

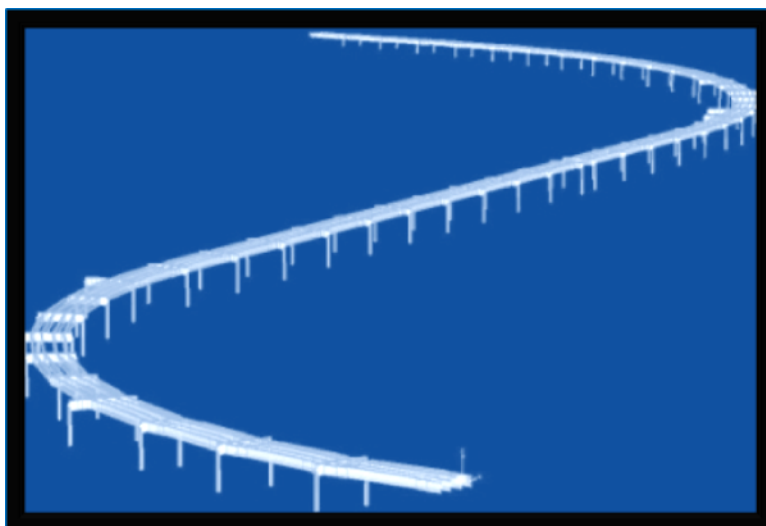


UNIVERSIDAD CENTRAL “MARTA ABREU” DE LAS VILLAS

FACULTAD DE CONSTRUCCIONES

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO DE DIPLOMA



**“Estudio Patológico, Estructural y Modelación a los
Elevados del FF.CC Entrada a La Habana”.**

Autores: Gustavo Grillo Reyes

Ernesto Pérez-Borroto Montes de Oca

Tutor: Ing. Alejandro Fernández Brito



**SANTA CLARA – VILLA CLARA - CUBA
CURSO 2008-2009**

“AÑO DEL 50 ANIVERSARIO DEL TRIUNFO DE LA REVOLUCIÓN”



- ✓ Quisiéramos agradecerles a todas las personas que de una forma o de otra hicieron posible la realización de este trabajo.
- ✓ A ellas nuestras más profundas, eternas y sincera gratitud.

Muchas gracias.

- ✓ A nuestros familiares y seres queridos que tanto nos ayudaron por brindarnos su apoyo y seguridad constante preocupación y ser guías en todo momento, sin los cuales no hubiésemos podido llegar a la culminación de este importante trabajo para nuestras vidas profesionales.
- ✓ A nuestro tutor por la confianza que siempre deposito en nosotros por su consagración y ayuda incondicional por ser nuestro amigo.
- ✓ A nuestros amigos y compañeros por apoyarnos en todo momento.
- ✓ A todas las personas que han ocupado un lugar importante en esta colosal obra.

Los autores



“....no se equivoca el hombre que ensaya distintos caminos para alcanzar sus metas; se equivoca el que por temor a equivocarse, no camina.....”

C. Murphy.

En este trabajo se da continuidad a estudios relacionados con el diagnóstico y evaluación del estado técnico de puentes metálicos ferroviarios. Estos estudios en su etapa inicial comprenden: estudios documentales, históricos, patológicos, determinación de la capacidad portante y condiciones de explotación mediante la modelación y se aplican los mismos a un caso de estudio: "Los Elevados del FF.CC Entrada a La Habana" importante obra de ingeniería civil en Cuba.

INDICE

INTRODUCCION	1
1. CAPÍTULO I.....	6
1.1 Generalidades, conceptos y definiciones	6
1.2 Clasificación de los puentes	9
1.3 Características específicas de los puentes ferroviarios.....	13
1.4 La seguridad en puentes ferroviarios	13
1.5 Principales acciones y cargas a considerar en puentes metálicos ferroviarios con cama de madera.....	14
1.6 Caracterización de las deficiencias de los puentes.....	15
1.7 Deterioros en la superestructura de los puentes metálicos de ferrocarril.	16
1.8 Deterioros más frecuentes en puentes de acero de ferrocarril según tipología	18
1.9 Diagnóstico Patológico.....	22
1.9.1 Métodos generales de diagnóstico	24
1.10 Evaluación de Puentes Metálicos Ferroviarios.....	25
1.10.1 Factor de Evaluación	27
1.11 Conclusiones Parciales del Capítulo.....	31
2. CAPÍTULO II.....	33
2.1 Breve historia del Viaducto.....	33
2.2 Características generales del Viaducto	36
2.2.1 Condiciones que determinaron su trazado	36
2.2.2 Características de su trazado en planta y perfil.....	37
2.2.3 Levantamiento Patológico.	37
2.2.3.1 Principales Deterioros.	37

2.3	Características específicas del Viaducto.....	39
2.3.1	Modelo geométrico	40
2.3.2	Modelo de las cargas.....	46
2.4	Métodos de Diseño y Seguridad	48
2.5	Conclusiones.....	50
3.	CAPÍTULO III.....	51
3.1	Comportamiento Estructural.....	51
3.1.1	Vigas Longitudinales.....	51
3.1.2	Vigas Transversales	54
3.1.3	Columnas	56
3.2	Evaluación de las Cargas.....	60
3.2.1	Evaluación para Vigas Longitudinales	60
3.2.2	Evaluación para Vigas Transversales.....	60
3.2.3	Evaluación para Columnas	61
4.	CONCLUSIONES	62
5.	RECOMENDACIONES.....	63
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	64
7.	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.	65
	ANEXOS	66
	ANEXO I “Resumen de Vigas Longitudinales”.....	66
	ANEXO II “Resumen de Vigas Transversales”.	69
	ANEXO III “Resumen de Columnas”.....	80
	ANEXO IV “Resumen de Cimentación”.....	88
	ANEXO V “Resumen de Cargas y sus Combinaciones”.....	90
	ANEXO VI “Resumen de Solicitaciones para Vigas longitudinales”.....	95

ANEXO VII “Resumen de Solicitaciones para Vigas Transversales”	150
ANEXO VIII “Resumen de Solicitaciones para Columnas”	158
ANEXO IX “Resumen de Factor de Evaluación para Vigas Longitudinales”	174
ANEXO X “Resumen de Factor de Evaluación para Vigas Transversales”	228
ANEXO XI “Resumen de Factor de Evaluación para Columnas”	237

INTRODUCCION

De estudios realizados, se ha conocido que de los aproximadamente 300 puentes ferroviarios del occidente del país, el 30% están clasificados como de regular a mal, que corresponde al 35% de la longitud total de los puentes. Estos resultados reflejan aproximadamente la situación actual del país, pero se conoce que desde los últimos 40 años se ha incrementado en Cuba la red vial ferroviaria y que el desarrollo económico del país en las décadas del 70 y 80 permitió la construcción de gran cantidad de puentes en este tipo de vías, destacándose la Vía Central.

No obstante el desarrollo en las décadas del 70 y 80, una gran cantidad de puentes fueron construidos a finales de los siglos XIX y comienzos del siglo XX, por lo que se encuentran en un estado de deterioro avanzado.

En Cuba la situación económica de los últimos 18 años no ha permitido mantener un régimen de conservación adecuado, lo que unido al desgaste por el uso de estos puentes, ha agravado la situación, aumentándose el deterioro en muchos de ellos y por lo tanto el detrimento de su estado técnico y su condición estructural, existe la voluntad en el país de acometer la conservación no solo de los puentes, sino de todo el sistema de la red ferroviaria nacional, por lo que se hace necesario un estudio profundo y la realización de investigaciones científicas que permitan establecer un sistema de conservación.

Desde el punto de vista técnico-económico es necesario realizar un estudio que permita evaluar el estado técnico y validar con mayor grado de efectividad las causas que provocan el deterioro técnico del sistema vial ferroviario y por tanto realizar proyectos para buscar las posibles soluciones tanto en la superestructura como en la infraestructura de los puentes que conforman estos sistemas. Es de suma importancia la revitalización de todos los elementos que estén deteriorados, cuestión importante para cualquier país que transporte carga por vías ferroviarias y es de destacar que en otras partes del mundo se realizan trabajos similares, los que no deben ser desatendidos.

En la actualidad es reconocido que contar con diagnósticos técnicos acertados y evaluaciones fiables constituyen la premisa fundamental para la realización de proyectos de intervención técnica, eficaces y eficientes, y evaluar y diagnosticar rápido sin hacer uso de ninguna técnica, basándose solo en el conocimiento adquirido por la experiencia, (conocido como criterios de expertos), que sin lugar a duda es una técnica muy valiosa, podría ser un poco fiable sobre todo cuando hay poca experiencia o alto grado de complejidad; por otro lado, un uso excesivo de las diversas técnicas, darían sin lugar a dudas, como resultados, diagnósticos acertados y evaluaciones fiables, pero falta de optimización en gastos técnicos, económicos y de tiempo, es por eso que para poder evaluar y diagnosticar correctamente, se hace necesario combinar técnicas de inspección, levantamiento patológico, de modelación e instrumentación, vinculadas al conocimiento, teniendo en cuenta las características de las obras.

Este tipo de estudio y enfoque de trabajo (combinando y complementando diversas técnicas) permite valorar con mayor grado de precisión el estado técnico y conocer las causas que propician el mal estado técnico de los puentes ferroviarios y a su vez posibilita realizar proyectos de intervenciones técnicas fiables y eficientes desde el punto de vista técnico y económico.

En la actualidad, dado al bloqueo a que estamos sometidos, existe escasez de recursos materiales y financieros. Esto limita las nuevas inversiones, pero favorece, en cierta medida, la necesidad de conservar todo lo que está en explotación dentro de la red vial ferroviaria y puentes de ferrocarril existentes. Esto, sumado a una alta disponibilidad de fuerza laboral calificada, permite asegurar, que este es el mejor momento para implementar tales trabajos con la garantía de alcanzar resultados satisfactorios.

En Cuba existen puentes que no solo tienen valor desde el punto de vista del sistema de transporte ferroviario sino que además tienen valores patrimoniales, siendo uno de ellos, “Los Elevados del FF.CC Entrada a La Habana”.

Los Elevados del FF.CC Entrada a La Habana se encuentran ubicados en la línea central y constituyen el acceso más directo a la Estación Central de Ciudad de La Habana. Este puente fue construido en 1911 por lo cual tiene una edad 98 años en explotación, la gran edad, su ubicación cercana la mar unido a numerosos incidentes han provocado que se encuentren en un estado de deterioro avanzado que compromete la seguridad al paso de los trenes y su nivel operacional esta casi reducido al mínimo por estas razones se ha decidido por parte del FF.CC iniciar los estudios relacionados con la evaluación del estado técnico y diagnóstico de esta importante obra para su reparación.

Objeto de estudio:

El estudio del estado técnico del puente metálico ferroviario Los Elevados del FF.CC Entrada a La Habana.

Planteamiento y Definición del Problema:

Podemos señalar que los estudios relacionados con el diagnóstico técnico y de evaluación de los puentes metálicos ferroviarios se han abordado en nuestro país sin un enfoque integral. Es por ello que, en los últimos años (desde el 2000 específicamente) se viene trabajando en estudios con un enfoque de trabajo integrador que combina diferentes técnicas y métodos para el estudio patológico y estructural de estos tipos de obra. Estos estudios en su Etapa Inicial comprenden: estudios documentales, históricos, patológicos, determinación de la capacidad portante y condiciones de explotación mediante la modelación. Así es que surge el presente trabajo que consiste en validar los estudios en su etapa inicial y dar respuesta a estos en un caso real.

Hipótesis:

Con la aplicación de estudios iniciales que comprenden: Estudios documentales e históricos, Levantamiento Estructural, Levantamiento y Análisis Patológico y Modelación, se obtendrá: la evaluación del estado técnico, diagnóstico, capacidad

de carga y las condiciones de explotación del puente metálico “Los Elevados del FF.CC Entrada a la Habana”.

Objetivos generales:

Dar continuidad a los estudios sobre diagnóstico técnico y evaluación de puentes metálicos ferroviarios, para garantizar diagnósticos acertados y eficientes a partir de la aplicación de un caso de estudio: “Los Elevados del FF.CC Entrada a La Habana”.

Objetivos Específicos:

- ✓ Perfeccionar los estudios relacionados con el diagnóstico estructural y patológico en puentes metálicos ferroviarios, a partir de su aplicación a un caso de estudio “Los Elevados del FF.CC Entrada a La Habana”.
- ✓ Realizar el diagnóstico y evaluación del estado técnico de “Los Elevados del FF.CC Entrada a la Habana”.
- ✓ Determinar la capacidad portante y condiciones operacionales de Los “Elevados del FF.CC Entrada a La Habana”.
- ✓ Establecer de ser necesario recomendaciones y estrategias para estudios más profundos y complejos.

Novedad científica:

Se aplican y perfeccionan estudios relacionados con el diagnóstico técnico y evaluación de la condición estructural de puentes metálicos ferroviarios con un enfoque integrador.

Resultado práctico:

Se realiza el diagnóstico y evaluación del estado técnico, se determina capacidad de carga y condiciones de operación de “Los Elevados de FF.CC Entrada de La Habana” (obra compleja y de vital importancia para el país) y se establecen recomendaciones, para estudios más profundos.

Estructura del trabajo:

La estructura del trabajo está formada por una introducción general, tres capítulos, las conclusiones, recomendaciones, bibliografía, así como los anexos correspondientes. La estructura y orden del trabajo se establece a continuación:

- ✓ Resumen
- ✓ Introducción
- ✓ Capítulo I: Revisión Bibliográfica.- En este capítulo se realiza el estudio bibliográfico y un análisis del estado del arte de la temática, lo que posibilita justificar el desarrollo de la investigación. En el mismo se exponen los antecedentes sobre: deterioros, modelación, evaluación y métodos de recalcu de puentes metálicos ferroviarios haciéndose un análisis de la bibliografía al respecto y destacándose los fundamentos teóricos principales.
- ✓ Capítulo II: Se expone el enfoque de trabajo integral. Estudio y análisis de la metodología en una primera etapa. Se presenta el caso al cual se le aplicará la metodología. Se exponen las consideraciones fundamentales al aplicar metodología y en la modelación (analítica y MEF)
- ✓ Capítulo III: Se analizarán tanto los resultados obtenidos al aplicar la metodología, así como los resultados de la modelación Analítica y MEF. Además se definirán las pautas a seguir (de ser necesario) para estudios más profundos del caso en cuestión.
- ✓ Conclusiones. Incluirán: Resultado del análisis, capacidad de carga normativa y necesidad o no de continuidad de los estudios.
- ✓ Recomendaciones.
- ✓ Bibliografía.
- ✓ Anexos.

1. CAPÍTULO I.

1.1 Generalidades, conceptos y definiciones.

Los puentes son estructuras de importancia singular dentro del sistema vial de un país. Tanto los puentes de carreteras como los de ferrocarril son estructuras que requieren ser conservadas, porque son vitales para el buen funcionamiento del sistema vial. De esta manera, su estudio dentro del campo de la Ingeniería Civil es un aspecto imprescindible.

Un puente es una obra de fábrica destinada a salvar obstáculos naturales (ríos, valles, lagos o brazos de mar) u obstáculos artificiales (vías férreas, carreteras, etc.) con el fin de unir caminos de viajeros, animales y mercancías (1).

Partes Principales que conforman la estructura de la vía férrea.

La vía férrea está conformada por:

Carril: Este constituye el elemento fundamental de la estructura de la vía y actúa como calzada, dispositivo de guiado y elemento conductor de la corriente eléctrica.

Pequeño material de vía: Los elementos catalogados de esta manera son los dispositivos para la sujeción del carril; los elementos de unión longitudinal de carriles entre sí, llamados bridas; las juntas aislantes y los antideslizantes, todos estos elementos tienen como objetivo hacer posible la continuidad estructural de la vía.

Traviesas: Son elementos que se sitúan en dirección transversal al eje de la vía, sobre los que se colocan los carriles, y constituyen, a través de la sujeción, el nexo o elemento de unión entre el carril y el balasto, formando con aquél el armazón o emparrillado de la vía.

Balasto: Son elementos granulares que se sitúan bajo la traviesa con el objetivo de repartir las cargas sobre una mayor superficie.

Plataforma: Este es el elemento soporte de la estructura de la vía, de la que recibe, por intermedio de la capa de balasto, la tensiones debidas a las acciones del tráfico (2).

Conceptos característicos del ferrocarril.

Apoyado: Entendemos por tal, todo tipo de transporte en que los efectos de las fuerzas de gravedad y viento están compensados, en su casi totalidad, por reacciones entre sólidos, naturalmente generadas a consecuencia de aquellas; en el caso del ferrocarril, la función de soporte o apoyo se encomienda, al mismo elemento que la del guiado: el carril.

Guiado: En los sistemas de transporte que adoptan el agua, el aire o la carretera, la marcha se produce con dos o más grados de libertad, que le confieren las coordenadas de que disponen. En el caso del ferrocarril, los carriles guían al material rodante, coaccionando su movimiento y obligándole a inscribir su marcha dentro de la geometría que se ha establecido previamente, por lo que el vehículo y la vía habrán de poseer unas características resistentes que respondan a las condiciones que en cada momento se derivan del proceso de guiado.

Unidireccional: Al quedar incorporado al ferrocarril el concepto de guiado, le obliga al vehículo a seguir en su marcha el eje geométrico del camino de rodadura; esta circunstancia le lleva a aceptar el carácter unidireccional en el sentido longitudinal indicado. Este va a afectar de modo fundamental a la Explotación al presentarse los problemas de cruces, adelanto, etc.

Adherencia: Este concepto de carácter general no se manifiesta en los sistemas de transporte por agua o aire, pero si correspondiente al terrestre, aplicado al campo ferroviario, en sus aspectos de tracción y frenado, se enunciara solamente, que la adherencia incide de forma fundamental sobre la geometría de una línea, ya que las rectas y curvas en la rampas y pendientes estarán condicionados a través de la adherencia, por la características de tracción y frenado del material rodante, que sobre la misma vaya a circular.

Ancho de vía: De mucho mas interés desde el punto de vista operativo es el hecho de que sea precisa la existencia de una cierta separación, prácticamente constante, entre los dos carriles de la vía; se puede asegurar que es parámetro que más fuertemente caracteriza al camino de circulación del ferrocarril; el ancho de vía se mide como la distancia entre las superficies más próximas de las caras laterales de las cabezas de los dos carriles, a 14mm por debajo del plano de rodadura. La elección del ancho de vía es una de las primeras decisiones a la hora de proyectar una nueva línea (2).

Partes Principales que conforman la estructura de un puente.

Un puente está conformado por dos partes fundamentales:

Infraestructura: La infraestructura o subestructura esta formada por los estribos o pilares extremos, las pilas, los cimientos, que forman la base de ambos y los aparatos de apoyo.

Superestructura: La superestructura de un puente puede estar formada por los elementos estructurales conocidos: losas, vigas, arcos, armaduras, en el caso de los puentes de ferrocarril forma parte también de la superestructura la cama del puente (1).

Obras de fábrica ferroviarias.

Las obras de fábrica ferroviarias, se ejecutan a lo largo de una vía férrea y sirven para salvar obstáculos o como protección a la propia vía, citando las siguientes:

- *Puente ferroviario*, puente construido en el trazado de una vía férrea que permite el paso de los vehículos ferroviarios sobre él con seguridad.
- *Puente combinado*, puente ferroviario cuya superestructura está formada por diferentes materiales.
- *Puente combinado mixto*, puente combinado cuya superestructura está formada por vigas metálicas y losa de hormigón, no existe trabajo conjunto de esos elementos.

- *Viaducto*, puente ferroviario que salva una depresión del terreno, una o varias vías férreas, el mar, la zona de inundación de una presa o en general cualquier vano de poca o ninguna movilidad del agua bajo el mismo.
- *Paso a desnivel*, puente ferroviario que se ejecuta en las intersecciones con vías automotores o ferroviarias, a diferente nivel.
- *Alcantarilla*, obra de fábrica que se construye bajo el terraplén de la vía férrea para dejar pasar pequeñas corrientes de agua, una particularidad fundamental de las alcantarillas es la continuidad del terraplén sobre la misma.
- *Túnel*, se denomina a la obra de fábrica subterránea que se ejecuta para establecer una comunicación a través de lugares montañosos, por debajo de un río u otro obstáculo para la colocación de la vía férrea.
- *Sifón*, obra de fábrica que se construye bajo el terraplén de la vía férrea cuando esta se encuentra en excavación para dar paso a corrientes de agua de un lado a otro.
- *Canaleta*, obra de fábrica que se construye en terraplenes de poca altura para dar paso a pequeñas corrientes de agua.
- *Muro de contención*, obra de fábrica que sirve para sostener los taludes muy pendientes en las excavaciones o terraplenes y así evitar derrumbamiento o deslizamiento que pueda afectar de vía.
- *Paso peatonal a desnivel*, obra de fábrica ferroviaria que se construye por encima o debajo de la vía férrea para garantizar la seguridad de los peatones.
- *Obra de regulación*, obra de fábrica ferroviaria que se construye para encausar con paso suave las aguas hacia la abertura de un puente (3).

1.2 Clasificación de los puentes.

Después de conocer algunas definiciones es necesario delimitar la clasificación de los puentes en función de varios aspectos.

La tipología de los puentes ha evolucionado a través el tiempo dependiendo fundamentalmente de dos aspectos: el conocimiento de nuevos materiales y el desarrollo del comportamiento resistente de los mismos.

El conocimiento de nuevos materiales ha motivado el desarrollo de nuevos tipos de puentes, así, en orden cronológico, se ha utilizado la madera, la piedra, el hierro, el acero, el hormigón armado y el hormigón pretensado como materiales en la construcción de puentes.

Cada material ha posibilitado que se tomen formas nuevas y por tanto han originado nuevos tipos de puentes. Es fácil imaginar una estructura de madera o de piedra porque cada construcción requiere una forma determinada. Con el acero se desarrollaron las armaduras y puentes colgantes y con el hormigón ya sea armado o pretensado, se han desarrollado los puentes actuales en todas sus variedades.

El desarrollo del comportamiento resistente de los nuevos materiales ha hecho que se puedan reducir las secciones de las estructuras y además usar los criterios técnicos, resultado del análisis, para desarrollar nuevos tipos, que se adaptan mejor a la función estructural del conjunto.

A continuación se presenta una clasificación general, recogiendo los tipos de puentes que se han utilizado a través del tiempo sin incluir aquellos usados en la antigüedad, como los de piedra, aunque en sus formas esenciales estén considerados, es decir, se hace una clasificación pero con los puentes más utilizados en la actualidad (4).

Clasificación de los puentes por material de construcción.

La Clasificación de los puentes de acuerdo a los materiales de los cuales están contruidos, está formada por:

- ✓ *Puentes de madera:* Los puentes de madera, aunque son rápidos de construir, son poco resistentes y poco duraderos, ya que son muy sensibles a los agentes atmosféricos, como la lluvia y el viento, por lo que requieren

un mantenimiento continuo y costoso. Su bajo costo (debido a la abundancia de madera en la antigüedad) y la facilidad para labrar la madera pueden explicar que los primeros puentes construidos fueran de madera.

- ✓ *Puentes de piedra:* Los puentes de piedra, de los cuales los romanos fueron grandes constructores, son muy resistentes, compactos y duraderos, aunque en la actualidad su construcción es muy costosa. Los cuidados necesarios para su mantenimiento son escasos, ya que resisten muy bien los agentes climáticos.
- ✓ *Puentes metálicos:* Los puentes metálicos son muy versátiles, permiten diseños de grandes luces, se construyen con rapidez, pero son caros y además están sometidos a la acción corrosiva, tanto de los agentes atmosféricos como de los gases, humos de las fábricas y ciudades, lo que supone un mantenimiento constante.
- ✓ *Puentes de hormigón armado:* Los puentes de hormigón armado son de montaje rápido, ya que admiten en muchas ocasiones elementos prefabricados, son resistentes, permiten superar luces mayores que los puentes de piedra (menores que los de hierro) y tienen unos gastos de mantenimiento muy escasos, ya que son muy resistentes a la acción de los agentes atmosféricos.

Clasificación de los puentes según su uso:

La Clasificación de los puentes de acuerdo a su utilización está formada por:

- ✓ *Pasarelas:* están destinados exclusivamente a la circulación de personas.
- ✓ *Puentes de conducción de fluidos:* Pueden ser: acueductos (agua), gaseoductos (gas), oleoductos (petróleo), etc.).
- ✓ *Puentes de carretera:* para el paso de vehículos de carretera.
- ✓ *Puentes de ferrocarril:* para el paso de vehículos ferroviarios (1).

