

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN DE LA NUEVA SOBRECARGA AASHTO VR.
LRFD EN FUNCIÓN DEL TRÁFICO ACTUAL DE
VEHÍCULOS PESADOS**

TESIS

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

CECILIA ESCALANTE SÁNCHEZ

LIMA-PERÚ

2006

Digitalizado por:

Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse

"EVALUACIÓN DE LA NUEVA SOBRECARGA AASHTO VERSIÓN LRFD EN FUNCIÓN DEL TRÁFICO ACTUAL DE VEHÍCULOS PESADOS"

INDICE

Introducción

Resumen

01.00.00 Antecedentes

02.00.00 Problemática existente

03.00.00 Objetivos del estudio

04.00.00 Modelos de confiabilidad estructural

04.01.00 Función de estado límite

04.02.00 Índice de Confianza

05.00.00 Variables aleatorias

05.01.00 Definiciones básicas

05.02.00 Parámetros de una variable aleatoria

05.03.00 Presentación de parámetros estadísticos

06.00.00 Cargas en Puentes

06.01.00 Reglamento AASHTO Standard

06.02.00 Reglamento AASHTO LRFD

06.03.00 Reglamento Nacional de Vehículos

06.04.00 Estudios Previos de cargas de diseño

07.00.00 Selección de las principales cargas y factores de carga

07.01.00 Selección de cargas vivas primarias

07.02.00 Estaciones de pesaje y registros de información

07.03.00 Evaluación, selección y cálculo de la data para puentes hasta 50 m de luz: Momentos flectores y Fuerzas cortantes.

07.04.00 Evaluación, selección y cálculo de la data para puentes desde 45 m hasta 120 m de luz: Momentos flectores y Fuerzas cortantes

07.05.00 Ajuste de la data a una distribución normal de probabilidades.

08.00.00 Evaluación de cargas excepcionales

09.00.00 Conclusiones

10.00.00 Recomendaciones

Propuesta de modificación de la Reglamentación existente.

Cálculos

Bibliografía

Anexos

"EVALUACIÓN DE LA NUEVA SOBRECARGA AASHTO VERSIÓN LRFD EN FUNCIÓN DEL TRÁFICO ACTUAL DE VEHÍCULOS PESADOS"

INTRODUCCIÓN

El tema de La Teoría de Confiabilidad Estructural ha ido creciendo muy rápidamente durante los últimos 30 años y se basa en la seguridad, serviciabilidad, y en el procedimiento de las incertidumbres en el diseño estructural. A pesar de ello en nuestro país solamente se han realizado algunos estudios en contraste con los desarrollados en la mayoría de los demás países del mundo.

En la Universidad de Michigan se ha realizado un exhaustivo trabajo acerca de la confiabilidad de los puentes por más de dos décadas. Por ejemplo podemos citar a Zhou, quien en 1987 propuso una técnica muy eficiente de muestreo para la evaluación de los parámetros estadísticos del sistema de confiabilidad de los puentes.

La herramienta principal empleada en el desarrollo del nuevo código (LRFD) fue el análisis de la confiabilidad y la performance estructural, que fueron medidas en términos de probabilidad de falla o confiabilidad. Así es que las estipulaciones del nuevo código (LRFD) han sido formuladas de tal manera que las estructuras diseñadas usando este código tengan un nivel de seguridad consistente y uniforme.

Teniendo en cuenta las razones que han sido mencionadas y que demuestran el por qué se debería ahondar en el estudio de la Teoría de Confiabilidad, es que se presenta esta tesis, la cual utiliza las aplicaciones de la mencionada teoría a la evaluación de las estructuras de los puentes en nuestro país.

RESUMEN

Dentro de las acciones que son variables y que tienen particular importancia sobre los puentes carreteros se encuentran las fuerzas producidas por el peso de los vehículos. Siendo las posibles combinaciones de estas cargas prácticamente ilimitadas, es necesaria la definición de un "tren de cargas" de diseño relativamente simple, tal que los puentes diseñados por esta sobrecarga obedezcan un comportamiento seguro y estable para las diversas condiciones reales de tráfico. Además del tren de cargas propiamente dicho, deben darse reglas para su ubicación en las distintas vías y en las posiciones que resulten más críticas.

En el desarrollo de la presente tesis, la cual utiliza aplicaciones de la Teoría de Confiabilidad, se ha realizado un estudio que ha permitido evaluar la nueva sobrecarga AASHTO HL93 (versión LRFD) en función del tráfico que actualmente circula en nuestro país. Asimismo se han actualizado los resultados del trabajo efectuado en 1998, como parte del Estudio General de Puentes, tomando como base información real y detallada que se registra en las Estaciones de Control y Pesaje establecidas a través de la Red Vial Nacional, las cuales fueron proporcionadas por el PROVIAS NACIONAL.

Así es que, este estudio ha comprendido la evaluación, selección y cálculo de la mencionada data, aplicada en puentes de hasta 50 m de luz, considerándose además, el efecto de ocurrencia simultánea de dos vehículos en puentes de gran luz de hasta 120m.

CAPITULO 1.

01.00.00 ANTECEDENTES

La versión LRFD (Diseño por Cargas y Resistencias Factorizadas) del Reglamento Americano AASHTO para puentes de 1994 propuso una sobrecarga para el diseño de puentes denominada HL93.

La práctica común del diseño de puentes en nuestro país estuvo tradicionalmente basada en las normas AASHTO denominadas Especificaciones Estándar. Al resultar evidente que las sobrecargas AASHTO eran insuficientes para representar las acciones de muchos de los camiones en circulación, se optó por escalarlas (por ejemplo multiplicando las cargas de cada eje por 1.25) o por sustituirlas por las de las normas francesas (C25, posteriormente escalada para definir la sobrecarga C30).

En 1986, el Sub-Comité hizo un pedido al Comité permanente en Investigaciones del AASHTO para que lleve a cabo una evaluación de las Especificaciones de Diseño de Puentes y para que considere filosofías de diseño alternativas a las de las Especificaciones Estándar. Este trabajo formó parte del Programa Nacional Cooperativo de Investigación de Carreteras (NCHRP) dirigido por el Comité Permanente de Investigación del AASHTO y administrado para el AASHTO por el Consejo de Investigaciones de Transporte (TRB).

El trabajo fue completado en 1987 y, como se esperaba, se encontró que las Especificaciones Estándar (continuamente ajustadas) contenían vacíos discernibles, inconsistentes y aun algunos conflictos. Además de lo referido, las especificaciones no incorporaban la filosofía de diseño más reciente, el diseño por carga y resistencia factorizada (LRFD), una filosofía que ha venido imponiéndose en otras áreas de Ingeniería Estructural y en otras partes del mundo tal como Canadá y Europa.

Desde su inicio hasta los años 70, la única filosofía de diseño incorporada en las Especificaciones Estándar era conocida como el Diseño por Esfuerzos Admisibles (DEP o Working Stress Design, WSD) DEP, el que establece esfuerzos admisibles como un porcentaje de la capacidad de carga de un material, y requiere que los esfuerzos calculados no sobrepasen estos esfuerzos permisibles. A comienzos de 1970, DEP comenzó a ser ajustado a fin de tomar en cuenta la variabilidad de ciertos tipos de cargas tales como las vehiculares y fuerzas de viento, a través de factores ajustables de diseño, una Filosofía de Diseño conocida como Diseño por Factores de Carga (DFC, load factor desing-LFD). Ambas filosofías de DEP y DFC están reflejadas en la edición actual de las Especificaciones Estándar.

Una extensión filosófica adicional resulta de considerar la variabilidad en las propiedades de los elementos estructurales de manera similar a la variabilidad de las cargas. Aunque consideradas de una manera limitada en DFC, la filosofía de Diseño del LRFD toma en cuenta de una manera explícita la variabilidad en el comportamiento estructural de los elementos. La metodología LRFD se basa en el uso extensivo de métodos estadísticos, pero muestra los resultados de una manera fácilmente utilizable por diseñadores y analistas de puentes.

La recomendación principal de la evaluación finalizada en 1987, entonces, fue el desarrollo de una Norma LRFD totalmente nueva. Un proyecto multianual excepcionalmente completo del Programa Nacional Cooperativo de Investigación de Carreteras (NCHHRP) para alcanzar este objetivo fue aprobado por el Comité Permanente en Investigación del AASHTO. El Proyecto 12-33 del NCHRP tomó cinco años para completarse, y resultó en el documento, Especificaciones LRFD AASHTO para el Diseño de Puentes. Bajo la revisión frecuente del Subcomité de Puentes y Estructuras del AASHTO y sus veinte Comités, las especificaciones fueron desarrolladas por un equipo de más de 50 miembros, incluyendo algunos de los mejores talentos en Ingeniería de Puentes de USA y del mundo.

Actualmente con esta Especificaciones, los Ingenieros de Puentes tienen la oportunidad de seleccionar entre dos estándares para efectuar su diseño, las antiguas Especificaciones Estándares para Puentes Carreteros del AASHTO y esta

alternativa, las recientemente adoptadas Especificaciones AASHTO LRFD para el Diseño de Puentes.

El uso de las sobrecargas HS-20 (44) escaladas o de las sobrecargas C30 no necesariamente garantiza la seguridad ni la economía si es que no se examinan además los criterios de diseño asociados a su aplicación.

En el contexto del presente trabajo se tratará de demostrar si es que la nueva sobrecarga AASTHO HL93 (versión LRFD) es aplicable en nuestro país.

En el caso de la sobrecarga C30, ésta pertenece a la Reglamentación Francesa, de conocimiento y uso muy restringido en el país.

CAPITULO 2.

02.00.00 PROBLEMÁTICA EXISTENTE

De acuerdo al inventario e inspección de puentes de la red nacional realizado entre los años 1995-1996, existen aproximadamente 1086 puentes y 434 pontones en nuestro país, de los cuales el 20% fueron encontrados en un estado deficiente. Se observaron fallas que van desde rotura de cables preesforzados hasta pérdida de sección por corrosión avanzada en elementos metálicos así como socavación en diferentes grados de severidad. La deficiencia estructural puede ser atribuida a la deterioración estructural debido al paso de los años, factores externos, condiciones ambientales, características de los materiales, o errores humanos cometidos durante el diseño, construcción o funcionamiento.

CAPITULO 3.

03.00.00 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

- ❖ Evaluar la nueva sobrecarga AASTHO (versión LRFD) tomando como base información real y detallada que se registra en las Estaciones de Control y Pesaje establecidas a través de la Red Vial Nacional.
- ❖ Actualizar los resultados del Estudio realizado en 1998 como parte del Estudio General de Puentes.
- ❖ Verificar la aplicabilidad de la sobrecarga AASTHO HL93 en nuestro país.
- ❖ Evaluar el efecto de ocurrencia simultánea de dos vehículos en puentes de gran luz.

CAPITULO 4.

04.00.00 MODELOS DE CONFIABILIDAD ESTRUCTURAL

Antes de iniciar con el análisis de confiabilidad estructural, primero debemos definir los siguientes términos: "seguridad" y "confiabilidad". La primera parte de esta sección introduce la noción de un "estado límite", la cual es muy útil en la definición de seguridad y confiabilidad.

04.01.00 FUNCIÓN DE ESTADO LÍMITE

DEFINICIONES DE FALLA

A pesar de que ésto puede parecer muy obvio, el término "falla" tiene diferente significados para diversa gente.

El concepto de "estado límite" ayuda a definir la falla en el contexto del análisis de confiabilidad estructural. Un Estado límite es una frontera entre lo deseado y lo no deseado del comportamiento de una estructura. Esta frontera se representa casi siempre matemáticamente por una función de estado límite o función de performance. Por ejemplo, en los puentes, la falla puede ser definida como la incapacidad de soportar el tráfico. Este funcionamiento no deseado puede ocurrir por algunos modos de falla: fracturamiento, corrosión, deformación excesiva, excedencia de la capacidad de carga de corte o momento flector, o local. Algunos miembros pueden fallar en una manera frágil, mientras que otras pueden fallar en dúctilmente. En el enfoque tradicional, se considera separadamente cada modo de falla, y cada modo puede ser definido utilizando el concepto de un estado límite.

En el análisis de confiabilidad estructural se consideran tres tipos de estado límite:

- **Estado límite último (ELU)** es mayormente relacionado a la pérdida de capacidad de carga. En esta categoría podemos incluir como ejemplos de este modo de falla:
 - Excedencia del momento de capacidad de carga
 - Formación de una rótula plástica.(hinge)
 - Aplastamiento del concreto en compresión.
 - Falla por corte del alma de una viga metálica.
 - Pérdida de la estabilidad total.
 - Ruptura de la soldadura.

- **Estado límite de serviciabilidad (ELS)** es mayormente relacionado a la deterioración gradual o a los costos de mantenimiento. Estos pueden o no pueden estar directamente relacionadas a la integridad estructural.

Ejemplos de estos modos de falla incluyen:

- **Exceso de deflexión:** La deflexión es un estado límite controversial. Los límites aceptables son subjetivos, y pueden depender de la percepción humana. Un edificio con deflexiones visibles(horizontales o verticales) no es aceptable por el público, a pesar de que puede ser seguro estructuralmente. Las deflexiones excesivas pueden interferir en la operación de instrumentos sensibles al movimiento. Por ejemplo para las vigas de puentes, la práctica común limita las deflexiones a una fracción de la longitud de la luz, por ejemplo $L/800$, donde L = longitud de la luz. El límite de deflexión casi siempre gobierna el diseño.

- **Vibración en exceso,** la vibración es otro estado límite de serviciabilidad que es difícil de cuantificar. El criterio de aceptabilidad es altamente subjetivo y casi siempre depende de la percepción humana. En un edificio, los habitantes no pueden tolerar vibraciones excesivas, la vibración de un puente, sin embargo, puede ser

aceptable si los peatones no se encuentran implicados. El diseño de vibración puede requerir un análisis dinámico muy complicado. En algunos códigos actuales de diseño, la vibración no es considerada en forma directa. Indirectamente, los códigos dan un límite para la deflexión estática, y éste intenta servir como un límite de vibración.

- **Deformaciones permanentes**, cada vez que la carga excede el límite elástico, puede originarse una deformación permanente. La acumulación de estas deformaciones permanentes puede conducir a problemas de serviciabilidad. Por lo tanto, en algunos códigos de diseños, se impone un límite a las deformaciones permanentes. Por ejemplo, si consideramos un puente de varias luces con vigas continuas, cada vez que el esfuerzo excede al esfuerzo de fluencia, se presenta una deformación permanente al lado izquierdo de la sección. Esta deformación se acumula y causa la formación de un "kink".

- **Cracking**, Craks, por sí solas no afectan el comportamiento estructural de las estructuras de concreto. Sin embargo, permiten la corrosión del acero, y la pérdida irreversible de la fuerza tensora del concreto (tensile strenght).
Para definir los estándares de cracking, pueden ser respondidas algunas preguntas, como: ¿las rajaduras aceptables pueden limitarse por el tamaño?, ¿ancho?, ¿longitud?, ¿con qué frecuencia las fracturas pueden abrirse?

- **Estado límite de fatiga (ELF)**, está relacionado a la pérdida de esfuerzo bajo cargas repetidas. El estado límite de fatiga está relacionado a la acumulación del daño y eventual falla bajo las cargas repetidas. Se ha observado que un componente estructural puede fallar bajo las cargas repetidas en un grado mucho menor que la carga última. El mecanismo de la falla implica la formación y la propagación de las rajaduras hasta su ruptura. Esto puede terminar en el colapso estructural. Los estado límites de fatiga ocurren en

componentes de acero. La soldadura afecta la resistencia a la fatiga de las componentes y de las conexiones. En cualquier análisis de fatiga, los factores críticos son tanto la magnitud como la frecuencia de las cargas.

FUNCIONES DE ESTADO LÍMITE (Funciones de Performance)

La Confiabilidad para el análisis de las estructuras se inicia con la formulación de una función de estado límite. Hay dos grupos diferentes de funciones de estado límite: última y de servicio.

El estado límite último se basa en la capacidad última de la estructura. Existen diferentes límites últimos para la misma estructura, como los debidos a la torsión, al corte y a la flexión.

Por otra parte, el estado límite de servicio involucra al tiempo de vida de la estructura.

La excedencia de los estados límites originan problemas en el funcionamiento mas no el colapso. Entre los ejemplos típicos podrían incluirse la deflexión en exceso, las aberturas de grietas, o las vibraciones.

Una noción tradicional del "margen de seguridad" se asocia con los estados límites últimos. Por ejemplo, un modo de falla de una viga podría ser cuando el momento debido a las cargas exceden a la capacidad del momento resistente. Si R representa la resistencia (capacidad del momento resistente) y Q representa el efecto de la carga (momento total aplicado a la viga considerada). Algunas veces es muy útil pensar de R como "la capacidad" y Q como la "demanda". Una función de PERFORMANCE, o función de estado límite, puede definirse para este modo de falla como:

$$G(R,Q)=R-Q \quad \dots(1)$$

El estado límite, correspondiente al límite entre la PERFORMANCE deseada y la no deseada, podría ser cuando $g = 0$. Si $g \geq 0$, la estructura es segura (performance deseada), si $g < 0$, la estructura no es segura (performance no deseada). La probabilidad de falla, P_f , es igual a la probabilidad de que la performance no deseada pueda ocurrir. Matemáticamente, esto se puede expresar en términos de la función de performance como:

$$P_f = P(R-Q < 0) = P(g < 0) \quad \dots(2)$$

Si R y Q son variables aleatorias continuas, entonces cada una tiene una función de densidad probabilística (FDP). Más aún, la cantidad R-Q es igualmente una variable aleatoria con su propia FDP. Ahora vamos a generalizar los conceptos recién introducidos. Todos los comportamientos de una estructura pueden encontrarse en una de estas dos categorías:

$$\text{Seguridad} \quad (\text{efecto de la carga} \leq \text{resistencia}) \quad \dots(3)$$

$$\text{Falla} \quad (\text{efecto de la carga} > \text{resistencia}) \quad \dots(4)$$

El estado de la estructura puede ser descrita empleando varios parámetros X_1, X_2, \dots, X_n , las cuales son parámetros de carga y resistencia como: carga muerta, carga viva, longitud, esfuerzo de compresión, esfuerzo de fluencia, y momento de inercia. Una función de estado límite, o una función de PERFORMANCE, es una función $g(X_1, X_2, \dots, X_n)$ de éstos parámetros tales como:

$$g(X_1, X_2, \dots, X_n) > 0 \quad \text{para una estructura segura} \quad \dots(5)$$

$$g(X_1, X_2, \dots, X_n) = 0 \quad \text{límite entre la seguridad e inseguridad} \quad \dots(6)$$

$$g(X_1, X_2, \dots, X_n) = 0 \quad \text{límite entre la seguridad e inseguridad} \quad \dots(7)$$

Cada función de estado límite se asocia con un estado límite particular. Diferentes estados límites podrían tener diferentes funciones de estado límite. A continuación algunos ejemplos de funciones de estado límite:

- Sea Q = efecto de carga total (demanda total) y R = resistencia (o capacidad). Entonces la función de estado límite puede definirse como:

$$g(R, Q) = R - Q \quad \text{ó} \quad g(R, Q) = R/Q - 1 \quad \dots(8)$$

- Si para una estructura dada, todas las cargas pueden ser unidas en una variable al azar, Q , y la resistencia de la estructura en otro sola variable al azar, R , luego la función falla puede ser definida como sigue:

$$G(R, Q) = R - Q \quad \dots(9)$$

Donde G es el margen de seguridad de la estructura. El estado límite representa el límite más lejano en el cual la estructura no funcionará más. Matemáticamente, ésto se determina por:

$$G(R, Q) = 0 \quad \dots(10)$$

La probabilidad de falla, P_f , es la probabilidad en que el margen de seguridad, G , será menor a cero.

En general, R y Q son funciones de otras variables aleatorias X_1, X_2, \dots, X_n . En este caso, la función de falla de otras variables aleatorias puede ser expresada en términos de las n variables básicas como sigue:

$$G(X) = G(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n) = 0 \quad \dots(11)$$

En el caso de los estado límites últimos, como la capacidad de los momentos flectores de miembros simples, la función de estado límite y la probabilidad asociada de falla se definen claramente.

- Considerar el caso 1 para la capacidad de momento de una viga de acero compacta. La capacidad de momento es $R = F_y Z$ donde F_y es el

esfuerzo de fluencia y Z el módulo de sección plástico. Sustituyendo en la ecuación anterior tenemos:

$$g(F_y, Z, Q) = F_y Z - Q \quad \dots(12)$$

- Considerar el caso 2 con una descripción más definitiva de la demanda. Asumir que la demanda total o el efecto de carga en la viga se da debido a las contribuciones desde la carga muerta (D), carga viva (L), carga de viento (W), y carga de sismo (E). Si $Q = D + L + W + E$, entonces la ecuación 12 es:

$$g(F_y, Z, Q, L, W, E) = F_y Z - D - L - W - E \quad \dots(13)$$

En general, la función PERFORMANCE (función de estado límite) puede ser una función de muchas variables: componentes de carga, factores de influencia, parámetros de resistencia, propiedades de los materiales, dimensiones, factores de análisis y así sucesivamente. Un cálculo directo de P_f es casi siempre muy difícil, si es que no imposible. Por lo que, es conveniente medir la seguridad estructural en términos de un índice de confiabilidad.

Para finalizar este punto, debemos mencionar que en la evaluación de la seguridad estructural, existen cuatro causas de incertidumbre que son relevantes (Der Kiureghian 1988).

La primera clase de incertidumbre es la variabilidad inherente, que surge de las características inherentes de la estructura, como la variabilidad en las propiedades de los materiales, dimensiones de las secciones, y las cargas.

La segunda clase de incertidumbre es el error estimado, el cual es el resultado de la información estadística incompleta y de la ineficacia en la predicción precisa de las leyes de la probabilidad que gobiernan las variabilidades inherentes.

El tercer origen de esta incertidumbre es la imperfección del modelo, que se origina en el uso de los modelos matemáticos idealizados para describir el fenómeno complicado.

Finalmente, el cuarto tipo de incertidumbre lo da el error humano y proviene de los errores hechos por los ingenieros y operadores en el diseño, construcción, o en alguna fase de operación de la estructura.

Se puede notar que existe una mayor diferencia mayor entre la variabilidad inherente por un lado, el error de estimación y el modelo de imperfección en el otro. La variabilidad inherente es intrínseca a la naturaleza y fuera de nuestro control, mientras que las incertidumbres debido a la estimación del error y a la imperfección del modelo son extrínsecas y hasta cierto punto pueden ser reducidas.

04.02.00 ÍNDICE DE CONFIANZA

En general, no existen soluciones exactas para la integral de la función de distribución normal inversa. De este modo el índice de confianza, β , se introduce y la seguridad estructural puede medirse en términos de este índice. La probabilidad de falla, P_f , puede ser definida en términos del índice de confianza, como sigue:

$$P_f = \phi(-\beta) \quad \dots(14)$$

Donde $\phi(.)$ es la función de distribución normal estándar.

En la tabla 1 se muestran Valores numéricos de los índices y sus correspondientes probabilidades de falla.

La confianza de un elemento o sistema estructural, P_s , se define como el complemento de la probabilidad de falla,

$$P_s = 1 - P_f \quad \dots(15)$$

El comportamiento estructural se mide en términos del coeficiente de confiabilidad, β . El coeficiente de confiabilidad se define como una función de la probabilidad de falla, P_f ,

$$\beta = -\phi^{-1}(P_f) \quad \dots(16)$$

donde ϕ^{-1} = función de distribución normal estándar inversa.

En el presente estudio, el índice de confianza se calcula utilizando un procedimiento iterativo descrito en líneas posteriores. Se asume que la carga total, Q , es una variable aleatoria normal.

La fórmula del índice de confiabilidad puede ser expresada en términos de la data disponible (R_n , λ_R , V_R , m_Q , σ_Q) y el parámetro k como sigue:

$$\beta = \frac{R_n \lambda_R (1 - k V_R) [1 - \ln(1 - k V_R)] [1 - \ln(1 - k V_R)] - m_Q}{\sqrt{[R_n V_R \lambda_R (1 - k V_R)^2] + \sigma_Q^2}} \quad \dots(17)$$

donde R_n = Valor de resistencia nominal (de diseño),

λ_R = factor de sesgo de R ;

V_R = coeficiente de variación de R ,

m_Q = carga promedio

σ_Q = desviación estándar de la carga.

El valor del parámetro k depende del lugar del punto de diseño. En práctica, k es 2.

Variabes reducidas

Para nuestro análisis será conveniente convertir todas las variables aleatorias a la "forma estándar", la cual es una forma no dimensional de las variables y que se estudiará en capítulos posteriores. Para las variables básicas R y Q, las formas estándar pueden ser expresadas como:

$$\begin{aligned} Z_R &= \frac{R - \mu_R}{\sigma_R} \\ Z_Q &= \frac{Q - \mu_Q}{\sigma_Q} \end{aligned} \quad \dots(18)$$

Las variables Z_R y Z_Q son algunas a veces llamadas variables reducidas. Arreglando las últimas ecuaciones, la resistencia R y la carga Q pueden expresarse en términos de variables reducidas como sigue:

$$R = \mu_R + Z_R \sigma_R \quad \dots(19)$$

$$Q = \mu_Q + Z_Q \sigma_Q \quad \dots(20)$$

La función de estado límite $g(R, Q) = R - Q$ puede expresarse en términos de variables reducidas utilizando las ecuaciones anteriores. El resultado es:

$$G(Z_R, Z_Q) = \mu_R + Z_R \sigma_R - \mu_Q - Z_Q \sigma_Q = (\mu_R - \mu_Q) + Z_R \sigma_R - Z_Q \sigma_Q \quad \dots(21)$$

Para cualquier valor específico de $g(Z_R, Z_Q)$, la última ecuación representa una línea recta en el espacio de las variables reducidas Z_R y Z_Q . La línea para nuestro interés en el análisis de confiabilidad es la línea correspondiente a $g(Z_R, Z_Q) = 0$ porque esta línea separa los dominios de seguridad y de falla en el espacio de las variables reducidas.

Definición general del Índice de Confianza

Una versión del índice de confianza puede definirse como la inversa del coeficiente de variación.

$$V_Y = \frac{\sigma_y}{\mu_y} = \frac{\sqrt{\sigma^2_R + \sigma^2_Q - 2C_oV(R,Q)}}{\mu_R - \mu_Q},$$

$$\beta = \frac{1}{V_Y}, \text{ donde } \beta \text{ es el índice de confiabilidad} \quad \dots(22)$$

En el contexto de la presente discusión, definimos al índice de confianza como la distancia más corta desde el origen de las variables reducidas a la línea $g(Z_R, Z_Q)=0$. Esta definición, fue introducida por Hasofer y Lind (1974).

Utilizando la geometría, podemos calcular el índice de confianza (distancia más corta) con la siguiente fórmula:

$$\beta = \frac{\mu_R - \mu_Q}{\sqrt{\sigma^2_R + \sigma^2_Q}} \quad \dots(23)$$

donde β es la inversa del coeficiente de variación de la función $g(R,Q)=R-Q$ cuando R y q están no correlacionados.

Para variables aleatorias normalmente distribuidas R y Q , se puede mostrar que el índice de confiabilidad se relaciona con la probabilidad de falla por:

$$\beta = -\Phi^{-1}(P_f) \text{ o } P_f = \Phi(-\beta) \quad \dots(24)$$

La definición para dos variables puede generalizarse para n variables. Considerar una función de estado límite $g(X_1, X_2, \dots, X_n)$ donde todas las variables X_i están no correlacionadas. El índice de confianza de Hasofer-Lind se define como sigue;

1. Definir un conjunto de variables reducidas $\{Z_1, Z_2, \dots, Z_n\}$ utilizando:

$$Z_i = \frac{X_i - \mu_{xi}}{\sigma_{xi}} \quad \dots(25)$$

2. Redefinir la función de estado límite expresándola en términos de variables reducidas $\{Z_1, Z_2, \dots, Z_n\}$.
3. El índice de confianza es la distancia más corta desde el origen del espacio n -dimensional de las variables reducidas a la curva descrita por $g(Z_1, Z_2, \dots, Z_n) = 0$

Funciones de estado límite lineales

Considerar una función de estado límite lineal de la forma:

$$g(X_1, X_2, \dots, X_n) = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + \dots + a_n X_n = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i \mu_{xi} \quad \dots(26)$$

donde los términos a_i ($i=0, 1, 2, \dots, n$) son constantes y los términos X_i son variables aleatorias no correlacionados. Si aplicamos los tres pasos dados por Hasofer-Lind para el índice de confianza, podemos obtener la siguiente expresión para β :

$$\beta = \frac{\alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i \mu x_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (\alpha_i \sigma x_i)^2}} \quad \dots(27)$$

Observamos que el índice de confianza β en la ecuación anterior depende solamente de las medias y las desviaciones estándar de las variables aleatorias. Por esta razón, β se llama una medida de segundo momento de seguridad estructural debido a que solamente los primeros dos momentos (media y varianza) se requieren para calcular β . No existe una relación explícita entre β y el tipo de distribución de probabilidad de las variables aleatorias. Si todas las variables aleatorias están normalmente distribuidas y no correlacionadas, entonces esta fórmula es exacta en el sentido de que β y P_f se relacionan por la ecuación 24.

Ejemplos de β y valores correspondientes a P_f se muestran en la tabla 1 siguiente :

TABLA 1: Valores de P_f para diferentes β

Índice de Confiabilidad	Probabilidad de falla
0	0.5
1	0.159
2	0.0228
3	0.00135
4	0.000317
5	0.000000287
6	0.000000000987

CAPITULO 5.

05.00.00 VARIABLES ALEATORIAS

Esta parte del estudio tiene como objetivo revisar aspectos de la teoría de Estadística y Probabilidades necesarias para el análisis de confianza de las estructuras, en nuestro caso, los puentes.

05.01.00 DEFINICIONES BÁSICAS

05.01.01 Espacio y evento simple

Los conceptos de espacio y evento simple pueden ser demostrados considerando un experimento. Por ejemplo, un experimento que del esfuerzo de los materiales, o determinación de la ocurrencia (o la no ocurrencia) de un camión en un puente en particular durante un período específico. En estos experimentos, los resultados son impredecibles. Todos los resultados posibles de un experimento comprenden un espacio simple. Las combinaciones de uno o más de los resultados posibles o rangos de estos resultados pueden definirse como eventos.

05.01.02 Axiomas de probabilidad

A continuación se presentarán brevemente los axiomas de la teoría clásica de probabilidades.

Sea, E , un evento representativo, y Ω , un espacio simple. La notación $P()$ se utiliza para denotar una función de probabilidad definida en eventos dentro de un espacio simple.

- Axioma 1: Para cualquier evento E,

$$0 \leq P(E) \leq 1 \quad \dots(28)$$

donde $P(E)$ = probabilidad el evento E. En otras palabras la probabilidad de cualquier evento se encontrará entre 0 y 1.

- Axioma 2:

$$P(\Omega) = 1 \quad \dots(29)$$

Este axioma manifiesta que la ocurrencia de la probabilidad de un evento correspondiente a un espacio total simple (ejemplo: un evento seguro) es igual a 1.

- Axioma 3: Considerar n eventos mutuamente exclusivos E_1, E_2, \dots, E_n

$$P\left(\bigcup_{i=1}^n E_i\right) = \sum_{i=1}^n P(E_i) \quad \dots(30)$$

donde $p\left(\bigcup_{i=1}^n E_i\right)$ representa la probabilidad de unión de todos los eventos E_1, E_2, \dots, E_n . En otras palabras, representa la probabilidad de ocurrencia de E_1, E_2, \dots, E_n .

- Se dan eventos mutuamente excluyentes cuando la ocurrencia de cualquier evento excluye la ocurrencia de los otros. Dos o más eventos mutuamente excluyentes no pueden ocurrir simultáneamente.

05.01.03 Variable aleatorias

Una variable aleatoria se define como una función que grafica eventos en intervalos en el eje de los números reales.

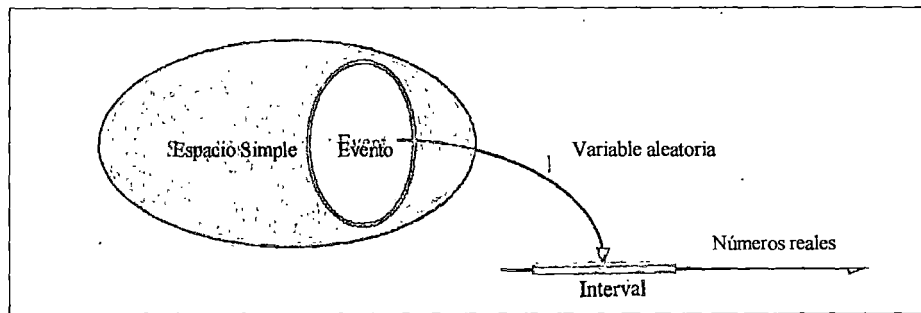


Figura 1 :Representación de una variable aleatoria como una función

Una función de probabilidad se define por eventos. Esta definición puede ser ampliada empleando las variables aleatorias. Se $X(E)$ una función, la cual asigna un valor a un evento E .

Una variable aleatoria puede ser una variable aleatoria continua o una variable aleatoria discreta. Una variable aleatoria es continua cuando la variable puede asumir cualquier valor en el eje positivo real, mientras que es discreta cuando solamente asume valores enteros.

GENERACIÓN DE NÚMEROS ALEATORIAS DISTRIBUIDOS UNIFORMEMENTE

La base de todos los procedimientos de simulación de Monte Carlo es la generación de números aleatorios que están uniformemente distribuidos entre 0 y 1.

Una vez que se tienen estas realizaciones de números aleatorios uniformemente distribuidos entre 0 y 1, podemos generar realizaciones x de un número aleatorio uniformemente distribuido X entre estos dos valores $a \leq x \leq b$ utilizando la siguiente fórmula:

$$x = a + (b-a)u \quad \dots(31)$$

Podemos generar valores simples i para una variable distribuida uniformemente entera entre dos valores enteros a y b (incluyendo los valores a y b) utilizando la siguiente fórmula:

$$i = a + \text{trunc}[(b-a+1)u] \quad \dots(32)$$

donde $\text{trunc} []$ denota a una función la cual trunca su argumento (por ejemplo, extrae la parte fraccional y da la parte entera del número real).

GENERACIÓN DE NÚMEROS ALEATORIOS ESTÁNDAR NORMALES

Desde que la distribución de probabilidad normal juega un papel importante en el análisis de la confiabilidad estructural, la capacidad de simular variables aleatorias normalmente distribuidas es muy importante. Para empezar, consideremos una distribución normal estándar. Para generar un conjunto de números aleatorios normales estándar z_1, z_2, \dots, z_n necesitamos primero generar un conjunto correspondiente de variables aleatorias distribuidas uniformemente u_1, u_2, \dots, u_n , entre 0 y 1. Luego, para cada u_i , podemos generar un valor z_i , utilizando:

$$z_i = \phi^{-1}(u_i) \quad \dots(33)$$

donde ϕ^{-1} es la inversa de la función de distribución acumulativa normal estándar.

GENERACIÓN DE NÚMEROS ALEATORIAS NORMALES

Hasta ahora hemos discutido cómo generar valores simples de una variable aleatoria distribuida siguiendo una distribución normal estándar. ¿qué pasaría si necesitáramos generar valores simples de una distribución normal arbitraria?. Para hacer esto, asumimos que tenemos

una variable aleatoria distribuida normalmente x con media μ_x y desviación estándar σ_x .

La relación básica entre X y Z es :

$$X = \mu_x + Z\sigma_x \quad \dots(34)$$

Por lo tanto dada un variable z_i generada empleando una generación de números aleatorios normales estándar, el correspondiente valor x_i puede ser calculado utilizando:

$$x_i = \mu_x + z_i\sigma_x \quad \dots(35)$$

05.01.04 Funciones Básicas

La función de probabilidad de masa (FPM) se define para las variables aleatorias discretas como sigue: $p_x(x)$ = probabilidad de que una variable aleatoria discreta X es igual a un valor específico x , donde x es un número real. Notar que la variable aleatoria (con un valor incierto) se denota con una letra mayúscula, mientras que un valor específico o la realización de la variable se denota con la letra minúscula. Matemáticamente:

$$p_x(x) = P(X=x) \quad \dots(36)$$

La función de distribución acumulada (FDA) se define tanto para variable aleatorias discretas como variables aleatorias continuas así: $F_x(x)$ = la suma total (o integral) de todas las funciones de probabilidad (discreta o continua) correspondientes a los valores menores o iguales a x . Matemáticamente:

$$F_x(x) = P(X \leq x) \quad \dots(37)$$

Se muestra a continuación una gráfica que ilustra lo anteriormente mencionado. Observar que la Función de distribución acumulada (FDA) siempre es una función creciente de x .

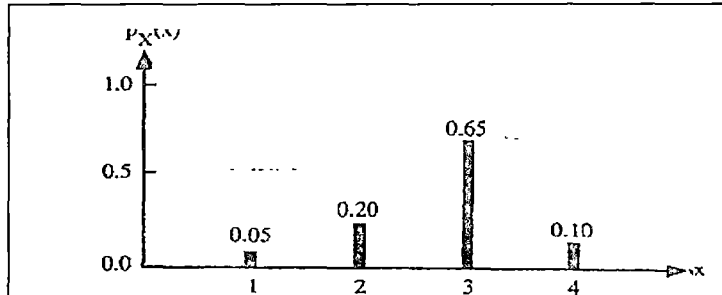


Figura 2: Función de masa de probabilidad

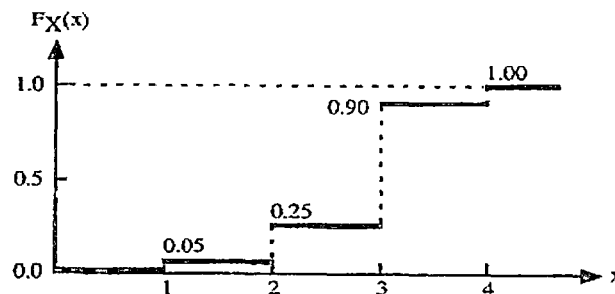


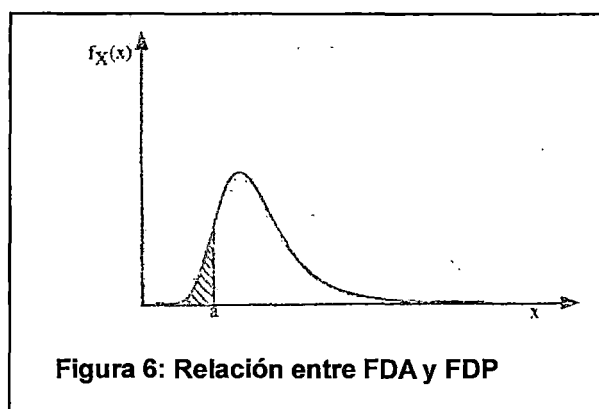
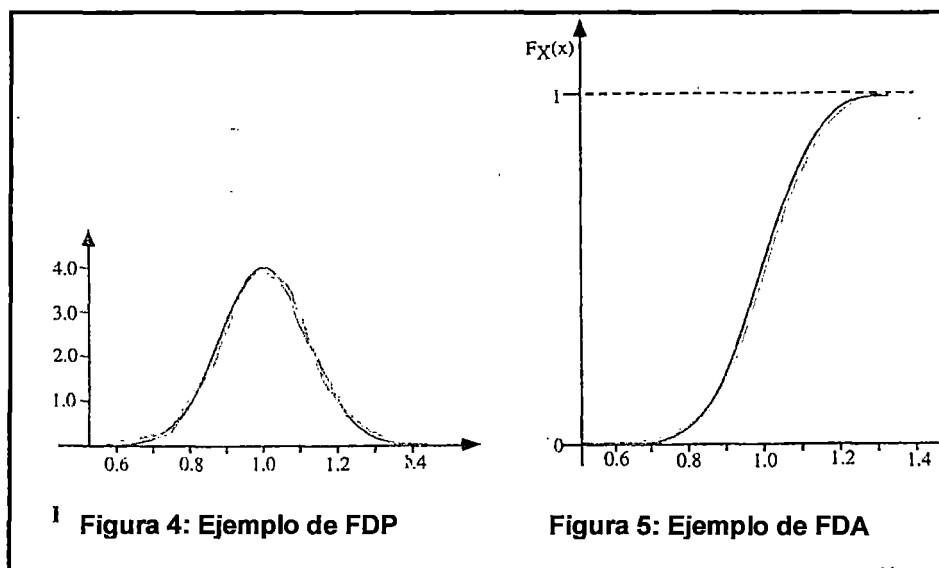
Figura 3: Una función de distribución acumulada para una variable aleatoria discreta

Para variables aleatorias continuas, la función de densidad de probabilidad (FDP) es la primera derivada de la función de distribución acumulada. La FDP $[f_x(x)]$ y la FDA $[F_x(x)]$ para variables aleatorias continuas son:

$$f_x(x) = \frac{d}{dx} F_x(x) \quad \dots(38)$$

$$F_x(x) = \int_{-\infty}^x f_x(\xi) d\xi$$

Los siguientes gráficos ilustran estas relaciones, considerando una variable aleatoria continua X .



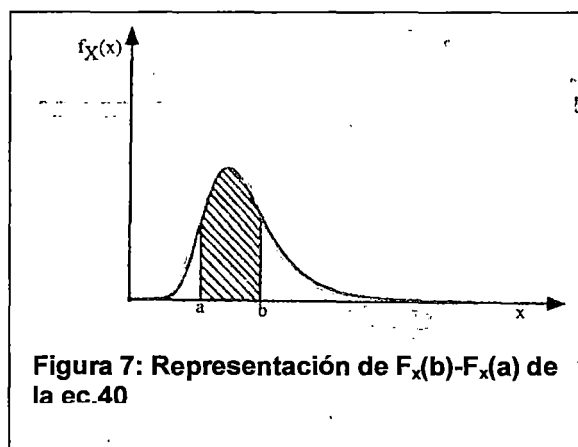
05.01.05 PROPIEDADES DE LAS FUNCIONES DE PROBABILIDAD

Entre las propiedades más importantes de la función de distribución acumulada se pueden enumerar las siguientes:

- La definición de una función de Distribución Acumulada (FDA), es la misma tanto para variables aleatorias discretas como para continuas.
- La FDA es positiva, función creciente cuyo valor está entre 0 y 1.
 $0 \leq F_x(x) \leq 1$
 ...(39)
- Si $x_1 < x_2$, luego $F_x(x_1) \leq F_x(x_2)$
- $F_x(-\infty) = 0$
- $F_x(+\infty) = 1$
- Para variables aleatorias continuas,

$$P(a \leq x \leq b) = F_x(b) - F_x(a) = \int_a^b f_x(\xi) d\xi \quad \dots(40)$$

En la siguiente figura se muestra una interpretación gráfica de la ecuación anterior:



05.02.00 PARÁMETROS DE UNA VARIABLE ALEATORIA

05.02.01 Parámetros básicos

Considere una variable aleatoria X . A pesar de que el valor de la variable es incierta, existen parámetros los cuales ayudan a describir matemáticamente las propiedades de la variable.

- El valor promedio de X se denota por μ_x . Para una variable aleatoria continua, el valor promedio se define como:

$$\mu_x = \int_{-\infty}^{+\infty} x f_x(x) dx \quad \dots(41)$$

Para una variable aleatoria discreta, el valor medio se define como:

$$\mu_x = \sum_{\text{all } x_i} x_i p_x(x_i) \quad \dots(42)$$

- El valor esperado de X se denota comúnmente por $E(X)$ y es igual al valor medio de la variable:

$$E(X) = \mu_x \quad \dots(43)$$

Igualmente es posible determinar el valor esperado de X^n . Este valor esperado se llama el **n ésimo momento** de X y se define para variables continuas como:

$$E(X^n) = \int_{-\infty}^{+\infty} x^n f_x(x) dx \quad \dots(44)$$

Y para variables discretas el **n ésimo momento se define como:**

$$E(X^n) = \sum_{\text{all } x_i} x_i^n p_x(x_i) \quad \dots(45)$$

- La varianza de X , comúnmente denotada como σ^2x , se define como el valor esperado de $(X-\mu_x)^2$ y es igual a:

$$\sigma^2x = \int_{-\infty}^{+\infty} (x - \mu_x)^2 f_x(x) dx \quad \dots(46)$$

(Variables aleatoria continua)

$$\sigma^2x = \sum_{allx_i} (x_i - \mu_x)^2 p_x(x_i) \quad \dots(47)$$

(Variables aleatoria discreta)

- Una relación importante entre la media, la varianza, y el segundo momento de una variable aleatoria X , es:

$$\sigma^2x = E(X^2) - \mu^2x \quad \dots(48)$$

- La desviación estándar de X se define como la raíz cuadrada positiva de la varianza:

$$\sigma x = \sqrt{\sigma^2x} \quad \dots(49)$$

- El coeficiente de variación, el cual es adimensional, se define como la desviación estándar dividida por la media:

$$V_x = \frac{\sigma x}{\mu x} \quad \dots(50)$$

Este parámetro siempre se toma por convención como positivo, a pesar de que la media pueda ser negativa.

05.02.02 Forma estándar

Sea X una variable aleatoria. La forma estándar de X , se denota por Z , definida como:

$$Z = \frac{X - \mu_x}{\sigma_x} \quad \dots(51)$$

La media de Z se calcula como sigue. Podemos notar que la esperanza matemática (valor medio) de una función arbitraria, $g(X)$, de la variable aleatoria X se define como:

$$\mu_{g(x)} = E[g(x)] = \int_{-\infty}^{+\infty} g(x) f_x(x) dx \quad \dots(52)$$

Utilizando esta definición con $Z=g(X)$, podemos demostrar que:

$$\begin{aligned} \mu_z &= E\left(\frac{X - \mu_x}{\sigma_x}\right) = \frac{1}{\sigma_x} [E(X) - E(\mu_x)] = \frac{1}{\sigma_x} [\mu_x - \mu_x] = 0 \\ y \\ \sigma_z &= E(Z^2) - \mu_z^2 = E\left[\left(\frac{X - \mu_x}{\sigma_x}\right)^2\right] - 0 = \frac{1}{\sigma_x^2} E[(X - \mu_x)^2] = \frac{\sigma_x^2}{\sigma_x^2} = 1 \end{aligned} \quad \dots(53)$$

Debido a esto la media de la forma estándar de una variable aleatoria es 0 y su varianza es 1.

05.02.03 VARIABLES ALEATORIAS COMUNES

Cualquier variable aleatoria se define por su función de distribución acumulada (FDA). La función de probabilidad de densidad, $f_x(x)$, de una variable aleatoria continua es la primera derivada de $F_x(x)$. Las distribuciones más importantes utilizadas en el análisis de confiabilidad estructural son las siguientes: uniforme, normal, lognormal, gamma, tipo extremo I, tipo Extremo II, tipo Extremo III, y Poisson. En el presente trabajo de investigación como se indicará posteriormente, nuestro interés se enfoca en la distribución normal. A continuación se

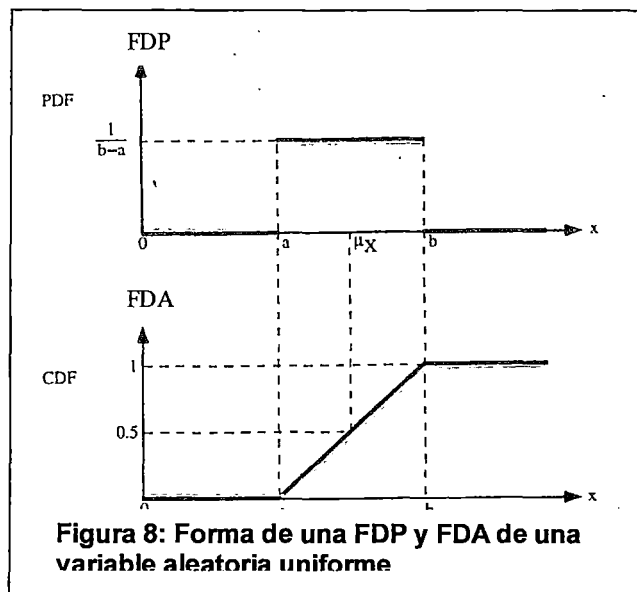
describirá brevemente las variables aleatorias uniformes (distribución uniforme) y las variables aleatorias normales (distribución normal).

Variables aleatorias Uniformes

Para una variable aleatoria uniforme, la función FDP tiene un valor constante para todos los valores posibles de la variable aleatoria en un rango $[a,b]$. Matemáticamente, la función FDP se define como sigue:

$$FDP = f_x(x) = \begin{cases} \frac{1}{b-a} & a \leq x \leq b \\ 0 & \text{De lo contrario} \end{cases} \quad \dots(54)$$

donde a y b definen las cotas inferior y superior de la variable aleatoria. La FDA y FDP para una variable aleatoria uniforme se muestran en la siguiente figura.



La media y la varianza son:

$$\begin{aligned}\mu_k &= \frac{a+b}{2} \\ \sigma_x^2 &= \frac{(b-a)^2}{12}\end{aligned}\quad \dots(55)$$

Variables aleatorias Normales

Entre las distribuciones continuas la más importante es la llamada distribución normal.

Fue introducida por Carl Friedrich Gauss a principios del siglo XIX en su estudio de los errores de medida. Desde entonces se ha utilizado como modelo en multitud de variables en cuya distribución los valores más usuales se agrupan en torno a uno central y los valores extremos son escasos.

La variable aleatoria normal es probablemente la distribución más importante en la teoría de confiabilidad estructural. LA FDP para una variable aleatoria normal X es:

$$f_x(x) = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{x - \mu_k}{\sigma_x} \right)^2 \right] \quad \dots(56)$$

donde μ_x y σ_x son la media y la desviación estándar, respectivamente. Observar que el término entre paréntesis en la ecuación anterior se ha presentado en forma estándar. La siguiente figura muestra la forma general tanto de la FDP como de la FDA de una variable aleatoria normal. La gráfica de esta función tiene forma de campana y se conoce con el nombre de **Campana de Gauss**.

Figura 9: Campana de Gauss

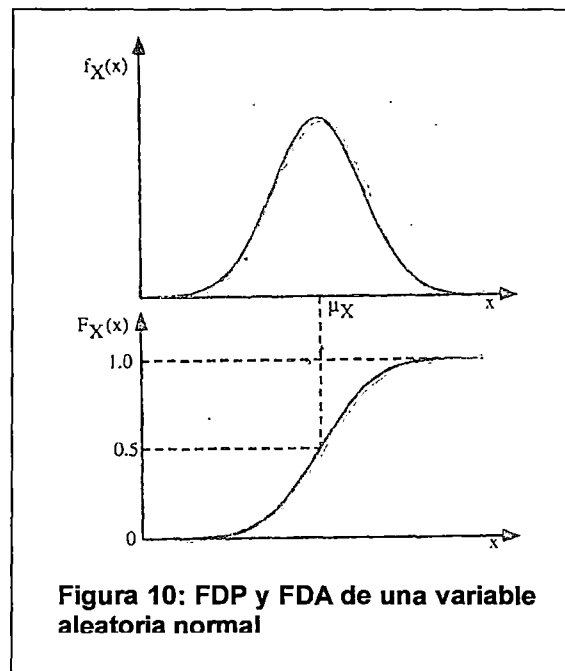
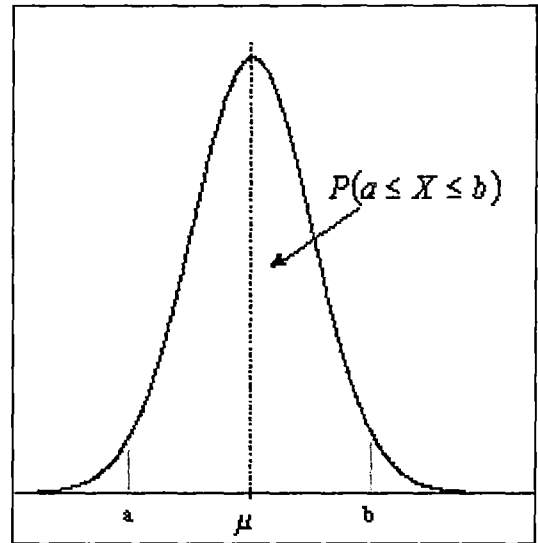


Figura 10: FDP y FDA de una variable aleatoria normal

No existe una solución exacta para la CDF de una variable aleatoria normal. Sin embargo, se han desarrollado tablas que permiten obtener valores de la FDA para el caso especial en el que $\mu_x=0$ y $\sigma_x=1$. Si sustituimos estos valores en la anterior ecuación, conseguimos la FDP para la variable normal estándar z , la cual se denota por $\phi(z)$:

$$\phi(z) = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z}{\sigma_x}\right)^2\right] = f_z(z) \quad \dots(57)$$

La FDA de la variable normal estándar se denota usualmente por $\Phi(z)$.

La información de probabilidad para la variable aleatoria normal estándar puede ser utilizada para obtener los valores de las FDA y FDP para una variable aleatoria arbitraria normal mediante la ejecución de una simple transformación de coordenadas. Sea X , una variable normal aleatoria general, sea Z la forma estándar de X . Luego arreglando la ecuación dada en la ecuación (51), tenemos:

$$X = \mu_x + Z\sigma_x \quad \dots(58)$$

Por la definición de la FDA, podemos escribir:

$$F_x(x) = P(X \leq x) = P(\mu_x + Z\sigma_x \leq x) = P\left(Z \leq \frac{x - \mu_x}{\sigma_x}\right) \quad \dots(59)$$

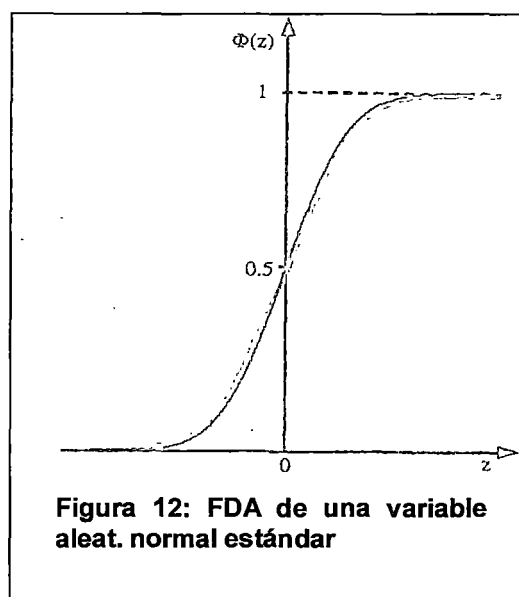
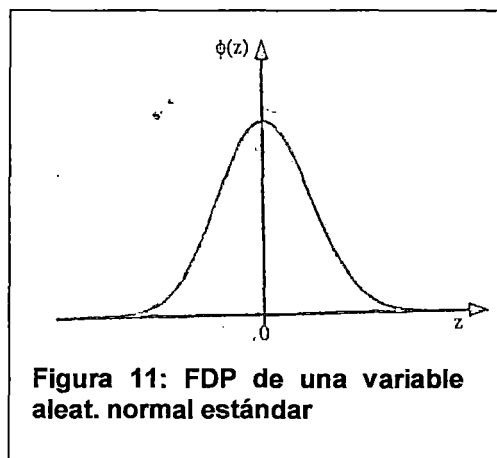
o,

$$F_x(x) = \Phi\left(\frac{x - \mu_x}{\sigma_x}\right) = F_z(z)$$

Igualmente, se puede derivar una relación concerniente a la FDP de cualquier variable aleatoria normal, $f_x(x)$, a la FDP de la variable normal estándar, $\phi(x)$:

$$f_x(x) = \frac{d}{dx} F_x(x) = \frac{d}{dx} \Phi\left(\frac{x - \mu_x}{\sigma_x}\right) = \frac{d}{dx} \phi\left(\frac{x - \mu_x}{\sigma_x}\right) \quad \dots(60)$$

Las siguientes figuras muestran las formas de $\phi(z)$ y $\Phi(z)$.

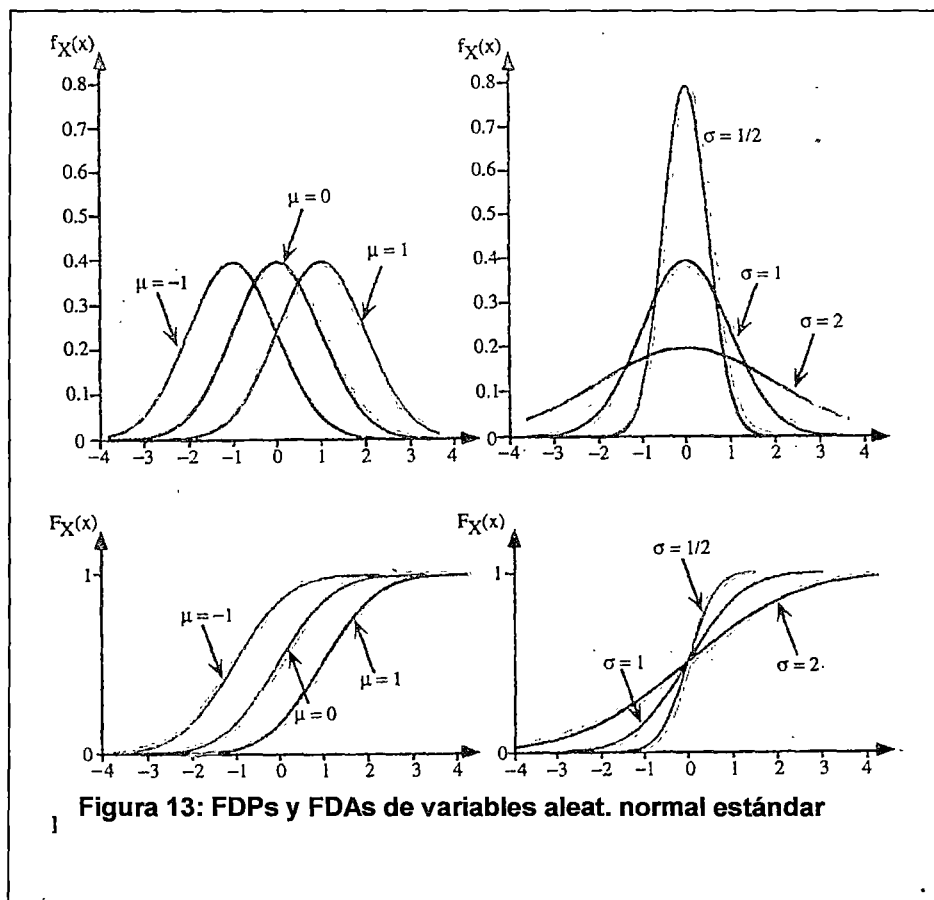


Por lo tanto utilizando las dos últimas fórmulas anteriores, se puede construir las funciones de distribución para una variable aleatoria normal arbitraria (dados μ_x y σ_x)

Las funciones de distribución para una variable aleatoria normal presentan propiedades importantes, las cuales podemos resumirlas así:

- La FDP $f_x(x)$ es simétrica alrededor de la media μ_x .

$$f_x(\mu_x + x) = f_x(\mu_x - x) \quad \dots(61)$$



- Debido a que la distribución normal es simétrica alrededor del valor de la media, la suma de $F_x(\mu_x + x)$ y $F_x(\mu_x - x)$ es igual a 1. Esto es:

$$F(u_x+x)+F(u_x-x) = 1 \quad \dots(62)$$

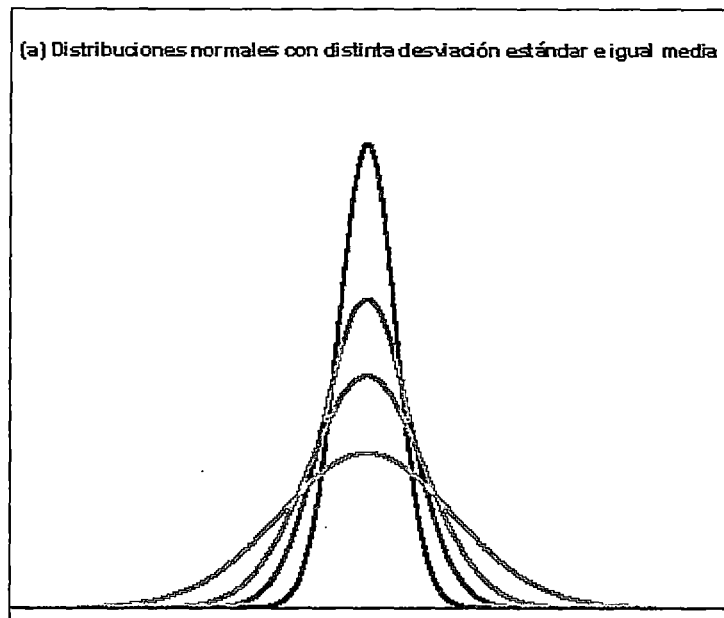
- El área bajo la curva comprendida entre los valores situados aproximadamente a dos desviaciones estándar de la media es igual a 0.95. En concreto, existe un 95% de posibilidades de observar un valor comprendido en el intervalo.

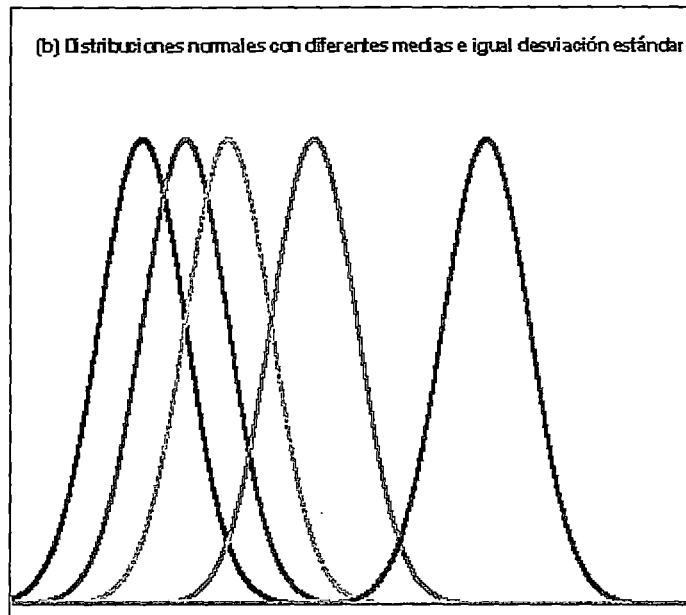
$$P(\mu-\sigma \leq X \leq \mu+\sigma)=0,6826$$

$$P(\mu-2\sigma \leq X \leq \mu+2\sigma)=0,9544$$

$$P(\mu-3\sigma \leq X \leq \mu+3\sigma)=0,9974 \quad \dots(63)$$

Figura 14





Como veremos más adelante, es necesario calcular la inversa de la FDA de la función de distribución normal estándar $\Phi(z)$. A pesar de que el valor de la inversa no se puede hallar en una forma muy exacta, existe una fórmula aproximada que da resultados razonables en un amplio rango de valores de probabilidades. Sea $p = \Phi(z)$. El problema inverso podría ser encontrar $z = \Phi^{-1}(p)$. La siguiente fórmula puede utilizarse si p es menor o igual a 0.5:

$$z = \Phi^{-1}(p) = -t + \frac{c_0 + c_1t + c_2t^2}{1 + d_1t + d_2t^2 + d_3t^3} \text{ para } t \leq 0.5$$

$$\text{donde : } c_0 = 2.515517$$

$$c_1 = 0.802853$$

$$c_2 = 0.010328$$

$$d_1 = 1.432788$$

$$d_2 = 0.189269$$

$$d_3 = 0.001308$$

$$y \quad t = \sqrt{-\ln(p^2)}$$

Para $p > 0.5$, Φ^{-1} se calcula para $p^* = (1 - p)$, para lo que utilizamos la siguiente relación :

$$z = \phi^{-1}(p) = -\phi^{-1}(p^*)$$

...(64)

05.03.0 PRESENTACIÓN DE PARÁMETROS ESTADÍSTICOS

En el presente estudio, las cargas son consideradas como variables aleatorias.

