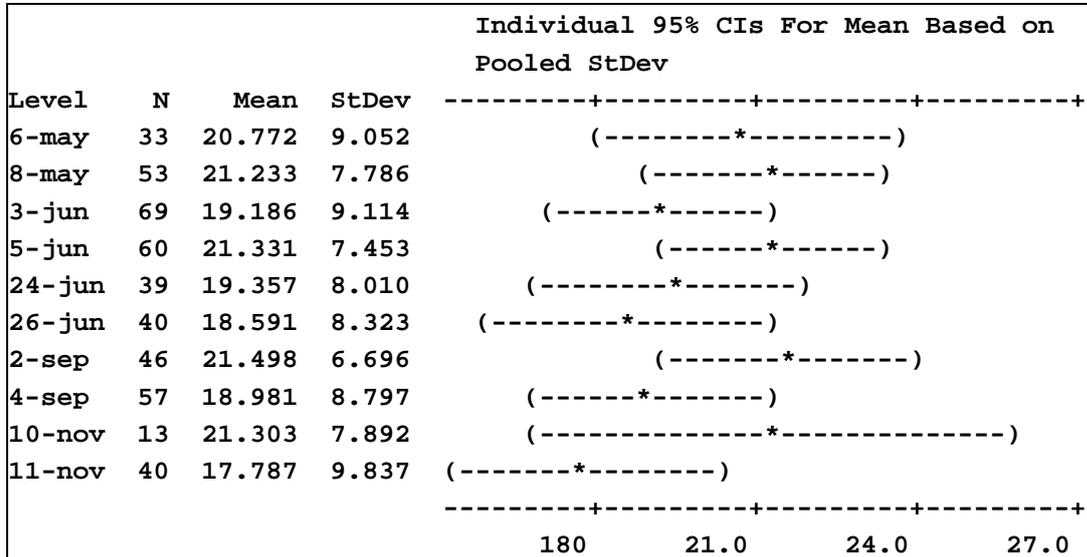


**Figura C.5.** Resultado del contraste de igualdad de varianzas.

Se aprecia que todos los intervalos de confianza para las desviaciones típicas tienen una intersección con gran parte común y además, consecuentemente, los contrastes estadísticos muestran que puede aceptarse la igualdad de varianzas y que por tanto, las diferencias en varianzas no son estadísticamente significativas. En definitiva, puede admitirse igualdad de varianzas de las cargas de las cisternas en los 10 días de muestreo (P-valor mayor del 35%) que abarcan los meses de mayo a noviembre (primavera, verano y otoño).

Se estima la desviación típica común por el valor  $\sigma = 8,3550$  Tm/cisterna, con un intervalo de confianza del 95% de (7,85; 8,95) Tm/cisterna.

Una vez establecida la igualdad de varianzas, se comparan las medias por medio de la técnica estadística del Análisis de la Varianza [véase Box, Hunter y Hunter (2005)]. Los cálculos correspondientes se proporcionan en la figura C.6 y en la tabla C.19.



**Figura C.6.** Comparación de las medias por medio de la técnica estadística del Análisis de la Varianza.

Los intervalos de confianza para las medias poblacionales tienen una intersección común bastante amplia así que se puede aceptar la igualdad de dichas medias como confirma la tabla del análisis de la varianza, que en la tabla C.19 se muestra con un P-valor del 32,2%.

Por ello se concluye que no se aprecian diferencias significativas en la carga media por cisterna en cada uno de los 10 días de muestreo, que cubren los meses de mayo a noviembre (primavera, verano y otoño).

Source	DF	SS	MS	F	P
Día	9	726,3	80,7	1,16	0,322
Error	440	30712,1	69,8		
Total	449	31438,4			

S = 8,355      R-Sq = 2,31%      R-Sq(adj) = 0,31%

**Tabla C.19.** Análisis de la varianza.

Se realiza un t-intervalo de confianza, cuyo resultado se muestra en la tabla C.20. Se estima la media común por el valor  $\mu = 19,94$  Tm/cisterna, con un intervalo de confianza del 95% de (19,16; 20,71) Tm/cisterna.

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	95% CI
Tons*	450	19,938	8,355	0,394	(19,163; 20,714)

**Tabla C.20.** Resultado del t-intervalo de confianza.

De los resultados muestrales, se estimó una circulación media diaria por La Rioja, en la autopista AP-68 de 150 cisternas de transporte de mercancías peligrosas. En un año se transportan mercancías peligrosas por la autopista AP-68 en la Rioja durante 250 días.

Por tanto, la carga media diaria circulante de mercancías peligrosas por la autopista AP-68 será de 2990,70 toneladas, con un intervalo de confianza del 95% para dicha carga media diaria circulante de (2874,86; 3106,54) toneladas/día.

Carga total media anual circulante de mercancías peligrosas por la autopista AP-68 será de 747,6750 miles de toneladas/año = 0,75 millones de toneladas/año, con un intervalo de confianza del 95% para la carga total media anual circulante de (718,72; 777,63) miles de toneladas/año = (0,719; 0,778) millones de toneladas/año.

A continuación se detallan los cálculos. La variable *carga diaria total* de mercancías peligrosas transportadas por la autopista AP-68 por la Rioja tiene una distribución que es aproximadamente Normal.

Suponiendo que la variable  $N$  número de camiones diarios de transporte de mercancías peligrosas por la AP-68 por la Rioja es aproximadamente Normal con media  $\mu_N = 150$  camiones diarios y desviación típica  $\sigma_N = 16$  camiones diarios aproximadamente. Así la variabilidad natural es  $150 - 3 \cdot 16 = 102$  y  $150 + 3 \cdot 16 = 198$  camiones diarios, es decir, entre 100 y 200 camiones diarios. La suposición de normalidad para la variable  $N$  no es importante, basta suponer que es unimodal, no muy asimétrica, con media y moda iguales a 150 y desviación típica igual a 16 aproximadamente.

Además, para la suma de un número aleatorio de variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas:

$$S_N = X_1 + X_2 + \dots + X_N$$

se tiene:

$$E(S_N) = E(N)E(X)$$

$$Var(S_N) = E(N)Var(X) + Var(N)[E(X)]^2$$

Naturalmente,  $S_N$  representa la *carga diaria total* de mercancías peligrosas transportada por la autopista AP-68, en tanto que  $X_k$  representa la carga que transporta el camión  $k$  en un día cualquiera,  $k = 1, 2, \dots, N$ .