Clasificación de los puentes metálicos ferroviarios.

Los puentes de ferrocarril se clasifican según el material y el tipo de superestructura, teniéndose así la siguiente clasificación:

Metálicos:

- Armadura: Tablero Superior, Tablero Inferior.
- Vigas de Alma Llena (conformadas): Tablero Superior, Tablero Intermedio y Tablero Inferior.
- Vigas Laminadas.
- Paquetes de Carriles.

Hormigón pretensado:

- Losa y Viga.

Combinados:

- Acero y Hormigón.
- Acero y Madera.

Hormigón Armado:

- Losa: Los puentes de losa pueden ser macizos o aligerados. La losa presenta una ventaja grande con respecto a otras soluciones y es su pequeño peralte el que permite reducir la rasante del puente y por tanto disminuir los terraplenes de acceso.
- Viga y losa: Estos puentes consisten en una serie de vigas unidas mediante una losa. A veces tienen vigas transversales llamadas diafragmas.
- Arcos: Están constituidos básicamente por una sección curvada hacia arriba que se apoya en unos soportes o estribos y que abarca una luz o espacio vacío. Existen puentes de arco de tablero superior y de tablero inferior.

- Armaduras: Estos puentes están formados básicamente por una serie de armaduras, que hacen el papel de viga, ya que el peso de la cama del puente se transmite a través de ellas a la infraestructura (3).

1.3 Características específicas de los puentes ferroviarios.

Los puentes de ferrocarril tienen como propósito primario permitir el paso de los vehículos ferroviarios con seguridad, confort y con al menos la capacidad operacional de la vía en el cual se encuentra ubicado (con el mínimo de restricciones de carga y velocidad).

Las consideraciones para puentes ferroviarios difieren de las que se asumen para puentes de carreteras. Los puentes ferroviarios tiene una relación carga móvil/carga viva grande, debido a que el peso de la vía cargada es generalmente más grande que la del puente.

En el caso particular de los puentes metálicos con camas de madera, el efecto de los impactos se manifiesta más que en otro tipo de puentes debido a la alta relación peso de los vehículos/peso propio de la estructura, al contacto íntimo (sin amortiguación) carril rueda y la poca amortiguación que introducen las vías de este tipo.

En caso de accidentes sobre el puente se interrumpe el tráfico, que no es caso de los puentes de carretera donde generalmente el tráfico puede ser desviado hacia otras sendas que no estén dañadas o bloqueados mientras se realizan las reparaciones.

1.4 La seguridad en puentes ferroviarios.

La seguridad en puentes ferroviarios está determinada por muchos aspectos siendo los más relevantes:

- ✓ Aspectos relacionados con seguridad estructural de la estructura del puente.
- ✓ Aspectos relacionados con seguridad estructural de la vía.

- ✓ Aspectos relacionados con la geometría de la vía.
- ✓ Aspectos relacionados con los gálibos.
- ✓ Aspectos relacionados con los vehículos.
- ✓ Aspectos hidráulicos e hidrológicos.

1.5 Principales acciones y cargas a considerar en puentes metálicos ferroviarios con cama de madera.

Las diferentes normas consideran las siguientes cargas aunque las mismas difieren en cuanto a la clasificación, magnitud, forma y condiciones de aplicación:

Cargas y acciones permanentes:

- ✓ Peso Propio de los elementos metálicos.
- ✓ Peso de la vía (cama que incluye peso de las traviesas, carriles, guarda carriles, guarderas, sillas y clavos).
- ✓ Acción del empuje de tierra sobre los estribos.
- ✓ Acción del asentamiento del suelo.

Cargas accidentales móviles y sus acciones:

- ✓ Equipo rodante ferroviario (carga vertical móvil).
- ✓ Acción del empuje de suelo debido a la carga accidental móvil.
- ✓ Acción de la fuerza horizontal transversal de la fuerza centrífuga.
- ✓ Acción debida a los impactos horizontales transversales.
- ✓ Acción Horizontal Longitudinal de frenado y arranque.

Cargas ecológicas:

- ✓ Cargas de Viento.
- ✓ Cargas Sísmicas.

Efecto Dinámico.

Uno de los aspectos estructurales más importantes asociados específicamente al diseño y evaluación de los puentes y estructuras de ferrocarril, son los efectos dinámicos debidos a las cargas móviles de los trenes. Las normas existentes

hasta ahora para el cálculo y recálculo de los puentes de ferrocarril tienen en cuenta la respuesta dinámica a través de un coeficiente de impacto, que representa el aumento de la respuesta dinámica respecto a la estática para una única carga móvil.

La consideración de este coeficiente de impacto, es suficiente para tener en cuenta el efecto dinámico de una única carga móvil, pero no considera la posible resonancia que se produciría por la repetición cíclica de las cargas (ejes).

En la práctica, teniendo en cuenta las frecuencias propias de los puentes existentes y las velocidades de circulación de los trenes, hasta ahora la resonancia no ha sido un fenómeno que se diera en la realidad para las velocidades inferiores a los 200Km/h. Como las vías en nuestro país tienen velocidades muy inferiores a los 200Km/h (120Km/h en Cuba), los efectos dinámicos del paso de los trenes sobre los puentes se pueden tener en cuenta a través de un coeficiente de impacto sin necesidad de tener en cuenta el fenómeno de la resonancia.

1.6 Caracterización de las deficiencias de los puentes.

Las variables o aspectos que describen el comportamiento deficitario de un puente pueden agruparse en tres grupos según el tipo de deterioro o deficiencia:

- ✓ Deficiencias Estructurales.
- ✓ Deficiencias No Estructurales.
- ✓ Deficiencias de Carga.

Deficiencias Estructurales: Comprende aquellas deficiencias o deterioros que afectan a los elementos estructurales que pueden afectar el comportamiento estructural y la capacidad de carga. Comprometen en principio la seguridad del puente.

Deficiencias no estructurales: Comprende aquellas deficiencias o deterioros que afectan los elementos no estructurales propiamente dichos y en el caso de los

puentes de ferrocarril pueden afectar el comportamiento estructural, la capacidad de carga y la seguridad del puente.

Deficiencias de Carga: Comprende aquellas deficiencias o deterioros que afectan a los elementos estructurales y elementos no estructurales pero que inciden en el factor de evaluación.

1.7 Deterioros en la superestructura de los puentes metálicos de ferrocarril.

Todas las obras durante su explotación están expuestas a las acciones del medio ambiente que las rodea. De igual manera los puentes de vías férreas se encuentran expuestos a situaciones como: el viento, los cambios en la temperatura, las cargas sobre él, las sustancias agresivas que puedan afectarlo y envejecerlo y todo eso en conjunto da lugar al deterioro de las obras. Es importante el estudio y conocimiento de las patologías de los distintos materiales para evitar el desarrollo de dichos deterioros.

Los deterioros pueden afectar directamente el comportamiento estructural de los elementos que componen el puente afectando así la capacidad de carga de este, o influir en elementos que no tienen una responsabilidad estructural pero si de seguridad del puente.

Para el estudio de estos deterioros en el puente, se pueden analizar en sus dos componentes principales, la superestructura y la infraestructura.

Para hacer un mejor análisis de las mismas; en el caso analizado no es necesaria esta separación ya que ambas son afectadas por los mismos deterioros.

En el puente ferroviario que se analiza, existen varios materiales asociados al tipo de cama, los cuales pueden estar presentes o no en función de la tipología del puente. En el presente trabajo se trata solamente aquellas relacionadas con el material que compone fundamentalmente este tipo de estructura: el acero, ya que el tema es muy extenso por la gran variedad de materiales y patologías que se pueden presentar (4).

✓ Corrosión del acero.

La corrosión, es el desgaste total o parcial que disuelve o ablanda cualquier sustancia por reacción química o electroquímica con el medio ambiente. El término corrosión se aplica a la acción gradual de agentes naturales, como el aire o el agua salada sobre los metales.

El fenómeno de corrosión se produce por una ley natural de estabilidad. Los metales procesados industrialmente, como el acero y el hierro, existen en su forma útil como consecuencia de las transformaciones realizadas por el hombre a partir de los minerales existentes en la naturaleza y que requieren la aportación de energía en sus diversas formas y procesos de extracción y elaboración. Estos procesos transforman los minerales naturales originales en los metales de utilización industrial que se emplean en la construcción y otros usos; y estos materiales resultantes, frente a los agentes atmosféricos y otras acciones de diversos tipos, tenderán a regresar a su estado original, o al menos, a estados más estables, por lo cual la conservación de los elementos metálicos debe dirigirse a impedir o al menos retardar, la tendencia natural a su degradación. La corrosión, de hecho, es el regreso del metal a su estado natural, el óxido.

La corrosión es una reacción química de oxidación reducción en la que intervienen dos actores: la pieza y el ambiente. Además, del material del que está hecha la pieza, la forma de la pieza y los tratamientos a los que se la somete tienen un papel primordial. Así, un montaje de dos metales diferentes puede dar pie a una corrosión acelerada; además, a menudo se ven trazas de herrumbre en las tuercas. Asimismo, si la pieza presenta un intersticio, ahí puede formarse un medio confinado que evolucionara de un modo diferente del resto de la pieza y, por lo tanto, podrá llegar a una corrosión local acelerada. De hecho, toda heterogeneidad puede desembocar en una corrosión local acelerada, como, por ejemplo, en los cordones de soldadura.

La corrosión es un fenómeno que depende del material utilizado, de la concepción de la pieza y del ambiente. Se puede influir entonces en estos tres parámetros y también en la reacción química misma.

En la concepción, hay que evitar las zonas de confinamiento, los contactos entre materiales diferentes (5-6).

Hay que prever también la importancia de la corrosión y el tiempo en el que habrá que cambiar la pieza, así como el mantenimiento preventivo.

En los puentes metálicos (ya sean ferroviarios o no) los daños más frecuentes debido a este proceso de corrosión son fácilmente reconocibles en las platabandas superiores, siendo en estos elementos planos y en posición horizontal donde apoyan las traviesas de madera causando una concentración de humedad en esta zona que con el tiempo deteriora las planchas de acero y varía la sección del elemento en gran parte del área afectada. Esto se hace frecuente además en las uniones de los rigidizadores horizontales con las platabandas, destruyendo con el tiempo dicha unión. Esto provoca pérdida de estabilidad de los elementos del puente.

Otra zona muy atacada por la corrosión son los apoyos, por la humedad que pueden almacenar estos considerando su posición horizontal, en ocasiones llega a la pérdida de los elementos de unión y por tanto a los cambios en las condiciones y restricciones de apoyo del elemento (7-8).

1.8 Deterioros más frecuentes en puentes de acero de ferrocarril según tipología.

Los deterioros presentes en puentes metálicos ferroviarios son diversos y dependen de la tipología, características articulares y de el tipo de elemento utilizado para las uniones (remaches, pernos o soldaduras) de cada uno de ellos, que puedan afectar directamente el comportamiento estructural de los elementos o la seguridad de la vía, lo que implica que como consecuencia de los deterioros que presentan los elementos que conforman estos puentes, pueden ocurrir que el

elemento se vea afectado en un nivel ya sea bajo, medio o alto, y que esto a su vez ocasione una disminución de la capacidad portante del puente lo cual ocasionaría en algún momento un fallo por resistencia de la estructura en magnitud de la cantidad de elementos que se encuentren en mal estado, la gravedad del deterioro, la agresividad del medio ambiente, etc. Además de que también podría ocurrir que deje de cumplir con la deformación máxima permisible en este tipo de puentes.

Enfocada con el fin de la modelación y evaluación, es preciso estudiar y observar un número considerable de estructuras que nos permitan hacer una estimación de cuáles son los daños más frecuentes y sus causas.

El tiempo destinado para la investigación no es suficiente para realizar la cantidad de visitas necesarias para un informe detallado de las patologías, sino que se irá registrando toda la información que se vaya acumulando sobre el tema para posteriores estudios (8-12).

Puentes de tablero superior.

El deterioro más común y dañino en los puentes metálicos es la corrosión, muy generalizada por las condiciones de humedad de nuestro clima y la falta de un debido mantenimiento en los puentes, en este caso se comentará sobre los fundamentales deterioros desde un punto de vista estructural en los elementos.

Las vigas de acero de esta tipología se ven atacadas por la corrosión en las platabandas superiores, debido a que es en esta donde apoyan las traviesas de madera, manteniendo así la humedad un mayor período de tiempo y siendo más complicado su mantenimiento y aplicación de pinturas anticorrosivas. Esto afecta la rigidez de la viga, aun cuando la resistencia no ha sido afectada considerablemente su deformación puede ser mayor que la permisible, creando flechas instantáneas o definitivas mayores de las permisibles en la vía, siendo de alto riesgo para la seguridad.

En las uniones de los arriostres, por ser estos puntos donde confluyen varios elementos unidos por una chapa, impidiendo una rápida evacuación de la humedad y unido a esto por lo general las chapas son de poco espesor, trayendo consigo el deterioro total y la pérdida frecuente de la unión, esto se generaliza fundamentalmente en esta tipología, en los arriostres más cercanos a las traviesas y por tanto con más concentración de humedad. La ruptura de las uniones afecta el trabajo homogéneo de las vigas y trayendo cambios en el comportamiento estructural del puente. Se pueden encontrar también arriostres partidos por defectos propios de la pieza (9-13).

Puentes de tablero inferior.

Los puentes de tablero inferior presentan regularmente las mismas patologías que los de tablero superior, con la singularidad que en este caso los elementos más afectados son los inferiores por encontrarse estos en la zona de mayor concentración de elementos.

En los nudos extremos de los apoyos se encuentra una gran concentración de remaches y uniones en un punto donde se acumula la suciedad y por tanto la humedad es mucho más permanente, provocando uno de los deterioros más frecuentes en este tipo de puentes que es la corrosión.

En la unión de las vigas transversales se manifiesta la corrosión por la concentración de uniones y el difícil mantenimiento. En la unión de estas vigas transversales la corrosión puede provocar incluso orificios con los cuales se ha llegado a perder todo tipo de agarre entre las vigas.

En las platabandas se encuentran las mismas patologías que en la tipología anterior pero en este caso las más afectadas son las inferiores por las mismas causas antes expuestas.

Con las uniones de los arriostres sucede lo mismo, se encuentran dañadas con más regularidad las inferiores por tener mucho más latente la concentración de humedad.

Vigas laminadas.

Las vigas de acero de esta tipología se ven atacadas por la corrosión en menor grado que las vigas de los puentes de armadura o vigas de alma llena ya que como son vigas continuas es decir no conformadas por elementos metálicos, existe menor cantidad de uniones y por lo tanto no se favorecen las condiciones para el desarrollo de la corrosión.

En las uniones de los arriostres, por ser estos puntos donde se intersecan varios elementos unidos por una chapa generalmente de poco espesor, impidiendo una rápida evacuación de la humedad, trayendo consigo el deterioro total y la pérdida frecuente de la unión, esto se generaliza fundamentalmente en los arriostres superiores más cercanos a las traviesas trayendo consigo concentración de humedad.

Aparatos de apoyo.

Estos se ven afectados por la acumulación de suciedad, cuerpos extraños además es un punto donde hay una gran concentración de humedad por tanto se manifiesta mucho la corrosión, todo estos agentes externos provocan el deterioro de los elementos que constituyen el sistema de apoyo y por consiguiente afecta el buen funcionamiento de los mismos y además se generan esfuerzos adicionales (no previstos) en la estructura.

Defectos por grietas.

Los defectos por grietas están asociados fundamentalmente a fenómenos de fatiga que se presenta generalmente en zona de concentración de esfuerzos y en puentes de mucha edad.

En el caso de las vigas conformadas las grietas se presenta con más frecuencia en las uniones de las vigas longitudinales con las vigas transversales, en las vigas longitudinales se presentan en los angulares superiores asociados a la falta o excesivo deterioro de las alas superiores, en las vigas transversales las grietas

pueden surgir en los angulares de las alas superiores e inferiores en la fijación de las chapas de unión con los arriostramientos.

Existen concentradores locales de tensión como son los bordes no acabados después de los cortes, agujeros, abolladuras y rasgaduras, particularmente cerca de los bordes, estos defectos son más peligrosos en las vigas “I” laminadas.

Defectos por deformación.

Las deformaciones que se observan en los puentes de tablero superior son fundamentalmente: deflexiones, pandeos, torsiones y elongaciones. En el caso a analizar también se pueden presentar pandeos por inestabilidad del alma (en el caso de las columnas-pórticos) debido a las condiciones de rodadura (patinaje o deslizamiento), agentes externos (viento, impactos, etc.) (1-2).

1.9 Diagnóstico Patológico.

Una de las misiones del ingeniero es proyectar y construir estructuras para que cumplan una determinada misión, durante un tiempo predeterminado y con el menor coste posible.

Muchas veces las estructuras no sólo no llegan a cumplir su misión durante el tiempo previsto sino que además exigen gastos excesivos de mantenimiento y reparación. Se puede decir que estas estructuras nacieron enfermas, siendo muy incómoda la atención que hay que aplicarles.

Las causas que pueden provocar lesiones en una estructura pueden ser muchas y muy variadas y pueden estar relacionadas con el propio proyecto, con los materiales, con la ejecución y con el uso o explotación de la estructura.

Los orígenes de los fallos o lesiones, pueden proceder de acciones de tipo mecánico, físico, químico, electroquímico o biológico.

Por supuesto que las lesiones producidas a edades cortas suelen tener su origen en acciones de tipo mecánico y físico. Las de origen químico precisan del paso del

tiempo para que sus efectos se manifiesten, aunque también es cierto que una vez que han aparecido éstos, es mucho más difícil encontrar soluciones de reparación.

El proceso de diagnóstico, como se ha indicado, es imprescindible dado que va a permitir conocer la enfermedad, determinar el estado en que se encuentra el enfermo, es decir, evaluar sus reservas o su capacidad resistente, y basándose en todo esto poder realizar un pronóstico que puede ser optimista, en cuyo caso el enfermo evolucionará favorablemente mediante la aplicación de una terapia adecuada, es decir, la estructura podrá recuperar sus características resistentes mediante una reparación o el pronóstico podrá ser pesimista en cuyo caso al paciente le aguardará un futuro más o menos próximo "celestial", es decir, la estructura tendrá que sufrir amputaciones o en el último caso su demolición.

El concepto del diagnóstico patológico o diagnóstico técnico según (4) puede definirse más exactamente como: Conjunto de actividades de revisión, pruebas y ensayos que se realizan sobre la estructura para conocer las características de su estado patológico, esclarecer sus causas probables y decidir las acciones correctivas a ejecutar para llevarla a la normalidad.

Los objetivos que se persiguen con el diagnóstico patológico son los siguientes:

- ✓ Determinar la manifestación, alcance y gravedad de los deterioros que afectan la estructura.
- ✓ Determinar las causas del proceso patológico que se desarrolla en la estructura.
- ✓ Esclarecer la evolución que ha sufrido el proceso patológico de la construcción y pronosticar su evolución probable futura.
- ✓ Precisar la posible intervención y las acciones técnicas principales a realizar en la estructura para eliminar las causas y restituir las condiciones perdidas a los elementos afectados.

1.9.1 Métodos generales de diagnóstico.

Según (4) en la actividad del diagnóstico patológico se aplican tres métodos generales de indagación, análisis y formulación de conclusiones, los cuales pueden identificarse como Método Intuitivo ó Directo, Método Diferencial y Método Inductivo-Deductivo.

✓ Método Intuitivo.

Este radica en el análisis primordial de los signos externos o visibles del deterioro, la suposición de determinados esquemas del principio y la aplicación de la experiencia y capacidad de discernimiento de las personas que realizan el diagnóstico. En el texto de Babé se señala que la aplicación de este enfoque metodológico intuitivo “**...requiere poseer gran experiencia, facilidad de discernimiento entre lo esencial y lo accesorio y capacidad de asociación entre los síntomas observados y los que generalmente son atribuibles a la patología evidenciada**” (5). En ese propio libro, su autor reconoce que este método es insuficiente y que se necesitan criterios más completos para arribar a conclusiones de mayor exactitud sobre las causas originarias de los procesos patológicos de la obra.

✓ Método Diferencial.

Este método se basa en concentrar el diagnóstico en el análisis de los deterioros que por su gravedad, extensión e importancia, sean decisivos o determinantes en el estado patológico de la edificación, de tal forma que al decidir las propuestas de actuación técnica, se contemplen soluciones a otras causas asociadas y de menor peso que las analizadas.

Ejemplo de este método puede encontrarse en determinados procedimientos diagnósticos que contemplan el análisis exhaustivo de las denominadas partes básicas de la edificación: cimentaciones, estructura y cubiertas, derivando de tal estudio la situación patológica esencial del inmueble.

✓ Método Inductivo-Deductivo.

Este método permite no solo el análisis específico de los desperfectos en su ámbito local, sino de la obra integralmente y de otros factores influyentes, logrando así la interpretación de un amplio conjunto de datos e informaciones que permitan la ratificación o el descarte de juicios provisionales que van surgiendo en el transcurso del diagnóstico, determinando mediante comprobación, los criterios técnicos sobre las causas más probables del estado patológico de la estructura.

En este proceso de formulación de hipótesis sobre las causas probables y su comprobación, no solo se aplican procedimientos visuales u organolépticos, sino que se complementan con diversos estudios tecnológicos y de instrumentación, acorde con las necesidades del diagnóstico.

Aunque especialistas como Babé, Briz y otros, reconocen la existencia de un cuarto método, denominado el “Método Hipotético”, considerando como tal cuando se formula una hipótesis sobre las causas y evolución del proceso patológico, encargándose el diagnóstico del estudio patológico para comprobarla, en realidad este enfoque metodológico está presente en cualquiera de los otros tres métodos generales (4).

1.10 Evaluación de Puentes Metálicos Ferroviarios. Particularidades y métodos.

En general los procedimientos estándares de evaluación emplean conceptos y suposiciones similares a los usados durante el diseño para evaluar los puentes, lo cual tiende a ignorar un grupo de factores que influyen favorablemente en la resistencia y en el comportamiento estructural de los puentes en explotación. Esto conlleva a que las guías de diseño muchas veces desestiman la verdadera capacidad de un puente existente, lo cual causa, que algunos puentes tengan señales de límite de carga o en otros casos sean cerrados al tráfico sin necesidad. Como resultado, muchas instituciones en diferentes países han desarrollado métodos para obtener una predicción más precisa de la capacidad de los puentes. Universidades y consultores también han proveído servicios a los dueños de los

puentes cuando la resistencia de un puente o un grupo de puentes se encuentra en duda.

Particularidades de la Evaluación de Puentes Metálicos Ferroviarios.

Entre los procesos de diseño de un puente nuevo y el de evaluación de la capacidad de carga de uno existente, aunque similares en cuanto al enfoque global, difieren en aspectos importantes. Durante el diseño hay una mayor incertidumbre del lado de la sobrecargas durante su vida, mientras que en la evaluación es mayor la incertidumbre del lado de la resistencia (especialmente en los casos de puentes con deterioro) (14). Este aspecto tiene mayor relevancia en los puentes de ferrocarril, porque debido a las características básicas del transporte ferroviario, el control tanto del peso de los vehículos, como de las velocidades de circulación, es riguroso y altamente regulado. Por otra parte, la diversidad de vehículos es mucho menor que en el transporte de carreteras. Esto implica que se tenga un mejor conocimiento y control de la carga accidental que circula y por tanto mucha menos incertidumbre y a diferencia de los puentes de carreteras, los vehículos de evaluación en los puentes ferroviarios son vehículos reales (formaciones de trenes reales).

Otro aspecto que simplifica la evaluación de los puentes ferroviarios es que el tráfico es *unidireccional* y *guiado*, por lo que se tiene una idea precisa del lugar por donde circularán los vehículos.

Métodos de Evaluación.

Son dos los métodos de evaluación de la capacidad de carga: los métodos basados en Tensiones Admisibles y los que se basan en Estados Límites en el caso particular de los puentes metálicos ferroviarios la AREMA (American Railway Engineering and Maintenance-of-Way Association) recomienda tanto para el diseño como para la evaluación el método de las tensiones admisibles. Esta recomendación está basada en más de 80 años de experiencia en el diseño y evaluación de puentes metálicos ferroviarios. En Cuba el método que se aplica y

que esta normado para la evaluación, está basado en tensiones admisibles aspecto que abordaremos más adelante.