Los modelos estadísticos son derivados utilizando información disponible basada en componentes de cargas, materiales, dimensiones y otros parámetros. Las fórmulas básicas y definiciones que se presentan corresponden a la teoría de probabilidades y estadística. Las más importantes utilizadas en este estudio son resumidas a continuación.

- Una variable aleatoria, X , se describe por la función de distribución acumulada (FDA), denotada por $F_X(x)$. La primera derivada de $F_X(x)$ es llamada la función de densidad de probabilidad, FDP, y es denotada por $f_X(x)$. Los parámetros más importantes que describen una variable aleatoria son la media, m_X , y la desviación estándar, σ_X . El coeficiente de variación de una variable aleatoria, X , V_X , se define como:

$$V_x = \frac{\sigma_x}{m_x} \quad \dots(65)$$

- Las variables aleatorias usadas en este estudio son normales. La FDP de una variable aleatoria normal es como sigue:

$$f_x(x) = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-m_x)^2}{2\sigma_x^2}} \quad \dots(66)$$

Una variable aleatoria normal estándar, Z, es una variable aleatoria normal con la media, $m_z=0$, y una desviación estándar, $\sigma_z=1$. La función de distribución acumulada (FDA) de una variable aleatoria normal estándar es denotada por $\Phi(z)$ y la función de densidad de probabilidad (FDP) es denotada por $\phi(z)$.

Para cualquier variable aleatoria normal, X, la función de distribución acumulada puede ser calculada utilizando Φ como sigue:

$$F_x(x) = \Phi\left(\frac{x - m_x}{\sigma_x}\right) \quad \dots(67)$$

CAPITULO 6.

06.00.00 CARGAS EN PUENTES

06.01.00 REGLAMENTO AASHTO STANDARD

El Reglamento AASHTO STANDARD, expresa a la carga viva vehicular de puentes en términos de carriles de diseño y carriles de carga. El número de carriles de diseño depende del ancho de la carretera.

Cada carril está representado por un camión estándar con remolque o como una carga uniformemente distribuida de 10 pies de ancho en combinación con una carga concentrada, tal como se muestra en la figura siguiente.

La carga HS20, que es la carga que emplea este reglamento, representa un camión y remolque con tres ejes cargados, siendo sus valores: 14.5, 14.5 y 3.625 t/eje, espaciados a una distancia de 4.27 m.

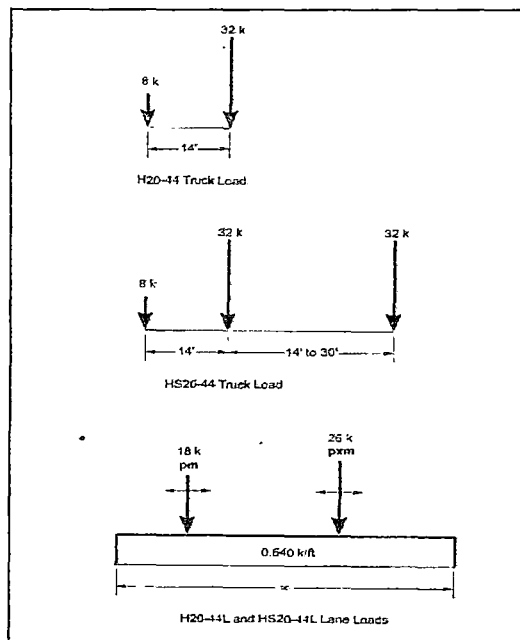


FIGURA 15: Camiones AASHTO STANDARD H y HS

06.02.00 REGLAMENTO AASHTO LRFD

La carga viva correspondiente a cada vía es la suma de:

- Camión de diseño o tándem, considerándose la que produzca efectos más desfavorables.
- Sobrecarga distribuida.

Las cargas por eje y los espaciamientos entre ejes son los indicados en el gráfico que se muestra a continuación, la distancia entre dos ejes de 145 kN (14.78 t) será tomada como aquella que, estando entre los límites de 4.30 m y 9.00m, produzca los mayores efectos. Las cargas del camión de diseño se incrementan por efectos dinámicos.

El tándem de diseño consiste en un conjunto de dos ejes, cada uno con una carga de 110 kN(11.2 t), espaciados a 1.20m. La distancia entre las ruedas de cada eje, en dirección transversal, será de 1.80m. Estas cargas deberán incrementarse por efectos dinámicos.

En cuanto a la carga distribuida, se considera una carga de 9.3 kN (960 kgf/m), uniformemente distribuida en dirección longitudinal sobre aquellas porciones del puente en las que produzca un efecto desfavorable. Se supondrá que esta carga se distribuye uniformemente sobre un ancho de 3.00 m en dirección transversal. Esta sobrecarga se aplicará igualmente en aquellas zonas donde se ubique el camión o tándem de diseño, no se consideran efectos dinámicos para esta carga.

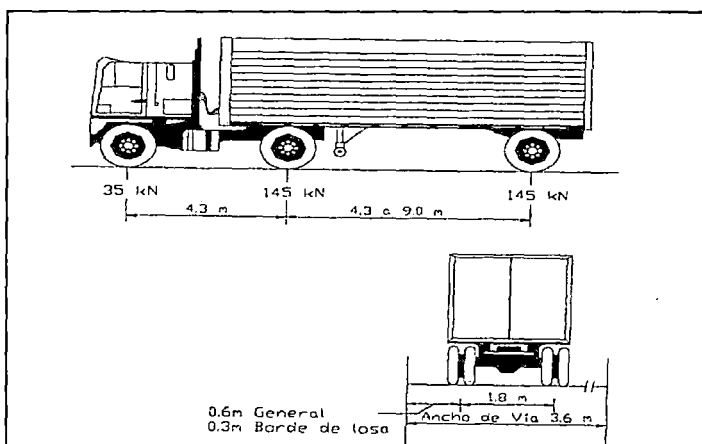


FIGURA 16:
CARACTERÍSTICAS
DEL CAMIÓN DE
DISEÑO

Principales Diferencias

*** Factores de carga y combinaciones**

La versión LRFD define con mayor precisión los diferentes estados límites que pueden presentarse, un total de 10, tanto por Resistencia, Servicio y Eventos extremos, a diferencia de la versión estándar, que sólo distingue las condiciones de servicio y resistencia última.

Adicionalmente al haberse estudiado con mayor detalle las características aleatorias de las cargas, resistencia, etc. y por lo tanto de la seguridad, la versión LRFD especifica valores más racionales a los factores de carga que la versión estándar tal como se muestra a continuación:

	Versión Estándar	Versión LRFD
<u>Sobrecarga</u>	1.3-2.17	0.5-1.75
Peso propio o peso muerto	0.9-1.30	0.45-1.95
Sismo	0.75-1.0	1.0
Temperatura, fragua y creep	1.0	0.5-1.2

*** Cargas**

La principal diferencia radica en la sobrecarga de diseño adoptada por el nuevo reglamento LRFD, y la cual consiste en la aplicación conjunta de la sobrecarga tipo "camión" y de la sobrecarga equivalente en forma alternativa en el reglamento estándar.

*** Impacto**

A diferencia del reglamento estándar anterior que especifica un coeficiente de impacto dependiente de la luz con un valor máximo de 33% de incremento, el nuevo reglamento LRFD especifica valores constantes de incremento que van

desde 75% para todos los elementos de juntas de tablero, y de 15% para otros elementos en estados límite de fatiga, y de 33% para los otros estados límites.

*** Factores de distribución de cargas en tableros tipo losa y viga-losa**

La versión LRFD proporciona una metodología más completa y por lo tanto más racional para el análisis del efecto de las cargas puntuales en los tableros de puentes, tanto en los de tipo losa como de viga-losa.

06.03.00 REGLAMENTO NACIONAL DE VEHÍCULOS

Reglamento Nacional de Puentes

La Dirección General de Caminos y Ferrocarriles es el órgano encargado de dictar las normas sobre el uso y desarrollo de la infraestructura de carreteras, puentes y ferrocarriles, así como de fiscalizar su cumplimiento en las redes viales de nuestro país.

Como producto de la publicación de la "Propuesta de Reglamento de Puentes" en la página web del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, se recibieron numerosas recomendaciones y comentarios de los diversos especialistas de nuestro medio, las cuales fueron evaluadas y aceptadas, por lo que la designación de "Reglamento" fue cambiada por la del "Manual de diseño de Puentes".

La parte concerniente al diseño de puentes del Manual de Diseño de puentes, la cual es el Título II, es una adaptación de las Especificaciones de la American Association of state Highway and Transportation Oficial (AASHTO), las cuales han sido por años empleadas por los profesionales de nuestro medio en el diseño y en la construcción de puentes.

En los aspectos tales como las sobrecargas de camiones se mantienen las ideas básicas de las especificaciones AASHTO. La sobrecarga especificada en este manual corresponde a la denominada AASHTO HL-93.

A continuación se mencionan los artículos más importantes del Reglamento Nacional de vehículos.

Artículo 37°.-Pesos máximos permitidos

El peso bruto vehicular permitido es de 48 toneladas, de acuerdo a lo establecido en el anexo IV del reglamento en mención.

El peso máximo permitido por eje simple o conjunto de ejes, se establece en el anexo IV del reglamento en mención.

Los Vehículos cuyos límites de peso bruto vehicular y/o pesos por eje señalados por el fabricante sean menores a los establecidos en el presente Reglamento, no deben exceder dichos límites.

Artículo 38°.-Tolerancia del pesaje dinámico

La tolerancia en el peso bruto vehicular y/o pesos por eje, sólo se admite para el pesaje dinámico en las estaciones y unidades móviles de pesaje, no implicando de ningún modo una capacidad adicional de carga a la especificada en el este reglamento.

La tolerancia del peso bruto vehicular máximo será de 3% conforme lo dispuesto en el Anexo IV.

La tolerancia por eje o conjunto de ejes es de 5% y quedará fijada de acuerdo al cuadro adjunto en el Anexo IV.

Artículo 42°.-Vehículos Especiales

El Tránsito de Vehículos Especiales en el SNT requiere autorización previa emitida por el Ministerio, directamente o a través del órgano que éste designe, de acuerdo al procedimiento establecido para dicho efecto.

Los Vehículos Especiales de las categorías M₃ biarticulados, sólo podrán transitar en rutas designadas o corredores viales, previa autorización de las Municipalidades Provinciales.

Los Vehículos Especiales de las Categorías N₃ y O₄ biarticulados, sólo podrán transitar en rutas designadas o corredores viales, previa autorización del Ministerio o a través de la entidad pública o privada que para dicho efecto designe.

Vehículo especial es aquel que no cumple con las disposiciones de pesos, medidas, emisiones u otras establecidas en el presente Reglamento o, que realizan una función especial.

No se consideran Vehículos Especiales las máquinas y equipos diseñados y fabricados exclusivamente para el uso fuera del SNTT, en la industria de la construcción, minería y agricultura (máquinas amarillas y máquinas verdes).

Artículo 43°.-Transporte de mercancía especial

El transporte de mercancías especiales, requiere autorización previa emitida por el Ministerio, directamente o a través del órgano que éste designe, de acuerdo al procedimiento establecido para dicho caso.

REGLAMENTO DE CARGAS DE VEHÍCULOS EXCEPCIONALES MENORES A 60 toneladas.

El PROVIAS NACIONAL a través de la Gerencia de Operaciones Zonales es la Entidad responsable de la emisión de las Autorizaciones Especiales a aquellos transportistas que cumplan con los requisitos establecidos para cada tipo de autorización.

El propósito de las Autorizaciones Especiales de circulación es el reducir el impacto de los pesos excepcionales transportados por carretera, mediante el uso de vehículos idóneos; asimismo, resarcir el daño producido mediante la aplicación de tasas por el derecho de circulación.

Los vehículos que transiten con Autorización especial y que al ser controlados en las Estaciones de Pesaje Fija o Móvil superen los pesos y dimensiones declarados, pagarán adicionalmente la diferencia de la escala superior a lo cancelado según las tasas establecidas.

Sustento del otorgamiento de las Autorizaciones Especiales

Según el Reglamento de Autorizaciones especiales para el Transporte con autorización Especial se aplica en los siguientes casos:

- Cargas indivisibles con sobredimensión o sobrepeso, que excedan para su transporte las dimensiones y pesos máximos vehiculares permitidos por el Reglamento Nacional de Vehículos.
- Vehículos autopropulsados especiales que exceden los pesos y las dimensiones máximas permitidas.
- Vehículos autopropulsados especiales que exceden los pesos y las dimensiones máximas permitidas.
- Vehículos provistos de suspensión hidráulica y/o neumáticos extra anchos, determinándose mayor carga por eje.
- Transporte de productos o mercancías que posean las características de carga peligrosa, que no sea factible su estriba y reestriba, además de las condiciones señaladas líneas arriba.

No requieren para su Transporte Autorización especial, cuando se trate de los siguientes casos:

- Los vehículos adecuados para transportar cargas indivisibles tales como maquinaria pesada, equipos industriales, equipos mineros y otros, que no superen las 48 toneladas y que la carga transportada se encuentre dentro de la plataforma, sin exceder las dimensiones vehiculares y los límites de carga por eje y peso bruto establecidos.
- Los vehículos que transporten cargas divisibles o comerciales, sean sacos, paquetería, carga a granel, sustancias químicas, envasadas o a granel, combustibles o derivados de hidrocarburos envasados o a granel, chatarra. Transporte de pallets, etc.
- Los vehículos combinados con plataformas de tipo cama baja, con una dimensión mayor a los 2.6 m en el ancho sin exceder la superficie de la carga del vehículo, transportando carga comercial divisible o carga especial indivisible no requerirán la Autorización Especial; siempre y cuando cumplan

con lo dispuesto por el Reglamento Nacional de Vehículos, referente al peso por ejes y peso bruto vehicular.

- Se autorizará el transporte de hasta 2 bienes indivisibles en un vehículo, siempre y cuando no exceda el largo total de la superficie de carga y el exceso de peso en no más de un conjunto de ejes exceda a lo determinado al Reglamento Nacional de Vehículos, Artículo 29° y se encuentre dentro de lo establecido en las normas.

A continuación se nombran y detallan las autorizaciones especiales reglamentadas en nuestro país:

AUTORIZACIONES ESPECIALES

AUTORIZACION ESPECIAL : TIPO A1

VEHÍCULOS ESPECIALES CON PESO BRUTO HASTA 48,000 KILOS

Deberán cumplir con el punto referido al cuadro de pesos máximos permitidos por tipo de eje o conjunto de ejes y neumáticos, así como lo dispuesto en la parte de generalidades de la misma.

AUTORIZACION ESPECIAL : TIPO A2

VEHÍCULOS ESPECIALES CON PESO BRUTO MAYOR DE 48,000 KILOS Y MENOR DE 60,000 KILOS

REQUISITOS: Adjuntarán a los Requisitos Generales lo siguiente:

- Diagrama que muestre la combinación vehicular en su vista lateral y posterior, firmado por el representante legal de la empresa indicando:
 - Dimensiones de la carga y de la combinación vehicular (largo, ancho y alto).
 - Distancia entre ejes.
 - Altura probable del centro de gravedad (centroide) del vehículo remolcador y carga.
 - Peso seco, útil y total por eje, neumáticos por eje.

- Documento acreditando en balanza el peso bruto vehicular y peso por ejes.
- Recibo de pago por derecho de tránsito según escala.

AUTORIZACION ESPECIAL : TIPO A3

VEHÍCULOS ESPECIALES CON PESO BRUTO MAYOR DE 60,000 KILOS

REQUISITOS :

Se adjuntarán a los Requisitos Generales lo siguiente:

- Copia del documento que acredite fehacientemente el peso y dimensiones de la carga a transportar, expedida por el remitente o generador de la carga.
- Copia de la aprobación del estudio de puentes por la Dirección de Estudios Viales.
- Diagrama que muestre la combinación vehicular en su vista lateral y posterior, firmado por el representante legal de la empresa indicando:
 - Dimensiones de la carga y de la combinación vehicular (largo, ancho y alto)
 - Distancia entre ejes
 - Altura probable del centro de gravedad (centroide) del vehículo remolcador y carga.
- Peso seco, útil y total por eje, numero de neumáticos por eje.
- Conformidad de rutas y tramos a utilizar, otorgado por la Dirección de Puentes.
- Documento acreditando en balanza el peso bruto vehicular y peso por ejes.
- Adjuntar el itinerario de ruta a efectuar por cada tramo a utilizar.
- Recibo de pago por derecho de tránsito según escala.

AUTORIZACION ESPECIAL : TIPO A4**CARGAS SOBREDIMENSIONADAS Y/O VEHÍCULOS ESPECIALES QUE EXCEDAN LAS DIMENSIONES MÁXIMAS PERMITIDAS.**

Se otorgará Autorización Especial a aquellos vehículos que por su propia estructura física y/o transportando un bien indivisible o unitarizado, excedan las dimensiones máximas permitidas según el Reglamento Nacional de Vehículos.

- Se considerará como medición de la altura máxima, desde el piso (superficie de la calzada) hasta la parte más alta o área más elevada de la carga transportada.
- Se considerará como medición del ancho, desde las partes más sobresalientes de ambos lados del vehículo y/o carga transportada.
- Se considerará como medición del largo, desde las partes más sobresalientes de ambos voladizos del vehículo y/o carga transportada

AUTORIZACION ESPECIAL : TIPO A5**VEHÍCULOS ESPECIALES QUE CIRCULAN POR SUS PROPIOS MEDIOS**

Vehículos especiales son aquellos que circulan por sus propios medios y que por su propia naturaleza excedan el peso por eje y/o peso bruto máximo así como las dimensiones máximas permitidas según el Reglamento Nacional de Vehículos.

AUTORIZACION ESPECIAL : TIPO A6
VEHÍCULOS DE CARGA PELIGROSA Y/O SIMILAR, CON
CONDICIÓN DE SOBREPESO Y/O SOBREDIMENSIÓN
TRANSPORTANDO CARGA PELIGROSA

Cargas peligrosas son aquellas sustancias líquidas, gaseosa o sólida, capaz de causar daño y/o lesión a las personas, animales, bienes y medio ambiente.

Para transportar este tipo de carga por la Red Vial Nacional, es necesario que las empresas de transporte o transportistas independientes estén debidamente inscritos en el Registro de Empresas de Transporte de Mercancías Peligrosas de la Dirección General de Circulación Terrestre del MTC y que hayan cumplido con los requisitos establecidos.

El tracto camión, semirremolques, remolques, cisternas, plataformas para material a granel y otros tipos de contenedores para el transporte de mercancías peligrosas deberán construirse o reconstruirse de acuerdo a las normas y reglamentos técnicos correspondientes.

Para transportar este tipo de carga por la Red Vial Nacional no es válido el cuadro de pesos máximos permitidos por tipo de eje o conjunto de ejes y neumáticos del reglamento de permisos especiales sino por el Artículo 29 del Reglamento Nacional de Vehículos.

Quedan exceptuados de la Autorización especial aquellos que se encuentren dentro de los límites del peso bruto y peso por ejes determinados en el Reglamento Nacional de Vehículos.

La autorización de tipo de carga determina lo siguiente:

- Se otorgará Autorización Especial a los vehículos por el transporte pesado de productos peligrosos o similares, cuando excedan el peso por ejes, sin exceder del peso bruto total permitido para la configuración vehicular.

- Sólo podrán ser habilitados para el transporte de cargas peligrosas, los vehículos que cumplan con el reglamento de permisos especiales.
- Queda prohibido transportar en vehículos que hayan sido autorizados para el transporte de cargas peligrosas lo siguiente:
 - Personas y animales (mayor permitido a la cabina del vehículo)
 - Productos alimenticios de consumo humano o animal, o artículos de uso personal.
 - Residuos sólidos municipales (basura, desechos domésticos).

Explosivos: El Ministerio del Interior a través de la autoridad competente DISCAMEC, establece las Normas y procedimientos administrativos para el almacenaje, transporte, seguridad y control de explosivos de uso civil, insumos y conexos.

Insumos químicos y Material radioactivo: El Ministerio del Interior a través de la DINANDRO es la autoridad competente para el control y fiscalización de los productos de insumos químicos.

El IPEN (Instituto Peruano de Energía Nuclear) es la autoridad competente para el control y fiscalización de los productos y materiales radioactivos.

En la parte final del estudio se presenta el anexo IV del Reglamento Nacional de Vehículos, publicado en el diario El Peruano en Octubre del 2003, que muestra los pesos y medidas de éstos.

06.04.00 ESTUDIOS PREVIOS DE CARGAS DE DISEÑO

La práctica común del diseño de puentes en nuestro país estuvo tradicionalmente basada en las normas de la AASHTO denominadas Especificaciones Estándar. Al resultar evidente que las sobrecargas de la AASHTO eran insuficientes para representar las acciones de muchos de los camiones en circulación, se optó por escalarlas (por ejemplo multiplicando

las cargas de cada eje por 1.25) o por sustituirlas por las de las normas francesas (C25, posteriormente escalada para definir la sobrecarga C30).

En 1986, el Sub-Comité hizo un pedido al Comité permanente en Investigaciones del AASHTO para que lleve a cabo una evaluación de las Especificaciones de Diseño de Puentes y considere filosofías de diseño alternativas a las de las Especificaciones Estándar. Este trabajo formó parte del Programa Nacional Cooperativo de Investigación de Carreteras (NCHRP) dirigido por el Comité Permanente de Investigación del AASHTO y administrado para el AASHTO por el Consejo de Investigaciones de Transporte (TRB).

El trabajo fue completado en 1987 y, como se esperaba, se encontró que las Especificaciones Estándar (continuamente ajustadas) contenían vacíos discernibles, inconsistentes y aun algunos conflictos. Además de ello, las especificaciones no incorporaban la filosofía de diseño más reciente, el diseño por carga y resistencia factorada (LRFD), una filosofía que ha venido imponiéndose en otras áreas de Ingeniería Estructural y en otras partes del mundo tal como Canadá y Europa.

Desde su inicio hasta los 1970, la única filosofía de diseño, incorporada en las Especificaciones Estándar, era conocida como el Diseño por Esfuerzos Permisibles (DEP o Working Stress Design, WSD) DEP que establece esfuerzos permisibles como un porcentaje de la capacidad de carga de un material, y requiere que los esfuerzos calculados no sobrepasen estos esfuerzos permisibles. A comienzos de 1970, DEP comenzó a ser ajustado a fin de tomar en cuenta la predictabilidad variable de ciertos tipos de cargas tales como cargas vehiculares y fuerzas de viento, a través de factores ajustables de diseño, una Filosofía de Diseño conocida como Diseño por Factores de Carga (DFC, load factor desing LFD). Ambas filosofías de DEP y DFC están reflejadas en la edición actual de las Especificaciones Estándar.

Una extensión filosófica adicional resulta de considerar la variabilidad en las propiedades de los elementos estructurales de manera similar a la variabilidad de las cargas. Aunque consideradas de una manera limitada en DFC, la filosofía de Diseño del LRFD toma en cuenta de una manera explícita la variabilidad en el comportamiento estructural de los elementos. La metodología LRFD se basa en el uso extensivo de métodos estadísticos, pero pone los resultados de una manera fácilmente utilizable por diseñadores y analistas de puentes.

La recomendación principal de la evaluación completada en 1987, entonces, fue el desarrollo de una Norma LRFD totalmente nueva. Un proyecto multianual excepcionalmente completo del NCHRP para alcanzar este objetivo fue aprobado por el Comité Permanente en Investigación del AASHTO. Una vez comenzado el Proyecto 12-33 del NCHRP tomó cinco años para completarse, y resultó en el documento, Especificaciones LRFD AASHTO para el Diseño de Puentes. Bajo la revisión frecuente del Subcomité de Puentes y Estructuras del AASHTO y sus veinte Comités, las especificaciones fueron desarrolladas por un equipo de más de 50 miembros, incluyendo algunos de los mejores talentos en Ingeniería de Puentes en USA y el mundo.

Actualmente con estas Especificaciones, los Ingenieros de Puentes tienen la oportunidad de seleccionar entre dos estándares para efectuar su diseño, las antiguas Especificaciones Estándares para Puentes Carreteros del AASHTO y esta alternativa, las recientemente adoptadas Especificaciones AASHTO LRFD para el Diseño de Puentes.

Cabe mencionar además, que hace pocos años se realizó un estudio denominado: "La Nueva Sobrecarga (versión LRFD) para puentes y su aplicabilidad en el Perú", elaborado por el Dr. Víctor Sánchez Moya, el Dr. Hugo Scaletti Farina y la Ing. Gladys Cuadros Olave. En el estudio mencionado se tuvo en cuenta las cargas que en aquel año circulaban por la Red Vial Nacional, así como las cargas legalmente autorizadas a transitar por ellas. Igualmente se prestó atención a los estudios realizados por Nowak

para la adopción de la sobrecarga HL93 en Estados Unidos. Se estudió la conveniencia de utilizar esta nueva sobrecarga con relación a la sobrecarga alternativa C30 del Reglamento Francés que se utilizaba en el diseño de puentes en el país.

Basándose en los resultados obtenidos se adecuó la nueva sobrecarga AASHTO HL93 a otra denominada HL93*, con el fin de que pueda ser adoptada como carga de diseño de puentes para el Perú.

El desarrollo de este nuevo código siguió el siguiente procedimiento:

1. Selección de puentes representativos, con el fin de evaluar los efectos de las cargas para diversos componentes y la capacidad de carga de los puentes.
2. Establecimiento de una base estadística para los parámetros de carga y resistencia, basada en encuestas y otras mediciones en el campo, sobre todo de tráfico y pesos de camiones. Los datos estadísticos para resistencia incluyeron ensayos de materiales, componentes y mediciones de componentes.
3. En el desarrollo de los modelos de carga y de resistencia, éstas últimas fueron tratadas como variables aleatorias descritas por funciones de distribución acumulativas (FDC) y por correlaciones, derivadas a partir de la información estadística.
4. El desarrollo de procedimientos de análisis de confiabilidad fue en términos de la probabilidad o probabilidad de falla.

Como resultado del estudio, se propuso una sobrecarga (por vía) denominada HL93*, definida como la suma de:

- Sobrecarga uniformemente distribuida de 9.5 KN/m^2 .
- Camión con un peso total de 375 KN, repartido en tres ejes, de 45 KN, 165 KN y 165 KN, espaciados en forma similar a lo especificado por AASHTO.

CAPITULO 7.

07.00.00 SELECCIÓN DE LAS PRINCIPALES CARGAS Y FACTORES DE CARGA

Supongamos que tenemos un paquete de cartas numeradas consecutivamente desde 1 al 100. Seleccionaremos una de estas cartas, ya sea manualmente o mediante el uso de un programa informático, de este rango al azar. Tenemos entonces que la probabilidad del número seleccionado da una probabilidad igual que cualquier otro número, y esta probabilidad es 1 en 100 o 1%.

Suponiendo que el rango, 1 a 100, tiene unidades de Mpa y representa la posible fuerza de compresión en 28 días de un ensayo de concreto hecho con las mismas especificaciones, con características requeridas de fuerza de compresión de 50 Mpa. Luego éstas fuerzas variarán con un promedio que será, generalmente, un poco más grande que 50 Mpa, posiblemente 60 Mpa. No es muy difícil darse cuenta por qué el promedio es un poco elevado. Para la manufactura alcanzar una fuerza más alta en un intento para asegurar que un número suficiente de los resultados de las pruebas (posiblemente todas) falseen acerca del valor especificado. La distribución se dice que tiende, cuando en este caso esta tendencia puede ser medida por la relación del promedio a la resistencia característica. En el diseño del estado límite, es necesario conocer la distribución probabilística de estos esfuerzos y de otros parámetros de resistencia y carga.

En la sección 06.00.00 se introdujo la idea de distribuciones de la probabilidad de la densidad y la probabilidad acumulativa, y definió la distribución normal, encontrada para distribuir la variabilidad de ciertas funciones. Otras distribuciones continuas incluyen las distribuciones Gamma,

Beta y Weibull. Casi siempre ésto se realiza para identificar la distribución de probabilidad que mejor satisface a la información con que se cuenta. Para ello posteriormente se puede realizar una extrapolación de la información y predecir los valores extremos e inusuales.

Una de las formas de hacer ésto es utilizando un papel para probabilidad, en el cual las distribuciones acumulativas de la información son graficadas en el eje vertical.

07.01.00 SELECCIÓN DE CARGAS VIVAS PRIMARIAS

En 1979, Ontario Highway Bridge Design Code utilizó el concepto de Longitud Base Equivalente para remplazar las muestras de camiones tomadas (pesos de ejes y espaciamientos) por un vehículo de diseño equivalente, y también para definir los pesos legales para los camiones (Dorton y Csgoly 1977); este concepto fue revisado después por O'CONNOR (1980 y 1981).

En la siguiente figura se muestra un grupo de cargas típicas. Según el principio conocido por Muller – Breslau's (Norris y Wilbur 1960:493), el momento flector máximo absoluto debajo de una carga particular (digamos P_r) de un sistema de cargas como si ésta se moviese en una viga simplemente apoyada ocurre cuando el centro de la viga bisecta la distancia entre P_r y el centro de gravedad del sistema de cargas.

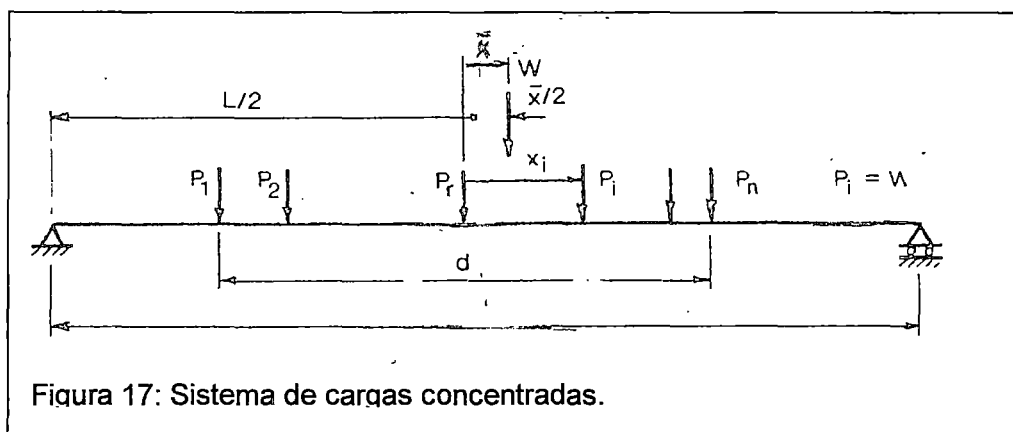


Figura 17: Sistema de cargas concentradas.

De la figura 17 tenemos que:

$$\sum P_i = W$$

$$\bar{x} = \frac{\sum P_i x_i}{W}$$

...(68)

el momento de las cargas, P_i hasta P_n , en P_r

$$= \sum P_i x_i$$

Lo que se puede evaluar alternativamente como:

$$= \frac{1}{2} \left[\sum |P_i x_i| + \sum P_i x_i \right] \quad \dots(69)$$

considerando en ambas sumas todos los valores de i .

Por lo tanto el momento flector en P_r está dado por:

$$M_r = \frac{W(L + \bar{x})^2}{4L} - \frac{1}{2} \sum |P_i x_i| - \frac{1}{2} \sum P_i x_i$$

...(70)

$$M_r = \frac{WL}{4L} + \frac{1}{2} \sum P_i x_i + \frac{(\sum P_i x_i)^2}{4WL} - \frac{1}{2} \sum |P_i x_i| - \frac{1}{2} \sum P_i x_i$$

$$M_r = \frac{WL}{4L} + \frac{(\sum P_i x_i)^2}{4WL} - \frac{1}{2} \sum |P_i x_i|$$

...(71)

07.01.01 Modelos de carga:

Los principales componentes de carga de los puentes son carga muerta, carga viva (estática y dinámica), cargas ambientales (temperatura, viento, sismo) y otras cargas (colisión, emergencia de frenos). En cada uno de los grupos mencionados se encuentran otros sub componentes.

La combinación básica de carga para puentes es una ocurrencia simultánea de carga muerta, carga viva y carga dinámica. Estas combinaciones incluyen otras componentes de carga (viento, sismo, fuerzas de colisión) que requieren de un especial análisis.

Los modelos de carga han sido desarrollados utilizando información estadística disponible, muestras y otras observaciones. Su variación puede describirse mediante la función de distribución acumulada (FDA), su valor promedio y por su coeficiente de variación. La relación entre diferentes parámetros de sobrecarga se puede reflejar en términos de los coeficientes de correlación.

Se asume que el tiempo de vida económica para puentes diseñados recientemente es de 75 años. Así, los valores extremos de la carga viva y de las cargas ambientales se extrapolan de acuerdo a la base de datos disponible.

Carga muerta

La carga muerta, D, es la carga de gravedad debido al peso propio de la estructura y a los elementos no estructurales conectados permanentemente al puente. Debido a los diversos grados de variación, es conveniente considerar los siguientes componentes de D:

D1: peso de los elementos hechos en fábrica, tales como el acero, miembros de concreto prefabricados.

D2 : peso de miembros de concreto colocados en obra.

D3 : Peso del asfalto.

D4 : Peso diversos como los producidos por la lluvia, luminarias.

Carga viva o sobrecarga

La carga viva, L, comprende un rango de fuerzas producidas debido al movimiento de los vehículos en los puentes. Tradicionalmente, los efectos estáticos y dinámicos han sido considerados por separado. En consecuencia en el presente estudio, L comprende solamente los componentes estáticos. Los componentes dinámicos se denotan por I.

Los efectos de la carga viva dependen de muchos parámetros, los que incluyen:

- la longitud de los tramos,
- pesos de los camiones,
- cargas por ejes,
- configuración de los ejes,
- posición de los vehículos en el puente (presencia múltiple),
- espaciamiento de vigas y,
- de la rigidez de los miembros estructurales (losa y vigas)

Para establecer un modelo de carga viva para el diseño de un puente, es necesario determinar la función de distribución de probabilidad del efecto de la carga del camión durante su tiempo de vida. Esta distribución depende de las siguientes variables (Liu et al. 1988):

1. Variables relacionadas con el vehículo como el peso de camión, distribución de los pesos de los ejes, y espaciamiento de los ejes.
2. Variables relacionadas al tráfico como la cantidad de tráfico, muestras de tráfico, volumen de tráfico, distancia de los parachoques, y la posición transversal del camión.

3. Variables relacionadas con el puente como el tipo del puente, longitud del puente, continuidad, y la forma de la superficie de influencia.
4. La efectividad de la aplicación de la carga y el peso del camión permitido.

La mayoría de estas variables se tratan como variables aleatorias debido a la variabilidad e incertidumbre de su naturaleza. Todos los eventos posibles significativos de cargas para un puente, pueden ser identificados mediante un examen cuidadoso de un flujo de tráfico aleatorio. Desde la identificación, la contribución de estos eventos a la probabilidad de distribución del efecto de la carga extrema viva puede ser establecida.

El modelo de carga viva, el cual es razón del presente estudio, se basa fundamentalmente en la información de registros de camiones proporcionados por el PROVIAS NACIONAL, que cuenta con archivos de las diferentes estaciones de pesaje localizadas en la red vial nacional.

07.01.02 Mediciones de Camiones

Durante más de dos décadas, se han hecho muestreos de camiones tanto en Estados Unidos como en Canadá. La información base en los Estados Unidos comprende alrededor de 220,000 camiones. A continuación se citan los principales muestreos realizados (Liu et al. 1988):

1. FHWA: Treinta y tres lugares fueron seleccionados de setenta estados con un total de 26,613 camiones pesados.
2. Wisconsin: Veintitrés lugares seleccionados con un total de 72,848 camiones pesados.
3. Florida: diecinueve lugares seleccionados en Florida con un total de 71,010 camiones pesados.
4. Illinois: Seleccionó una ruta con un total de 49,969 camiones pesados.

5. Ohio: Diversos lugares en el este y oeste, con un total de 1489 camiones pesados.

En Ontario, la mayoría de los muestreos fueron realizados entre 1975 y 1982 (Harman 1985). En el muestreo de 1975, solamente los camiones más pesados, alrededor de 10,000, fueron pesados y medidos. Dentro del tráfico esparcido, aproximadamente uno de tres camiones fue seleccionado, mientras que del tráfico congestionado aproximadamente uno de diez fue seleccionado. En 1979, la información del muestreo de los camiones fue recogida de los reportes de las Inspección de las estaciones de camiones en Ontario. 4.782 permitidos y 119 camiones con permisos especiales, aprehendidos por violar los límites de los pesos legales permitidos, fueron incluidos. En 1980 y 1981, aproximadamente 3000 camiones fueron pesados en el puente Shawanaga River Bridge. Finalmente, el 1982 se muestreó en la calle Keele en Downsview. Más de 2,000 vehículos pasaron por el puente durante este período.

Modelo de Nowak y Hong's

Nowak y Hong (Nowak et al. 1989b) desarrollaron un modelo de carga viva basado en el muestreo de 1975 realizado en Notario (Csagoly y Knobel 1981). Se necesitó asumir ciertas hechas para el desarrollo del modelo. Se asumió que, cada diez (10) camiones que pasaban por el puente era seguido inmediatamente por otro camión en la vía. Más aún se asumió que cada cien camiones era seguido por un camión totalmente correlacionado.

El muestreo de estos camiones se asumieron para representar un tráfico de aproximadamente dos (2) semanas. Por lo tanto, el tráfico en el año 50 es aproximadamente 1000 veces más que lo muestreado. La extrapolación de las curvas pueden determinar los momentos máximos por carga viva.

07.02.00 ESTACIONES DE PESAJE Y REGISTROS DE INFORMACIÓN

El presente estudio se basa en las observaciones realizadas por el PROVIAS NACIONAL mediante sus estaciones de pesaje, que se encuentran distribuidas en las carreteras de casi todo el territorio peruano.

Los Pesajes en la Red Nacional tienen los siguientes objetivos:

- Verificar el cumplimiento por parte de las Unidades Zonales, el control de peso y dimensión vehicular permitido de los vehículos de transporte de carga y pasajeros para su circulación en la red vial nacional.
- Evitar la destrucción prematura de la red vial nacional por efecto del sobrepeso por eje y peso bruto vehicular
- Recuperar e incrementar el valor del patrimonio vial del país a través de un control eficiente de los pesos y medidas vehiculares.

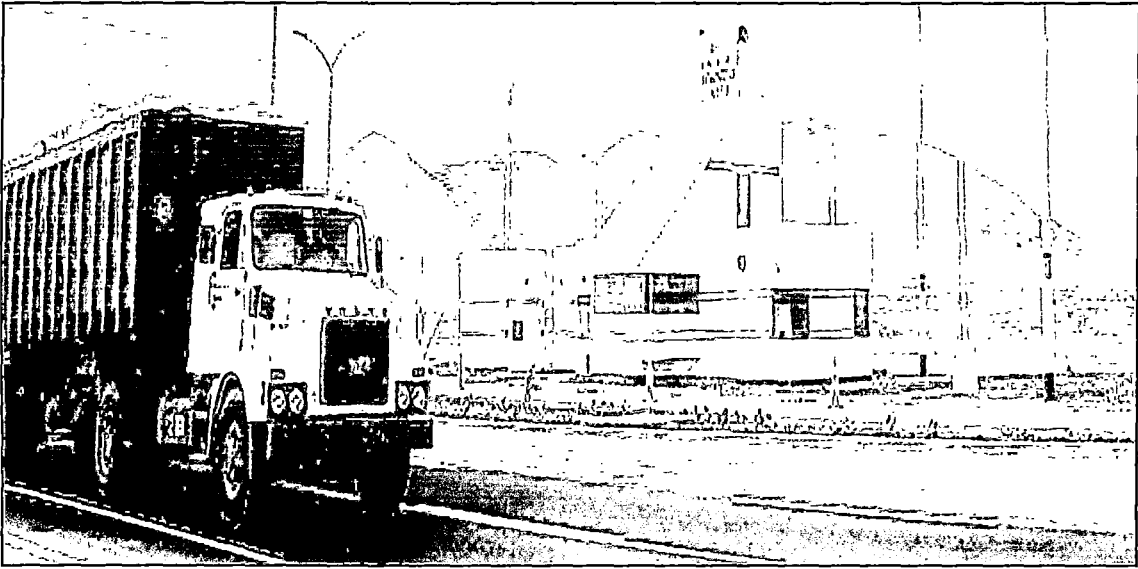


Figura 18: Vista de una Estación de pesaje en nuestro país

Las Estaciones de pesaje sirven como Sistemas de inspección y fiscalización, ya que permiten realizar las tareas de inspección y fiscalización de vehículos en las vías, a través de una selección inteligente de vehículos, de tal forma de inspeccionar sólo aquellos que no cumplen con la normativa, y dejar la circulación (sin detenciones, ni disminución de velocidad) libre a aquellos que respetan la normativa.

La Inspección y fiscalización de credenciales y peso en las vías, se puede realizar en estaciones fijas o estaciones móviles. Las características más importantes de estos sistemas son:

- Entre los factores que permiten seleccionar un vehículo para ser inspeccionado son:
 - El historial del transportista, del vehículo y del conductor.
 - Las credenciales al día, tales como pago de impuestos, permisos, licencias y revisiones técnicas, entre otras.
 - Tamaño y peso, de acuerdo a los límites legales.

- Tipo de carga

- Para la inspección de pesaje, la tecnología de pesaje en movimiento es la que genera la primera estimación gruesa de peso, y que permite seleccionar a un vehículo para inspeccionar su peso con mayor precisión.

En la Figura 19 se ilustra cómo funciona operacionalmente la inspección de vehículos seleccionados en forma electrónica. Operacionalmente, el vehículo comercial que viene por la carretera es pesado y clasificado (se requiere saber si corresponde a un vehículo comercial y no particular). Si se trata de un vehículo comercial, se identifica el transportista, el vehículo y el conductor. Con esta información, más el peso del vehículo y la información de las bases de datos centrales, se determina si debe ser inspeccionado. Se envía un aviso al conductor para que se desvíe para ser inspeccionado o siga por la vía principal. La inspección de peso propiamente tal se realiza con métodos convencionales de pesaje estático, que puede ser en una plaza de pesaje, para el caso de un puesto de inspección fijo.

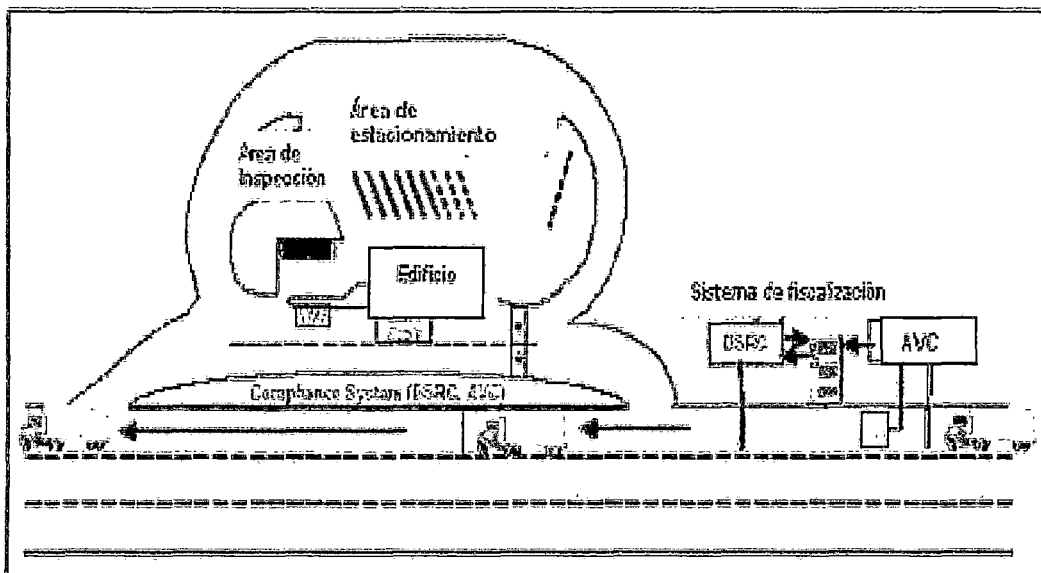


Figura 19: Concepto operacional de una estación de inspección y fiscalización fija

Entre las principales estaciones de pesaje podemos mencionar a las siguientes:

ESTACIONES DE PESAJE

N°	Nombre	Ubicación	Localidad	Departamento
1	AREQUIPA	Carretera Uchumayo-Arequipa Km. 38+332 RN-30A	El Progreso	AREQUIPA
2	BAGUA	Carretera Olmos - Puente Rio Nieva Km. 204+000 RN-05N	Uctubamba	AMAZONAS
3	CERRO AZUL	Panamericana Sur Km. 127+000	Cerro Azul	LIMA
4	CHICAMA	Panamericana Norte Km. 588+300	Chicama	LA LIBERTAD
5	COCACHACRA	Carretera Central Km. 52+200 RN-20	Cocachacra	LIMA
6	CUT OFF	Carretera Central Km. 157+500 RN-20	Cut Off	JUNIN
7	DESAGUADERO	Carretera Puno - Desaguadero Km. 1,506+990 RN-03S	Huilacaya	PUNO
8	HUANCAYO	Carretera La Oroya - Huancayo Km. 10+980 RN-20	Quiula	JUNIN
9	ICA	Panamericana Sur Km. 273+400	Viyacuri	ICA
10	MOVIL 2 - CIUDAD DE DIOS	Carretera Pacasmayo - Cajamarca Km 2+100 RN-08	Ciudad de Dios	LA LIBERTAD
11	MOVIL 5 - PATAHUASI	Carretera Yura Patahuasi Km 37+100	Santa Lucia	AREQUIPA
12	MOVIL 6 - JUNIN	Progresiva Km 13+666 - La Merced - Satipo - 005-S	Villa Progreso	JUNIN
13	PIURA	Carretera Piura - Sullana Km. 1,004+500 RN-01N	Piura	PIURA

Se ha tenido acceso a diferentes base de datos de la mayoría de las estaciones de pesaje mencionadas desde el año 2002 hasta el 2004. Cabe resaltar que en el desarrollo del presente trabajo se han considerado los registros de los años 2003 y 2004, debido a que dichas estaciones de pesaje han sido recientemente muestreadas por lo que la data de los años anteriores no ofrecen una seguridad suficiente ya que se encontraban en condición de prueba, además de encontrarse en ellas ciertos errores causados principalmente por problemas informáticos.

Los registros a los cuales se hace alusión en este capítulo y que fueron muy importantes en el desarrollo del presente estudio, cuentan con una descripción detallada de los vehículos. Los datos que se muestran en cada uno de los registros a los que pudimos acceder fueron:

Clase	Esp_eje4y5
Mes	Pes_eje5
Día	Esp_eje5y6
hh	Pes_eje6
mm	Esp_eje6y7
ss	Pes_eje7
Cod_n	Esp_eje7y8
Record	Pes_eje8
Carril	Esp_eje8y9
Veloc.	Pes_eje9
Clase	Esp_eje9y10
Largo	Pes_eje10
PBT	Esp_eje10y11
ESAL	Pes_eje11
Pes_eje1	Esp_eje11y12
Esp_eje1y2	Pes_eje12
Pes_eje2	PLACA
Esp_eje2y3	TEMPERAT
Pes_eje3	ESTACION
Esp_eje3y4	TIPO
Pes_eje4	

07.03.0 EVALUACIÓN, SELECCIÓN Y CÁLCULO DE LA DATA PARA PUENTES HASTA 50 m DE LUZ: MOMENTOS FLECTORES Y FUERZAS CORTANTES

En el presente trabajo, el procedimiento de calibración ha estado limitado principalmente al establecimiento de una base estadística y al desarrollo de modelos de cargas vivas.

La frecuencia de tráfico es muy importante en el análisis estadístico de los camiones más pesados.

Es así, que nuestro estudio comprende una muestra de aproximadamente 25,984 camiones, de los cuales en una primera fase fueron seleccionados 300, por cada estación de pesaje analizada, e incluidos en la data ya que presentaban las cargas más pesadas. Posteriormente, ya en una segunda fase se trabajó con todos los camiones de la estación que presentaba resultados más desfavorables.

Las incertidumbres que abarcan este análisis son debido a las limitaciones en los datos tomados como muestra, ya que a pesar de haber trabajado con una muestra amplia, ésta es muy poca comparada con el actual número de vehículos pesados en un tiempo de vida de 75 años. Una cantidad considerable de incertidumbre se origina debido a la falta de predicción de las tendencias futuras de la configuración de ejes y pesos.

Los efectos de carga máxima corresponden a grandes períodos de tiempo calculados mediante la extrapolación de la información de camiones disponible. Además, se asume que los límites legales de carga no serán cambiados en el futuro y que la población de camiones permanecerá invariable como ahora. Cabe mencionar que esto también fue asumido en el desarrollo del Código del Diseño de puentes de Ontario.

07.03.01 Metodología y muestreo de camiones

Primera Estapa :

Muestreo de Camiones

Una primera etapa del estudio se basó en la selección del registro o registros que consideran los camiones reales, según la información proporcionada por el PROVIAS NACIONAL, y que representarían a nuestra muestra.

Según la información con la que contamos, en el período de Enero a Diciembre del 2001, la mayor ocurrencia de tráfico se encuentra en la zona norte de nuestro país, con 2'068,953 (50%) vehículos, seguida de la zona sur con 1'344,780 (33%) vehículos y por último la zona centro con 716,686 (17%) vehículos.

Es necesario mencionar que los registros con los que cuenta el PROVIAS NACIONAL actualmente han sido desarrollados desde hace muy pocos años atrás, y que los del año considerado finalmente son los que presentan mayor precisión, debido a que en nuestro país dichas estaciones de pesaje han ido perfeccionándose cada vez más.

Posteriormente, de los 25,984 camiones registrados en nuestra data se procedió a seleccionar los camiones que presentaban un mayor peso.

Los aspectos más importantes que se consideraron fueron las características de los vehículos (cargas por eje y espaciamentos entre los ejes) y la frecuencia de múltiples cargas sobre los puentes. Los resultados que se presentan consideran sólo el primer aspecto.

Se determinaron los momentos y cortes máximos producidos por cada tipo o combinación de vehículos en puentes simplemente apoyados, con luces comprendidas entre 10 y 100m.

Para efectos de análisis y cálculo, en una primera fase sólo se consideraron vehículos con pesos superiores a las 35 t, mas ya en la segunda fase, que considera la estación con resultados más desfavorables, se trabajó con pesos superiores a 20 t; adicionalmente, se han analizado los vehículos con pesos superiores a las 48t a pesar de no ser objeto del presente estudio.

Para cada luz se supuso que los momentos flectores y los cortes máximos tienen una distribución normal, estimándose la carga de diseño como aquella que sólo sería excedida una vez en 75 años.

Para determinar los esfuerzos que producen los camiones reales se consideró el valor de la media más 4 veces la desviación estándar.

Se recomienda que las sobrecargas de carácter excepcional deberían ser tratadas en un estudio aparte de éste.

Características de los vehiculos

De los diversos vehículos considerados, se han utilizado aquellos que por la disposición de los ejes y la magnitud de las cargas producirían los efectos más críticos.

Para fines de comparación, se ha considerado el camión AASHTO HL 93.

Se presentan los resultados obtenidos para luces entre 10 m. y 50 m., en todos los casos los resultados corresponden a una sola vía cargada.

Cargas máximas por eje

Se han considerado cuatro (4) tipos de análisis dependiendo del peso total del camión. Un primer caso es el de los camiones cuyo peso total es menor a 48 toneladas, un segundo caso en el que el peso total es mayor a 48 t pero menor a 60 t, un tercer caso que comprende el rango de camiones menores a 48 toneladas hasta 60 toneladas, y un último caso que abarca los camiones con cargas totales mayores a 60 toneladas.

Para las comparaciones de momentos flectores y fuerzas cortantes máximos se ha trabajado con las mencionadas variantes.

Espaciamientos entre ejes

En la propuesta de Normas de Dimensiones de Vehículos y Pesos Brutos Permisibles para el Tránsito en la Red Vial Nacional se indican espaciamientos mínimos entre ejes. Siendo los espaciamientos más pequeños los más desfavorables, se ha verificado que los camiones que han sido incluidos en nuestra muestra cumplan con los espaciamientos mínimos especificados.

Segunda Etapa:

En una segunda etapa se realizó una comparación con el camión HL93.

Para cada camión de la muestra tomada en la primera etapa, se han calculado los momentos flectores, M , y las fuerzas de corte V , para un rango de luces de: 10 m, 15 m, 20 m, 25 m, 30 m, 35m, 40 m, 45 m, y 50 m.

Se ha considerado puentes con tramos simplemente apoyados.

Considerando los momentos flectores y cortantes máximas calculadas para cada registro de la data seleccionada, se han obtenido N

valores de algunas variables aleatorias X . Éstos valores podrían denotarse como $\{x\}$.

Para utilizar la hoja de probabilidad normal, es necesario asociar un valor de probabilidad a cada valor de x . El procedimiento se detalla a continuación:

- Ordenar en forma creciente los valores de $\{x\}$. Una vez ordenados, el valor menor de x se denotará como x_1 , el siguiente como x_2 , y así sucesivamente hasta el valor mayor x_N . No excluir los valores repetidos.
- Relacionar a cada valor x_i una probabilidad acumulada p_i igual a : (Gumbel, 1954)

$$p_i = \frac{i}{N + 1} \quad \dots(72)$$

Para cada p_i , determinar $z_i = \Phi^{-1}(p_i)$.

Donde p_i = Función de distribución acumulada de X , donde X es el momento o corte;

Φ^{-1} = Inversa de la función de distribución normal estándar, la cual ya fue definida en capítulos anteriores.

En este paso es muy útil el empleo de la ecuación (64).

- Graficar las coordenadas (x_i, z_i) .

Los momentos y cortes se han calculado en términos del camión estándar HL-93. La función de distribución acumulada (FDA) se ha planteado en un papel normal de probabilidad tanto para momentos de tramos simples, como para cortes, para luces desde 10 a 50 metros, como ya se mencionó anteriormente.

Si el gráfico muestra una tendencia a una línea recta, entonces se concluye que la información con la que se ha trabajado puede modelarse utilizando una distribución normal. Trazar una línea que mejor represente a la data. La pendiente de la línea será igual a $1/\sigma_x$, y el valor de x en la que la probabilidad es 0.5 (o $z=0$) será igual a μ_x .

07.03.02 Momentos y Cortes máximos de los camiones seleccionados

Los momentos y cortes máximos para los diferentes períodos de tiempo han sido determinados por extrapolación de las distribuciones mostradas en las gráficas GAM,GBM,GCM,GDM (momentos) y GAV,GBV,GCV,GDV (cortantes).

Sea N , el número total de camiones en el período T . Se asume que los camiones seleccionados representan aproximadamente dos semanas de tráfico. Por lo tanto, en $T= 75$ años, el número de camiones, N , será 2000 veces más que los clasificados en la data. Esto es, $N = 195,536$ camiones, en el caso de que se consideren camiones entre 48 t y 60t, por ejemplo.

La probabilidad correspondiente a N es $1/N$, y para $N=195,536$, ésto es $1/195,536= 5.11 \times 10^{-6}$, lo que corresponde a $Z= 4.412$ en el eje vertical, tal como se muestra en las figuras GBM, GBV.

El momento y corte máximo promedio correspondiente a diversos períodos pueden ser leídos del gráfico. Por ejemplo, para un tramo de 50 m y $T= 75$ años, el momento máximo promedio con respecto al Momento HL – 93 será la coordenada horizontal de la intersección de la distribución extrapolada y $Z= 4.412$ en la escala vertical, ésto es 1.12 (Gráfica GCM-H03-1). Para comparar, el número de camiones pesados que pasan por un puente en 5 años es aproximadamente 13,036. Esto corresponde a $Z=3.785$ en la escala vertical, y el momento resultante es 1.07 (con respecto al Momento HL-93).

Del mismo modo, se han realizado cálculos similares para períodos de : 1 día, 2 semanas, 1 mes, 2 meses, 6 meses, 1 año, 5 años, 50 años y 75 años. La diferencia entre el momento máximo para 50 años y el momento promedio máximo para 75 años es de 1%.

Los momentos promedios así como los cortes promedios calculados para varios períodos de tiempo, desde 1 hasta 75 años, se presentan en las Tablas TAM,TBM,TCM,TDM (momentos) y TAV,TBV,TCV,TDV (cortantes).

Cabe resaltar que todos los momentos y cortes han sido divididos por el correspondiente momento y corte HL-93.

PRINCIPALES RESULTADOS

- La información con la que se ha trabajado corresponde a los años 2003 y 2004, ya que anteriormente las estaciones de pesaje presentaban ciertas inexactitudes. Para cada uno de estos años se han extraído 3 estaciones, las que a nuestro criterio son las que representan al mayor flujo de vehículos recorriendo el sistema vial de nuestro país, es por este motivo que se han seleccionado una muestra representativa de la zona norte, centro y sur.

Para el año 2003 se consideraron las siguientes estaciones: Chicama, Huancayo e Ica, mientras que para el año 2004: Chicama, Cocachacra e Ica.

- La información con la que se trabajó corresponde a un período de aproximadamente 2 semanas.
- Se escogió al azar una muestra de 100 camiones por cada estación, considerando el rango de pesos del caso en el que estaba trabajando.

- El primer muestreo, para ambos años y para las estaciones mencionadas, se realizó teniendo a los camiones con pesos hasta las 48 toneladas, aproximadamente desde 35 t hasta 48 t. Además, teniendo en cuenta los resultados de este muestreo, luego se realizó un análisis de la estación más desfavorable considerando todas las observaciones con sus amplitudes de variación.
- El segundo muestreo, comprendieron a los camiones con pesos hasta las 60 toneladas. En este caso solamente se analizó la data del año 2003 correspondiente a las estaciones de Huancayo e Ica.
- Y para realizar el análisis correspondientes a las cargas excepcionales se tomaron en cuenta los camiones con pesos mayores a las 60 t, aproximadamente desde las 60 t hasta 94 t. En este caso sólo se utilizó la data correspondiente a la estación de Ica del año 2003.

- **ANÁLISIS DEL PRIMER MUESTREO: Camiones con pesos menores a 48 t**

AÑO 2003

*** ESTACIÓN DE PESAJE : CHICAMA 2003**

En la presente estación de pesaje podemos observar que los

ESTACIÓN DE PESAJE: CHICAMA - JUNIO 2003

LUCES (m)	L 1	L 2	L 3	L 4	L 5	L 6	L 7	L 8	L 9
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
M HL'93	55.36	110.98	172.53	240.02	313.44	392.81	478.11	569.32	666.52
M = $\mu + 4\sigma$	74.14	127.60	194.67	262.96	328.24	394.06	460.45	527.26	594.40
V HL'93	27.64	32.06	35.43	38.43	41.20	43.88	46.46	49.01	51.52
V = $\mu + 4\sigma$	34.69	42.24	45.42	46.66	47.63	48.40	49.03	49.56	50.00

M: Momento (t-m), V: Cortante (t), σ : Desviación estándar

momentos¹ son mayores que valores dados por el HL'93 para luces menores: 10 m a 35 m, mientras que para luces desde los 40 a 50 m estos momentos son menores que los del HL'93. Mientras que en el caso de las cortantes se repite una situación similar ya que desde los 45m las cortantes calculadas son menores que las HL'93.

En el cuadro de momentos y cortantes promedios máximos se muestra la relación existente entre los momentos y cortantes calculadas con respecto a los del HL'93 para esta estación de pesaje. Igualmente podemos observar en la gráfica de momentos que existe una variación de 1% entre las relaciones mencionadas correspondientes a los períodos de vida útil de los puentes de 50 y 75 años.

*** ESTACIÓN DE PESAJE : HUANCAYO 2003**

A continuación los resultados obtenidos:

ESTACIÓN DE PESAJE: HUANCAYO -MARZO 2003

LUCES (m)	L 1	L 2	L 3	L 4	L 5	L 6	L 7	L 8	L 9
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
M HL'93	55.36	110.98	172.53	240.02	313.44	392.81	478.11	569.32	666.52
M = $\mu + 4\sigma$	67.46	118.27	185.35	253.09	322.31	391.78	461.62	531.84	602.34
V HL'93	27.64	32.06	35.43	38.43	41.20	43.88	46.46	49.01	51.52
V = $\mu + 4\sigma$	33.23	40.56	44.20	46.21	47.59	48.68	49.56	50.29	50.89

M: Momento (t-m), V: Cortante (t), σ : Desviación estándar

En esta estación de pesaje se observó que los momentos son mayores que los momentos dados por el HL'93 para luces menores: 10 m a 30 m, mientras que para luces desde los 35 a 50 m estos

¹ Momentos finales considerados como el resultado de la media más 4 veces la desviación estándar ($\mu + 4\sigma$)

momentos son menores que los del HL'93. Una situación análoga se repite en el caso de las cortantes ya que desde los 45m las cortantes calculadas son menores que los HL'93.

En el cuadro de momentos y cortantes promedios máximos se muestra la relación existente entre los momentos y cortantes calculadas con respecto a los del HL'93 para esta estación de pesaje. Además podemos advertir en la gráfica de momentos que existe una variación de 1% entre las relaciones mencionadas correspondientes a los períodos de vida útil de los puentes de 75 y 50 años.