Al aplicar con los datos obtenidos,  $\mu = E(X) = 19,94$ ,  $\sigma^2 = \text{Var}(X) = 8,36^2 = 69,89$ ,  $E(N) = 150$  y  $\text{Var}(N) = 15,86^2 = 251,56$  se obtiene

$$E(S_N) = 2990,70 \text{ y } \text{Var}(S_N) = 110504,30$$

Es decir, la *carga diaria total* de mercancías peligrosas transportadas por la autopista AP-68 en la Rioja tiene una distribución que es aproximadamente Normal, con una media estimada de 2990,70 toneladas/día y una desviación típica estimada de 332,42 toneladas/día.

Algunos percentiles de la *carga diaria total* de mercancías peligrosas transportadas por la autopista AP-68 en la Rioja son los recogidos en la tabla C.21:

<b>P</b>	0,10	0,25	0,50	0,75	0,90	0,95
<b>X<sub>p</sub></b>	2565,0	2766,8	2991,0	3215,2	3417,0	3537,8

**Tabla C.21.** Percentiles de la carga diaria total de mercancías peligrosas transportadas por la AP-68.

Es decir, el 25% de los días la carga diaria total de mercancías peligrosas transportadas por la autopista AP-68 en la Rioja es inferior a 2766,8 toneladas, en tanto que sólo el 5% de los días dicha carga será superior a 3537,8 toneladas.

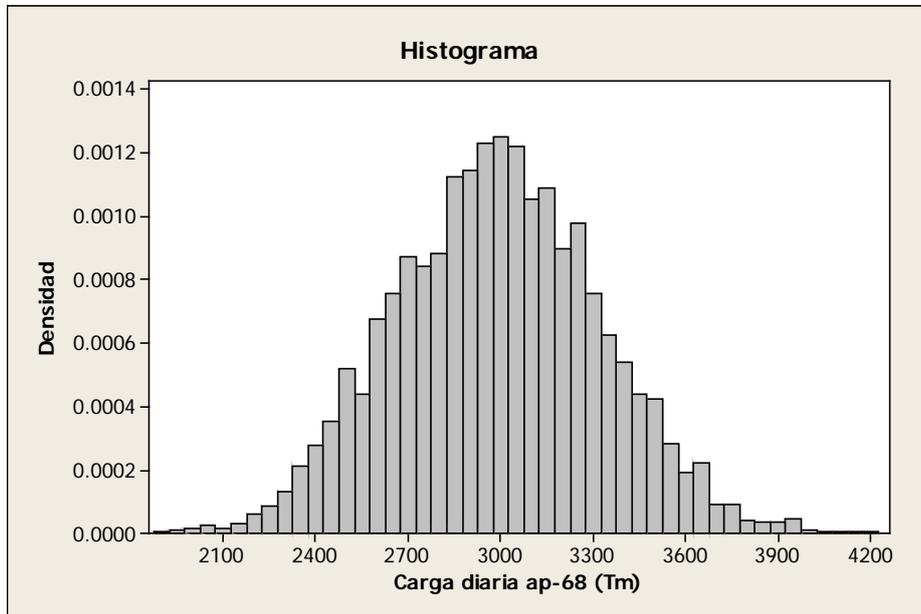
Algunos valores de la función de distribución de la *carga diaria total* de mercancías peligrosas transportadas por la autopista AP-68 en la Rioja son los indicados en la tabla C.22.

<b>X</b>	2500	2750	3000	3250	3500	3750	4000
<b>FdD</b>	0,0698	0,2342	0,5108	0,7821	0,9371	0,9888	0,9988

**Tabla C.22.** Valores de la función distribución de la carga diaria total.

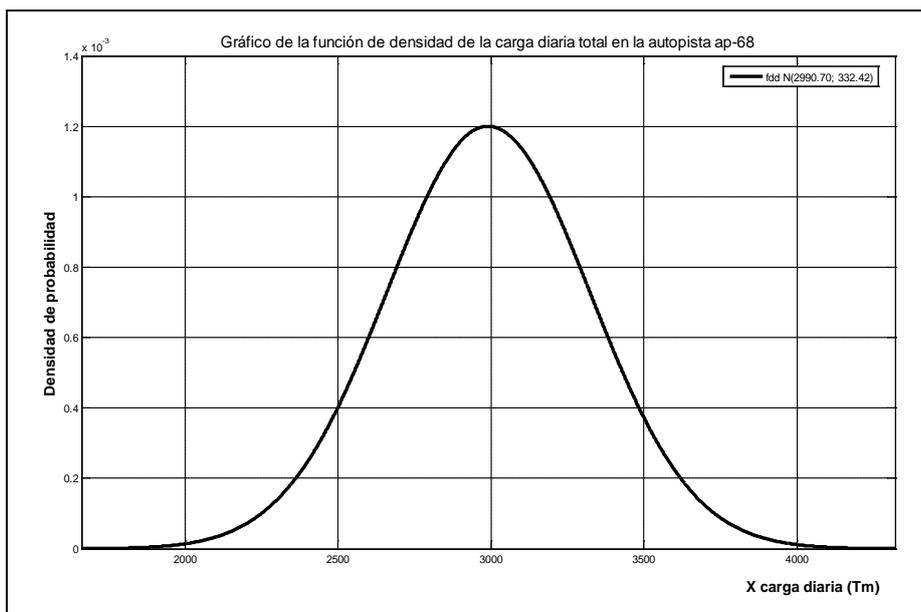
Por ejemplo, la probabilidad de que la carga diaria total de mercancías peligrosas transportadas por la autopista AP-68 en la Rioja un día cualquiera sea inferior a 2750 toneladas es de 23,4% y sólo el 6,3% de los días la carga transportada será superior a 3500 toneladas.

En la figura C.7, se ha realizado una simulación aleatoria de la variable carga diaria total de mercancías peligrosas transportadas por la autopista AP-68 en la Rioja.



**Figura C.7.** Simulación de la variable carga diaria total

En la figura C.8 se presenta la gráfica de la función de densidad de probabilidad de la variable carga diaria total de mercancías peligrosas transportadas por la autopista AP-68 en la Rioja.