Los consultores privados de países capitalistas que se dedican a la evaluación de puentes metálicos ferroviarios dejan a elección del cliente el método de evaluación, siendo el método más utilizados el de tensiones admisibles, esto puede estar condicionado por dos aspectos esenciales:

- ✓ Por el hecho de que la gran mayoría de los puentes metálicos tienen edades cercanas a los 100 años por lo presentan un estado de deterioro elevado y fueron diseñados por tensiones admisibles.
- ✓ Intrínsecamente el método de tensiones admisibles es más conservador que los métodos basados en Estados Límites.
- ✓ Al estos puentes tener edades muy avanzadas, las incertidumbres relacionadas con las propiedades del material (acero) son mayores.

1.10.1 Factor de Evaluación.

Podemos señalar que independientemente del método de evaluación para los puentes, la mayoría de las normas (ya sean de puentes de ferrocarril o carreteras) (normas europeas, rusas o americanas), utilizan para la evaluación el concepto de *factor de evaluación* o *Rating* (aunque se le llama de diferentes modos).

El factor de evaluación se determina por la expresión (en esta expresión no se utilizado la nomenclatura específica de alguna norma o código).

$$F.E. = \frac{C_a - M_u}{M_o \cdot CD}$$

Donde:

FE: Factor de Evaluación

Ca: Expresa la capacidad del miembro.

Mu: Expresa el efecto de la carga muerta.

Mo: Expresa el efecto de carga móvil vertical.

CD: El coeficiente de impacto.

El factor de evaluación representa la multiplicidad de los vehículos de evaluación que el puente pueda soportar con seguridad. Si el F.E es menor que uno, los efectos de la carga activa ocasionado por el vehículo de evaluación excede la capacidad. Los factores son calculados separadamente para los diferentes efectos de carga donde el valor más pequeño controla el rango de la evaluación, o sea, el F.E del puente es el de la sección del elemento estructural con el menor valor de F.E.

Método de Evaluación para Puentes Ferroviarios Metálicos en Cuba.

En Cuba, el método para la evaluación de puentes metálicos ferroviarios se conoce como: Método de la Clasificación o de Recálculo de puentes en explotación Este método es de origen Soviético (Ruso) y está basado en el Método de Tensiones Admisibles. El mismo, ha sido adaptado en décadas pasadas a las condiciones de explotación en Cuba, a partir de estudios que incluyeron ensayos de cargas no destructivos a un número elevado de puentes metálicos ferroviarios y estudios relacionados con los metales con los que se construyeron estos puentes.

El principio de evaluación, por el Método de Clasificación consiste en que la carga vertical accidental que el elemento es capaz de soportar sin peligro y con una explotación regular, se expresa en unidades de carga de referencia y al número de unidades de carga de referencia determinado, se le llama clase del elemento, siendo la clase de la estructura (K_e) la menor de las clases de sus elementos.

Al igual que la estructura, se clasifica el material rodante (formación de trenes reales), en la clasificación del material rodante se expresa su acción sobre la estructura en unidades de la misma carga de referencia, en este caso, el número de unidades de referencia se llama clase de la carga o clase del tren (K_t).

La comparación de la clase de la estructura (K_e) con la clase del tren (K_t), permite juzgar si un elemento dado de la estructura es capaz de resistir una carga (tren) determinado.

Si la clase de la estructura (K_e) es igual o superior a la clase de un tren determinado (K_t), se podrá autorizar el paso del tren por el puente, en caso contrario, se recurre a disminuir el efecto dinámico con la reducción de la velocidad tratando al menos igualar la clase del tren a la clase del puente, en caso que esto no se pueda lograr se prohíbe el paso del tren hasta tanto no se realicen los trabajos de refuerzo correspondientes.

Carga de Referencia o Patrón (K_c)

Como carga de referencia o patrón, se toma una carga vertical accidental: C-1 que difiere de la carga de diseño C-10 de la NC: 53-125. Con la configuración que se muestra a continuación:

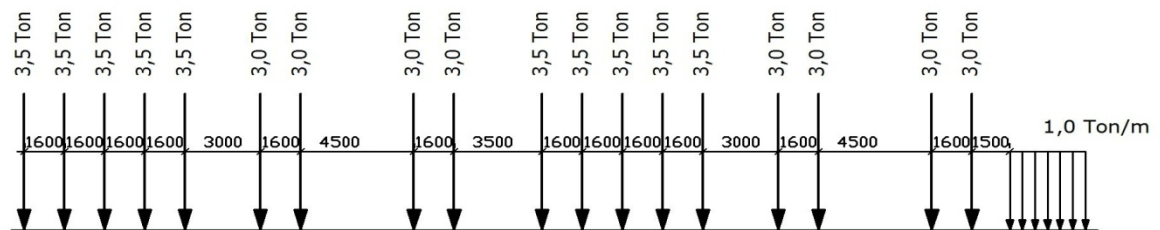


Fig. 1 "Esquema de la carga accidental vertical de referencia C-1".

Expresiones principales del método de la clasificación.

Calculo de la clase del elemento K_e

$$K_e = \frac{[K]}{K_c \cdot (1 - \mu)}$$

Donde:

[K]: Es la carga accidental equivalente permisible para un elemento, calculada por la expresión:

$$[K] = \frac{N \cdot [\sigma] \cdot \gamma \cdot W_o \cdot P \Omega_p}{N \cdot E \cdot \Omega_K}$$

Donde:

N: numero de vigas sobre una viga.

[σ]: Tensión permisible según la sollicitación.

γ: coeficiente de fatiga.

W_o: propiedad geométrica según la sollicitación.

P: Carga permanente expresada en T/m.

E: parte de la carga accidental que corresponde a una viga.

Ω_p: Área o longitud de la línea de influencia de la carga permanente.

Ω_K: Área o longitud de la línea de influencia de la carga accidental.

K_c: carga equivalente accidental para la carga de referencia (C-1)

(1+μ): coeficiente dinámico para la carga C-1.

Cálculo de la Clase del Tren (vehículo de evaluación)

$$K_T = \frac{K_o}{K_c} \cdot \frac{(1 + \mu')}{(1 + \mu)}$$

Donde:

K_o: carga equivalente accidental para el material rodante (tren) de evaluación.

K_c: carga equivalente accidental para la carga de referencia (C-1)

(1+μ'): coeficiente dinámico para el material rodante de evaluación.

(1+μ): coeficiente dinámico para la carga C-1.

Condición para que un tren pueda circular a una determinada velocidad

$$K_e \geq K_t$$

En caso que esta desigualdad no se cumpla se reduce la velocidad sucesivamente hasta que se cumpla la condición o hasta la velocidad mínima sostenida del tren de evaluación en caso de que no se cumpla con la mínima velocidad se prohíbe el paso del tren de evaluación.

Aparentemente este método difiere del factor de evaluación pero no es así ya que las expresiones están en función de cargas equivalentes y fueron desarrolladas para realizar cálculos manuales. Como utilizaremos métodos de cálculos auxiliados por ordenadores se pueden realizar transformaciones para expresar el método de la clasificación mediante el factor de evaluación, sin alterar coeficientes y las bases del método.

1.11 Conclusiones Parciales del Capítulo.

- ✓ Es necesario profundizar el estudio de los deterioros de los materiales y las estructuras de puentes metálicos de ferrocarril ya que existe información sobre estos temas pero de forma muy dispersa por lo que se dificulta la consulta bibliográfica.
- ✓ El deterioro estructural más frecuente en los puentes metálicos ferroviarios de Cuba es la corrosión del acero.
- ✓ Internacionalmente los métodos de evaluación que se prefieren para puentes metálicos de avanzada edad son los basados en tensiones admisibles.
- ✓ El fenómeno de la resonancia no se ha registrado en puentes metálicos ferroviarios pequeños o medianos (según clasificación internacional) en vías con velocidades inferiores a los 200Km/h, por lo que el efecto dinámico se puede modelar con un coeficiente de aumento de la carga estática móvil.
- ✓ La incertidumbre al evaluar la capacidad de carga de puentes metálicos en explotación está relacionada fundamentalmente con las propiedades del material.

- ✓ Para la evaluación de la capacidad portante de los puentes metálicos ferroviarios el Método de Clasificación es el más apropiado para las condiciones existentes en Cuba.

2. CAPÍTULO II.

En el capítulo se relata una breve reseña histórica de los Elevados FF.CC Entrada a la Habana que abarca desde sus inicios hasta la actualidad, comentando acerca de los accidentes, reparaciones, etc. que ha sufrido en ese período. También se muestran las características específicas del viaducto (tipo de material, tipos de elementos, condiciones de apoyo, características del material rodante, etc.) así como las diferentes consideraciones para la modelación de los elevados mediante la utilización del software SAP 2000 versión 11 y con las ayudas del AutoCAD 2008.

2.1 Breve historia del Viaducto.

Según proyectos originales y otros documentos históricos de esta obra, la misma fue proyectada y ejecutada entre 1911 y 1912.

Los proyectos de cimentación y la ejecución en general de la obra fueron realizados por la compañía proyectista *The Snare Triest Company Constracting Engineers Havana City – 1911. (E.U.A.)* y los proyectos para la estructura y el suministro (Acero y Laminados), así como la elaboración y el pre-ensamblaje estuvo a cargo de la *Hay Foundry and Iron Works Newark N.J. – 1911. (E.U.A.)*.

Desde su construcción a la fecha el Viaducto ha estado sometido, por diferentes causas, a las siguientes intervenciones:

Años 1933 – 1934.

En este período se realizaron reparaciones ligeras en el alma de las vigas longitudinales, las cuales fueron ligeramente dañadas por proyectiles que la impactaron durante choques militares en el año 1933.

Años 1963 – 1964.

Durante este período se realiza una reparación capital a la estructura, la cual se encontraba fuertemente dañada en algunos puntos producto de la corrosión. Los trabajos ejecutados fueron los siguientes:

- a) Sustitución de las platabandas superiores de las vigas longitudinales y transversales, casi en su totalidad, y en algunos casos aislados, se cambiaron también las platabandas inferiores.
- b) Sustitución de la parte inferior de casi todas las columnas.

Años 1976 – 1978.

Reforzamiento del alma de las vigas longitudinales en la zona de unión con las vigas transversales. Se ejecutó a medida que comenzaron a aparecer las grietas en las diferentes vigas.

Años 1979 – 1981.

Se realizó toda una serie de trabajos de reforzamiento, los cuales respondieron a un proyecto efectuado por el Departamento de Puentes, de La Unión de Ferrocarriles de Cuba, con la asesoría soviética. Los trabajos fueron los siguientes:

- a) Arriostramientos de las dos carrileras en los tramos en curva mediante angulares, que unen las vigas longitudinales interiores de cada carrilera.
- b) Colocación de rigidizadores en los paños extremos de 21 vigas longitudinales, las cuales desde el punto de vista de cálculo, presentaban problemas con la estabilidad del alma.
- c) Se continúa el reforzamiento del alma de las vigas longitudinales en sus extremos, en aquellas donde aparecieran grietas. En total se alcanzó la cifra de 56 grietas aparecidas y reparadas.
- d) Reparación del extremo izquierdo de alma de la viga transversal N° 11, en el año 1981, pues la misma falló, presentando una deformación excesiva en la zona de unión con la viga longitudinal de tramo 10 – 11.

Año 1983.

Se ejecutó una reparación ligera de los pernos de anclaje de las columnas al cimiento, consistente en apriete de tuercas en los casos que esto era factible, y cuando el perno estaba fuertemente dañado por la corrosión y no podía recibir la tuerca, se rellenó con soldadura el orificio donde antes estuvo el perno de anclaje.

Año 1986.

Se colocan arriostramientos longitudinales entre las columnas de los tramos 3, 6, 9, 12 y 15 con el fin de disminuir los desplazamientos longitudinales de los pórticos en la zona de la curva de San Ambrosio por el frenado y arranque de los trenes en las maniobras de patio, dado el mal estado de los pernos de anclaje y como solución transitoria hasta llegar a la reparación capital.

Además de los trabajos antes mencionados, se ejecutó otra tarea, que aunque no es propiamente una reparación, si ayudo mucho en general al mantenimiento, estética y seguridad del personal que atiende el Viaducto. Esta fue la sustitución de los obsoletos e inseguros pasillos de madera por pasillos metálicos a ambos lados de la vía. La misma fue realizada entre los años 1980 y 1983.

Los accidentes de más trascendencia desde su construcción (que han sido reportados) son los siguientes:

Año 1980

Es fuertemente dañado el pórtico N° 34. A consecuencia de ello, es necesario sustituir ambas columnas, así como el extremo derecho de la viga transversal. También fue necesario sustituir los pernos de anclaje y la parte superior del pedestal del cimiento izquierdo.

Año 1983

En este accidente fue dañado el pórtico N° 29. Para la reparación de mismo fue necesario sustituir la columna izquierda, así como el extremo izquierdo de la viga transversal (6). (Fig. 1)



Fig.1 “Accidente año 1983”

2.2 Características generales del Viaducto.

2.2.1 Condiciones que determinaron su trazado.

Persiguiendo el objetivo de instalar el patio de cargas y el patio de viajeros en un área tan reducida como la disponible en aquel tiempo y además, teniendo que respetar la zona portuaria y las dos grandes instalaciones existentes, como eran El Cuartel de San Ambrosio y la Planta Eléctrica de Tallapiedra, se busca una solución que resuelva la situación. La idea concebida fue dejar dos carrileras por abajo que dieran servicio al patio de carga y prever dos carrileras que se fueran elevando para alcanzar poco a poco la cota del patio de viajeros. Estas últimas son la razón de ser de “Los Elevados” de Estación Central.

Desde el punto de vista del trazado en planta, fue necesario incluir dos curvas, las cuales resolvieron el problema de esquivar las instalaciones existentes.

2.2.2 Características de su trazado en planta y perfil.

El trazado en planta está dado por dos tramos en curva y dos en recta. La primera curva (llamada de San Ambrosio) tiene un radio de 140m y va desde el apoyo N° 0 hasta el pórtico N° 11, donde comienza un tramo recto que llega hasta el pórtico N° 27 y a continuación la otra curva (llamada de Tallapiedra) con radio de 240m, llegando esta hasta el pórtico N° 43. Desde este punto en adelante, continúa en recta hasta el final del Viaducto.

Referente al perfil, la solución dada comprende un ascenso del nivel de la rasante desde su salida de Estación Central hasta aproximadamente el pórtico N° 35, con una pendiente 6‰ , después del cuál comienza a descender con una pendiente de 14‰ , hasta alcanzar la cota del terreno en el cruce de Penichet. La solución dada permite el paso de los trenes por las carrileras inferiores, que comunican los patios de Enlace del Gas y Cristina con el patio de carga de Estación Central (6).

2.2.3 Levantamiento Patológico.

2.2.3.1 Principales Deterioros.

Los deterioros más frecuentes encontrados en el viaducto son los referentes a la corrosión, porque está constituido (en mayor parte) por acero y se encuentra en un medio altamente agresivo (aproximadamente de 10 a 50m de la Bahía de La Habana) y el otro gran deterioro es la falta de elementos en la cama de la vía y el mal estado de las traviesas, así como su ausencia física (fig. 2).



Fig. 2 “Cercanía al mar (superior) y Falta de Traviesas (inferiores)”

2.2.3.2 Deterioros. Corrosión generalizada.

Este tipo de corrosión existe en casi todos los elementos horizontales (entiéndase vigas) y afecta en su totalidad al mismo. Produce reducción de área de sección transversal de una forma general, incidiendo con mayor efecto en la zona del ala superior de las vigas (donde apoyan las traviesas), en el alma y en el ala inferior por los laterales (fig. 3).



Fig. 3 “Ejemplos de corrosión generalizada”.

2.2.3.3 Deterioros. Corrosión por picadura.

En este caso, todos los elementos son afectados de una manera u otra, pero en lugares específicos (en áreas reducidas), no como en el caso anterior que se presenta a todo lo largo del elemento. Donde mayor incidencia existe, en este caso de corrosión, es en ambas partes terminales de los elementos (lugares cercanos a las uniones o en las uniones en sí) mostrándose como picaduras, grietas, huecos, etc. (fig. 4).



Fig. 4 “Ejemplos de corrosión por picadura”.

2.3 Características específicas del Viaducto.

2.3.1 Modelo geométrico.

El Viaducto consta de 47 tramos en estructura metálica, cada uno de ellos con una longitud que oscila entre 19,70m y 19,30m, excepto la del tramo 21-22, que es de 8,25m. Este último permitía el paso, por debajo de ella, del abastecimiento de carbón del puerto hasta la Planta de Tallapiedra, siendo su longitud total aproximadamente 900m.

Los apoyos extremos del Viaducto (estribos), son muros de gravedad de hormigón armado, y los intermedios (pilas) son pórticos metálicos con cimentación indirecta sobre pilotes de madera con cabezal y pedestal de hormigón armado.

✓ Cama de la vía.

La cama de la vía está formada por carriles P-50 y traviesas de madera dura y pino (en la recta). En ambas curvas están colocados guardacarriles (por la banda interior) los cuales se mantienen a la distancia establecida del carril de trabajo mediante bloques y tornillos.

En todas las traviesas están colocadas sillas, siendo estas especiales en zonas donde están colocados los guardacarriles.

La carrilera está fijada a las vigas longitudinales mediante anclas de vía y angulares.

✓ Tablero (Vigas Longitudinales)

El tablero del Viaducto está formado por vigas longitudinales (cuatro en cada tramo), o sea, dos para cada carrilera. Las vigas son de acero de alma llena, formadas por planchas y angulares, unidos mediante remaches y soldadura, excepto en el tramo 21-22 donde presentan doble alma y se utilizó la soldadura como elemento de unión. ([Ver Anexo I](#))

En general, las vigas se pueden agrupar en tres grupos:

Grupos	Descripción
--------	-------------

I	Para los tramos de vía en recta
II	Para los tramos de vía en curva
III	Para el tramo 21-21

Las longitudes de las mismas se pueden apreciar en [Anexo I](#).

✓ Pórticos (Columnas y Vigas Transversales).

En el Viaducto tenemos 46 pórticos transversales, estos se forman por dos columnas y una viga transversal.

Al igual que con las vigas longitudinales, las vigas transversales están conformadas por planchas y angulares de acero, unidos mediante remaches y soldadura. Todas las vigas transversales cuentan con doble alma excepto los pórticos 21 y 22. En general la sección transversal de estas vigas se agrupa en cinco tipos según su geometría. [\(Ver Anexo II\)](#).

Las columnas están constituidas por perfiles laminados (secciones I y C), planchas y angulares (todo esto en combinación). En todos los casos, la unión de los elementos que forman la sección, se logra mediante remaches y soldadura. La sección transversal de cada tipo, así como sus principales propiedades geométricas, se muestran en el [Anexo III](#).

En general la sección transversal de las columnas se agrupa en seis tipos:

Columna Tipo	Descripción
1	No Reforzadas
2	Reforzadas
3	Pórticos 21 y 22
4	Col 29 izq. (Atípica)
5	Col 34 izq. (Atípica)
6	Col 34 der. (Atípica)

Tanto el resumen de la ubicación de las columnas como el de la altura y dimensiones de los pórticos aparece en el [Anexo III](#).

Para introducir todas las secciones transversales, tanto las de las vigas, como la de las columnas fue necesario utilizar una herramienta del programa que permite el dibujo de las mismas (Section Designer) ya que no todas las secciones (la mayoría de ellas) son construidas y no aparecen tabuladas como los perfiles laminados.(fig. 5).

Las secciones introducidas al programa no son las originales ya que estas presentan, con el paso del tiempo y el ataque de la corrosión un desgaste considerable.

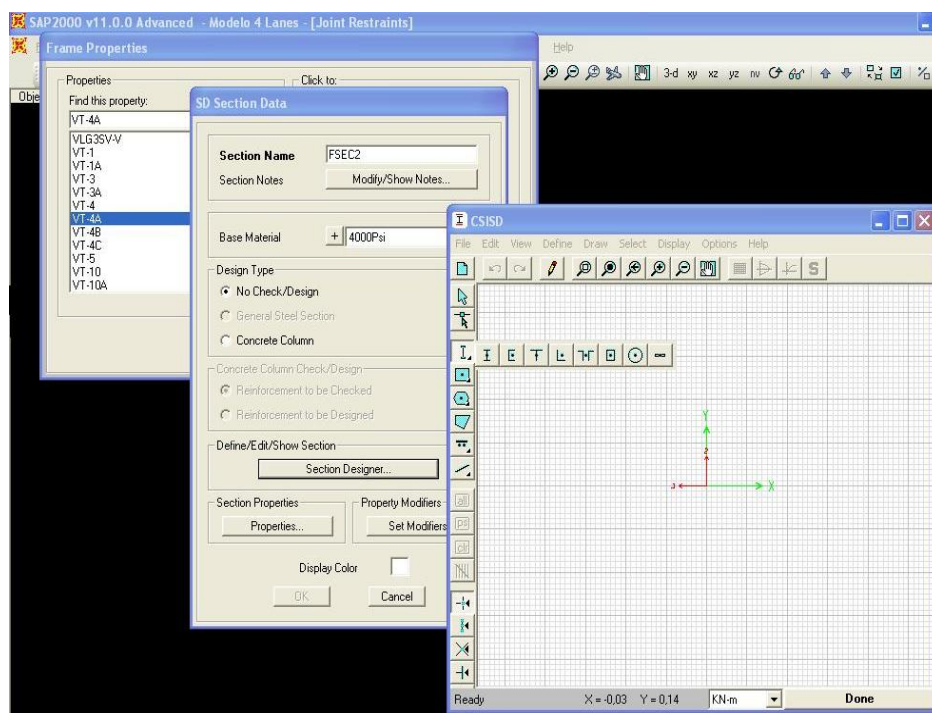


Fig. 5 “Herramienta del programa”

✓ Cimentación.

La cimentación de todos los pórticos es indirecta, sobre pilotes de madera, siendo los cabezales y pedestales de hormigón armado. En general, refiriéndonos a la

ubicación y cantidad de pilotes por cimientos, se pueden agrupar en siete tipos, con soluciones que llevan desde 6 hasta 12 pilotes (6). [\(Ver Anexo IV\)](#)

✓ **Condiciones de Apoyo y Uniones y de Continuidad.**

Las condiciones de apoyo son diversas; el modelo cuenta con 46 pórticos vinculados directamente a tierra considerándose empotrados en ambas direcciones (fig. 6) y en sus apoyos más extremos 8 vigas longitudinales (4 a cada lado) apoyadas indirectamente sobre muros de contención de hormigón armado (fig. 7). En este último caso se considera una articulación en el sentido longitudinal y un empotramiento en el sentido transversal.