*** ESTACIÓN DE PESAJE : ICA 2003**

A continuación los resultados obtenidos:

ESTACIÓN DE PESAJE: ICA -JUNIO 2003

LUCES (m)	L 1	L 2	L 3	L 4	L 5	L 6	L 7	L 8	L 9
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
M HL'93	55.36	110.98	172.53	240.02	313.44	392.81	478.11	569.32	666.52
M + 4 σ	66.58	106.62	173.81	240.45	305.52	371.28	437.53	504.14	571.01
V HL'93	27.64	32.06	35.43	38.43	41.20	43.88	46.46	49.01	51.52
V + 4 σ	33.34	39.93	42.87	44.53	45.80	46.80	47.60	48.26	48.80

M: Momento (t-m), V: Cortante (t), σ : Desviación estándar

En esta estación de pesaje se observó que los momentos son mayores que los momentos dados por el HL'93 para luces menores que 25 m (a excepción de L=15 m), mientras que para luces desde los 30 a 50 m estos momentos son menores que los del HL'93.

En cuanto a los valores de las cortantes, a partir de luces mayores a 45m las cortantes calculadas son menores que las del HL'93.

Estos resultados se pueden mostrar mejor en la gráfica hecha para este caso.

En el cuadro de momentos y cortantes promedios máximos se muestra la relación existente entre los momentos y cortantes calculadas con respecto a los del HL'93 para esta estación de pesaje. Al igual como en las otras estaciones podemos observar en la gráfica de momentos que existe una variación de 1% entre las relaciones mencionadas correspondientes a los períodos de vida útil de los puentes de 50 y 75 años.

AÑO 2004

* ESTACIÓN DE PESAJE : CHICAMA 2004

ESTACIÓN DE PESAJE: CHICAMA-FEBRERO 2004

LUCES (m)	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
M HL'93	55.36	110.98	172.53	240.02	313.44	392.81	478.11	569.32	666.52
M=u+4σ	63.86	114.70	179.49	245.82	310.62	376.69	443.61	511.12	579.03
V HL'93	27.64	32.06	35.43	38.43	41.20	43.88	46.46	49.01	51.52
V=u+4σ	31.90	39.20	42.47	44.09	45.43	46.53	47.44	48.19	48.83

M: Momento (t-m), V: Cortante (t), σ: Desviación estándar

Los resultados que obtuvimos con la muestra tomada de esta estación de pesaje fueron los siguientes:

- Los momentos son mayores que los del HL'93 para luces menores que 25 m, mientras que para luces desde los 30 a 50 m los valores son menores en comparación con los que maneja el HL'93. Para el

caso de las cortantes, los valores empiezan a descender desde los 45m.

- En el cuadro de momentos y cortantes promedios máximos se muestra la relación existente entre los momentos y cortantes calculadas con respecto a los del HL'93. Así mismo según lo observado en la gráfica de momentos, existe una variación de 1% entre las relaciones mencionadas correspondientes a los períodos de vida útil de los puentes de 75 y 50años.

*** ESTACIÓN DE PESAJE : COCACHACRA 2004**

ESTACIÓN DE PESAJE: COCACHACRA FEBRERO 2004

LUCES (m)	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
M HL'93	55.36	110.98	172.53	240.02	313.44	392.81	478.11	569.32	666.52
M = u + 4σ	70.67	127.21	197.37	266.92	335.06	404.45	474.69	545.54	616.82
V HL'93	27.64	32.06	35.43	38.43	41.20	43.68	46.46	49.01	51.52
V = u + 4σ	34.84	42.24	45.55	47.23	48.58	49.66	50.55	51.28	51.89

M: Momento (t-m), V: Cortante (t), σ: Desviación estándar

En la presente estación de pesaje se observó lo siguiente:

- Los momentos son mayores que los valores dados por el HL'93 para luces menores que 35 m, mientras que para luces desde los 40 a 50 m los valores son menores. No sucede lo mismo en el caso de las cortantes, ya que los valores calculados se mantienen superiores a los del HL'93 en todo el intervalo de luces consideradas en este estudio: 10m a 50m.

- Así mismo según lo observado en la gráfica de momentos máximos divididos por los momentos HL-93 correspondientes, al igual que en los demás casos existe una variación de 1% entre las relaciones

mencionadas correspondientes a los períodos de vida útil de los puentes de 75 y 50 años.

*** ESTACIÓN DE PESAJE : ICA 2004**

ESTACIÓN DE PESAJE: ICA-FEBRERO 2004

LUCES (m)	L 1	L 2	L 3	L 4	L 5	L 6	L 7	L 8	L 9
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
M HL'93	55.36	110.98	172.53	240.02	313.44	392.81	478.11	569.32	666.52
M = $u + 4 \sigma$	73.78	120.96	184.75	250.18	316.13	384.06	453.52	524.02	595.23
V HL'93	27.64	32.06	35.43	38.43	41.20	43.88	46.46	49.01	51.52
V = $u + 4 \sigma$	33.53	40.29	43.93	45.77	47.33	48.62	49.68	50.56	51.29

M: Momento (t-m), V: Cortante (t), σ : Desviación estándar

De la muestra seleccionada de esta estación de pesaje se obtuvieron los resultados siguientes:

- Los momentos calculados son mayores que los valores que maneja el HL'93 para luces menores que 30 m, mientras que para luces entre los 35 a 50 m, los momentos hallados son menores que los que recomienda el HL'93. Por otro lado, las cortantes muestran valores superiores a los del Reglamento en mención hasta una luz de 45m.

- Igualmente según lo observado en la gráfica de momentos máximos divididos por los momentos HL-93 correspondientes, como en los demás casos existe una variación de 1% entre las relaciones mencionadas correspondientes a los períodos de vida útil de los puentes de 75 y 50 años.

*ESTACIÓN DE PESAJE CON RESULTADOS MÁS DESFAVORABLES: COCACHACRA 2004

Luego de realizar los muestreos anteriores, se analizó la estación que mostraba los resultados más desfavorables, la que fue COCACHACRA del año 2004. En este caso se tomó todas las observaciones de dicha estación, agrupándolas por intervalos de frecuencia y realizando cálculos similares hechos en las otras estaciones.

Esta estación comprendió la siguiente distribución de camiones con sus respectivos pesos:

PESOS (toneladas)	N ^a camiones
35-48	2205
30-35	593
20-30	4046
	6844

Es decir se consideró un total de 6844 camiones, en un período de 2 semanas. Con ello se obtuvo los siguientes resultados:

ESTACIÓN DE PESAJE: COCACHACRA- FEBRERO 2004										N=6844
M HL'93	55.36	110.98	172.53	240.02	313.44	392.81	478.11	569.32	666.52	
t/ PESOS : Menores de 48 t										
Media	38.26	65.76	101.47	138.89	176.75	214.72	252.75	290.83	328.94	
D. S	7.61	16.16	25.28	36.14	47.62	59.40	71.34	83.38	95.48	
M = u + 4 σ	68.72	130.41	202.59	283.46	367.24	452.32	538.11	624.35	710.86	
V HL'93	27.64	32.06	35.43	38.43	41.20	43.88	46.46	49.01	51.52	
PESOS : Menores de 48 t										
Media	17.99	21.62	23.82	25.17	26.08	26.72	27.20	27.58	27.88	
D. S	4.24	4.65	4.88	5.02	5.11	5.17	5.22	5.25	5.28	
V = u + 4 σ	34.95	40.22	43.35	45.25	46.50	47.40	48.07	48.59	49.00	

M: Momento (t-m), V: Cortante (t), σ: Desviación estándar

- Como se puede observar los resultados considerando todos los camiones de esta estación, no difieren en gran magnitud en relación con los presentados en el caso de Cocachacra 2004, con una muestra al azar de 100 camiones.

- Los momentos son mayores que los valores dados por el HL'93 para todas las luces consideradas. No sucede lo mismo en el caso de las cortantes, ya que los valores calculados se mantienen superiores a los del HL'93 en el intervalo de luces de 10m a 40m, para luego ser menores hasta los 50m.

- Así mismo según lo observado en la gráfica de momentos máximos divididos por los momentos HL-93 correspondientes, al igual que en los demás casos existe una variación de 1% entre las relaciones mencionadas correspondientes a los períodos de vida útil de los puentes de 75 y 50 años.

• **ANÁLISIS DEL SEGUNDO MUESTREO: Camiones con pesos hasta las 60 t**

En el segundo muestreo se seleccionaron camiones cuyos pesos se encontraban dentro de los 48 a 60 toneladas. Posteriormente se formó una muestra total con los pesos de camiones menores a 48 t hasta las 60t.

Este caso correspondería a los camiones que necesitarían un permiso especial para su circulación, ya que según el Reglamento Nacional el peso máximo que debería tener un camión es de 48 t.

A continuación se detallan los resultados obtenidos.

AÑO 2003

*** ESTACIÓN DE PESAJE : HUANCAYO 2003**

ESTACIÓN DE PESAJE: HUANCAYO -MARZO 2003

LUCES (m)	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
M HL'93	55.36	110.98	172.53	240.02	313.44	392.81	478.11	569.32	666.52
M+4 σ	81.16	133.24	205.16	286.57	370.45	455.49	541.30	627.69	714.44
V HL'93	27.64	32.06	35.43	38.43	41.20	43.88	46.46	49.01	51.52
V+4 σ	36.97	45.49	50.62	53.76	56.08	57.86	59.26	60.40	61.33

M: Momento (t-m), V: Cortante (t), σ : Desviación estándar

Del cuadro que se presenta podemos observar que tanto los momentos como de las cortantes halladas, correspondientes al paso de camiones con pesos hasta las 60t, son superiores a los respectivos valores del Reglamento AASHTO HL'93.

Así mismo en el cuadro donde se relaciona los valores calculados basados en la data real con respecto a los del reglamento, podemos

notar que la variación de la relación existente entre los momentos para un tiempo de 75 y 50 años se mantiene tal como en el primer muestreo, de 1%.

* ESTACIÓN DE PESAJE : ICA 2003

ESTACIÓN DE PESAJE: ICA-JUNIO 2003

LUCES (m)	L 1	L 2	L 3	L 4	L 5	L 6	L 7	L 8	L 9
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
M HL'93	55.36	110.98	172.53	240.02	313.44	392.81	478.11	569.32	666.52
M+4 σ	89.55	146.91	223.45	307.47	392.92	479.57	566.95	654.82	743.01
V HL'93	27.64	32.06	35.43	38.43	41.20	43.88	46.46	49.01	51.52
V+4 σ	41.19	49.10	54.01	56.69	58.73	60.30	61.55	62.55	63.38

M: Momento (t-m), V: Cortante (t), σ : Desviación estándar

Al igual que en la estación de Huancayo en el cuadro de la parte superior, correspondiente a la Estación de Ica 2003, podemos notar que los momentos así como las cortantes halladas, son superiores para todas las luces consideradas a los valores del Reglamento AASHTO HL'93.

De la misma forma en el cuadro donde se relaciona los valores calculados en base a la data real con respecto a los del reglamento, podemos apreciar que la variación de la relación existente entre los momentos para un tiempo de 75 y 50 años se mantiene tal como en el primer muestreo, de 1%.

07.04.00 EVALUACIÓN, SELECCIÓN Y CÁLCULO DE LA DATA PARA PUENTES DESDE 45 m HASTA 120 m DE LUZ: MOMENTOS FLECTORES Y FUERZAS CORTANTES

Los análisis anteriores se han desarrollado teniendo en cuenta el paso de un solo camión por puentes simulados como vigas simplemente apoyadas de un sólo tramo y con luces que van desde 10 metros hasta 50 metros.

En este capítulo efectuaremos la evaluación, selección y cálculo de la data, considerando la Estación de pesaje más desfavorable: Cocachacra 2004 ya que muestra una mayor diferencia en los valores de los momentos y cortes con respecto a los que recomienda el Reglamento AASHTO LRFD HL'93. En este análisis se considerará la presencia múltiple de camiones mediante el paso de dos camiones por puentes con luces mayores: 45 m hasta 120 m.

Se consideró 2 situaciones. En la primera, se realizó un muestreo de toda la data disponible para la Estación de pesaje de Cocachacra (65536 registros de camiones), a fin de considerar el paso de dos camiones en un intervalo de tiempo no mayor a 2 segundos. Esto ha sido posible ya que las estaciones de pesaje reconocen la hora exacta de paso de cada camión. Igualmente se ha considerado una distancia de separación entre éstos de 4.5 m.

Posteriormente, en una segunda situación, se tomaron en cuenta todas las observaciones de la estación mencionada, pero considerando las 2 semanas que se han estado analizando hasta el momento. En este caso como ya se había mencionado, se cuenta con un total de 2798 camiones. Igualmente se ha considerado una distancia de separación entre éstos de 4.5 m.

Para tramos largos, la presencia múltiple de camiones ha sido simulada considerando tres casos: camiones con correlación $C=0$, correlación parcial $C=0.5$, y correlación total $C=1$.

El paso de cada par de camiones fue simulado en puentes con tramos desde 45 hasta 120m determinándose los momentos y las cortantes para cada registro. Así mismo se elaboró el cuadro de relación entre estos valores y los que maneja el Reglamento AASHTO LRFD HL'93 y su respectiva gráfica, en la que se puede observar las diferentes curvas para períodos de diseño desde 1 día hasta 75 años. En el análisis de la segunda fase, los resultados han sido comparados con el camión HS25 también.

A continuación los resultados que se determinaron para cada caso.

PRIMERA SITUACIÓN

NINGUNA CORRELACIÓN $C=0$:

En este caso se trató a la información disponible de tal modo que dicha data presentase un valor de correlación $C=0$. De esta forma se logró contar con 20 registros que comprendían 2 camiones cada uno, espaciados a una distancia de 4.5m, y con un intervalo de tiempo entre ambos de no mayor a 2s.

Los camiones que cumplían con los requerimientos para lograr un $C=0$ pertenecen a una data de aproximadamente 2 meses, por lo que se realizó una extrapolación para hallar la cantidad de camiones para intervalos de tiempo desde 2 semanas hasta 75 años.

Luego de desarrollar el proceso descrito anteriormente se obtuvo lo que a continuación se presenta:

En este cuadro se puede observar que tanto para los momentos como

EST. DE PESAJE: - - - COCACHACRA -FEBR. 2004-

CORRELACIÓN C=0

LUCES (m)	L 1	L 2	L 3	L 4	L 5	L 6	L 7	L 8	L 9
	45	50	60	70	80	90	100	110	120

MOMENTOS

M HL'93	569.32	666.52	878.69	1,114.60	1,374.27	1,657.66	1,964.85	2,295.73	2,650.43
----------------	--------	--------	--------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

DATA REAL

Media	304.88	376.81	475.09	573.44	671.84	770.28	868.74	967.22	1,065.71
D. S	131.14	133.16	172.02	211.13	250.38	289.70	329.09	368.51	407.95
M + 4 σ	829.44	909.45	1,163.17	1,417.97	1,673.35	1,929.10	2,185.09	2,441.25	2,697.52

CORTANTES

V HL'93	49.01	51.52	56.48	61.37	66.22	71.06	75.87	80.68	85.47
----------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

DATA REAL

Media	31.36	32.16	33.37	34.24	34.89	35.39	35.79	36.12	36.40
D. S	10.99	11.45	12.14	12.65	13.04	13.34	13.58	13.78	13.95
V + 4 σ	75.33	77.96	81.95	84.85	87.04	88.75	90.13	91.26	92.21

M: Momento (t-m), V: Cortante (t), σ : Desviación estándar

para las cortantes, los valores hallados son mayores que los del AASHTO LRFD HL'93. Presentándose una mayor diferencia de éstos para luces menores desde los 45 hasta 70 metros con un porcentaje de incremento estimado de 35% para los momentos y de 47% para las cortantes; mientras que en el caso de luces mayores, 80 m hasta 120 metros, esta variación es del 10% para los momentos y del 19% para las cortantes. En cuanto a la variación existente entre la relación de los valores calculados y los del reglamento para tiempos de vida útil de 75 y 50 años, ésta es del 2%, lo cual se puede apreciar en el cuadro respectivo.

CORRELACIÓN PARCIAL C= 0.5:

En este caso se trató a la información disponible de tal modo que dicha data presentase un valor de coeficiente de correlación $C=0.5$. De esta forma se logró contar con 23 registros que comprendían 2 camiones cada uno, espaciados a una distancia de 4.5m, y con un intervalo de tiempo entre ambos de no mayor a 2s.

Los camiones que cumplían con los requerimientos para lograr un $C=0.5$ pertenecen a una data de aproximadamente 2 meses, por lo que se realizó una extrapolación para hallar la cantidad de camiones para intervalos de tiempo desde 2 semanas hasta 75 años.

Luego de desarrollar el proceso descrito anteriormente se obtuvo lo que a continuación se presenta:

EST. DE PESAJE: COCACHACRA -FEBR. 2004**CORRELACIÓN C=0.5**

LUCES (m)	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9
	45	60	60	70	80	90	100	110	120

MOMENTOS

M HL'93	569.32	666.52	878.69	1,114.60	1,374.27	1,657.66	1,964.85	2,295.73	2,650.43
---------	--------	--------	--------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

DATA REAL

Media	303.34	371.04	466.80	562.62	658.47	754.35	850.25	946.16	1,042.08
D. S	130.97	136.23	175.54	215.11	254.81	294.60	334.44	374.33	414.23
M + 4 σ	827.20	915.96	1,168.98	1,423.05	1,677.72	1,932.74	2,188.02	2,443.46	2,699.02

CORTANTES

V HL'93	49.01	51.52	56.48	61.37	66.22	71.06	75.87	80.68	85.47
---------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

DATA REAL

Media	30.34	31.14	32.35	33.21	33.86	34.36	34.77	35.09	35.37
D. S	10.91	11.40	12.15	12.68	13.09	13.41	13.67	13.88	14.05
V + 4 σ	74.00	76.75	80.93	83.95	86.23	88.01	89.44	90.61	91.59

M: Momento (t-m), V: Cortante (t), σ : Desviación estándar

Al igual que en el ítem anterior, para $C=0$, en este cuadro se puede observar que tanto para los momentos como para las cortantes, los valores

hallados son mayores que los del AASHTO LRFD HL'93. Presentándose una mayor diferencia de éstos para luces menores desde los 45 hasta 70 metros con un porcentaje de incremento estimado de 36% para los momentos y de 45% para las cortantes; mientras que en el caso de luces mayores, 80 m hasta 120 metros, esta variación es del 12% para los momentos y del 18% para las cortantes.

En cuanto a la variación existente entre la relación de los valores calculados y los del reglamento para tiempos de vida útil de 75 y 50 años, ésta es del 2%, lo cual se puede apreciar en el cuadro respectivo.

CORRELACIÓN TOTAL C= 1:

En este caso se trató a la información disponible de tal modo que dicha data presentase un valor de coeficiente de correlación $C=1$. De esta forma se logró contar con 15 registros que comprendían 2 camiones cada uno, espaciados a una distancia de 4.5m, y con un intervalo de tiempo entre ambos de no mayor a 2s.

Los camiones que cumplían con los requerimientos para lograr un $C=1$ pertenecen a una data de aproximadamente 2 meses, por lo que se realizó una extrapolación para hallar la cantidad de camiones para intervalos de tiempo desde 2 semanas hasta 75 años.

Posteriormente se realizó el análisis respectivo, obteniéndose lo siguiente:

ESTACIÓN DE PESAJE: COCACHACRA 2004 C=1
--

PASO DE DOS CAMIONES EN PUENTES CON TRAMOS LARGOS
--

LUCES (m)	L 1	L 2	L 3	L 4	L 5	L 6	L 7	L 8	L 9
	45	60	60	70	80	90	100	110	120
MOMENTOS									
M HL'93	569.32	666.52	878.69	1,114.60	1,374.27	1,657.66	1,964.85	2,295.73	2,650.43
Media	286.73	365.35	461.73	558.15	654.60	751.06	847.53	944.01	1,040.50
D. S	158.07	165.89	213.76	261.80	309.94	358.14	406.38	454.65	502.94
M + 4 σ	919.00	1,028.92	1,316.77	1,605.36	1,894.37	2,183.63	2,473.07	2,762.63	3,052.26
CORTANTES									
V HL'93	49.01	51.52	56.48	61.37	66.22	71.06	75.87	80.68	85.47
Media	29.97	30.83	32.13	33.05	33.75	34.29	34.72	35.07	35.37
D. S	13.22	13.81	14.71	15.36	15.85	16.23	16.54	16.79	17.00
V + 4 σ	82.83	86.06	90.96	94.48	97.14	99.22	100.88	102.25	103.39

M: Momento (t-m), V: Cortante (t), σ : Desviación estándar

Del cuadro superior se puede señalar que tanto para los momentos como para las cortantes, los valores hallados son mayores que los del AASHTO LRFD HL'93. Presentándose una mayor diferencia de éstos para luces menores desde los 45 hasta 80 metros con un porcentaje de incremento estimado de 49.5% para los momentos y de 59.5% para las cortantes; mientras que para luces mayores, 90 m a 120 metros, esta variación es del 29% para los momentos y del 37% para las cortantes.

En cuanto a la variación existente entre la relación de los valores calculados y los del reglamento para tiempos de vida útil de 75 y 50 años, ésta es del 2%, al igual que los dos casos anteriores.

SEGUNDA SITUACIÓN

Cabe mencionar que en esta situación se han seguido los pasos que realizó NOWAK en su estudio.

NINGUNA CORRELACIÓN C= 0:

De la data con que se contaba, se seleccionó un camión cada diez de ellos, teniendo como par, el camión promedio diario en peso. Así se obtuvo una muestra de 279 camiones.

Luego, se verificó que la información disponible presentase un valor de correlación C=0.

Luego de desarrollar el proceso descrito anteriormente se obtuvo lo que a continuación se presenta:

EST. DE PESAJE: COCACHACRA -FEBR. 2004 2ª SITUACIÓN

CORRELACIÓN C=0

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

MOMENTOS

M HL'93	569.32	666.52	878.69	1,114.60	1,374.27	1,657.66	1,964.85	2,295.73	2,650.43
---------	--------	--------	--------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

DATA REAL

Media	557.21	663.57	867.85	1,072.36	1,277.00	1,481.74	1,686.55	1,891.40	2,096.28
D. S	70.31	47.00	56.93	68.13	80.09	92.51	105.23	118.15	131.22
M + 4σ	838.45	851.56	1,095.56	1,344.89	1,597.37	1,851.79	2,107.46	2,364.00	2,621.15

CORTANTES

V HL'93	49.01	51.52	56.48	61.37	66.22	71.06	75.87	80.68	85.47
---------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

DATA REAL

Media	55.24	57.92	61.94	64.81	66.97	68.64	69.98	71.08	71.99
D. S	3.18	3.13	3.21	3.37	3.54	3.69	3.83	3.96	4.06
V + 4σ	67.95	70.43	74.76	78.28	81.11	83.41	85.31	86.90	88.24

M: Momento (t-m), V:Cortante (t), σ:Desviación estándar

Podemos observar que tanto para los momentos como para las cortantes, los valores hallados son mayores que los del AASHTO LRFD HL'93, en las luces desde 45 a 120m, excepto para los momentos en la luz de 120m.

Presentándose una mayor diferencia de éstos para luces menores desde los 45 hasta 70 metros con un porcentaje de incremento estimado de 30% para los momentos y de 34% para las cortantes; mientras que en el caso de luces mayores, 80 m hasta 120 metros, esta variación es del 7% para los momentos y del 13% para las cortantes.

En cuanto a la variación existente entre la relación de los valores calculados y los del reglamento para tiempos de vida útil de 75 y 50 años, ésta es del 1%, lo cual se puede apreciar en el cuadro respectivo.

CORRELACIÓN PARCIAL C= 0.5:

De la data con que se contaba, se seleccionó un camión cada cincuenta de ellos, teniendo como par, el camión máximo diario en peso. Luego, se verificó que la información disponible presentase un valor de correlación C=0.5. Así es que se obtuvo una muestra de 55 camiones.

Luego de desarrollar el proceso descrito anteriormente se obtuvo lo que a continuación se presenta:

EST. DE PESAJE:		COCACHACRA -FEBR. 2004								2º SITUACIÓN	
CORRELACIÓN C=0.5											
MOMENTOS											
M HL'93	599.59	702.71	908.98	1,115.28	1,321.59	1,527.92	1,734.25	1,940.59	2,146.93		
DATA REAL											
Media	597.43	706.68	925.52	1,144.67	1,364.00	1,583.46	1,803.00	2,022.61	2,242.26		
D. S	45.34	49.17	58.72	69.90	82.06	94.83	108.00	121.43	135.06		
M + 4 σ	778.77	903.36	1,160.39	1,424.27	1,692.25	1,962.78	2,234.99	2,508.33	2,782.48		
CORTANTES											
V HL'93	49.01	51.52	56.48	61.37	66.22	71.06	75.87	80.68	85.47		
DATA REAL											
Media	59.82	62.63	66.85	69.87	72.13	73.89	75.29	76.44	77.40		
D. S	3.92	3.88	3.93	4.04	4.17	4.29	4.40	4.49	4.58		
V + 4 σ	75.50	78.15	82.56	86.03	88.80	91.04	92.88	94.41	95.71		

M: Momento (t-m), V: Cortante (t), σ: Desviación estándar

Al igual que en el ítem anterior, para $C=0$, en este cuadro se puede observar que tanto para los momentos como para las cortantes, los valores hallados son mayores que los del AASHTO LRFD HL'93. Presentándose una mayor diferencia de éstos para luces menores desde los 45 hasta 70 metros con un porcentaje de incremento estimado de 28% para los momentos y de 48% para las cortantes; mientras que en el caso de luces mayores, 80 m hasta 120 metros, esta variación es del 29% para los momentos y del 23% para las cortantes.

En cuanto a la variación existente entre la relación de los valores calculados y los del reglamento para tiempos de vida útil de 75 y 50 años, ésta es del 1%, lo cual se puede apreciar en el cuadro respectivo.

CORRELACIÓN TOTAL $C=1$:

De la data con que se contaba, se seleccionó un camión cada cien de ellos, teniendo como par, un camión de la misma data que permitía lograr un valor de correlación $C=1$ con éste. Así es que se obtuvo una muestra de 28 camiones.

Después del análisis respectivo, se obtuvo lo siguiente:

EST. DE PESAJE: COCACHACRA -FEBR. 2004

2ª SITUACIÓN

CORRELACIÓN C=1

	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90

MOMENTOS

M HL'93	599.59	702.71	908.98	1,115.28	1,321.59	1,527.92	1,734.25	1,940.59	2,146.93
---------	--------	--------	--------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

DATA REAL

Media	587.91	693.38	904.62	1,116.09	1,327.73	1,539.47	1,751.28	1,963.14	2,175.05
D. S	53.40	64.00	86.70	110.40	134.60	159.08	183.74	208.51	233.37
M + 4 σ	801.52	949.40	1,251.41	1,557.68	1,866.11	2,175.78	2,486.23	2,797.20	3,108.54

CORTANTES

V HL'93	49.01	51.52	56.48	61.37	66.22	71.06	75.87	80.68	85.47
---------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

DATA REAL

Media	57.83	60.53	64.59	67.48	69.65	71.34	72.69	73.79	74.71
D. S	5.65	5.97	6.53	6.97	7.32	7.61	7.84	8.03	8.19
V + 4 σ	80.43	84.43	90.72	95.38	98.95	101.77	104.04	105.92	107.49

M: Momento (t-m), V: Cortante (t), σ : Desviación estándar

Del cuadro superior se puede señalar que tanto para los momentos como para las cortantes, los valores hallados son mayores que los del AASHTO LRFD HL'93. Presentándose una mayor diferencia de éstos para luces menores desde los 45 hasta 70 metros con un porcentaje de incremento estimado de 37% para los momentos y de 61% para las cortantes; mientras que para luces mayores, 80 m a 120 metros, esta variación es del 43% para los momentos y del 37% para las cortantes.

En cuanto a la variación existente entre la relación de los valores calculados y los del reglamento para tiempos de vida útil de 75 y 50 años, ésta es del 1%, al igual que los dos casos anteriores.

Además, la data con correlación C=1, es el que notoriamente da resultados más desfavorables, ha sido comparada con el camión HS25, obteniendo lo siguiente:

EST. DE PESAJE: COCACHACRA - FEBR. 2004

CORRELACIÓN C=1

2ª SITUACIÓN - HS25

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

MOMENTOS

M HS25	411.06	462.06	563.98	665.91	767.84	869.73	971.68	1,073.56	1,175.54
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	----------	----------

DATA REAL

Media	587.91	693.38	904.62	1,116.09	1,327.73	1,539.47	1,751.28	1,963.14	2,175.05
D. S	53.40	64.00	86.70	110.40	134.60	159.08	183.74	208.51	233.37
M + 4 σ	801.52	949.40	1,251.41	1,557.68	1,866.11	2,175.78	2,486.23	2,797.20	3,108.54

CORTANTES

V HS25	34.52	34.69	34.97	35.15	35.27	35.38	35.46	35.54	35.59
--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

DATA REAL

Media	57.83	60.53	64.59	67.48	69.65	71.34	72.69	73.79	74.71
D. S	5.65	5.97	6.53	6.97	7.32	7.61	7.84	8.03	8.19
V + 4 σ	80.43	84.43	90.72	95.38	98.95	101.77	104.04	105.92	107.49

M: Momento (t-m), V: Cortante (t), σ : Desviación estándar

Observamos que tanto para las cortantes como para los momentos los resultados hallados son mayores que los valores que ofrece el camión de diseño HS25.

De los resultados mostrados en esta parte del estudio para tramos largos, podemos concluir que los resultados más desfavorables son los presentados en el caso con correlación C=1, tanto para la primera como segunda situación.

Por otra parte para poder presentar las gráficas correspondientes a las curvas tanto para momentos como para cortantes con respecto a los valores del HL'93 para luces desde los 10 m hasta 120 m, hemos considerado la data correspondiente a Cocachacra 2004 con la muestra tomada para el caso de las correlaciones. De este modo hemos obtenido las curvas para valores tanto de luces menores como mayores, ya que hasta este momento las habíamos hallado por separado.

Así de este último caso descrito, se encontró que los valores con respecto a los que nos presenta el HL93 eran semejantes para las diferentes correlaciones, optándose en este caso por trabajar con la correlación C=0,

que será la que se tomará en cuenta para proponer la sobrecarga de diseño para luces grandes, por ser la que plantea una metodología más confiable y menos imprecisiones en el muestreo.

La sobrecarga de diseño mencionada, ha sido calculada a través de sucesivas iteraciones con el fin de obtener valores que puedan mantener las curvas finales de promedios máximos, tanto para cortantes como para momentos relacionadas con el camión HL'93, constantes.

Se ha analizado el intervalo correspondiente a las luces entre 70-120 m. Nuestro objetivo final fue encontrar una ecuación que pudiese depender de los valores de las luces. Así es que se llegó a: $S/C = 0.95x (L-a)/b$, siendo a y b, constantes y L, las luces en metros. A continuación se muestra los valores de las sobrecargas a utilizar para cada luz:

S/C **		t/m
a	69	
b	202	

LUZ (m)	S/C= 0.95*(L-a)/b	t/m/e
70		0.945
80		0.898
90		0.851
100		0.804
110		0.757
120		0.710

Las curvas finales se muestran en la parte final de este estudio.

07. 05.00 AJUSTE DE LA DATA A UNA DISTRIBUCIÓN NORMAL DE PROBABILIDADES

07.05.01 Papel de probabilidades

Es necesario recordar la curva de frecuencia acumulada, que ha sido mencionada anteriormente. Cuando una variable sigue una distribución normal, la frecuencia acumulada describe una curva en forma de S. No es conveniente emplear una curva de este tipo, por lo que es preferible modificarla. Esto se logra mediante el empleo del “papel para probabilidad”.

La elaboración de este papel se base en el hecho de que la frecuencia acumulada representa el área bajo la curva de probabilidad normal entre $-\infty$ y el valor de la variable hasta el cual se requiere la frecuencia acumulada. De este modo, se hace que a aumentos iguales en las ordenadas (señaladas como el área acumulada de la curva normal), correspondan incrementos iguales en las abscisas (que representan la variable).

La hoja de probabilidades puede ser utilizada para determinar gráficamente si un conjunto de datos experimentales siguen una distribución de probabilidad particular. La hoja de probabilidades para la distribución normal es la más común.

Todas las distribuciones acumuladas son funciones crecientes de la variable aleatoria. La idea básica de la hoja probabilística normal es el de redefinir la escala vertical para que la FDA normal pueda graficarse como una línea recta. La pendiente y la intersección de la gráfica puede emplearse para determinar la media y la desviación estándar de la distribución.

Considerar una variable normal aleatoria con una media de μ_x y una desviación estándar σ_x . Hoy en día, a través de programas informáticos se puede desarrollar una simple transformación matemática y plotear una gráfico estándar lineal (xy). La forma estandarizada Z de una variable aleatoria estándar X es:

$$Z = \left(\frac{x - \mu_x}{\sigma_x} \right) = \frac{1}{\sigma_x} X + \left(\frac{-\mu_x}{\sigma_x} \right) \quad \dots(72)$$

Por cualquier valor x de una variable aleatoria normal X, el correspondiente valor estandarizado es:

$$Z = \left(\frac{x - \mu_x}{\sigma_x} \right) = \frac{1}{\sigma_x} X + \left(\frac{-\mu_x}{\sigma_x} \right) \quad \dots(73)$$

La correspondiente probabilidad se basa en la FDA normal será:

$$F_x(x) = p = \Phi \left(\frac{x - \mu_x}{\sigma_x} \right) \quad \dots(74)$$

Si tomamos la inversa de la ecuación anterior, tendremos:

$$\Phi^{-1}(p) = z = \left(\frac{1}{\sigma_x} \right) x + \left(\frac{-\mu_x}{\sigma_x} \right) \quad \dots(75)$$

Esta ecuación representa una relación lineal entre $z = \Phi^{-1}(p)$ y x. El eje vertical a la derecha de la figura que se muestra a continuación fue obtenida mediante la transformación de los valores de probabilidad de la escala a la izquierda empleando la ecuación (75). Observar que los valores de esta escala están igualmente espaciados. Si $\Phi^{-1}(p)$ versus x se plotea en el papel estándar, resultará una línea recta. La relación expresada en la última ecuación se ilustra en la siguiente figura. Se han

ploteado algunos puntos de una distribución normal general, obteniéndose una línea recta. Observar que el valor de x correspondiente a $F_x(x)=0.5$ [o $z=\Phi^{-1}(0.5)=0$] es el valor de la media μ_x . Además, de la ecuación (75), podemos notar que la pendiente de la línea recta es la inversa de la desviación estándar. Si movemos la media una distancia $n\sigma_x$ donde n es un entero y σ_x es la desviación estándar, el valor correspondiente a z es igual n . Esto se muestra en las líneas punteadas.

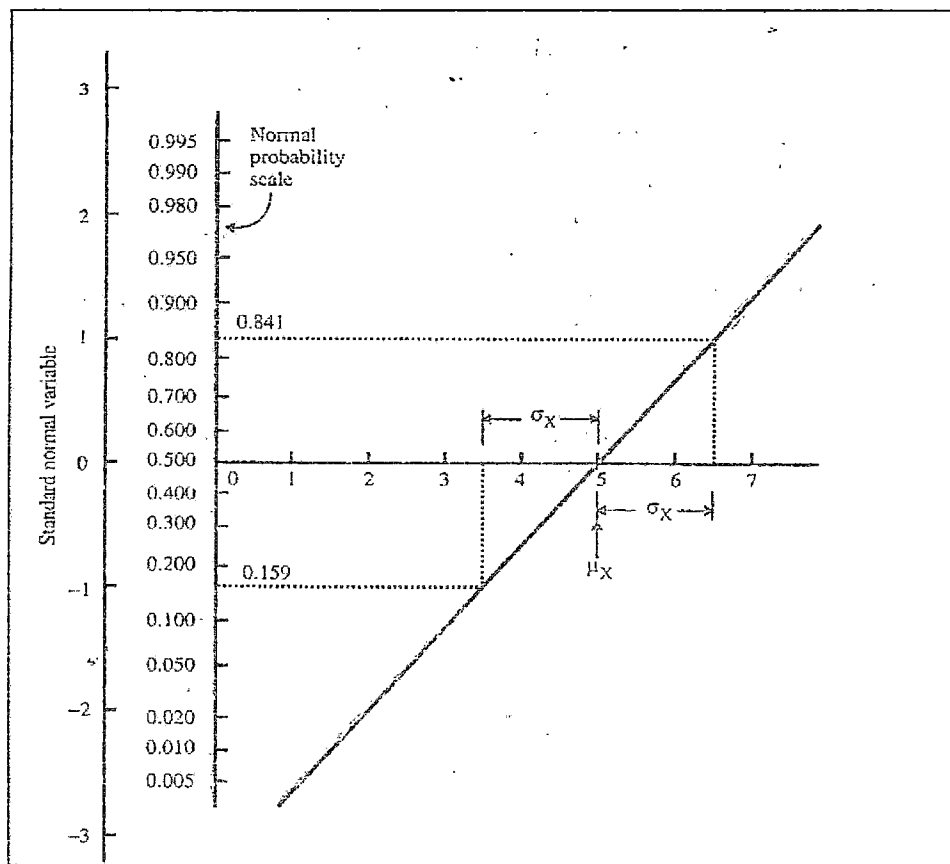


Figura 19: Interpretación de una línea recta en un papel de probabilidad en términos de la media y desv. Estándar de una variable aleatoria normal.

CAPITULO 8.

08.00.0 EVALUACIÓN DE CARGAS EXCEPCIONALES.

TERCER MUESTREO: Camiones con pesos mayores a 60 t

Como ya se mencionó en el ítem 08.03.00, para realizar el análisis correspondiente a las cargas excepcionales se tomaron en cuenta los camiones con pesos mayores a las 60 t, aproximadamente desde las 60 t hasta 94 t. En este caso sólo se utilizó la data correspondiente a la estación de Ica del año 2003.

Para este tercer muestreo se seleccionaron camiones cuyos pesos sobrepasaban a las 60 toneladas. Este caso, al igual que el anterior, correspondería a los camiones que necesitarían un permiso especial para su circulación, ya que según el Reglamento Nacional el peso máximo que debería tener un camión es de 48 t.

Cabe mencionar que el análisis realizado para este punto es relativamente exacto, por lo que se recomienda realizar un análisis más exhaustivo.

A continuación se mencionan los aspectos importantes encontrados sobre este tema.

AÑO 2003*** ESTACIÓN DE PESAJE : ICA****ESTACIÓN DE PESAJE: ICA - JUNIO 2003**

LUCES (m)	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
M HL'93	55.36	110.98	172.53	240.02	313.44	392.81	478.11	569.32	666.52
M+4 σ	131.44	211.45	312.38	423.10	530.19	639.07	748.05	857.84	968.55
V HL'93	27.64	32.06	35.43	38.43	41.20	43.88	46.46	49.01	51.52
V+4 σ	59.42	69.84	75.26	77.64	81.29	82.63	83.73	84.64	85.41

M: Momento (t-m), V: Cortante (t), σ : Desviación estándar

Al igual que en la estación de Huancayo en el cuadro de la parte superior, correspondiente a la Estación de Ica 2003, podemos notar que los momentos así como las cortantes halladas, son superiores para todas las luces consideradas a los valores del Reglamento AASHTO HL'93.

De la misma forma en el cuadro donde se relaciona los valores calculados según la data real con respecto a los del reglamento, podemos apreciar que la variación de la relación existente entre los momentos para un tiempo de 75 y 50 años se mantiene tal como en el primer muestreo, de 1%.

CAPITULO 9.

09.00.0 CONCLUSIONES

1. En el desarrollo del presente trabajo, tanto las cargas como la resistencia han sido consideradas como variables aleatorias. Además se describen por funciones de distribución acumulativas (FDC) y correlaciones, las cuales han sido derivadas a partir de información estadística.
2. La evaluación, selección y cálculo de la data disponible ha sido aplicada en puentes con luces hasta 50 m y desde los 45m hasta 120m(luces mayores). En el primer caso se han considerado los pesos de camiones menores a 48 toneladas, hasta 60 toneladas y mayores a 60 toneladas (cargas excepcionales).
3. Se han analizado diversas estaciones de pesaje, entre los años 2003-2004, entre las que, la estación de pesaje Cocachacra 2004, con un total de 6844 camiones menores a 48 toneladas, es la que presenta resultados más desfavorables.
4. En la estación mencionada, considerando pesos menores a 48 toneladas, los momentos reales calculados son mayores que los valores dados por el HL'93 para todas las luces consideradas. No sucede lo mismo en el caso de las cortantes, ya que los valores hallados se mantienen superiores a los del HL'93 en el intervalo de luces de 10m a 40m, para luego ser menores hasta los 50m.

5. En el análisis de luces mayores, para la misma estación, se encontró que tanto para los momentos como para las cortantes, los valores hallados son mayores que los del AASHTO LRFD HL'93. Habiendo una mayor diferencia de éstos para luces menores desde los 45 hasta 70 metros con un porcentaje de incremento estimado de 37% para los momentos y de 61% para las cortantes; mientras que para luces mayores, 80 m a 120 metros, esta variación es del 43% para los momentos y del 37% para las cortantes.

6. La relación de momentos máximos divididos por los momentos HL-93 correspondientes, tanto para luces menores a 50 m como hasta los 120m, se mantiene en un 1% de variación para períodos de vida útil de los puentes de 75 y 50 años.

7. La sobrecarga propuesta, sin ser excesivamente conservadora, resulta ser una estimación adecuada para las condiciones locales.

8. La aplicación de la sobrecarga propuesta permitiría el uso del Reglamento AASHTO comúnmente usado por los Ingenieros, por ejemplo, las reglas para ubicar las cargas sobre el puente serían las mismas, Por otro lado al ser consistente con el Reglamento AASHTO (vr. LRFD), se puede garantizar la seguridad y economía de los diseños.

CAPITULO 10.

10.00.00 RECOMENDACIONES: PROPUESTAS DE MODIFICACIÓN DE LA REGLAMENTACIÓN EXISTENTE

1. Los resultados obtenidos en el presente estudio, justifican proponer como tren de cargas de diseño un múltiplo de las referidas sobrecargas, lo que tendría la ventaja de adaptarse fácilmente a la práctica común.

Los valores de las sobrecargas calculados se encuentran en función de las luces estudiadas. La tabla siguiente muestra dichos valores:

LUZ (m)	S/C= $0.95^{\frac{L-a}{b}}$	t/m/e
70		0.945
80		0.898
90		0.851
100		0.804
110		0.757
120		0.710

Las curvas finales se muestran en la parte final de este estudio.

2. Como ya hemos mencionado, el presente estudio se basó en la data real proporcionada por el PROVIAS NACIONAL, la que fue evaluada y analizada, encontrándose que el camión que se presenta con mayor frecuencia es el T3S3. Además se realizó

una comparación, en cuanto a las dimensiones de los tipos de camiones que circulan en nuestro país, entre lo que dispone el Reglamento Nacional de vehículos y lo real, encontrándose lo siguiente:

CUADRO COMPARATIVO: DIMENSIONES(m) Y PESOS(t) DE VEHICULOS REGLAMENTADOS - DATA REAL

ITEM	Tipo	Long. Máx (m)	Esp_tot (m)	Peso Total Máx (t)	Pes Máx_eje1 (t)	Esp_eje1y 2 (m)	Pes Máx_eje2 (t)	Esp_eje2y 3 (m)	Pes Máx_eje3 (t)	Esp_eje3y 4 (m)	Pes Máx_eje4 (t)	Esp_eje4y 5 (m)	Pes Máx_eje5 (t)	Esp_eje5y 6 (m)	Pes Máx_eje6 (t)
R	(9) T2S2	23.00	6.00	36.00	7.00	2.40	11.00	2.40	9.00	1.20	9.00				
D.R			11.24	35.92	5.21	4.16	14.03	5.75	8.26	1.33	8.42	-	-	-	-
R	(20) C2R3	23.00	8.40	47.00	7.00	2.40	11.00	2.40	11.00	2.40	9.00	1.20	9.00		
D.R			14.18	50.67	7.28	4.09	12.69	5.95	12.85	2.78	9.66	1.36	8.19	-	-
R	(22) C3R2	23.00	8.40	47.00	7.00	2.40	9.00	1.20	9.00	2.40	11.00	2.40	11.00		
D.R			20.01	50.45	7.00	5.46	9.77	1.41	9.62	6.90	10.37	6.24	13.69	-	-
R	(24) T3S2	20.50	7.20	43.00	7.00	2.40	9.00	1.20	9.00	2.40	9.00	1.20	9.00		
D.R			17.50	49.04	6.49	4.69	10.57	1.59	9.79	9.82	11.24	1.40	10.95	-	-
R	(25) T3S2-1		-	-											
D.R					5.91	3.54	7.38	1.38	5.46	5.43	9.94	1.28	9.05	-	-
R	(31) T2S3	20.50	7.20	43.00	7.00	2.40	11.00	2.40	8.33	1.20	8.33	1.20	8.33		
D.R					7.89	4.28	14.04	7.77	11.12	1.42	8.96	1.44	10.15	-	-
R	(35) C3R3	23.00	9.60	54.00	7.00	2.40	9.00	1.20	9.00	2.40	11.00	2.40	9.00	1.20	9.00
D.R			21.61	56.39	7.77	5.80	11.95	1.42	10.89	6.67	10.20	6.31	7.67	1.41	7.91
R	(45) T3S3	20.50	8.40	50.00	7.00	2.40	9.00	1.20	9.00	2.40	8.33	1.20	8.33	1.20	8.33
D.R			17.09	60.73	7.08	4.83	10.37	1.50	10.14	7.96	11.04	1.39	10.98	1.41	11.12
R	(46) T3S3-1		-	-											
D.R			13.39	49.61	7.34	3.27	10.10	1.41	5.62	5.82	7.18	1.41	9.17	1.48	10.20
R	(47) T3S3-2		-	-											
D.R			15.73	54.06	6.40	4.89	10.46	1.43	10.15	6.63	7.36	1.39	9.37	1.39	10.32
R	(71) NO REC		-	-											
D.R			31.65	76.36	8.07	5.60	13.45	5.89	13.28	8.90	9.12	4.81	9.58	5.31	15.50

(*) Peso Máx = 48 t
 R : Según Reglamento
 D.R : Según Data Real

Se ha optado por colocar el espaciamiento mínimo según reglamento

Así es que, se presenta el siguiente cuadro que contiene a los diferentes tipos de camiones, sus respectivos pesos y espaciamientos entre ejes, y que se aproxima más al caso real, según la data estudiada.

PESOS (t) Y DISTANCIAS (m) SEGÚN LA DATA REAL: $u + 2D.E$, u : Media, $D.E$: Desviación Estándar

TIPO DE CAMIÓN	Clase	Largo (m)	PBT(t)	Pes_eje1(t)	Esp_eje1 y2(m)	Pes_eje2(t)	Esp_eje2 y3(m)	Pes_eje3(t)	Esp_eje3 y4(m)	Pes_eje4(t)	Esp_eje4 y5(m)	Pes_eje5(m)	Esp_eje5 y6(m)	Pes_eje6(t)	Esp_eje6 y7(m)	Pes_eje7(t)	Esp_eje7 y8(m)	Pes_eje8(t)
(9) T2S2	9	11.2	35.9	5.21	4.16	14.03	5.75	8.26	1.33	8.42	-	-	-	-	-	-	-	-
(20) C2R3	20	14.2	50.7	7.28	4.09	12.69	5.95	12.85	2.78	9.66	1.36	8.19	-	-	-	-	-	-
(22) C3R2	22	20.0	50.5	7.00	5.46	9.77	1.41	9.62	6.90	10.37	6.24	13.69	-	-	-	-	-	-
(24) T3S2	24	17.5	49.0	6.49	4.69	10.57	1.59	9.79	9.82	11.24	1.40	10.95	-	-	-	-	-	-
(25) T3S2-1	25	11.6	37.7	5.91	3.54	7.38	1.38	5.46	5.43	9.94	1.28	9.05	-	-	-	-	-	-
(31) T2S3	31	14.9	52.2	7.89	4.28	14.04	7.77	11.12	1.42	8.96	1.44	10.15	-	-	-	-	-	-
(35) C3R3	35	21.6	56.4	7.77	5.80	11.95	1.42	10.89	6.67	10.20	6.31	7.67	1.41	7.91	-	-	-	-
(45) T3S3	45	17.1	60.7	7.08	4.83	10.37	1.50	10.14	7.96	11.04	1.39	10.98	1.41	11.12	-	-	-	-
(46) T3S3-1	46	13.4	49.6	7.34	3.27	10.10	1.41	5.62	5.82	7.18	1.41	9.17	1.48	10.20	-	-	-	-
(47) T3S3-2	47			6.40	4.89	10.46	1.43	10.15	6.63	7.36	1.39	9.37	1.39	10.32	-	-	-	-
(71) NO_REC	71	31.7	76.4	8.07	5.60	13.45	5.89	13.28	8.90	9.12	4.81	9.58	5.31	15.50	1.14	7.36	-	-

CÁLCULOS

**CÁLCULO DE LA DATA PARA
PUENTES HASTA 50 m DE LUZ**

1º MUESTREO – PESOS HASTA 48 t

COCACHACRA 2004

MÓMENTOS MÁXIMOS (t-m) PARA UNA MUESTRA DE CAMIONES REALES**
ESTACIÓN : COCACHACRA FEB 04 **PESOS : Menores de 48 t**

Camión N°	L 1	L 2	L 3	L 4	L 5	L 6	L 7	L 8	L 9
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
1	47.82	63.59	112.71	162.81	213.40	264.27	315.31	366.47	417.70
2	49.90	79.89	122.31	179.33	236.73	294.36	352.12	409.98	467.90
3	46.80	75.32	120.18	177.01	234.22	291.64	349.19	406.83	464.53
4	49.25	78.37	122.53	180.36	238.56	296.96	355.50	414.13	472.82
5	42.99	50.94	92.79	135.44	178.49	221.78	265.20	308.72	352.31
6	53.85	100.28	154.26	210.13	266.15	322.25	378.40	434.59	490.80
7	50.01	83.36	141.60	200.26	259.14	318.13	377.20	436.32	495.48
8	46.55	74.51	131.41	188.84	246.54	304.39	362.34	420.36	478.41
9	41.85	76.05	117.91	163.97	210.40	257.04	303.81	350.67	397.60
10	25.04	79.45	123.93	173.92	232.03	290.32	348.73	407.22	465.77
11	36.81	58.06	103.57	149.43	195.45	241.57	287.74	333.96	380.20
12	43.07	82.89	140.66	198.76	257.03	315.39	373.82	432.29	490.78
13	43.16	83.70	141.29	199.21	257.29	315.47	373.71	431.99	490.30
14	44.51	72.72	128.83	185.44	242.31	299.33	356.44	413.60	470.82
15	44.66	75.93	124.39	173.26	222.33	271.52	320.78	370.08	419.43
16	43.41	72.96	128.45	187.04	245.95	305.04	364.24	423.51	482.84
17	48.67	83.26	141.29	199.75	258.42	317.21	376.08	435.00	493.95
18	53.86	99.35	153.58	210.05	266.66	323.36	380.11	436.90	493.71
19	29.10	53.31	87.52	131.61	183.68	235.85	288.09	340.37	392.68
20	52.93	88.10	140.50	198.40	256.61	314.99	373.47	432.03	490.64
21	42.41	87.49	142.77	198.25	253.82	309.46	365.12	420.81	476.51
22	36.04	73.55	117.26	161.30	205.50	249.79	294.15	338.54	382.97
23	35.95	73.91	117.67	161.75	205.98	250.31	294.70	339.13	383.58
24	43.15	79.64	137.18	195.11	253.25	311.49	369.81	428.18	486.58
25	38.13	63.25	111.87	162.65	213.66	264.81	316.03	367.30	418.61
26	44.48	58.21	106.48	155.83	205.70	255.89	306.26	356.77	407.36
27	48.53	77.77	120.34	177.85	235.75	293.87	352.13	410.48	468.89
28	52.93	92.22	144.49	201.23	258.22	315.35	372.57	429.84	487.16
29	44.97	73.82	115.99	173.86	232.22	290.86	349.68	408.61	467.63
30	46.38	75.86	120.19	177.42	235.02	292.84	350.80	408.85	466.96
31	46.83	84.81	137.19	194.50	252.11	309.89	367.78	425.74	483.75
32	40.40	74.80	116.40	169.40	227.75	286.23	344.81	403.45	462.13
33	38.99	62.70	107.29	152.42	197.82	243.38	289.02	334.74	380.49
34	25.97	69.35	108.10	152.53	205.63	258.93	312.36	365.87	419.45
35	45.17	57.11	105.07	153.65	202.56	251.65	300.86	350.14	399.47
36	39.18	62.80	92.41	136.51	180.91	225.47	270.14	314.88	359.66
37	47.00	91.31	148.71	206.57	264.66	322.88	381.19	439.56	497.96
38	51.75	82.94	116.61	174.72	233.32	292.20	351.26	410.44	469.69
39	41.35	69.98	102.83	148.73	199.04	249.95	301.24	352.78	404.49
40	41.24	70.52	102.02	147.82	198.14	249.09	300.42	352.02	403.79
41	54.32	102.55	156.20	213.90	271.76	329.70	387.70	445.73	503.80
42	36.25	68.32	109.64	163.66	222.25	280.98	339.80	398.68	457.59
43	36.20	68.54	109.68	163.57	221.94	280.46	339.06	397.73	456.43
44	39.26	71.45	123.74	176.90	230.50	284.34	338.33	392.43	446.59
45	39.98	74.28	122.62	171.35	220.27	269.30	318.41	367.55	416.73
46	53.98	100.48	153.07	209.97	267.05	324.22	381.46	438.74	496.06
47	44.25	72.34	93.19	145.89	199.20	252.85	306.72	360.73	414.85
48	50.07	95.24	148.83	204.00	259.30	314.67	370.10	425.55	481.02
49	54.33	101.45	156.10	212.04	268.11	324.25	380.45	436.67	492.92
50	48.74	77.58	110.36	165.58	221.24	277.15	333.22	389.39	445.63
51	47.16	78.04	120.43	174.13	228.17	282.40	336.75	391.19	445.68
52	45.09	87.18	145.18	203.48	261.93	320.46	379.05	437.67	496.32
53	40.08	67.16	106.08	153.54	201.69	250.25	299.05	348.02	397.11
54	46.98	77.71	121.04	174.77	228.84	283.09	337.47	391.92	446.44
55	46.83	76.60	123.60	181.44	239.64	298.06	356.60	415.24	473.93
56	45.81	73.85	121.55	178.65	236.10	293.75	351.52	409.38	467.30
57	42.14	75.22	127.25	179.93	232.93	286.11	339.41	392.78	446.21
58	36.13	70.43	114.96	159.84	204.90	250.07	295.30	340.57	385.87
59	51.98	101.12	157.17	215.77	274.56	333.46	392.43	451.45	510.50
60	47.83	88.61	142.60	200.05	257.75	315.58	373.49	431.47	489.48
61	38.07	62.11	105.59	149.57	193.80	238.18	282.65	327.18	371.75
62	55.32	102.16	154.56	209.68	264.93	320.25	375.60	430.99	486.39

63	52.38	102.34	159.74	218.34	277.06	335.86	394.71	453.59	512.49
64	45.22	83.70	140.62	197.83	255.18	312.62	370.10	427.62	485.16
65	47.84	61.25	110.58	160.97	211.90	263.13	314.56	366.11	417.75
66	51.43	93.52	152.14	211.00	269.97	329.01	388.09	447.20	506.32
67	47.65	89.79	142.61	196.94	251.46	306.10	360.80	415.55	470.33
68	47.38	80.04	129.27	178.67	228.15	277.69	327.26	376.85	426.45
69	46.98	78.42	126.27	184.13	242.55	301.28	360.20	419.26	478.41
70	55.48	79.94	137.83	196.19	254.78	313.51	372.31	431.18	490.08
71	46.62	70.97	123.71	176.90	230.31	283.86	337.49	391.17	444.89
72	47.48	72.66	128.55	185.06	241.88	298.87	355.97	413.15	470.38
73	38.98	66.66	99.98	146.85	193.94	241.16	288.46	335.81	383.19
74	42.87	83.02	136.26	193.78	251.46	309.22	367.03	424.89	482.77
75	46.34	63.82	114.37	165.98	218.12	270.56	323.20	375.96	428.81
76	50.03	85.02	142.19	199.65	257.27	314.98	372.74	430.53	488.36
77	54.45	80.22	138.49	197.26	256.28	315.44	374.70	434.01	493.37
78	41.65	78.00	127.19	176.81	226.65	276.62	326.66	376.75	426.88
79	52.51	99.86	155.44	212.78	270.27	327.83	385.43	443.08	500.74
80	45.83	96.98	154.05	211.38	268.83	326.35	383.91	441.51	499.13
81	44.57	72.69	118.82	174.58	230.69	286.99	343.43	399.94	456.52
82	25.47	67.93	109.64	146.38	200.66	255.15	309.78	364.50	419.28
83	54.92	103.19	158.03	214.56	271.22	327.96	384.74	441.56	498.40
84	54.01	101.47	155.61	211.04	266.60	322.23	377.92	433.63	489.37
85	50.34	83.15	130.48	183.18	236.12	289.20	342.36	395.59	448.86
86	38.25	65.27	102.73	146.79	191.43	236.40	281.58	326.90	372.31
87	50.07	89.10	146.11	203.45	260.95	318.53	376.17	433.85	491.56
88	40.27	73.11	113.58	157.95	202.68	247.61	292.67	337.82	383.02
89	48.31	63.10	111.43	160.91	210.95	261.32	311.89	362.60	413.40
90	41.80	76.85	121.02	157.81	213.02	268.49	324.11	379.84	435.64
91	41.77	76.88	121.11	157.80	213.04	268.55	324.21	379.97	435.81
92	48.05	63.52	115.36	168.29	221.76	275.55	329.54	383.65	437.86
93	46.11	84.67	131.32	184.00	237.12	290.50	344.03	397.68	451.39
94	41.01	79.98	132.44	185.06	237.78	290.54	343.33	396.14	448.97
95	36.01	82.50	129.81	177.44	225.23	273.11	321.05	369.03	417.04
96	46.97	67.23	117.30	168.20	219.51	271.05	322.75	374.54	426.40
97	51.36	97.07	148.51	206.07	263.87	321.80	379.82	437.90	496.01
98	36.40	71.64	112.26	157.23	202.66	248.34	294.19	340.14	386.17
99	47.66	87.03	140.49	197.64	255.03	312.56	370.17	427.85	485.56
100	45.79	85.57	143.40	201.57	259.90	318.33	376.82	435.35	493.91
101	29.23	46.66	70.02	100.06	136.13	172.72	209.63	246.75	284.02
102	36.74	67.12	105.52	143.92	182.32	220.73	259.14	297.55	335.96
103	50.28	87.15	125.96	164.78	203.61	242.45	281.28	320.12	358.96
104	56.67	92.21	131.54	170.87	210.20	249.53	288.86	328.18	367.51
105	47.98	87.81	127.65	167.51	207.37	247.23	287.09	326.95	366.81
106	33.57	67.89	107.90	148.13	188.46	228.86	269.29	309.75	350.23
107	33.14	66.50	107.36	148.49	189.75	231.10	272.49	313.92	355.37
108	35.58	71.31	113.58	156.13	198.82	241.60	284.42	327.28	370.16
109	28.68	47.38	71.99	96.79	121.69	146.66	171.65	196.68	221.71
110	26.89	36.34	59.83	84.05	108.63	133.41	158.32	183.32	208.38
111	32.61	57.90	83.27	108.68	134.11	159.54	184.99	210.44	235.89
112	28.86	51.01	76.23	101.60	127.06	152.57	178.10	203.65	229.22
113	30.48	56.00	81.65	107.36	133.10	158.85	184.61	210.38	236.16
114	26.42	37.31	61.44	86.32	111.57	137.04	162.63	188.31	214.06
115	31.55	52.15	77.95	103.91	129.95	156.02	182.13	208.25	234.39
116	29.44	36.58	60.95	86.13	111.72	137.54	163.51	189.57	215.70
117	30.59	50.99	77.27	103.72	130.25	156.83	183.44	210.07	236.71
118	29.75	38.98	63.99	89.74	115.87	142.21	168.69	195.25	221.88
119	30.43	36.72	61.70	87.55	113.85	140.40	167.10	193.91	220.80
120	30.98	50.76	77.63	104.70	131.87	159.11	186.38	213.67	240.98
121	35.20	62.52	89.98	117.50	145.05	172.61	200.18	227.76	255.35
122	35.24	58.50	86.05	113.70	141.41	169.16	196.92	224.70	252.49
123	33.63	61.45	89.37	117.35	145.34	173.35	201.36	229.38	257.40
124	36.79	64.96	93.20	121.47	149.75	178.04	206.34	234.64	262.94

125	27.90	47.96	75.19	102.97	131.02	159.22	187.53	215.90	244.31
126	30.51	39.15	65.72	93.23	121.20	149.44	177.84	206.36	234.95
127	34.31	63.03	91.99	121.06	150.17	179.31	208.47	237.64	266.81
128	37.41	66.62	95.91	125.24	154.59	183.95	213.31	242.68	272.05
129	39.73	68.30	97.88	127.50	157.12	186.76	216.39	246.03	275.67
130	30.26	49.25	78.35	107.87	137.57	167.40	197.29	227.23	257.21
131	39.71	69.93	100.26	130.64	161.04	191.45	221.87	252.29	282.71
132	37.63	68.12	98.71	129.34	160.00	190.67	221.35	252.04	282.72
133	39.07	68.55	99.51	130.52	161.55	192.59	223.64	254.70	285.76
134	40.35	71.56	102.85	134.15	165.48	196.81	228.15	259.49	290.83
135	35.37	61.47	92.91	124.57	156.35	188.20	220.09	252.01	283.94
136	44.68	77.38	110.15	142.96	175.78	208.61	241.45	274.29	307.14
137	41.60	75.55	109.53	143.52	177.52	211.51	245.51	279.51	313.52
138	46.35	81.70	117.13	152.59	188.06	223.54	259.02	294.51	330.00
139	45.72	82.59	119.47	156.36	193.24	230.13	267.01	303.90	340.79
140	44.88	82.28	119.69	157.11	194.53	231.96	269.38	306.81	344.24

Media	32.12	56.18	90.73	128.47	167.11	205.88	244.72	283.62	322.55
D. S	6.47	12.27	17.70	21.89	25.41	29.19	33.16	37.25	41.45

Est.Ant.m + 4 σ	74.50	120.00	163.80	230.00	294.93	360.00	433.35	495.00	572.55
---------------------------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

m + 2 σ	45.05	80.72	126.14	172.25	217.93	264.26	311.04	358.13	405.45
m + 4 σ	57.99	105.26	161.54	216.04	268.74	322.63	377.35	432.64	488.35
m + 5 σ	64.45	117.53	179.24	237.94	294.15	351.82	410.50	469.89	529.80
M- HL93	55.36	110.98	172.53	240.02	313.44	392.81	478.11	569.32	666.52
M- HS20	43.49	84.26	125.03	165.80	206.57	247.34	288.11	328.85	369.65