**Figura C.8.** Función de densidad de probabilidad de la carga diaria total

Finalmente, la variable *carga anual total* de mercancías peligrosas transportadas por la autopista AP-68 en la Rioja tiene una distribución que es aproximadamente Normal, con una media estimada de 0,75 millones de toneladas/año y una desviación típica estimada de 0,083 millones de toneladas/año.

A continuación, en la tabla C.23 se recogen los valores estimados de los flujos anuales de cada una de las mercancías peligrosas que transitan por la autopista AP-68, así como los correspondientes a cada clase de mercancía.

ONU	miles de Tm estimadas	Intervalo confianza 95%	
0027	0,0800	0,0769	0,0832
0065	0,0746	0,0717	0,0775
0081	5,9291	5,6994	6,1667
0241	1,0229	0,9833	1,0639
0456	0,0384	0,0369	0,0399
<b>Clase 1</b>	<b>7,1449</b>	<b>6,8682</b>	<b>7,4312</b>
1010	19,0509	18,3131	19,8143
1013	1,8473	1,7757	1,9213
1017	1,9384	1,8633	2,0161
1018	1,6567	1,5926	1,7231
1049	0,4776	0,4591	0,4967
1066	0,7614	0,7319	0,7919
1072	0,3145	0,3024	0,3271
1073	29,1807	28,0505	30,3500
1079	2,0709	1,9907	2,1539
1950	0,2808	0,2699	0,2921
1951	6,8613	6,5955	7,1362
1956	2,1373	2,0545	2,2229
1965	14,0560	13,5116	14,6193
1977	10,5121	10,1049	10,9333
2187	26,4475	25,4231	27,5072
2201	0,8466	0,8138	0,8805
3159	2,8513	2,7408	2,9655
3161	1,4911	1,4333	1,5508
<b>Clase 2</b>	<b>122,7823</b>	<b>118,0267</b>	<b>127,7021</b>

**Tabla C.23.** Valores estimados de flujos anuales por la autopista AP-68.



ONU	miles de Tm estimadas	Intervalo confianza 95%	
1090	1,8456	1,7741	1,9196
1123	1,9931	1,9159	2,0729
1131	3,8039	3,6566	3,9563
1139	0,0124	0,0119	0,0129
1169	0,0592	0,0569	0,0616
1170	4,9702	4,7777	5,1694
1173	10,9942	10,5683	11,4347
1197	0,3775	0,3629	0,3926
1202	104,7289	100,6725	108,9253
1203	7,5649	7,2719	7,8680
1210	1,1841	1,1382	1,2315
1219	5,0415	4,8462	5,2435
1230	9,7234	9,3468	10,1131
1263	11,7409	11,2861	12,2113
1294	1,9401	1,8649	2,0178
1300	0,0285	0,0274	0,0296
1301	7,8198	7,5170	8,1332
1307	5,9046	5,6759	6,1412
1863	0,0000	0,0000	0,0000
1866	28,5734	27,4667	29,7183
1915	0,0119	0,0115	0,0124
1993	20,8269	20,0202	21,6614
2055	11,9335	11,4713	12,4117
3295	0,0030	0,0029	0,0031
<b>Clase 3</b>	<b>241,0815</b>	<b>231,7439</b>	<b>250,7416</b>
1325	0,0844	0,0811	0,0878
2213	3,6034	3,4639	3,7478
2304	9,1900	8,8340	9,5582
2556	0,3758	0,3612	0,3908
3089	0,0023	0,0022	0,0024
<b>Clase 4.1</b>	<b>13,2559</b>	<b>12,7425</b>	<b>13,7870</b>
3088	0,3313	0,3185	0,3446
<b>Clase 4.2</b>	<b>0,3313</b>	<b>0,3185</b>	<b>0,3446</b>
1402	2,0614	1,9816	2,1440
3170	13,1132	12,6053	13,6386
<b>Clase 4.3</b>	<b>15,1746</b>	<b>14,5868</b>	<b>15,7826</b>

Tabla C.23 (continuación). Valores estimados de flujos anuales por la autopista AP-68.

ONU	miles de Tm estimadas	Intervalo confianza 95%	
1490	0,0041	0,0040	0,0043
1495	1,9543	1,8786	2,0326
1500	0,0083	0,0080	0,0086
2014	26,3651	25,3439	27,4215
2015	2,0742	1,9939	2,1574
2465	0,0746	0,0717	0,0775
2468	0,0410	0,0394	0,0426
2984	1,9074	1,8335	1,9838
3218	1,9119	1,8378	1,9885
3378	0,2899	0,2787	0,3015
<b>Clase 5.1</b>	<b>34,6308</b>	<b>33,2895</b>	<b>36,0185</b>
3105	1,4248	1,3696	1,4819
3107	0,2319	0,2230	0,2412
<b>Clase 5.2</b>	<b>1,6567</b>	<b>1,5926</b>	<b>1,7231</b>
1547	2,0610	1,9812	2,1436
1564	2,1140	2,0321	2,1987
1593	6,5176	6,2652	6,7788
1690	1,6899	1,6244	1,7576
1888	2,1322	2,0496	2,2177
1897	0,0331	0,0319	0,0345
2078	1,8986	1,8251	1,9747
2291	5,9908	5,7588	6,2308
2588	0,0017	0,0016	0,0017
2674	0,9112	0,8759	0,9477
2783	1,7893	1,7200	1,8610
2810	1,7238	1,6570	1,7928
2991	0,0166	0,0159	0,0172
3010	0,0373	0,0358	0,0388
3017	0,0083	0,0080	0,0086
3288	0,0166	0,0159	0,0172
<b>Clase 6.1</b>	<b>26,9419</b>	<b>25,8984</b>	<b>28,0215</b>
3327	4,9081	4,7180	5,1048
<b>Clase 7</b>	<b>4,9081</b>	<b>4,7180</b>	<b>5,1048</b>
1719	9,6621	9,2879	10,0493
1760	1,4757	1,4186	1,5349
1775	0,8284	0,7963	0,8616
1789	15,6662	15,0594	16,2939
1790	1,3373	1,2855	1,3909
1791	3,6470	3,5057	3,7931
1805	6,4823	6,2312	6,7420
1813	0,1657	0,1593	0,1723
1814	2,2234	2,1372	2,3124
1819	4,8278	4,6408	5,0212
1823	1,9988	1,9214	2,0789