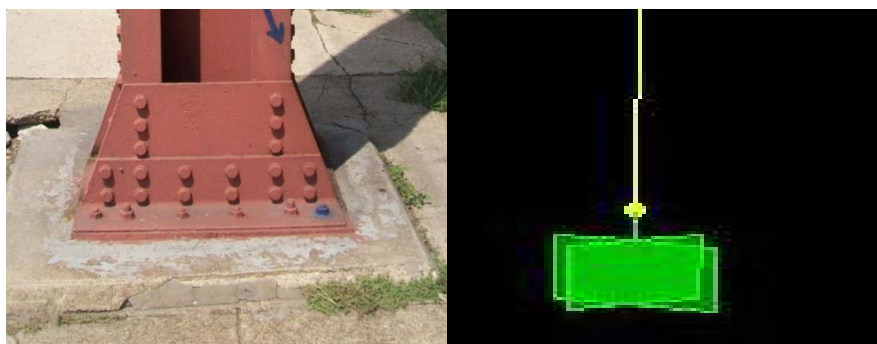


Fig. 6 “Unión Columna - Suelo”



Fig. 7 “Unión Viga Longitudinal - Muro”

Las uniones viga transversal-columna se consideran empotradas en ambas direcciones (fig. 8) y las uniones vigas longitudinales-vigas transversales se

consideran iguales a las uniones Vigas longitudinales-muro, o sea, articulada-empotrada. (fig. 9)

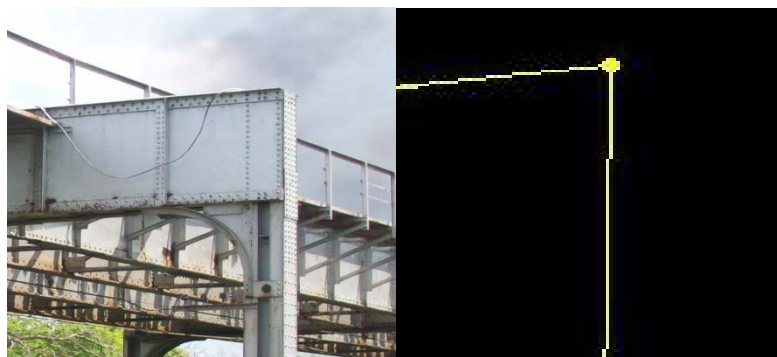


Fig. 8 “Unión Viga Transversal - Columna”



Fig. 9 “Unión Viga Transversal – Viga Longitudinal”

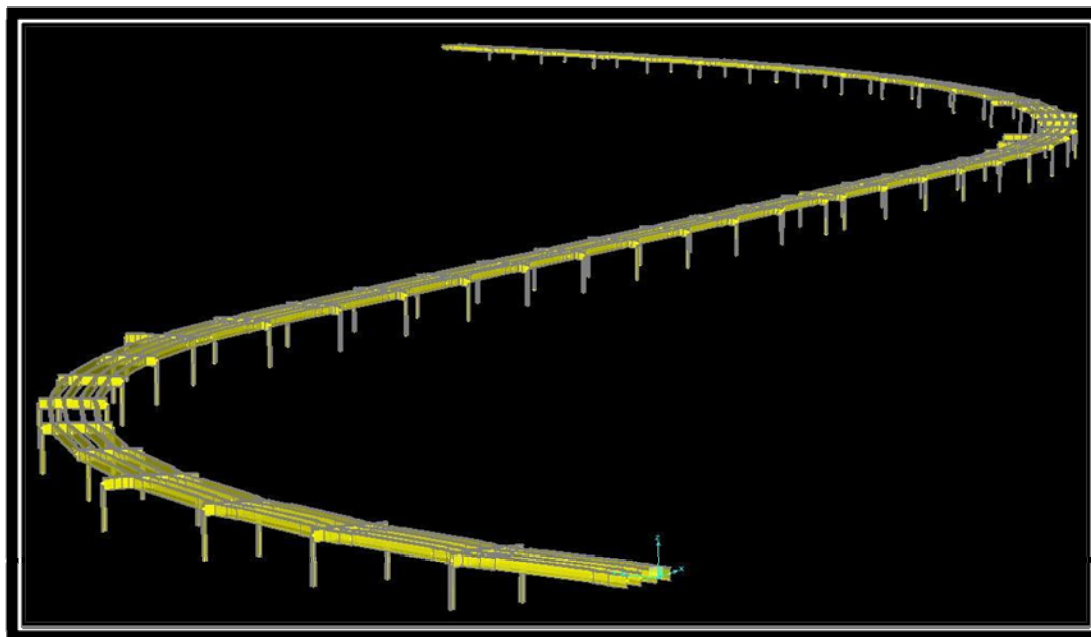
Para resolver el problema de los cambios de secciones en las vigas longitudinales (debido al diseño, mediante adición de platabandas) y en las vigas transversales (debido a problemas con la corrosión y otros deterioros) se considera en el modelo, que cada vez que exista un cambio de sección, se divide el elemento (colocándose una unión) y se considera un empotramiento en todas direcciones. (Fig. 10).



Fig. 10 "Cambio de Sección en el mismo Elemento"

De esta forma queda terminado el modelo contando con lo siguiente:

- ✓ 1440 elementos (distribuidos en vigas y columnas).
- ✓ 1306 uniones.
- ✓ 100 vínculos a tierra (46 pórticos y 8 vigas apoyadas sobre muros de contención).
- ✓ 6 secciones transversales de columnas.
- ✓ 8 secciones transversales de vigas longitudinales.
- ✓ 149 secciones transversales de vigas transversales.



2.3.2 Modelo de las cargas.

✓ **Características de los vehículos ferroviarios que circulan en la actualidad.**

Desde el año 1980 se está explotando esta estructura con locomotoras pesadas y coches de viajeros (modelo argentino). En este trabajo se utilizaron varios tipos de locomotoras con el fin de encontrar cuál de ellas podrá o no circular por el Viaducto. El esquema de cálculo de estos equipos se presenta en el [Anexo V](#). (7).

Además de las cargas verticales producto de peso de los vehículos ferroviarios, se consideraron otras cargas actuantes como son la fuerza centrífuga (para el caso de las curvas), la fuerza de frenado, la fuerza horizontal lateral y el incremento de las cargas por rueda producto de la excentricidad de la carrilera respecto al tablero, sin olvidar; por supuesto las cargas muertas que se han dividido en 2 para facilitar el trabajo; una referente al peso de los elementos (vigas longitudinales, vigas transversales y columnas) y la otra referente al peso de la cama de la vía (rieles, traviesas, guardacarriles, elementos de sujeción, etc.).

Conjugando el trazado en planta de la estructura con las posibilidades reales de la circulación de los vehículos ferroviarios y además, cargando una carrilera u otra, se conformaron las diferentes combinaciones de carga. Las mismas se presentan en el [Anexo V](#), así como la descripción de los términos utilizados para identificar las cargas, incluyendo además los pesos muertos y los coeficientes a utilizar en cada caso.

✓ **Consideraciones a tener en cuenta para el modelo de las cargas.**

Pesos Muertos.

Se ha considerado para este modelo dos tipos de cargas, el peso propio de los elementos que conforman los pórticos transversales y longitudinales (Columnas, Vigas Transversales y Vigas Longitudinales) y por otra parte el peso de la cama de la vía conformada por los raíles, los guardacarriles interiores, los aparatos de sujeción (Tornillos, arandelas, sillars, etc.) y las traviesas (Madera Dura y Pino).

Carga Vertical Móvil.

En el caso de la carga vertical móvil se han considerado 3 modelos de locomotoras TE-114K, MLW y COOPER-45, siendo esta última la carga para la cual originalmente se diseñó el puente. Además con cada locomotora (excepto la Cooper-45) va conectado el vagón Argentino, siendo este el más pesado de su tipo que actualmente circula por los elevados.

En la utilización del programa SAP 2000 versión 11 fue necesario incluir los siguientes requisitos para resolver el problema del paso de los 2 equipos tractores y la carga de diseño. Se decidió dividir las dos carrileras en *carr1y2* (vigas longitudinales 1 y 2) y *carr3y4* (vigas longitudinales 3 y 4) siempre aclarando que solamente son dos carrileras. Esto se hizo con el fin de que cada vehículo ferroviario pueda pasar por una u otra carrilera; nunca por las dos a la vez.

Otras Fuerzas a Considerar.

En este punto se abordan tres casos de fuerzas que están estrechamente relacionadas a la carga móvil; La Fuerza de Frenado, La Fuerza Centrifuga y la Fuerza Horizontal Lateral.

La Fuerza de Frenado está aplicada directamente sobre los raíles en su sentido longitudinal y según la NC-53-125/1984, es de un 10% de peso del tren que se encuentra sobre el tramo analizado.

La Fuerza Centrifuga actúa tangencialmente en toda la longitud de la curva.

La Fuerza Horizontal Lateral (única para el caso del ferrocarril) surge debido a la marcha de los vehículos ferroviarios y es el resultado dado por el vaivén o el avance en forma de majá, estando aplicada directamente a los raíles de la carrilera.

Para poder analizar el caso de la Fuerza Horizontal Lateral (F.H.L.) en el software, se modela la misma en dos partes o en dos direcciones; una que va en dirección

al mar y otra en dirección a la tierra, con el objetivo de que a la hora de combinar esta fuerza no se contrarreste y así poder ver el efecto que en realidad provoca.

2.4 Métodos de Diseño y Seguridad

Los métodos utilizados para la revisión por resistencia de los elementos son: el Método de Tensiones Admisibles y el Método de Estados Límites (10-11).

Las expresiones para el cálculo son:

Para las vigas longitudinales y transversales

Método de Tensiones Admisibles según “Manual para el Recálculo de Puentes Metálicos de Ferrocarril en Cuba”

$$\sigma = \frac{M}{W_n} \leq [\sigma] \qquad \tau = \frac{M * S_x}{I_x * \delta} \leq [\tau]$$

$$[\sigma] = 2100 \text{ Kg/cm}^2 \qquad [\tau] = 1600 \text{ Kg/cm}^2$$

Método de Estados Límites según: NC: 53-94 Cálculo de estructura de acero.

$$\sigma = \frac{M^*}{W_n} \leq [Ra^*] \qquad \tau = \frac{T^* * S_x}{I_x * \delta} \leq [\tau a^*]$$

$$[Ra^*] = 2100 \text{ Kg/cm}^2 \qquad [\tau a^*] = 0.75 * [Ra^*]$$

Para las columnas

Método de Estados Límites

$$\sigma(cabeza) = \frac{N(cabeza)}{A * \varphi} \quad \text{Por excentricidad}$$

$$\sigma(base) = \frac{N(bae)}{A} + \frac{M_x}{W_n} \quad \text{Por Navier}$$

$$\tau = \frac{V(2-2)}{A_s} \quad \text{Para Esfuerzos Tangenciales}$$

Con los valores de m_1 y λ se va a una tabla y se busca el valor de φ .

$$m1 = m * \eta$$

$$m = ecm * \frac{1}{\rho}$$

$$\eta = (1.75 - (0.13 * \lambda x))$$

$$ecm = \frac{M*0.5}{N(cabeza)}$$

$$\lambda x = \lambda * 0.031623$$

$$\lambda = \frac{Lcm}{rx}$$

$$Lcm = L * 0.5$$

$$\rho = \frac{Wn}{A}$$

Método de Tensiones Admisibles

$$\sigma(cabeza) = \frac{N(cabeza)}{A * \varphi} \text{ Por excentricidad}$$

$$\sigma(base) = \frac{N(base)}{A} + \frac{Mx}{Wn} \text{ Por Navier}$$

$$\tau = \frac{V(2-2)}{As} \text{ Para Esfuerzos Tangenciales}$$

Con los valores de i y λ se busca el valor de φ .

$$\lambda = \frac{Lcm}{rx}$$

$$ecm = \frac{M*0.5}{N(cabeza)}$$

$$\rho = \frac{Wn}{A}$$

$$Lcm = L * 0.5$$

$$i = \frac{ecm}{\rho}$$

2.5 Conclusiones.

- ✓ De los estudios históricos se infiere que la carga de diseño fue la Cooper-45
- ✓ El puente se ha visto afectado a través de toda su explotación por numerosas acciones accidentales que le han provocado considerables daños.
- ✓ Al puente se le han realizado varias reparaciones, acciones de refuerzo así como modificaciones que han conllevado a que se hayan introducido cambios en la estructura y en las condiciones de explotación.
- ✓ El deterioro que más afecta la estructura del puente es la corrosión debido a la cercanía del mar.
- ✓ Aunque se constata que en tiempos pasados aparecieron grietas en algunas zonas, no se observa esta manifestación patológica en la actualidad.
- ✓ Tanto estado técnico de la cama del puente como de la estructura hasta el nivel de la base de columna se evalúa de muy mal.

3. CAPÍTULO III.

En este capítulo se realiza un análisis estricto y profundo de los resultados de la modelación tomando como base las combinaciones más críticas y los efectos de cada carga en los elementos más solicitados. También se analiza la respuesta de ambos métodos (M.E.L. y M.T.A.) mediante el factor de evaluación (F.E) obteniendo como respuesta cuán lejos están o no del fallo, los elementos.

A continuación se muestra una detallada explicación en cuanto a comportamiento de cada elemento.

3.1 Comportamiento Estructural.

3.1.1 Vigas Longitudinales.

Las vigas longitudinales están sometidas a varios estados de carga; a continuación se dará una breve reseña tomando como referencia las más solicitadas.

Generalmente, la Fuerza de Frenado actúa creando un momento torsor en sentido longitudinal en las vigas longitudinales pero este es tan pobre que se considera nulo en las combinaciones más críticas.

Ahora, la Fuerza Centrifuga y la Fuerza Horizontal Lateral actúan creando un momento flector en el eje “débil” de dichas vigas, pero al existir arriostramientos (en forma de cruceta) entre ellas, el efecto es casi nulo; por eso tampoco se consideran estas solicitaciones en las combinaciones más críticas.

Solo nos queda analizar la carga vertical móvil que como se muestra a continuación esta produce las mayores solicitaciones.

Para el caso del Método de Estados Límites la combinación más crítica fue:

1.1Peso Muerto + 1.3Cama De Vía + 1.56C.V.M., (para 30Km/h), cambiándose la C.V.M. en cada caso por la TE-114K y por la MLW.

Los elementos más solicitados en dicha combinación con ambas locomotoras (en todas las variantes) son en el Tramo 5 la VL – 4 y en el Tramo 29 la VL – 1 (según la carrilera), siendo además los elementos más esforzados normalmente con ambas locomotoras, ya que en esfuerzos tangenciales serían en el Tramo 22 la viga 1 y 4 (para esfuerzo tangencial a $\frac{1}{4}L$) y en el tramo 47 vigas 1 y 4 (para esfuerzo tangencial máximo). Los resultados se muestran a continuación:

Tramo	VL	Momento Max (Ton·m)		σ (MPa)	
		TE-114K	MLW	TE-114K	MLW
5	VL - 4	614,2	521,3	244,3	207,4
29	VL - 1	604,1	517,3	240,3	205,8
Tramo	VL	Momento 1/4L (Ton·m)		σ (MPa)	
		TE-114K	MLW	TE-114K	MLW
5	VL - 4	491,2	484,1	202,6	199,6
29	VL - 1	475,5	464,8	196,1	191,7
Tramo	VL	Cortante 1/4L (Ton)		τ (MPa)	
		TE-114K	MLW	TE-114K	MLW
5	VL - 4	102,3	89,5	X	X
29	VL - 1	102	89,5	X	X
22	VL - 1	X	X	27,22	25,56
	VL - 4	X	X	27,18	25,51
Tramo	VL	Cortante Max (Ton)		τ (MPa)	
		TE-114K	MLW	TE-114K	MLW
5	VL - 4	164,9	146,6	X	X
29	VL - 1	164,5	146,2	X	X
47	VL - 1	X	X	152,07	134,99
	VL - 4	X	X	152,07	134,71

Máximo en Carrilera 1 y 2
Máximo en Carrilera 3 y 4

De la misma forma se muestran los demás resultados en el [Anexo VI](#).

Para el caso del Método de Tensiones Admisibles se realiza la misma operación que con el método anterior, obteniéndose los siguientes resultados:

Peso Muerto + Cama De Vía + 1,27 Cooper-45

Peso Muerto + Cama De Vía + 1,2 C.V.M. (para 30Km/h) cambiándose la C.V.M. en cada caso por la TE-114K y por la MLW.

Los elementos más solicitados en dicha combinación con ambas locomotoras y la carga Cooper-45 (en todas las variantes) son en el Tramo 5 la VL – 4 y en el Tramo 29 la VL – 1 (según la carrilera), siendo además los elementos más esforzados normalmente con ambas locomotoras y la carga Cooper-45, ya que en variantes de esfuerzos tangenciales a $\frac{1}{4}L$ sería, en el Tramo 22 la viga 1 y 4 y en variante de esfuerzo tangencial máximo sería en el Tramo 47 las VL – 1 y 4. Los resultados se muestran a continuación:

Tramo	VL	Momento Max (Ton·m)			σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)
		Cooper-45	TE-114K	MLW	Cooper-45	TE-114K	MLW
5	VL- 4	946,2	479,6	411,2	390,2	197,8	169,6
29	VL- 1	937,4	464,7	405,4	386,6	191,6	167,2
Tramo	VL	Momento 1/4L (Ton·m)			σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)
		Cooper-45	TE-114K	MLW	Cooper-45	TE-114K	MLW
5	VL- 4	708,7	383,4	389,5	292,3	158,1	169,6
29	VL- 1	685,8	365,7	373,9	282,8	150,8	167,2
Tramo	VL	Cortante 1/4L (Ton)			τ (MPa)	τ (MPa)	τ (MPa)
		Cooper-45	TE-114K	MLW	Cooper-45	TE-114K	MLW
5	VL- 4	106,5	82,3	71,9	X	X	X
29	VL- 1	107,8	82	71,9	X	X	X
22	VL- 1	X	X	X	27,7	21,9	20,5
	VL- 4	X	X	X	27,4	21,8	20,5
Tramo	VL	Cortante Max (Ton)			τ (MPa)	τ (MPa)	τ (MPa)
		Cooper-45	TE-114K	MLW	Cooper-45	TE-114K	MLW
5	VL- 4	189,7	132,6	117,9	X	X	X
29	VL- 1	188,8	132,2	117,5	X	X	X
47	VL- 1	X	X	X	173,6	122,2	108,5

	VL- 4	X	X	X	173,6	122,2	108,5
--	-------	---	---	---	-------	-------	-------

Máximo en Carrilera 1 y 2
Máximo en Carrilera 3 y 4

De la misma forma se muestran los demás resultados en el [Anexo VI](#).

3.1.2 Vigas Transversales.

Las vigas transversales están sometidas al igual que las vigas longitudinales a varios estados de carga; a continuación se dará una breve explicación tomando como referencia los elementos más solicitados y más esforzados.

La Fuerza de Frenado actúa sobre estas vigas creando un momento flector en el eje “débil” pero al existir (en ese sentido) doble alma es tan pobre este efecto que las vigas prácticamente no se encuentran bajo ningún esfuerzo.

La Fuerza Centrifuga y la Fuerza Horizontal Lateral provocan una fuerza axial en dichas vigas, pero al ser el efecto tan pobre no se considera; por eso tampoco se consideran estas acciones.

Solo nos queda analizar la carga vertical móvil que como se muestra a continuación produce las mayores acciones sobre dichos elementos.

Para el caso del Método de Estados Límites la combinación más crítica fue:

1.1Peso Muerto + 1.3Cama De Vía + 1.56C.V.M. (Para 60Km/h excepto VT – 29, 21 y 22 donde fue necesario una reducción de velocidad a 30 Km/h), cambiándose la C.V.M. en cada caso por la TE-114K y por la MLW.

El elemento más solicitado en dicha combinación con ambas locomotoras y la carga Cooper-45 (en todas las variantes) es la VT – 29, siendo además el elemento más esforzado normalmente, en variantes de cortante sería la VT- 29, en variante de esfuerzos tangenciales serían las VT-21 y VT-22. Los resultados se muestran a continuación:

VT	Momento Max (Ton·m)		Secciones	σ (MPa) TE-114K	σ (MPa) MLW
	TE-114K	MLW			
VT - 29	1182,5	1080,7	VT-29A	205,43	187,74
VT	Cortante Max (Ton)		Secciones	τ (MPa) TE-114K	τ (MPa) MLW
	TE-114K	MLW			
VT - 21	X	X	VT-21	194,08	173,24
VT - 22	X	X	VT-21	194,24	173,4
VT - 29	388,6	355,6	VT-29E	X	X

	Máximas Solicitaciones
	Vigas con Reducción de velocidad
	Máximos Esfuerzos

De la misma forma se muestran los demás resultados en el [Anexo VII](#).

Para el caso del Método de Tensiones Admisibles se realizó la misma operación que con el método anterior, obteniéndose los siguientes resultados:

Peso Muerto + Cama De Vía + 1,27 Cooper-45

Peso Muerto + Cama De Vía + 1,2 C.V.M., (Para 60Km/h excepto para las VT-29, 21 y 22, donde fue necesario una reducción de velocidad a 30 Km/h), cambiándose la C.V.M. en cada caso por la TE-114K y por la MLW.

El elemento más solicitados en dicha combinación con ambas locomotoras y la carga Cooper-45 (en todas las variantes) es la VT – 29, siendo esta y la VT-10 los elementos más esforzados normalmente, ya que a cortante sería la VT- 29 y en variante de esfuerzos tangenciales serían las VT-21 y VT-22. Los resultados se muestran a continuación.

VT	Momento Max (Ton·m)			Secciones	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)
	Cooper-45	TE-114K	MLW		Cooper-45	TE-114K	MLW
VT-10	X	X	X	VT-10A	X	165,02	150,37
VT-29	2225,8	939,5	861,7	VT-29A	386,68	163,21	149,7
VT	Cortante Max (Ton)			Secciones	τ (Cooper-45)	τ (CMV 1)	τ (CMV 2)
	Cooper-45	CVM 1	CVM 2				
VT-21	X	X	X	VT-21	310,22	153,13	137,14
VT-22	X	X	X	VT-21	310,62	153,21	137,3
VT-29	726	345,7	316,3	VT-29E	X	X	X

	Máximas Solicitaciones
	Vigas con Reducción de velocidad
	Máximos Esfuerzos

De la misma forma se muestran los demás resultados el [Anexo VII](#).

3.1.3 Columnas.

Las columnas están sometidas a efectos de flexo-compresión; a continuación se dará una breve explicación tomando como referencia las columnas más solicitadas y más esforzadas.

La Fuerza de Frenado actúa sobre las columnas creando un momento en el eje “débil” pero al existir (en ese sentido) refuerzos (perfiles C) es tan pobre este efecto que las columnas prácticamente no se encuentran bajo ningún esfuerzo debido a su rigidez en ese plano.

La Fuerza Centrifuga y la Fuerza Horizontal Lateral provocan un momento muy pequeño pero en el sentido del eje “fuerte”; así que tampoco se consideran sus efectos.

Solo nos queda analizar la carga vertical móvil que como se muestra a continuación produce las mayores acciones sobre dichos elementos.

Para el caso del Método de Estados Límites la combinación más crítica fue:

1.1Peso Muerto + 1.3Cama De Vía + 1.77C.V.M. (Para 60Km/h), cambiándose la C.V.M. en cada caso por la TE-114K y por la MLW.

El elemento más solicitado en dicha combinación, con ambas locomotoras, es la columna D-3 (para fuerza axial) al igual que para los esfuerzos normales en la base, las columnas D-21 y D-22 para momento y esfuerzos tangenciales, la D-4 máximo a cortante y por último la más solicitada a esfuerzos normales en la parte superior es la columna D-29. Los resultados se muestran a continuación.

COL.	EQUIPO	AXIAL (KN)		Mto (KN·m)	V2-2 (KN)	σ_n (KN/cm ²) (CABEZA)	σ_r (KN/cm ²) (BASE)	τ (KN/cm ²)
		Base	Cabeza					
D-3	TE-114K	4256,2	4237,6				20,817	
	MLW	3862,7	3881,2				18,892	
D-21	TE-114K			388				1,274
	MLW			347				1,145
D-22	TE-114K			388				1,274
	MLW			347				1,145
D-4	TE-114K				83			
	MLW				76			
D-29	TE-114K					21,749		
	MLW					19,906		

MAXIMO AXIAL (Base o Cabeza)
MAXIMO MOMENTO
MAXIMO CORTANTE

MAXIMO ESFUERZO NORMAL EN CABEZA
MAXIMO ESFUERZO NORMAL EN BASE
MAXIMO ESFUERZO TANGENCIAL

A continuación se realiza el mismo análisis pero para columnas izquierdas.

El elemento más solicitado en dicha combinación, con ambas locomotoras es la columna I-3 (para fuerza axial) al igual que para los esfuerzos normales y la columna I-21 para momento, cortante y esfuerzos tangenciales.

COL.	EQUIPO	AXIAL (KN)		Mto (KN·m)	V2-2 (KN)	σ_n (KN/cm ²) (CABEZA)	σ_r (KN/cm ²) (BASE)	τ (KN/cm ²)
		Base	Cabeza					
I-3	TE-114K	4529	4509			23,017	22,153	
	MLW	4134	4112			20,991	20,22	
I-21	TE-114K			531	121			1,754
	MLW			487	111			1,609

MAXIMO AXIAL (Base o Cabeza)
MAXIMO MOMENTO
MAXIMO CORTANTE

MAXIMO ESFUERZO NORMAL EN CABEZA
MAXIMO ESFUERZO NORMAL EN BASE
MAXIMO ESFUERZO TANGENCIAL

De la misma forma se muestran los resultados de las columnas más críticas en el [Anexo VIII](#).

Para el caso del Método de Tensiones Admisibles se realizó la misma operación que con el método anterior reduciendo la velocidad a 30Km/h, obteniéndose los siguientes resultados:

Peso Muerto + Cama De Vía + 1,27 Cooper-45

Peso Muerto + Cama De Vía + 1,2C.V.M., (Para 30 Km/h), cambiándose la C.V.M. en cada caso por la TE-114K y por la MLW.