MOMENTOS MÁXIMOS (t-m) PARA UNA MUESTRA DE CAMIONES REALES

ESTACION : COCACHACRA FEBR2004

PESOS : Menores de 48 t

WxFI/N

Marca	Cam N°	L 1	L 2	L 3	L 4	L 5	L 6	L 7	L 8	L 9
6844		10	15	20	25	30	35	40	45	50
24	1	1,147.68	1,526.16	2,705.04	3,907.44	5,121.60	6,342.48	7,567.44	8,795.28	10,024.80
3	2	149.70	239.67	366.93	537.99	710.19	883.08	1,056.36	1,229.94	1,403.70
7	3	327.60	527.24	841.26	1,239.07	1,639.54	2,041.48	2,444.33	2,847.81	3,251.71
12	4	591.00	940.44	1,470.36	2,164.32	2,862.72	3,563.52	4,266.00	4,969.56	5,673.84
10	5	429.90	509.40	927.90	1,354.40	1,784.90	2,217.80	2,652.00	3,087.20	3,523.10
10	6	538.50	1,002.80	1,542.60	2,101.30	2,661.50	3,222.50	3,784.00	4,345.90	4,908.00
5	7	250.05	416.80	708.00	1,001.30	1,295.70	1,590.65	1,886.00	2,181.60	2,477.40
17	8	791.35	1,266.67	2,233.97	3,210.28	4,191.18	5,174.63	6,159.78	7,146.12	8,132.97
7	9	292.95	532.35	825.37	1,147.79	1,472.80	1,799.28	2,126.67	2,454.69	2,783.20
14	10	350.56	1,112.30	1,735.02	2,434.88	3,248.42	4,064.48	4,882.22	5,701.08	6,520.78
7	11	257.67	406.42	724.99	1,046.01	1,368.15	1,690.99	2,014.18	2,337.72	2,661.40
35	12	1,507.45	2,901.15	4,923.10	6,956.60	8,996.05	11,038.65	13,083.70	15,130.15	17,177.30
17	13	733.72	1,422.90	2,401.93	3,386.57	4,373.93	5,362.99	6,353.07	7,343.83	8,335.10
35	14	1,557.85	2,545.20	4,509.05	6,490.40	8,480.85	10,476.55	12,475.40	14,476.00	16,478.70
86	15	3,840.76	6,529.98	10,697.54	14,900.36	19,120.38	23,350.72	27,584.08	31,826.88	36,070.98
5	16	217.05	364.80	642.25	935.20	1,229.75	1,525.20	1,821.20	2,117.55	2,414.20
4	17	194.68	333.04	565.16	799.00	1,033.68	1,268.84	1,504.32	1,740.00	1,975.80
11	18	592.46	1,092.85	1,689.38	2,310.55	2,933.26	3,556.96	4,181.21	4,805.90	5,430.81
21	19	611.10	1,119.51	1,837.92	2,763.81	3,857.28	4,952.85	6,049.89	7,147.77	8,246.28
60	20	3,175.80	5,286.00	8,430.00	11,904.00	15,396.60	18,899.40	22,408.20	25,921.80	29,438.40
76	21	3,223.16	6,649.24	10,850.52	15,067.00	19,290.32	23,518.96	27,749.12	31,981.56	36,214.76
35	22	1,261.40	2,574.25	4,104.10	5,645.50	7,192.50	8,742.65	10,295.25	11,848.90	13,403.95
29	23	1,042.55	2,143.39	3,412.43	4,690.75	5,973.42	7,258.99	8,546.30	9,834.77	11,123.82
26	24	1,121.90	2,070.64	3,566.68	5,072.86	6,584.50	8,098.74	9,615.06	11,132.68	12,651.08
69	25	2,630.97	4,364.25	7,719.03	11,222.85	14,742.54	18,271.89	21,806.07	25,343.70	28,884.09
33	26	1,467.84	1,920.93	3,513.84	5,142.39	6,788.10	8,444.37	10,106.58	11,773.41	13,442.88
36	27	1,747.08	2,799.72	4,332.24	6,402.60	8,487.00	10,579.32	12,676.68	14,777.28	16,880.04
5	28	264.65	461.10	722.45	1,008.15	1,291.10	1,576.75	1,862.85	2,149.20	2,435.80
42	29	1,888.74	3,100.44	4,871.58	7,302.12	9,753.24	12,216.12	14,686.56	17,161.62	19,640.46
71	30	3,292.98	5,386.06	8,533.49	12,596.82	16,686.42	20,791.64	24,906.80	29,028.35	33,154.16
62	31	2,903.46	5,258.22	8,505.78	12,059.00	15,630.82	19,213.18	22,802.36	26,395.88	29,992.50
36	32	1,454.40	2,692.80	4,190.40	6,098.40	8,199.00	10,304.28	12,413.16	14,524.20	16,636.68
37	33	1,442.63	2,319.90	3,969.73	5,639.54	7,319.34	9,005.06	10,693.74	12,385.38	14,078.13
7	34	181.79	485.45	756.70	1,067.71	1,439.41	1,812.51	2,186.52	2,561.09	2,936.15
17	35	767.89	970.87	1,786.19	2,612.05	3,443.52	4,278.05	5,114.62	5,952.38	6,790.99
23	36	901.14	1,444.40	2,125.43	3,139.73	4,160.93	5,185.81	6,213.22	7,242.24	8,272.18
41	37	1,927.00	3,743.71	6,097.11	8,469.37	10,851.06	13,238.08	15,628.79	18,021.96	20,416.36
9	38	465.75	746.46	1,049.49	1,572.48	2,099.88	2,629.80	3,161.34	3,693.96	4,227.21
14	39	578.90	979.72	1,439.62	2,082.22	2,786.56	3,499.30	4,217.36	4,938.92	5,662.86
8	40	329.92	564.16	816.16	1,182.56	1,585.12	1,992.72	2,403.36	2,816.16	3,230.32
15	41	814.80	1,538.25	2,343.00	3,208.50	4,076.40	4,945.50	5,815.50	6,685.95	7,557.00
17	42	616.25	1,161.44	1,863.88	2,782.22	3,778.25	4,776.66	5,776.60	6,777.56	7,779.03
25	43	905.00	1,713.50	2,742.00	4,089.25	5,548.50	7,011.50	8,476.50	9,943.25	11,410.75
50	44	1,963.00	3,572.50	6,187.00	8,845.00	11,525.00	14,217.00	16,916.50	19,621.50	22,329.50
29	45	1,159.42	2,154.12	3,555.98	4,969.15	6,387.83	7,809.70	9,233.89	10,658.95	12,085.17
17	46	917.66	1,708.16	2,602.19	3,569.49	4,539.85	5,511.74	6,484.82	7,458.58	8,433.02
21	47	929.25	1,519.14	1,956.99	3,063.69	4,183.20	5,309.85	6,441.12	7,575.33	8,711.85
20	48	1,001.40	1,904.80	2,976.60	4,080.00	5,186.00	6,293.40	7,402.00	8,511.00	9,620.40
34	49	1,847.22	3,449.30	5,307.40	7,209.36	9,115.74	11,024.50	12,935.30	14,846.78	16,759.28
15	50	731.10	1,163.70	1,655.40	2,483.70	3,318.60	4,157.25	4,998.30	5,840.85	6,684.45
27	51	1,273.32	2,107.08	3,251.61	4,701.51	6,160.59	7,624.80	9,092.25	10,562.13	12,033.36
52	52	2,344.68	4,533.36	7,549.36	10,580.96	13,620.36	16,663.92	19,710.60	22,758.84	25,808.64
61	53	2,444.88	4,096.76	6,470.88	9,365.94	12,303.09	15,265.25	18,242.05	21,229.22	24,223.71
14	54	657.72	1,087.94	1,694.56	2,446.78	3,203.76	3,963.26	4,724.58	5,486.88	6,250.16
32	55	1,498.56	2,451.20	3,955.20	5,806.08	7,668.48	9,537.92	11,411.20	13,287.68	15,165.76
84	56	3,848.04	6,203.40	10,210.20	15,006.60	19,832.40	24,675.00	29,527.68	34,387.92	39,253.20
13	57	547.82	977.86	1,654.25	2,339.09	3,028.09	3,719.43	4,412.33	5,106.14	5,800.73
24	58	867.12	1,690.32	2,759.04	3,836.16	4,917.60	6,001.68	7,087.20	8,173.68	9,260.88
31	59	1,611.38	3,134.72	4,872.27	6,688.87	8,511.36	10,337.26	12,165.33	13,994.95	15,825.50
14	60	669.62	1,240.54	1,996.40	2,800.70	3,608.50	4,418.12	5,228.86	6,040.58	6,852.72
23	61	875.61	1,428.53	2,428.57	3,440.11	4,457.40	5,478.14	6,500.95	7,525.14	8,550.25
18	62	995.76	1,838.88	2,782.08	3,774.24	4,768.74	5,764.50	6,760.80	7,757.82	8,755.02

16	63	838.08	1,637.44	2,555.84	3,493.44	4,432.96	5,373.76	6,315.36	7,257.44	8,199.84
26	64	1,175.72	2,176.20	3,656.12	5,143.58	6,634.68	8,128.12	9,622.60	11,118.12	12,614.16
19	65	908.96	1,163.75	2,101.02	3,058.43	4,026.10	4,999.47	5,976.64	6,956.09	7,937.25
15	66	771.45	1,402.80	2,282.10	3,165.00	4,049.55	4,935.15	5,821.35	6,708.00	7,594.80
29	67	1,381.85	2,603.91	4,135.69	5,711.26	7,292.34	8,876.90	10,463.20	12,050.95	13,639.57
28	68	1,326.64	2,241.12	3,619.56	5,002.76	6,388.20	7,775.32	9,163.28	10,551.80	11,940.60
13	69	610.74	1,019.46	1,641.51	2,393.69	3,153.15	3,916.64	4,682.60	5,450.38	6,219.33
2	70	110.96	159.88	275.66	392.38	509.56	627.02	744.62	862.36	980.16
7	71	326.34	496.79	865.97	1,238.30	1,612.17	1,987.02	2,362.43	2,738.19	3,114.23
8	72	379.84	581.28	1,028.40	1,480.48	1,935.04	2,390.96	2,847.76	3,305.20	3,763.04
18	73	701.64	1,199.88	1,799.64	2,643.30	3,490.92	4,340.88	5,192.28	6,044.58	6,897.42
17	74	728.79	1,411.34	2,316.42	3,294.26	4,274.82	5,256.74	6,239.51	7,223.13	8,207.09
18	75	834.12	1,148.76	2,058.66	2,987.64	3,926.16	4,870.08	5,817.60	6,767.28	7,718.58
29	76	1,450.87	2,465.58	4,123.51	5,789.85	7,460.83	9,134.42	10,809.46	12,485.37	14,162.44
25	77	1,361.25	2,005.50	3,462.25	4,931.50	6,407.00	7,886.00	9,367.50	10,850.25	12,334.25
9	78	374.85	702.00	1,144.71	1,591.29	2,039.85	2,489.58	2,939.94	3,390.75	3,841.92
16	79	840.16	1,597.76	2,487.04	3,404.48	4,324.32	5,245.28	6,166.88	7,089.28	8,011.84
19	80	870.77	1,842.62	2,926.95	4,016.22	5,107.77	6,200.65	7,294.29	8,388.69	9,483.47
5	81	222.85	363.45	594.10	872.90	1,153.45	1,434.95	1,717.15	1,999.70	2,282.60
19	82	483.93	1,290.67	2,083.16	2,781.22	3,812.54	4,847.85	5,885.82	6,925.50	7,966.32
15	83	823.80	1,547.85	2,370.45	3,218.40	4,068.30	4,919.40	5,771.10	6,623.40	7,476.00
7	84	378.07	710.29	1,089.27	1,477.28	1,866.20	2,255.61	2,645.44	3,035.41	3,425.59
11	85	553.74	914.65	1,435.28	2,014.98	2,597.32	3,181.20	3,765.96	4,351.49	4,937.46
7	86	267.75	456.89	719.11	1,027.53	1,340.01	1,654.80	1,971.06	2,288.30	2,606.17
13	87	650.91	1,158.30	1,899.43	2,644.85	3,392.35	4,140.89	4,890.21	5,640.05	6,390.28
10	88	402.70	731.10	1,135.80	1,579.50	2,026.80	2,476.10	2,926.70	3,378.20	3,830.20
5	89	241.55	315.50	557.15	804.55	1,054.75	1,306.60	1,559.45	1,813.00	2,067.00
20	90	836.00	1,537.00	2,420.40	3,156.20	4,260.40	5,369.80	6,482.20	7,596.80	8,712.80
2	91	83.54	153.76	242.22	315.60	426.08	537.10	648.42	759.94	871.62
7	92	336.35	444.64	807.52	1,178.03	1,552.32	1,928.85	2,306.78	2,685.55	3,065.02
9	93	414.99	762.03	1,181.88	1,656.00	2,134.08	2,614.50	3,096.27	3,579.12	4,062.51
11	94	451.11	879.78	1,456.84	2,035.66	2,615.58	3,195.94	3,776.63	4,357.54	4,938.67
6	95	216.06	495.00	778.86	1,064.64	1,351.38	1,638.66	1,926.30	2,214.18	2,502.24
17	96	798.49	1,142.91	1,994.10	2,859.40	3,731.67	4,607.85	5,486.75	6,367.18	7,248.80
12	97	616.32	1,164.84	1,782.12	2,472.84	3,166.44	3,861.60	4,557.84	5,254.80	5,952.12
2	98	72.80	143.28	224.52	314.46	405.32	496.68	588.38	680.28	772.34
1	99	47.66	87.03	140.49	197.64	255.03	312.56	370.17	427.85	485.56
10	100	457.90	855.70	1,434.00	2,015.70	2,599.00	3,183.30	3,768.20	4,353.50	4,939.10
74.00	101	2,163.02	3,452.84	5,181.48	7,404.44	10,073.62	12,781.28	15,512.62	18,259.50	21,017.48
74.00	102	2,718.76	4,966.88	7,808.48	10,650.08	13,491.68	16,334.02	19,176.36	22,018.70	24,861.04
74.00	103	3,720.72	6,449.10	9,321.04	12,193.72	15,067.14	17,941.30	20,814.72	23,688.88	26,563.04
74.00	104	4,193.58	6,823.54	9,733.96	12,644.38	15,554.80	18,466.22	21,375.64	24,285.32	27,195.74
74.00	105	3,550.52	6,497.94	9,446.10	12,395.74	15,345.38	18,295.02	21,244.66	24,194.30	27,143.94
74.00	106	2,484.18	5,023.86	7,984.60	10,961.62	13,946.04	16,935.64	19,927.46	22,921.50	25,917.02
74.00	107	2,452.36	4,921.00	7,944.64	10,988.26	14,041.50	17,101.40	20,164.26	23,230.08	26,297.38
75.00	108	2,668.50	5,348.25	8,518.50	11,709.75	14,911.50	18,120.00	21,331.50	24,546.00	27,762.00
130.00	109	3,728.40	6,159.40	9,358.70	12,582.70	15,819.70	19,065.80	22,314.50	25,568.40	28,822.30
130.00	110	3,495.70	4,724.20	7,777.90	10,926.50	14,121.90	17,343.30	20,581.60	23,831.60	27,089.40
130.00	111	4,239.30	7,527.00	10,825.10	14,128.40	17,434.30	20,740.20	24,048.70	27,357.20	30,665.70
130.00	112	3,751.80	6,631.30	9,909.90	13,208.00	16,517.80	19,834.10	23,153.00	26,474.50	29,798.60
130.00	113	3,962.40	7,280.00	10,614.50	13,956.80	17,303.00	20,650.50	23,999.30	27,349.40	30,700.80
130.00	114	3,434.60	4,850.30	7,987.20	11,221.60	14,504.10	17,815.20	21,141.90	24,480.30	27,827.80
130.00	115	4,101.50	6,779.50	10,133.50	13,508.30	16,893.50	20,282.60	23,676.90	27,072.50	30,470.70
130.00	116	3,827.20	4,755.40	7,923.50	11,196.90	14,523.60	17,880.20	21,256.30	24,644.10	28,041.00
130.00	117	3,976.70	6,628.70	10,045.10	13,483.60	16,932.50	20,387.90	23,847.20	27,309.10	30,772.30
130.00	118	3,867.50	5,067.40	8,318.70	11,666.20	15,063.10	18,487.30	21,929.70	25,382.50	28,844.40
130.00	119	3,955.90	4,773.60	8,021.00	11,381.50	14,800.50	18,252.00	21,723.00	25,208.30	28,704.00
130.00	120	4,027.40	6,598.80	10,091.90	13,611.00	17,143.10	20,684.30	24,229.40	27,777.10	31,327.40
130.00	121	4,576.00	8,127.60	11,697.40	15,275.00	18,856.50	22,439.30	26,023.40	29,608.80	33,195.50
130.00	122	4,581.20	7,605.00	11,186.50	14,781.00	18,383.30	21,990.80	25,599.60	29,211.00	32,823.70
130.00	123	4,371.90	7,988.50	11,618.10	15,255.50	18,894.20	22,535.50	26,176.80	29,819.40	33,462.00
130.00	124	4,782.70	8,444.80	12,116.00	15,791.10	19,467.50	23,145.20	26,824.20	30,503.20	34,182.20

130.00	126	3,627.00	6,234.80	9,774.70	13,386.10	17,032.60	20,698.60	24,378.90	28,067.00	31,760.30
130.00	126	3,966.30	5,089.50	8,543.60	12,119.90	15,756.00	19,427.20	23,119.20	26,826.80	30,543.50
130.00	127	4,460.30	8,193.90	11,958.70	15,737.80	19,522.10	23,310.30	27,101.10	30,893.20	34,685.30
130.00	128	4,863.30	8,660.60	12,468.30	16,281.20	20,096.70	23,913.50	27,730.30	31,548.40	35,366.50
130.00	129	5,164.90	8,879.00	12,724.40	16,575.00	20,425.60	24,278.80	28,130.70	31,983.90	35,837.10
130.00	130	3,933.80	6,402.50	10,185.50	14,023.10	17,884.10	21,762.00	25,647.70	29,539.90	33,437.30
130.00	131	5,162.30	9,090.90	13,033.80	16,983.20	20,935.20	24,888.50	28,843.10	32,797.70	36,752.30
130.00	132	4,891.90	8,855.60	12,832.30	16,814.20	20,800.00	24,787.10	28,775.50	32,765.20	36,753.60
130.00	133	5,079.10	8,911.50	12,936.30	16,967.60	21,001.50	25,036.70	29,073.20	33,111.00	37,148.80
130.00	134	5,245.50	9,302.80	13,370.50	17,439.50	21,512.40	25,585.30	29,659.50	33,733.70	37,807.90
130.00	135	4,598.10	7,991.10	12,078.30	16,194.10	20,325.50	24,466.00	28,611.70	32,761.30	36,912.20
130.00	136	5,808.40	10,059.40	14,319.50	18,584.80	22,851.40	27,119.30	31,388.50	35,657.70	39,928.20
130.00	137	5,408.00	9,821.50	14,238.90	18,657.60	23,077.60	27,496.30	31,916.30	36,336.30	40,757.60
130.00	138	6,025.50	10,621.00	15,226.90	19,836.70	24,447.80	29,060.20	33,672.60	38,286.30	42,900.00
130.00	139	5,943.60	10,736.70	15,531.10	20,326.80	25,121.20	29,916.90	34,711.30	39,507.00	44,302.70
16.00	140	718.08	1,316.48	1,915.04	2,513.76	3,112.48	3,711.36	4,310.08	4,908.96	5,507.84

Media	38.26	65.76	101.47	138.89	176.75	214.72	252.75	290.83	328.94
D. S	7.61	16.16	25.28	36.14	47.62	59.40	71.34	83.38	95.48

Est.Ant. m + 4 σ	74.50	120.00	163.80	230.00	294.93	360.00	433.35	495.00	572.55
----------------------------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

m + 2 σ	53.49	98.08	152.03	211.17	271.99	333.52	395.43	457.59	519.90
m + 4 σ	68.72	130.41	202.59	283.46	367.24	452.32	538.11	624.35	710.86
m + 5 σ	76.33	146.57	227.87	319.60	414.86	511.72	609.45	707.72	806.34

Paso 2: Dividiendo por los Momentos HL-93

Momentos según HL-93

t-m								
55.36	110.98	172.53	240.02	313.44	392.81	478.11	569.32	666.52
L 1	L 2	L 3	L 4	L 5	L 6	L 7	L 8	L 9
10	15	20	25	30	35	40	45	50
0.86	0.57	0.65	0.68	0.68	0.67	0.66	0.64	0.63
0.90	0.72	0.71	0.75	0.76	0.75	0.74	0.72	0.70
0.85	0.68	0.70	0.74	0.75	0.74	0.73	0.71	0.70
0.89	0.71	0.71	0.75	0.76	0.76	0.74	0.73	0.71
0.78	0.46	0.54	0.56	0.57	0.56	0.55	0.54	0.53
0.97	0.90	0.89	0.88	0.85	0.82	0.79	0.76	0.74
0.90	0.75	0.82	0.83	0.83	0.81	0.79	0.77	0.74
0.84	0.67	0.76	0.79	0.79	0.77	0.76	0.74	0.72
0.76	0.69	0.68	0.68	0.67	0.65	0.64	0.62	0.60
0.45	0.72	0.72	0.72	0.74	0.74	0.73	0.72	0.70
0.66	0.52	0.60	0.62	0.62	0.61	0.60	0.59	0.57
0.78	0.75	0.82	0.83	0.82	0.80	0.78	0.76	0.74
0.78	0.75	0.82	0.83	0.82	0.80	0.78	0.76	0.74
0.80	0.66	0.75	0.77	0.77	0.76	0.75	0.73	0.71
0.81	0.68	0.72	0.72	0.71	0.69	0.67	0.65	0.63
0.78	0.66	0.74	0.78	0.78	0.78	0.76	0.74	0.72
0.88	0.75	0.82	0.83	0.82	0.81	0.79	0.76	0.74
0.97	0.90	0.89	0.88	0.85	0.82	0.80	0.77	0.74
0.53	0.48	0.51	0.55	0.59	0.60	0.60	0.60	0.59
0.96	0.79	0.81	0.83	0.82	0.80	0.78	0.76	0.74
0.77	0.79	0.83	0.83	0.81	0.79	0.76	0.74	0.71
0.65	0.66	0.68	0.67	0.66	0.64	0.62	0.59	0.57
0.65	0.67	0.68	0.67	0.66	0.64	0.62	0.60	0.58
0.78	0.72	0.80	0.81	0.81	0.79	0.77	0.75	0.73
0.69	0.57	0.65	0.68	0.68	0.67	0.66	0.65	0.63
0.80	0.52	0.62	0.65	0.66	0.65	0.64	0.63	0.61
0.88	0.70	0.70	0.74	0.75	0.75	0.74	0.72	0.70
0.96	0.83	0.84	0.84	0.82	0.80	0.78	0.76	0.73
0.81	0.67	0.67	0.72	0.74	0.74	0.73	0.72	0.70
0.84	0.68	0.70	0.74	0.75	0.75	0.73	0.72	0.70
0.85	0.76	0.80	0.81	0.80	0.79	0.77	0.75	0.73
0.73	0.67	0.67	0.71	0.73	0.73	0.72	0.71	0.69
0.70	0.56	0.62	0.64	0.63	0.62	0.60	0.59	0.57
0.47	0.62	0.63	0.64	0.66	0.66	0.65	0.64	0.63
0.82	0.51	0.61	0.64	0.65	0.64	0.63	0.62	0.60
0.71	0.57	0.54	0.57	0.58	0.57	0.57	0.55	0.54
0.85	0.82	0.86	0.86	0.84	0.82	0.80	0.77	0.75
0.93	0.75	0.68	0.73	0.74	0.74	0.73	0.72	0.70
0.75	0.63	0.60	0.62	0.64	0.64	0.63	0.62	0.61
0.74	0.64	0.59	0.62	0.63	0.63	0.63	0.62	0.61
0.98	0.92	0.91	0.89	0.87	0.84	0.81	0.78	0.76
0.65	0.62	0.64	0.68	0.71	0.72	0.71	0.70	0.69
0.65	0.62	0.64	0.68	0.71	0.71	0.71	0.70	0.68
0.71	0.64	0.72	0.74	0.74	0.72	0.71	0.69	0.67
0.72	0.67	0.71	0.71	0.70	0.69	0.67	0.65	0.63
0.98	0.91	0.89	0.87	0.85	0.83	0.80	0.77	0.74
0.80	0.65	0.54	0.61	0.64	0.64	0.64	0.63	0.62
0.90	0.86	0.86	0.85	0.83	0.80	0.77	0.75	0.72
0.98	0.91	0.90	0.88	0.86	0.83	0.80	0.77	0.74
0.88	0.70	0.64	0.69	0.71	0.71	0.70	0.68	0.67
0.85	0.70	0.70	0.73	0.73	0.72	0.70	0.69	0.67
0.81	0.79	0.84	0.85	0.84	0.82	0.79	0.77	0.74
0.72	0.61	0.61	0.64	0.64	0.64	0.63	0.61	0.60
0.85	0.70	0.70	0.73	0.73	0.72	0.71	0.69	0.67
0.85	0.69	0.72	0.76	0.76	0.76	0.75	0.73	0.71
0.83	0.67	0.70	0.74	0.75	0.75	0.74	0.72	0.70
0.76	0.68	0.74	0.75	0.74	0.73	0.71	0.69	0.67
0.65	0.63	0.67	0.67	0.65	0.64	0.62	0.60	0.58
0.94	0.91	0.91	0.90	0.88	0.85	0.82	0.79	0.77
0.86	0.80	0.83	0.83	0.82	0.80	0.78	0.76	0.73
0.69	0.56	0.61	0.62	0.62	0.61	0.59	0.57	0.56
1.00	0.92	0.90	0.87	0.85	0.82	0.79	0.76	0.73

0.95	0.92	0.93	0.91	0.88	0.86	0.83	0.80	0.77
0.817	0.75	0.82	0.82	0.81	0.80	0.77	0.75	0.73
0.86	0.55	0.64	0.67	0.68	0.67	0.66	0.64	0.63
0.93	0.84	0.88	0.88	0.86	0.84	0.81	0.79	0.76
0.86	0.81	0.83	0.82	0.80	0.78	0.75	0.73	0.71
0.86	0.72	0.75	0.74	0.73	0.71	0.68	0.66	0.64
0.85	0.71	0.73	0.77	0.77	0.77	0.75	0.74	0.72
1.00	0.72	0.80	0.82	0.81	0.80	0.78	0.76	0.74
0.84	0.64	0.72	0.74	0.73	0.72	0.71	0.69	0.67
0.86	0.65	0.75	0.77	0.77	0.76	0.74	0.73	0.71
0.70	0.60	0.58	0.61	0.62	0.61	0.60	0.59	0.57
0.77	0.75	0.79	0.81	0.80	0.79	0.77	0.75	0.72
0.84	0.58	0.66	0.69	0.70	0.69	0.68	0.66	0.64
0.90	0.77	0.82	0.83	0.82	0.80	0.78	0.76	0.73
0.98	0.72	0.80	0.82	0.82	0.80	0.78	0.76	0.74
0.75	0.70	0.74	0.74	0.72	0.70	0.68	0.66	0.64
0.95	0.90	0.90	0.89	0.86	0.83	0.81	0.78	0.75
0.83	0.87	0.89	0.88	0.86	0.83	0.80	0.78	0.75
0.81	0.66	0.69	0.73	0.74	0.73	0.72	0.70	0.68
0.46	0.61	0.64	0.61	0.64	0.65	0.65	0.64	0.63
0.99	0.93	0.92	0.89	0.87	0.83	0.80	0.78	0.75
0.98	0.91	0.90	0.88	0.85	0.82	0.79	0.76	0.73
0.91	0.75	0.76	0.76	0.75	0.74	0.72	0.69	0.67
0.69	0.59	0.60	0.61	0.61	0.60	0.59	0.57	0.56
0.90	0.80	0.85	0.85	0.83	0.81	0.79	0.76	0.74
0.73	0.66	0.66	0.66	0.65	0.63	0.61	0.59	0.57
0.87	0.57	0.65	0.67	0.67	0.67	0.65	0.64	0.62
0.76	0.69	0.70	0.66	0.68	0.68	0.68	0.67	0.65
0.75	0.69	0.70	0.66	0.68	0.68	0.68	0.67	0.65
0.87	0.57	0.67	0.70	0.71	0.70	0.69	0.67	0.66
0.83	0.76	0.76	0.77	0.76	0.74	0.72	0.70	0.68
0.74	0.72	0.77	0.77	0.76	0.74	0.72	0.70	0.67
0.65	0.74	0.75	0.74	0.72	0.70	0.67	0.65	0.63
0.85	0.61	0.68	0.70	0.70	0.69	0.68	0.66	0.64
0.93	0.87	0.86	0.86	0.84	0.82	0.79	0.77	0.74
0.66	0.65	0.65	0.66	0.65	0.63	0.62	0.60	0.58
0.86	0.78	0.81	0.82	0.81	0.80	0.77	0.75	0.73
0.83	0.77	0.83	0.84	0.83	0.81	0.79	0.76	0.74
0.53	0.42	0.41	0.42	0.43	0.44	0.44	0.43	0.43
0.66	0.60	0.61	0.60	0.58	0.56	0.54	0.52	0.50
0.91	0.79	0.73	0.69	0.65	0.62	0.59	0.56	0.54
1.02	0.83	0.76	0.71	0.67	0.64	0.60	0.58	0.55
0.87	0.79	0.74	0.70	0.66	0.63	0.60	0.57	0.55
0.61	0.61	0.63	0.62	0.60	0.58	0.56	0.54	0.53
0.60	0.60	0.62	0.62	0.61	0.59	0.57	0.55	0.53
0.64	0.64	0.66	0.65	0.63	0.62	0.59	0.57	0.56
0.52	0.43	0.42	0.40	0.39	0.37	0.36	0.35	0.33
0.49	0.33	0.35	0.35	0.35	0.34	0.33	0.32	0.31
0.59	0.52	0.48	0.45	0.43	0.41	0.39	0.37	0.35
0.52	0.46	0.44	0.42	0.41	0.39	0.37	0.36	0.34
0.55	0.50	0.47	0.45	0.42	0.40	0.39	0.37	0.35
0.48	0.34	0.36	0.36	0.36	0.35	0.34	0.33	0.32
0.57	0.47	0.45	0.43	0.41	0.40	0.38	0.37	0.35
0.53	0.33	0.35	0.36	0.36	0.35	0.34	0.33	0.32
0.55	0.46	0.45	0.43	0.42	0.40	0.38	0.37	0.36
0.54	0.35	0.37	0.37	0.37	0.36	0.35	0.34	0.33
0.55	0.33	0.36	0.36	0.36	0.36	0.35	0.34	0.33
0.56	0.46	0.45	0.44	0.42	0.41	0.39	0.38	0.36
0.64	0.56	0.52	0.49	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38
0.64	0.53	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38
0.61	0.55	0.52	0.49	0.46	0.44	0.42	0.40	0.39
0.66	0.59	0.54	0.51	0.48	0.45	0.43	0.41	0.39

0.50	0.43	0.44	0.43	0.42	0.41	0.39	0.38	0.37
0.55	0.35	0.38	0.39	0.39	0.38	0.37	0.36	0.35
0.62	0.57	0.53	0.50	0.48	0.46	0.44	0.42	0.40
0.68	0.60	0.56	0.52	0.49	0.47	0.45	0.43	0.41
0.72	0.62	0.57	0.53	0.50	0.48	0.45	0.43	0.41
0.55	0.44	0.45	0.45	0.44	0.43	0.41	0.40	0.39
0.72	0.63	0.58	0.54	0.51	0.49	0.46	0.44	0.42
0.68	0.61	0.57	0.54	0.51	0.49	0.46	0.44	0.42
0.71	0.62	0.58	0.54	0.52	0.49	0.47	0.45	0.43
0.73	0.64	0.60	0.56	0.53	0.50	0.48	0.46	0.44
0.64	0.55	0.54	0.52	0.50	0.48	0.46	0.44	0.43
0.81	0.70	0.64	0.60	0.56	0.53	0.51	0.48	0.46
0.75	0.68	0.63	0.60	0.57	0.54	0.51	0.49	0.47
0.84	0.74	0.68	0.64	0.60	0.57	0.54	0.52	0.50
0.83	0.74	0.69	0.65	0.62	0.59	0.56	0.53	0.51
0.81	0.74	0.69	0.65	0.62	0.59	0.56	0.54	0.52

Paso 3: Ordenando en forma ascendente

L 1	L 2	L 3	L 4	L 5	L 6	L 7	L 8	L 9
10	15	20	25	30	35	40	45	50
0.452	0.327	0.347	0.350	0.347	0.340	0.331	0.322	0.313
0.460	0.330	0.353	0.359	0.356	0.349	0.340	0.331	0.321
0.469	0.331	0.356	0.360	0.356	0.350	0.342	0.333	0.324
0.477	0.336	0.358	0.365	0.363	0.357	0.350	0.341	0.331
0.486	0.351	0.371	0.374	0.370	0.362	0.353	0.343	0.333
0.504	0.353	0.381	0.388	0.387	0.373	0.359	0.345	0.333
0.518	0.420	0.406	0.403	0.388	0.380	0.372	0.358	0.344
0.521	0.427	0.417	0.417	0.405	0.388	0.373	0.362	0.352
0.526	0.432	0.436	0.423	0.415	0.397	0.381	0.366	0.353
0.528	0.444	0.442	0.429	0.416	0.399	0.384	0.369	0.354
0.532	0.457	0.448	0.432	0.418	0.404	0.386	0.370	0.354
0.537	0.459	0.450	0.433	0.421	0.405	0.387	0.370	0.355
0.547	0.459	0.452	0.436	0.425	0.405	0.390	0.375	0.362
0.550	0.460	0.454	0.447	0.428	0.406	0.392	0.379	0.367
0.551	0.470	0.473	0.449	0.434	0.426	0.412	0.395	0.379
0.551	0.480	0.483	0.453	0.439	0.431	0.413	0.399	0.383
0.553	0.505	0.499	0.474	0.451	0.439	0.419	0.400	0.386
0.560	0.515	0.507	0.489	0.463	0.440	0.421	0.403	0.386
0.570	0.522	0.518	0.490	0.464	0.441	0.432	0.412	0.394
0.589	0.523	0.522	0.504	0.478	0.453	0.436	0.417	0.400
0.599	0.525	0.533	0.506	0.479	0.456	0.438	0.426	0.408
0.606	0.527	0.536	0.519	0.493	0.468	0.446	0.432	0.414
0.607	0.552	0.538	0.522	0.499	0.475	0.453	0.433	0.424
0.620	0.554	0.539	0.531	0.501	0.479	0.460	0.443	0.424
0.636	0.554	0.540	0.539	0.510	0.485	0.463	0.443	0.426
0.637	0.560	0.540	0.544	0.514	0.487	0.464	0.443	0.426
0.639	0.563	0.556	0.544	0.515	0.490	0.468	0.447	0.429
0.643	0.565	0.567	0.548	0.528	0.501	0.477	0.456	0.436
0.649	0.566	0.572	0.559	0.561	0.531	0.505	0.482	0.461
0.650	0.568	0.577	0.564	0.566	0.538	0.514	0.491	0.470
0.651	0.569	0.580	0.569	0.569	0.562	0.542	0.517	0.495
0.653	0.570	0.581	0.596	0.577	0.565	0.542	0.523	0.504
0.654	0.572	0.591	0.598	0.582	0.569	0.555	0.534	0.511
0.655	0.573	0.595	0.600	0.586	0.574	0.558	0.539	0.516
0.657	0.575	0.596	0.608	0.600	0.583	0.563	0.542	0.525
0.664	0.585	0.596	0.610	0.601	0.586	0.563	0.544	0.529
0.665	0.588	0.600	0.612	0.605	0.588	0.565	0.551	0.533
0.665	0.599	0.609	0.612	0.611	0.591	0.570	0.553	0.539
0.676	0.600	0.612	0.616	0.617	0.600	0.588	0.562	0.540
0.680	0.601	0.612	0.617	0.618	0.602	0.589	0.574	0.550
0.688	0.605	0.615	0.619	0.619	0.606	0.591	0.574	0.551
0.689	0.605	0.617	0.620	0.621	0.614	0.595	0.575	0.555
0.691	0.606	0.622	0.623	0.624	0.615	0.600	0.575	0.558
0.704	0.612	0.622	0.623	0.631	0.615	0.602	0.576	0.559
0.704	0.612	0.625	0.635	0.632	0.617	0.603	0.587	0.570
0.706	0.614	0.627	0.635	0.634	0.620	0.603	0.588	0.571
0.708	0.615	0.635	0.636	0.635	0.629	0.604	0.590	0.575
0.709	0.616	0.635	0.640	0.636	0.630	0.605	0.593	0.575
0.717	0.618	0.635	0.640	0.640	0.632	0.612	0.595	0.575
0.718	0.618	0.636	0.649	0.643	0.634	0.615	0.596	0.575
0.722	0.625	0.638	0.650	0.646	0.635	0.615	0.597	0.579
0.724	0.630	0.640	0.651	0.647	0.636	0.616	0.598	0.579
0.727	0.631	0.641	0.655	0.647	0.636	0.618	0.598	0.589
0.729	0.635	0.646	0.655	0.650	0.637	0.625	0.611	0.596
0.730	0.635	0.648	0.657	0.654	0.637	0.628	0.615	0.597
0.741	0.640	0.651	0.657	0.656	0.637	0.629	0.616	0.599
0.745	0.643	0.653	0.658	0.656	0.641	0.630	0.618	0.606
0.747	0.644	0.658	0.666	0.656	0.644	0.635	0.620	0.607
0.751	0.645	0.658	0.670	0.657	0.650	0.641	0.627	0.611
0.752	0.646	0.663	0.671	0.662	0.651	0.642	0.634	0.620
0.754	0.652	0.666	0.672	0.671	0.654	0.648	0.637	0.622
0.755	0.655	0.669	0.674	0.671	0.659	0.652	0.640	0.625

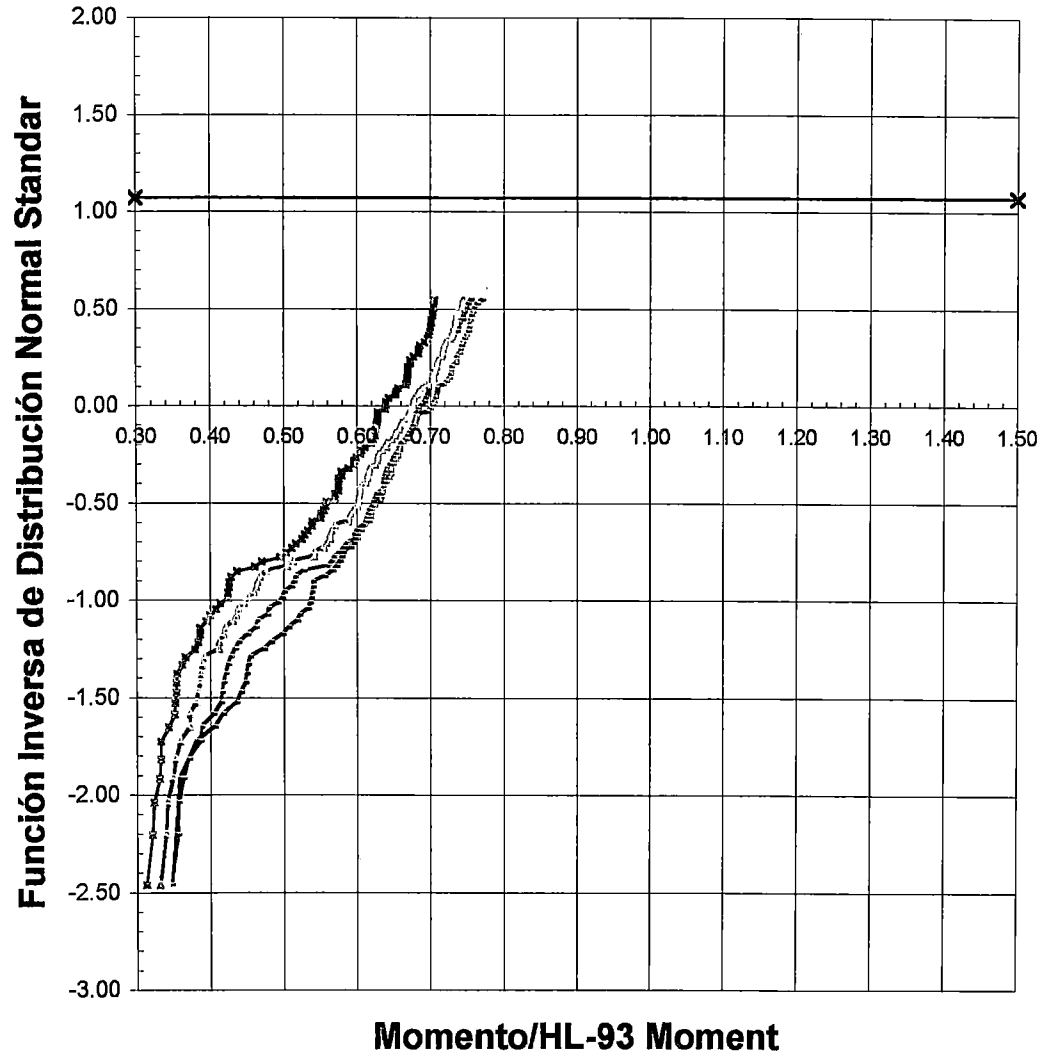
0.756	0.655	0.672	0.678	0.673	0.665	0.653	0.643	0.626
0.761	0.655	0.675	0.678	0.676	0.670	0.658	0.643	0.627
0.766	0.657	0.676	0.681	0.680	0.673	0.659	0.644	0.627
0.774	0.659	0.679	0.682	0.680	0.674	0.661	0.645	0.628
0.777	0.663	0.680	0.683	0.681	0.684	0.666	0.646	0.629
0.778	0.665	0.680	0.687	0.682	0.684	0.671	0.648	0.629
0.779	0.665	0.682	0.690	0.696	0.686	0.672	0.650	0.629
0.780	0.666	0.683	0.692	0.700	0.689	0.675	0.658	0.640
0.784	0.669	0.689	0.698	0.703	0.690	0.676	0.660	0.640
0.799	0.671	0.692	0.701	0.706	0.691	0.678	0.662	0.640
0.803	0.674	0.694	0.701	0.707	0.695	0.678	0.662	0.643
0.804	0.678	0.697	0.706	0.708	0.701	0.683	0.667	0.654
0.805	0.679	0.697	0.712	0.709	0.704	0.684	0.667	0.654
0.807	0.681	0.698	0.714	0.709	0.706	0.689	0.674	0.657
0.807	0.684	0.698	0.722	0.719	0.707	0.697	0.684	0.667
0.811	0.684	0.701	0.724	0.723	0.714	0.704	0.687	0.669
0.812	0.685	0.702	0.725	0.727	0.715	0.706	0.687	0.669
0.814	0.690	0.702	0.725	0.728	0.719	0.706	0.688	0.669
0.816	0.692	0.705	0.727	0.728	0.721	0.708	0.689	0.670
0.817	0.693	0.709	0.728	0.730	0.723	0.709	0.690	0.670
0.826	0.697	0.710	0.728	0.735	0.724	0.710	0.695	0.673
0.827	0.699	0.711	0.737	0.735	0.728	0.711	0.696	0.674
0.827	0.700	0.716	0.737	0.736	0.729	0.716	0.699	0.677
0.828	0.701	0.717	0.737	0.740	0.731	0.718	0.699	0.685
0.833	0.703	0.717	0.737	0.741	0.736	0.718	0.700	0.685
0.837	0.703	0.718	0.739	0.743	0.739	0.720	0.702	0.687
0.837	0.706	0.721	0.739	0.744	0.740	0.721	0.709	0.693
0.838	0.707	0.730	0.741	0.747	0.740	0.729	0.715	0.697
0.841	0.716	0.732	0.744	0.750	0.740	0.730	0.715	0.699
0.842	0.718	0.737	0.744	0.752	0.742	0.731	0.718	0.701
0.845	0.720	0.738	0.747	0.753	0.744	0.734	0.718	0.701
0.846	0.720	0.740	0.750	0.753	0.746	0.735	0.719	0.702
0.846	0.721	0.745	0.751	0.755	0.748	0.735	0.720	0.702
0.848	0.721	0.745	0.756	0.757	0.748	0.736	0.721	0.703
0.849	0.723	0.747	0.763	0.759	0.749	0.737	0.721	0.705
0.849	0.736	0.749	0.767	0.761	0.756	0.744	0.726	0.706
0.849	0.741	0.752	0.767	0.765	0.759	0.745	0.726	0.706
0.852	0.743	0.756	0.771	0.772	0.761	0.746	0.727	0.706
0.856	0.744	0.761	0.771	0.773	0.762	0.746	0.729	0.709
0.858	0.747	0.762	0.773	0.774	0.767	0.753	0.730	0.711
0.861	0.747	0.762	0.779	0.785	0.775	0.755	0.736	0.715
0.861	0.748	0.768	0.787	0.787	0.777	0.758	0.738	0.718
0.864	0.749	0.790	0.807	0.802	0.779	0.762	0.739	0.718
0.864	0.750	0.795	0.810	0.802	0.787	0.764	0.744	0.722
0.864	0.751	0.795	0.813	0.804	0.788	0.768	0.746	0.724
0.867	0.754	0.799	0.817	0.808	0.789	0.769	0.747	0.724
0.868	0.754	0.803	0.821	0.810	0.793	0.773	0.748	0.726
0.873	0.763	0.814	0.822	0.813	0.796	0.774	0.751	0.728
0.877	0.764	0.814	0.823	0.814	0.796	0.774	0.752	0.728
0.879	0.766	0.815	0.824	0.814	0.798	0.774	0.752	0.730
0.880	0.771	0.815	0.826	0.818	0.801	0.779	0.755	0.730
0.890	0.784	0.819	0.827	0.819	0.802	0.779	0.756	0.731
0.901	0.785	0.819	0.828	0.820	0.802	0.780	0.757	0.733
0.903	0.786	0.821	0.830	0.821	0.803	0.781	0.757	0.734
0.904	0.788	0.824	0.832	0.821	0.803	0.781	0.758	0.734
0.904	0.791	0.827	0.832	0.822	0.803	0.782	0.759	0.735
0.904	0.794	0.827	0.833	0.824	0.803	0.782	0.759	0.736
0.908	0.798	0.828	0.834	0.824	0.803	0.784	0.759	0.736
0.909	0.803	0.831	0.838	0.827	0.808	0.786	0.762	0.736
0.928	0.809	0.837	0.840	0.827	0.810	0.787	0.762	0.736
0.929	0.823	0.841	0.848	0.829	0.810	0.787	0.762	0.737
0.935	0.831	0.847	0.848	0.833	0.811	0.788	0.763	0.740

0.939	0.831	0.861	0.850	0.836	0.815	0.789	0.764	0.740
0.946	0.843	0.862	0.859	0.842	0.816	0.790	0.765	0.741
0.948	0.858	0.863	0.861	0.844	0.819	0.791	0.766	0.741
0.956	0.874	0.882	0.874	0.845	0.820	0.793	0.767	0.741
0.956	0.875	0.887	0.875	0.849	0.820	0.794	0.767	0.743
0.973	0.895	0.890	0.875	0.851	0.822	0.795	0.769	0.744
0.973	0.900	0.893	0.875	0.851	0.823	0.796	0.769	0.744
0.975	0.904	0.894	0.879	0.852	0.825	0.797	0.771	0.745
0.976	0.905	0.896	0.879	0.855	0.825	0.798	0.772	0.747
0.981	0.911	0.901	0.881	0.858	0.831	0.803	0.776	0.748
0.981	0.914	0.902	0.883	0.861	0.835	0.805	0.776	0.749
0.984	0.914	0.905	0.887	0.862	0.835	0.806	0.778	0.751
0.992	0.921	0.905	0.891	0.865	0.838	0.811	0.783	0.756
0.999	0.922	0.911	0.894	0.867	0.839	0.812	0.785	0.760
1.002	0.924	0.916	0.899	0.876	0.849	0.821	0.793	0.766
1.024	0.930	0.926	0.910	0.884	0.855	0.826	0.797	0.769

Media	0.50	0.43	0.44	0.44	0.44	0.43	0.42	0.41	0.39
D. S	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.13

m=1/D.E	7.12	7.25	7.09	6.96	6.96	7.01	7.12	7.25	7.42
b=-u/D.E	(3.57)	(3.11)	(3.10)	(3.07)	(3.04)	(3.00)	(2.97)	(2.94)	(2.92)

Momentos (t-m) (<48 t)

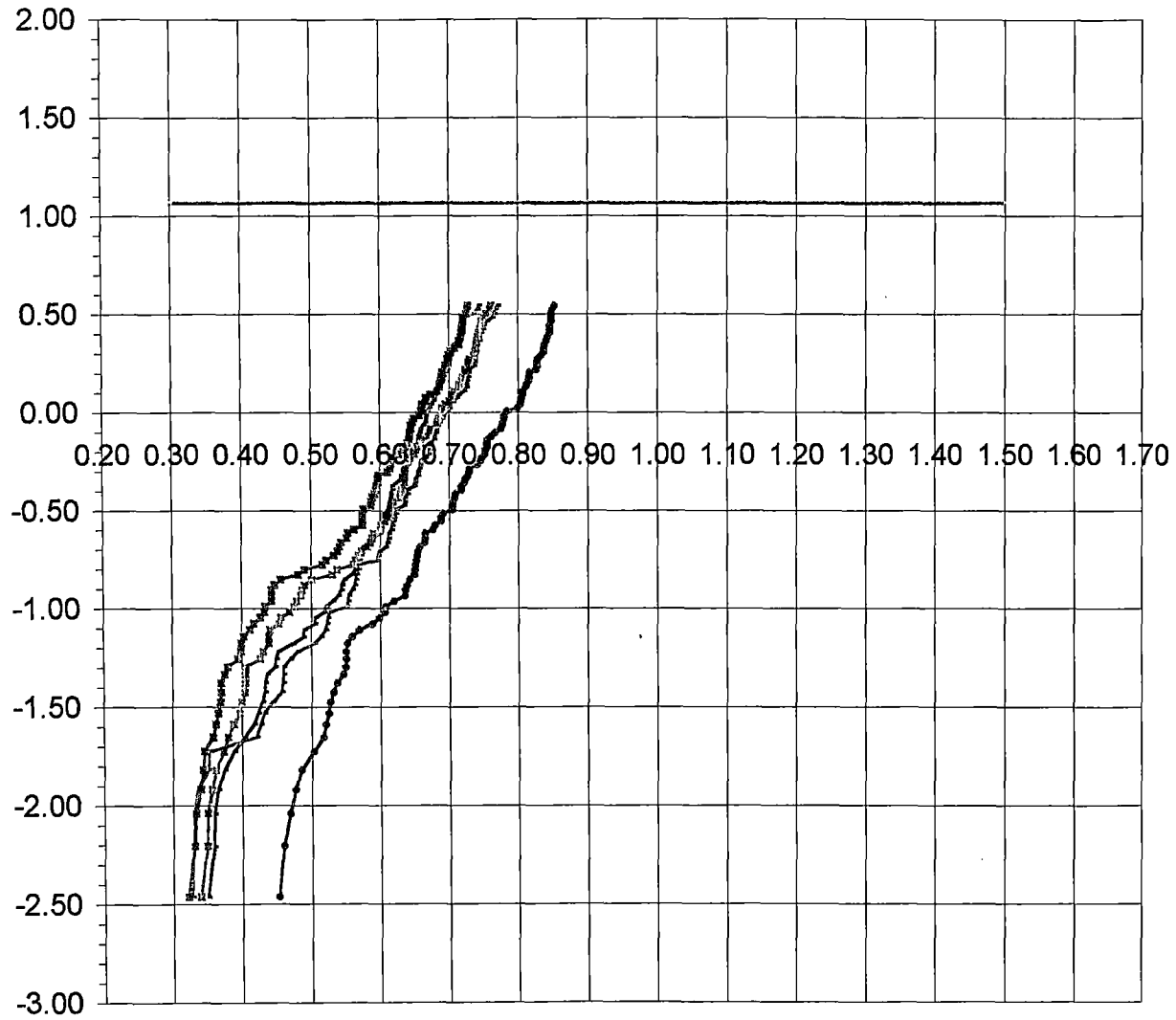


L=20 m,
30 m,
40 m,
50m

GAM-COD04-1

Momentos (t-m) (<48 t)

Función Inversa de Distribución Normal
Standar

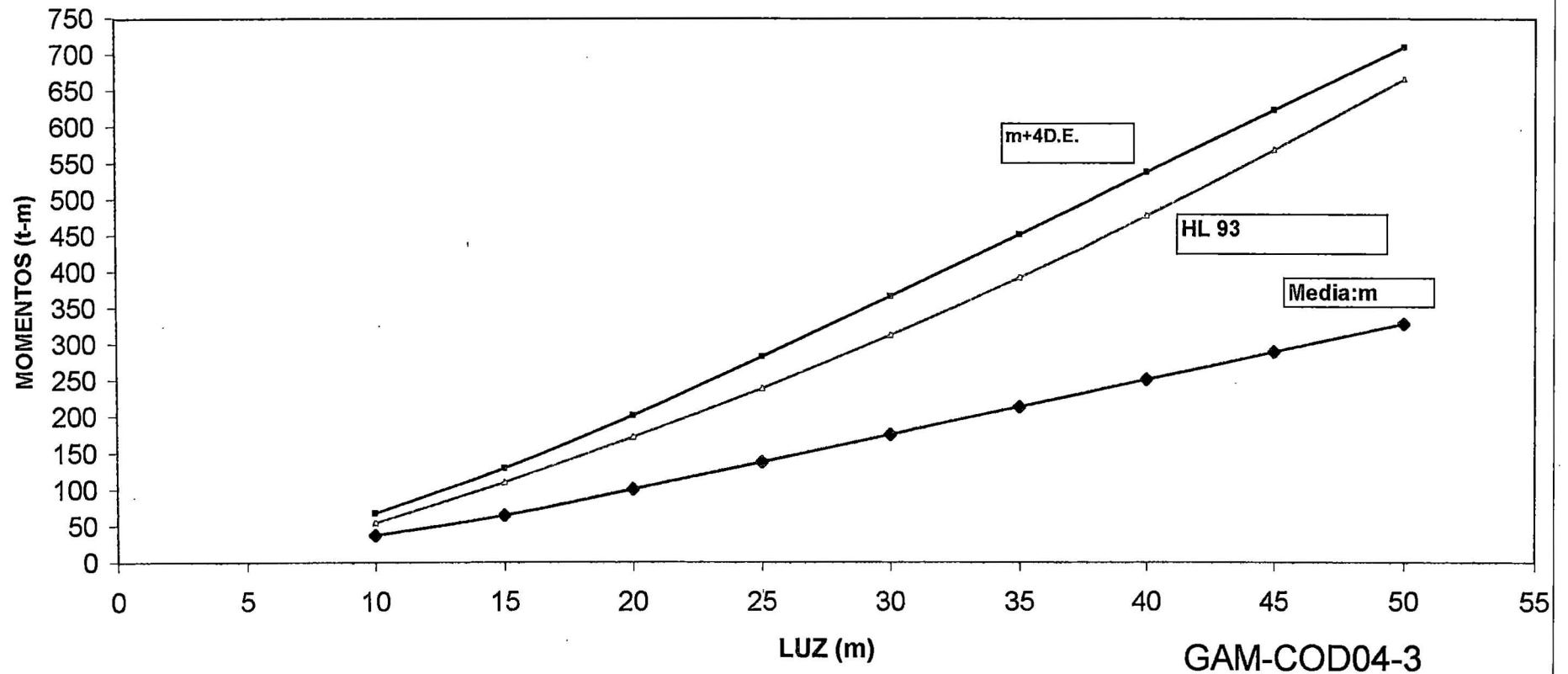


GAM-COD04-2

L=10 m,
15 m,
25 m,
35 m,
45 m

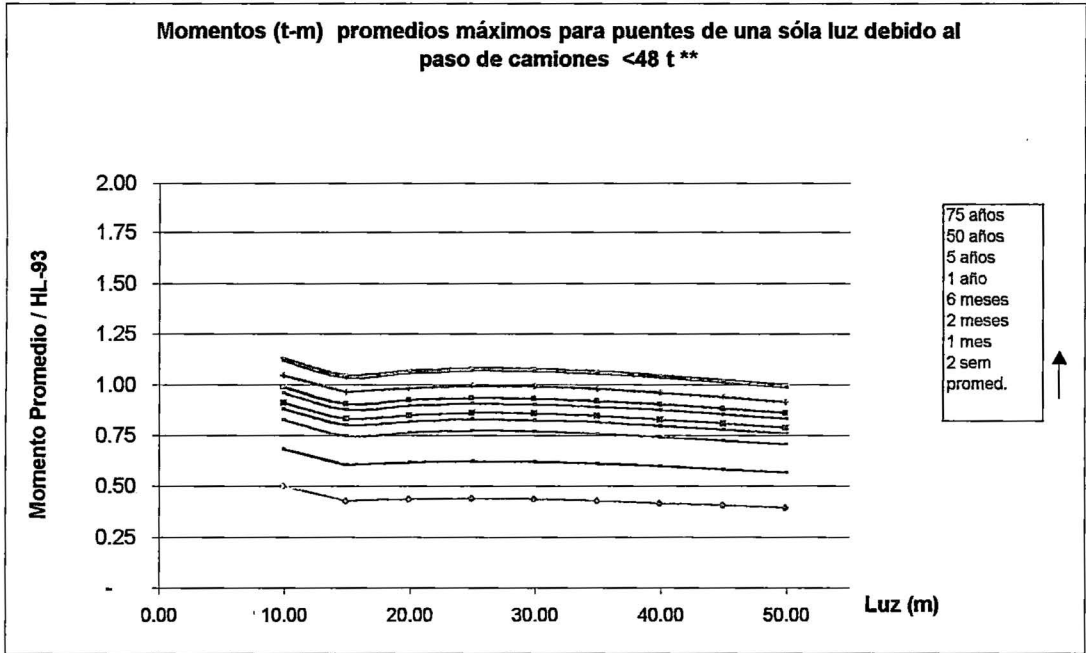
Momento/HL-93 Moment

GRÁFICA COMPARATIVA: MOMENTOS FLECTORES (t-m)



MOMENTOS PROMEDIOS MÁXIMOS PARA PUENTES DE UNA SÓLA LUZ DEBIDO AL PASO DE UN CAMIÓN <48t (DIVIDIDO POR EL MOMENTO HL-93 CORRESPONDIENTE)	ESTACION COCACH. FECHA Feb-04
---	----------------------------------

LUZ (m)	PROM.	1	2	1	2	6	1	5	50	75
		día	semanas	mes	meses	meses	año	años	años	años
10	0.50	0.68	0.83	0.88	0.91	0.96	0.99	1.05	1.12	1.13
15	0.43	0.61	0.75	0.80	0.83	0.88	0.91	0.96	1.04	1.05
20	0.44	0.62	0.77	0.82	0.85	0.90	0.92	0.98	1.06	1.07
25	0.44	0.62	0.77	0.83	0.86	0.91	0.94	1.00	1.07	1.08
30	0.44	0.62	0.77	0.83	0.86	0.91	0.93	0.99	1.07	1.08
35	0.43	0.61	0.76	0.81	0.85	0.89	0.92	0.98	1.05	1.07
40	0.42	0.60	0.74	0.80	0.83	0.88	0.90	0.96	1.03	1.05
45	0.41	0.58	0.73	0.78	0.81	0.85	0.88	0.94	1.01	1.02
50	0.39	0.57	0.71	0.76	0.79	0.83	0.86	0.91	0.99	1.00