**Tabla C.23 (continuación).** Valores estimados de flujos anuales por la autopista AP-68.

ONU	miles de Tm estimadas	Intervalo confianza 95%	
1824	66,8315	64,2430	69,5094
1830	44,4278	42,7070	46,2080
1831	2,2250	2,1388	2,3142
1832	1,1680	1,1228	1,2148
1849	0,0994	0,0956	0,1034
1903	0,0197	0,0190	0,0205
1908	0,0364	0,0350	0,0379
2031	22,0339	21,1805	22,9168
2209	5,5004	5,2874	5,7208
2331	2,8016	2,6930	2,9138
2582	5,0485	4,8530	5,2508
2586	0,2709	0,2604	0,2817
2693	0,3280	0,3153	0,3412
2789	5,3844	5,1759	5,6002
2790	0,6146	0,5908	0,6392
2794	4,4815	4,3079	4,6611
2796	0,3195	0,3071	0,3323
2801	0,9029	0,8680	0,9391
2922	0,5766	0,5543	0,5997
3253	0,1000	0,0961	0,1040
3260	0,0249	0,0239	0,0258
3261	0,0315	0,0303	0,0327
3264	26,8724	25,8316	27,9492
3265	0,7186	0,6908	0,7474
3266	0,5860	0,5633	0,6095
3267	0,7687	0,7390	0,7995
<b>Clase 8</b>	<b>240,4875</b>	<b>231,1729</b>	<b>250,1237</b>
2211	3,8105	3,6629	3,9632
3077	21,3260	20,5000	22,1805
3082	1,1772	1,1316	1,2243
3257	12,9657	12,4635	13,4852
<b>Clase 9</b>	<b>39,2794</b>	<b>37,7580</b>	<b>40,8533</b>

**Tabla C.23 (continuación).** Valores estimados de flujos anuales por la autopista AP-68.

### 3.2.2. Estudio del tránsito por la carretera nacional N-111

En las tablas C.24, C.25 y C.26 se incluyen la información obtenida de cada uno de los días de aforo, resumiéndose en toneladas de cada una de las mercancías peligrosas transportadas que entran y salen de la Comunidad Autónoma por la carretera nacional N-111, es decir, que no utilizan en su itinerario ninguna otra carretera de La Rioja. La columna *Idflujo* corresponde a un identificador de cada transporte aforado, de forma que, en el caso de varias mercancías peligrosas transportadas en el mismo camión, existe una fila para cada mercancía repitiéndose el *Idflujo*.



aforos 6 de mayo de 2008			aforos 8 de mayo de 2008			aforos 3 de junio de 2008			aforos 5 de junio de 2008		
Idflujo	ONU	kg definitiv.	Idflujo	ONU	kg definitiv.	Idflujo	ONU	kg definitiv.	Idflujo	ONU	kg definitiv.
8050612	3264	23900				8060393	3257	24080	80605113	3264	24000
8050619	3257	25140				80603139	1202	22897,39	80605136	1202	27150,72
						80603139	1203	3701,46	80605150	1202	27150,72
						80603146	3257	25320	80605154	0030	300
						80603148	0030	0,3	80605154	0081	750
						80603148	0065	32,6	80605154	0065	31
						80603148	0081	750	80605156	1830	23200
						80603148	0360	10,9	80605162	1830	24340
						80603150	1202	23956			
						80603150	1203	8980			
						80603157	1830	24040			

**Tabla C.24.** Mercancías peligrosas transportadas en cada camión que atraviesa La Rioja por la carretera nacional N-111, obtenidas de los aforos de los días 6 y 8 de mayo y 3 y 5 de junio de 2008.

aforos 24 de junio de 2008			aforos 26 de junio de 2008			aforos 2 de septiembre de 2008			aforos 4 de septiembre de 2008		
Idflujo	ONU	kg definitiv.	Idflujo	ONU	kg definitiv.	Idflujo	ONU	kg definitiv.	Idflujo	ONU	kg definitiv.
8062431	3257	25520	806261	1830	25580	809029	1830	26180	8090482	3257	25220
8062442	1202	5090,76				8090218	1202	14422,12	80904110	1073	17000
8062445	1965	10500				8090221	1965	10867,5	80904111	3264	20000
80624103	1830	25940				8090223	3257	25100	80904112	1203	23692,16
						8090224	3082	1660	80904121	3257	25220
						8090294	3257	25360	80904122	3257	25880
						80902118	1992	61	80904123	3257	25820
						80902118	1263	3025	80904126	3257	25100
						80902118	3082	225	80904128	3257	25240
						80902121	1263	9260			

**Tabla C.25.** Mercancías peligrosas transportadas en cada camión que atraviesa La Rioja por la carretera nacional N-111, obtenidas de los aforos de los días 24 y 26 de junio y 2 y 4 de septiembre de 2008.



aforos 10 noviembre de 2008			aforos 11 noviembre de 2008		
Idflujo	ONU	kg definitiv.	Idflujo	ONU	kg definitiv.
8111011	3257	24840	8111139	3257	39780
8111012	1965	9537,5	8111140	1866	2000
8111031	3257	25180	8111147	1830	26900
8111033	1202	27142,24	8111151	1830	26080
			8111155	3257	25017
			8111159	1202	19523,91
			8111159	1203	7406,76
			8111160	3257	25600
			8111162	1202	27143,08

**Tabla C.26.** Mercancías peligrosas transportadas en cada camión que atraviesa La Rioja por la carretera nacional N-111, obtenidas de los aforos de los días 10 y 11 de noviembre de 2008.

En total se realizaron 47 aforos en los días señalados con el siguiente resultado estadístico inicial global, referido al del peso de la mercancía peligrosa transportada, que se muestra en la tabla C.27.

Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum
Tons	47	0	21,66	1,26	8,67	0,79	20,00	25,14	26,08	39,78

**Tabla C.27.** Resultado estadístico inicial global, referido al peso de la mercancía peligrosa transportada.

El análisis descriptivo inicial indica que la media muestral de los pesos transportados por cisterna durante los días de muestreo es de 21,66 toneladas con una desviación típica de 8,67 toneladas.