El elemento más solicitado en dicha combinación con ambas locomotoras y la carga Cooper-45 es la columna D-3 para fuerza axial, al igual que para los esfuerzos normales en la base, la columna D-4 para momento, cortante y esfuerzos tangenciales y por último la más solicitada a esfuerzos normales en la parte superior es la columna D-29. Los resultados se muestran a continuación.

COL.	EQUIPO	AXIAL (KN)		Mto (KN·m)	V2-2 (KN)	σ_n (KN/cm ²) (Cabeza)	σ_r (KN/cm ²) (Base)	τ (KN/cm ²)
		Base	Cabeza					
D-3	Cooper-45	5958	5941				28,9	
	TE-114K	2961	2945				14,5	
	MLW	2781	2763				13,6	

D-4	Cooper-45			531	114			1,65
	TE-114K			273	58			0,84
	MLW			263	56			0,81
D-29	Cooper-45					34,4		
	TE-114K					17,3		
	MLW					15,9		

MAXIMO AXIAL (Base o Cabeza)
MAXIMO MOMENTO
MAXIMO CORTANTE

MAXIMO ESFUERZO NORMAL EN CABEZA
MAXIMO ESFUERZO NORMAL EN BASE
MAXIMO ESFUERZO TANGENCIAL

A continuación se realiza el mismo análisis pero para columnas izquierdas.

El elemento más solicitado en dicha combinación con ambas locomotoras y la carga Cooper-45 es la columna I-9 para fuerza axial, al igual que para los esfuerzos normales, la columna I-4 para momento y cortante y por último la más esforzada tangencialmente es la I-29.

COL.	EQUIPO	AXIAL (KN)		Mto (KN·m)	V2-2 (KN)	σ_n (KN/cm ²) (Cabeza)	σ_r (KN/cm ²) (Base)	τ (KN/cm ²)
		Base	Cabeza					
I-9	Cooper-45	6453	6434			36,8	31,6	
	TE-114K	3178	2938			16,7	15,5	
	MLW	2907	2889			16,4	14,2	
I-4	Cooper-45			745	167			
	TE-114K			384	87			
	MLW			353	80			
I-29	Cooper-45							1,65
	TE-114K							0,84
	MLW							0,81

MAXIMO AXIAL (Base o Cabeza)
MAXIMO MOMENTO
MAXIMO CORTANTE

MAXIMO ESFUERZO NORMAL EN CABEZA
MAXIMO ESFUERZO NORMAL EN BASE
MAXIMO ESFUERZO TANGENCIAL

De la misma forma se muestran las columnas más críticas en el [Anexo VIII](#).

3.2 Evaluación de las Cargas.

Para la evaluación de las cargas se utiliza el Factor de Evaluación para locomotoras (F.E.) o como se conoce en la literatura norteamericana “Rating”. Como concepto está muy alejado de ser un factor de Seguridad, pero brinda la posibilidad de asegurar o no, que los vehículos ferroviarios puedan o no circular por el viaducto (en este caso) para las condiciones establecidas por norma.

Como expresión general plantea que:

$$F.E. = \frac{[Y_1]}{Y_{Act}}$$

Siendo $[Y_1]$ los esfuerzos permisibles y Y_{Act} los esfuerzos actuantes.

Partiendo con este criterio, se evalúan a continuación todos los elementos que confeccionan el viaducto.

3.2.1 Evaluación para Vigas Longitudinales.

Aplicando el Factor de Evaluación para el Método de Estados Límites al caso de la locomotora TE-114K, casi todos los elementos fallan a momento máximo y la locomotora MLW solamente falla el tramo 22 vigas 3 y 4 a momento máximo.

Para el Método de Tensiones Admisibles al paso de la carga de diseño Cooper-45 fallan todos los elementos a momento máximo y a momento $\frac{1}{4}L$ y para la locomotora TE-114K fallan casi todos los elementos a momento máximo.

Los valores se muestran en el [Anexo IX](#).

3.2.2 Evaluación para Vigas Transversales.

Aplicando el Factor de Evaluación para el Método de Estados Límites al caso de la locomotora TE-114K y la MLW no presentan fallo a momento pero si regulación de velocidad a 30 Km/h para las vigas 21, 22 y 29 debido a momento máximo. A

cortante las dos locomotoras (con reducción de velocidad de 30Km/h) producen fallo solamente en las vigas 21 y 22.

Para el Método de Tensiones Admisibles, para la carga de diseño Cooper-45 fallan todos los elementos a momento y cortante y para las dos locomotoras (con reducción de velocidad a 30 Km/h) fallan las vigas 21 y 22 a cortante.

Los valores se muestran en el [Anexo X](#).

3.2.3 Evaluación para Columnas.

Aplicando el Factor de Evaluación para el Método de Estados Limites al caso de la locomotora TE-114K (a 60Km/h) fallan por excentricidad las columnas D-3, D-10, D-29, I-5 e I-9, fallando también las dos últimas por Navier.

Para el Método de Tensiones Admisibles como se ha comprobado que para 60Km/h han fallado las ya dichas columnas, se decide realizar la comprobación para 30Km/h. Para la carga de diseño Cooper-45 fallan todas las columnas por excentricidad y por Navier y para la locomotora TE-114K siguen fallando las columnas D-10, D-29, I-5 e I-9 por excentricidad.

Los valores se muestran en el [Anexo XI](#).

Nota: para el caso que no se mencione algún vehículo ferroviario (entiéndase TE-114K o MLW), significa que a su paso no presenta fallo ningún elemento (Vigas o Columnas).

4. CONCLUSIONES.

- ✓ La Cooper-45 no es la carga de diseño para la cual se diseñó el puente por lo cual se hace necesario en estudios posteriores determinar la carga de diseño.
- ✓ Los resultados de la evaluación obtenidos por Tensiones admisibles son más conservadores que los obtenidos por Estados Límites, sin embargo para poder tener una evaluación más fiable por el Método de Estados Límites son necesarios realizar estudios de las propiedades del acero empleado en la estructura del puente.
- ✓ La locomotora TE-114K no puede circular por los elevados.
- ✓ La MLW solo podrá circular por la carrilera 1 (la de la derecha) a una velocidad máxima de 30Km/h.

5. RECOMENDACIONES.

A partir de las conclusiones generales del trabajo y de la experiencia adquirida en el desarrollo del mismo se recomienda:

- ✓ Profundizar en el estudio y empleo del software SAP 2000 por la facilidad y rapidez operacional del mismo comprobadas en este trabajo.
- ✓ Incorporar a los futuros análisis las variantes de estudios de suelos y cimentación para dar continuidad a este trabajo.
- ✓ Buscar la carga real de diseño de Los Elevados del FF.CC Entrada a La Habana porque la Cooper-45 no es.
- ✓ Reforzar el tramo 22 (Vigas Longitudinales) así como las vigas transversales 21 y 22 para que la MLW pueda circular a 30Km/h por la carrilera 2 (Izquierda).
- ✓ Realizar estudios relacionados con las uniones (en sentido general) ya que en este trabajo se analizan los elementos que componen la estructura.
- ✓ Deben continuarse estudios más profundos para que incluyan ensayos no destructivos, ensayos de los materiales y creación de modelos estructurales más complejos para contar con evaluaciones más precisas.
- ✓ Para que locomotoras más pesadas que la MLW y con diferentes configuraciones de ejes puedan circular por los elevados es necesario realizar los estudios anteriormente dichos y un proyecto de reparación integral y detallada.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

1. Taylor G.: "Puentes I". Tomo I. 1980.
2. Oliveros Rives, Fernando; López Pita, Andrés; Mejía Puente, Manuel.: "Tratado de Ferrocarriles". Editorial Científico-Técnica.
3. NRMT 235:86 "Vías y puentes para el transporte ferroviario. Inspección a obras de fábricas. Organización".
4. Ranero Olivera, Andrés.: "Apuntes sobre el diagnóstico patológico y la evaluación del estado técnico de edificación": Folleto de maestría/Olivera Ranero.- UCLV: 2003.
5. Babe Ruano, M.: "Mantenimiento y reconstrucción de edificios". Editorial MES, La habana, 1986.
6. Rusmayor V., García de la Cruz R., Muñoz Díaz W., Baamonde R., González E.: "Dictamen conclusivo del estado actual y perspectivo de Los Elevados de FF.CC Estación Central Ciudad Habana". Agosto 1989.
7. González Arestuche, Luis R.: "Experiencias y métodos para la conservación de puentes de carretera en la República de Cuba". Tomo I. EMPAI, Matanzas, 1999.
8. Martínez Córdoba, R.: "Propuesta de metodología para el diagnostico patológico de puentes metálico de ferrocarril". Tesis de Diploma. UCLV. 2006.
9. "Vías y Puentes", Tomo II, Dirección Nacional de Capacitación. Ministerio de Transporte.
10. S. Timoshecko. "Resistencia de materiales", Madrid 1944.
11. Stiopin P. A.: "Resistencia de Materiales" Editorial Mir. 1976.
12. www.wikipedia.org.es "Corrosión en estructuras metálicas".
13. <http://www.xtec.net> "Puentes Metálicos".
14. Hernández Delgado, P., Gonzales Arestuche L.: "Análisis Neuronal de Variables Fusificadas para la Caracterización y Determinación del Rating de un Puente de Carretera". III Jornada de la Ingeniería Civil en Cuba. 1er Congreso Internacional de Infraestructura para el Transporte.

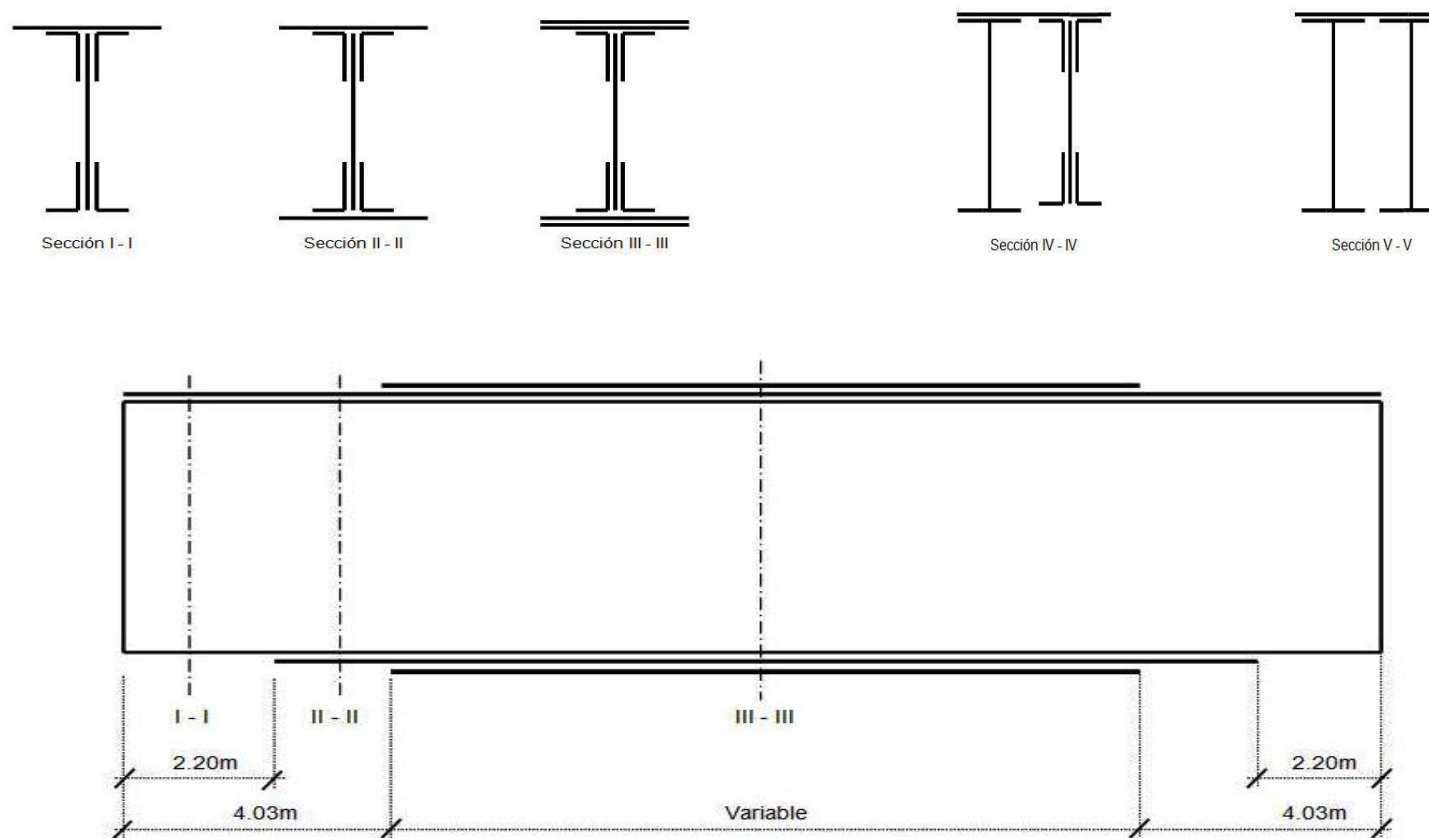
7. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.

- ✓ Negrín Hernández, A.: “Diseño de Estructuras Metálicas según código AISC”. Folleto de Diplomado UCLV-UNITEC 2007.
- ✓ NC 53 125:84 “Elaboración de proyectos de la construcción. Puentes y alcantarillas. Especificación de proyecto y métodos de cálculo”.
- ✓ NC 53 140:85 “Elaboración de proyectos de construcción. Vías férreas”.
- ✓ Reglamento argentino para el Proyecto y Construcción de Puentes Ferroviarios de Acero Remachados.
- ✓ NC 53:94 “Calculo de estructura de acero”.
- ✓ NC 335:2004 “Inspección de puentes”.
- ✓ “Manual para Recálculo de Puentes Metálicos de Ferrocarril en Cuba”.MITRANS.1987 (localizado en la Unidad Básica “Vigas y Puentes de FF.CC”, en Placetas).

ANEXOS

ANEXO I “Resumen de Vigas Longitudinales”.

SECCIONES



GRUPO N° 1 - Tramos del 13 al 21, del 23 al 27 y del 45 al 47								
Sección	PL_{Sup} (cm)	PL_{Inf} (cm)	PL_{Ver} (cm)	H_t (cm)	A (cm²)	I_x (cm⁴)	W_{BRUTO} (cm³)	W_{NETO} (cm³)
I - I	31 x 1,4	-	153 x 0,7	154,4	334,5	1372437	15863	13483,6
II - II	31 x 1,4	31 x 1,3	153 x 1,0	155,7	420,7	1735274	22141	18819,9
III - III	31 x 2,8	31 x 2,9	153 x 1,0	158,7	513,7	2309863	28953	24610,1
GRUPO N° 2 - Tramos del 1 al 12 y del 28 al 44								
I - I	46 x 1,4		153 x 0,8	154,4	370,8	1494343	16620	14127,0
II - II	46 x 1,4	310 x 1,3	153 x 1,0	155,7	441,7	1852719	22589	19200,7
III - III	46 x 1,4	310 x 2,9	153 x 1,0	158,7	491,3	2158572	26309	22362,7
GRUPO N° 3 - Tramo 22								
IV - IV	41,5 x 1,0	-	61 x 1,6	62,0	476,8	263524	7437	6321,5
V - V	36 x 1,0	-	-	62,0	441,5	233566	7071	6010,4

Donde:

1. Todos los angulares son de sección constante de 150 x 100 x 20 mm. (el ala vertical es la mayor).
2. En la sección IV-IV la viga I es un perfil laminado de sección 610 x 177,8 x 22 mm y los angulares de sección constante de 127 x 127 x 16 mm.
3. En la sección V-V las vigas son perfiles laminados de sección 610 x 177,8 x 22 mm.
4. W_{NETO} – Se halló multiplicando W_{BRUTO} por 0,85

[Volver al texto...](#)

LONGITUDES

Curva San Ambrosio		
Tramo	Viga (m)	
	Exterior	Interior
1	19,20	19,00
2	19,10	18,30
3	19,10	18,30
4	19,15	18,30
5	19,10	18,35
6	19,10	18,35
7	19,15	18,30
8	19,10	18,35
9	19,10	18,35
10	19,10	18,30
11	19,15	18,35
12	19,15	18,50

Recta	
Tramo	Vigas (m)
	(Todas)
13 al 20	18,75
21 y 23	18,95
24 al 27	18,75
45 y 46	18,75
47	19,10
22	7,95

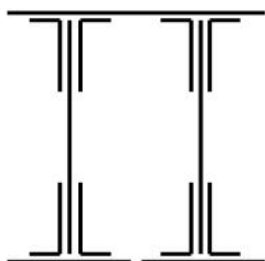
Curva Tallapiedra		
Tramo	Viga (m)	
	Exterior	Interior
28	18,82	18,59
29	18,94	18,50
30	18,95	18,48
31	18,95	18,50
32	18,98	18,43
33	18,96	18,48
34	19,02	18,50
35	18,96	18,48
36	18,96	18,50
37	18,98	18,50
38	19,00	18,50
39	18,96	18,50
40	19,00	18,48
41	18,98	18,48
42	18,98	18,50
43	18,98	18,48
44	18,90	18,62

[Volver al texto...](#)

ANEXO II “Resumen de Vigas Transversales”.

SECCIONES

Vigas Transversales Tipo 1



Donde:

- ✓ $\Sigma\delta$ son los espesores de cada alma de izquierda a derecha.
- ✓ La sección de los angulares es uniforme en toda la viga y son de 152 x 102 x 16 mm. (el ala vertical es la mayor).
- ✓ La altura del alma es constante en todas las vigas y es de 1643mm.
- ✓ W_{NETO} – Se halló multiplicando W_{BRUTO} por 0,8

Vigas Transversales Tipo 1								
Sección	$\Sigma\delta$ (cm)	PL_{Sup} (cm)	PL_{Inf} (cm)	H_t (cm)	A (cm ²)	I_x (cm ⁴)	W_{BRUTO}	W_{NETO}
V-1	0,90 + 0,95	58 x 1,7	25,4 x 1,6	166,7	786,81	3687785	43319	34655
V-1A	0,90 + 0,95	58 x 1,7	25,4 x 2,9	168,0	852,85	4135885	46882	37506
V-4	0,95 + 1,00	60 x 3,9	25,4 x 4,8	172,1	1101,11	5863477	67827	54262
V-4A	0,95 + 1,00	60 x 2,6	25,4 x 3,2	169,2	941,83	4704265	55384	44307
V-4B	0,95 + 1,00	60 x 1,3	25,4 x 1,6	166,3	782,55	3583566	42989	34391
V-10	1,00 + 1,00	58 x 1,6	25,4 x 1,3	166,3	790,28	3592926	41873	33498
V-10A	0,55 + 0,55	58 x 2,9	25,4 x 2,6	168,9	784,66	4253820	48255	38604
V-10B	1,00 + 1,00	58 x 2,9	25,4 x 2,6	168,9	931,72	4582861	52348	41878

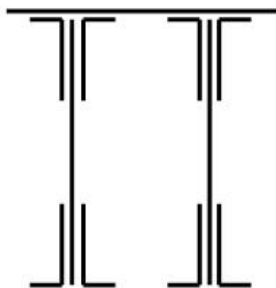
V-10C	0,55 + 0,55	58 x 1,6	25,4 x 2,6	167,6	709,26	3718663	42275	33820
V-10G	1,00 + 1,00	58 x 2,9	25,4 x 1,3	167,6	856,68	4046142	43566	34853
V-10H	1,00 + 1,00	58 x 1,6	25,4 x 2,6	167,6	856,32	4048514	46448	37158
V-11	0,70 + 0,80	58 x 1,7	25,4 x 3,2	168,3	810,90	4101952	45546	36437
V-11A	0,55 + 0,80	58 x 1,7	25,4 x 3,2	168,3	786,39	4046296	44825	35860
V-11B	0,70 + 0,80	58 x 1,7	25,4 x 1,6	166,7	729,62	3560212	41754	33403
V-12	0,90 + 0,90	58 x 1,7	25,4 x 2,9	168,0	844,68	4117518	46649	37319
V-12A	0,90 + 0,90	58 x 1,7	25,4 x 1,6	166,7	778,64	3669457	43098	34478
V-12C	0,90 + 0,75	58 x 1,7	25,4 x 2,9	168,0	820,17	4062387	45949	36759
V-13	0,85 + 0,85	58 x 1,7	25,4 x 2,9	168,0	828,34	4080768	46182	36946
V-13A	0,85 + 0,85	58 x 1,7	25,4 x 1,6	166,7	762,30	3633044	42650	34120
V-13C	0,60 + 0,55	58 x 1,7	25,4 x 2,9	168,0	738,47	3878330	43593	34874
V-14	0,90 + 0,90	58 x 1,6	25,4 x 2,9	167,9	838,88	4072086	45869	36695
V-14A	0,90 + 0,90	58 x 1,6	25,4 x 2,9	166,6	772,84	3630649	42951	34361
V-14B	0,55 + 0,90	58 x 1,6	25,4 x 2,9	167,9	781,69	3943000	44215	35372
V-14C	0,90 + 0,55	58 x 1,6	25,4 x 1,6	167,9	781,69	3943000	44215	35372
V-14E	0,90 + 0,55	58 x 1,6	25,4 x 2,9	166,6	715,65	3503310	41396	33117
V-15	0,90 + 1,00	58 x 1,6	25,4 x 1,6	167,9	855,22	4108923	46338	37070
V-15A	0,90 + 1,00	58 x 1,6	25,4 x 2,9	166,6	789,18	3667029	43394	34715
V-15D	0,90 + 0,60	58 x 1,6	25,4 x 1,6	167,9	789,86	3961458	44452	35562
V15E	0,75 + 0,60	58 x 1,6	25,4 x 2,9	166,6	699,31	3466925	40951	32761
V-16	0,60 + 0,95	58 x 1,6	25,4 x 2,9	167,9	798,03	3979909	44689	35751
V-16A	0,85 + 0,95	58 x 1,6	25,4 x 2,9	167,9	838,88	4072086	45869	36695
V-16B	0,60 + 0,80	58 x 1,6	25,4 x 1,6	167,9	773,52	3924537	43977	35182
V-16D	0,85 + 0,80	58 x 1,6	25,4 x 2,9	166,6	748,33	3576077	42285	33828
V-16E	0,85 + 0,80	58 x 1,6	25,4 x 2,9	167,9	814,37	4016796	41162	32930

V-17	1,00 + 0,95	58 x 1,7	25,4 x 1,6	168,0	869,19	4172618	47346	37877
V-17A	1,00 + 0,95	58 x 1,7	25,4 x 2,9	168,0	803,15	3724073	43768	35014
V-17B	0,80 + 0,80	58 x 1,7	25,4 x 2,9	168,0	812,00	4044003	45715	36572
V-18	0,95 + 0,85	58 x 1,7	25,4 x 1,6	168,0	844,68	4117520	46649	37319
V-18B	0,95 + 0,85	58 x 1,7	25,4 x 2,9	166,7	778,64	3669458	43097	34478
V-18C	0,80 + 0,85	58 x 1,7	25,4 x 1,6	168,0	820,17	4062388	45949	36759
V-19A	0,85 + 0,85	58 x 1,7	25,4 x 2,9	166,7	762,30	3633046	42650	34120
V-19B	0,85 + 0,85	58 x 1,7	25,4 x 1,6	168,0	828,34	4080769	46182	36946
V-23A	0,85 + 0,60	58 x 1,7	25,4 x 1,6	166,7	721,45	3542003	41529	33223
V-23B	0,85 + 0,60	58 x 1,7	25,4 x 2,9	168,0	787,49	3988822	45010	36008
V-23D	0,95 + 0,85	58 x 1,7	25,4 x 1,6	166,7	778,64	3669458	43098	34478
V-23E	0,95 + 0,85	58 x 1,7	25,4 x 2,9	168,0	844,68	4117520	46649	37319
V-24A	0,85 + 0,85	58 x 1,7	25,4 x 1,6	166,7	762,30	3633046	42650	34120
V-24B	0,65 + 0,60	58 x 1,7	25,4 x 2,9	168,0	754,81	3915181	44067	35254
V-24C	0,85 + 0,85	58 x 1,7	25,4 x 2,9	168,0	828,34	4080769	46182	36946
V-25A	0,65 + 0,65	58 x 1,7	25,4 x 1,6	166,7	696,94	3487369	40855	32684
V-25B	0,65 + 0,65	58 x 1,7	25,4 x 2,9	168,0	762,98	3933599	44304	35443
V-26A	0,80 + 1,00	58 x 1,7	25,4 x 1,6	166,7	778,64	3669458	43097	34478
V-26B	0,80 + 1,00	58 x 1,7	25,4 x 2,9	168,0	844,68	4117520	46649	37319
V-26D	0,60 + 0,60	58 x 1,7	25,4 x 2,9	166,7	746,64	3896758	43830	35064
V-27	0,95 + 0,70	58 x 1,7	25,4 x 3,2	168,3	835,41	4157543	46263	37010
V-27A	0,60 + 0,70	58 x 1,7	25,4 x 3,2	168,3	778,22	4027730	44583	35666
V-27B	0,60 + 0,70	58 x 1,7	25,4 x 1,6	166,7	696,94	3487369	40855	32684
V-27D	0,60 + 0,95	58 x 1,7	25,4 x 1,6	166,7	737,79	3578422	41978	33582
V-28	0,50 + 0,50	58 x 5,0	25,4 x 4,3	172,7	976,48	5710697	61905	49524
V-28A	0,50 + 0,50	58 x 3,4	25,4 x 3,2	170,0	827,80	4645856	52549	42039