CORTES MÁXIMOS (t) PARA UNA MUESTRA DE CAMIONES REALES**	
ESTACIÓN : COCACHACRA FEB 04	PESOS : Menores de 48 t

Camión N°	L 1	L 2	L 3	L 4	L 5	L 6	L 7	L 8	L 9
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
1	21.12	26.67	30.31	32.50	33.96	35.00	35.78	36.39	36.88
2	21.70	27.97	32.62	35.40	37.26	38.59	39.58	40.36	40.97
3	21.42	27.49	32.21	35.04	36.93	38.27	39.28	40.07	40.70
4	21.18	27.39	32.32	35.29	37.27	38.68	39.74	40.56	41.22
5	18.98	23.28	26.23	28.00	29.18	30.03	30.66	31.15	31.54
6	25.68	31.59	34.95	36.97	38.32	39.28	40.00	40.56	41.01
7	25.87	31.98	35.84	38.16	39.71	40.81	41.64	42.28	42.80
8	20.89	28.03	32.67	35.45	37.31	38.64	39.63	40.40	41.02
9	20.92	25.88	28.85	30.62	31.81	32.66	33.29	33.79	34.18
10	13.84	19.44	23.97	28.58	31.65	33.85	35.49	36.77	37.79
11	16.58	21.99	25.76	28.03	29.54	30.62	31.43	32.05	32.56
12	21.47	28.48	33.08	35.84	37.69	39.00	39.99	40.75	41.37
13	21.67	28.65	33.17	35.88	37.69	38.98	39.95	40.70	41.31
14	22.14	28.51	32.86	35.47	37.21	38.45	39.38	40.11	40.69
15	22.13	27.54	30.55	32.36	33.56	34.42	35.07	35.57	35.97
16	20.77	27.40	32.46	35.49	37.51	38.96	40.04	40.89	41.56
17	24.91	31.40	35.37	37.75	39.34	40.47	41.32	41.98	42.51
18	25.85	31.81	35.24	37.30	38.67	39.65	40.38	40.96	41.41
19	15.10	18.16	22.60	26.36	28.96	30.81	32.20	33.29	34.15
20	23.36	29.92	34.20	36.77	38.49	39.71	40.63	41.34	41.91
21	23.79	29.84	33.54	35.75	37.23	38.28	39.08	39.69	40.18
22	19.55	24.51	27.29	28.96	30.07	30.86	31.46	31.92	32.29
23	19.58	24.55	27.32	28.99	30.10	30.89	31.48	31.95	32.32
24	22.13	28.87	33.36	36.05	37.85	39.13	40.09	40.84	41.44
25	18.21	24.03	28.31	30.88	32.60	33.82	34.74	35.46	36.03
26	21.20	26.36	29.96	32.12	33.56	34.59	35.36	35.96	36.44
27	20.36	26.58	31.55	34.63	36.68	38.15	39.25	40.10	40.78
28	23.80	30.15	34.11	36.48	38.07	39.20	40.05	40.71	41.24
29	20.37	25.86	31.21	34.46	36.63	38.18	39.34	40.25	40.97
30	21.56	27.68	32.43	35.28	37.18	38.54	39.56	40.35	40.99
31	22.96	29.56	33.81	36.36	38.06	39.28	40.19	40.90	41.47
32	16.57	22.48	27.79	31.64	34.22	36.05	37.43	38.50	39.36
33	18.65	23.76	27.01	28.95	30.25	31.18	31.88	32.42	32.85
34	13.21	17.48	21.82	26.07	28.90	30.92	32.43	33.61	34.56
35	20.60	25.79	29.26	31.33	32.72	33.71	34.45	35.02	35.49
36	17.07	21.65	25.24	27.39	28.82	29.84	30.61	31.21	31.69
37	24.95	31.81	35.57	37.83	39.33	40.40	41.21	41.83	42.34
38	21.94	27.92	32.69	35.68	37.68	39.11	40.18	41.01	41.68
39	17.64	23.19	27.81	30.64	32.52	33.86	34.87	35.66	36.29
40	17.44	23.00	27.66	30.53	32.44	33.81	34.83	35.63	36.27
41	26.43	32.25	35.82	37.97	39.39	40.41	41.18	41.77	42.25
42	17.10	22.24	27.39	31.37	34.02	35.91	37.33	38.43	39.32
43	16.93	22.13	27.28	31.25	33.89	35.77	37.19	38.29	39.17
44	21.62	27.73	31.69	34.07	35.65	36.78	37.63	38.29	38.82
45	19.57	25.35	28.88	30.99	32.40	33.41	34.16	34.75	35.22
46	25.72	31.54	35.14	37.30	38.74	39.77	40.54	41.14	41.62
47	20.04	24.21	28.53	31.55	33.56	35.00	36.07	36.91	37.58
48	25.26	31.15	34.48	36.47	37.80	38.75	39.46	40.02	40.46
49	25.85	31.82	35.13	37.12	38.45	39.39	40.10	40.65	41.10
50	20.29	25.91	30.57	33.50	35.46	36.85	37.90	38.71	39.37
51	18.26	22.91	28.13	31.26	33.34	34.83	35.95	36.82	37.52
52	23.85	30.72	34.79	37.23	38.86	40.02	40.90	41.57	42.12
53	18.28	24.20	28.06	30.38	31.92	33.03	33.85	34.50	35.01
54	18.06	22.85	28.09	31.23	33.32	34.82	35.94	36.81	37.51
55	22.01	28.26	32.98	35.82	37.71	39.06	40.07	40.86	41.49
56	21.02	27.19	32.03	34.92	36.86	38.24	39.27	40.08	40.72
57	21.11	27.29	31.20	33.54	35.10	36.22	37.06	37.71	38.23
58	16.58	21.99	25.76	28.03	29.54	30.62	31.43	32.05	32.56
59	25.62	32.12	35.93	38.21	39.73	40.82	41.63	42.27	42.78
60	24.16	30.68	34.65	37.03	38.61	39.74	40.59	41.25	41.78
61	18.79	23.66	26.69	28.51	29.73	30.59	31.24	31.75	32.15
62	26.27	31.73	34.89	36.79	38.06	38.96	39.64	40.17	40.59
63	26.46	32.83	36.42	38.57	40.01	41.04	41.81	42.40	42.88
64	24.27	30.31	34.26	36.63	38.21	39.34	40.19	40.84	41.37
65	22.29	27.55	31.06	33.17	34.57	35.58	36.33	36.92	37.38
66	26.36	32.54	36.24	38.47	39.95	41.01	41.80	42.42	42.91
67	23.42	29.72	33.27	35.40	36.82	37.84	38.60	39.19	39.67
68	23.86	28.95	31.64	33.26	34.34	35.11	35.69	36.14	36.50
69	20.06	27.10	32.22	35.30	37.35	38.82	39.92	40.77	41.46
70	26.27	32.13	35.91	38.17	39.69	40.77	41.58	42.21	42.71
71	21.78	27.76	31.60	33.90	35.43	36.52	37.35	37.99	38.50
72	22.35	28.97	33.21	35.76	37.46	38.67	39.58	40.29	40.85

73	15.67	20.27	24.71	27.37	29.15	30.42	31.37	32.11	32.70
74	18.12	25.42	30.66	33.80	35.90	37.40	38.52	39.39	40.09
75	22.39	27.93	31.59	33.78	35.25	36.29	37.08	37.68	38.17
76	25.91	31.75	35.39	37.58	39.04	40.09	40.87	41.47	41.96
77	25.52	31.86	35.80	38.16	39.74	40.87	41.71	42.37	42.89
78	21.57	27.19	30.45	32.40	33.70	34.63	35.33	35.87	36.31
79	26.13	32.27	35.75	37.84	39.24	40.23	40.98	41.56	42.02
80	26.10	32.29	35.76	37.84	39.23	40.22	40.96	41.54	42.00
81	20.77	26.82	31.47	34.27	36.13	37.46	38.46	39.24	39.86
82	13.83	18.84	23.82	27.86	30.55	32.48	33.92	35.05	35.94
83	26.04	32.02	35.40	37.43	38.78	39.75	40.47	41.03	41.48
84	25.37	31.33	34.66	36.66	38.00	38.95	39.66	40.22	40.66
85	22.18	27.87	31.59	33.82	35.31	36.37	37.17	37.79	38.28
86	17.11	22.81	26.27	28.34	29.72	30.71	31.45	32.03	32.49
87	24.63	31.24	34.99	37.24	38.74	39.82	40.62	41.25	41.75
88	20.12	24.94	27.80	29.51	30.65	31.46	32.08	32.55	32.93
89	20.90	26.56	30.16	32.32	33.75	34.78	35.55	36.15	36.63
90	15.21	20.70	25.57	29.43	32.01	33.85	35.23	36.30	37.16
91	15.14	20.63	25.51	29.39	31.98	33.83	35.21	36.29	37.15
92	21.88	27.66	31.66	34.06	35.66	36.80	37.66	38.33	38.86
93	23.39	28.99	32.55	34.68	36.10	37.12	37.88	38.47	38.94
94	20.94	26.97	30.81	33.11	34.64	35.74	36.56	37.20	37.71
95	24.59	29.22	31.54	32.93	33.86	34.52	35.02	35.40	35.71
96	22.14	27.64	31.16	33.27	34.68	35.68	36.44	37.02	37.49
97	24.75	30.81	34.76	37.13	38.71	39.84	40.69	41.35	41.88
98	19.31	24.50	27.64	29.53	30.78	31.68	32.35	32.88	33.30
99	23.88	30.37	34.35	36.74	38.34	39.47	40.33	40.99	41.52
100	24.62	30.94	34.94	37.34	38.94	40.08	40.94	41.60	42.14
101	12.57	15.93	19.11	21.35	22.84	23.90	24.70	25.32	25.82
102	13.89	18.59	21.63	23.45	24.66	25.53	26.18	26.68	27.09
103	20.88	24.28	25.98	27.00	27.68	28.16	28.53	28.81	29.04
104	22.72	25.63	27.09	27.97	28.55	28.97	29.28	29.52	29.71
105	22.46	25.61	27.18	28.12	28.75	29.20	29.53	29.80	30.01
106	17.59	22.38	24.89	26.40	27.41	28.13	28.67	29.08	29.42
107	18.23	22.80	25.41	26.97	28.02	28.76	29.32	29.76	30.10
108	18.91	23.95	26.56	28.12	29.16	29.91	30.47	30.90	31.25
109	12.36	14.94	16.22	17.00	17.51	17.88	18.15	18.37	18.54
110	11.90	14.68	16.07	16.90	17.46	17.86	18.15	18.39	18.57
111	15.48	17.11	17.92	18.41	18.74	18.97	19.15	19.28	19.39
112	13.28	15.68	16.89	17.61	18.09	18.43	18.69	18.89	19.05
113	15.15	16.98	17.89	18.44	18.80	19.07	19.26	19.41	19.54
114	12.42	15.21	16.61	17.45	18.00	18.40	18.70	18.93	19.12
115	13.81	16.19	17.38	18.09	18.57	18.91	19.16	19.36	19.52
116	13.45	16.01	17.29	18.05	18.56	18.93	19.20	19.42	19.59
117	13.85	16.36	17.61	18.36	18.86	19.22	19.48	19.69	19.86
118	14.11	16.57	17.80	18.54	19.04	19.39	19.65	19.86	20.02
119	14.07	16.63	17.91	18.68	19.19	19.55	19.83	20.04	20.21
120	13.62	16.38	17.76	18.59	19.14	19.54	19.83	20.06	20.25
121	16.18	18.15	19.13	19.72	20.11	20.40	20.61	20.77	20.90
122	15.50	17.75	18.88	19.56	20.01	20.33	20.57	20.76	20.91
123	16.79	18.67	19.61	20.17	20.55	20.82	21.02	21.18	21.30
124	17.57	19.26	20.11	20.62	20.96	21.20	21.38	21.52	21.63
125	14.22	17.10	18.55	19.41	19.99	20.40	20.71	20.95	21.15
126	14.06	17.08	18.59	19.50	20.10	20.54	20.86	21.11	21.31
127	16.28	18.64	19.82	20.53	21.00	21.34	21.60	21.79	21.95
128	18.10	19.90	20.80	21.34	21.70	21.96	22.15	22.30	22.42
129	18.58	20.29	21.15	21.66	22.01	22.25	22.43	22.58	22.69
130	13.17	16.79	18.62	19.71	20.44	20.96	21.35	21.66	21.90
131	18.47	20.43	21.41	22.00	22.39	22.67	22.88	23.05	23.18

132	18.59	20.58	21.58	22.17	22.57	22.86	23.07	23.24	23.37
133	18.77	20.80	21.81	22.42	22.83	23.12	23.34	23.51	23.64
134	19.42	21.31	22.25	22.82	23.20	23.47	23.67	23.82	23.95
135	16.24	19.36	20.92	21.86	22.49	22.93	23.27	23.53	23.74
136	20.27	22.28	23.28	23.88	24.28	24.57	24.78	24.95	25.08
137	18.55	21.44	22.88	23.74	24.32	24.73	25.04	25.28	25.47
138	22.09	24.19	25.24	25.87	26.30	26.60	26.82	27.00	27.14
139	20.42	23.45	24.97	25.87	26.48	26.91	27.24	27.49	27.69
140	20.34	23.54	25.14	26.10	26.74	27.20	27.54	27.81	28.02

Media	15.32	19.46	22.31	24.10	25.30	26.15	26.79	27.29	27.68
D. S	3.35	3.75	3.58	3.38	3.29	3.27	3.26	3.27	3.29

Est.Ant.m+ 4 σ	30.45	35.00	38.28	41.50	43.18	45.00	46.02	47.00	47.91
--------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

m + 2 σ	22.02	26.96	29.48	30.85	31.88	32.68	33.32	33.83	34.26
m + 4 σ	28.71	34.47	36.64	37.60	38.47	39.21	39.84	40.38	40.83
m + 5 σ	32.06	38.22	40.23	40.98	41.76	42.48	43.11	43.65	44.11
V- HL93	27.64	32.06	35.43	38.43	41.20	43.88	46.46	49.01	51.52
V- HS20	22.89	24.93	25.93	26.56	26.95	27.25	27.46	27.63	27.77

CORTANTES MÁXIMOS (t) PARA UNA MUESTRA DE CAMIONES REALES**ESTACION : COCACHACRA MES : FEBR2004 PESOS : Menores de 48 t**

WxFl/N

Marca	Camión N°	L 1	L 2	L 3	L 4	L 5	L 6	L 7	L 8	L 9
6844		10	15	20	25	30	35	40	45	50
24	1	506.95	640.01	727.51	780.02	815.02	840.02	858.77	873.36	885.02
3	2	65.09	83.92	97.85	106.21	111.78	115.76	118.74	121.07	122.92
7	3	149.93	192.44	225.46	245.27	258.48	267.91	274.99	280.49	284.89
12	4	254.16	328.63	387.89	423.47	447.18	464.12	476.82	486.71	494.62
10	5	189.81	232.84	262.34	280.04	291.84	300.27	306.59	311.51	315.44
10	6	256.80	315.86	349.50	369.69	383.15	392.77	399.98	405.59	410.07
5	7	129.35	159.88	179.21	190.80	198.53	204.06	208.20	211.42	214.00
17	8	355.13	476.53	555.41	602.72	634.27	656.81	673.71	686.85	697.37
7	9	146.44	181.17	201.92	214.37	222.66	228.59	233.04	236.50	239.26
14	10	193.79	272.10	335.58	400.09	443.10	473.83	496.86	514.78	529.12
7	11	116.06	153.93	180.35	196.20	206.77	214.31	219.98	224.38	227.90
35	12	751.31	996.87	1,157.91	1,254.54	1,318.98	1,364.97	1,399.48	1,426.32	1,447.81
17	13	368.42	486.97	563.84	609.96	640.71	662.68	679.17	691.97	702.22
35	14	775.04	997.99	1,150.17	1,241.49	1,302.35	1,345.82	1,378.44	1,403.82	1,424.08
86	15	1,902.84	2,368.78	2,627.64	2,782.96	2,886.50	2,960.46	3,015.93	3,059.02	3,093.51
5	16	103.83	137.00	162.28	177.45	187.57	194.79	200.21	204.43	207.80
4	17	99.63	125.59	141.47	151.00	157.35	161.88	165.29	167.93	170.05
11	18	284.35	349.93	387.65	410.28	425.37	436.15	444.22	450.52	455.54
21	19	317.16	381.40	474.58	553.50	608.08	647.05	676.28	699.03	717.21
60	20	1,401.84	1,795.14	2,052.12	2,206.32	2,309.10	2,382.54	2,437.62	2,480.46	2,514.72
76	21	1,808.19	2,267.92	2,548.66	2,717.08	2,829.33	2,909.51	2,969.70	3,016.44	3,053.91
35	22	684.11	857.89	955.15	1,013.50	1,052.38	1,080.17	1,101.03	1,117.24	1,130.19
29	23	567.88	711.81	792.31	840.59	872.78	895.81	913.04	926.46	937.19
26	24	575.43	750.70	867.39	937.40	984.07	1,017.43	1,042.44	1,061.89	1,077.44
69	25	1,256.15	1,657.86	1,953.60	2,131.00	2,249.26	2,333.79	2,397.13	2,446.46	2,485.86
33	26	699.73	870.01	988.78	1,080.03	1,107.55	1,141.47	1,166.91	1,186.71	1,202.55
36	27	732.85	956.99	1,135.87	1,246.64	1,320.48	1,373.26	1,412.82	1,443.60	1,468.19
5	28	119.02	150.75	170.55	182.42	190.34	196.00	200.24	203.54	206.18
42	29	855.62	1,086.16	1,310.86	1,447.45	1,538.54	1,603.56	1,652.36	1,690.29	1,720.66
71	30	1,530.83	1,965.07	2,302.46	2,504.95	2,639.92	2,736.34	2,808.69	2,864.92	2,909.94
62	31	1,423.21	1,832.47	2,096.16	2,254.38	2,359.84	2,435.24	2,491.72	2,535.68	2,570.83
36	32	596.41	809.14	1,000.26	1,139.15	1,231.78	1,297.91	1,347.52	1,386.11	1,416.96
37	33	690.05	879.08	999.22	1,071.30	1,119.36	1,153.70	1,179.45	1,199.47	1,215.49
7	34	92.46	122.35	152.74	182.46	202.27	216.42	227.03	235.28	241.89
17	35	350.17	438.50	497.34	532.63	556.17	572.99	585.58	595.39	603.25
23	36	392.66	498.02	580.43	629.88	662.84	686.39	704.05	717.78	728.78
41	37	1,022.91	1,304.25	1,458.33	1,550.83	1,612.45	1,656.48	1,689.49	1,715.19	1,735.74
9	38	197.46	251.29	294.17	321.15	339.14	351.98	361.61	369.11	375.10
14	39	246.89	324.67	389.35	428.90	455.27	474.10	488.22	499.21	508.00
8	40	139.49	183.98	221.30	244.24	259.54	270.46	278.66	285.03	290.13
15	41	396.38	483.81	537.36	569.49	590.91	606.21	617.69	626.61	633.75
17	42	290.75	378.06	465.66	533.24	578.29	610.45	634.59	653.36	668.37
25	43	423.18	553.35	682.05	781.13	847.18	894.35	929.75	957.28	979.28
50	44	1,080.75	1,386.65	1,584.55	1,703.30	1,782.45	1,839.00	1,881.40	1,914.40	1,940.80
29	45	567.47	735.24	837.40	898.71	939.60	968.77	990.67	1,007.69	1,021.32
17	46	437.19	536.11	597.35	634.08	658.58	676.07	689.20	699.40	707.57
21	47	420.74	508.49	599.15	662.51	704.74	734.90	757.53	775.13	789.20
20	48	505.28	623.02	689.52	729.42	756.02	775.02	789.28	800.36	809.22
34	49	878.97	1,081.81	1,194.45	1,262.05	1,307.13	1,339.33	1,363.47	1,382.24	1,397.26
15	50	304.28	388.70	458.55	502.53	531.86	552.80	568.50	580.71	590.49
27	51	492.97	618.60	759.43	843.91	900.26	940.49	970.65	994.14	1,012.91
52	52	1,240.25	1,597.65	1,809.24	1,936.17	2,020.77	2,081.20	2,126.54	2,161.80	2,190.03
61	53	1,114.90	1,476.26	1,711.78	1,853.06	1,947.30	2,014.59	2,065.03	2,104.26	2,135.67
14	54	252.90	319.96	393.23	437.19	466.49	487.42	503.13	515.34	525.11
32	55	704.35	904.32	1,055.49	1,146.14	1,206.62	1,249.79	1,282.18	1,307.36	1,327.52
84	56	1,765.85	2,284.30	2,690.10	2,933.62	3,095.90	3,211.82	3,298.85	3,366.47	3,420.56
13	57	274.46	354.77	405.55	436.02	456.33	470.83	481.72	490.18	496.95
24	58	397.92	527.76	618.34	672.67	708.91	734.78	754.20	769.30	781.37
31	59	794.16	995.66	1,113.68	1,184.48	1,231.66	1,265.39	1,290.65	1,310.34	1,326.06
14	60	338.30	429.56	485.06	518.35	540.54	556.40	568.29	577.53	584.93
23	61	432.10	544.16	613.94	655.80	683.70	703.64	718.59	730.20	739.52
18	62	472.90	571.05	628.02	662.22	685.01	701.28	713.50	722.99	730.58
16	63	423.34	525.23	582.69	617.17	640.14	656.56	668.88	678.46	686.11
26	64	631.12	788.16	890.84	952.43	993.49	1,022.81	1,044.81	1,061.92	1,075.82
19	65	423.43	523.43	590.16	630.21	656.89	675.96	690.27	701.39	710.28
15	66	395.34	488.06	543.65	577.01	599.24	615.12	627.03	636.30	643.71
29	67	679.21	861.79	984.83	1,026.66	1,067.87	1,097.30	1,119.37	1,136.57	1,150.29
28	68	668.19	810.52	886.00	931.28	961.49	983.05	999.21	1,011.81	1,021.86
13	69	260.74	352.24	418.91	458.93	485.60	504.66	518.95	530.06	538.95
2	70	52.53	64.25	71.81	76.35	79.37	81.53	83.15	84.41	85.42
7	71	152.48	194.33	221.17	237.27	248.00	255.67	261.42	265.90	269.47
8	72	178.82	231.74	265.70	286.08	299.66	309.36	316.64	322.30	326.82

18	73	282.02	364.82	444.74	492.70	524.66	547.49	564.62	577.93	588.58
17	74	308.11	432.06	521.17	574.63	610.28	635.75	654.84	669.70	681.58
18	75	402.98	502.69	568.55	608.06	634.41	653.22	667.35	678.31	687.10
29	76	751.51	920.61	1,026.43	1,089.91	1,132.22	1,162.47	1,185.11	1,202.75	1,216.87
25	77	637.90	796.50	895.00	954.10	993.50	1,021.63	1,042.73	1,059.15	1,072.28
9	78	194.13	244.68	274.01	291.60	303.33	311.70	317.99	322.87	326.78
16	79	418.02	516.29	572.03	605.47	627.78	643.70	655.63	664.93	672.37
19	80	495.96	613.47	679.36	718.90	745.28	764.09	778.22	789.20	797.98
5	81	103.85	134.08	157.37	171.34	180.66	187.31	192.30	196.18	199.29
19	82	262.79	358.04	452.50	529.32	580.51	617.08	644.52	665.86	682.92
15	83	390.65	480.27	530.99	561.41	581.70	596.19	607.05	615.50	622.26
7	84	177.56	219.30	242.63	256.63	265.97	272.64	277.63	281.53	284.63
11	85	243.94	306.55	347.46	372.01	388.38	400.07	408.84	415.66	421.10
7	86	119.80	159.66	183.86	198.38	208.06	214.98	220.16	224.20	227.42
13	87	320.14	406.08	454.87	484.15	503.67	517.61	528.06	536.20	542.70
10	88	201.22	249.42	277.95	295.07	306.48	314.64	320.75	325.51	329.31
5	89	104.48	132.81	150.79	161.58	168.77	173.90	177.76	180.75	183.15
20	90	304.26	413.90	511.48	588.68	640.16	676.92	704.50	725.94	743.10
2	91	30.27	41.25	51.02	58.78	63.95	67.65	70.42	72.58	74.30
7	92	153.13	193.64	221.63	238.42	249.62	257.61	263.61	268.28	272.01
9	93	210.47	260.92	292.91	312.11	324.91	334.04	340.90	346.23	350.50
11	94	230.37	296.70	338.88	364.18	381.04	393.10	402.13	409.16	414.78
6	95	147.53	175.34	189.24	197.59	203.15	207.12	210.10	212.41	214.27
17	96	376.40	469.93	529.70	565.59	589.49	606.58	619.40	629.36	637.33
12	97	296.94	369.66	417.11	445.58	464.56	478.12	488.29	496.20	502.52
2	98	38.62	49.00	55.28	59.05	61.56	63.36	64.70	65.75	66.59
1	99	23.88	30.37	34.35	36.74	38.34	39.47	40.33	40.99	41.52
10	100	246.22	309.43	349.41	373.40	389.39	400.81	409.38	416.04	421.37
74.00	101	930.48	1,178.67	1,414.14	1,579.68	1,690.01	1,768.90	1,828.02	1,873.98	1,910.75
74.00	102	1,027.93	1,375.66	1,600.25	1,735.00	1,824.84	1,889.00	1,937.10	1,974.54	2,004.51
74.00	103	1,545.19	1,796.57	1,922.30	1,997.70	2,048.02	2,083.91	2,110.85	2,131.79	2,148.59
74.00	104	1,681.21	1,896.92	2,004.73	2,069.48	2,112.55	2,143.41	2,166.50	2,184.48	2,198.84
74.00	105	1,662.34	1,894.84	2,011.17	2,080.88	2,127.43	2,160.65	2,185.52	2,204.90	2,220.44
74.00	106	1,301.96	1,655.82	1,841.93	1,953.67	2,028.12	2,081.32	2,121.21	2,152.22	2,177.01
74.00	107	1,348.65	1,687.20	1,880.19	1,996.00	2,073.26	2,128.39	2,169.75	2,201.87	2,227.62
75.00	108	1,417.95	1,795.95	1,991.63	2,109.00	2,187.30	2,243.18	2,285.10	2,317.73	2,343.83
130.00	109	1,607.32	1,941.81	2,109.12	2,209.48	2,276.43	2,324.14	2,360.02	2,387.84	2,410.20
130.00	110	1,547.26	1,908.53	2,089.10	2,197.52	2,269.67	2,321.28	2,360.02	2,390.18	2,414.23
130.00	111	2,011.75	2,223.91	2,329.99	2,393.56	2,435.94	2,466.23	2,488.98	2,506.66	2,520.83
130.00	112	1,726.14	2,038.92	2,195.31	2,289.17	2,351.83	2,396.42	2,429.96	2,456.09	2,476.89
130.00	113	1,969.11	2,206.75	2,325.70	2,396.94	2,444.52	2,478.45	2,503.93	2,523.82	2,539.68
130.00	114	1,615.12	1,977.82	2,159.04	2,267.85	2,340.39	2,392.26	2,431.13	2,461.29	2,485.47
130.00	115	1,794.65	2,104.31	2,259.01	2,351.96	2,413.84	2,458.04	2,491.19	2,517.06	2,537.60
130.00	116	1,748.24	2,080.78	2,247.05	2,346.89	2,413.32	2,460.90	2,496.52	2,524.21	2,546.31
130.00	117	1,801.02	2,126.28	2,288.91	2,386.54	2,451.54	2,497.95	2,532.92	2,559.96	2,581.67
130.00	118	1,833.65	2,154.10	2,314.39	2,410.46	2,474.68	2,520.44	2,554.76	2,581.41	2,602.86
130.00	119	1,829.62	2,161.90	2,328.04	2,427.75	2,494.18	2,541.63	2,577.25	2,604.94	2,627.04
130.00	120	1,770.47	2,129.53	2,308.93	2,416.70	2,488.46	2,539.68	2,578.16	2,608.06	2,631.98
130.00	121	2,102.88	2,358.85	2,486.77	2,563.60	2,614.82	2,651.35	2,678.78	2,700.10	2,717.26
130.00	122	2,015.00	2,307.89	2,454.40	2,542.28	2,600.91	2,642.64	2,674.10	2,698.54	2,718.04
130.00	123	2,182.57	2,426.97	2,549.17	2,622.62	2,671.50	2,706.34	2,732.60	2,752.88	2,769.26
130.00	124	2,283.97	2,504.06	2,614.17	2,680.21	2,724.28	2,755.74	2,779.27	2,797.60	2,812.29
130.00	125	1,848.34	2,223.52	2,411.24	2,523.69	2,598.83	2,652.39	2,692.56	2,723.89	2,748.85
130.00	126	1,828.06	2,220.66	2,417.09	2,534.87	2,613.39	2,669.55	2,711.54	2,744.30	2,770.56
130.00	127	2,115.88	2,423.20	2,576.86	2,669.03	2,730.52	2,774.46	2,807.35	2,832.96	2,853.50
130.00	128	2,353.13	2,587.26	2,704.39	2,774.59	2,821.52	2,854.93	2,880.02	2,899.52	2,915.12
130.00	129	2,414.75	2,637.70	2,749.24	2,816.06	2,860.65	2,892.50	2,916.42	2,935.01	2,949.83
130.00	130	1,711.84	2,183.09	2,420.08	2,562.30	2,657.07	2,724.80	2,775.63	2,815.15	2,846.74
130.00	131	2,400.97	2,655.90	2,783.30	2,859.87	2,910.83	2,947.23	2,974.53	2,995.85	3,012.75

130.00	132	2,416.83	2,675.53	2,804.88	2,882.62	2,934.36	2,971.28	2,998.97	3,020.55	3,037.84
130.00	133	2,439.45	2,703.61	2,835.69	2,914.99	2,967.77	3,005.47	3,033.81	3,055.78	3,073.46
130.00	134	2,524.73	2,770.04	2,892.63	2,966.34	3,015.35	3,050.45	3,076.71	3,097.12	3,113.50
130.00	135	2,110.55	2,516.80	2,719.99	2,841.93	2,923.18	2,981.16	3,024.71	3,058.51	3,085.68
130.00	136	2,635.49	2,896.01	3,026.14	3,104.40	3,156.40	3,193.71	3,221.53	3,243.24	3,260.66
130.00	137	2,411.89	2,786.81	2,974.27	3,086.72	3,161.60	3,215.16	3,255.33	3,286.66	3,311.62
130.00	138	2,871.18	3,144.70	3,281.46	3,363.62	3,418.35	3,457.35	3,486.73	3,509.48	3,527.68
130.00	139	2,654.47	3,048.37	3,245.45	3,363.62	3,442.40	3,498.69	3,540.94	3,573.70	3,600.09
16.00	140	325.39	376.62	402.24	417.62	427.86	435.18	440.67	444.93	448.35

Media	17.99	21.62	23.82	25.17	26.08	26.72	27.20	27.58	27.88
D. S	4.24	4.65	4.88	5.02	5.11	5.17	5.22	5.25	5.28

Est.Ant.m + 4 σ	74.50	120.00	163.80	230.00	294.93	360.00	433.35	495.00	572.55
---------------------------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

m + 2 σ	26.47	30.92	33.59	35.21	36.29	37.06	37.63	38.08	38.44
m + 4 σ	34.95	40.22	43.35	45.25	46.50	47.40	48.07	48.59	49.00
m + 5 σ	39.19	44.87	48.23	50.26	51.61	52.57	53.28	53.84	54.28

Paso 2: Dividiendo por las fuerzas de corte HL-93
Cortes según HL-93

t								
27.64	32.06	35.43	38.43	41.20	43.88	46.46	49.01	51.52
L 0	L 2	L 3	L 4	L 5	L 6	L 7	L 8	L 9
10	15	20	25	30	35	40	45	50
0.76	0.83	0.86	0.85	0.82	0.80	0.77	0.74	0.72
0.78	0.87	0.92	0.92	0.90	0.88	0.85	0.82	0.80
0.77	0.86	0.91	0.91	0.90	0.87	0.85	0.82	0.79
0.77	0.85	0.91	0.92	0.90	0.88	0.86	0.83	0.80
0.69	0.73	0.74	0.73	0.71	0.68	0.66	0.64	0.61
0.93	0.99	0.99	0.96	0.93	0.90	0.86	0.83	0.80
0.94	1.00	1.01	0.99	0.96	0.93	0.90	0.86	0.83
0.76	0.87	0.92	0.92	0.91	0.88	0.85	0.82	0.80
0.76	0.81	0.81	0.80	0.77	0.74	0.72	0.69	0.66
0.50	0.61	0.68	0.74	0.77	0.77	0.76	0.75	0.73
0.60	0.69	0.73	0.73	0.72	0.70	0.68	0.65	0.63
0.78	0.89	0.93	0.93	0.91	0.89	0.86	0.83	0.80
0.78	0.89	0.94	0.93	0.91	0.89	0.86	0.83	0.80
0.80	0.89	0.93	0.92	0.90	0.88	0.85	0.82	0.79
0.80	0.86	0.86	0.84	0.81	0.78	0.75	0.73	0.70
0.75	0.85	0.92	0.92	0.91	0.89	0.86	0.83	0.81
0.90	0.98	1.00	0.98	0.95	0.92	0.89	0.86	0.83
0.94	0.99	0.99	0.97	0.94	0.90	0.87	0.84	0.80
0.55	0.57	0.64	0.69	0.70	0.70	0.69	0.68	0.66
0.85	0.93	0.97	0.96	0.93	0.90	0.87	0.84	0.81
0.86	0.93	0.95	0.93	0.90	0.87	0.84	0.81	0.78
0.71	0.76	0.77	0.75	0.73	0.70	0.68	0.65	0.63
0.71	0.77	0.77	0.75	0.73	0.70	0.68	0.65	0.63
0.80	0.90	0.94	0.94	0.92	0.89	0.86	0.83	0.80
0.66	0.75	0.80	0.80	0.79	0.77	0.75	0.72	0.70
0.77	0.82	0.85	0.84	0.81	0.79	0.76	0.73	0.71
0.74	0.83	0.89	0.90	0.89	0.87	0.84	0.82	0.79
0.86	0.94	0.96	0.95	0.92	0.89	0.86	0.83	0.80
0.74	0.81	0.88	0.90	0.89	0.87	0.85	0.82	0.80
0.78	0.86	0.92	0.92	0.90	0.88	0.85	0.82	0.80
0.83	0.92	0.95	0.95	0.92	0.90	0.87	0.83	0.80
0.60	0.70	0.78	0.82	0.83	0.82	0.81	0.79	0.76
0.67	0.74	0.76	0.75	0.73	0.71	0.69	0.66	0.64
0.48	0.55	0.62	0.68	0.70	0.70	0.70	0.69	0.67
0.75	0.80	0.83	0.82	0.79	0.77	0.74	0.71	0.69
0.62	0.68	0.71	0.71	0.70	0.68	0.66	0.64	0.61
0.90	0.99	1.00	0.98	0.95	0.92	0.89	0.85	0.82
0.79	0.87	0.92	0.93	0.91	0.89	0.86	0.84	0.81
0.64	0.72	0.78	0.80	0.79	0.77	0.75	0.73	0.70
0.63	0.72	0.78	0.79	0.79	0.77	0.75	0.73	0.70
0.96	1.01	1.01	0.99	0.96	0.92	0.89	0.85	0.82
0.62	0.69	0.77	0.82	0.83	0.82	0.80	0.78	0.76
0.61	0.69	0.77	0.81	0.82	0.82	0.80	0.78	0.76
0.78	0.87	0.89	0.89	0.87	0.84	0.81	0.78	0.75
0.71	0.79	0.81	0.81	0.79	0.76	0.74	0.71	0.68
0.93	0.98	0.99	0.97	0.94	0.91	0.87	0.84	0.81
0.72	0.76	0.81	0.82	0.81	0.80	0.78	0.75	0.73
0.91	0.97	0.97	0.95	0.92	0.88	0.85	0.82	0.79
0.94	0.99	0.99	0.97	0.93	0.90	0.86	0.83	0.80
0.73	0.81	0.86	0.87	0.86	0.84	0.82	0.79	0.76
0.66	0.71	0.79	0.81	0.81	0.79	0.77	0.75	0.73
0.86	0.96	0.98	0.97	0.94	0.91	0.88	0.85	0.82
0.66	0.75	0.79	0.79	0.77	0.75	0.73	0.70	0.68
0.65	0.71	0.79	0.81	0.81	0.79	0.77	0.75	0.73
0.80	0.88	0.93	0.93	0.92	0.89	0.86	0.83	0.81
0.76	0.85	0.90	0.91	0.89	0.87	0.85	0.82	0.79
0.76	0.85	0.88	0.87	0.85	0.83	0.80	0.77	0.74
0.60	0.69	0.73	0.73	0.72	0.70	0.68	0.65	0.63
0.93	1.00	1.01	0.99	0.96	0.93	0.90	0.86	0.83
0.87	0.96	0.98	0.96	0.94	0.91	0.87	0.84	0.81
0.68	0.74	0.75	0.74	0.72	0.70	0.67	0.65	0.62
0.95	0.99	0.98	0.96	0.92	0.89	0.85	0.82	0.79
0.96	1.02	1.03	1.00	0.97	0.94	0.90	0.87	0.83
0.88	0.95	0.97	0.95	0.93	0.90	0.87	0.83	0.80
0.81	0.86	0.88	0.86	0.84	0.81	0.78	0.75	0.73
0.95	1.01	1.02	1.00	0.97	0.93	0.90	0.87	0.83
0.85	0.93	0.94	0.92	0.89	0.86	0.83	0.80	0.77
0.86	0.90	0.89	0.87	0.83	0.80	0.77	0.74	0.71
0.73	0.85	0.91	0.92	0.91	0.88	0.86	0.83	0.80
0.95	1.00	1.01	0.99	0.96	0.93	0.89	0.86	0.83
0.79	0.87	0.89	0.88	0.86	0.83	0.80	0.78	0.75
0.81	0.90	0.94	0.93	0.91	0.88	0.85	0.82	0.79

0.57	0.63	0.70	0.71	0.71	0.69	0.68	0.66	0.63
0.66	0.79	0.87	0.88	0.87	0.85	0.83	0.80	0.78
0.81	0.87	0.89	0.88	0.86	0.83	0.80	0.77	0.74
0.94	0.99	1.00	0.98	0.95	0.91	0.88	0.85	0.81
0.92	0.99	1.01	0.99	0.96	0.93	0.90	0.86	0.83
0.78	0.85	0.86	0.84	0.82	0.79	0.76	0.73	0.70
0.95	1.01	1.01	0.98	0.95	0.92	0.88	0.85	0.82
0.94	1.01	1.01	0.98	0.95	0.92	0.88	0.85	0.82
0.75	0.84	0.89	0.89	0.88	0.85	0.83	0.80	0.77
0.50	0.59	0.67	0.72	0.74	0.74	0.73	0.72	0.70
0.94	1.00	1.00	0.97	0.94	0.91	0.87	0.84	0.81
0.92	0.98	0.98	0.95	0.92	0.89	0.85	0.82	0.79
0.80	0.87	0.89	0.88	0.86	0.83	0.80	0.77	0.74
0.62	0.71	0.74	0.74	0.72	0.70	0.68	0.65	0.63
0.89	0.97	0.99	0.97	0.94	0.91	0.87	0.84	0.81
0.73	0.78	0.78	0.77	0.74	0.72	0.69	0.66	0.64
0.76	0.83	0.85	0.84	0.82	0.79	0.77	0.74	0.71
0.55	0.65	0.72	0.77	0.78	0.77	0.76	0.74	0.72
0.55	0.64	0.72	0.76	0.78	0.77	0.76	0.74	0.72
0.79	0.86	0.89	0.89	0.87	0.84	0.81	0.78	0.75
0.85	0.90	0.92	0.90	0.88	0.85	0.82	0.78	0.76
0.76	0.84	0.87	0.86	0.84	0.81	0.79	0.76	0.73
0.89	0.91	0.89	0.86	0.82	0.79	0.75	0.72	0.69
0.80	0.86	0.88	0.87	0.84	0.81	0.78	0.76	0.73
0.90	0.96	0.98	0.97	0.94	0.91	0.88	0.84	0.81
0.70	0.76	0.78	0.77	0.75	0.72	0.70	0.67	0.65
0.86	0.95	0.97	0.96	0.93	0.90	0.87	0.84	0.81
0.89	0.97	0.99	0.97	0.95	0.91	0.88	0.85	0.82
0.45	0.50	0.54	0.56	0.55	0.54	0.53	0.52	0.50
0.50	0.58	0.61	0.61	0.60	0.58	0.56	0.54	0.53
0.76	0.76	0.73	0.70	0.67	0.64	0.61	0.59	0.56
0.82	0.80	0.76	0.73	0.69	0.66	0.63	0.60	0.58
0.81	0.80	0.77	0.73	0.70	0.67	0.64	0.61	0.58
0.64	0.70	0.70	0.69	0.67	0.64	0.62	0.59	0.57
0.66	0.71	0.72	0.70	0.68	0.66	0.63	0.61	0.58
0.68	0.75	0.75	0.73	0.71	0.68	0.66	0.63	0.61
0.45	0.47	0.46	0.44	0.43	0.41	0.39	0.37	0.36
0.43	0.46	0.45	0.44	0.42	0.41	0.39	0.38	0.36
0.56	0.53	0.51	0.48	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38
0.48	0.49	0.48	0.46	0.44	0.42	0.40	0.39	0.37
0.55	0.53	0.50	0.48	0.46	0.43	0.41	0.40	0.38
0.45	0.47	0.47	0.45	0.44	0.42	0.40	0.39	0.37
0.50	0.50	0.49	0.47	0.45	0.43	0.41	0.40	0.38
0.49	0.50	0.49	0.47	0.45	0.43	0.41	0.40	0.38
0.50	0.51	0.50	0.48	0.46	0.44	0.42	0.40	0.39
0.51	0.52	0.50	0.48	0.46	0.44	0.42	0.41	0.39
0.51	0.52	0.51	0.49	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39
0.49	0.51	0.50	0.48	0.46	0.45	0.43	0.41	0.39
0.59	0.57	0.54	0.51	0.49	0.46	0.44	0.42	0.41
0.56	0.55	0.53	0.51	0.49	0.46	0.44	0.42	0.41
0.61	0.58	0.55	0.52	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41
0.64	0.60	0.57	0.54	0.51	0.48	0.46	0.44	0.42
0.51	0.53	0.52	0.51	0.49	0.46	0.45	0.43	0.41
0.51	0.53	0.52	0.51	0.49	0.47	0.45	0.43	0.41
0.59	0.58	0.56	0.53	0.51	0.49	0.46	0.44	0.43
0.65	0.62	0.59	0.56	0.53	0.50	0.48	0.46	0.44
0.67	0.63	0.60	0.56	0.53	0.51	0.48	0.46	0.44
0.48	0.52	0.53	0.51	0.50	0.48	0.46	0.44	0.43
0.67	0.64	0.60	0.57	0.54	0.52	0.49	0.47	0.45

0.67	0.64	0.61	0.58	0.55	0.52	0.50	0.47	0.45
0.68	0.65	0.62	0.58	0.55	0.53	0.50	0.48	0.46
0.70	0.66	0.63	0.59	0.56	0.53	0.51	0.49	0.46
0.59	0.60	0.59	0.57	0.55	0.52	0.50	0.48	0.46
0.73	0.69	0.66	0.62	0.59	0.56	0.53	0.51	0.49
0.67	0.67	0.65	0.62	0.59	0.56	0.54	0.52	0.49
0.80	0.75	0.71	0.67	0.64	0.61	0.58	0.55	0.53
0.74	0.73	0.70	0.67	0.64	0.61	0.59	0.56	0.54
0.74	0.73	0.71	0.68	0.65	0.62	0.59	0.57	0.54

Paso 3: Ordenando en forma ascendente

L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9
10	15	20	25	30	35	40	45	50
0.431	0.458	0.454	0.440	0.424	0.407	0.391	0.375	0.360
0.447	0.466	0.458	0.442	0.425	0.407	0.391	0.375	0.360
0.450	0.475	0.469	0.454	0.437	0.419	0.402	0.385	0.370
0.455	0.489	0.477	0.458	0.439	0.420	0.403	0.386	0.371
0.476	0.497	0.488	0.470	0.451	0.431	0.412	0.393	0.376
0.478	0.499	0.490	0.471	0.451	0.431	0.413	0.395	0.379
0.480	0.505	0.497	0.478	0.455	0.432	0.413	0.396	0.379
0.487	0.510	0.501	0.479	0.456	0.435	0.415	0.396	0.380
0.493	0.511	0.502	0.480	0.458	0.438	0.419	0.402	0.385
0.499	0.517	0.505	0.482	0.462	0.442	0.423	0.405	0.389
0.500	0.519	0.505	0.484	0.465	0.445	0.427	0.409	0.392
0.501	0.524	0.506	0.486	0.466	0.446	0.427	0.409	0.393
0.501	0.530	0.523	0.505	0.485	0.463	0.443	0.424	0.406
0.503	0.533	0.525	0.507	0.486	0.465	0.444	0.424	0.406
0.509	0.534	0.525	0.509	0.488	0.465	0.446	0.428	0.410
0.509	0.534	0.533	0.513	0.488	0.468	0.449	0.431	0.413
0.510	0.545	0.539	0.513	0.496	0.474	0.452	0.432	0.414
0.514	0.554	0.540	0.525	0.499	0.478	0.460	0.439	0.420
0.546	0.566	0.553	0.534	0.509	0.483	0.460	0.442	0.425
0.548	0.567	0.559	0.536	0.510	0.486	0.465	0.445	0.426
0.548	0.580	0.568	0.555	0.527	0.501	0.477	0.455	0.435
0.550	0.581	0.587	0.555	0.534	0.507	0.483	0.461	0.440
0.560	0.582	0.590	0.564	0.543	0.517	0.493	0.470	0.450
0.561	0.588	0.597	0.569	0.546	0.521	0.497	0.474	0.454
0.567	0.601	0.604	0.572	0.548	0.523	0.501	0.480	0.459
0.585	0.604	0.609	0.577	0.554	0.527	0.502	0.480	0.461
0.587	0.606	0.610	0.583	0.554	0.535	0.509	0.486	0.465
0.589	0.621	0.616	0.594	0.563	0.545	0.532	0.509	0.487
0.599	0.632	0.616	0.610	0.589	0.560	0.533	0.516	0.494
0.600	0.633	0.628	0.618	0.590	0.564	0.539	0.517	0.501
0.600	0.637	0.638	0.621	0.599	0.582	0.563	0.544	0.526
0.607	0.642	0.646	0.673	0.638	0.606	0.577	0.551	0.527
0.612	0.643	0.657	0.673	0.643	0.613	0.586	0.561	0.537
0.618	0.646	0.672	0.678	0.649	0.620	0.593	0.567	0.544
0.619	0.649	0.676	0.679	0.665	0.641	0.614	0.588	0.564
0.619	0.665	0.697	0.686	0.672	0.642	0.617	0.593	0.571
0.631	0.669	0.702	0.687	0.680	0.656	0.630	0.602	0.577
0.636	0.675	0.705	0.702	0.693	0.660	0.631	0.607	0.582
0.637	0.686	0.710	0.702	0.698	0.665	0.636	0.608	0.584
0.638	0.686	0.712	0.712	0.700	0.680	0.656	0.631	0.607
0.654	0.690	0.712	0.713	0.701	0.682	0.659	0.636	0.612
0.655	0.694	0.717	0.725	0.703	0.684	0.660	0.637	0.615
0.656	0.695	0.720	0.728	0.708	0.693	0.673	0.648	0.624
0.659	0.698	0.722	0.729	0.708	0.697	0.675	0.651	0.627
0.659	0.701	0.727	0.729	0.708	0.698	0.676	0.652	0.627
0.661	0.711	0.727	0.729	0.717	0.698	0.676	0.654	0.631
0.661	0.711	0.733	0.732	0.717	0.700	0.677	0.654	0.632
0.668	0.713	0.740	0.732	0.721	0.702	0.677	0.654	0.632
0.671	0.715	0.741	0.737	0.722	0.703	0.678	0.655	0.635
0.672	0.717	0.749	0.742	0.730	0.704	0.686	0.661	0.638
0.673	0.723	0.753	0.744	0.731	0.705	0.690	0.664	0.639
0.675	0.726	0.762	0.753	0.734	0.711	0.693	0.671	0.646
0.679	0.731	0.765	0.753	0.742	0.717	0.696	0.679	0.663
0.680	0.734	0.767	0.754	0.744	0.722	0.698	0.686	0.663
0.684	0.738	0.770	0.765	0.747	0.740	0.717	0.699	0.671
0.687	0.741	0.770	0.766	0.768	0.744	0.729	0.704	0.680
0.699	0.747	0.771	0.768	0.772	0.753	0.730	0.709	0.684
0.703	0.749	0.773	0.768	0.775	0.761	0.735	0.715	0.689
0.707	0.755	0.780	0.790	0.776	0.768	0.741	0.715	0.693
0.708	0.755	0.781	0.794	0.777	0.771	0.748	0.722	0.698
0.708	0.755	0.784	0.797	0.786	0.771	0.750	0.723	0.698
0.725	0.757	0.784	0.797	0.787	0.771	0.751	0.726	0.699
0.726	0.764	0.785	0.804	0.789	0.771	0.754	0.727	0.704
0.728	0.765	0.792	0.806	0.791	0.771	0.755	0.728	0.704
0.733	0.766	0.793	0.813	0.794	0.772	0.758	0.732	0.705
0.734	0.778	0.794	0.813	0.809	0.785	0.758	0.734	0.707
0.736	0.791	0.799	0.813	0.809	0.787	0.761	0.737	0.708
0.737	0.793	0.805	0.815	0.815	0.788	0.761	0.738	0.711
0.737	0.799	0.814	0.816	0.815	0.789	0.764	0.740	0.716
0.739	0.800	0.815	0.821	0.815	0.793	0.765	0.741	0.721
0.745	0.805	0.826	0.823	0.818	0.793	0.768	0.743	0.721
0.751	0.807	0.846	0.836	0.819	0.794	0.770	0.750	0.726

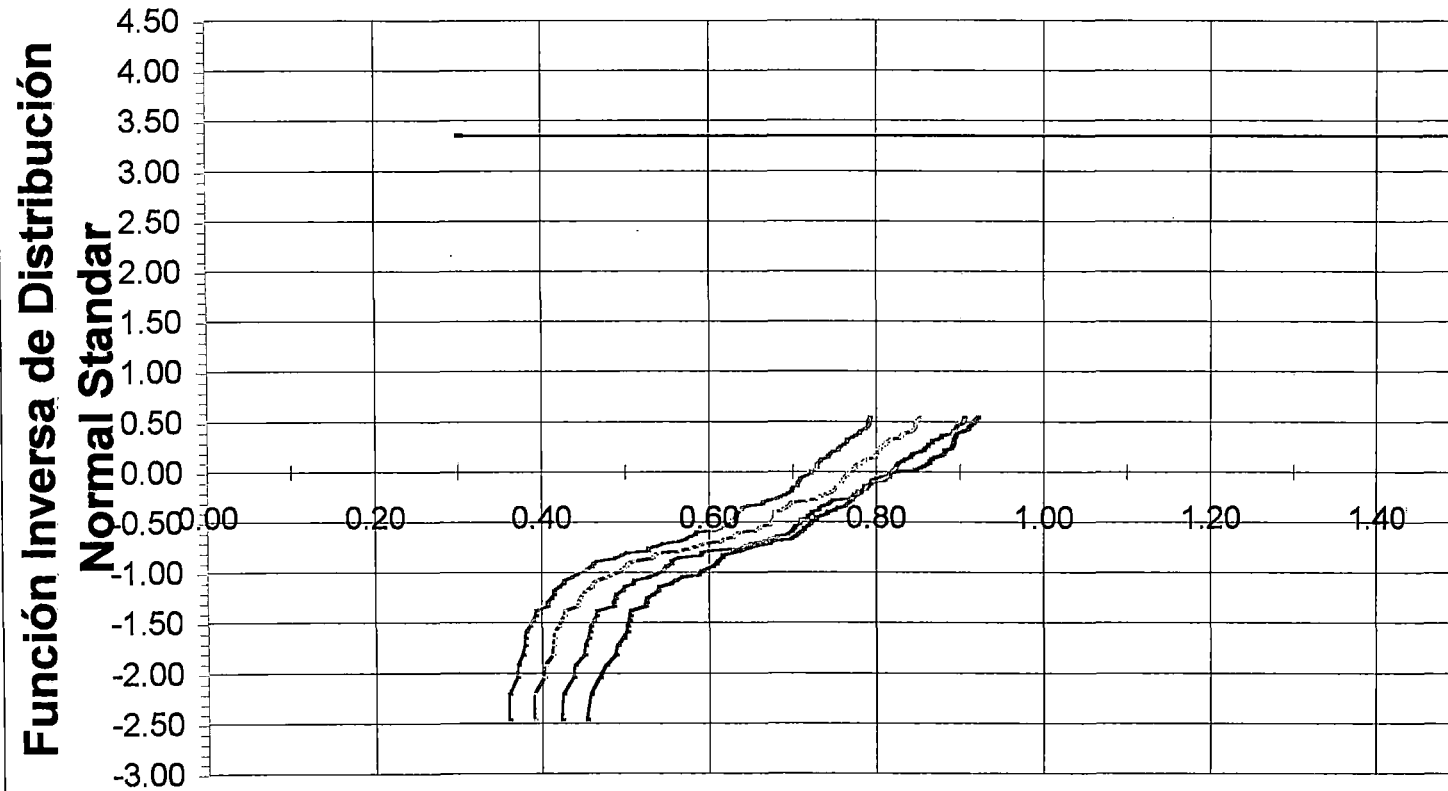
0.751	0.807	0.851	0.841	0.822	0.798	0.774	0.751	0.728
0.755	0.808	0.855	0.842	0.823	0.798	0.774	0.751	0.728
0.756	0.822	0.859	0.843	0.824	0.800	0.777	0.753	0.728
0.756	0.829	0.862	0.846	0.826	0.811	0.782	0.753	0.729
0.757	0.829	0.863	0.857	0.831	0.813	0.784	0.755	0.732
0.758	0.832	0.865	0.861	0.834	0.814	0.787	0.759	0.734
0.761	0.836	0.869	0.863	0.839	0.815	0.798	0.769	0.741
0.764	0.841	0.877	0.865	0.841	0.818	0.798	0.769	0.742
0.764	0.845	0.879	0.866	0.842	0.822	0.800	0.771	0.743
0.766	0.848	0.880	0.872	0.852	0.825	0.801	0.775	0.747
0.767	0.848	0.881	0.873	0.856	0.827	0.804	0.781	0.753
0.775	0.851	0.888	0.879	0.857	0.829	0.804	0.781	0.754
0.777	0.854	0.890	0.880	0.860	0.832	0.806	0.782	0.756
0.780	0.855	0.890	0.880	0.861	0.838	0.810	0.784	0.760
0.780	0.858	0.891	0.882	0.865	0.839	0.811	0.785	0.763
0.782	0.859	0.891	0.886	0.866	0.840	0.815	0.786	0.764
0.784	0.859	0.892	0.886	0.871	0.846	0.816	0.790	0.764
0.785	0.862	0.893	0.892	0.876	0.852	0.828	0.800	0.770
0.788	0.863	0.894	0.897	0.877	0.854	0.829	0.801	0.774
0.791	0.863	0.894	0.901	0.889	0.862	0.831	0.804	0.778
0.794	0.865	0.904	0.902	0.890	0.869	0.841	0.810	0.780
0.796	0.866	0.909	0.909	0.894	0.870	0.845	0.817	0.785
0.799	0.869	0.909	0.912	0.895	0.871	0.845	0.818	0.788
0.801	0.871	0.912	0.918	0.896	0.872	0.846	0.818	0.789
0.801	0.871	0.915	0.918	0.903	0.872	0.847	0.818	0.790
0.801	0.873	0.916	0.919	0.903	0.876	0.848	0.818	0.790
0.801	0.874	0.919	0.921	0.904	0.878	0.850	0.820	0.790
0.802	0.882	0.920	0.921	0.904	0.879	0.852	0.821	0.792
0.806	0.888	0.922	0.923	0.905	0.881	0.852	0.821	0.793
0.809	0.889	0.922	0.923	0.906	0.881	0.852	0.822	0.795
0.810	0.894	0.927	0.923	0.907	0.881	0.853	0.823	0.795
0.813	0.901	0.931	0.928	0.909	0.883	0.853	0.823	0.795
0.822	0.903	0.934	0.930	0.911	0.885	0.854	0.824	0.796
0.831	0.904	0.936	0.930	0.915	0.888	0.855	0.828	0.796
0.845	0.904	0.937	0.932	0.915	0.888	0.859	0.828	0.798
0.846	0.912	0.939	0.933	0.915	0.888	0.860	0.830	0.800
0.847	0.922	0.942	0.934	0.915	0.888	0.861	0.831	0.800
0.861	0.927	0.946	0.938	0.918	0.889	0.861	0.831	0.802
0.861	0.931	0.954	0.946	0.919	0.890	0.862	0.832	0.803
0.863	0.933	0.963	0.949	0.922	0.891	0.862	0.832	0.803
0.863	0.940	0.965	0.949	0.924	0.892	0.863	0.833	0.804
0.864	0.946	0.967	0.953	0.924	0.893	0.863	0.833	0.804
0.874	0.947	0.970	0.954	0.924	0.895	0.863	0.834	0.805
0.878	0.957	0.973	0.956	0.927	0.895	0.865	0.834	0.805
0.890	0.958	0.978	0.957	0.930	0.897	0.865	0.834	0.805
0.891	0.961	0.978	0.957	0.931	0.898	0.865	0.836	0.805
0.891	0.965	0.981	0.962	0.933	0.900	0.868	0.836	0.806
0.895	0.972	0.982	0.963	0.934	0.904	0.869	0.837	0.807
0.901	0.974	0.985	0.966	0.937	0.905	0.871	0.837	0.808
0.903	0.977	0.986	0.966	0.939	0.906	0.873	0.839	0.809
0.914	0.979	0.986	0.969	0.940	0.906	0.874	0.842	0.810
0.918	0.984	0.987	0.969	0.940	0.906	0.874	0.842	0.811
0.923	0.985	0.991	0.971	0.940	0.907	0.875	0.844	0.813
0.927	0.990	0.992	0.971	0.941	0.908	0.876	0.844	0.813
0.929	0.990	0.995	0.972	0.943	0.912	0.880	0.846	0.814
0.930	0.992	0.998	0.974	0.945	0.913	0.880	0.848	0.815
0.935	0.992	0.999	0.978	0.948	0.914	0.881	0.848	0.816
0.935	0.993	0.999	0.982	0.952	0.917	0.882	0.848	0.817
0.936	0.994	1.004	0.984	0.952	0.917	0.882	0.849	0.818

0.938	0.997	1.009	0.985	0.955	0.921	0.886	0.852	0.820
0.942	0.999	1.009	0.985	0.955	0.921	0.887	0.854	0.822
0.944	1.002	1.010	0.988	0.956	0.922	0.889	0.857	0.825
0.945	1.002	1.011	0.993	0.963	0.929	0.895	0.861	0.829
0.950	1.006	1.012	0.993	0.964	0.930	0.896	0.862	0.830
0.951	1.007	1.013	0.993	0.964	0.930	0.896	0.863	0.831
0.954	1.007	1.014	0.994	0.965	0.931	0.898	0.864	0.832
0.956	1.015	1.023	1.001	0.970	0.935	0.900	0.865	0.832
0.957	1.024	1.028	1.004	0.971	0.935	0.900	0.866	0.833

Media	0.47	0.50	0.52	0.51	0.50	0.48	0.47	0.45	0.44
D. S	0.11	0.13	0.14	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.14

m=1/D.E	9.27	7.97	7.04	6.70	6.59	6.61	6.70	6.84	7.01
b=-w/D.E	(4.36)	(4.02)	(3.64)	(3.44)	(3.30)	(3.21)	(3.14)	(3.09)	(3.05)

Fuerzas cortantes (<48 t)

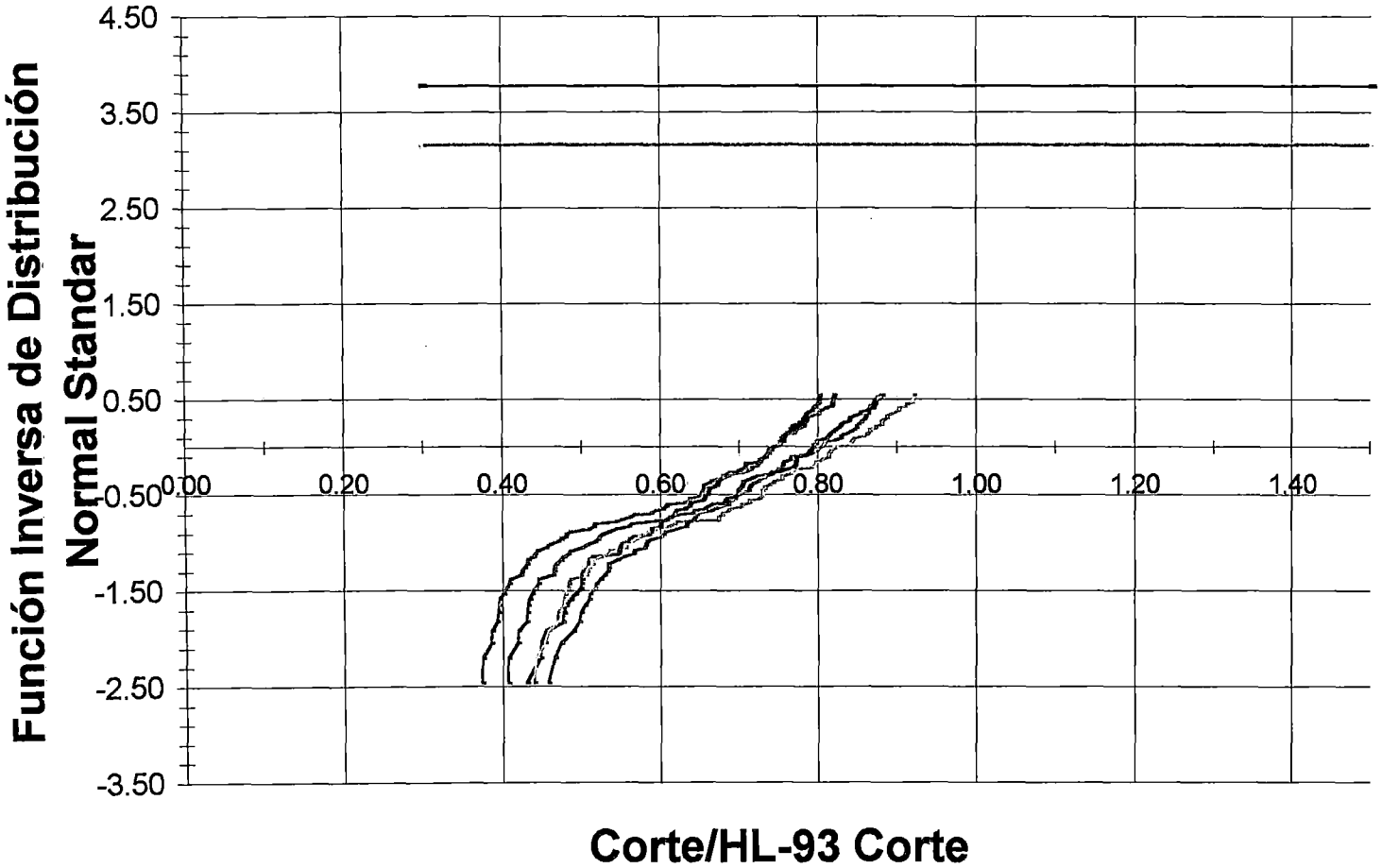


L=20 m,
30 m,
40 m,
50m

Corte/HL-93 corte

GAV-COD04-1

Fuerzas cortantes (<48 t)



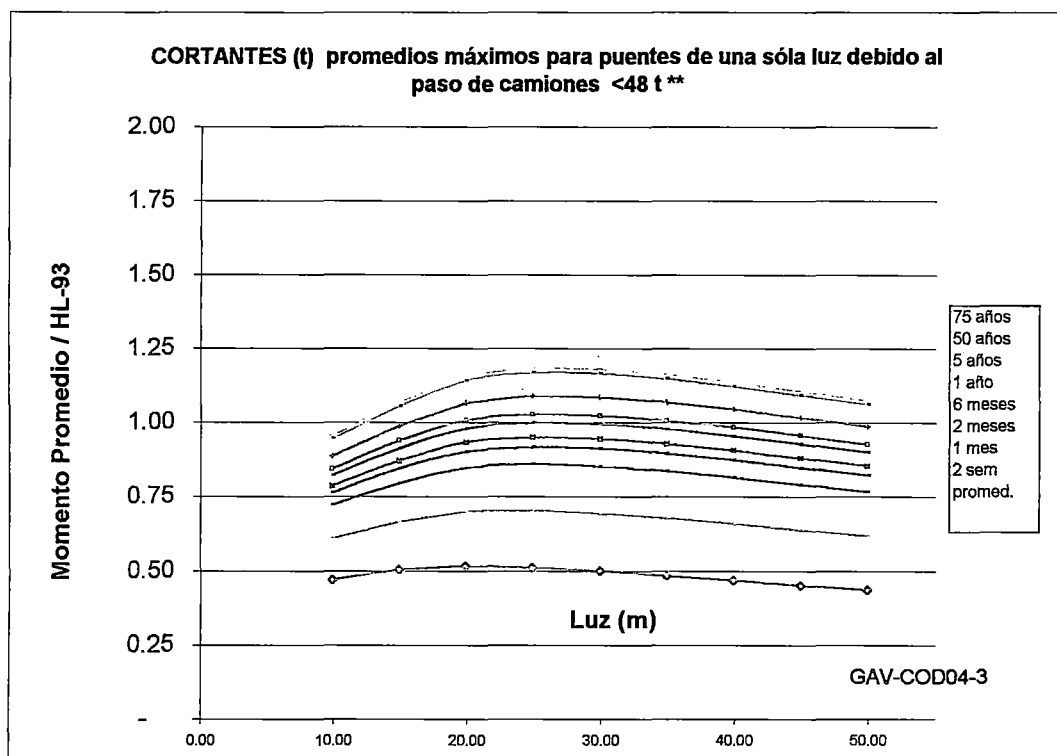
L=10m,
15m,
25 m,
35m,
45 m

GAV-COD04-2

CORTANTES PROMEDIOS MÁXIMOS PARA PUENTES DE UNA SÓLA LUZ DEBIDO AL PASO DE UN CAMIÓN <48t (DIVIDIDO POR LA CORTANTE HL-93 CORRESPONDIENTE)