La mediana muestral es de 25,14 toneladas, es decir, el 50% de los transportes (23 camiones) transportaban una carga superior a 25,14 toneladas y, el otro 50%, una carga inferior a 25,14 toneladas. Además, de los 47 camiones, 12 de ellos transportaban una carga superior a 26 toneladas.

A continuación se va a desagregar la información recogida y se resumen los datos muestrales referentes al peso de la mercancía peligrosa transportada obtenidos en cada día de muestreo.

En tabla C.28 figuran junto a cada día de aforo, el número de camiones con el peso medio muestral transportado y la desviación típica. En la tabla C.29, que es la salida directa del programa MINITAB, se detalla más la información estadística.

Muestra	Día	Núm_Camiones	Xbarra_Carga (Tm)	stdev_Carga (Tm)
1	06-may	2	24,52	0,88
2	08-may	-	-	-
3	03-jun	6	22,30	11,04
4	05-jun	6	21,15	9,97
5	24-jun	4	16,76	10,59
6	26-jun	1	25,58	-
7	02-sep	7	16,59	9,49
8	04-sep	9	23,69	3,10
9	10-nov	4	21,68	8,16
10	11-nov	8	24,93	10,43

**Tabla C.28.** Número de camiones con el peso medio muestral transportado y la desviación típica.

Día	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum
6-may	2	0	24,52	0,620	0,877	23,90	*	24,520	*	25,14
8-may										
3-jun	6	0	22,29	4,51	11,04	0,79	18,23	24,70	28,18	32,94
5-jun	6	0	21,15	4,07	9,97	1,08	17,67	24,17	27,15	27,15
24-jun	4	0	16,76	5,29	10,59	5,09	6,44	18,01	25,84	25,94
26-jun	1	0	25,58	*	*	25,58	*	25,58	*	25,58
2-sep	7	0	16,59	3,59	9,49	3,31	9,26	14,42	26,18	27,02
4-sep	9	0	23,69	1,03	3,10	17,00	21,85	25,22	25,53	25,88
10-nov	4	0	21,67	4,08	8,15	9,54	13,36	25,01	26,65	27,14
11-nov	8	0	24,93	3,69	10,43	2,00	25,16	26,49	27,09	39,78

**Tabla C.29.** Detalle de la información muestral.

Los tamaños muestrales en todos los casos son inferiores a los inicialmente establecidos como necesarios, (el tamaño muestral máximo es de 9, correspondiente al día 4 de septiembre) y no se recoge información correspondiente a los días de invierno (entre diciembre y abril). El tamaño muestral medio realizado es de  $47 / 10 = 4,7$  cisternas por día de muestreo, que es menos de la mitad del tamaño requerido, que era de 110.

Los valores de la carga media muestral del peso de la mercancía peligrosa transportada varían según los días de muestreo entre 16,59 y 25,58 toneladas. También se observa una variabilidad en la desviación típica muestral, entre 0,88 y 11,04 toneladas. Hay de contrastar si estas variabilidades son estadísticamente significativas.

Para ver si se acepta la igualdad de varianzas de los 9 grupos muestrales se realiza un contraste de igualdad de varianzas. Puede admitirse igualdad de varianzas de la variable carga de un camión en los 9 días de muestreo ( $p$ -valor mayor del 5%). Se estima la desviación típica común por el valor de 8,67 toneladas/camión.

No se aprecian diferencias significativas en la carga media por camión en los 9 días de muestreo, que se estima por el valor de 21,66 toneladas de mercancías peligrosas transportadas por camión:

Se estima la desviación típica común por el valor  $\sigma = 8,67$  Tm/cisterna, con un intervalo de confianza del 95% de (7,20; 10,89) Tm/cisterna.

Se estima la media común por el valor  $\mu = 21,66$  Tm/camión, con un intervalo de confianza del 95% de (19,11; 24,20) Tm/camión.

La estimación del número medio de camiones diarios cargados circulantes por la vía N-111: 20 camiones/día.

Suponiendo que la variable  $N$  número de camiones diarios de transporte de mercancías peligrosas por la N-111 por la Rioja es aproximadamente Normal con media  $\mu_N = 20$  camiones diarios y la desviación típica  $\sigma_N = 3$  camiones diarios aproximadamente. Así la variabilidad natural va desde  $20 - 3 \cdot 3 = 11$  hasta  $20 + 3 \cdot 3 = 29$  camiones diarios, es decir, entre 10 y 30 camiones diarios. La suposición de normalidad para la variable  $N$  no es importante, basta suponer que es unimodal, no muy asimétrica, con media y moda iguales a 20 y desviación típica igual a 3, aproximadamente.

Además, para la suma de un número aleatorio de variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas:

$$S_N = X_1 + X_2 + \dots + X_N$$

se tiene:

$$E(S_N) = E(N)E(X)$$

$$Var(S_N) = E(N)Var(X) + Var(N)[E(X)]^2$$

Naturalmente,  $S_N$  representa la *carga diaria total* de mercancías peligrosas transportada por la carretera nacional N-111, en tanto que  $X_k$  representa la carga que transporta el camión  $k$  en un día cualquiera,  $k = 1, 2, \dots, N$ , obteniéndose

$$E(S_N) = 443,2 \text{ y } Var(S_N) = 5725,78$$

Es decir, la *carga diaria total* de mercancías peligrosas transportadas por la carretera nacional N-111 en la Rioja tiene una distribución que es aproximadamente Normal, con una media estimada de 433,20 toneladas/día y una desviación típica estimada de 75,67 toneladas/día.

Algunos percentiles de la *carga diaria total* de Mercancías Peligrosas transportadas por la carretera n-111 en la Rioja son los recogidos en la tabla C.30:

P	0,10	0,25	0,50	0,75	0,90	0,95
X <sub>p</sub>	336,26	382,16	433,20	484,24	530,18	557,67

**Tabla C.30.** Percentiles de la carga diaria total de mercancías peligrosas transportadas por la N-111.

Es decir, el 25% de los días la carga diaria total de mercancías peligrosas transportadas por la carretera nacional N-111 en la Rioja es inferior a 382,16 toneladas, en tanto que sólo el 5% de los días dicha carga será superior a 557,67 toneladas.