V-28B	0,50 + 0,50	58 x 3,4	25,4 x 4,3	171,1	883,68	5060097	58018	46414
V-28C	0,50 + 0,50	58 x 1,7	25,4 x 1,6	166,7	647,92	3378078	39503	31602
V-28E	1,00 + 0,95	58 x 5,0	25,4 x 4,3	172,7	1131,71	6061308	66322	53058
V-28F	1,00 + 0,95	58 x 3,4	25,4 x 3,2	170,0	983,03	4992847	56829	45463
V-28G	1,00 + 0,95	58 x 1,7	25,4 x 1,6	166,7	803,15	3724071	43768	35014
V-29A	0,75 + 0,70	58 x 5,0	25,4 x 4,3	172,7	1050,01	5876969	64011	51209
V-29B	0,90 + 1,00	58 x 5,0	25,4 x 4,3	172,7	1123,54	6042937	66093	52874
V-29C	0,90 + 1,00	58 x 3,4	25,4 x 3,2	170,0	974,86	4974629	56606	45285
V-29D	0,90 + 1,00	58 x 3,4	25,4 x 4,3	171,1	1030,74	5387898	61990	49592
V-29E	0,90 + 1,00	58 x 1,7	25,4 x 1,6	166,7	794,98	3705868	43544	34835
V-29F	0,90 + 1,00	58 x 1,7	25,4 x 3,2	168,3	876,26	4250061	47452	37962
V-30A	1,00 + 0,95	58 x 1,7	23,0 x 1,1	166,2	772,47	3495226	39741	31793
V-31A	0,90 + 0,90	58 x 1,7	25,4 x 2,0	167,1	798,96	3813682	45547	36438
V-32A	0,90 + 0,90	58 x 1,2	25,4 x 1,6	166,2	749,64	3470329	41212	32970
V-32B	0,90 + 0,90	58 x 2,4	25,4 x 4,5	170,3	966,56	4954555	53843	43074
V-32C	0,90 + 0,90	58 x 3,6	25,4 x 4,5	171,5	1036,16	5511482	63353	50682
V-32E	0,90 + 0,80	58 x 3,4	25,4 x 3,2	170,0	942,18	4901617	55709	44567
V-32F	0,90 + 0,80	58 x 3,4	25,4 x 1,6	168,4	860,90	4225448	44658	35726
V-32G	0,90 + 0,80	58 x 3,4	25,4 x 4,5	171,3	1008,22	5386425	61332	49066
V-33	0,90 + 0,80	58 x 1,7	25,4 x 1,6	166,7	762,30	3633046	42650	34120
V-33A	0,90 + 0,80	58 x 1,7	25,4 x 2,9	168,0	828,34	4080769	46182	36946
V-33B	0,90 + 0,90	58 x 1,7	25,4 x 1,8	166,7	788,80	3742331	44422	35538
V-33C	0,90 + 0,90	58 x 1,7	25,4 x 2,9	168,0	844,68	4117518	46649	37319
V-34A	0,90 + 1,00	58 x 1,6	25,4 x 1,6	166,6	789,18	3667029	43394	34715
V-34B	0,90 + 1,00	58 x 3,2	25,4 x 1,6	168,2	881,98	4237660	45455	36364
V-34C	0,90 + 1,00	58 x 4,6	25,4 x 3,2	171,2	1044,46	5419155	58024	46419

V-34D	0,90 + 1,00	58 x 4,6	25,4 x 4,5	172,5	1110,50	5968464	66986	53589
V-34E	0,60 + 0,60	58 x 4,6	25,4 x 4,5	172,5	996,12	5712901	63879	51103
V-34F	0,60 + 0,60	58 x 3,2	25,4 x 4,5	171,1	914,92	5113094	57464	45971
V-34G	0,60 + 0,60	58 x 3,2	25,4 x 3,2	169,8	848,88	4640645	53241	42593
V-34H	0,60 + 0,60	58 x 1,6	25,4 x 1,6	166,6	674,80	3412344	40282	32226
V-34I	0,60 + 0,60	58 x 1,6	25,4 x 3,2	168,2	756,08	3942781	43286	34629
V-35A	0,95 + 0,95	58 x 1,7	25,4 x 1,6	166,7	749,98	3705929	43541	34833
V-36A	0,95 + 1,00	58 x 1,7	25,4 x 2,0	167,1	823,47	3868228	46204	36963
V-37	0,90 + 0,95	58 x 1,5	25,4 x 1,6	166,5	775,21	3609625	43016	34413
V-37A	0,90 + 0,95	58 x 1,5	25,4 x 2,9	167,8	841,25	4044573	45325	36260
V-40A	0,95 + 0,95	58 x 1,7	25,4 x 1,6	166,7	794,98	3705929	43541	34833
V-40B	0,95 + 0,95	58 x 1,7	25,4 x 2,9	168,0	861,02	4154254	47114	37691
V-41A	0,60 + 0,60	58 x 1,5	25,4 x 1,6	166,5	669,00	3373145	40156	32125
V-41B	0,90 + 0,95	58 x 1,5	25,4 x 2,9	167,8	841,25	4044573	45325	36260
V-41C	0,90 + 0,95	58 x 1,5	25,4 x 1,6	166,5	775,21	3609625	43016	34413
V-43	0,95 + 0,95	58 x 1,6	25,4 x 1,3	166,3	773,94	3556439	41418	33134
V-43A	0,95 + 0,95	58 x 1,6	25,4 x 2,6	167,6	839,98	4011910	45988	36790

Vigas Transversales Tipo 2



Donde:

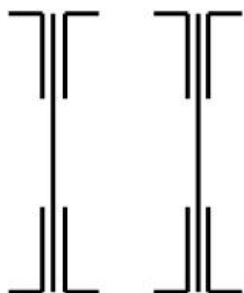
- ✓ $\Sigma \delta$ son los espesores de cada alma de izquierda a derecha.
- ✓ La sección de los angulares es uniforme en toda la viga y son de 152 x 102 x 16 mm. (el ala vertical es la mayor).
- ✓ La altura del alma es constante en todas las vigas y es de 1643mm.
- ✓ W_{NETO} – Se halló multiplicando W_{BRUTO} por 0,8

Vigas Transversales Tipo 2								
Sección	$\Sigma \delta$ (cm)	PL_{Sup} (cm)	PL_{Inf} (cm)	H_t (cm)	A (cm ²)	I_x (cm ⁴)	W_{BRUTO}	W_{NETO}
V-3	0,95 + 0,90	58 x 1,3	-	164,7	682,33	2919933	32158	25726
V-3A	0,95 + 0,70	58 x 1,3	-	164,7	649,65	2844379	31169	24935
V-4C	0,95 + 1,00	60 x 1,3	-	164,7	701,27	2971591	32705	26164
V-5	1,00 + 1,00	58 x 1,6	-	165,0	724,24	3070353	33275	26620
V-10D	1,00 + 1,00	58 x 1,6	-	165,0	724,24	3070353	33275	26620
V-10E	1,00 + 1,00	58 x 2,9	-	166,3	799,64	3438060	34661	27728
V-11C	0,55 + 0,80	58 x 1,7	-	165,1	623,83	2849053	30070	24056
V-12B	0,90 + 0,90	58 x 1,7	-	165,1	697,36	3023852	32385	25908
V-13B	0,85 + 0,85	58 x 1,7	-	165,1	681,02	2985217	31878	25502
V-14D	0,90 + 0,55	58 x 1,6	-	165,0	634,37	<u>2858930</u>	30489	24391
V-14F	0,90 + 0,90	58 x 1,6	-	165,0	961,56	2993817	32271	25817
V-15B	0,90 + 1,00	58 x 1,6	-	165,0	707,90	3032129	32774	26219

V-15C	0,75 + 0,60	58 x 1,6	-	165,0	618,03	2820131	29973	23978
V-16C	0,85 + 0,80	58 x 1,6	-	165,0	667,05	2936168	31512	25210
V-17C	1,00 + 0,95	58 x 1,7	-	165,1	721,87	3081613	33144	26515
V-18A	0,95 + 0,85	58 x 1,7	-	165,1	697,36	3023853	32385	25908
V-19	0,85 + 0,85	58 x 1,7	-	165,1	681,02	2985218	31875	25500
V-23	0,85 + 0,60	58 x 1,7	-	165,1	640,17	2888121	30589	24471
V-23C	0,95 + 0,85	58 x 1,7	-	165,1	697,36	3023853	32385	25908
V-24	0,85 + 0,85	58 x 1,7	-	165,1	681,02	2985218	31875	25500
V-25	0,65 + 0,65	58 x 1,7	-	165,1	615,66	2829467	29808	23846
V-26	0,80 + 1,00	58 x 1,7	-	165,1	697,36	3023853	32385	25908
V-26C	0,60 + 0,60	58 x 1,7	-	165,1	599,32	2790177	29283	23426
V-27C	0,60 + 0,70	58 x 1,7	-	165,1	615,66	2829467	29809	23847
V-27E	0,60 + 0,95	58 x 1,7	-	165,1	656,51	2927052	31106	24885
V-28D	0,50 + 0,50	58 x 1,7	-	165,1	566,64	2711090	28221	22577
V-28H	1,00 + 0,95	58 x 1,7	-	165,1	721,87	3081613	33144	26515
V-29	0,90 + 1,00	58 x 1,7	-	165,1	713,70	3062384	32891	26313
V-30	1,00 + 0,95	58 x 1,7	-	165,1	721,87	3081613	33144	26515
V-31	0,90 + 0,80	58 x 1,7	-	165,1	681,02	2985218	31875	25500
V-31B	0,90 + 0,90	58 x 1,7	-	165,1	697,36	3023852	32385	25908
V-32	0,90 + 0,90	58 x 1,2	-	164,6	668,36	2869268	31785	25428
V-32D	0,90 + 0,80	58 x 1,7	-	165,1	681,02	2985218	31875	25500
V-33D	0,50 + 0,90	58 x 1,7	-	165,1	632,00	2868603	30330	24264
V-34	0,90 + 1,00	58 x 1,6	-	165,0	707,90	3032129	32774	26219
V-34J	0,60 + 0,60	58 x 1,6	-	165,0	593,52	2761680	29193	23354
V-35	0,95 + 0,95	58 x 1,7	-	165,1	713,70	3062383	32891	26313
V-36	0,95 + 1,00	58 x 1,7	-	165,1	721,87	3081613	33144	26515

V-40	0,95 + 0,95	58 x 1,7	-	165,1	713,70	3062383	32891	26313
V-41	0,95 + 1,00	58 x 1,5	-	164,9	710,27	3020455	32902	26322
V-44	0,95 + 0,95	58 x 1,6	-	165,0	707,90	3032129	32774	26219

Vigas Transversales Tipo 3



Donde:

- ✓ $\Sigma \delta$ son los espesores de cada alma de izquierda a derecha.
- ✓ La sección de los angulares es uniforme en toda la viga y son de 152 x 102 x 16 mm. (el ala vertical es la mayor).
- ✓ La altura del alma es constante en todas las vigas y es de 1643mm.
- ✓ W_{NETO} – Se halló multiplicando W_{BRUTO} por 0,8

Vigas Transversales Tipo 3								
Sección	$\Sigma \delta$ (cm)	PL_{Sup} (cm)	PL_{Inf} (cm)	H_t (cm)	A (cm ²)	I_x (cm ⁴)	W_{BRUTO} (cm ³)	W_{NETO} (cm ³)
V-10F	1,0 + 1,0	-	-	163,4	631,44	2519632	30840	24672
V-30B	1,0 + 1,0	-	-	163,4	631,44	2519632	30840	24672

Vigas Transversales Tipo 4

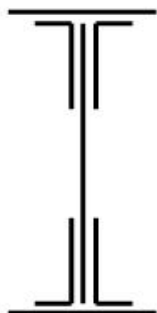


Donde:

- ✓ $\Sigma \delta$ son los espesores de cada alma de izquierda a derecha.
- ✓ La sección de los angulares es uniforme en toda la viga y son de 152 x 102 x 16 mm. (el ala vertical es la mayor).
- ✓ La altura del alma es constante en todas las vigas y es de 1643mm.
- ✓ W_{NETO} – Se halló multiplicando W_{BRUTO} por 0,8

Vigas Transversales Tipo 4								
Sección	$\Sigma \delta$ (cm)	PL_{Sup} (cm)	PI_{Inf} (cm)	H_T (cm)	A (cm ²)	I_x (cm ⁴)	W_{BRUTO} (cm ³)	W_{NETO} (cm ³)
V-21	0,9	30 x 1,6	-	165	347,38	1505034	16165	12932

Vigas Transversales Tipo 5



Donde:

- ✓ $\Sigma \delta$ son los espesores de cada alma de izquierda a derecha.
- ✓ La sección de los angulares es uniforme en toda la viga y son de 152 x 102 x 16 mm. (el ala vertical es la mayor).
- ✓ La altura del alma es constante en todas las vigas y es de 1643mm.
- ✓ W_{NETO} – Se halló multiplicando W_{BRUTO} por 0,8

Vigas Transversales Tipo 5								
Sección	$\Sigma \delta$ (cm)	PL_{Sup} (cm)	PL_{Inf} (cm)	H_T (cm)	A (cm ²)	I_x (cm ⁴)	W_{BRUTO} (cm ³)	W_{NETO} (cm ³)
V-21A	0,9	30 x 1,6	25,4 x 1,6	166,6	388,2	1825849	21514	17211
V-21B	0,9	30 x 2,8	25,4 x 2,8	169	454,5	2292264	26391	21113

[Volver al texto...](#)

LONGITUDES

Pórticos	Longitud (m)
1	8,56
2	8,56
3	6,11
4	10,82
5	6,29
6	8,56
7	8,56
8	8,56
9	6,18
10	10,33
11	9,22
12	9,20
13	9,23
14	9,23
15	9,23
16	9,23
17	9,23
18	9,23
19	9,23
20	9,23
21	9,19
22	9,19
23	9,23

Pórticos	Longitud (m)
24	9,23
25	9,23
26	9,23
27	9,88
28	12,04
29	14,21
30	6,71
31	7,75
32	9,90
33	8,54
34	11,46
35	7,48
36	8,08
37	8,54
38	8,54
39	8,54
40	8,54
41	8,54
42	8,54
43	8,54
44	8,51
45	8,54
46	8,54

ANEXO III “Resumen de Columnas”.

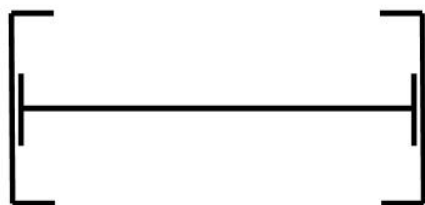
SECCIONES

Columna Tipo	A (cm ²)	I _x (cm ⁴)	I _y (cm ⁴)	R _x (cm)	R _y (cm)	W _{BRUTO X} (cm ³)	W _{NETO X} (cm ³)	W _{BRUTO Y} (cm ³)	W _{NETO Y} (cm ³)
1	249,64	105191	28144	20,53	10,62	4355	3484	1431	1145
2	340,89	161068	39119	21,73	10,71	6353	5082	2058	1646
3	252,66	110083	28146	20,87	10,55	4465	3572	1481	1185
4	190,76	75894	31319	19,94	12,81	3229	2583	1565	1252
5	303,12	120108	42699	19,91	11,87	5004	4003	2247	1798
6	380,48	173613	48869	21,36	11,33	6808	5446	2572	2058

Columna Tipo	Descripción
1	No Reforzadas
2	Reforzadas
3	Pórticos 21 y 22
4	Col 29 izq. (Atípica)
5	Col 34 izq. (Atípica)
6	Col 34 der. (Atípica)

Descripción	Columna que corresponde
No Reforzadas	12 al 20, 23 al 26, 44 al 46, 3I, 5D, 9D, 10I, 27I, 28I, 30D y 32D
Reforzadas	1, 2, 4, 6, 7, 8, 11, 33, 3D, 5I, 9I, 10D, 28D, 29D y 30I