**ESTACIÓN COCACH.
FECHA Feb-04**

LUZ (m)	PROM.	1	2	1	2	6	1	5	50	75
		día	semanas	mes	meses	meses	año	años	años	años
10	0.47	0.61	0.72	0.76	0.79	0.82	0.84	0.89	0.95	0.95
15	0.50	0.67	0.80	0.85	0.87	0.91	0.94	0.99	1.06	1.07
20	0.52	0.70	0.85	0.90	0.93	0.98	1.01	1.07	1.14	1.15
25	0.51	0.70	0.86	0.92	0.95	1.00	1.03	1.09	1.17	1.18
30	0.50	0.70	0.85	0.91	0.95	1.00	1.02	1.09	1.17	1.18
35	0.48	0.68	0.84	0.90	0.93	0.98	1.01	1.07	1.15	1.16
40	0.47	0.66	0.82	0.87	0.91	0.95	0.98	1.05	1.12	1.14
45	0.45	0.64	0.79	0.85	0.88	0.93	0.96	1.02	1.09	1.11
50	0.44	0.62	0.77	0.82	0.85	0.90	0.93	0.99	1.06	1.07



**CÁLCULO DE LA DATA PARA
PUENTES HASTA 50 m DE LUZ**

2º MUESTREO – PESOS HASTA 60 t

HUANCAYO 2003

MOMENTOS MÁXIMOS (t-m) PARA UNA MUESTRA DE CAMIONES REALES									
ESTACIÓN : HUANCAYO MARZO 2003					PESOS : Menores 48 t + Mayores 48 t a 60 t				

Camión Nº	L 1	L 2	L 3	L 4	L 5	L 6	L 7	L 8	L 9
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
1	40.31	71.91	123.16	183.90	246.98	310.18	373.43	436.73	500.05
2	39.60	69.77	120.92	180.67	240.58	300.58	360.64	420.74	480.87
3	42.75	82.85	130.15	191.96	253.99	316.16	378.41	440.72	503.06
4	53.31	80.53	141.91	203.95	266.32	328.88	391.56	454.31	517.12
5	49.08	86.68	147.59	215.34	286.03	356.98	428.09	499.31	570.60
6	51.42	73.59	133.57	194.22	255.20	316.38	377.68	439.06	500.50
7	52.52	95.15	119.23	181.31	243.85	306.66	369.63	432.71	495.87
8	50.30	81.24	132.04	192.09	252.82	313.95	375.32	436.86	498.52
9	59.22	97.15	143.19	210.80	279.19	348.02	417.13	486.43	555.86
10	51.74	83.45	132.17	192.51	253.22	314.14	375.20	436.35	497.56
11	47.48	88.50	123.06	185.56	248.53	311.79	375.21	438.76	502.38
12	41.39	75.73	128.14	189.66	251.39	313.25	375.19	437.18	499.20
13	57.33	91.49	145.35	208.38	272.27	336.64	401.31	466.19	531.21
14	55.73	85.60	151.08	217.11	283.42	349.89	416.45	483.08	549.76
15	69.83	131.66	193.65	255.69	317.77	379.86	441.96	504.07	566.19
16	51.26	97.37	158.79	220.48	282.31	344.22	406.18	468.17	530.18
17	53.85	91.46	148.21	211.09	274.36	337.84	401.46	465.17	528.94
18	62.06	86.14	149.06	212.59	276.42	340.43	404.55	468.74	532.99
19	56.31	91.43	154.98	219.12	283.56	348.17	412.88	477.66	542.50
20	57.44	92.04	126.88	191.67	257.07	322.81	388.76	454.86	521.05
21	61.81	107.98	168.74	240.32	312.00	383.75	455.53	527.34	599.16
22	63.67	93.78	161.08	229.08	297.43	365.98	434.65	503.41	572.22
23	61.86	103.79	145.74	212.86	283.21	353.88	424.75	495.76	566.86
24	79.32	84.53	155.31	227.70	300.90	374.56	448.50	522.63	596.90
25	56.09	79.97	143.40	207.70	272.43	337.41	402.55	467.79	533.10
26	51.18	80.43	143.37	207.01	271.00	335.20	399.52	463.92	528.38
27	55.19	87.03	151.13	215.81	280.80	345.95	411.21	476.54	541.91
28	52.25	87.20	149.09	211.46	274.06	336.79	399.61	462.48	525.39
29	51.31	86.56	148.21	210.37	272.79	335.36	398.02	460.74	523.50
30	54.19	97.23	157.93	224.20	292.78	361.67	430.74	499.93	569.22
31	56.09	94.65	156.44	229.38	302.80	376.48	450.32	524.28	598.32
32	33.12	82.13	130.16	192.90	257.58	322.49	387.54	452.70	517.92
33	32.02	69.38	120.02	176.18	235.86	295.64	355.47	415.35	475.25
34	54.72	91.04	152.11	217.58	283.40	349.42	415.56	481.79	548.08
35	52.94	89.91	154.13	219.03	284.26	349.70	415.25	480.88	546.57
36	55.03	84.95	147.86	211.47	275.41	339.55	403.81	468.16	532.56
37	59.30	98.88	160.12	227.90	295.96	364.19	432.53	500.93	569.38
38	49.11	94.46	150.23	209.68	269.42	329.33	389.34	449.42	509.55
39	51.93	93.12	156.22	219.80	283.61	347.55	411.58	475.66	539.79
40	72.92	114.51	133.77	204.18	275.39	347.07	419.04	491.21	563.50
41	54.96	94.17	143.90	167.72	229.14	290.91	352.90	415.03	477.26
42	64.67	73.51	135.00	197.93	261.58	325.65	389.98	454.48	519.10
43	59.11	67.51	125.12	184.26	244.17	304.52	365.15	425.96	486.90
44	48.11	80.38	132.51	192.02	251.88	311.92	372.09	432.33	492.64
45	47.64	77.18	136.09	195.63	255.50	315.55	375.71	435.95	496.24
46	60.29	90.97	159.76	229.90	300.70	371.89	443.31	514.90	586.60
47	51.24	97.49	153.88	213.23	272.83	332.57	392.39	452.27	512.18
48	41.13	78.19	123.13	180.68	242.69	304.85	367.10	429.41	491.76
49	51.30	81.39	138.54	199.13	260.01	321.05	382.19	443.41	504.66
50	53.86	77.60	139.34	201.86	264.77	327.90	391.17	454.53	517.96
51	45.07	87.26	139.51	194.01	262.88	331.97	401.20	470.53	539.93
52	43.13	80.24	125.27	171.68	234.02	296.47	358.98	421.54	484.14
53	43.87	81.45	125.87	170.34	231.24	292.26	353.36	414.50	475.67
54	52.58	94.27	154.79	225.97	297.84	370.09	442.59	515.26	588.03
55	58.96	91.10	150.90	212.12	273.71	335.51	397.45	459.47	521.55
56	72.91	122.42	184.06	257.88	331.81	405.80	479.82	553.86	627.93
57	49.33	91.80	116.01	174.99	234.36	293.95	353.69	413.52	473.42
58	52.98	93.66	108.73	168.13	227.92	287.95	348.11	408.37	468.70
59	54.63	91.24	155.19	221.53	288.21	355.09	422.09	489.18	556.33
60	50.60	86.85	150.01	213.87	278.09	342.50	407.04	471.67	536.36
61	49.01	82.20	143.17	204.68	266.45	328.38	390.40	452.49	514.62
62	46.71	83.83	143.45	203.60	264.03	324.61	385.28	446.02	506.81

63	50.69	87.16	149.78	213.69	277.96	342.43	407.03	471.72	536.46
64	47.81	82.11	127.74	190.17	253.78	317.54	381.39	445.31	509.26
65	44.92	101.20	147.89	218.60	290.30	362.56	435.19	508.04	581.07
66	44.95	79.83	138.81	199.31	260.07	320.96	381.95	442.99	504.08
67	49.03	89.99	139.72	191.21	258.12	325.22	392.43	459.73	527.07
68	48.64	89.41	153.88	218.77	283.87	349.09	414.38	479.73	545.11
69	49.80	84.81	138.27	198.94	260.06	321.45	383.00	444.66	506.39
70	51.12	91.67	152.00	212.37	272.77	333.17	393.58	454.00	514.41
71	49.65	83.92	135.29	195.11	255.33	315.78	376.37	437.07	497.82
72	45.39	80.53	132.34	194.03	258.72	323.60	388.61	453.70	518.85
73	55.22	92.02	150.31	215.96	283.17	350.67	418.35	486.15	554.04
74	64.19	79.70	143.79	209.15	275.12	341.46	408.02	474.73	541.55
75	65.04	106.76	167.25	235.61	304.33	373.26	442.32	511.46	580.67
76	43.96	75.25	121.01	181.06	241.34	301.74	362.23	422.77	483.35
77	39.96	75.41	119.08	181.35	246.55	312.08	377.81	443.68	509.65
78	49.08	81.24	139.82	198.99	258.45	318.09	377.83	437.64	497.50
79	53.64	89.08	148.28	215.55	283.21	351.10	419.13	487.26	555.45
80	68.27	105.72	153.15	226.20	299.63	373.28	447.08	520.96	594.91
81	58.60	93.00	162.31	232.47	303.05	373.88	444.85	515.93	587.08
82	54.57	84.00	144.34	205.29	266.54	327.97	389.50	451.11	512.77
83	48.75	79.92	137.72	199.18	261.11	323.30	385.65	448.12	510.67
84	49.50	92.31	147.95	209.09	270.68	332.53	394.54	456.65	518.84
85	67.86	74.39	137.55	202.14	267.46	333.20	399.19	465.35	531.63
86	56.49	109.26	180.05	251.23	322.61	394.12	465.69	537.31	608.97
87	50.03	84.52	144.54	206.52	268.77	331.18	393.68	456.25	518.86
88	65.40	74.99	143.21	213.18	284.03	355.39	427.06	498.94	570.96
89	59.04	98.21	137.40	193.64	255.64	317.82	380.11	442.47	504.88
90	64.95	109.60	154.26	220.00	288.20	356.55	425.01	493.53	562.09
91	59.62	100.61	141.77	194.06	264.62	336.30	408.68	481.54	554.72
92	53.97	91.82	127.37	190.48	254.03	317.82	381.78	445.84	509.97
93	58.88	98.90	140.59	202.57	264.78	327.13	389.56	452.05	514.57
94	58.76	98.79	139.21	205.26	271.76	338.51	405.41	472.42	539.51
95	62.42	100.61	151.64	223.38	295.50	367.83	440.30	512.86	585.48
96	50.17	79.97	129.71	189.15	248.94	308.94	369.07	429.28	489.55
97	59.13	99.28	154.36	221.58	289.12	356.83	424.67	492.57	560.54
98	61.71	99.25	157.71	226.00	295.13	364.72	434.62	504.71	574.95
99	56.09	93.91	150.93	215.71	280.78	346.01	411.35	476.76	542.22
100	50.95	85.77	142.99	203.44	268.86	334.80	401.06	467.54	534.17
101	38.51	66.88	98.12	147.36	196.95	246.75	296.67	346.68	396.74
102	42.38	80.07	123.91	178.44	234.45	290.59	346.81	403.09	459.41
103	41.12	75.53	116.64	168.27	220.08	272.00	323.98	376.00	428.05
104	36.69	60.83	94.87	138.24	181.97	225.91	269.97	314.12	358.33
105	18.98	65.41	100.00	142.19	184.73	235.41	288.71	342.12	395.60
106	39.60	72.95	95.39	146.45	197.74	249.17	300.69	352.26	403.88
107	50.45	94.27	149.36	207.95	266.84	325.89	385.05	444.28	503.56
108	39.51	72.36	93.51	144.20	195.14	246.22	297.38	348.61	399.87
109	41.08	60.91	103.06	145.88	189.03	232.37	275.83	319.36	362.96
110	55.13	93.47	149.25	208.09	267.19	326.43	385.76	445.16	504.59
111	42.35	55.00	98.49	142.83	187.58	232.58	277.73	322.97	368.29
112	52.73	91.05	144.95	201.40	258.10	314.94	371.87	428.85	485.88
113	45.51	59.91	105.53	152.00	198.89	246.03	293.32	340.70	388.16
114	39.26	75.46	118.09	176.68	235.47	294.39	353.38	412.41	471.49
115	36.44	68.06	101.16	150.53	200.08	249.74	299.46	349.22	399.02
116	46.59	78.88	136.09	193.76	251.65	309.67	367.77	425.92	484.11
117	56.35	97.89	149.22	206.46	263.73	321.01	378.31	435.61	492.92
118	45.67	78.62	134.08	190.00	246.14	302.41	358.76	415.17	471.61
119	47.42	87.19	132.81	181.41	237.26	293.15	349.07	405.01	460.97
120	50.48	78.18	135.59	193.53	251.75	310.12	368.58	427.11	485.69
121	52.28	81.35	138.26	195.71	253.43	311.30	369.27	427.31	485.39
122	51.75	86.78	133.67	185.16	236.93	288.86	340.90	393.01	445.16
123	49.40	82.19	134.78	192.40	250.40	308.60	366.93	425.36	483.84
124	54.16	97.42	151.29	208.89	266.71	324.65	382.67	440.74	498.85
125	51.92	57.09	105.97	156.13	206.92	258.09	309.48	361.02	412.67
126	41.42	62.94	112.34	162.45	212.90	263.56	314.35	365.21	416.14
127	49.59	83.13	136.18	194.25	252.69	311.34	370.12	428.99	487.93
128	52.01	56.92	106.07	156.60	207.84	259.47	311.35	363.40	415.57
129	51.19	59.23	107.24	156.51	206.41	256.66	307.14	357.77	408.50
130	52.15	71.41	127.57	184.37	241.49	298.78	356.19	413.67	471.21
131	51.04	86.48	140.03	196.84	253.96	311.25	368.65	426.12	483.64
132	44.48	75.60	130.61	186.19	242.06	298.10	354.24	410.44	466.70
133	50.07	81.14	131.82	188.98	246.70	304.72	362.94	421.29	479.73
134	45.30	59.28	106.54	154.69	203.30	252.16	301.19	350.32	399.53
135	42.32	57.67	100.04	143.11	186.54	230.16	273.92	317.75	361.65
136	49.21	79.68	125.71	179.00	232.56	286.28	340.10	393.98	447.90
137	49.32	85.80	144.18	202.88	261.74	320.68	379.67	438.70	497.76

138	44.96	71.63	126.62	182.16	237.96	293.92	349.97	406.08	462.25
139	46.49	72.98	128.05	183.68	239.58	295.64	351.80	408.02	464.30
140	46.04	76.01	133.67	191.79	250.13	308.61	367.16	425.77	484.41
141	45.89	80.77	138.30	196.31	254.55	312.92	371.38	429.89	488.45
142	42.32	79.90	131.93	184.24	236.68	289.20	341.77	394.37	446.99
143	40.37	58.91	103.40	148.59	194.13	239.87	285.73	331.68	377.68
144	43.79	58.98	103.12	148.04	193.34	238.87	284.54	330.30	376.12
145	43.22	78.62	132.56	186.72	240.99	295.33	349.70	404.11	458.52
146	39.86	77.61	128.41	179.44	230.59	281.80	333.06	384.34	435.64
147	40.37	72.49	115.86	159.54	203.38	247.31	291.30	335.32	379.37
148	47.96	90.41	113.88	171.21	228.91	286.82	344.86	402.99	461.19
149	52.37	74.87	130.77	187.26	244.03	300.96	357.99	415.10	472.25
150	48.67	84.11	136.79	193.25	250.03	306.99	364.06	421.20	478.40
151	45.46	80.42	129.07	183.42	238.19	293.20	348.36	403.62	458.95
152	47.54	72.44	127.68	183.51	239.64	295.94	352.35	408.82	465.35
153	48.30	87.30	143.04	199.05	255.20	311.43	367.70	424.01	480.34
154	41.93	72.51	108.10	163.66	219.49	275.47	331.54	387.68	443.86
155	49.73	81.19	118.05	164.17	210.36	256.58	302.83	349.09	395.36
156	48.86	59.31	106.26	154.15	202.51	251.14	299.93	348.84	397.83
157	47.72	77.14	114.33	158.47	204.83	251.30	297.83	344.41	391.02
158	47.46	67.18	119.94	173.44	227.30	281.38	335.60	389.90	444.26
159	38.24	62.02	103.82	149.44	195.46	241.70	288.08	334.56	381.10
160	40.67	65.05	98.86	143.66	188.88	234.33	279.92	325.62	371.38
161	45.98	75.81	118.74	175.04	231.78	288.79	345.95	403.22	460.56
162	49.67	78.70	117.18	173.73	230.80	288.18	345.75	403.44	461.22
163	46.99	68.50	120.67	173.42	226.46	279.66	332.96	386.33	439.74
164	49.93	79.63	116.66	173.47	230.73	288.24	345.91	403.68	461.53
165	39.87	72.85	112.60	162.40	215.83	269.39	323.04	376.74	430.48
166	49.26	69.27	124.77	180.88	237.31	293.90	350.61	407.39	464.22
167	45.40	68.37	119.72	171.58	223.70	275.97	328.33	380.75	433.21
168	44.44	75.46	125.61	182.62	239.89	297.31	354.82	412.40	470.01
169	41.22	73.34	119.88	172.04	224.66	277.53	330.58	383.72	436.95
170	50.67	68.40	118.13	168.77	219.86	271.21	322.73	374.35	426.05
171	42.31	86.87	137.46	188.15	238.89	289.66	340.45	391.24	442.05
172	46.70	71.20	127.35	183.99	240.87	297.89	355.00	412.17	469.39
173	47.16	71.77	125.36	179.49	233.88	288.42	343.06	397.76	452.50
174	44.16	66.27	118.96	172.12	225.52	279.06	332.68	386.36	440.08
175	46.52	69.15	121.87	175.10	228.59	282.22	335.96	389.75	443.58
176	50.56	70.32	124.83	180.04	235.60	291.36	347.24	403.20	459.22
177	51.72	79.61	137.04	195.12	253.53	312.12	370.83	429.62	488.46
178	45.37	73.60	124.33	180.65	237.28	294.09	351.01	408.01	465.05
179	41.45	69.56	121.70	176.01	230.61	285.37	340.23	395.17	450.15
180	45.93	77.88	125.02	178.88	232.91	287.06	341.26	395.51	449.80
181	41.94	70.97	124.88	179.33	234.05	288.92	343.89	398.92	454.00
182	45.92	85.98	139.65	197.64	256.05	314.70	373.51	432.41	491.38
183	52.85	66.93	117.93	169.92	222.42	275.20	328.17	381.25	434.42
184	54.09	69.16	120.27	172.57	225.48	278.72	332.18	385.78	439.48
185	49.29	77.59	135.36	193.67	252.25	310.98	369.80	428.69	487.62
186	48.07	91.59	146.40	205.11	264.08	323.21	382.44	441.74	501.07
187	37.21	63.74	109.32	155.29	201.47	247.76	294.12	340.52	386.97

188	47.91	85.98	139.06	194.86	250.97	307.26	363.65	420.12	476.64
189	41.47	83.66	111.65	168.08	224.85	281.82	338.91	396.08	453.31
190	52.50	73.78	125.46	177.94	230.81	283.91	337.14	390.48	443.88
191	53.57	74.73	126.24	178.54	231.22	284.12	337.16	390.30	443.50
192	45.29	74.91	99.69	147.75	196.81	246.45	296.45	346.68	397.09
193	47.24	80.50	136.56	193.03	249.71	306.50	363.37	420.29	477.24
194	48.87	84.26	129.46	181.94	235.18	288.85	342.79	396.90	451.14
195	47.96	99.82	156.35	213.05	269.81	326.62	383.46	440.31	497.18
196	47.52	81.44	133.22	189.90	248.32	307.07	366.02	425.10	484.28
197	46.28	66.11	113.53	161.74	210.35	259.18	308.15	357.22	406.36
198	50.72	103.40	160.32	217.35	274.42	331.53	388.65	445.79	502.94
199	47.88	82.16	133.79	190.60	248.90	307.51	366.31	425.25	484.28
200	50.30	102.52	157.73	213.03	268.37	323.74	379.12	434.51	489.91

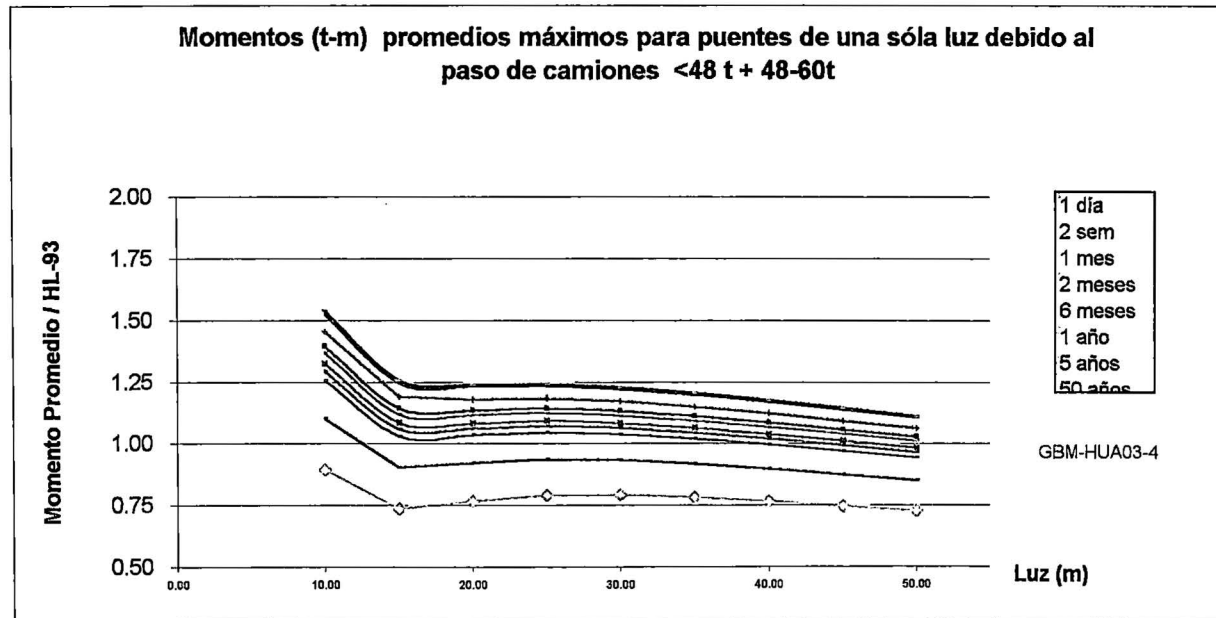
Media	49.96	82.35	133.68	191.62	250.76	310.15	369.68	429.30	488.98
D. S	7.80	12.72	17.87	23.74	29.92	36.33	42.91	49.60	56.37

Est.Ant.m + 4 σ	74.50	120.00	163.80	230.00	294.93	360.00	433.35	495.00	572.55
m + 2 σ	65.56	107.80	169.42	239.09	310.61	382.82	455.49	528.49	601.71
m + 4 σ	81.16	133.24	205.16	286.57	370.45	455.49	541.30	627.69	714.44
m + 5 σ	88.96	145.97	223.03	310.30	400.38	491.82	584.21	677.28	770.81
M- HL93	55.36	110.98	172.53	240.02	313.44	392.81	478.11	569.32	666.52
M- HS20	43.49	84.26	125.03	165.80	206.57	247.34	288.11	328.85	369.65

**MOMENTOS PROMEDIOS MÁXIMOS PARA PUENTES DE
UNA SÓLA LUZ DEBIDO AL PASO DE UN CAMIÓN <48 t + 48-60t
(DIVIDIDO POR EL MOMENTO HL-93 CORRESPONDIENTE)**

HUANCAYO 2003

LUZ (m)	PROM.	1	2	1	2	6	1	5	50	75
		día	semanas	mes	meses	meses	año	años	años	años
10	0.90	1.11	1.27	1.30	1.33	1.38	1.40	1.46	1.53	1.54
15	0.74	0.91	1.04	1.07	1.09	1.13	1.15	1.20	1.25	1.26
20	0.77	0.93	1.04	1.07	1.09	1.12	1.14	1.18	1.24	1.25
25	0.80	0.94	1.05	1.08	1.10	1.13	1.15	1.19	1.24	1.25
30	0.80	0.94	1.05	1.07	1.09	1.12	1.14	1.18	1.23	1.24
35	0.79	0.93	1.03	1.05	1.07	1.10	1.12	1.16	1.20	1.21
40	0.77	0.90	1.00	1.03	1.05	1.07	1.09	1.13	1.17	1.18
45	0.75	0.88	0.98	1.00	1.02	1.05	1.06	1.10	1.14	1.15
50	0.73	0.86	0.95	0.97	0.99	1.02	1.03	1.07	1.11	1.12



CORTES MÁXIMOS (t) PARA UNA MUESTRA DE CAMIONES REALES

ESTACIÓN : HUANCAYO MARZO 2003

PESOS : Menores 48 t + Mayores 48 t a 60 t

Camión Nº	L 1	L 2	L 3	L 4	L 5	L 6	L 7	L 8	L 9
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
1	17.91	23.97	29.75	33.95	36.75	38.75	40.25	41.42	42.35
2	17.05	23.25	28.85	32.72	35.29	37.14	38.52	39.59	40.45
3	17.06	24.45	30.37	34.30	36.91	38.78	40.19	41.28	42.15
4	23.34	30.84	35.74	38.68	40.64	42.03	43.08	43.90	44.55
5	18.04	25.71	32.08	37.12	40.48	42.88	44.68	46.08	47.20
6	23.65	30.75	35.40	38.18	40.04	41.37	42.36	43.14	43.76
7	17.81	24.39	29.82	34.01	36.80	38.80	40.29	41.46	42.39
8	21.35	28.04	33.46	36.70	38.87	40.41	41.57	42.48	43.20
9	27.23	34.85	40.03	43.22	45.34	46.86	48.00	48.88	49.59
10	21.56	28.82	33.91	36.96	39.00	40.45	41.54	42.39	43.06
11	20.06	26.17	32.03	35.85	38.40	40.23	41.59	42.65	43.50
12	17.91	25.02	30.68	34.49	37.03	38.85	40.21	41.27	42.11
13	25.24	32.65	37.60	40.57	42.56	43.97	45.03	45.86	46.52
14	25.05	32.60	37.82	40.96	43.04	44.54	45.66	46.53	47.22
15	30.81	37.11	40.26	42.15	43.41	44.31	44.98	45.51	45.93
16	26.01	33.10	37.25	39.73	41.39	42.58	43.46	44.16	44.71
17	25.29	32.55	37.21	40.01	41.88	43.22	44.22	44.99	45.62
18	28.61	34.92	39.08	41.57	43.24	44.43	45.32	46.01	46.57
19	28.73	35.59	39.70	42.16	43.81	44.98	45.86	46.55	47.09
20	23.03	29.16	34.88	38.56	41.01	42.76	44.08	45.10	45.92
21	20.81	30.13	36.88	41.00	43.76	45.72	47.20	48.34	49.26
22	29.72	37.02	41.58	44.31	46.13	47.43	48.41	49.17	49.77
23	17.61	25.55	32.16	37.17	40.50	42.88	44.67	46.06	47.17
24	33.47	40.69	45.48	48.35	50.27	51.63	52.66	53.46	54.10
25	24.39	31.97	37.10	40.17	42.22	43.69	44.79	45.64	46.33
26	24.27	31.78	36.77	39.77	41.77	43.19	44.26	45.10	45.76
27	25.61	33.11	37.95	40.85	42.79	44.17	45.20	46.01	46.66
28	24.76	31.94	36.57	39.34	41.20	42.52	43.51	44.28	44.90
29	23.89	31.49	36.20	39.03	40.92	42.27	43.28	44.06	44.69
30	25.88	33.89	39.34	42.61	44.80	46.36	47.52	48.43	49.16
31	25.31	33.40	39.92	43.83	46.44	48.30	49.70	50.79	51.66
32	17.92	24.03	29.96	34.45	37.44	39.58	41.18	42.43	43.43
33	17.38	23.48	28.80	32.64	35.21	37.04	38.41	39.48	40.33
34	21.87	30.18	35.94	39.39	41.70	43.34	44.58	45.54	46.30
35	23.03	31.53	36.83	40.01	42.13	43.65	44.78	45.67	46.37
36	24.39	31.92	36.87	39.84	41.81	43.23	44.29	45.11	45.77
37	21.93	30.44	36.56	40.23	42.68	44.43	45.74	46.76	47.57
38	24.44	31.36	35.58	38.12	39.81	41.02	41.92	42.63	43.19
39	24.09	32.20	37.01	39.89	41.81	43.19	44.22	45.02	45.66
40	30.91	37.04	42.35	45.53	47.65	49.17	50.31	51.19	51.90
41	18.92	24.76	29.78	33.85	36.56	38.49	39.94	41.07	41.98
42	28.57	34.91	39.20	41.78	43.49	44.72	45.64	46.36	46.93
43	27.64	33.50	37.42	39.77	41.33	42.45	43.29	43.94	44.46
44	21.15	28.25	33.30	36.32	38.34	39.78	40.86	41.70	42.37
45	21.77	29.20	34.00	36.88	38.80	40.17	41.20	42.00	42.64
46	28.93	36.92	42.12	45.24	47.32	48.80	49.92	50.78	51.48
47	25.22	32.02	36.03	38.44	40.04	41.19	42.05	42.72	43.25
48	17.17	23.24	29.04	33.23	36.03	38.03	39.53	40.69	41.62
49	22.42	29.59	34.48	37.42	39.38	40.77	41.82	42.64	43.29
50	23.43	30.83	35.86	38.88	40.89	42.33	43.40	44.24	44.91
51	18.87	25.37	32.03	36.77	39.93	42.19	43.88	45.19	46.25
52	16.42	21.42	27.27	31.86	34.91	37.09	38.73	40.00	41.02
53	15.77	21.37	26.81	31.26	34.22	36.34	37.93	39.16	40.15
54	25.53	33.51	39.78	43.54	46.05	47.84	49.18	50.23	51.06
55	21.96	31.15	35.83	38.64	40.51	41.84	42.85	43.63	44.25
56	27.80	34.70	40.85	44.54	47.00	48.76	50.08	51.10	51.92
57	16.36	22.79	28.07	32.08	34.76	36.67	38.10	39.21	40.11
58	18.17	24.05	29.06	32.95	35.53	37.38	38.77	39.85	40.71
59	22.27	30.74	36.53	40.00	42.32	43.98	45.22	46.18	46.95
60	22.77	30.93	36.18	39.33	41.44	42.94	44.06	44.94	45.64
61	21.74	29.58	34.65	37.69	39.72	41.16	42.25	43.09	43.77
62	22.88	30.36	34.97	37.73	39.57	40.88	41.87	42.64	43.25
63	22.72	30.85	36.14	39.31	41.42	42.93	44.06	44.94	45.65
64	17.48	24.46	30.58	34.73	37.49	39.46	40.94	42.09	43.01
65	22.75	29.25	36.27	40.80	43.83	45.99	47.61	48.87	49.88
66	21.44	28.69	33.77	36.82	38.85	40.30	41.39	42.24	42.91
67	18.13	24.39	30.43	35.16	38.30	40.55	42.24	43.55	44.60
68	22.48	30.45	35.95	39.24	41.44	43.00	44.18	45.10	45.83

69	23.11	30.45	35.25	38.12	40.04	41.41	42.44	43.24	43.88
70	25.37	32.54	36.49	38.86	40.44	41.57	42.42	43.08	43.60
71	23.53	30.05	34.74	37.56	39.44	40.78	41.78	42.56	43.19
72	17.14	24.42	30.53	34.89	37.79	39.86	41.42	42.63	43.60
73	25.34	33.21	38.55	41.76	43.89	45.42	46.56	47.45	48.17
74	27.53	35.07	39.75	42.56	44.43	45.76	46.77	47.55	48.17
75	28.26	35.68	40.65	43.63	45.62	47.04	48.10	48.93	49.60
76	15.96	22.03	28.03	32.14	34.88	36.84	38.31	39.45	40.36
77	20.07	25.41	30.96	35.39	38.34	40.44	42.02	43.25	44.24
78	23.97	30.70	35.04	37.64	39.37	40.61	41.54	42.26	42.84
79	24.49	32.33	37.94	41.31	43.55	45.15	46.35	47.29	48.04
80	26.21	33.99	40.33	44.14	46.68	48.49	49.85	50.91	51.75
81	28.29	36.62	41.75	44.83	46.88	48.35	49.45	50.30	50.99
82	27.04	33.66	37.62	39.99	41.57	42.71	43.55	44.21	44.74
83	22.71	30.11	35.15	38.18	40.20	41.64	42.72	43.56	44.23
84	22.85	30.46	36.34	38.27	40.23	41.62	42.67	43.48	44.13
85	30.21	36.45	40.69	43.23	44.93	46.14	47.05	47.76	48.32
86	27.11	35.85	41.25	44.49	46.64	48.18	49.34	50.24	50.96
87	20.78	28.65	34.04	37.28	39.44	40.98	42.14	43.04	43.76
88	30.84	37.84	42.90	45.94	47.96	49.41	50.49	51.34	52.01
89	19.87	23.95	29.71	33.79	36.51	38.45	39.90	41.04	41.94
90	22.16	26.96	33.22	37.57	40.48	42.55	44.11	45.32	46.29
91	25.19	31.03	37.58	41.99	44.92	47.02	48.59	49.81	50.79
92	19.92	25.56	31.57	35.56	38.23	40.13	41.56	42.66	43.55
93	20.81	25.21	31.17	34.96	37.49	39.30	40.66	41.71	42.55
94	20.70	27.27	33.63	37.69	40.39	42.32	43.77	44.89	45.79
95	29.57	36.63	42.05	45.30	47.46	49.01	50.17	51.08	51.80
96	21.67	28.49	33.47	36.46	38.45	39.87	40.94	41.77	42.44
97	19.39	27.88	34.32	38.36	41.06	42.98	44.43	45.55	46.45
98	27.60	35.43	40.73	43.91	46.03	47.55	48.68	49.56	50.27
99	19.77	27.99	34.11	37.79	40.25	42.00	43.32	44.34	45.16
100	20.80	28.90	34.76	38.57	41.10	42.91	44.27	45.33	46.18
101	14.62	19.88	24.22	27.43	29.56	31.09	32.23	33.12	33.83
102	15.01	20.67	25.79	29.67	32.26	34.10	35.49	36.56	37.43
103	14.75	19.93	24.78	28.17	30.43	32.05	33.26	34.20	34.95
104	15.39	20.46	24.24	26.50	28.01	29.09	29.90	30.53	31.03
105	11.06	15.71	19.81	22.79	26.03	28.45	30.27	31.69	32.82
106	14.75	19.84	24.17	27.62	29.92	31.56	32.80	33.75	34.52
107	24.35	31.29	35.36	37.81	39.43	40.60	41.47	42.15	42.69
108	14.54	19.56	23.80	27.27	29.58	31.23	32.47	33.43	34.20
109	19.34	23.95	26.73	28.39	29.50	30.29	30.89	31.35	31.72
110	23.41	30.66	34.91	37.47	39.17	40.39	41.30	42.01	42.58
111	18.43	23.32	26.61	28.59	29.90	30.84	31.55	32.09	32.53
112	23.03	29.91	33.87	36.24	37.83	38.96	39.81	40.47	41.00
113	20.12	25.20	28.45	30.40	31.70	32.63	33.32	33.86	34.30
114	16.51	22.69	28.23	32.06	34.61	36.43	37.80	38.86	39.72
115	13.89	19.18	24.07	27.24	29.36	30.87	32.00	32.88	33.59
116	20.62	27.92	32.61	35.42	37.30	38.64	39.64	40.42	41.05
117	25.93	31.58	35.15	37.29	38.72	39.74	40.50	41.10	41.57
118	21.07	28.07	32.38	34.96	36.68	37.90	38.83	39.54	40.12
119	17.73	23.36	27.66	31.09	33.37	35.01	36.23	37.19	37.95
120	22.90	29.49	33.87	36.50	38.25	39.50	40.44	41.17	41.75
121	24.58	31.19	35.05	37.36	38.90	40.00	40.83	41.47	41.98
122	21.22	27.03	30.74	32.97	34.45	35.51	36.31	36.93	37.42
123	23.40	30.12	34.33	36.86	38.55	39.76	40.66	41.36	41.93
124	22.88	29.57	33.79	36.32	38.01	39.22	40.12	40.82	41.39
125	21.88	27.19	30.81	32.98	34.43	35.46	36.23	36.84	37.32
126	19.54	25.46	29.33	31.65	33.19	34.30	35.13	35.77	36.29
127	23.50	30.30	34.56	37.12	38.82	40.04	40.96	41.67	42.23
128	22.04	27.46	31.12	33.32	34.78	35.83	36.61	37.22	37.71
129	22.34	27.60	30.93	32.93	34.26	35.21	35.92	36.48	36.92
130	24.83	30.81	34.66	36.97	38.51	39.60	40.43	41.07	41.58
131	22.80	29.71	33.82	36.30	37.94	39.12	40.00	40.69	41.24
132	21.90	28.64	32.77	35.25	36.90	38.08	38.97	39.65	40.20
133	21.28	27.93	32.71	35.58	37.49	38.65	39.68	40.67	41.31
134	21.70	26.63	29.87	31.82	33.12	34.04	34.74	35.28	35.71
135	18.76	23.49	26.45	28.22	29.40	30.24	30.88	31.37	31.76
136	22.37	28.18	31.96	34.22	35.73	36.81	37.62	38.25	38.76
137	26.26	32.04	35.87	38.16	39.69	40.78	41.60	42.23	42.74
138	20.89	27.58	31.96	34.58	36.33	37.58	38.51	39.24	39.83
139	22.10	28.66	32.78	35.26	36.91	38.09	38.98	39.66	40.21
140	21.06	28.21	32.91	35.74	37.62	38.97	39.98	40.76	41.39
141	22.86	29.82	34.11	36.68	38.40	39.62	40.54	41.25	41.83
142	21.20	27.52	31.18	33.38	34.84	35.89	36.68	37.29	37.77
143	17.71	22.92	26.44	28.55	29.96	30.96	31.72	32.30	32.77
144	19.40	24.35	27.48	29.35	30.61	31.50	32.17	32.69	33.11
145	19.39	26.01	30.41	33.04	34.80	36.06	37.00	37.73	38.32

146	19.83	25.92	29.72	32.00	33.51	34.60	35.41	36.04	36.55
147	21.33	25.96	28.30	29.71	30.64	31.31	31.82	32.21	32.52
148	17.13	23.33	28.43	32.09	34.54	36.28	37.59	38.61	39.42
149	24.13	30.55	34.38	36.68	38.21	39.31	40.13	40.77	41.28
150	22.11	29.11	33.32	35.84	37.52	38.72	39.62	40.32	40.88
151	20.76	27.32	31.61	34.19	35.91	37.13	38.05	38.77	39.34
152	20.86	27.63	32.07	34.73	36.51	37.77	38.73	39.46	40.06
153	24.79	30.79	34.38	36.53	37.97	38.99	39.76	40.36	40.84
154	15.81	21.44	26.41	30.15	32.64	34.42	35.75	36.79	37.62
155	22.96	26.62	29.23	30.80	31.84	32.58	33.14	33.58	33.92
156	21.70	26.63	29.83	31.75	33.04	33.95	34.64	35.17	35.60
157	20.62	24.64	27.83	29.74	31.01	31.92	32.61	33.14	33.56
158	20.77	27.15	31.29	33.77	35.42	36.60	37.49	38.18	38.73
159	17.22	22.65	26.35	28.57	30.05	31.11	31.90	32.51	33.01
160	17.58	22.65	26.19	28.32	29.74	30.75	31.51	32.10	32.57
161	18.89	24.93	30.03	33.25	35.39	36.92	38.07	38.97	39.68
162	20.35	26.36	31.27	34.32	36.35	37.80	38.89	39.74	40.42
163	21.14	27.25	31.16	33.50	35.07	36.19	37.02	37.67	38.20
164	21.19	27.17	31.90	34.83	36.77	38.17	39.21	40.02	40.67
165	15.10	19.89	24.45	28.18	30.67	32.45	33.78	34.82	35.65
166	21.71	28.19	32.55	35.17	36.91	38.16	39.09	39.82	40.40
167	20.40	26.51	30.41	32.75	34.31	35.42	36.26	36.91	37.43
168	19.25	25.86	30.95	34.01	36.05	37.50	38.59	39.44	40.12
169	19.30	25.69	29.97	32.54	34.26	35.48	36.40	37.11	37.68
170	22.94	28.42	31.71	33.69	35.01	35.95	36.66	37.21	37.65
171	22.03	28.09	31.23	33.12	34.38	35.28	35.95	36.48	36.90
172	20.46	27.22	31.89	34.69	36.56	37.89	38.90	39.67	40.30
173	21.38	27.74	31.79	34.22	35.84	37.00	37.86	38.54	39.08
174	19.84	25.94	30.23	32.80	34.52	35.75	36.67	37.38	37.95
175	21.14	27.15	31.16	33.57	35.18	36.32	37.18	37.85	38.39
176	22.20	28.47	32.61	35.09	36.74	37.92	38.80	39.49	40.04
177	23.31	30.12	34.40	36.97	38.68	39.91	40.82	41.54	42.11
178	19.58	26.14	31.05	34.00	35.97	37.38	38.43	39.25	39.90
179	19.52	26.01	30.54	33.26	35.08	36.37	37.34	38.10	38.70
180	17.42	24.24	29.06	31.96	33.88	35.26	36.29	37.10	37.74
181	19.66	26.43	30.87	33.54	35.32	36.59	37.54	38.28	38.87
182	22.52	29.71	34.13	36.79	38.56	39.82	40.77	41.51	42.10
183	24.03	29.44	32.78	34.78	36.12	37.08	37.79	38.35	38.79
184	23.55	29.40	32.87	34.95	36.34	37.33	38.08	38.65	39.12
185	23.99	30.45	34.66	37.19	38.87	40.07	40.97	41.68	42.24
186	24.11	30.94	35.11	37.61	39.28	40.47	41.36	42.06	42.61
187	18.51	24.02	27.33	29.32	30.64	31.59	32.29	32.85	33.29
188	22.82	29.57	33.52	35.89	37.47	38.60	39.45	40.11	40.64
189	15.88	22.00	27.07	30.85	33.37	35.17	36.52	37.57	38.41
190	25.69	30.96	33.95	35.75	36.95	37.80	38.44	38.94	39.34
191	26.25	31.43	34.26	35.96	37.10	37.91	38.52	38.99	39.37
192	17.04	22.93	27.41	30.10	31.90	33.18	34.14	34.88	35.48
193	21.89	28.74	32.98	35.52	37.21	38.42	39.32	40.03	40.59
194	18.32	26.10	30.52	33.18	34.95	36.21	37.16	37.90	38.49
195	25.51	31.68	35.14	37.22	38.61	39.60	40.34	40.92	41.38
196	21.13	28.05	32.95	35.89	37.85	39.25	40.30	41.11	41.77
197	22.85	27.71	30.67	32.44	33.62	34.46	35.09	35.58	35.98
198	26.07	32.25	35.62	37.65	39.00	39.96	40.68	41.25	41.70
199	21.22	28.15	33.00	35.90	37.84	39.22	40.26	41.06	41.71
200	25.66	31.73	34.88	36.78	38.04	38.94	39.61	40.14	40.56

Media	21.91	28.46	33.13	36.08	38.06	39.47	40.53	41.35	42.01
D. S	3.77	4.26	4.37	4.42	4.50	4.60	4.68	4.76	4.83

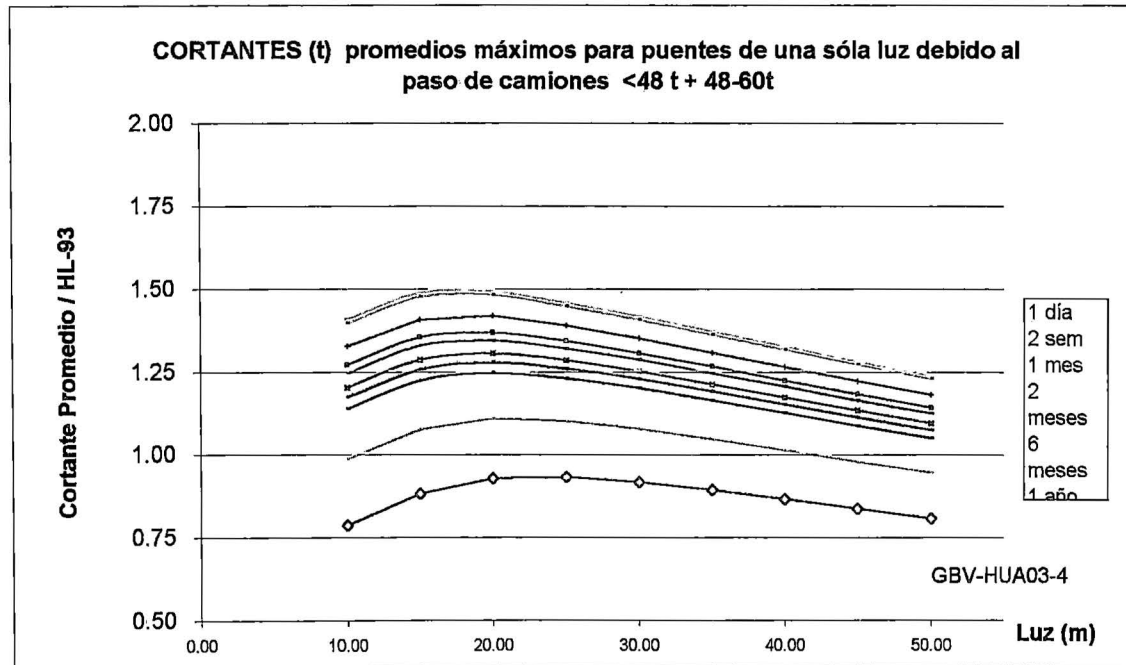
Est.Ant.m+4 σ	30.45	35.00	38.28	41.50	43.18	45.00	46.02	47.00	47.91
----------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

m + 2 σ	29.44	36.97	41.87	44.92	47.07	48.66	49.90	50.87	51.67
m + 4 σ	36.97	45.49	50.62	53.76	56.08	57.86	59.26	60.40	61.33
m + 5 σ	40.74	49.75	54.99	58.18	60.58	62.46	63.95	65.16	66.16
V- HL93	27.64	32.06	35.43	38.43	41.20	43.88	46.46	49.01	51.52
V- Hs20	22.89	24.93	25.93	26.56	26.95	27.25	27.46	27.63	27.77

**CORTANTES PROMEDIOS MAXIMOS PARA PUENTES DE
UNA SÓLA LUZ DEBIDO AL PASO DE UN CAMIÓN <48 t + 48-60t
(DIVIDIDO POR EL MOMENTO HL-93 CORRESPONDIENTE)**

HUANCAYO 2003

LUZ (m)	PROM.	1	2	1	2	6	1	5	50	75
		día	semanas	mes	meses	meses	año	años	años	años
10	0.79	0.99	1.14	1.18	1.21	1.25	1.28	1.33	1.40	1.41
15	0.89	1.08	1.23	1.26	1.29	1.33	1.36	1.41	1.48	1.49
20	0.93	1.12	1.25	1.28	1.31	1.35	1.37	1.42	1.49	1.50
25	0.94	1.11	1.24	1.26	1.29	1.33	1.35	1.39	1.45	1.46
30	0.92	1.08	1.21	1.23	1.26	1.29	1.31	1.36	1.41	1.42
35	0.90	1.05	1.17	1.20	1.22	1.25	1.27	1.31	1.37	1.38
40	0.87	1.02	1.13	1.16	1.18	1.21	1.23	1.27	1.32	1.33
45	0.84	0.99	1.09	1.12	1.14	1.17	1.19	1.23	1.28	1.29
50	0.82	0.95	1.06	1.08	1.10	1.13	1.15	1.19	1.23	1.24



**CÁLCULO DE LA DATA PARA
PUENTES HASTA 50 m DE LUZ**

2º MUESTREO – PESOS HASTA 60 t

ICA 2003

MOMENTOS MÁXIMOS (t-m) PARA UNA MUESTRA DE CAMIONES REALES

ESTACIÓN : ICA JUNIO 2003

PESOS : Menores 48 t + Mayores 48 t a 60 t

Camión Nº	L 1	L 2	L 3	L 4	L 5	L 6	L 7	L 8	L 9
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
1	48.22	81.53	130.34	182.83	235.42	288.07	340.75	393.46	446.18
2	47.15	78.78	130.52	182.48	234.56	286.70	338.88	391.09	443.32
3	53.63	75.16	126.43	178.49	230.93	283.60	336.41	389.31	442.28
4	45.78	76.28	111.22	163.40	215.95	268.72	321.63	374.62	427.67
5	38.91	66.25	109.11	153.51	198.00	242.56	287.16	331.78	376.41
6	45.33	75.33	105.34	146.75	196.45	246.78	297.50	348.48	399.64
7	37.59	58.91	98.28	142.23	186.52	231.02	275.65	320.35	365.12
8	37.08	69.61	96.61	145.20	194.11	243.20	292.41	341.68	391.01
9	38.32	72.64	114.99	156.78	210.52	264.46	318.51	372.64	426.82
10	37.10	59.03	96.31	141.02	186.16	231.56	277.11	322.76	368.49
11	39.42	67.60	110.64	154.06	197.68	241.42	285.22	329.07	372.95
12	35.52	65.97	99.75	151.56	203.57	255.68	307.85	360.08	412.33
13	49.34	64.85	113.31	162.58	212.27	262.20	312.27	362.44	412.68
14	46.01	63.74	114.50	165.87	217.54	269.39	321.34	373.37	425.44
15	45.94	79.69	130.13	180.68	231.29	281.94	332.60	383.28	433.97
16	46.25	84.33	135.17	186.12	237.13	288.16	339.21	390.28	441.35
17	35.87	70.29	110.95	156.29	208.31	260.50	312.79	365.15	417.56
18	45.99	83.02	133.71	184.52	235.38	286.28	337.19	388.13	439.07
19	37.59	74.08	111.32	164.33	217.62	271.06	324.61	378.22	431.87
20	46.58	83.91	134.97	186.14	237.36	288.62	339.90	391.19	442.49
21	46.10	77.27	119.19	171.99	225.06	278.29	331.61	384.99	438.41
22	44.75	74.54	104.34	143.04	192.08	241.78	291.88	342.25	392.82
23	44.63	74.37	104.13	133.21	181.40	230.37	279.83	329.62	379.63
24	42.48	70.45	108.12	159.66	211.56	263.65	315.87	368.17	420.52
25	38.59	66.24	105.67	152.53	200.10	248.07	296.29	344.69	393.19
26	40.07	69.74	114.28	163.81	215.43	267.37	319.53	371.82	424.21
27	52.46	73.82	124.73	176.41	228.46	280.72	333.12	385.61	438.17
28	40.26	70.39	114.84	164.51	216.03	267.87	319.92	372.10	424.38
29	41.84	67.96	101.33	149.14	197.50	246.17	295.03	344.02	393.11
30	40.37	69.89	105.55	158.84	213.30	267.88	322.54	377.24	431.98
31	47.94	68.32	121.06	174.34	227.91	281.63	335.46	389.34	443.28
32	46.91	70.39	121.57	173.26	225.20	277.29	329.46	381.70	433.98
33	32.34	73.70	120.01	169.49	219.11	268.80	318.53	368.29	418.08
34	46.41	84.69	127.04	172.68	221.71	270.75	319.79	368.83	417.87
35	43.96	71.78	108.85	161.58	214.75	268.17	321.74	375.42	429.18
36	39.70	63.41	96.85	140.31	186.74	233.50	280.46	327.55	374.74
37	48.31	74.16	125.15	176.89	228.99	281.31	333.76	386.29	438.89
38	45.43	76.08	118.90	170.10	222.01	274.31	326.85	379.57	432.40
39	45.94	66.52	111.42	157.02	202.95	249.09	295.35	341.69	388.09
40	50.78	62.67	112.59	163.52	214.95	266.67	318.57	370.59	422.70
41	54.72	80.54	138.78	197.56	256.61	315.82	375.13	434.50	493.91
42	48.64	57.92	105.90	155.16	205.05	255.31	305.79	356.42	407.16
43	41.45	72.41	103.43	151.71	203.11	254.75	306.54	358.43	410.39
44	42.37	74.11	105.91	154.22	206.39	258.81	311.38	364.07	416.83
45	40.83	68.17	119.91	172.00	224.27	276.64	329.07	381.55	434.06
46	47.91	76.53	109.07	159.33	210.11	261.18	312.44	363.82	415.28
47	39.91	64.67	99.01	144.15	189.63	235.30	281.10	326.98	372.91
48	42.37	74.06	102.42	154.11	206.23	258.60	311.13	363.76	416.47
49	38.92	64.44	100.26	144.55	189.15	233.94	278.84	323.82	368.86
50	52.05	76.19	126.07	176.61	227.47	278.53	329.70	380.95	432.26
51	51.41	77.89	127.24	177.22	227.51	277.98	328.55	379.21	429.91
52	39.15	74.16	105.32	154.37	203.66	253.10	302.61	352.19	401.80
53	39.93	71.16	116.16	166.50	217.30	268.34	319.55	370.87	422.26
54	42.64	81.35	131.90	182.69	233.61	284.60	335.63	386.70	437.78
55	44.74	69.64	119.74	170.58	221.79	273.22	324.77	376.42	428.12
56	47.90	74.59	125.60	177.32	229.41	281.70	334.13	386.63	439.20
57	26.20	50.04	76.84	112.06	156.12	200.56	245.24	290.09	335.05
58	53.22	61.08	111.78	163.68	216.18	269.02	322.07	375.27	428.57
59	46.09	76.31	115.68	166.35	217.79	269.67	321.83	374.17	426.64
60	48.18	59.59	107.43	156.48	206.14	256.13	306.34	356.70	407.16
61	43.89	73.46	91.95	136.32	181.62	227.44	273.60	319.98	366.52
62	44.03	76.00	122.12	173.52	225.40	277.57	329.91	382.37	434.91
63	41.78	69.28	90.17	134.76	180.33	226.45	272.93	319.64	366.51
64	42.66	72.00	123.61	175.60	227.77	280.04	332.38	384.77	437.18

65	51.14	83.73	142.11	200.96	260.05	319.27	378.57	437.93	497.32
66	48.77	59.64	107.62	156.65	206.19	256.02	306.04	356.18	406.40
67	43.36	71.61	111.65	159.94	208.50	257.20	305.99	354.85	403.75
68	40.15	63.81	107.37	151.41	195.70	240.12	284.62	329.19	373.79
69	47.90	79.45	129.47	180.14	231.13	282.32	333.61	384.99	436.42
70	46.87	73.92	132.03	190.73	249.73	308.90	368.18	427.53	486.93
71	52.70	68.64	119.61	171.61	224.12	276.92	329.91	383.01	436.20
72	42.02	71.17	102.95	148.56	199.36	250.82	302.68	354.81	407.14
73	42.48	70.96	103.60	149.33	200.34	252.00	304.07	356.42	408.95
74	49.41	81.58	99.42	149.54	200.53	252.02	303.83	355.84	408.00
75	43.25	69.19	108.37	159.75	211.47	263.38	315.42	367.55	419.73
76	50.34	79.73	89.39	134.61	180.60	227.03	273.74	320.63	367.66
77	50.51	95.02	119.69	178.07	236.86	295.88	355.04	414.30	473.63
78	52.81	60.39	110.13	161.22	213.00	265.17	317.58	370.15	422.84
79	47.12	78.20	136.54	195.39	254.48	313.72	373.04	432.42	491.84
80	43.62	69.01	107.73	159.26	211.15	263.25	315.48	367.79	420.17
81	52.81	60.28	109.84	160.77	212.38	264.37	316.61	369.01	421.53
82	50.17	77.96	129.06	180.76	232.76	284.94	337.22	389.57	441.98
83	51.93	82.37	133.65	185.48	237.60	289.87	342.24	394.68	447.17
84	39.58	65.16	86.64	129.07	172.37	216.18	260.29	304.62	349.09
85	42.11	70.70	109.55	161.02	212.81	264.79	316.89	369.07	421.30
86	50.79	92.39	149.16	207.85	266.82	325.96	385.19	444.50	503.86
87	48.30	53.54	101.19	150.38	200.34	250.73	301.41	352.26	403.24
88	43.76	55.63	97.71	140.52	183.68	227.05	270.56	314.14	357.79
89	42.41	78.94	125.45	183.97	242.84	301.90	361.09	420.36	479.68
90	50.96	80.42	138.69	197.48	256.52	315.70	374.97	434.31	493.68
91	51.52	94.47	151.43	210.30	269.39	328.61	387.91	447.27	506.66
92	51.68	64.34	115.32	167.39	220.00	272.91	326.02	379.25	432.58
93	51.10	65.47	116.04	167.70	219.90	272.41	325.11	377.93	430.85
94	50.53	83.26	141.30	199.92	258.83	317.91	377.09	436.35	495.65
95	48.63	92.13	145.60	204.12	262.95	321.96	381.09	440.29	499.55
96	50.96	77.32	134.79	193.05	251.71	310.60	369.63	428.75	487.95
97	49.77	86.55	138.55	196.78	255.42	314.29	373.30	432.42	491.60
98	52.88	69.89	127.47	185.80	244.50	303.40	362.44	421.57	480.76
99	41.19	68.03	112.66	161.59	213.48	265.75	318.26	370.92	423.70
100	36.21	70.12	114.71	159.55	204.51	249.55	294.64	339.75	384.89
101	46.93	96.49	162.68	230.41	298.39	366.50	434.70	502.96	571.26
102	54.73	89.88	142.63	209.49	276.87	344.54	412.41	480.39	548.46
103	64.03	97.06	164.37	232.12	300.08	368.17	436.33	504.55	572.80
104	72.58	113.15	165.69	229.19	296.50	364.10	431.90	499.82	567.82
105	69.51	130.24	194.16	261.58	329.30	397.20	465.21	533.29	601.42
106	63.79	105.24	166.60	233.99	301.70	369.58	437.58	505.65	573.77
107	61.80	86.73	153.04	220.12	287.58	355.26	423.88	490.99	558.96
108	71.08	118.81	164.42	232.32	300.31	368.36	436.43	504.52	572.63
109	55.32	90.57	147.50	213.77	280.65	347.88	415.33	482.93	550.62
110	54.96	104.75	165.82	232.69	299.96	367.45	435.08	502.81	570.59
111	61.59	101.22	153.23	220.39	287.83	355.45	423.17	490.96	558.80
112	52.87	90.73	148.72	213.93	280.64	347.73	415.05	482.52	550.11
113	78.02	129.42	173.85	241.68	309.53	377.39	445.25	513.13	581.00
114	61.33	96.38	153.28	219.52	286.24	353.24	420.42	487.71	555.08
115	70.07	112.60	162.31	224.16	291.16	358.33	425.62	492.98	560.40
116	56.50	95.72	151.09	214.35	280.96	347.86	414.93	482.12	549.40
117	60.32	105.53	124.49	189.94	255.92	322.22	388.71	455.33	522.04
118	60.21	97.03	127.54	191.77	256.91	322.59	388.58	454.80	521.17
119	57.18	91.83	143.36	208.48	274.16	340.18	406.39	472.75	539.20
120	57.04	91.08	130.66	195.40	260.83	326.66	392.74	458.99	525.36
121	69.30	70.78	133.08	197.15	262.10	327.55	393.33	459.31	525.44
122	74.34	124.57	181.51	247.63	313.86	380.15	446.48	512.84	579.22
123	73.34	123.86	175.44	226.38	292.34	358.41	424.54	490.73	556.94
124	78.74	144.92	211.16	277.42	343.70	409.98	476.26	542.54	608.83
125	45.66	80.18	125.74	187.86	253.41	319.14	384.99	450.91	516.89
126	62.57	103.83	164.47	229.86	295.50	361.29	427.17	493.10	559.08
127	48.42	87.35	133.44	181.21	246.95	312.79	378.70	444.65	510.63
128	32.37	78.02	126.18	184.11	249.23	314.59	380.09	445.70	511.37
129	49.37	88.67	136.18	179.13	244.51	310.05	375.68	441.38	507.12
130	54.17	88.76	138.29	202.45	267.20	332.29	397.58	463.01	528.54
131	48.98	93.51	151.48	215.77	280.58	345.68	410.95	476.36	541.84
132	58.20	97.96	138.90	203.55	268.58	333.83	399.22	464.70	530.24
133	55.70	96.73	155.68	218.08	283.00	348.16	413.46	478.87	544.35
134	42.61	72.51	136.14	201.35	266.73	332.22	397.77	463.36	528.98
135	55.42	105.86	171.01	236.38	301.85	367.39	432.97	498.57	564.19
136	77.46	102.12	163.93	227.29	291.42	356.00	420.85	485.88	551.04
137	57.85	97.45	138.70	203.21	268.11	333.21	398.46	463.79	529.19
138	50.63	85.37	141.73	206.67	271.84	337.15	402.54	467.99	533.47
139	66.51	84.67	146.83	210.38	274.63	339.27	404.17	469.23	534.40
140	44.99	79.84	125.87	187.43	252.42	317.57	382.83	448.15	513.52
141	71.79	83.17	143.12	205.31	268.63	332.58	396.93	461.55	526.35