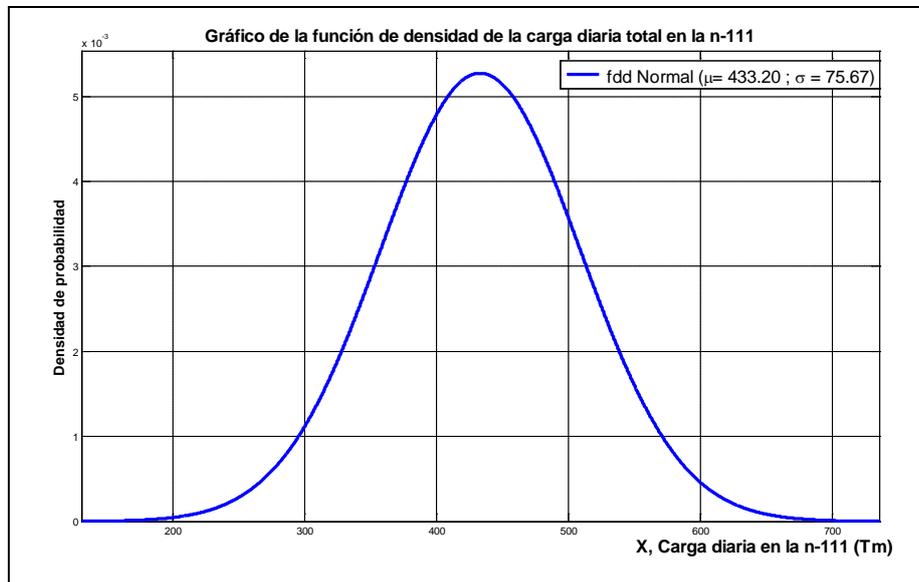
Algunos valores de la función de distribución de la *carga diaria total* de mercancías peligrosas transportadas por la carretera nacional N-111 en la Rioja son los indicados en la tabla C.31.

<b>X</b>	300	350	400	450	500	550	600
<b>FdD</b>	0,0392	0,1358	0,3304	0,5878	0,8113	0,9387	0,9862

**Tabla C.31.** Valores de la función distribución de la carga diaria total.

Por ejemplo, la probabilidad de que la carga diaria total de mercancías peligrosas transportadas por la carretera nacional N-111 en la Rioja un día cualquiera sea inferior a 400 toneladas es de 33% y sólo el 6,1% de los días la carga transportada será superior a 550 toneladas.

En la figura C.9 se presenta la gráfica de la función de densidad de probabilidad de la variable carga diaria total de mercancías peligrosas transportadas por la carretera nacional N-111 en la Rioja.



**Figura C.9.** Función de densidad de probabilidad de la carga diaria total

Finalmente, la variable *carga anual total* de mercancías peligrosas transportadas por la carretera nacional N-111 en la Rioja tiene una distribución que es aproximadamente Normal, con una media estimada de 0,108 millones de toneladas/año y una desviación típica estimada de 0,004 millones de toneladas/año.

A continuación, en la tabla C.32 se recogen los valores estimados de los flujos anuales de cada una de las mercancías peligrosas que transitan por la carretera nacional N-111, así como los correspondientes a cada clase de mercancía.

ONU	miles de Tm estimadas	Intervalo confianza 95%	
0030	0,0320	0,0282	0,0357
0065	0,0068	0,0060	0,0076
0081	0,1596	0,1408	0,1783
0360	0,0012	0,0010	0,0013
<b>Clase 1</b>	<b>0,1995</b>	<b>0,1760</b>	<b>0,2229</b>
1073	1,8088	1,5959	2,0209
1965	3,2883	2,9012	3,6739
<b>Clase 2</b>	<b>5,0972</b>	<b>4,4971</b>	<b>5,6949</b>
1202	20,6926	18,2565	23,1191
1203	4,6583	4,1099	5,2046
1263	1,3071	1,1533	1,4604
1866	0,2128	0,1877	0,2378
1992	0,0065	0,0057	0,0073
<b>Clase 3</b>	<b>26,8773</b>	<b>23,7131</b>	<b>30,0291</b>
1402	0,0000	0,0000	0,0000
3170	0,0000	0,0000	0,0000
<b>Clase 4.3</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>
1830	21,5207	18,9871	24,0444
3264	7,2246	6,3741	8,0719
<b>Clase 8</b>	<b>28,7454</b>	<b>25,3612</b>	<b>32,1162</b>
3082	0,2006	0,1770	0,2241
3257	47,1801	41,6257	52,7128
<b>Clase 9</b>	<b>47,3807</b>	<b>41,8026</b>	<b>52,9369</b>

**Tabla C.32.** Valores estimados de flujos anuales por la carretera nacional N-111.

## 4. Resultado del tratamiento estadístico

En el análisis estadístico de los datos recogidos en la experimentación muestral, se ha utilizado la técnica estadística de inferencia, con utilización preferente del programa estadístico

MINITAB y del S-Plus, para cuantificar y caracterizar el contenido de los vehículos de transporte de mercancías peligrosas en la zona geográfica de La Rioja, lo que significa el conocimiento y cuantificación de la composición de dichas mercancías peligrosas.

#### **4.1. Estudio generalizado**

Los tráficos de mercancías peligrosas de tránsito estimados para todas las carreteras de La Rioja son los que se presentan a continuación. Puesto que se trata de una estimación estadística entre paréntesis se proporciona el intervalo de confianza del 95% para la carga total media anual circulante por las carreteras de La Rioja.

◇ Tráficos globales:

Total de mercancías transportadas: 1.921.000 Tm/año (1.854.000 ; 1.988.000).