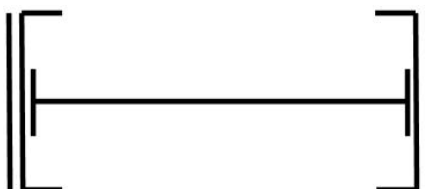
Columna Tipo 1



✓ 45,7 x 15,2
✓ $\delta_{alma} = 1,2$
✓ $\delta_{ala} = 1,8$

✓ 38,0 x 8,9
✓ $\delta_{alma} = 1,3$
✓ $\delta_{ala} = 1,5$

Columna Tipo 2

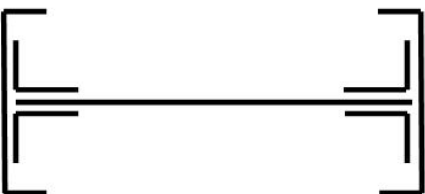


✓ 45,7 x 15,2
✓ $\delta_{alma} = 1,2$
✓ $\delta_{ala} = 1,8$

✓ 38,0 x 8,9
✓ $\delta_{alma} = 1,3$
✓ $\delta_{ala} = 1,5$

✓ 2 x 38,0 x 1,2

Columna Tipo 3

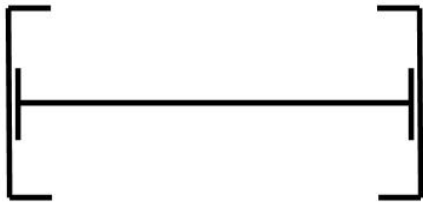


✓ 38,0 x 8,9
✓ $\delta_{alma} = 1,3$
✓ $\delta_{ala} = 1,5$

✓ 9 x 9 x 0,9

✓ 38,0 x 1,2

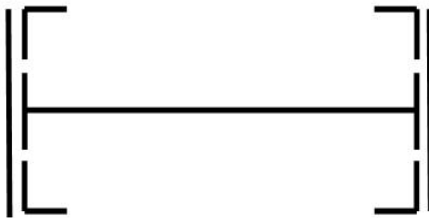
Columna Tipo 4



- ✓ 45,4 x 19,3
- ✓ $\delta_{alma} = 0,7$
- ✓ $\delta_{ala} = 1,0$

- ✓ 40,0 x 11,5
- ✓ $\delta_{alma} = 0,8$
- ✓ $\delta_{ala} = 1,35$

Columna Tipo 5

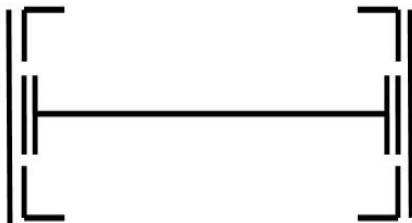


- ✓ 45,2 x 16,0
- ✓ $\delta_{alma} = 1,2$
- ✓ $\delta_{ala} = 1,3$

- ✓ 16 x 11 x 1,0

- ✓ 38,0 x 1,4

Columna Tipo 6



- ✓ 45,0 x 16,0
- ✓ $\delta_{alma} = 1,2$
- ✓ $\delta_{ala} = 1,3$

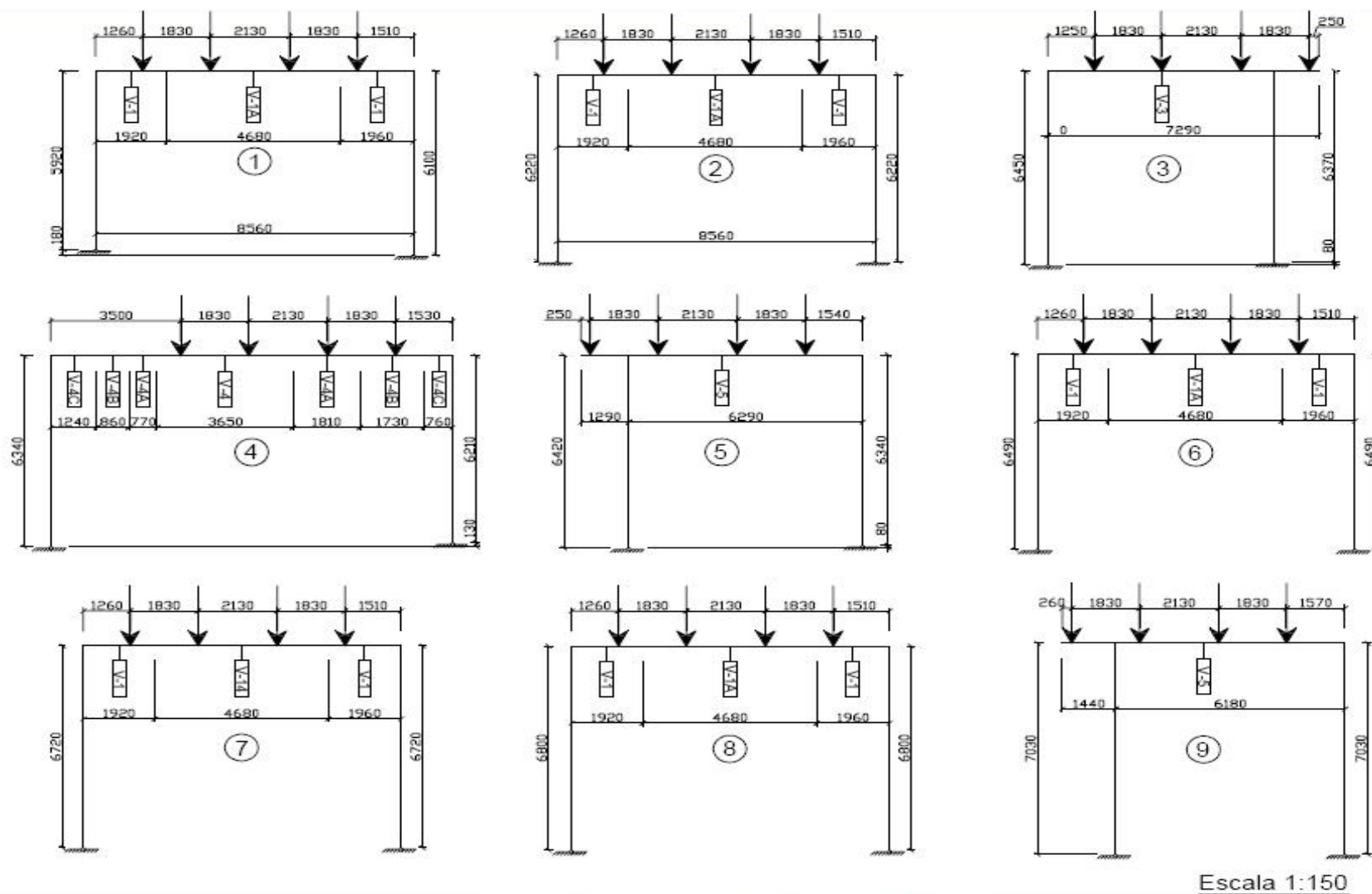
- ✓ 16 x 11 x 1,0

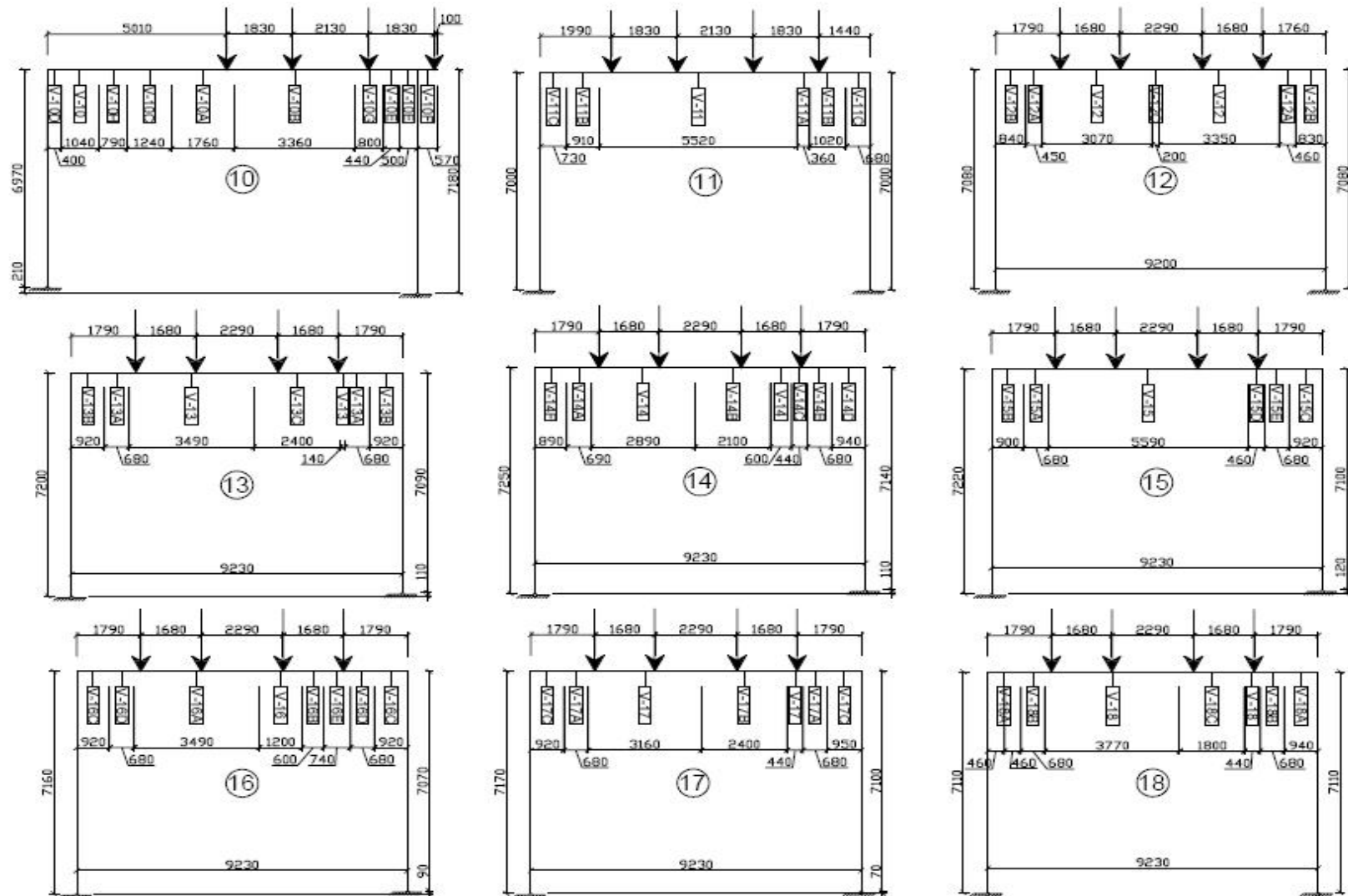
- ✓ 38,0 x 2,0
- ✓ 16,0 x 1,0

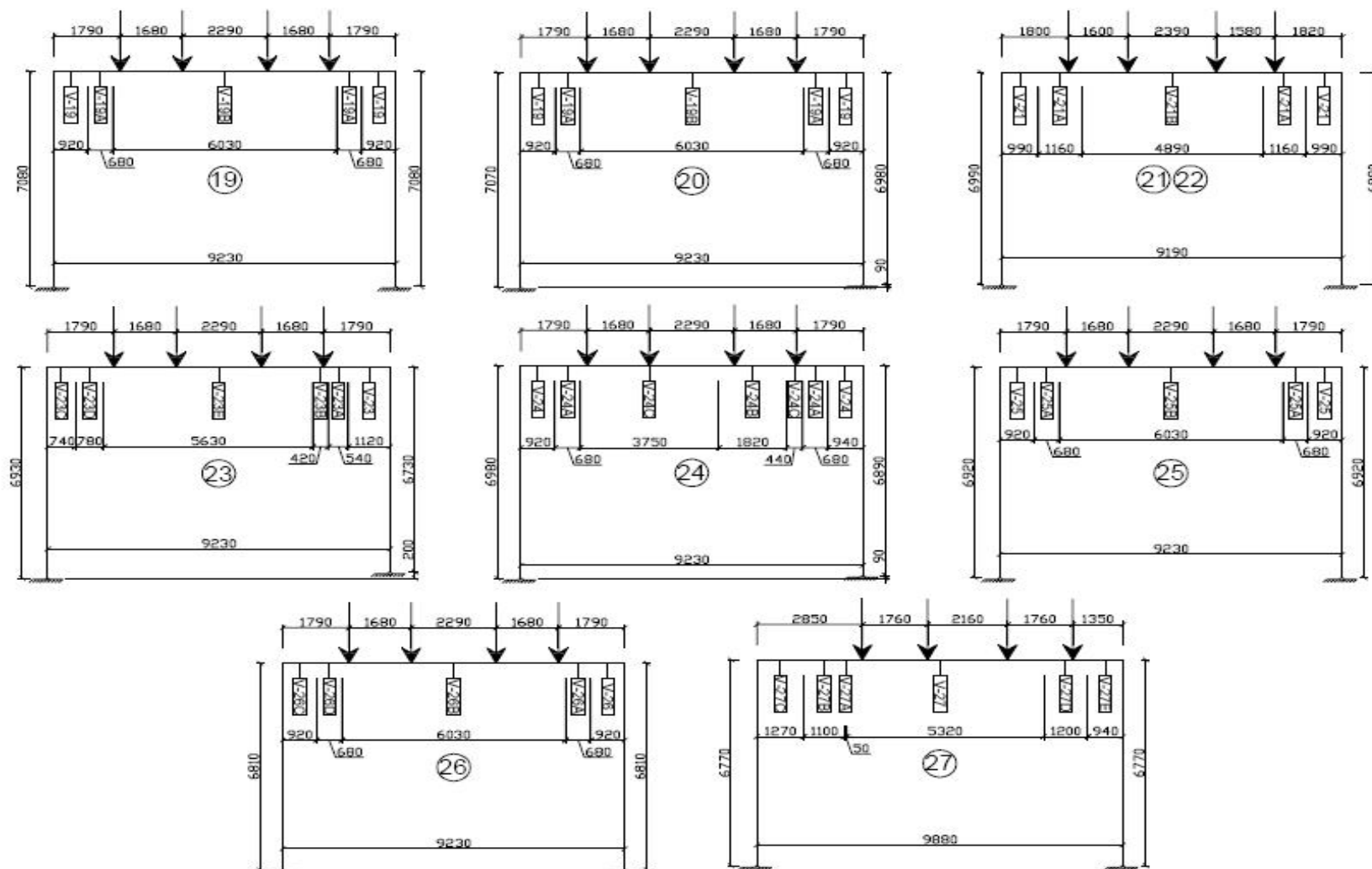
Nota: todas las dimensiones son dadas en centímetros.

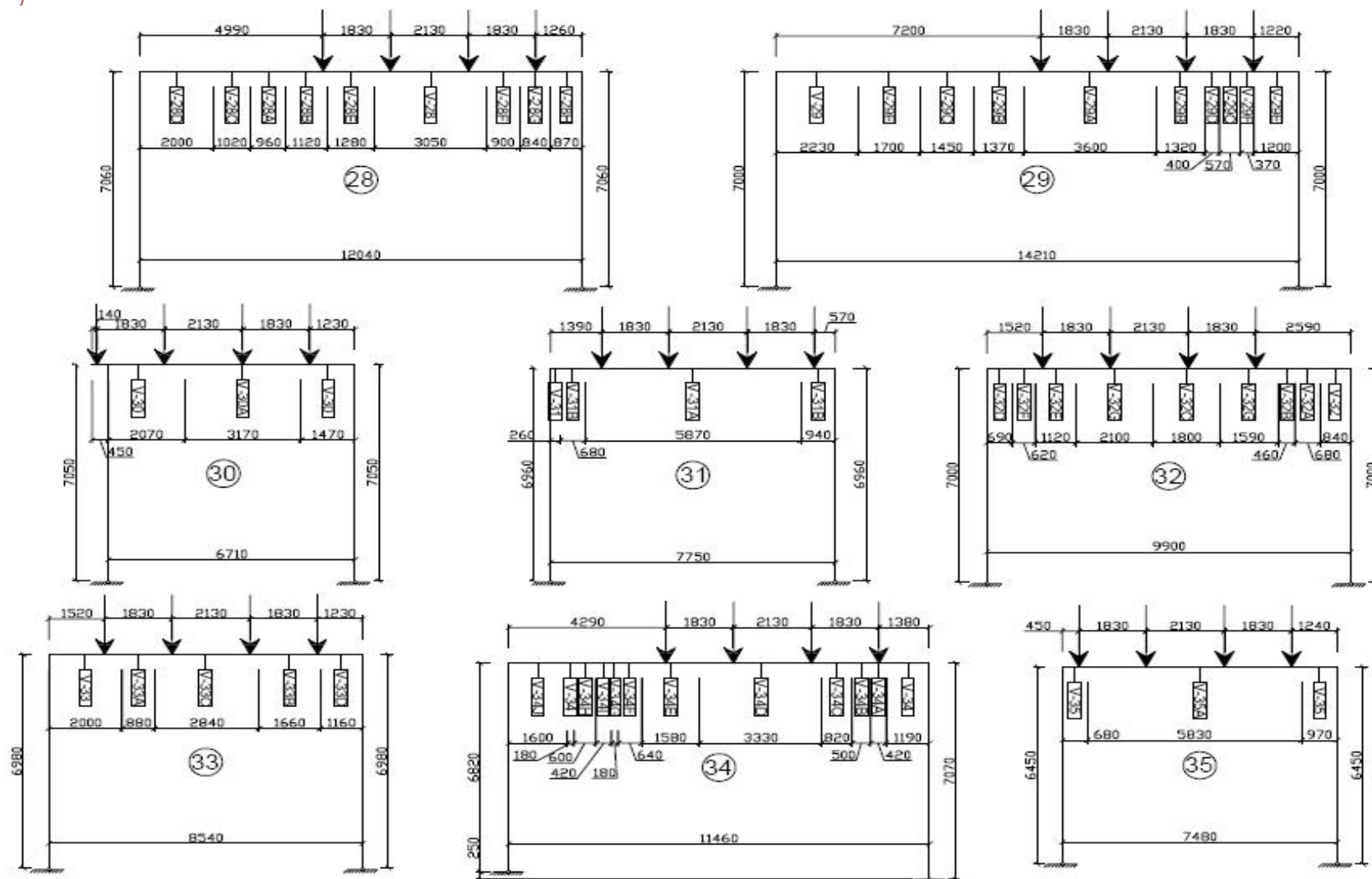
[Volver al texto...](#)

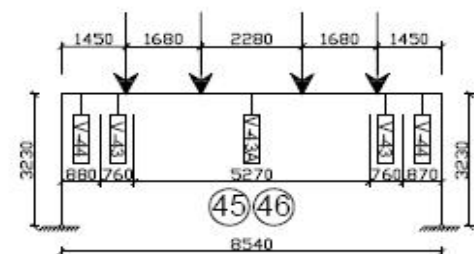
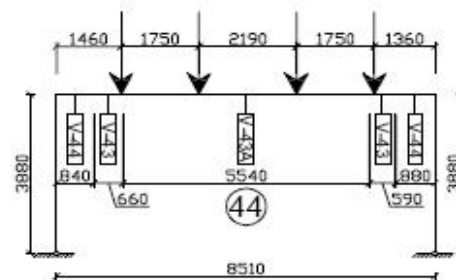
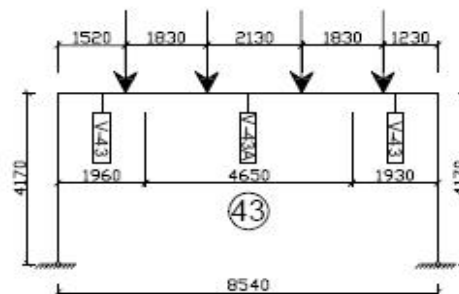
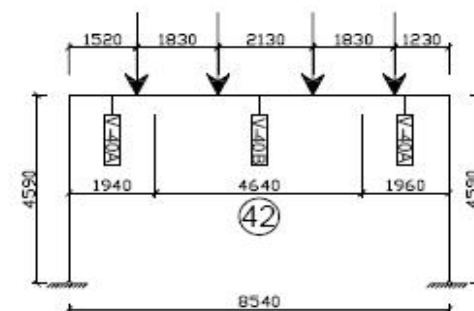
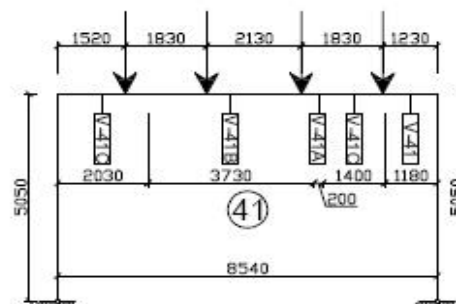
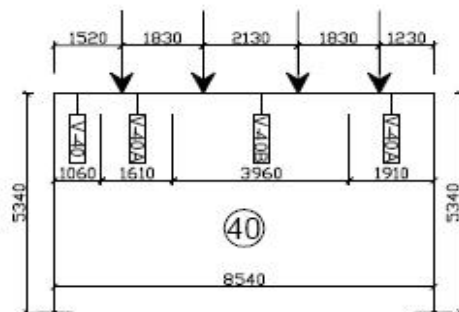
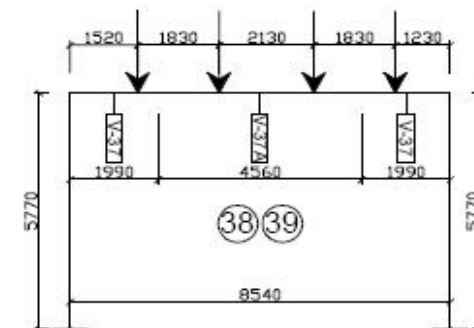
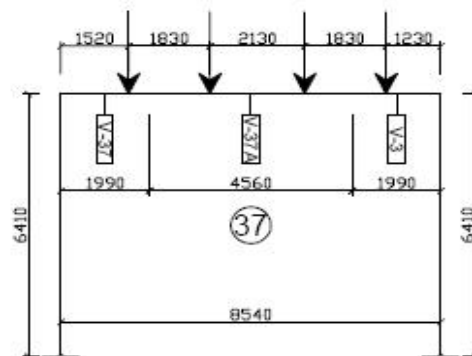
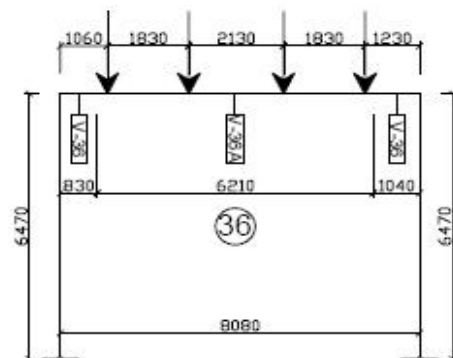
DIMENSIONES Y CORTES







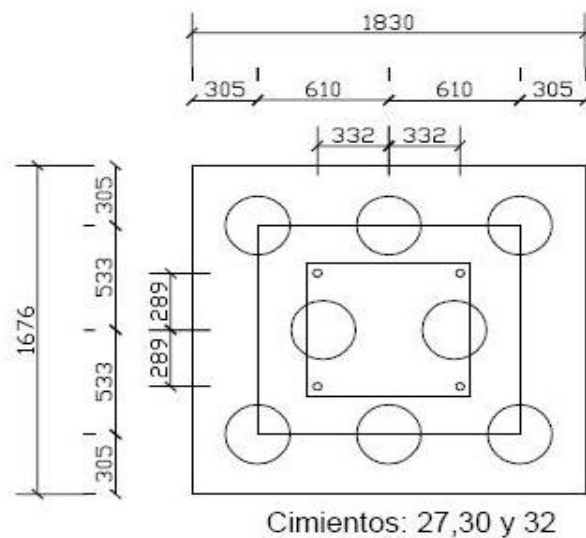


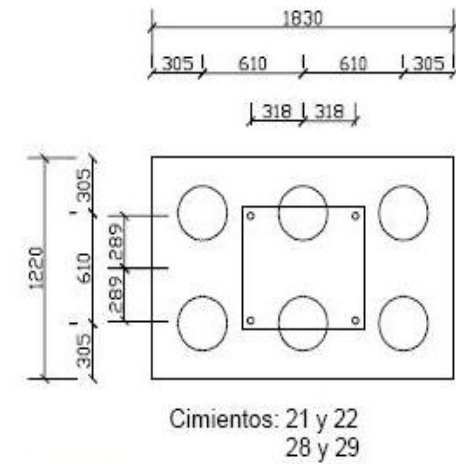
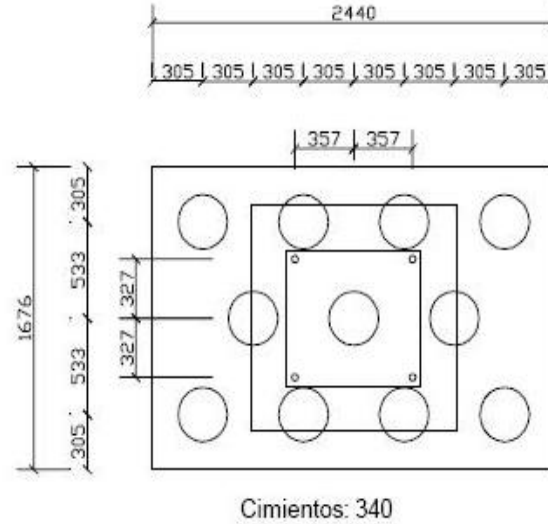
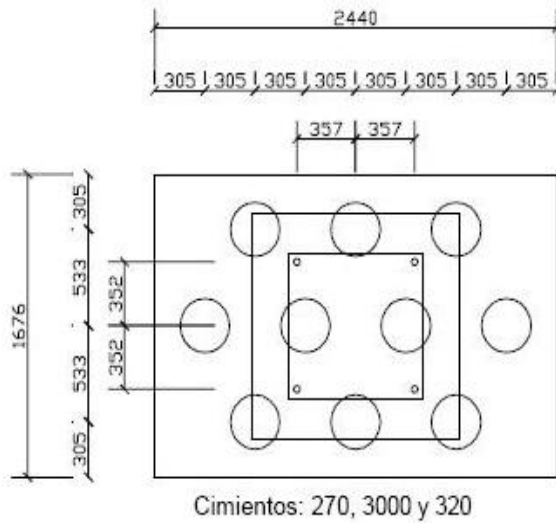
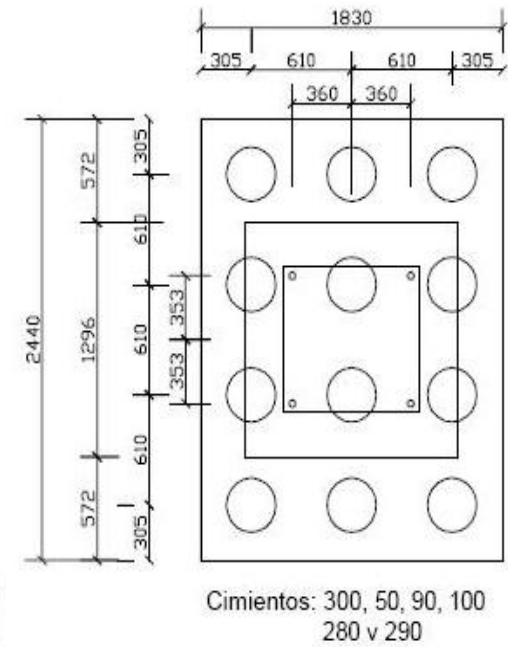
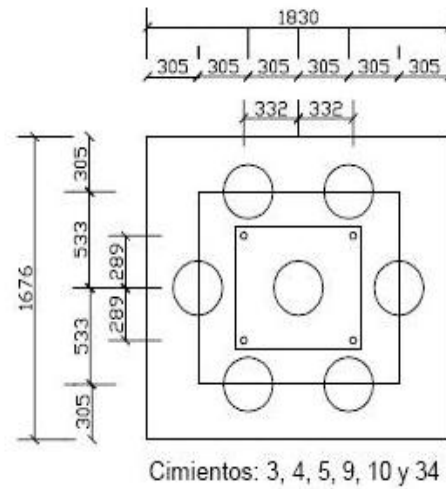
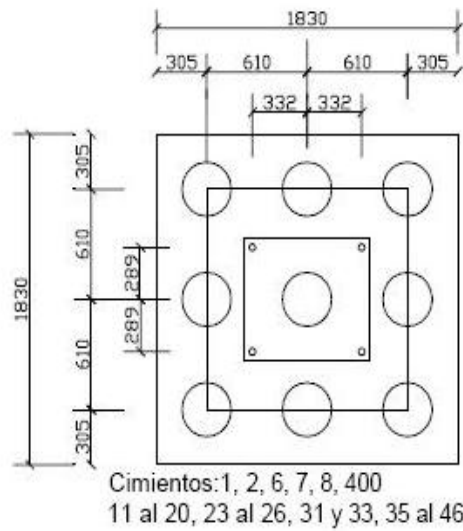


[Volver al texto...](#)

ANEXO IV “Resumen de Cimentación”.

Nº de Pilotes	Columna que corresponde
6	21, 22, 28I y 29I
7	3I, 4I, 5D, 10D, 11I y 34I
8	27I, 30D y 32D
9	1, 2, 4D, 6 al 9, 12 al 20, 23 al 26, 31, 33 y 35 al 46
10	27D, 30I y 32I,
11	34D
12	3D, 5I, 10I, 11D, 12D, 28D y 29D

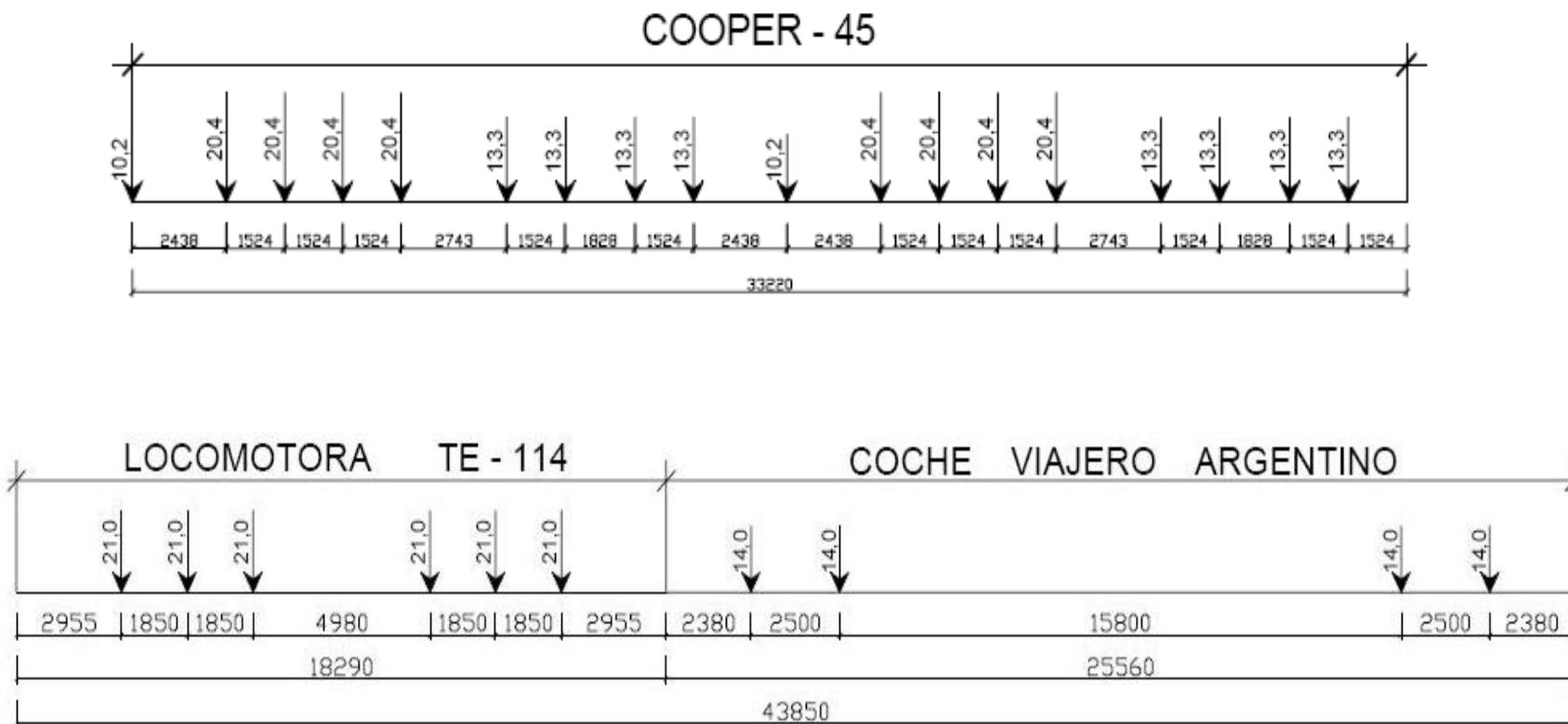


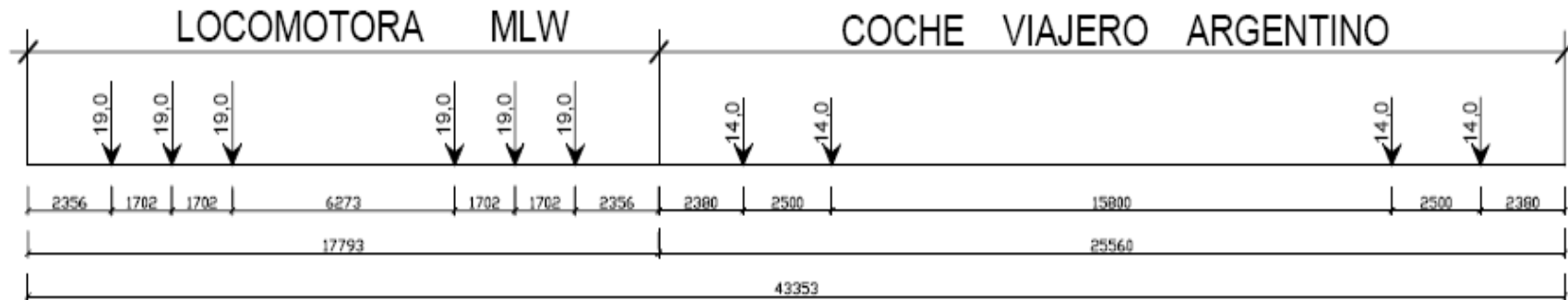


[Volver al texto...](#)

ANEXO V “Resumen de Cargas y sus Combinaciones”.