142	44.08	82.41	127.91	184.78	249.15	313.85	378.76	443.82	508.97
143	52.44	90.91	137.46	191.08	255.91	320.93	386.08	451.31	516.59
144	53.89	99.55	129.62	193.87	258.54	323.45	388.51	453.67	518.90
145	50.08	79.00	142.62	206.95	271.63	336.52	401.53	466.62	531.78
146	55.81	99.01	150.60	207.89	272.89	338.00	403.18	468.40	533.65
147	66.71	122.27	182.64	248.02	313.39	378.77	444.14	509.52	574.89
148	67.09	89.53	151.15	214.22	278.03	342.26	406.74	471.40	536.19
149	55.00	82.79	146.27	210.43	274.91	339.58	404.38	469.25	534.18
150	41.61	79.36	126.00	182.09	246.83	311.68	376.61	441.57	506.57
151	52.63	93.43	149.43	212.03	276.15	340.55	405.14	469.84	534.63
152	48.70	88.30	137.87	181.27	245.52	310.00	374.63	439.36	504.15
153	51.50	97.57	161.70	226.20	290.89	355.68	420.53	485.43	550.36
154	41.03	72.32	127.62	188.76	253.36	318.08	382.88	447.73	512.61
155	56.10	81.66	144.43	208.08	272.17	336.51	401.01	465.61	530.29
156	34.73	60.36	116.66	174.95	239.58	304.30	369.07	433.88	498.72
157	47.95	86.90	151.41	216.10	280.88	345.70	410.55	475.43	540.32
158	71.19	110.58	153.44	208.66	272.37	336.43	400.70	465.13	529.65
159	44.47	82.43	128.90	192.73	256.93	321.34	385.88	450.51	515.20
160	56.36	89.80	130.09	193.37	257.19	321.33	385.67	450.14	514.71
161	56.89	71.07	135.45	200.05	264.75	329.51	394.31	459.14	523.98
162	57.66	80.96	144.10	207.93	272.09	336.45	400.93	465.50	530.12
163	51.07	84.46	146.97	210.41	274.30	338.47	402.79	467.23	531.75
164	46.01	82.07	127.22	168.49	232.79	297.22	361.73	426.28	490.88
165	65.25	78.30	140.61	203.89	267.66	331.71	395.93	460.26	524.68
166	52.22	83.95	128.85	192.21	256.02	320.09	384.31	448.64	513.04
167	73.65	74.72	135.56	197.93	261.07	324.66	388.51	452.55	516.72
168	50.69	85.86	149.83	214.08	278.47	342.93	407.44	471.99	536.56
169	51.25	87.77	151.01	214.82	278.90	343.14	407.49	471.90	536.36
170	50.99	88.34	151.84	215.81	279.99	344.31	408.71	473.16	537.65
171	54.61	84.95	148.22	212.03	276.10	340.33	404.65	469.03	533.46
172	51.35	82.09	138.46	201.94	265.78	329.81	393.97	458.22	522.52
173	42.29	77.92	123.03	172.97	236.39	300.13	364.07	428.13	492.29
174	44.03	82.24	123.27	187.24	251.38	315.62	379.92	444.27	508.64
175	49.44	96.94	131.73	194.13	257.21	320.67	384.39	448.26	512.25
176	66.15	78.01	139.25	201.76	264.91	328.43	392.18	456.08	520.09
177	38.79	78.32	114.15	175.77	238.33	301.43	364.86	428.51	492.31
178	52.34	100.90	155.17	217.00	279.68	342.86	406.34	470.03	533.87
179	52.93	83.41	146.28	209.74	273.50	337.42	401.45	465.55	529.70
180	54.12	85.43	148.23	211.65	275.38	339.27	403.28	467.35	531.48
181	57.87	91.46	146.47	208.87	271.91	335.31	398.93	462.71	526.59
182	56.03	70.75	133.24	196.44	259.99	323.75	387.63	451.60	515.63
183	44.95	81.67	126.90	183.83	247.23	310.88	374.68	438.58	502.55
184	54.27	88.97	144.42	207.39	270.79	334.43	398.22	462.12	526.08
185	56.04	92.60	155.36	218.72	282.37	346.18	410.10	474.10	538.14
186	37.99	75.55	123.59	182.10	245.47	309.07	372.83	436.69	500.63
187	55.66	88.83	151.58	214.90	278.53	342.31	406.21	470.17	534.19
188	41.09	72.86	115.88	175.79	239.61	303.54	367.53	431.57	495.64
189	52.40	86.36	141.46	201.85	264.80	328.10	391.62	455.29	519.06
190	53.09	75.79	138.09	201.13	264.54	328.16	391.91	455.75	519.66
191	55.26	81.53	143.04	205.59	268.64	331.98	395.50	459.15	522.88
192	63.67	100.56	154.69	223.37	292.56	362.04	431.71	501.50	571.37
193	55.50	96.96	165.58	234.82	304.37	374.09	443.92	513.83	583.79
194	60.45	115.28	177.01	245.49	314.46	383.70	453.11	522.64	592.25
195	56.91	85.55	153.45	222.05	291.02	360.18	429.47	498.84	568.28
196	61.53	96.68	136.42	203.22	270.95	339.21	407.81	476.62	545.60
197	81.21	144.38	209.17	276.14	345.10	414.05	483.01	551.96	620.92
198	62.78	121.51	185.88	254.11	322.54	391.1	459.74	528.43	597.15
199	55.5	95.08	157.65	225.54	293.7	362.02	430.44	498.92	567.46
200	52.76	101.77	162.23	229.64	297.48	365.56	433.8	502.14	570.55

Media	50.62	82.46	131.47	187.85	246.13	304.64	363.30	422.06	480.89
D. S	9.73	16.11	23.00	29.90	36.70	43.73	50.91	58.19	65.53

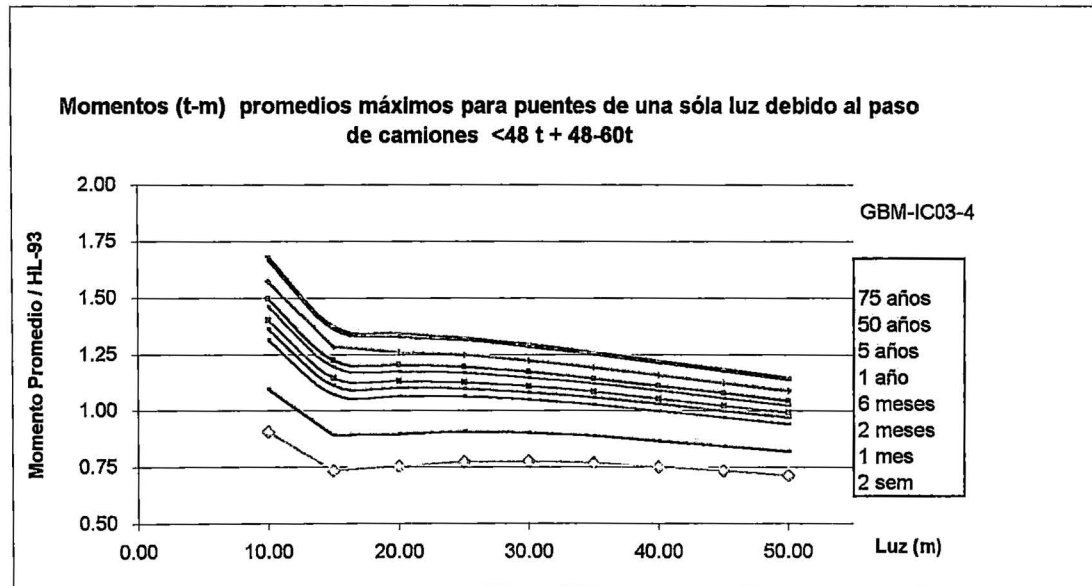
Est.Ant.m + 4 σ	74.50	120.00	163.80	230.00	294.93	360.00	433.35	495.00	572.55
---------------------------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

m + 2 σ	70.08	114.69	177.46	247.66	319.53	392.11	465.13	538.44	611.95
m + 4 σ	89.55	146.91	223.45	307.47	392.92	479.57	566.95	654.82	743.01
m + 5 σ	99.28	163.02	246.45	337.37	429.62	523.30	617.87	713.01	808.54
W- HL93	55.36	110.98	172.53	240.02	313.44	392.81	478.11	569.32	666.52
M- HS20	43.49	84.26	125.03	165.80	206.57	247.34	288.11	328.85	369.65

MOMENTOS PROMEDIOS MÁXIMOS PARA PUENTES DE UNA SÓLA LUZ DEBIDO AL PASO DE UN CAMIÓN <48 t + 48-60t (DIVIDIDO POR EL MOMENTO HL-93 CORRESPONDIENTE)

**ESTACION: ICA
AÑO: 2003**

LUZ (m)	PROM.	1	2	1	2	6	1	5	50	75
		día	semanas	mes	meses	meses	año	años	años	años
10	0.91	1.10	1.32	1.37	1.41	1.47	1.51	1.58	1.67	1.69
15	0.74	0.90	1.08	1.12	1.15	1.20	1.23	1.29	1.37	1.38
20	0.76	0.90	1.07	1.11	1.14	1.18	1.21	1.27	1.34	1.35
25	0.78	0.92	1.07	1.11	1.14	1.18	1.20	1.25	1.32	1.33
30	0.79	0.91	1.06	1.09	1.12	1.16	1.18	1.23	1.29	1.30
35	0.78	0.89	1.03	1.07	1.09	1.13	1.15	1.20	1.26	1.27
40	0.76	0.87	1.01	1.04	1.06	1.10	1.12	1.16	1.22	1.23
45	0.74	0.85	0.98	1.01	1.03	1.06	1.09	1.13	1.18	1.19
50	0.72	0.83	0.95	0.98	1.00	1.03	1.05	1.09	1.15	1.16



CORTES MÁXIMOS (t) PARA UNA MUESTRA DE CAMIONES REALES		
ESTACIÓN : ICA	MES : JUNIO 2003	PESOS : Menores 48 t + Mayores 48 t a 60 t

Camión N°	L 1	L 2	L 3	L 4	L 5	L 6	L 7	L 8	L 9
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
1	18.64	24.30	28.78	31.47	33.26	34.55	35.51	36.25	36.85
2	18.02	24.12	28.55	31.21	32.98	34.25	35.20	35.94	36.53
3	24.06	29.68	32.90	34.84	36.13	37.05	37.74	38.28	38.71
4	17.16	22.72	27.63	30.63	32.63	34.06	35.14	35.97	36.64
5	15.14	20.02	23.96	26.32	27.89	29.02	29.86	30.52	31.04
6	16.71	22.78	27.46	30.27	32.15	33.48	34.49	35.27	35.89
7	16.86	21.87	25.40	27.52	28.93	29.94	30.70	31.29	31.76
8	13.70	18.76	23.26	26.53	28.72	30.28	31.45	32.36	33.08
9	14.15	19.58	24.61	28.40	30.92	32.72	34.07	35.12	35.96
10	15.23	19.93	24.15	26.68	28.37	29.58	30.48	31.18	31.75
11	19.98	24.88	27.46	29.01	30.04	30.78	31.34	31.77	32.11
12	15.39	20.42	25.23	28.57	30.79	32.38	33.57	34.49	35.24
13	23.97	28.81	31.71	33.45	34.61	35.44	36.06	36.54	36.93
14	20.16	26.04	29.98	32.35	33.93	35.06	35.90	36.56	37.09
15	17.26	23.94	28.10	30.60	32.26	33.45	34.34	35.03	35.59
16	18.36	25.02	28.99	31.37	32.95	34.09	34.94	35.60	36.13
17	13.95	20.05	24.93	28.36	30.65	32.28	33.50	34.46	35.22
18	18.04	24.71	28.73	31.14	32.75	33.90	34.76	35.43	35.96
19	14.56	21.20	26.23	29.60	31.84	33.45	34.65	35.59	36.33
20	18.08	24.81	28.88	31.32	32.94	34.10	34.97	35.65	36.19
21	17.39	23.78	28.56	31.42	33.33	34.70	35.72	36.52	37.15
22	16.21	22.10	26.84	29.68	31.58	32.93	33.95	34.74	35.37
23	15.79	20.60	25.42	28.49	30.53	31.99	33.08	33.93	34.61
24	18.08	23.65	28.20	30.98	32.83	34.15	35.14	35.91	36.52
25	18.61	24.13	27.89	30.15	31.66	32.73	33.54	34.17	34.67
26	18.37	24.38	28.84	31.52	33.30	34.58	35.53	36.27	36.87
27	24.33	29.79	32.91	34.77	36.02	36.91	37.58	38.09	38.51
28	18.31	24.41	28.84	31.50	33.27	34.54	35.48	36.22	36.81
29	18.42	23.80	27.74	30.10	31.68	32.81	33.65	34.31	34.83
30	14.64	20.23	25.49	29.17	31.63	33.38	34.69	35.72	36.54
31	22.95	28.62	32.29	34.49	35.96	37.01	37.79	38.40	38.89
32	23.09	28.57	31.92	33.93	35.27	36.22	36.94	37.50	37.94
33	19.25	24.19	28.11	30.47	32.04	33.16	34.01	34.66	35.18
34	15.50	21.02	24.93	27.79	29.70	31.06	32.09	32.88	33.52
35	20.21	25.76	30.06	32.70	34.45	35.71	36.65	37.38	37.97
36	16.61	21.07	25.25	27.81	29.52	30.74	31.65	32.36	32.93
37	23.42	29.08	32.38	34.36	35.68	36.62	37.33	37.88	38.32
38	20.33	26.81	30.77	33.14	34.72	35.85	36.70	37.36	37.89
39	21.33	26.28	29.04	30.69	31.79	32.58	33.17	33.63	34.00
40	22.19	27.60	31.19	33.34	34.78	35.80	36.57	37.17	37.65
41	25.60	32.05	35.96	38.30	39.86	40.98	41.82	42.47	42.99
42	23.22	28.12	31.32	33.24	34.52	35.44	36.12	36.66	37.09
43	14.01	19.65	24.21	27.72	30.07	31.74	33.00	33.98	34.76
44	14.53	20.28	24.89	28.40	30.74	32.41	33.67	34.64	35.42
45	18.56	24.92	29.21	31.79	33.51	34.74	35.66	36.37	36.95
46	20.35	25.90	29.79	32.12	33.68	34.79	35.62	36.27	36.78
47	17.78	22.85	26.37	28.48	29.89	30.90	31.65	32.24	32.71
48	14.59	20.31	24.92	28.41	30.74	32.41	33.66	34.63	35.40
49	17.62	22.73	26.09	28.11	29.46	30.42	31.15	31.71	32.16
50	24.48	29.70	32.58	34.31	35.46	36.28	36.90	37.38	37.76
51	24.42	29.63	32.40	34.07	35.18	35.97	36.57	37.03	37.40
52	13.28	19.56	24.40	27.48	29.54	31.01	32.11	32.97	33.65
53	17.87	24.12	28.43	31.01	32.74	33.97	34.89	35.61	36.18
54	21.67	27.59	30.92	32.93	34.26	35.21	35.93	36.48	36.93
55	21.53	27.21	30.80	32.95	34.39	35.41	36.18	36.78	37.26
56	23.40	29.07	32.37	34.34	35.66	36.60	37.31	37.86	38.29
57	14.52	17.46	20.99	24.06	26.10	27.56	28.66	29.51	30.19
58	22.99	28.43	32.06	34.24	35.69	36.73	37.51	38.11	38.60
59	18.92	25.74	29.90	32.40	34.06	35.25	36.14	36.84	37.39
60	22.92	27.93	31.12	33.04	34.31	35.22	35.90	36.44	36.86
61	16.99	21.66	25.68	28.09	29.69	30.84	31.70	32.37	32.90
62	18.50	24.99	29.32	31.91	33.64	34.88	35.80	36.52	37.10
63	16.63	20.89	25.17	27.74	29.46	30.68	31.60	32.31	32.88
64	19.92	26.20	30.16	32.53	34.12	35.25	36.10	36.76	37.28
65	24.56	31.18	35.29	37.76	39.41	40.59	41.47	42.15	42.70
66	21.03	26.33	29.86	31.98	33.39	34.40	35.16	35.75	36.22
67	16.21	22.32	26.55	29.10	30.79	32.00	32.91	33.61	34.18
68	19.42	24.37	27.23	28.95	30.09	30.91	31.52	32.00	32.38
69	24.89	30.15	32.94	34.62	35.73	36.53	37.13	37.60	37.97
70	22.14	29.11	33.75	36.54	38.39	39.72	40.72	41.49	42.11

71	25.57	30.74	33.76	35.57	36.78	37.65	38.29	38.80	39.20
72	17.59	23.28	27.92	30.83	32.77	34.16	35.20	36.01	36.65
73	17.74	23.40	28.05	30.96	32.91	34.30	35.34	36.15	36.80
74	22.68	27.76	31.37	33.53	34.98	36.01	36.78	37.38	37.86
75	18.56	24.11	28.56	31.24	33.02	34.29	35.25	35.99	36.58
76	20.53	25.10	28.33	30.27	31.56	32.49	33.18	33.72	34.15
77	17.02	23.52	28.95	32.69	35.19	36.97	38.31	39.35	40.18
78	22.67	28.22	31.79	33.94	35.37	36.39	37.15	37.75	38.22
79	23.02	29.93	34.36	37.02	38.80	40.07	41.02	41.76	42.35
80	18.66	24.15	28.63	31.32	33.12	34.40	35.36	36.11	36.71
81	22.60	28.15	31.70	33.84	35.26	36.28	37.04	37.63	38.11
82	24.07	29.70	32.80	34.66	35.89	36.78	37.44	37.96	38.37
83	25.05	30.64	33.51	35.24	36.39	37.21	37.82	38.30	38.69
84	15.20	20.24	24.19	26.56	28.14	29.27	30.12	30.78	31.30
85	18.07	23.71	28.27	31.01	32.83	34.14	35.12	35.88	36.48
86	24.40	31.57	35.59	38.00	39.60	40.75	41.61	42.28	42.82
87	21.94	27.17	30.68	32.78	34.18	35.18	35.94	36.52	36.99
88	19.29	23.78	26.61	28.31	29.45	30.26	30.86	31.33	31.71
89	17.34	23.74	29.32	32.98	35.43	37.17	38.48	39.50	40.31
90	23.87	30.92	35.10	37.61	39.28	40.47	41.37	42.07	42.62
91	24.74	31.73	35.70	38.09	39.68	40.82	41.67	42.33	42.86
92	21.92	27.67	31.49	33.78	35.31	36.40	37.22	37.86	38.37
93	22.97	28.54	32.06	34.17	35.58	36.59	37.34	37.93	38.40
94	25.48	32.09	35.97	38.29	39.84	40.95	41.78	42.43	42.95
95	23.73	30.49	34.76	37.32	39.03	40.25	41.17	41.88	42.45
96	22.22	29.55	34.05	36.76	38.56	39.85	40.81	41.56	42.16
97	23.46	30.10	34.46	37.08	38.83	40.08	41.01	41.74	42.32
98	23.14	29.67	34.14	36.82	38.61	39.89	40.84	41.59	42.19
99	18.22	23.97	28.60	31.39	33.26	34.59	35.59	36.36	36.98
100	17.02	22.76	26.11	28.13	29.47	30.43	31.15	31.70	32.15
101	25.13	33.33	38.69	41.91	44.05	45.58	46.73	47.62	48.34
102	25.82	32.90	38.36	41.63	43.82	45.37	46.54	47.45	48.18
103	32.20	38.80	42.78	45.17	46.76	47.90	48.75	49.41	49.94
104	31.32	37.38	41.70	44.30	46.03	47.27	48.20	48.92	49.49
105	34.53	40.86	44.31	46.38	47.76	48.75	49.49	50.07	50.53
106	27.69	35.28	40.13	43.04	44.97	46.36	47.40	48.20	48.85
107	26.91	34.67	39.65	42.64	44.63	46.05	47.12	47.95	48.61
108	24.54	30.12	35.87	39.60	42.09	43.87	45.20	46.24	47.07
109	23.10	30.87	36.78	40.32	42.68	44.37	45.63	46.61	47.40
110	26.88	34.63	39.58	42.56	44.54	45.95	47.01	47.84	48.50
111	27.66	35.20	40.01	42.89	44.81	46.19	47.22	48.02	48.66
112	23.29	30.95	36.82	40.34	42.68	44.36	45.62	46.60	47.38
113	27.07	32.67	37.90	41.18	43.37	44.93	46.11	47.02	47.75
114	25.01	33.28	38.50	41.63	43.72	45.21	46.33	47.20	47.89
115	30.07	35.01	39.78	42.64	44.55	45.92	46.94	47.74	48.37
116	26.11	32.17	37.65	40.94	43.13	44.69	45.87	46.78	47.51
117	19.62	26.34	32.19	36.49	39.35	41.39	42.93	44.12	45.07
118	24.93	30.88	36.56	39.96	42.23	43.86	45.07	46.02	46.77
119	24.57	30.61	34.01	36.05	37.41	38.38	39.11	39.68	40.13
120	23.69	29.95	35.74	39.29	41.65	43.34	44.60	45.59	46.38
121	28.61	35.23	39.77	42.49	44.30	45.60	46.57	47.33	47.93
122	32.61	37.80	41.64	43.95	45.48	46.58	47.40	48.04	48.55
123	33.66	36.74	40.82	43.27	44.91	46.07	46.95	47.63	48.17
124	35.90	41.61	44.47	46.18	47.32	48.14	48.75	49.23	49.61
125	17.37	23.35	29.64	34.31	37.41	39.64	41.30	42.60	43.63
126	28.38	35.54	39.89	42.49	44.23	45.47	46.40	47.13	47.71
127	17.60	23.32	29.27	33.99	37.14	39.39	41.07	42.39	43.44
128	18.50	24.58	30.49	34.94	37.91	40.03	41.63	42.86	43.85
129	18.32	24.05	30.24	34.74	37.74	39.88	41.49	42.74	43.74
130	25.13	32.38	37.47	40.52	42.56	44.01	45.10	45.95	46.63
131	23.87	31.78	37.00	40.13	42.22	43.71	44.83	45.70	46.40
132	20.58	25.98	32.35	36.41	39.11	41.05	42.49	43.62	44.52
133	25.35	32.50	37.53	40.54	42.55	43.99	45.07	45.91	46.58
134	21.37	25.66	32.01	36.13	38.87	40.83	42.30	43.45	44.36
135	29.98	36.70	40.67	43.04	44.63	45.76	46.61	47.27	47.80
136	32.42	39.13	42.48	44.50	45.84	46.79	47.51	48.07	48.52
137	20.33	26.06	32.38	36.41	39.09	41.01	42.45	43.57	44.46
138	22.19	29.56	35.30	38.74	41.04	42.68	43.91	44.86	45.63
139	30.70	37.18	41.01	43.31	44.84	45.94	46.76	47.40	47.91
140	17.16	23.52	29.68	34.24	37.27	39.44	41.07	42.33	43.34
141	32.41	38.98	42.35	44.36	45.71	46.67	47.39	47.95	48.40
142	17.94	22.91	29.06	33.74	36.85	39.08	40.75	42.05	43.09
143	16.72	22.15	28.11	32.97	36.21	38.53	40.26	41.61	42.69
144	18.89	25.96	31.69	35.83	38.59	40.57	42.05	43.20	44.12
145	23.98	31.39	36.62	39.76	41.85	43.34	44.47	45.34	46.04
146	19.64	25.92	31.07	35.32	38.15	40.17	41.69	42.87	43.81
147	23.29	31.09	36.19	39.41	41.56	43.10	44.25	45.14	45.86
148	30.77	37.36	41.07	43.30	44.79	45.85	46.64	47.26	47.76
149	24.56	32.18	37.16	40.15	42.15	43.57	44.64	45.47	46.14

150	17.16	22.64	28.65	33.34	36.47	38.70	40.38	41.68	42.72
151	24.92	32.17	37.15	40.14	42.13	43.56	44.63	45.46	46.12
152	17.53	23.63	29.33	33.87	36.90	39.07	40.69	41.95	42.96
153	25.41	33.10	37.84	40.68	42.57	43.93	44.94	45.73	46.36
154	18.55	24.40	30.32	34.66	37.55	39.62	41.17	42.38	43.34
155	24.25	31.99	36.99	39.99	41.98	43.41	44.48	45.32	45.98
156	18.10	22.81	23.19	27.00	29.54	31.35	32.71	33.77	34.62
157	23.71	30.96	36.21	39.36	41.46	42.96	44.08	44.96	45.66
158	30.46	34.36	38.75	41.39	43.15	44.41	45.35	46.09	46.67
159	18.54	24.78	30.69	34.95	37.78	39.80	41.32	42.50	43.45
160	23.48	30.08	35.55	38.83	41.01	42.58	43.75	44.66	45.39
161	27.87	33.40	38.03	40.81	42.66	43.99	44.98	45.75	46.37
162	25.32	32.65	37.45	40.34	42.26	43.64	44.67	45.47	46.11
163	25.31	32.64	37.45	40.33	42.25	43.62	44.65	45.45	46.09
164	17.15	22.00	27.59	32.43	35.66	37.97	39.69	41.04	42.11
165	28.66	35.11	39.28	41.78	43.45	44.64	45.54	46.23	46.79
166	22.40	28.76	22.96	25.25	26.78	27.88	28.70	29.33	29.84
167	32.56	37.98	41.42	43.48	44.86	45.84	46.58	47.15	47.61
168	21.44	29.31	34.91	38.28	40.52	42.12	43.32	44.26	45.00
169	23.00	31.16	36.30	39.38	41.44	42.91	44.01	44.86	45.55
170	22.73	30.78	36.01	39.15	41.25	42.74	43.86	44.74	45.43
171	24.01	31.66	36.67	39.67	41.67	43.10	44.18	45.01	45.68
172	21.86	29.04	34.69	38.08	40.34	41.95	43.16	44.10	44.86
173	16.62	20.87	26.35	31.38	34.76	37.17	38.97	40.38	41.50
174	18.63	24.93	30.90	35.04	37.80	39.77	41.25	42.40	43.31
175	18.83	26.42	31.93	35.85	38.47	40.34	41.74	42.83	43.70
176	30.58	36.56	40.31	42.56	44.06	45.13	45.93	46.55	47.05
177	21.28	27.00	22.96	25.64	27.43	28.71	29.67	30.41	31.01
178	29.52	36.14	39.99	42.30	43.84	44.93	45.76	46.40	46.91
179	24.05	31.73	36.67	39.63	41.60	43.01	44.07	44.89	45.55
180	26.96	33.84	38.24	40.89	42.65	43.91	44.85	45.59	46.18
181	22.78	30.17	35.49	38.68	40.81	42.32	43.46	44.35	45.06
182	25.14	32.11	36.94	39.83	41.76	43.14	44.17	44.98	45.62
183	17.22	22.20	28.14	32.79	35.90	38.11	39.77	41.07	42.10
184	20.66	28.33	34.10	37.56	39.86	41.51	42.75	43.71	44.48
185	27.07	34.40	38.65	41.19	42.89	44.11	45.02	45.73	46.29
186	17.39	23.41	22.64	26.13	28.46	30.13	31.38	32.35	33.13
187	25.09	32.69	37.36	40.16	42.03	43.36	44.36	45.14	45.77
188	17.03	21.97	27.93	32.62	35.74	37.97	39.64	40.94	41.99
189	23.38	30.24	35.52	38.68	40.79	42.30	43.43	44.31	45.02
190	24.40	31.40	36.38	39.37	41.36	42.78	43.85	44.68	45.35
191	24.02	31.74	36.62	39.54	41.50	42.89	43.94	44.75	45.40
192	26.79	34.61	40.00	43.23	45.39	46.93	48.09	48.98	49.70
193	25.35	33.97	39.51	42.83	45.05	46.63	47.82	48.74	49.48
194	32.09	39.03	43.26	45.80	47.49	48.70	49.60	50.31	50.87
195	25.27	33.24	38.87	42.24	44.49	46.10	47.30	48.24	48.99
196	26.08	32.58	38.35	41.82	44.13	45.77	47.01	47.97	48.74
197	27.94	35.74	40.38	43.33	45.30	46.71	47.77	48.59	49.25
198	30.75	38.03	42.29	44.85	46.56	47.78	48.69	49.40	49.97
199	22.25	30.75	36.80	40.44	42.86	44.59	45.89	46.90	47.71
200	26.59	34.34	39.50	42.59	44.65	46.12	47.23	48.09	48.77

Media	22.06	28.23	32.61	35.49	37.40	38.77	39.79	40.59	41.23
D. S	4.78	5.22	5.35	5.30	5.33	5.38	5.44	5.49	5.54

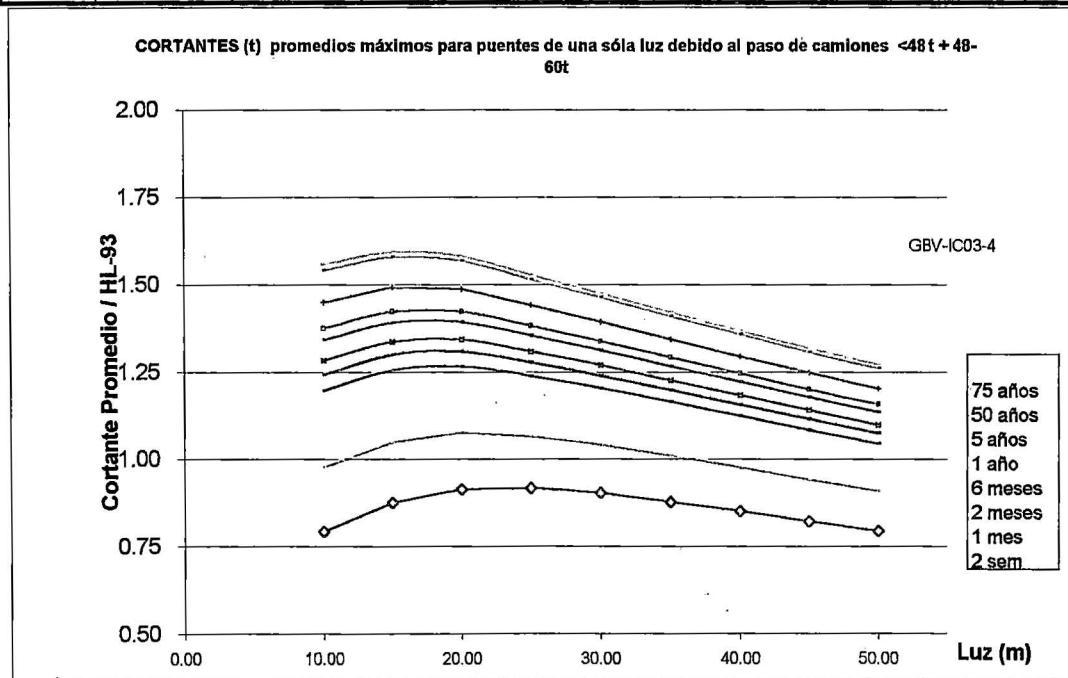
Est.Ant.m+4									
σ	30.45	35.00	38.28	41.50	43.18	45.00	46.02	47.00	47.91

m + 2 σ	31.63	38.67	43.31	46.09	48.06	49.53	50.67	51.57	52.30
m + 4 σ	41.19	49.10	54.01	56.69	58.73	60.30	61.55	62.55	63.38
m + 5 σ	45.98	54.32	59.35	61.99	64.06	65.68	66.98	68.04	68.91
V- HL93	27.64	32.06	35.43	38.43	41.20	43.88	46.46	49.01	51.52
V- Hs20	22.89	24.93	25.93	26.56	26.95	27.25	27.46	27.63	27.77

CORTANTES PROMEDIOS MÁXIMOS PARA PUENTES DE UNA SÓLA LUZ DEBIDO AL PASO DE UN CAMIÓN <48 t + 48-60t (DIVIDIDO POR EL MOMENTO HL-93 CORRESPONDIENTE)

**ESTACIÓN: ICA
AÑO: 2003**

LUZ (m)	PROM.	1	2	1	2	6	1	5	50	75
		día	semanas	mes	meses	meses	año	años	años	años
10	0.80	0.98	1.20	1.25	1.29	1.35	1.38	1.45	1.55	1.56
15	0.88	1.05	1.26	1.30	1.34	1.40	1.43	1.50	1.58	1.60
20	0.92	1.08	1.27	1.31	1.35	1.40	1.43	1.49	1.57	1.59
25	0.92	1.07	1.24	1.28	1.31	1.36	1.39	1.45	1.52	1.53
30	0.91	1.05	1.21	1.24	1.27	1.32	1.34	1.40	1.47	1.48
35	0.88	1.01	1.17	1.20	1.23	1.27	1.30	1.35	1.41	1.42
40	0.86	0.98	1.13	1.16	1.19	1.23	1.25	1.30	1.36	1.37
45	0.83	0.95	1.09	1.12	1.15	1.18	1.21	1.25	1.31	1.32
50	0.80	0.91	1.05	1.08	1.10	1.14	1.16	1.21	1.26	1.27



**CÁLCULO DE LA DATA PARA
PUENTES 45 m HASTA 120 m DE
LUZ**

1º SITUACIÓN

C=1 COCACHACRA 2004

MOMENTOS MÁXIMOS (t-m) PARA UNA MUESTRA DE CAMIONES REALES C=1
ESTACIÓN :COCACHACRA MES : 2004

	L 1	L 2	L 3	L 4	L 5	L 6	L 7	L 8	L 9
	45	50	60	70	80	90	100	110	120

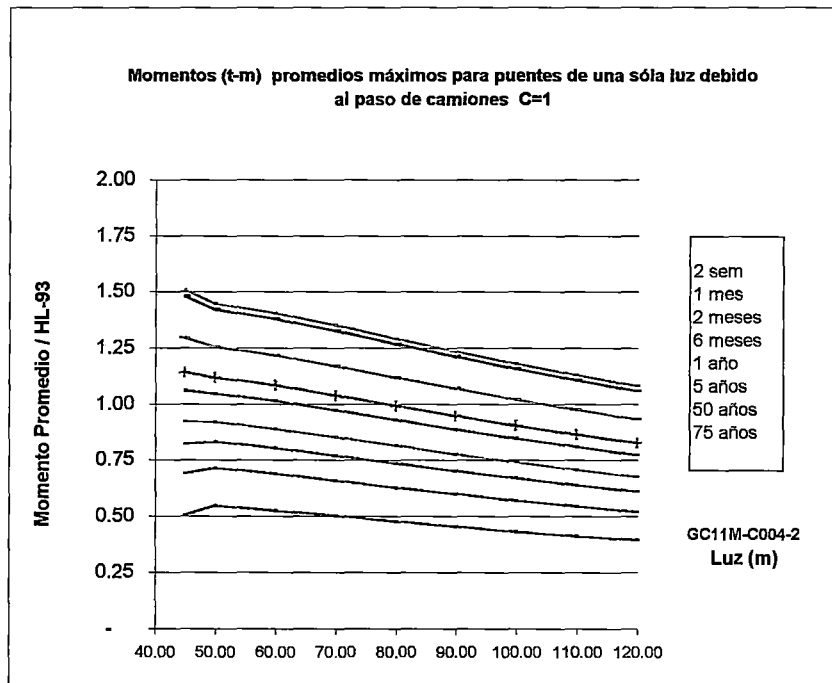
1	164.31	186.87	232.01	277.15	322.29	367.44	412.59	457.73	502.88
2	442.65	511.93	650.49	789.06	927.63	1,066.21	1,204.78	1,343.35	1,481.93
3	523.18	602.25	760.39	918.52	1,076.66	1,234.80	1,392.94	1,551.08	1,709.22
4	160.23	182.26	226.33	270.41	314.49	358.58	402.66	446.75	490.84
5	415.64	480.59	610.57	740.61	870.69	1,000.79	1,130.91	1,261.04	1,391.19
6	372.12	423.47	526.22	629.00	731.80	834.61	937.42	1,040.24	1,143.07
7	230.75	261.19	322.07	382.95	443.83	504.71	565.59	626.47	687.35
8	469.83	542.23	687.05	831.90	976.75	1,121.62	1,266.49	1,411.37	1,556.25
9	134.38	154.65	195.27	235.96	276.68	317.43	358.20	398.98	439.77
10	162.44	185.84	232.65	279.46	326.28	373.10	419.91	466.73	513.56
11	279.93	319.41	398.42	477.44	556.49	635.55	714.61	793.68	872.76
12	125.97	143.22	177.72	212.24	246.77	281.31	315.85	350.39	384.93
13	-	541.33	710.52	879.88	1,049.34	1,218.87	1,388.46	1,558.08	1,727.72
14	431.98	499.91	635.86	771.89	907.95	1,044.05	1,180.17	1,316.31	1,452.45
15	387.53	445.10	560.39	675.80	791.29	906.83	1,022.41	1,138.01	1,253.63

Media	286.73	365.35	461.73	558.15	654.60	751.06	847.53	944.01	1,040.50
D. S	158.07	165.89	213.76	261.80	309.94	358.14	406.38	454.65	502.94

m + 2 σ	602.87	697.13	889.25	1,081.76	1,274.48	1,467.35	1,660.30	1,853.32	2,046.38
m + 4 σ	919.00	1,028.92	1,316.77	1,605.36	1,894.37	2,183.63	2,473.07	2,762.63	3,052.26
m + 5 σ	1,077.07	1,194.81	1,530.52	1,867.16	2,204.31	2,541.77	2,879.45	3,217.28	3,555.20
M- HL93	569.32	666.52	878.69	1114.60	1374.27	1657.66	1964.85	2295.73	2650.43

**MOMENTOS PROMEDIOS MÁXIMOS PARA PUENTES DE
UNA SÓLA LUZ DEBIDO AL PASO DE UN CAMIONES REALES C=1
(DIVIDIDO POR EL MOMENTO HL-93 CORRESPONDIENTE)**

LUZ (m)	PROM.	2	1	2	6	1	5	50	75
		semanas	mes	meses	meses	año	años	años	años
45	0.50	0.69	0.82	0.92	1.06	1.14	1.29	1.48	1.51
50	0.55	0.72	0.83	0.92	1.05	1.12	1.26	1.42	1.45
60	0.53	0.69	0.81	0.89	1.01	1.08	1.22	1.38	1.41
70	0.50	0.66	0.77	0.85	0.97	1.04	1.17	1.33	1.35
80	0.48	0.63	0.74	0.81	0.93	0.99	1.12	1.27	1.29
90	0.45	0.60	0.70	0.78	0.89	0.95	1.07	1.21	1.24
100	0.43	0.57	0.67	0.74	0.85	0.91	1.02	1.16	1.18
110	0.41	0.54	0.64	0.71	0.81	0.87	0.98	1.11	1.13
120	0.39	0.52	0.61	0.68	0.77	0.83	0.93	1.06	1.08

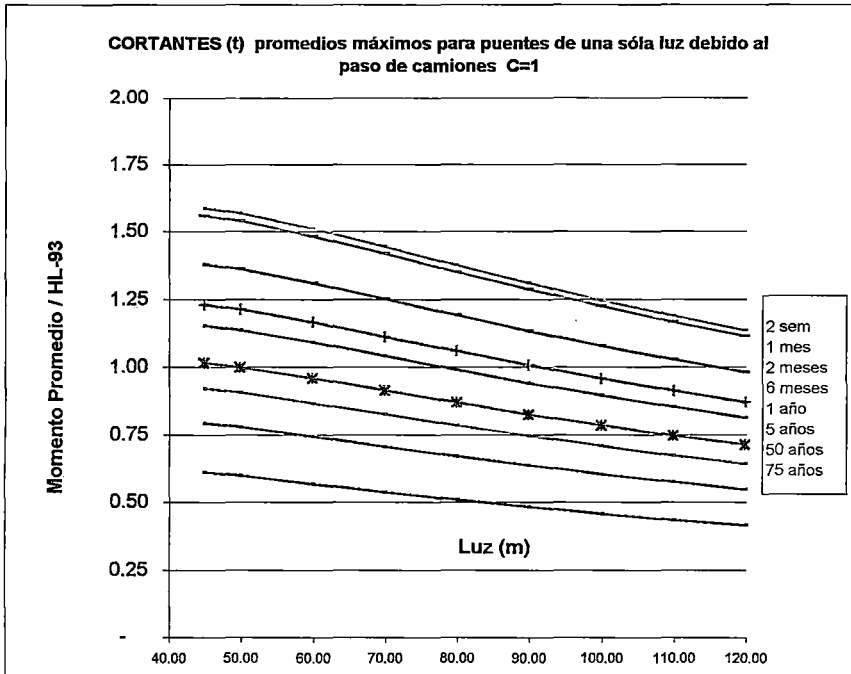


CORTES MAXIMOS (t) PARA UNA MUESTRA DE CAMIONES REALES
ESTACION : COCACHACRA MES : 2004 C=1

	L 1	L 2	L 3	L 4	L 5	L 6	L 7	L 8	L 9
	45	50	60	70	80	90	100	110	120
1	15.60	15.85	16.22	16.48	16.68	16.83	16.95	17.05	17.14
2	41.09	42.53	44.68	46.21	47.37	48.26	48.98	49.57	50.05
3	46.12	47.83	50.40	52.24	53.62	54.69	55.55	56.25	56.83
4	15.21	15.46	15.82	16.08	16.27	16.43	16.55	16.65	16.73
5	40.98	42.09	43.75	44.94	45.83	46.53	47.08	47.54	47.92
6	34.04	34.75	35.81	36.58	37.15	37.59	37.94	38.24	38.48
7	21.13	21.46	21.94	22.28	22.54	22.74	22.90	23.04	23.15
8	43.30	44.77	46.97	48.54	49.71	50.63	51.36	51.96	52.46
9	13.87	14.12	14.49	14.75	14.95	15.10	15.23	15.33	15.41
10	15.44	15.77	16.26	16.61	16.88	17.08	17.25	17.38	17.50
11	26.36	26.89	27.68	28.25	28.67	29.00	29.27	29.48	29.66
12	11.67	11.88	12.21	12.44	12.61	12.75	12.85	12.94	13.01
13	44.00	46.39	49.98	52.54	54.46	55.95	57.15	58.13	58.94
14	42.74	43.91	45.67	46.93	47.87	48.61	49.20	49.68	50.08
15	38.00	38.83	40.07	40.96	41.62	42.14	42.56	42.90	43.18
Media	29.97	30.83	32.13	33.05	33.75	34.29	34.72	35.07	35.37
D. S	13.22	13.81	14.71	15.36	15.85	16.23	16.54	16.79	17.00
m + 2 σ	56.40	58.45	61.54	63.77	65.44	66.75	67.80	68.66	69.38
m + 4 σ	82.83	86.06	90.96	94.48	97.14	99.22	100.88	102.25	103.39
m + 6 σ	96.04	99.87	105.66	109.84	112.99	115.45	117.42	119.04	120.39
V- HL93	49.01	51.52	56.48	61.37	66.22	71.06	75.87	80.68	85.47

CORTANTES PROMEDIOS MAXIMOS PARA PUENTES DE UNA SÓLA LUZ DEBIDO AL PASO DE UN CAMIONES REALES C=1 (DIVIDIDO POR LA CORTANTE HL-93 CORRESPONDIENTE)

LUZ (m)	PROM.	2	1	2	6	1	5	50	75
		semanas	mes	meses	meses	año	años	años	años
45	0.61	0.79	0.92	1.02	1.15	1.23	1.38	1.56	1.59
50	0.60	0.78	0.91	1.00	1.14	1.21	1.36	1.54	1.57
60	0.57	0.74	0.87	0.96	1.09	1.17	1.31	1.48	1.51
70	0.54	0.71	0.83	0.91	1.04	1.11	1.25	1.42	1.45
80	0.51	0.67	0.78	0.87	0.99	1.06	1.19	1.35	1.38
90	0.48	0.64	0.75	0.83	0.94	1.01	1.13	1.29	1.31
100	0.46	0.60	0.71	0.78	0.90	0.96	1.08	1.22	1.25
110	0.43	0.58	0.67	0.75	0.85	0.91	1.03	1.17	1.19
120	0.41	0.55	0.64	0.71	0.81	0.87	0.98	1.11	1.13



**CÁLCULO DE LA DATA PARA
PUENTES 45 m HASTA 120 m DE
LUZ**

2º SITUACIÓN

C=1 COCACHACRA 2004

MOMENTOS MÁXIMOS (t-m) PARA UNA MUESTRA DE CAMIONES REALES C=1

ESTACIÓN : COCACHACRA MES : FEBR.2004

Camión N°	L 1	L 2	L 3	L 4	L 5	L 6	L 7	L 8	L 9
	45	50	60	70	80	90	100	110	120

1	621.91	724.39	929.63	1135.12	1340.77	1546.53	1752.36	1958.24	2164.16
2	622.89	738.74	970.90	1203.47	1436.29	1669.27	1902.38	2135.57	2368.83
3	578.59	680.39	884.03	1087.73	1291.46	1495.20	1698.97	1902.74	2106.52
4	620.47	738.82	975.82	1213.07	1450.48	1687.98	1925.56	2163.19	2400.87
5	598.92	715.01	947.64	1180.65	1413.92	1647.34	1880.88	2114.50	2348.18
6	628.86	739.11	959.84	1180.77	1401.82	1622.94	1844.13	2065.36	2286.61
7	588.16	683.91	875.72	1067.78	1260.02	1452.36	1644.79	1837.26	2029.78
8	682.34	799.07	1032.81	1266.79	1500.93	1735.16	1969.46	2203.82	2438.21
9	599.67	701.20	904.51	1108.03	1311.68	1515.43	1719.24	1923.09	2126.98
10	662.91	779.76	1013.81	1248.17	1482.73	1717.42	1952.20	2187.04	2421.94
11	586.59	687.86	890.62	1093.56	1296.62	1499.76	1702.95	1906.18	2109.44
12	637.28	754.54	989.24	1224.12	1459.10	1694.16	1929.26	2164.40	2399.56
13	534.36	629.52	820.00	1010.61	1201.31	1392.06	1582.86	1773.68	1964.53
14	625.35	741.66	974.65	1207.95	1441.44	1675.06	1908.77	2142.55	2376.38
15	515.22	594.82	754.06	913.33	1072.62	1231.92	1391.22	1550.54	1709.85
16	602.28	710.87	928.42	1146.30	1364.37	1582.58	1800.88	2019.25	2237.67
17	528.23	623.04	812.82	1002.72	1192.71	1382.75	1572.83	1762.94	1953.07
18	501.27	579.12	734.85	890.61	1046.38	1202.16	1357.95	1513.75	1669.55
19	590.11	706.29	939.00	1172.02	1405.22	1638.54	1871.95	2105.43	2338.95
20	546.22	646.58	847.40	1048.30	1249.26	1450.26	1651.28	1852.32	2053.38
21	649.33	765.62	998.73	1232.28	1466.12	1700.14	1934.29	2168.54	2402.86
22	481.77	570.24	747.20	924.17	1101.16	1278.16	1455.15	1632.16	1809.16
23	576.61	692.69	925.57	1159.05	1392.92	1627.05	1861.35	2095.79	2330.32
24	584.12	686.03	890.03	1094.19	1298.46	1502.79	1707.18	1911.59	2116.04
25	614.14	729.44	960.48	1191.89	1423.54	1655.34	1887.25	2119.24	2351.29
26	472.42	556.91	726.11	895.48	1064.97	1234.53	1404.15	1573.80	1743.49
27	638.44	748.89	970.04	1191.40	1412.90	1634.49	1856.15	2077.84	2299.57
28	573.08	690.22	925.29	1161.04	1397.22	1633.69	1870.35	2107.16	2344.08

Media	587.91	693.38	904.62	1,116.09	1,327.73	1,539.47	1,751.28	1,963.14	2,175.05
D. S	53.40	64.00	86.70	110.40	134.60	159.08	183.74	208.51	233.37

m + 2 σ	694.71	821.39	1,078.01	1,336.89	1,596.92	1,857.62	2,118.75	2,380.17	2,641.79
m + 4 σ	801.52	949.40	1,251.41	1,557.68	1,866.11	2,175.78	2,486.23	2,797.20	3,108.54
m + 5 σ	854.92	1,013.40	1,338.10	1,668.08	2,000.71	2,334.86	2,669.97	3,005.71	3,341.92
M- HL93	569.32	666.52	878.69	1114.60	1374.27	1657.66	1964.85	2295.73	2650.43
M- HS20	328.85	369.65	451.19	532.73	614.27	695.78	777.35	858.85	940.43
M- HS25	411.06	462.06	563.98	665.91	767.84	869.73	971.68	1073.56	1175.54

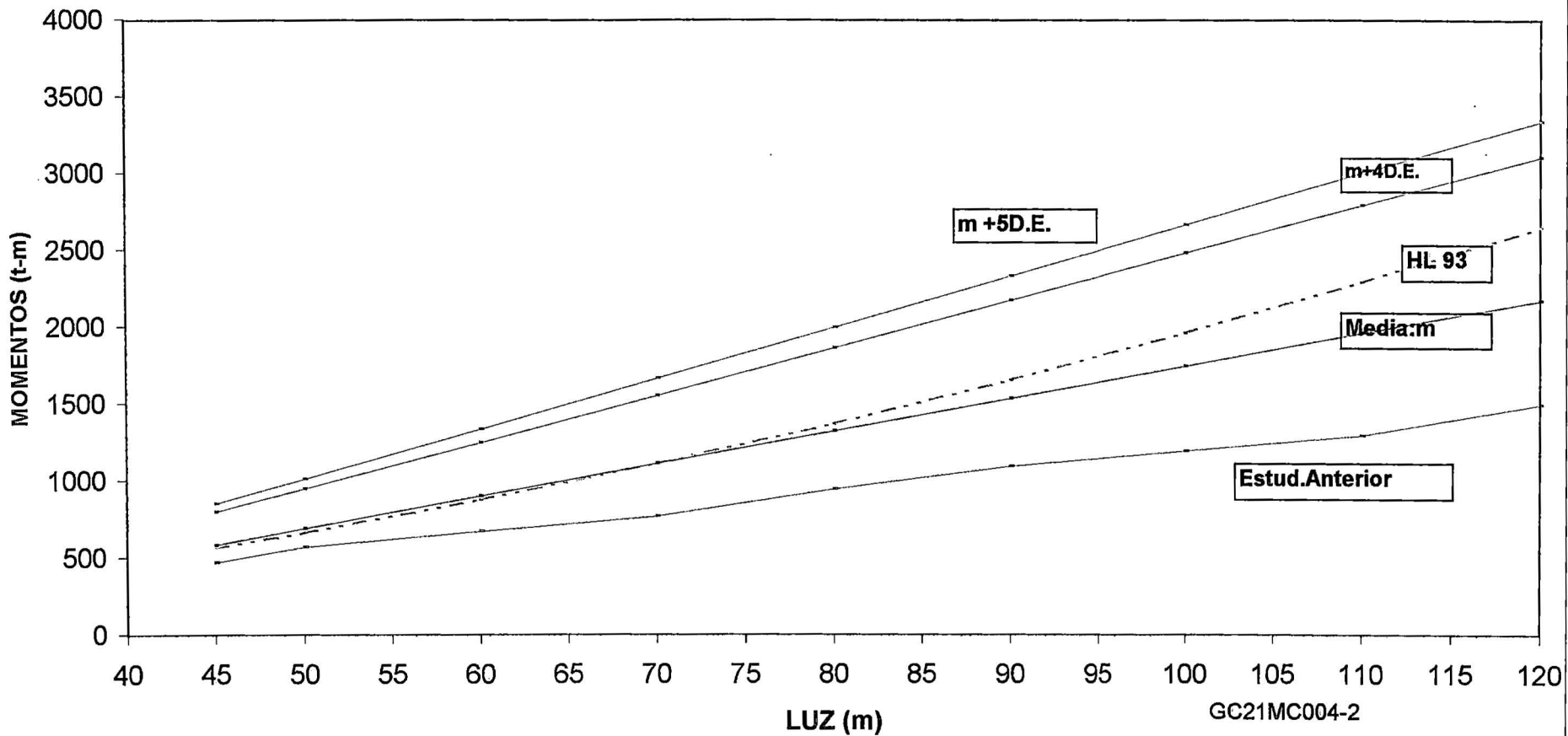
Est.Ant:m + 4 σ	475.00	574.55	675.00	775.00	950.00	1100.00	1200.00	1300.00	1500.00
--------------------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	---------

C=1

N =28

Periodo	Número de Cam	Probabilidad	Normal Inversa
T	N	1/N	z
75 años	54,750.00	1.83E-05	4.128
50 años	36,500.00	2.74E-05	4.035
5 años	3,650.00	2.74E-04	3.456
1 año	730.00	1.37E-03	2.996
6 meses	360.00	2.78E-03	2.773
2 meses	120.00	8.33E-03	2.394
1 mes	60.00	1.67E-02	2.129
2 semanas	28.00	3.57E-02	1.804

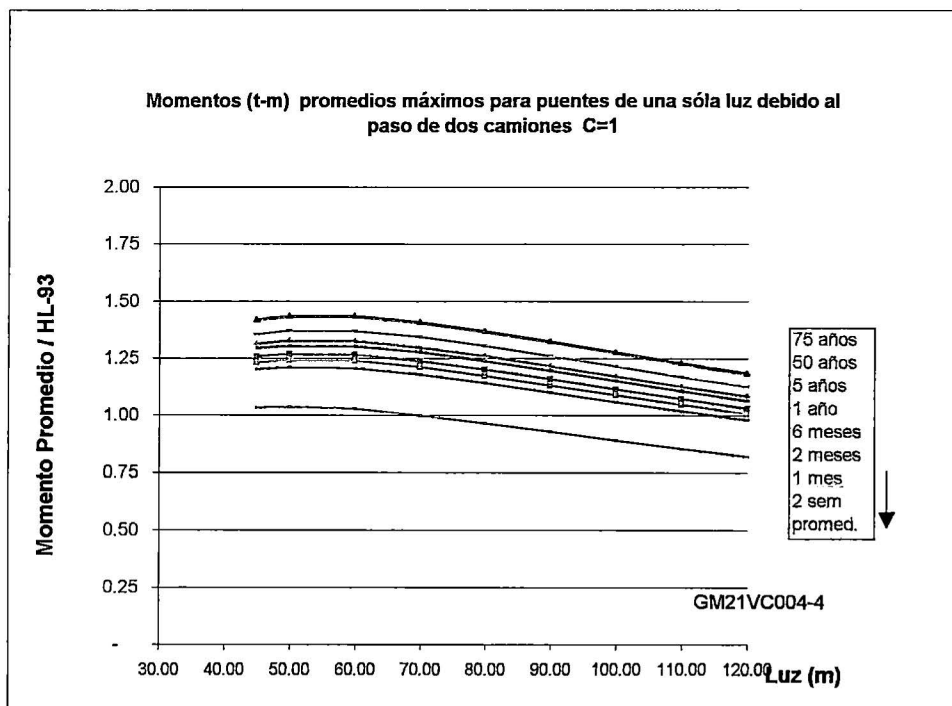
GRÁFICA COMPARATIVA: MOMENTOS FLECTORES (t-m) C=1



GC21MC004-2

**MOMENTOS PROMEDIOS MÁXIMOS PARA PUENTES DE
UNA SÓLA LUZ DEBIDO AL PASO DE UN CAMIONES REALES C=1
(DIVIDIDO POR EL MOMENTO HL-93 CORRESPONDIENTE)**

LUZ (m)	PROM.	2	1	2	6	1	5	50	75
		semanas	mes	meses	meses	año	años	años	años
45	1.03	1.20	1.23	1.26	1.29	1.31	1.36	1.41	1.42
50	1.04	1.21	1.24	1.27	1.31	1.33	1.37	1.43	1.44
60	1.03	1.21	1.24	1.27	1.30	1.33	1.37	1.43	1.44
70	1.00	1.18	1.21	1.24	1.28	1.30	1.34	1.40	1.41
80	0.97	1.14	1.17	1.20	1.24	1.26	1.30	1.36	1.37
90	0.93	1.10	1.13	1.16	1.19	1.22	1.26	1.32	1.32
100	0.89	1.06	1.09	1.12	1.15	1.17	1.21	1.27	1.28
110	0.86	1.02	1.05	1.07	1.11	1.13	1.17	1.22	1.23
120	0.82	0.98	1.01	1.03	1.06	1.08	1.12	1.18	1.18



CORTES MAX.(t) PARA UNA MUESTRA DE CAMIONES REALES C=1

ESTACION : COCACHACRA MES : FEBR.2004

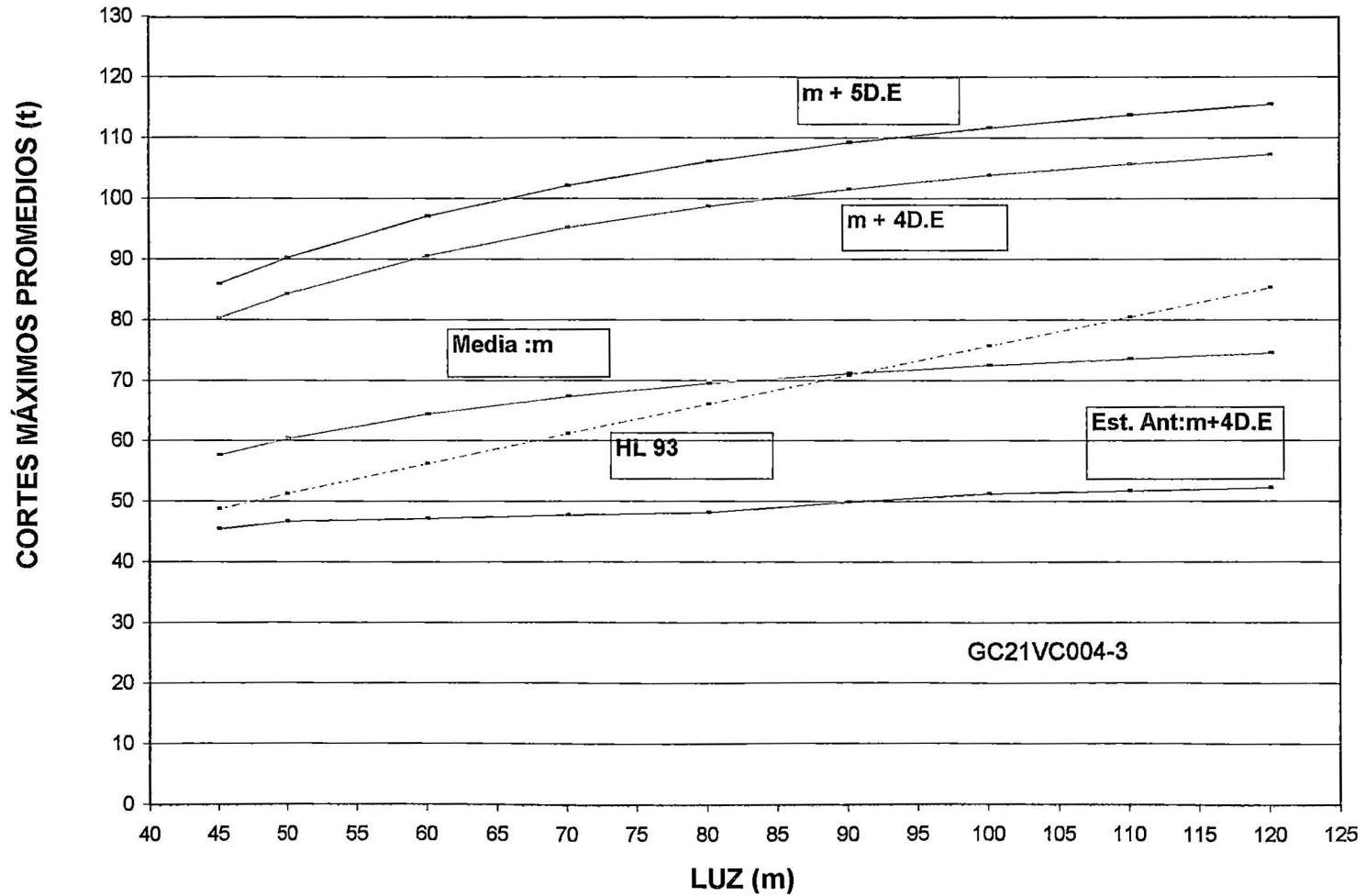
Camión Nº	L 1	L 2	L 3	L 4	L 5	L 6	L 7	L 8	L 9
	45	50	60	70	80	90	100	110	120
1	59.46	61.76	65.21	67.67	69.52	70.95	72.10	73.04	73.83
2	62.73	65.80	70.41	73.70	76.16	78.08	79.62	80.87	81.92
3	57.56	59.96	63.55	66.12	68.05	69.55	70.74	71.72	72.54
4	61.45	64.82	69.88	73.49	76.20	78.30	79.99	81.36	82.51
5	60.47	63.78	68.75	72.30	74.96	77.03	78.69	80.05	81.18
6	63.65	66.14	69.88	72.55	74.55	76.11	77.35	78.37	79.22
7	55.45	57.61	60.86	63.18	64.92	66.27	67.35	68.24	68.98
8	66.34	69.09	73.22	76.16	78.37	80.09	81.46	82.59	83.52
9	58.39	60.71	64.20	66.69	68.55	70.01	71.17	72.12	72.91
10	64.21	67.19	71.67	74.87	77.27	79.13	80.63	81.85	82.86
11	57.80	60.16	63.69	66.22	68.11	69.58	70.76	71.72	72.53
12	63.02	66.13	70.79	74.13	76.62	78.57	80.12	81.40	82.46
13	52.56	54.94	58.52	61.07	62.98	64.47	65.66	66.64	67.45
14	62.83	65.91	70.53	73.83	76.31	78.23	79.77	81.03	82.08
15	49.72	51.12	53.22	54.73	55.85	56.73	57.43	58.00	58.48
16	54.97	58.22	63.09	66.58	69.19	71.22	72.85	74.18	75.28
17	52.26	54.64	58.22	60.77	62.68	64.17	65.37	66.34	67.15
18	48.67	50.03	52.08	53.55	54.64	55.50	56.18	56.74	57.21
19	60.58	63.87	68.81	72.34	74.98	77.04	78.69	80.03	81.16
20	55.82	58.29	61.98	64.62	66.60	68.14	69.37	70.38	71.22
21	62.94	66.03	70.67	73.99	76.47	78.41	79.95	81.22	82.27
22	46.76	49.17	52.77	55.35	57.28	58.79	59.99	60.97	61.79
23	56.05	59.84	65.54	69.60	72.65	75.03	76.92	78.48	79.77
24	57.78	60.18	63.79	66.37	68.30	69.81	71.01	71.99	72.81
25	61.73	64.85	69.53	72.87	75.38	77.33	78.89	80.17	81.23
26	44.59	46.92	50.42	52.93	54.80	56.26	57.43	58.38	59.18
27	64.08	66.55	70.25	72.90	74.88	76.42	77.66	78.67	79.51
28	57.51	61.25	66.88	70.89	73.90	76.25	78.12	79.65	80.93

Media	57.83	60.53	64.59	67.48	69.65	71.34	72.69	73.79	74.71
D. S	5.65	5.97	6.53	6.97	7.32	7.61	7.84	8.03	8.19

Est.Ant.m+4 σ	45.70	46.90	47.40	48.00	48.40	50.10	51.50	52.00	52.50
-------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