◇ Tráficos por clases:

clase 1	13.295 Tm/año	(12.831 ; 13.759)
clase 2	260.214 Tm/año	(251.139 ; 269.290)
clase 3	694.870 Tm/año	(670.635 ; 719.106)
clase 4.1	24.477 Tm/año	(23.623 ; 25.331)
clase 4.2	3.628 Tm/año	(3.502 ; 3.755)
clase 4.3	27.635 Tm/año	(26.672 ; 28.599)
clase 5.1	67.297 Tm/año	(64.950 ; 69.645)
clase 5.2	3.017 Tm/año	(2.912 ; 3.122)
clase 6.1	50.155 Tm/año	(48.405 ; 51.904)
clase 7	8.939 Tm/año	(8.627 ; 9.250)
clase 8	549.553 Tm/año	(530.385 ; 568.720)
clase 9	217.920 Tm/año	(210.319 ; 225.520)

◇ Tráficos particulares de las mercancías más transportadas:

UN1202	Gasóleo .....	368.564 Tm/año (355.709 ; 381.419)
UN1824	Hidróxido sódico.....	139.789 Tm/año (134.914 ; 144.665)
UN3257	Líquido a temperatura elevada, n.e.p..	138.605 Tm/año (133.770 ; 143.439)
UN1830	Ácido sulfúrico con más del 51% de ácido.....	136.078 Tm/año (131.332 ; 140.824)
UN1073	Oxígeno líquido refrigerado.....	64.282 Tm/año (62.040 ; 66.524)
UN3264	Líquido corrosivo, inorgánico, ácido, n.e.p... ..	63.382 Tm/año (61.172 ; 65.593)
UN1866	Resina, soluciones de, inflamables .....	60.381 Tm/año (58.275 ; 62.487)
UN3077	Sustancia sólida potencialmente peligrosa para el medio ambiente. ....	57.053 Tm/año (55.064 ; 59.043)
UN2014	Peróxido de hidrógeno en solución acuosa (entre 20% y 60%).....	48.198 Tm/año (46.517 ; 49.879)
UN2187	Dióxido de carbono líquido refrigerado.....	48.165 Tm/año (46.486 ; 49.845)

UN2031	Ácido nítrico .....	42.387 Tm/año (40.909 ; 43.866)
UN1993	Líquido inflamable, n.e.p.....	38.134 Tm/año (36.804 ; 39.464)
UN1965	Mezcla de hidrocarburos gaseosos licuados, n.e.p.....	36.539 Tm/año (35.264 ; 37.813)
UN1263	Pinturas.....	35.913 Tm/año (34.661 ; 37.166)
UN1010	Butadienos estabilizados .....	34.695 Tm/año (33.485 ; 35.905)
UN1789	Ácido clorhídrico .....	29.247 Tm/año (28.226 ; 30.267)
UN1203	Gasolina.....	27.846 Tm/año (26.874 ; 28.817)
UN1977	Nitrógeno líquido refrigerado .....	25.622 Tm/año (24.729 ; 26.516)
UN3170	Subproducto de la fundición del aluminio.....	23.881 Tm/año (23.048 ; 24.714)
UN2055	Estireno monómero estabilizado.....	21.733 Tm/año (20.975 ; 22.491)
UN1173	Acetato de etilo .....	21.341 Tm/año (20.596 ; 22.085)
UN1170	Etanol.....	18.336 Tm/año (17.697 ; 18.976)
UN1719	Líquido alcalino cáustico, n.e.p.....	18.139 Tm/año (17.507 ; 18.772)
UN1230	Metanol .....	17.708 Tm/año (17.090 ; 18.326)
UN2304	Naftaleno fundido.....	16.737 Tm/año (16.153 ; 17.320)
UN1307	Xilenos .....	14.709 Tm/año (14.196 ; 15.222)
UN1301	Acetato de vinilo estabilizado.....	14.241 Tm/año (13.745 ; 14.738)
UN1951	Argón líquido refrigerado .....	12.496 Tm/año (12.060 ; 12.931)
UN1805	Ácido fosfórico en solución .....	12.293 Tm/año (11.864 ; 12.721)
UN1593	Diclorometano.....	11.870 Tm/año (11.456 ; 12.284)
UN3082	Sustancia líquida potencialmente peligrosa para el medio ambiente.....	11.448 Tm/año (11.048, 11.847)
UN1294	Tolueno.....	11.391 Tm/año (10.994 ; 11.789)
UN1219	Isopropanol .....	11.143 Tm/año (10.754 ; 11.531)
UN0081	Explosivos de mina, tipo A.....	11.024 Tm/año (10.640 ; 11.409)
UN2291	Compuesto de plomo, soluble, n.e.p. ...	10.910 Tm/año (10.530 ; 11.291)
UN2211	Polímero en bolitas dilatables que desprenden vapores inflamables .....	10.723 Tm/año (10.349 ; 11.097)
UN1791	Hipocloritos en solución .....	10.601 Tm/año (10.231 ; 10.971)
UN2209	Formaldehído en solución .....	10.190 Tm/año (9.835 ; 10.545)
UN2789	Ácido acético glacial .....	10.108 Tm/año (9.755 ; 10.460)

## **4.2. Estudio pormenorizado**

De los datos obtenidos de los aforos a pie de carretera y teniendo en cuenta que únicamente se pueden considerar aquéllos flujos que transitan por cada carretera completa, es decir desde el primer tramo analizado hasta el último, se ha encontrado información suficiente (tanto en volumen de sustancias como en repetibilidad a lo largo del tiempo) únicamente en la autopista AP-68 y en la carretera N-111.

#### 4.2.1. Estudio del tránsito por la autopista AP-68

Los tráficos de mercancías peligrosas de tránsito estimados para la autopista AP-68 son los que se presentan a continuación. Puesto que se trata de una estimación estadística entre paréntesis se proporciona el intervalo de confianza al 95%.

◇ Tráficos globales:

Total de mercancías transportadas: 747.677 Tm/año (718.716 ; 777.634).

◇ Tráficos por clases:

clase 1	7.145 Tm/año	(6.868 ; 7.431)
clase 2	122.782 Tm/año	(118.026 ; 127.702)
clase 3	241.082 Tm/año	(231.743 ; 250.742)
clase 4.1	13.256 Tm/año	(12.742 ; 13.787)
clase 4.2	331 Tm/año	(318 ; 345)
clase 4.3	15.175 Tm/año	(14.587 ; 15.783)
clase 5.1	34.631 Tm/año	(33.289 ; 36.018)
clase 5.2	1.657 Tm/año	(1.593 ; 1.723)
clase 6.1	26.949 Tm/año	(25.898 ; 28.021)
clase 7	4908 Tm/año	(4.718 ; 5.105)
clase 8	240.487 Tm/año	(231.173 ; 250.124)
clase 9	39.279 Tm/año	(37.758 ; 40.853)

◇ Tráficos particulares de las mercancías más transportadas:

UN1202	Gasóleo .....	104.729 Tm/año	(100.672 ; 108.925)
UN1824	Hidróxido sódico.....	66.832 Tm/año	(64.243 ; 69.509)
UN1830	Ácido sulfúrico con más del 51% de ácido.....	44.428 Tm/año	(42.707 ; 46.208)
UN1073	Oxígeno líquido refrigerado .....	29.181 Tm/año	(28.050 ; 30.350)
UN1866	Resina, soluciones de, inflamables .....	28.573 Tm/año	(27.467 ; 29.718)
UN3264	Líquido corrosivo, inorgánico, ácido, n.e.p. ....	26.872 Tm/año	(25.832 ; 27.949)
UN2187	Dióxido de carbono líquido refrigerado .....	26.447 Tm/año	(25.423 ; 27.507)
UN2014	Peróxido de hidrógeno en solución acuosa (entre 20% y 60%).....	26.365 Tm/año	(25.344 ; 27.421)
UN2031	Ácido nítrico .....	22.034 Tm/año	(21.180 ; 22.917)
UN1993	Líquido inflamable, n.e.p. ....	20.827 Tm/año	(20.020 ; 21.661)
UN1010	Butadienos estabilizados.....	19.051 Tm/año	(18.313 ; 19.814)
UN1789	Ácido clorhídrico.....	15.666 Tm/año	(15.059 ; 16.294)
UN1965	Mezcla de hidrocarburos gaseosos licuados, n.e.p. ....	14.056 Tm/año	(13.512 ; 14.619)
UN3170	Subproducto de la fundición del aluminio .....	13.113 Tm/año	(12.605 ; 13.639)
UN3257	Líquido a temperatura elevada, n.e.p....	12.966 Tm/año	(12.464 ; 13.485)
UN2055	Estireno monómero estabilizado .....	11.934 Tm/año	(11.471 ; 12.412)

UN1263	Pinturas.....	11.741 Tm/año (11.286 ; 12.211)
UN1173	Acetato de etilo .....	10.994 Tm/año (10.568 ; 11.435)
UN1977	Nitrógeno líquido refrigerado .....	10.512 Tm/año (10.105 ; 10.933)
UN1230	Metanol .....	9.723 Tm/año (9.347 ; 10.113)
UN1719	Líquido alcalino cáustico, n.e.p.....	9.662 Tm/año (9.288 ; 10.049)
UN2304	Naftaleno fundido.....	9.190 Tm/año (8.834 ; 9.558)
UN1301	Acetato de vinilo estabilizado.....	7.820 Tm/año (7.517 ; 8.133)
UN1203	Gasolina.....	7.565 Tm/año (7.272 ; 7.868)
UN1951	Argón líquido refrigerado .....	6.861 Tm/año (6.596 ; 7.136)
UN1593	Diclorometano.....	6.518 Tm/año (6.265 ; 6.779)
UN1805	Ácido fosfórico en solución .....	6.482 Tm/año (6.231 ; 6.742)
UN2291	Compuesto de plomo, soluble, n.e.p. ....	5.991 Tm/año (5.759 ; 6.231)
UN0081	Explosivos de mina, tipo A.....	5.929 Tm/año (5.699 ; 6.167)
UN1307	Xilenos .....	5.905 Tm/año (5.676 ; 6.141)
UN2209	Formaldehídos en solución.....	5.500 Tm/año (5.287 ; 5.721)
UN2789	Ácido acético glacial .....	5.384 Tm/año (5.176 ; 5.600)
UN2582	Cloruro de hierro III.....	5.049 Tm/año (4.853 ; 5.251)
UN1219	Isopropanol .....	5.041 Tm/año (4.846 ; 5.243)
UN1170	Etanol.....	4.970 Tm/año (4.778 ; 5.169)

#### 4.2.2. Estudio del tránsito por la carretera nacional N-111

Los tráficos de mercancías peligrosas de tránsito estimados para la carretera nacional N-111 son los que se presentan a continuación. Puesto que se trata de una estimación estadística entre paréntesis se proporciona el intervalo de confianza al 95%.

♦ Tráficos globales:

Total de mercancías transportadas: 108.300 Tm/año (95.550 ; 121.000).

♦ Tráficos por clases:

clase 1	199 Tm/año (176 ; 223)
clase 2	5.097 Tm/año (4.497 ; 5.695)
clase 3	26.877 Tm/año (23.713 ; 30.029)
clase 8	28.745 Tm/año (25.361 ; 32.116)
clase 9	47.381 Tm/año (41.803 ; 52.937)

♦ Tráficos particulares de las mercancías más transportadas:

UN3257	Líquido a temperatura elevada, n.e.p. ...	47.180 Tm/año (41.626 ; 52.713)
UN1830	Ácido sulfúrico con más del 51% de ácido .....	21.521 Tm/año (18.987 ; 24.044)
UN1202	Gasóleo.....	20.693 Tm/año (18.256 ; 23.119)
UN3264	Líquido corrosivo, inorgánico, ácido, n.e.p.....	7.225 Tm/año (6.374 ; 8.072)
UN1203	Gasolina.....	4.658 Tm/año (4.110 ; 5.205)



UN1965	Mezcla de hidrocarburos gaseosos licuados, n.e.p. ....	3.288 Tm/año (2.901 ; 3.674)
UN1073	Oxígeno líquido refrigerado.....	1.809 Tm/año (1.596 ; 2.021)
UN1263	Pinturas .....	1.307 Tm/año (1.153 ; 1.460)
UN1866	Resina, soluciones de, inflamables .....	213 Tm/año (188 ; 238)
UN3082	Sustancia líquida potencialmente peligrosa para el medio ambiente.....	201 Tm/año (177 ; 224)
UN0081	Explosivos de mina, tipo A .....	160 Tm/año (141 ; 178)
UN0030	Detonadores eléctricos para voladuras.....	32 Tm/año (28 ; 36)
UN0065	Mecha detonante flexible .....	7 Tm/año (6 ; 8)
UN1992	Líquido inflamable, tóxico, n.e.p.....	6 Tm/año (6 ; 7)
UN1010	Butadienos estabilizados.....	1 Tm/año (1 ; 1)