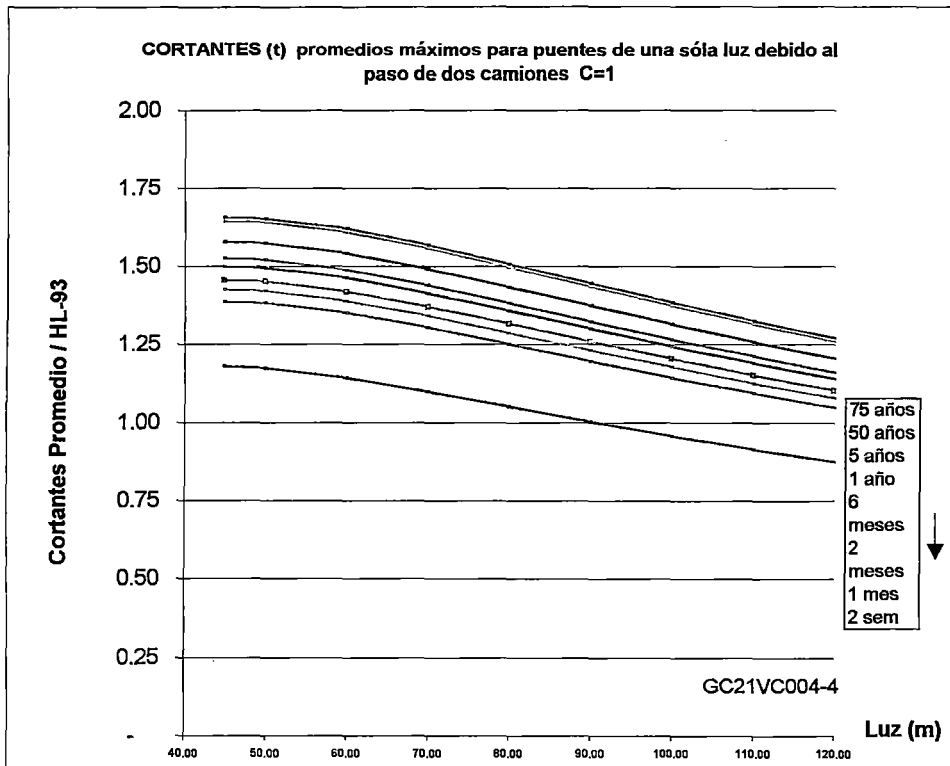
m + 2 σ	69.13	72.48	77.65	81.43	84.30	86.55	88.36	89.85	91.10
m + 4 σ	80.43	84.43	90.72	95.38	98.95	101.77	104.04	105.92	107.49
m + 5 σ	86.08	90.40	97.25	102.35	106.27	109.37	111.88	113.95	115.68
V- HL93	49.01	51.52	56.48	61.37	66.22	71.06	75.87	80.68	85.47
V- HS20	27.63	27.77	27.98	28.12	28.22	28.31	28.37	28.43	28.47
V- HS25	34.52	34.69	34.97	35.15	35.27	35.38	35.46	35.54	35.59

CUADRO COMPARATIVO:FUERZAS CORTANTES (t) C=1



**CORTANTES PROMEDIOS MÁXIMOS PARA PUENTES DE
UNA SÓLA LUZ DEBIDO AL PASO DE UN CAMIONES REALES C=1
(DIVIDIDO POR LA CORTANTE HL-93 CORRESPONDIENTE)**

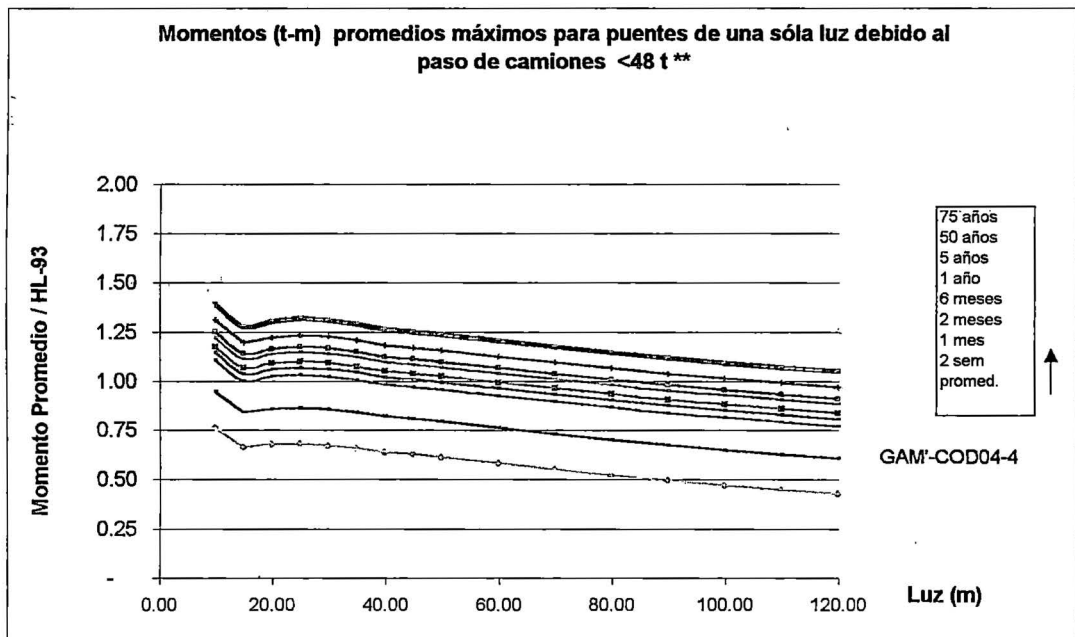
LUZ (m)	PROM.	2	1	2	6	1	5	50	75
		semanas	mes	meses	meses	año	años	años	años
45	1.18	1.39	1.43	1.46	1.50	1.53	1.58	1.65	1.66
50	1.17	1.38	1.42	1.45	1.50	1.52	1.58	1.64	1.65
60	1.14	1.35	1.39	1.42	1.46	1.49	1.54	1.61	1.62
70	1.10	1.30	1.34	1.37	1.41	1.44	1.49	1.56	1.57
80	1.05	1.25	1.29	1.32	1.36	1.38	1.43	1.50	1.51
90	1.00	1.20	1.23	1.26	1.30	1.32	1.37	1.44	1.45
100	0.96	1.14	1.18	1.21	1.24	1.27	1.32	1.37	1.38
110	0.91	1.09	1.13	1.15	1.19	1.21	1.26	1.32	1.33
120	0.87	1.05	1.08	1.10	1.14	1.16	1.21	1.26	1.27



**CURVAS FINALES APLICANDO
SOBRECARGA RECOMENDADA**

MOMENTOS PROMEDIOS MÁXIMOS PARA PUENTES DE UNA SÓLA LUZ DEBIDO AL PASO DE UN CAMIÓN <48t (DIVIDIDO POR EL MOMENTO HL-93 CORRESPONDIENTE)	ESTACIÓN COCACH. FECHA Feb-04 C=0
--	---

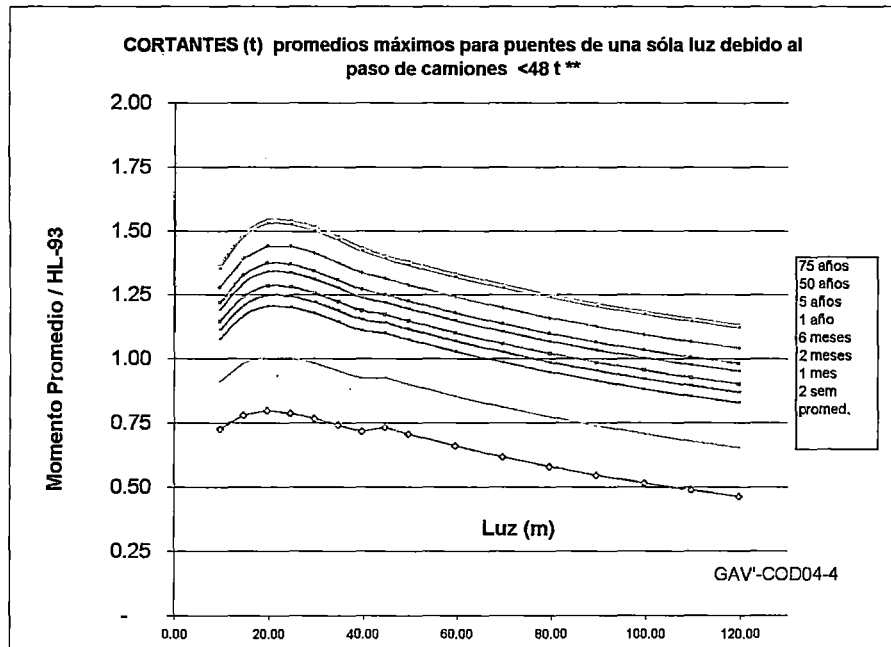
LUZ (m)	PROM.	1	2	1	2	6	1	5	50	75
		día	semanas	mes	meses	meses	año	años	años	años
10	0.77	0.95	1.11	1.15	1.18	1.22	1.25	1.31	1.38	1.40
15	0.66	0.84	1.00	1.04	1.07	1.11	1.14	1.20	1.27	1.28
20	0.68	0.86	1.02	1.06	1.09	1.14	1.17	1.22	1.30	1.31
25	0.68	0.87	1.03	1.07	1.10	1.15	1.18	1.24	1.31	1.33
30	0.67	0.86	1.03	1.06	1.10	1.14	1.17	1.23	1.31	1.32
35	0.66	0.84	1.01	1.05	1.08	1.12	1.15	1.21	1.29	1.30
40	0.64	0.82	0.99	1.02	1.05	1.10	1.13	1.18	1.26	1.27
45	0.63	0.81	0.97	1.01	1.04	1.09	1.11	1.17	1.25	1.26
50	0.62	0.80	0.96	1.00	1.03	1.07	1.10	1.16	1.23	1.24
60	0.58	0.76	0.93	0.96	1.00	1.04	1.07	1.13	1.20	1.21
70	0.55	0.73	0.90	0.93	0.96	1.01	1.04	1.10	1.17	1.18
80	0.52	0.70	0.87	0.90	0.94	0.98	1.01	1.07	1.14	1.15
90	0.50	0.68	0.84	0.88	0.91	0.95	0.98	1.04	1.11	1.12
100	0.47	0.65	0.82	0.85	0.88	0.93	0.96	1.01	1.09	1.10
110	0.45	0.63	0.79	0.83	0.86	0.91	0.93	0.99	1.06	1.08
120	0.43	0.61	0.77	0.81	0.84	0.88	0.91	0.97	1.04	1.06



CORTANTES PROMEDIOS MÁXIMOS PARA PUENTES DE UNA SÓLA LUZ DEBIDO AL PASO DE UN CAMIÓN <48t (DIVIDIDO POR LA CORTANTE HL-93 CORRESPONDIENTE)

ESTACIÓN COCACH.
FECHA Feb-04
C=0

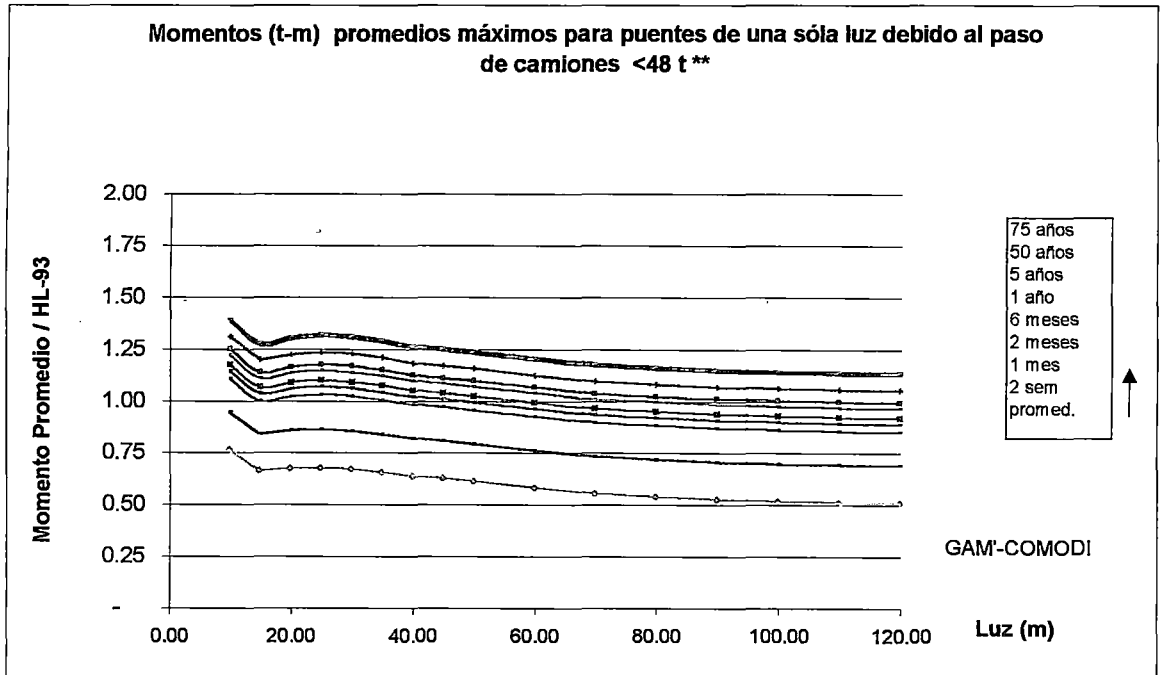
LUZ (m)	PROM.	1 día	2 semanas	1 mes	2 meses	6 meses	1 año	5 años	50 años	75 años
10	0.73	0.91	1.07	1.11	1.14	1.19	1.22	1.28	1.35	1.36
15	0.78	0.98	1.17	1.21	1.24	1.30	1.33	1.39	1.48	1.49
20	0.80	1.01	1.21	1.25	1.29	1.34	1.37	1.44	1.53	1.54
25	0.79	1.00	1.20	1.24	1.28	1.34	1.37	1.44	1.53	1.54
30	0.77	0.98	1.18	1.22	1.26	1.31	1.34	1.41	1.50	1.52
35	0.74	0.95	1.14	1.19	1.22	1.28	1.31	1.38	1.46	1.48
40	0.72	0.92	1.11	1.15	1.19	1.24	1.27	1.34	1.42	1.43
45	0.73	0.92	1.10	1.14	1.17	1.22	1.25	1.31	1.39	1.40
50	0.71	0.90	1.07	1.11	1.15	1.20	1.23	1.29	1.37	1.38
60	0.66	0.85	1.03	1.07	1.10	1.15	1.18	1.24	1.32	1.33
70	0.62	0.81	0.98	1.02	1.06	1.11	1.14	1.20	1.28	1.29
80	0.58	0.77	0.95	0.99	1.02	1.07	1.10	1.16	1.24	1.25
90	0.54	0.74	0.91	0.95	0.98	1.03	1.06	1.12	1.20	1.22
100	0.51	0.71	0.88	0.92	0.95	1.00	1.03	1.09	1.17	1.19
110	0.49	0.68	0.85	0.89	0.93	0.97	1.00	1.07	1.15	1.16
120	0.46	0.65	0.83	0.87	0.90	0.95	0.98	1.04	1.12	1.13



**CURVAS FINALES APLICANDO
SOBRECARGA RECOMENDADA**

MOMENTOS PROMEDIOS MÁXIMOS PARA PUENTES DE UNA SÓLA LUZ DEBIDO AL PASO DE UN CAMIÓN <48t (DIVIDIDO POR EL MOMENTO HL-93 CORRESPONDIENTE)	ESTACIÓN COCACH. FECHA Feb-04 C=0 MODIFICADO
--	--

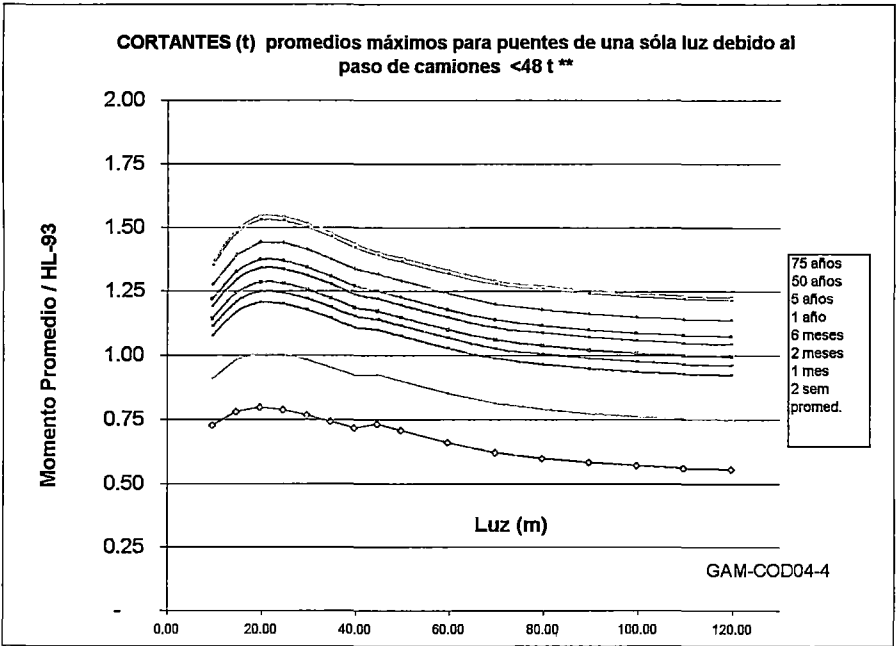
LUZ (m)	PROM.	1	2	1	2	6	1	5	50	75
		día	semanas	mes	meses	meses	año	años	años	años
10	0.77	0.95	1.11	1.15	1.18	1.22	1.25	1.31	1.38	1.40
15	0.66	0.84	1.00	1.04	1.07	1.11	1.14	1.20	1.27	1.28
20	0.68	0.86	1.02	1.06	1.09	1.14	1.17	1.22	1.30	1.31
25	0.68	0.87	1.03	1.07	1.10	1.15	1.18	1.24	1.31	1.33
30	0.67	0.86	1.03	1.06	1.10	1.14	1.17	1.23	1.31	1.32
35	0.66	0.84	1.01	1.05	1.08	1.12	1.15	1.21	1.29	1.30
40	0.64	0.82	0.99	1.02	1.05	1.10	1.13	1.18	1.26	1.27
45	0.63	0.81	0.97	1.01	1.04	1.09	1.11	1.17	1.25	1.26
50	0.62	0.80	0.96	1.00	1.03	1.07	1.10	1.16	1.23	1.24
60	0.58	0.76	0.93	0.96	1.00	1.04	1.07	1.13	1.20	1.21
70	0.56	0.73	0.90	0.94	0.97	1.01	1.04	1.10	1.17	1.18
80	0.54	0.72	0.88	0.92	0.95	1.00	1.02	1.08	1.16	1.17
90	0.53	0.71	0.87	0.91	0.94	0.99	1.01	1.07	1.14	1.16
100	0.52	0.70	0.86	0.90	0.93	0.98	1.00	1.06	1.14	1.15
110	0.51	0.69	0.86	0.89	0.93	0.97	1.00	1.06	1.13	1.14
120	0.51	0.69	0.85	0.89	0.92	0.97	1.00	1.05	1.13	1.14



CORTANTES PROMEDIOS MÁXIMOS PARA PUENTES DE UNA SÓLA LUZ DEBIDO AL PASO DE UN CAMIÓN <48t (DIVIDIDO POR LA CORTANTE HL-93 CORRESPONDIENTE)

**ESTACION COCACH.
FECHA Feb-04
C=0 MODIFICADO**

LUZ (m)	PROM.	1 día	2 semanas	1 mes	2 meses	6 meses	1 año	5 años	50 años	75 años
10	0.73	0.91	1.07	1.11	1.14	1.19	1.22	1.28	1.35	1.36
15	0.78	0.98	1.17	1.21	1.24	1.30	1.33	1.39	1.48	1.49
20	0.80	1.01	1.21	1.25	1.29	1.34	1.37	1.44	1.53	1.54
25	0.79	1.00	1.20	1.24	1.28	1.34	1.37	1.44	1.53	1.54
30	0.77	0.98	1.18	1.22	1.26	1.31	1.34	1.41	1.50	1.52
35	0.74	0.95	1.14	1.19	1.22	1.28	1.31	1.38	1.46	1.48
40	0.72	0.92	1.11	1.15	1.19	1.24	1.27	1.34	1.42	1.43
45	0.73	0.92	1.10	1.14	1.17	1.22	1.25	1.31	1.39	1.40
50	0.71	0.90	1.07	1.11	1.15	1.20	1.23	1.29	1.37	1.38
60	0.66	0.85	1.03	1.07	1.10	1.15	1.18	1.24	1.32	1.33
70	0.62	0.81	0.99	1.03	1.06	1.11	1.14	1.20	1.28	1.29
80	0.60	0.79	0.97	1.00	1.04	1.09	1.12	1.18	1.26	1.27
90	0.58	0.77	0.95	0.99	1.02	1.07	1.10	1.16	1.24	1.25
100	0.57	0.76	0.94	0.97	1.01	1.06	1.09	1.15	1.23	1.24
110	0.56	0.75	0.93	0.97	1.00	1.05	1.08	1.14	1.22	1.23
120	0.55	0.75	0.92	0.96	0.99	1.04	1.07	1.13	1.21	1.23



CARGAS EXCEPCIONALES

MOMENTOS MÁXIMOS (t-m) PARA UNA MUESTRA DE CAMIONES REALES

ESTACION : ICA MES : JUNIO 2003

PESOS : Mayores a 60 t

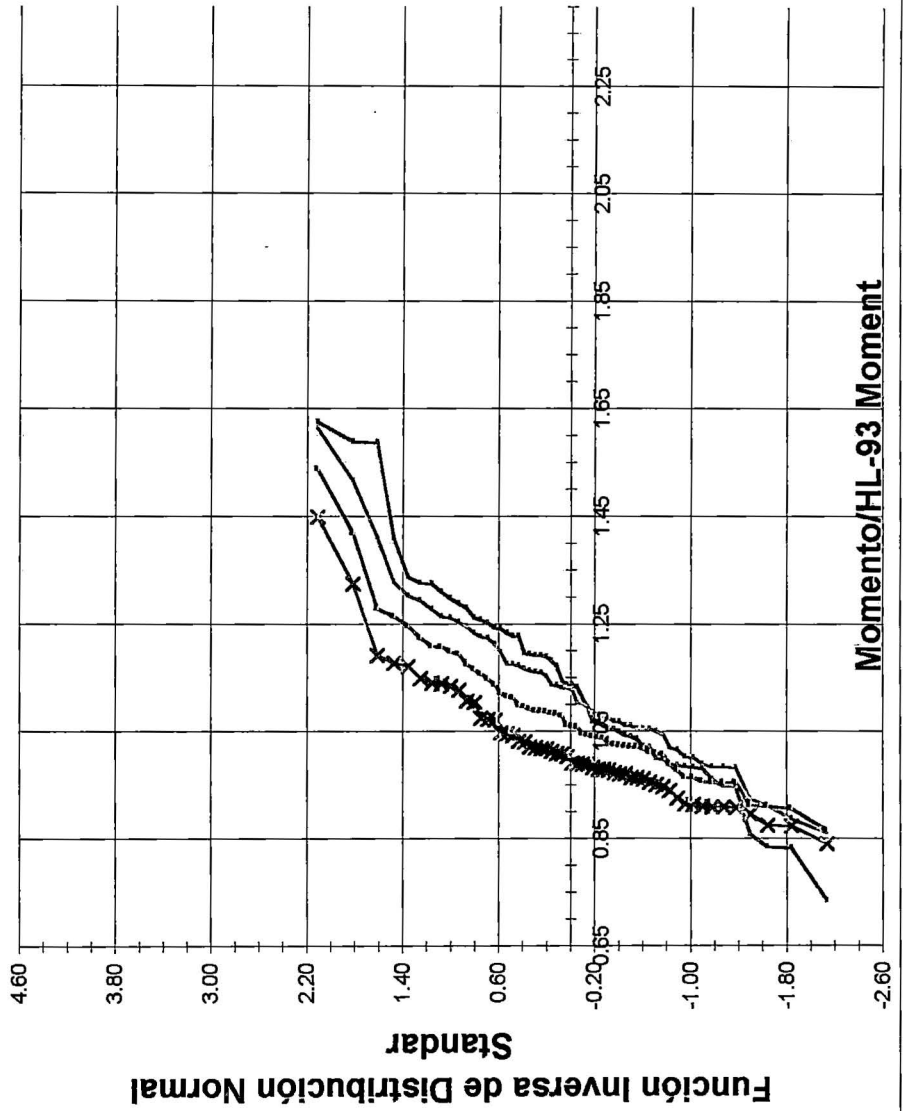
Camión N°	L 1	L 2	L 3	L 4	L 5	L 6	L 7	L 8	L 9
	10	15	20	25	30	35	40	45	50

1	99.21	166.36	265.26	380.14	495.58	611.34	727.29	843.39	959.57
2	82.63	160.16	262.25	364.67	467.26	569.94	672.68	775.46	878.27
3	79.74	136.70	220.78	313.66	408.39	503.43	598.65	693.99	789.42
4	88.21	139.93	188.33	281.12	374.89	469.22	563.90	658.81	753.89
5	81.53	144.12	218.98	303.59	398.35	493.35	588.51	683.76	779.09
6	73.03	124.46	175.95	255.52	345.30	435.92	527.06	618.55	710.29
7	73.78	116.45	205.94	296.68	388.02	479.72	571.64	663.70	755.87
8	86.27	141.59	218.70	308.61	398.90	489.40	580.03	670.74	761.52
9	69.82	119.84	197.64	285.53	374.32	463.63	553.27	643.12	733.13
10	88.70	142.87	222.97	308.15	396.72	485.65	574.82	664.15	753.59
11	85.36	123.84	211.66	300.27	389.27	478.50	567.86	657.33	746.85
12	79.03	129.39	207.10	294.04	381.72	469.81	558.17	646.70	735.35
13	92.13	84.81	165.14	247.74	331.47	415.85	500.64	585.70	670.94
14	104.53	187.43	271.63	356.18	440.80	525.47	610.17	694.89	779.63
15	78.79	99.59	181.00	263.69	347.02	430.72	514.65	598.72	682.91
16	53.98	112.33	192.00	275.15	358.42	441.76	525.15	608.56	692.00
17	65.05	128.51	211.23	294.25	377.40	460.64	543.93	627.25	710.59
18	72.77	116.35	160.67	240.27	321.03	402.44	484.27	566.37	648.66
19	49.13	79.16	123.71	180.91	254.85	329.24	412.27	495.29	578.32
20	55.70	104.98	166.56	231.99	314.18	396.48	478.87	561.30	643.77
21	81.67	139.79	221.02	303.00	385.09	467.24	549.42	631.63	713.86
22	77.19	90.49	168.93	248.89	329.62	410.77	492.20	573.81	655.55
23	64.77	109.98	186.90	267.85	349.19	430.74	512.44	594.22	676.07
24	61.37	115.14	195.58	276.53	357.74	439.10	520.55	602.07	683.62
25	73.47	96.59	174.51	253.90	334.01	414.55	495.34	576.31	657.40
26	66.50	133.87	209.07	289.68	370.56	451.61	532.75	613.96	695.22
27	69.22	113.70	180.82	253.77	332.78	412.26	492.02	571.98	652.07
28	69.47	88.73	165.68	244.11	323.27	402.84	482.69	562.70	642.84
29	80.13	90.37	167.48	245.84	324.83	404.18	483.75	563.47	643.29
30	64.15	118.03	196.78	276.10	355.71	435.49	515.37	595.32	675.32
31	70.38	126.22	204.13	282.40	360.85	439.41	518.04	596.71	675.41
32	91.85	145.44	210.36	286.32	364.50	442.82	521.22	599.69	678.19
33	70.52	103.11	177.11	252.86	329.47	406.58	484.00	561.63	639.41
34	57.89	97.65	157.30	233.87	310.97	388.38	465.97	543.69	621.51
35	62.93	105.31	174.81	251.44	328.56	405.96	483.54	561.24	639.02
36	38.72	83.80	164.83	242.36	319.99	397.67	475.38	553.12	630.87
37	70.21	127.20	204.23	281.51	358.91	436.39	513.90	591.45	669.01
38	76.41	124.21	186.89	263.50	340.44	417.56	494.79	572.10	649.46
39	31.63	111.64	172.83	244.90	321.51	398.23	475.01	551.84	628.71
40	71.85	124.30	199.04	274.70	350.88	427.26	503.78	580.38	657.04
41	82.67	136.00	205.27	281.88	358.57	435.31	512.08	588.87	665.68
42	71.68	118.02	189.00	264.66	340.67	416.88	493.21	569.62	646.09
43	81.23	138.77	213.54	289.38	365.55	441.85	518.22	594.65	671.12
44	60.81	123.09	198.77	274.78	350.96	427.24	503.57	579.94	656.34
45	52.29	94.05	146.57	192.66	268.28	344.03	419.87	495.77	571.70
46	30.17	98.34	161.47	224.60	295.43	371.22	447.08	522.99	598.93
47	68.11	89.43	162.53	236.79	311.62	386.78	462.14	537.64	613.24
48	81.41	79.08	151.74	225.71	300.33	375.33	450.56	525.95	601.44
49	63.58	107.11	151.06	225.12	299.76	374.75	449.95	525.29	600.73
50	92.81	164.41	239.94	315.51	391.10	466.71	542.32	617.94	693.56
51	56.75	96.72	159.33	230.24	304.26	378.71	453.44	528.35	603.39
52	65.93	114.19	188.47	263.24	338.27	413.45	488.71	564.04	639.40
53	49.21	86.19	158.07	229.09	303.86	378.79	453.83	528.93	604.09
54	61.46	100.00	147.08	214.26	286.46	359.51	433.08	507.01	581.19
55	63.20	102.96	163.39	235.12	308.85	382.99	457.37	531.93	606.60
56	63.78	112.73	180.92	254.99	329.38	403.95	478.63	553.40	628.21
57	46.77	79.72	129.95	191.94	259.48	327.01	398.23	473.07	547.94

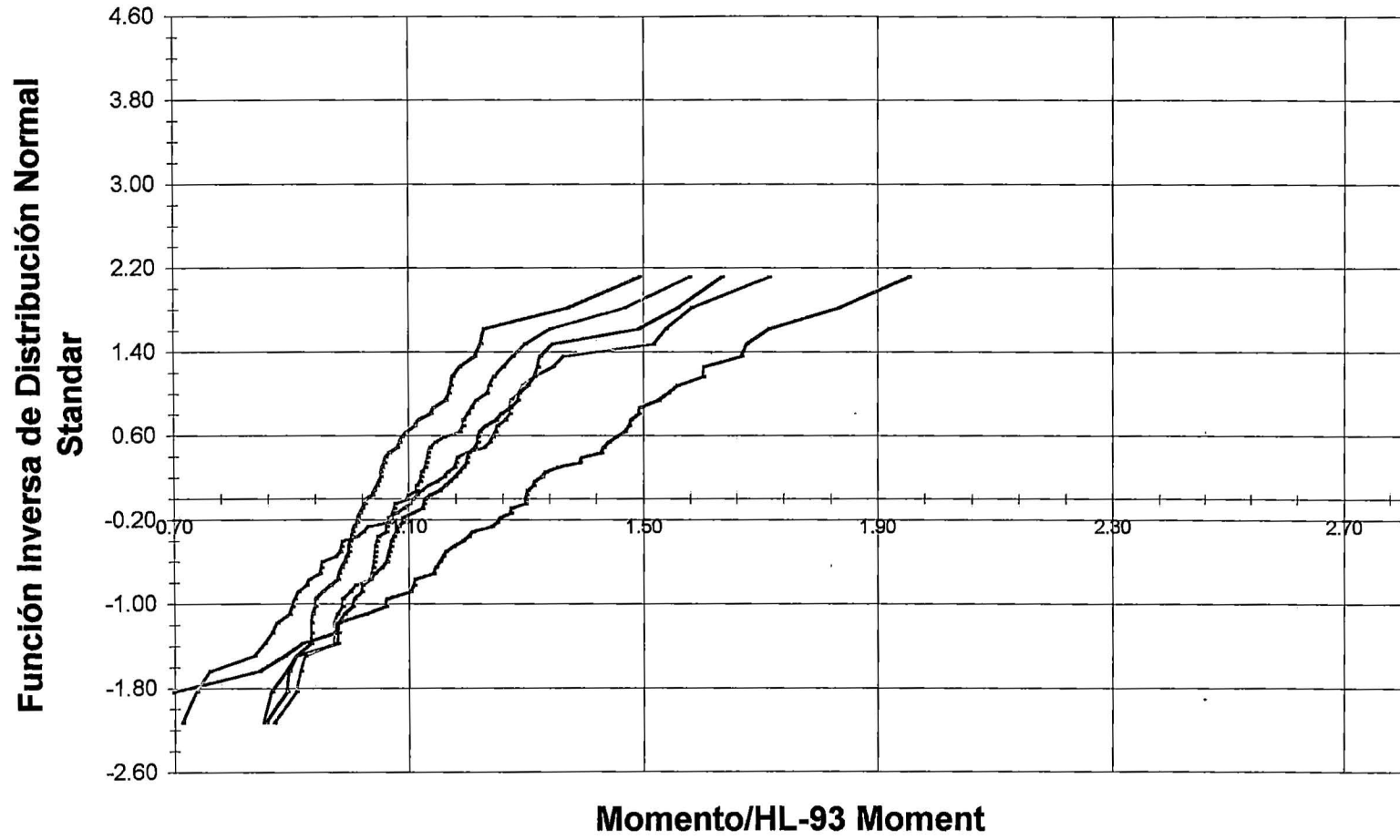
Media	70.20	116.58	188.30	266.77	347.82	429.23	511.02	592.99	675.04
D. S	15.31	23.72	31.02	39.08	45.59	52.46	59.26	66.21	73.38

M + 4 σ	131.44	211.45	312.38	423.10	530.19	639.07	748.05	857.84	968.55
---------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Momentos (t-m) (>60t)



Momentos (t-m) (> 60 t)



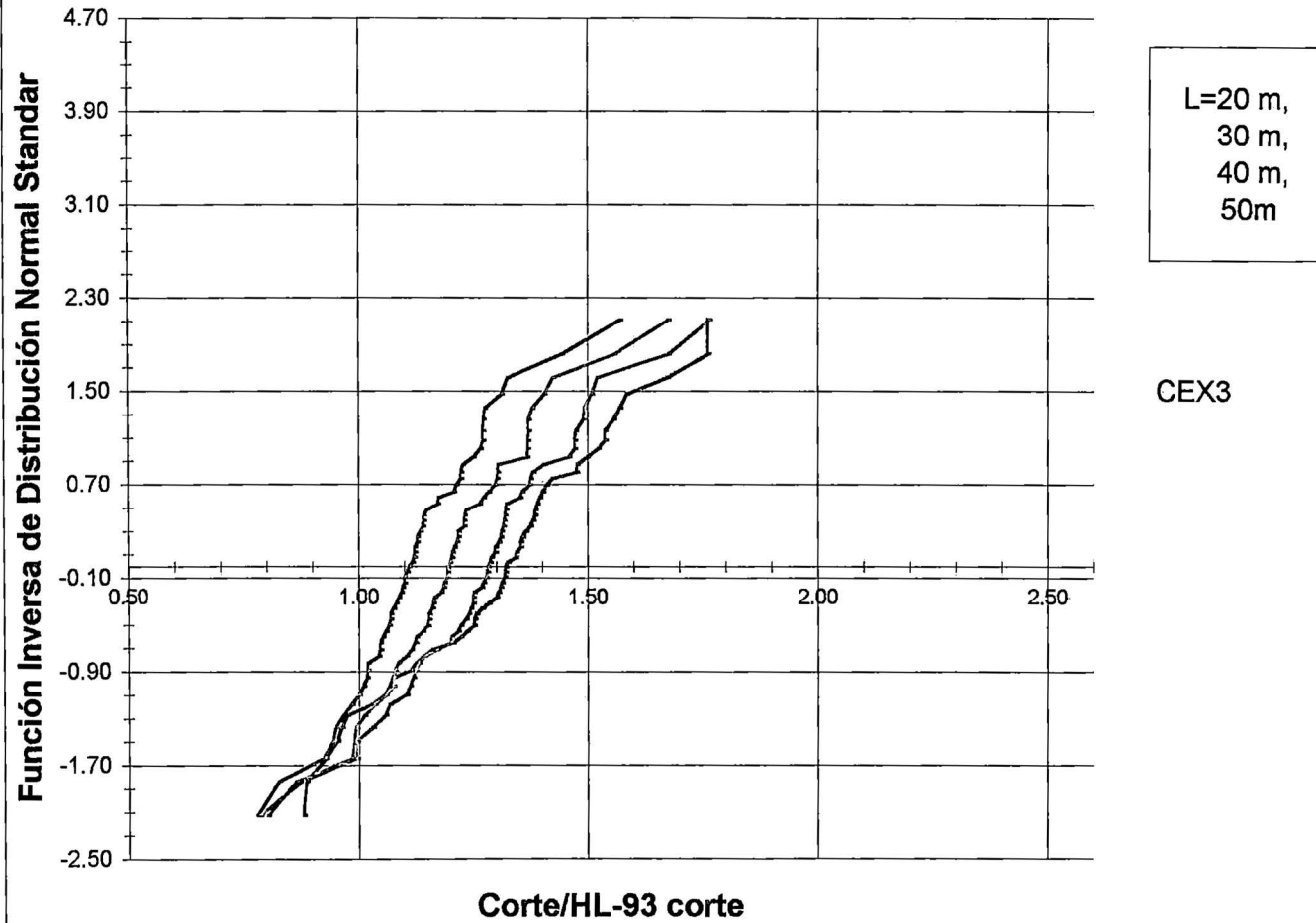
CEX2

L=10 m,
15 m,
25 m,
35m,
45 m

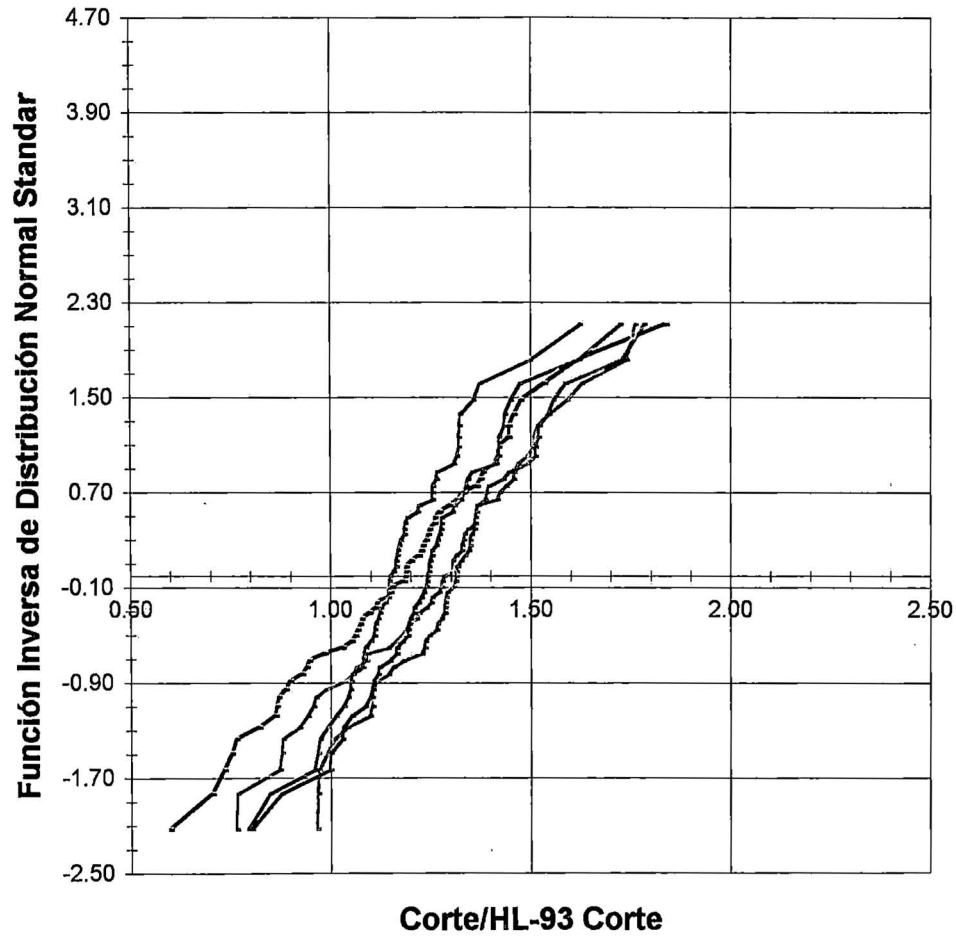
CORTES MAX.(t) PARA UNA MUESTRA DE CAMIONES REALES
ESTACIÓN : ICA MES : JUNIO 2003 **PESOS : Mayores a 60 t**

Camión Nº	L 1	L 2	L 3	L 4	L 5	L 6	L 7	L 8	L 9
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
1	37.76	52.17	62.41	68.58	72.69	75.63	77.83	79.54	80.91
2	44.82	55.77	62.41	66.40	69.05	70.95	72.37	73.48	74.37
3	38.21	48.63	55.63	59.83	62.63	64.63	66.13	67.29	68.23
4	36.83	46.71	53.91	58.45	61.47	63.63	65.25	66.51	67.52
5	25.98	34.99	42.71	49.47	53.97	57.19	59.60	61.48	62.98
6	29.14	38.30	46.76	52.25	55.90	58.51	60.47	61.99	63.21
7	34.86	46.11	53.10	57.29	60.08	62.08	63.58	64.74	65.68
8	39.98	48.32	54.44	58.12	60.57	62.32	63.63	64.65	65.47
9	29.37	40.74	48.68	53.44	56.62	58.88	60.58	61.91	62.97
10	40.82	49.53	55.12	58.48	60.71	62.31	63.51	64.44	65.19
11	42.44	50.98	56.19	59.32	61.40	62.89	64.01	64.88	65.58
12	31.80	41.84	49.21	53.63	56.58	58.68	60.26	61.49	62.47
13	39.22	46.77	52.27	55.58	57.78	59.36	60.54	61.46	62.19
14	50.81	56.47	59.31	61.01	62.15	62.96	63.57	64.04	64.42
15	34.25	43.68	49.68	53.29	55.69	57.40	58.69	59.69	60.49
16	29.81	37.72	44.99	49.36	52.27	54.35	55.90	57.12	58.09
17	31.59	41.70	47.96	51.72	54.22	56.01	57.36	58.40	59.24
18	31.94	39.70	46.39	50.40	53.08	54.99	56.42	57.53	58.43
19	20.82	27.96	32.92	37.30	32.38	35.17	37.26	38.89	40.19
20	23.91	30.64	36.50	42.41	46.36	49.18	51.29	52.93	54.25
21	38.95	47.80	52.31	55.02	56.82	58.11	59.07	59.83	60.43
22	34.49	42.57	48.37	51.86	54.18	55.84	57.08	58.05	58.83
23	27.28	37.30	44.39	48.65	51.49	53.52	55.04	56.22	57.17
24	30.76	40.17	46.47	50.26	52.78	54.58	55.93	56.98	57.82
25	35.18	43.67	49.06	52.30	54.46	56.01	57.16	58.06	58.78
26	34.83	43.64	49.02	52.25	54.40	55.94	57.09	57.98	58.70
27	28.51	36.65	43.31	47.55	50.38	52.40	53.91	55.09	56.03
28	32.79	41.11	46.96	50.47	52.80	54.48	55.73	56.70	57.48
29	36.41	43.78	48.88	51.94	53.99	55.44	56.54	57.39	58.07
30	33.91	42.77	48.12	51.32	53.46	54.99	56.13	57.03	57.74
31	38.04	45.62	49.98	52.60	54.34	55.59	56.52	57.25	57.83
32	35.96	43.07	47.98	50.97	52.96	54.39	55.46	56.29	56.95
33	34.07	42.59	47.62	50.63	52.64	54.07	55.15	55.99	56.66
34	22.71	30.18	37.49	42.50	45.84	48.22	50.01	51.40	52.52
35	24.55	34.09	41.17	45.43	48.27	50.30	51.83	53.01	53.96
36	24.84	31.64	38.08	42.91	46.13	48.44	50.16	51.51	52.58
37	34.42	42.70	47.55	50.47	52.41	53.80	54.84	55.65	56.29
38	33.23	40.94	46.22	49.39	51.50	53.01	54.14	55.02	55.72
39	20.28	28.12	34.59	39.99	43.59	46.16	48.09	49.59	50.79
40	30.31	40.10	45.46	48.67	50.81	52.34	53.49	54.38	55.10
41	39.25	45.42	49.44	51.85	53.45	54.60	55.46	56.13	56.67
42	29.53	38.94	44.54	47.91	50.15	51.75	52.95	53.89	54.63
43	32.84	41.87	46.73	49.64	51.58	52.97	54.01	54.82	55.46
44	32.72	40.97	46.03	49.07	51.09	52.54	53.62	54.46	55.14
45	19.45	24.50	31.15	37.10	41.06	43.89	46.01	47.67	48.99
46	21.11	28.19	33.77	38.81	42.48	45.11	47.08	48.61	49.84
47	29.71	38.12	43.79	47.19	49.45	51.07	52.28	53.23	53.98
48	32.83	34.94	39.46	42.17	43.98	45.27	46.24	46.99	47.60
49	24.06	30.89	37.85	42.41	45.45	47.63	49.26	50.52	51.54
50	40.34	47.06	50.42	52.44	53.79	54.75	55.47	56.03	56.47
51	26.18	33.83	40.48	44.47	47.14	49.04	50.46	51.57	52.46
52	33.80	42.12	46.70	49.44	51.27	52.58	53.56	54.33	54.94
53	16.52	24.57	31.42	37.19	41.04	43.79	45.85	47.45	48.73
54	25.67	33.15	39.90	43.95	46.64	48.57	50.02	51.14	52.04
55	39.98	48.32	54.44	58.12	60.57	62.32	63.63	64.65	65.47
56	30.83	39.14	44.36	47.49	49.58	51.07	52.19	53.06	53.76
57	23.80	29.53	34.12	38.10	36.12	38.43	40.16	41.51	42.59
Media	32.01	40.33	46.28	50.15	52.52	54.39	55.79	56.88	57.75
D. S	6.85	7.38	7.24	6.87	7.19	7.06	6.99	6.94	6.92
u+4DE	59.42	69.84	75.26	77.64	81.29	82.63	83.73	84.64	85.41

Fuerzas cortantes (> 60t)



Fuerzas cortantes (> 60t)



L=10m,
15m,
25 m,
35m,
45 m

CEX4

BIBLIOGRAFIA

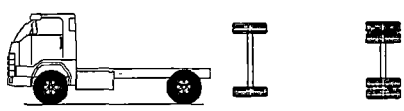
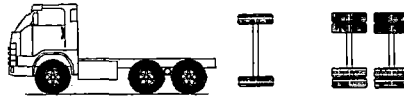
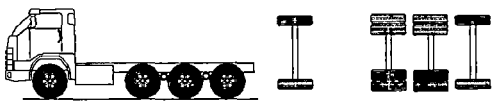
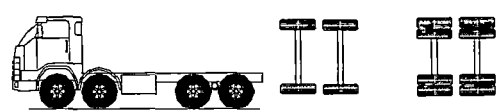
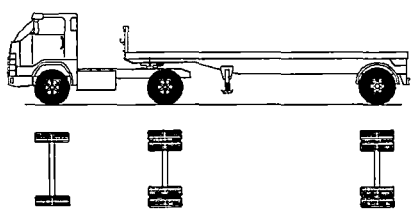
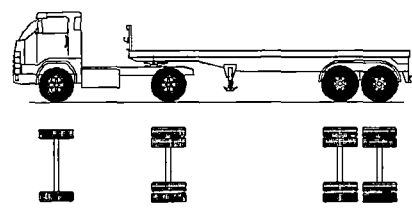
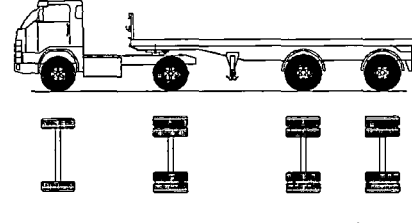
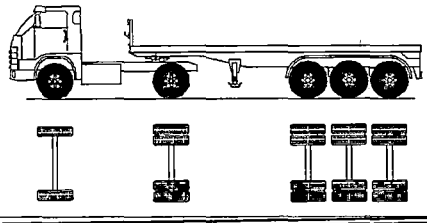
- Andrzej S. Nowak, Kevin R. Collins, "Reliability of Structures" - 2000
- Colin O' Connor, Peter Shaw, " Bridge Loads" - 2000
- Dr. Hugo Scaletti, Dr. Víctor Sánchez, Ing. Gladys Cuadros , "La Nueva Sobrecarga AASHTO (versión LRFD) para Puentes y su aplicabilidad en el Perú" –1998.
- Reglamento Nacional de Vehículos
- Manual de Diseño de Puentes

ANEXOS

**ANEXO IV DEL REGLAMENTO
NACIONAL DE VEHÍCULOS**

ANEXO IV: PESOS Y MEDIDAS

1. PESOS Y MEDIDAS MÁXIMAS PERMITIDAS

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º		4º
C2		12,30	7	11	—	—	—	18
C3		13,20	7	18	—	—	—	25
C4		13,20	7	23 ⁽⁹⁾	—	—	—	30
8x4		13,20	7+7 ⁽⁹⁾	18	—	—	—	32
T2S1		20,50	7	11	11	—	—	29
T2S2		20,50	7	11	18	—	—	36
T2Se2		20,50	7	11	11	11	—	40
T2S3		20,50	7	11	25	—	—	43

"Evaluación de la Nueva Sobrecarga AASHTO Vr. LRFD en función del tráfico actual de Vehículos pesados"

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°		4°
T2Se3		20,50	7	11	11 ^(a)	18	—	47
T3S1		20,50	7	18	11	—	—	36
T3S2		20,50	7	18	18	—	—	43
T3Se2		20,50*	7	18	11	11	—	47
T3S3		20,50	7	18	25	—	—	48 ^(a)
T3Se3		20,50	7	18	11 ^(a)	18	—	48 ^(a)
C2R2		23,00	7	11	11	11	—	40

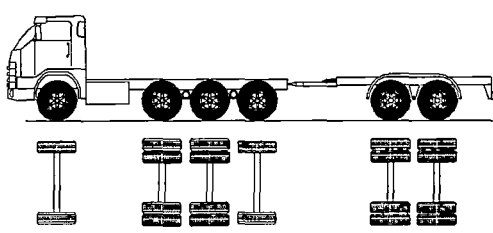
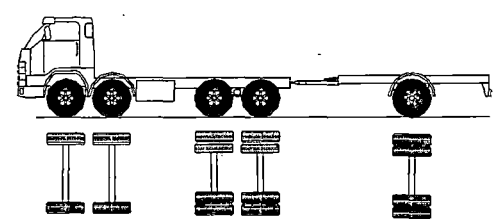
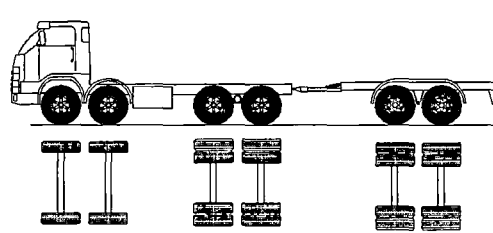
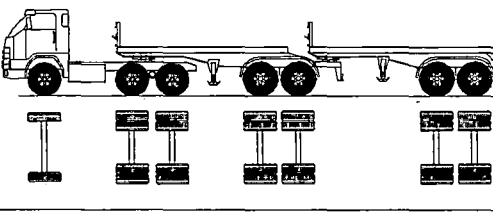
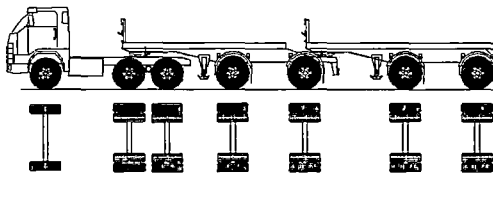
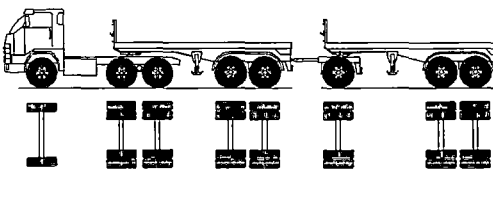
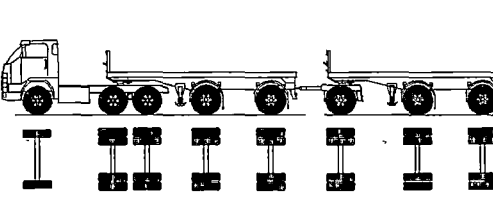
"Evaluación de la Nueva Sobrecarga AASHTO Vr. LRFD en función del tráfico actual de Vehículos pesados"

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º		4º
C2R3		23,00	7	11	11	18	—	47
C3R2		23,00	7	18	11	11	—	47
C3R3		23,00	7	18	11	18	—	48 ⁽²⁾
C3R4		23,00	7	18	18	18	—	48 ⁽²⁾
C4R2		23,00	7	23 ⁽³⁾	11	11	—	48 ⁽²⁾
C4R3		23,00	7	23 ⁽³⁾	11	18	—	48 ⁽²⁾
8x4R2		23,00	7+7 ⁽²⁾	18	11	11	—	48 ⁽²⁾

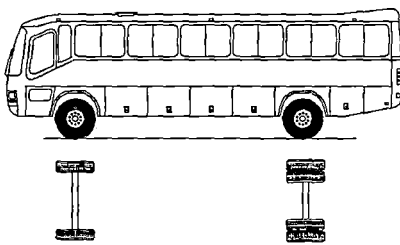
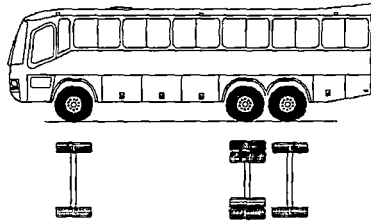
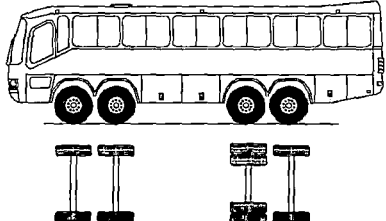
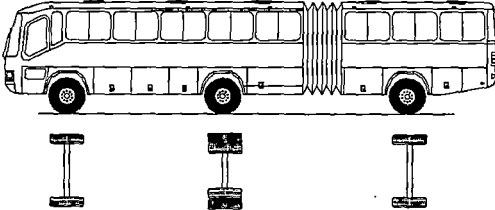
"Evaluación de la Nueva Sobrecarga AASHTO Vr. LRFD en función del tráfico actual de Vehículos pesados"

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Eje Delant	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)
				Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º	4º	
8x4R3		23,00	7+7 ⁽²⁾	18	11	18	—	48 ⁽²⁾
8x4R4		23,00	7+7 ⁽²⁾	18	18	18	—	48 ⁽²⁾
C2RB1		20,50	7	11	11	—	—	29
C2RB2		20,50	7	11	18	—	—	36
C3RB1		20,50	7	18	11	—	—	36
C3RB2		20,50	7	18	18	—	—	43
C4RB1		20,50	7	23 ⁽²⁾	11	—	—	41

"Evaluación de la Nueva Sobrecarga AASHTO Vr. LRFD en función del tráfico actual de Vehículos pesados"

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Eje Delant	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)
				Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°	4°	
C4RB2		20,50	7	23 ⁽²⁾	18	—	—	48
8x4 RB1		20,50	7+7 ⁽²⁾	18	11	—	—	43
8x4 RB2		20,50	7+7 ⁽²⁾	18	18	—	—	48 ⁽²⁾
T3S2 S2		23,00	7	18	18	18	—	48 ⁽²⁾
T3Se2 Se2		23,00	7	18	11 + 11 ⁽²⁾	11 + 11 ⁽²⁾	—	48 ⁽²⁾
T3S2 S1S2		23,00	7	18	18	11	18	48 ⁽²⁾
T3Se2 S1Se2		23,00	7	18	11 + 11 ⁽²⁾	11	11 + 11 ⁽²⁾	48 ⁽²⁾

"Evaluación de la Nueva Sobrecarga AASHTO Vr. LRFD en función del tráfico actual de Vehículos pesados"

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Eje Delant	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)
				Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°	4°	
B2		13,20	7	11	—	—	—	18
B3-1		14,00	7	16	—	—	—	23
B4-1		15,00	7+7 ⁽²⁾	16	—	—	—	30
BA-1		18,30	7	11	7	—	—	25

(1) Conjunto de ejes con un eje direccional

(2) Vehículos con facilidad de distribución de peso por ejes

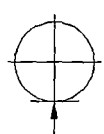
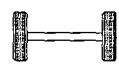
(3) Conjunto de ejes separados compuesto por dos ejes simples donde la distancia entre centros de ruedas es superior a 2,40 m

(4) Eje direccional

(5) Carga máxima para conjunto de ejes direccionales compuestos por dos ejes simples donde la distancia entre centros de ruedas es superior a 1,70 m

2. PESO MÁXIMO POR EJE O CONJUNTO DE EJES

Peso máximo por eje simple o conjunto de ejes permitido a los vehículos, es el siguiente:

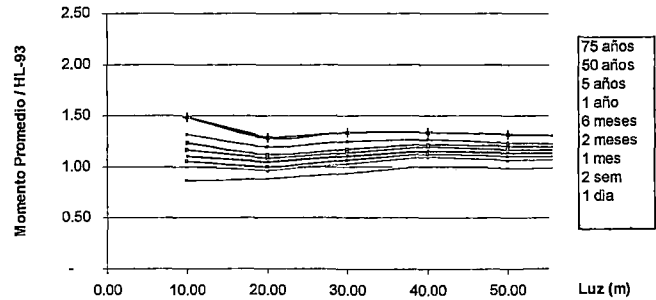
Conjunto de eje(s)	Nomenclatura	Simbología	Nº de Neumáticos	GRÁFICO	Peso máximo por eje(s) (t)
Simple	1RS		02		7

**MOMENTOS Y CORTANTES
PROMEDIO SEGÚN AAHSTO LRFD**

Momentos Máximos promedios para luces simples divididos por los momentos del Nuevo LRFD, M(LRFD)

Luz (pies)m	1 día	2 semanas	1 mes	2 meses	6 meses	1 año	5 años	50 años	75 años
10	3.048	0.88	1.02	1.07	1.12	1.18	1.25	1.33	1.5
20	6.096	0.90	0.98	1.02	1.06	1.10	1.14	1.21	1.3
30	9.144	0.95	1.04	1.08	1.12	1.15	1.19	1.26	1.35
40	12.192	1.02	1.11	1.14	1.17	1.21	1.23	1.28	1.35
50	15.24	1.00	1.08	1.12	1.15	1.18	1.22	1.25	1.33
60	18.288	1.02	1.09	1.12	1.15	1.18	1.21	1.24	1.32
70	21.336	1.02	1.08	1.12	1.15	1.18	1.21	1.25	1.31
80	24.384	1.02	1.08	1.11	1.15	1.17	1.21	1.25	1.32
90	27.432	1.02	1.08	1.11	1.14	1.16	1.20	1.24	1.31
100	30.48	1.02	1.08	1.10	1.14	1.16	1.20	1.24	1.31
110	33.528	1.02	1.07	1.10	1.13	1.15	1.19	1.24	1.31
120	36.576	1.01	1.07	1.09	1.12	1.15	1.18	1.22	1.29
130	39.624	1.00	1.06	1.09	1.12	1.13	1.16	1.20	1.27
140	42.672	0.98	1.03	1.06	1.11	1.10	1.13	1.17	1.24
150	45.72	0.98	1.03	1.06	1.08	1.00	1.12	1.16	1.23
160	48.768	0.98	1.03	1.07	1.07	1.10	1.13	1.17	1.24
170	51.816	0.99	1.03	1.07	1.09	1.11	1.13	1.18	1.24
180	54.864	0.98	1.03	1.06	1.09	1.11	1.13	1.17	1.24
190	57.912	0.97	1.02	1.06	1.08	1.10	1.13	1.17	1.24
200	60.96	0.96	1.02	1.05	1.08	1.09	1.12	1.16	1.23

Momentos (t-m) promedios máximos LRFD



Cortantes Máximos promedios para luces simples divididos por las cortantes del Nuevo LRFD, M(LRFD)										
Luz (pies) m	1 día	2 semanas	1 mes	2 meses	6 meses	1 año	5 años	50 años	75 años	
10	3.048	0.89	0.97	1.02	1.04	1.07	1.09	1.13	1.19	1.2
20	6.096	0.92	1.01	1.05	1.06	1.10	1.12	1.16	1.22	1.23
30	9.144	0.95	1.03	1.08	1.09	1.13	1.15	1.19	1.24	1.25
40	12.192	0.96	1.04	1.07	1.09	1.11	1.14	1.16	1.22	1.23
50	15.24	0.97	1.04	1.07	1.09	1.12	1.14	1.16	1.22	1.22
60	18.288	0.99	1.06	1.09	1.11	1.13	1.15	1.19	1.22	1.23
70	21.336	1.00	1.08	1.10	1.12	1.14	1.16	1.19	1.24	1.25
80	24.384	1.00	1.09	1.12	1.13	1.16	1.18	1.21	1.26	1.27
90	27.432	1.02	1.09	1.12	1.13	1.17	1.19	1.22	1.27	1.28
100	30.48	1.03	1.09	1.12	1.14	1.16	1.18	1.22	1.27	1.28
110	33.528	1.02	1.08	1.11	1.12	1.15	1.17	1.21	1.25	1.26
120	36.576	1.00	1.06	1.08	1.10	1.12	1.14	1.18	1.22	1.22
130	39.624	0.99	1.04	1.07	1.08	1.10	1.12	1.15	1.19	1.2
140	42.672	0.99	1.05	1.07	1.08	1.11	1.12	1.15	1.2	1.2
150	45.72	0.98	1.04	1.07	1.08	1.10	1.12	1.15	1.2	1.2
160	48.768	0.97	1.03	1.05	1.07	1.09	1.11	1.14	1.19	1.2
170	51.816	0.96	1.02	1.05	1.06	1.08	1.10	1.14	1.19	1.19
180	54.864	0.96	1.02	1.04	1.05	1.07	1.10	1.13	1.18	1.19
190	57.912	0.95	1.01	1.03	1.04	1.06	1.08	1.12	1.17	1.17
200	60.96	0.94	1.00	1.02	1.04	1.05	1.08	1.11	1.16	1.17

Cortantes (t) promedios máximos LRFD