Carga Vertical Móvil





Nota: Todos los valores de distancias son en milímetros y las cargas en toneladas.

[Volver al texto...](#)

Combinaciones de Cargas

Para Ambas Curvas

- ✓ Peso Muerto + Cama De Vía.
- ✓ Peso Muerto + Cama De Vía + C.V.M. carr1
- ✓ Peso Muerto + Cama De Vía + C.V.M. carr2
- ✓ Peso Muerto + Cama De Vía + C.V.M. carr1 + F.F.
- ✓ Peso Muerto + Cama De Vía + C.V.M. carr2 + F.F.
- ✓ Peso Muerto + Cama De Vía + C.V.M. carr1 + F.F. + F.C.
- ✓ Peso Muerto + Cama De Vía + C.V.M. carr2 + F.F. + F.C.

- ✓ Peso Muerto + Cama De Vía + C.V.M. carr1 + F.H.L. mar + F.F.
- ✓ Peso Muerto + Cama De Vía + C.V.M. carr2 + F.H.L. mar + F.F.
- ✓ Peso Muerto + Cama De Vía + C.V.M. carr1 + F.H.L. tierra + F.F.
- ✓ Peso Muerto + Cama De Vía + C.V.M. carr2 + F.H.L. tierra + F.F.

Para Ambas Rectas

- ✓ Peso Muerto + Cama De Vía
- ✓ Peso Muerto + Cama De Vía + C.V.M. carr1
- ✓ Peso Muerto + Cama De Vía + C.V.M. carr2
- ✓ Peso Muerto + Cama De Vía + C.V.M. carr1 + F.F.
- ✓ Peso Muerto + Cama De Vía + C.V.M. carr2 + F.F.
- ✓ Peso Muerto + Cama De Vía + C.V.M. carr1 + F.H.L. mar + FF
- ✓ Peso Muerto + Cama De Vía + C.V.M. carr2 + F.H.L. mar + FF
- ✓ Peso Muerto + Cama De Vía + C.V.M. carr1 + F.H.L. tierra + FF
- ✓ Peso Muerto + Cama De Vía + C.V.M. carr2 + F.H.L. tierra + FF

Nota: No se utilizó la combinación de 2 vehículos ferroviarios sobre el puente al mismo tiempo ya que producto al gálibo, no pueden circular al mismo tiempo por las curvas de Los Elevados del F.F.C.C Entrada a La Habana, además debido al grado de deterioro que existe actualmente, no sería prudente utilizar dicha combinación.

Descripción de Términos

- ✓ Peso Muerto – Peso propio de las columnas, de las vigas longitudinales y de las vigas transversales.
- ✓ Cama De Vía – 0.35 ton/m.
- ✓ C.V.M. (Carga Vertical Móvil) –Está conformado por 3 Locomotoras TE-114K, MLW y COOPER-45 que cada una se considera por separado.
- ✓ F.F. (Fuerza de frenado) – 0.6 ton/m.
- ✓ F.C. (Fuerza Centrífuga) – 0.18 ton/m.
- ✓ F.H.L. (Fuerza Horizontal Lateral) – 0.6 ton/m.

Coeficientes

Coeficiente de mayoración del peso propio del pórtico (entiéndase el peso de los elemento VT, VL y Columnas)

$\gamma_s = 1,1$ (Para combinaciones de vigas)

$\gamma_s = 0,9$ (Para combinaciones de columnas)

Coeficiente de mayoración peso muerto (entiéndase Cama de la Vía)

$\gamma_s = 1.3$ (para combinaciones de vigas)

$\gamma_s = 1.2$ (para combinaciones de columnas)

Coeficiente de mayoración de la carga vertical móvil (entiéndase todo lo referente a ella)

$\gamma_s = 1.3$ (para cualquier combinación)

Coeficiente dinámico

La carga móvil (además del coeficiente de mayoración 1,3) se verá afectada por el coeficiente dinámico (C.D.), que para el Método de Estados Límites se utiliza la siguiente expresión:

$$1 + \frac{18}{30+L.V} * \frac{V(Km/h)}{60}$$

Esta fórmula solo se utiliza para la TE-114-K y MLW ya que no se usa la Cooper-45.

Para el caso del Método de Tensiones Admisibles se utiliza la expresión (1) para la COOPER-45 y la expresión (2) para la TE-114K y la MLW.

$$(1) \quad 1 + \frac{27}{30+L.V} * \frac{V(Km/h)}{60}$$

$$(2) \quad 1 + \frac{21}{30+L.V} * \frac{V(Km/h)}{60}$$

Como en este caso no hay afectación debido al coeficiente de mayoración, la carga móvil solamente se afecta por el coeficiente dinámico.

Para el caso de que algún elemento falle (sea por momento o cortante), se afecta el coeficiente dinámico disminuyendo la velocidad del equipo tractor, siempre tratando que el coeficiente dinámico nunca sea menor que 1,2.

Luego de hacerse esta operación se volverá a rectificar el coeficiente en cada combinación y se procederá a obtener los nuevos valores de momento y cortante que le corresponda al elemento que falló, esto se haría para cada método o sea para Estados Límites y Tensiones Admisibles.

[Volver al texto...](#)

ANEXO VI “Resumen de Solicitaciones para Vigas longitudinales”.

ESTADOS LÍMITES para 30 KM/h

Tramo	V.L	Momento Max (Ton·m)		W _{ngto} (m ³)	σ (MPa)	
		TE-114K	MLW		TE-114K	MLW
1	VL - 1	578,2	493,8	0,022363	230,02	196,44
	VL - 2	578,5	494,5	0,022363	230,14	196,72
	VL - 3	595,9	512,2	0,022363	237,06	203,76
	VL - 4	604,4	520,8	0,022363	240,44	207,18
2	VL - 1	554,5	475,9	0,022363	220,59	189,32
	VL - 2	565,6	484,3	0,022363	225	192,66
	VL - 3	585,7	501,7	0,022363	233	199,58
	VL - 4	595,4	511,7	0,022363	236,86	203,56
3	VL - 1	519,4	449,1	0,022363	206,63	178,66
	VL - 2	542,6	466,9	0,022363	215,85	185,74
	VL - 3	573,7	489,4	0,022363	228,23	194,69
	VL - 4	590,6	506,7	0,022363	234,95	201,57
4	VL - 1	569,3	487,1	0,022363	226,48	193,78
	VL - 2	568,1	485,5	0,022363	226	193,14
	VL - 3	565,7	480,9	0,022363	225,04	191,31
	VL - 4	561,8	476,9	0,022363	223,49	189,72
5	VL - 1	563	482,4	0,022363	223,97	191,91
	VL - 2	577,8	493,9	0,022363	229,86	196,48
	VL - 3	600,7	516,9	0,022363	238,97	205,63

	VL - 4	614,2	521,3	0,022363	244,34	207,39
6	VL - 1	564,1	481,1	0,022363	224,41	191,39
	VL - 2	562,8	482,3	0,022363	223,89	191,87
	VL - 3	579,2	495,1	0,022363	230,42	196,96
	VL - 4	585,4	501,4	0,022363	232,88	199,46
7	VL - 1	566,9	487,6	0,022363	225,52	193,97
	VL - 2	568,2	486,3	0,022363	226,04	193,46
	VL - 3	588,1	504,2	0,022363	233,96	200,58
	VL - 4	597,9	514,1	0,022363	237,85	204,52
8	VL - 1	559,5	479,7	0,022363	222,58	190,83
	VL - 2	569	486,9	0,022363	226,36	193,7
	VL - 3	587,5	503,5	0,022363	233,72	200,3
	VL - 4	596,1	512,2	0,022363	237,14	203,76
9	VL - 1	559,9	480	0,022363	222,74	190,95
	VL - 2	569,5	487,3	0,022363	226,56	193,86
	VL - 3	588	504,1	0,022363	233,92	200,54
	VL - 4	596,5	512,7	0,022363	237,3	203,96
10	VL - 1	551,3	358,8	0,022363	219,32	142,73
	VL - 2	563,6	482,9	0,022363	224,21	192,1
	VL - 3	585,6	501,6	0,022363	232,96	199,54
	VL - 4	596,8	512,9	0,022363	237,42	204,04
11	VL - 1	561,9	477,3	0,022363	223,53	189,88
	VL - 2	568,3	486,9	0,022363	226,08	193,7
	VL - 3	585,1	501,1	0,022363	232,76	199,35
	VL - 4	595,8	511,9	0,022363	237,02	203,64
12	VL - 1	563,3	482,6	0,022363	224,09	191,99

	VL - 2	415,6	364,3	0,022363	165,33	144,92
	VL - 3	581,9	497,9	0,022363	231,49	198,07
	VL - 4	586,3	502,3	0,022363	233,24	199,82
13	VL - 1	575,9	492,3	0,02461	208,18	177,96
	VL - 2	575,9	492,3	0,02461	208,18	177,96
	VL - 3	583,8	499,8	0,02461	211,04	180,67
	VL - 4	583,8	499,8	0,02461	211,04	180,67
14	VL - 1	575,9	492,3	0,02461	208,18	177,96
	VL - 2	575,9	492,3	0,02461	208,18	177,96
	VL - 3	583,8	499,7	0,02461	211,04	180,63
	VL - 4	583,8	499,7	0,02461	211,04	180,63
15	VL - 1	575,9	492,3	0,02461	208,18	177,96
	VL - 2	575,9	492,3	0,02461	208,18	177,96
	VL - 3	583,8	499,7	0,02461	211,04	180,63
	VL - 4	583,8	499,7	0,02461	211,04	180,63
16	VL - 1	575,9	492,3	0,02461	208,18	177,96
	VL - 2	575,9	492,3	0,02461	208,18	177,96
	VL - 3	583,8	499,7	0,02461	211,04	180,63
	VL - 4	583,8	499,7	0,02461	211,04	180,63
17	VL - 1	575,9	492,3	0,02461	208,18	177,96
	VL - 2	575,9	492,3	0,02461	208,18	177,96
	VL - 3	583,8	499,7	0,02461	211,04	180,63
	VL - 4	583,8	499,7	0,02461	211,04	180,63
18	VL - 1	575,9	492,3	0,02461	208,18	177,96
	VL - 2	575,9	492,3	0,02461	208,18	177,96
	VL - 3	583,8	499,7	0,02461	211,04	180,63

	VL - 4	583,8	499,7	0,02461	211,04	180,63
19	VL - 1	575,9	492,3	0,02461	208,18	177,96
	VL - 2	575,9	492,3	0,02461	208,18	177,96
	VL - 3	583,8	499,8	0,02461	211,04	180,67
	VL - 4	583,8	499,7	0,02461	211,04	180,63
20	VL - 1	575,9	492,3	0,02461	208,18	177,96
	VL - 2	575,9	492,3	0,02461	208,18	177,96
	VL - 3	583,8	499,7	0,02461	211,04	180,63
	VL - 4	583,8	499,7	0,02461	211,04	180,63
21	VL - 1	575,9	492,3	0,02461	208,18	177,96
	VL - 2	575,9	492,3	0,02461	208,18	177,96
	VL - 3	583,7	499,7	0,02461	211	180,63
	VL - 4	583,7	499,7	0,02461	211	180,63
22	VL - 1	127,7	120,6	0,005798	195,93	185,04
	VL - 2	127,7	120,6	0,005798	195,93	185,04
	VL - 3	149,2	140,1	0,005798	228,92	214,96
	VL - 4	149,2	140,1	0,005798	228,92	214,96
23	VL - 1	576,5	492,9	0,02461	208,4	178,18
	VL - 2	577,1	493,3	0,02461	208,61	178,32
	VL - 3	585,4	501,4	0,02461	211,61	181,25
	VL - 4	585,9	501,9	0,02461	211,8	181,43
24	VL - 1	579,7	490,7	0,02461	209,55	177,38
	VL - 2	573,3	490,4	0,02461	207,24	177,27
	VL - 3	580,8	496,8	0,02461	209,95	179,59
	VL - 4	580,5	496,4	0,02461	209,84	179,44
25	VL - 1	574,5	491,3	0,02461	207,67	177,6

	VL - 2	574,8	491,5	0,02461	207,78	177,67
	VL - 3	583,2	499,2	0,02461	210,82	180,45
	VL - 4	583,4	499,4	0,02461	210,89	180,53
26	VL - 1	575,6	492,1	0,02461	208,07	177,89
	VL - 2	575,3	491,9	0,02461	207,96	177,81
	VL - 3	582,9	498,8	0,02461	210,71	180,31
	VL - 4	582,5	498,5	0,02461	210,57	180,2
27	VL - 1	576,8	493,2	0,02461	208,51	178,28
	VL - 2	576,7	493	0,02461	208,47	178,21
	VL - 3	583,4	499,4	0,02461	210,89	180,53
	VL - 4	582,8	498,9	0,02461	210,67	180,35
28	VL - 1	579,5	487,4	0,022363	230,53	193,89
	VL - 2	563,2	482,6	0,022363	224,05	191,99
	VL - 3	565,6	480,8	0,022363	225	191,27
	VL - 4	560,5	475,6	0,022363	222,98	189,2
29	VL - 1	604,1	517,3	0,022363	240,32	205,79
	VL - 2	594,3	508,6	0,022363	236,42	202,33
	VL - 3	589,6	505,7	0,022363	234,55	201,18
	VL - 4	580,4	496,4	0,022363	230,89	197,48
30	VL - 1	580,8	496,6	0,022363	231,05	197,55
	VL - 2	575,8	492,2	0,022363	229,06	195,8
	VL - 3	578,8	494,7	0,022363	230,26	196,8
	VL - 4	574,8	490,7	0,022363	228,66	195,21
31	VL - 1	585,8	501,1	0,022363	233,04	199,35
	VL - 2	567,7	485,9	0,022363	225,84	193,3
	VL - 3	557,6	472,7	0,022363	221,82	188,05

	VL - 4	541,3	457,4	0,022363	215,34	181,96
32	VL - 1	584,9	500,3	0,022363	232,68	199,03
	VL - 2	578,8	494,8	0,022363	230,26	196,84
	VL - 3	579,9	495,9	0,022363	230,69	197,28
	VL - 4	574,5	490,4	0,022363	228,55	195,09
33	VL - 1	576,6	492,9	0,022363	229,38	196,08
	VL - 2	572,3	489,5	0,022363	227,67	194,73
	VL - 3	576	491,9	0,022363	229,14	195,69
	VL - 4	572,2	488,1	0,022363	227,63	194,17
34	VL - 1	585,3	500,6	0,022363	232,84	199,15
	VL - 2	575,4	491,8	0,022363	228,9	195,65
	VL - 3	572,9	488,8	0,022363	227,91	194,45
	VL - 4	564,4	479,6	0,022363	224,53	190,79
35	VL - 1	587,1	502,2	0,022363	233,56	199,78
	VL - 2	587,3	494,3	0,022363	233,64	196,64
	VL - 3	576,5	492,4	0,022363	229,34	195,88
	VL - 4	568,8	484,1	0,022363	226,28	192,58
36	VL - 1	583,9	499,4	0,022363	232,29	198,67
	VL - 2	576,2	492,5	0,022363	229,22	195,92
	VL - 3	575,8	491,7	0,022363	229,06	195,61
	VL - 4	569,1	484,3	0,022363	226,4	192,66
37	VL - 1	585,9	501,1	0,022363	233,08	199,35
	VL - 2	578,7	494,8	0,022363	230,22	196,84
	VL - 3	578,8	494,7	0,022363	230,26	196,8
	VL - 4	572,4	488,3	0,022363	227,71	194,25
38	VL - 1	586,9	502	0,022363	233,48	199,7

	VL - 2	580,9	496,7	0,022363	231,09	197,59
	VL - 3	581,8	497,8	0,022363	231,45	198,03
	VL - 4	576,7	492,4	0,022363	229,42	195,88
39	VL - 1	581,9	497,6	0,022363	231,49	197,95
	VL - 2	576,3	492,6	0,022363	229,26	195,96
	VL - 3	578,2	494,1	0,022363	230,02	196,56
	VL - 4	573,2	489,1	0,022363	228,03	194,57
40	VL - 1	586,7	501,8	0,022363	233,4	199,62
	VL - 2	580,1	496	0,022363	230,77	197,32
	VL - 3	580,7	496,7	0,022363	231,01	197,59
	VL - 4	574,8	490,8	0,022363	228,66	195,25
41	VL - 1	586,7	501,8	0,022363	233,4	199,62
	VL - 2	580,2	496,1	0,022363	230,81	197,36
	VL - 3	580,8	496,8	0,022363	231,05	197,63
	VL - 4	574,9	490,9	0,022363	228,7	195,29
42	VL - 1	585,1	500,4	0,022363	232,76	199,07
	VL - 2	578,9	494,9	0,022363	230,3	196,88
	VL - 3	579,9	495,9	0,022363	230,69	197,28
	VL - 4	574,4	490,3	0,022363	228,51	195,05
43	VL - 1	584,7	500,2	0,022363	232,6	198,99
	VL - 2	578,7	494,7	0,022363	230,22	196,8
	VL - 3	579,8	495,8	0,022363	230,65	197,24
	VL - 4	574,3	490,2	0,022363	228,47	195,01
44	VL - 1	584,1	499,5	0,022363	232,36	198,71
	VL - 2	579,5	495,4	0,022363	230,53	197,08
	VL - 3	583,8	499,8	0,022363	232,25	198,83

	VL - 4	579,8	495,7	0,022363	230,65	197,2
45	VL - 1	577,3	493,5	0,02461	208,69	178,39
	VL - 2	576,4	492,8	0,02461	208,36	178,14
	VL - 3	585	501	0,02461	211,47	181,1
	VL - 4	584,1	500,1	0,02461	211,14	180,78
46	VL - 1	582,9	498,4	0,02461	210,71	180,16
	VL - 2	574,1	491	0,02461	207,53	177,49
	VL - 3	582,2	498,2	0,02461	210,46	180,09
	VL - 4	582,2	498,2	0,02461	210,46	180,09
47	VL - 1	587,8	502,9	0,02461	212,48	181,79
	VL - 2	587,8	502,9	0,02461	212,48	181,79
	VL - 3	594,4	510,5	0,02461	214,87	184,54
	VL - 4	594,4	510,5	0,02461	214,87	184,54

Tramo	V.L.	Momento 1/4L (Ton·m)		W _{neto} (cm ³)	σ (MPa)	
		TE-114K	MLW		TE-114K	MLW
1	VL - 1	398,8	398,8	0,022363	158,65	158,65
	VL - 2	459,8	449,8	0,022363	182,91	178,94
	VL - 3	480,9	469,7	0,022363	191,31	186,85
	VL - 4	487,3	476,3	0,022363	193,86	189,48
2	VL - 1	445,4	433,3	0,022363	177,19	172,37
	VL - 2	451,7	439,8	0,022363	179,69	174,96
	VL - 3	473,6	462,3	0,022363	188,4	183,91
	VL - 4	480,6	469,5	0,022363	191,19	186,77
3	VL - 1	423,9	411,5	0,022363	168,63	163,7
	VL - 2	438,1	426	0,022363	174,28	169,47
	VL - 3	464,3	452,8	0,022363	184,71	180,13
	VL - 4	477,2	466	0,022363	189,84	185,38
4	VL - 1	456,3	444,3	0,022363	181,52	176,75
	VL - 2	457,4	445,9	0,022363	181,96	177,39
	VL - 3	458	446,4	0,022363	182,2	177,58
	VL - 4	455,5	443,9	0,022363	181,2	176,59
5	VL - 1	450,7	438,7	0,022363	179,29	174,52
	VL - 2	459,5	447,7	0,022363	182,8	178,1
	VL - 3	485,1	473,9	0,022363	192,98	188,52
	VL - 4	491,2	484,1	0,022363	195,41	192,58
6	VL - 1	447,3	435,4	0,022363	177,94	173,21
	VL - 2	450,6	438,6	0,022363	179,25	174,48

	VL - 3	476,6	457,4	0,022363	189,6	181,96
	VL - 4	473,5	462,2	0,022363	188,37	183,87
7	VL - 1	453,5	441,5	0,022363	180,41	175,63
	VL - 2	453,3	441,7	0,022363	180,33	175,71
	VL - 3	475,5	464,2	0,022363	189,16	184,67
	VL - 4	483,2	472	0,022363	192,22	187,77
8	VL - 1	448,3	436,7	0,022363	178,34	173,73
	VL - 2	454,1	444,2	0,022363	180,65	176,71
	VL - 3	475,2	463,8	0,022363	189,04	184,51
	VL - 4	481,6	470,4	0,022363	191,59	187,13
9	VL - 1	448,5	436,5	0,022363	178,42	173,65
	VL - 2	454,3	442,4	0,022363	180,73	175,99
	VL - 3	475,3	464	0,022363	189,08	184,59
	VL - 4	481,8	470,7	0,022363	191,67	187,25
10	VL - 1	443,6	431,5	0,022363	176,47	171,66
	VL - 2	450,9	439	0,022363	179,37	174,64
	VL - 3	473,6	462,3	0,022363	188,4	183,91
	VL - 4	482,1	470,8	0,022363	191,79	187,29
11	VL - 1	446,4	434,5	0,022363	177,58	172,85
	VL - 2	451,6	439,8	0,022363	179,65	174,96
	VL - 3	473,3	461,9	0,022363	188,29	183,75
	VL - 4	481,5	470,3	0,022363	191,55	187,09
12	VL - 1	450,8	438,8	0,022363	179,33	174,56
	VL - 2	453,7	441,8	0,022363	180,49	175,75
	VL - 3	470,7	459,3	0,022363	187,25	182,72
	VL - 4	472,8	463,2	0,022363	188,09	184,27

13	VL - 1	512,9	446,6	0,02461	185,41	161,44
	VL - 2	512,9	446,6	0,02461	185,41	161,44
	VL - 3	528,5	460,9	0,02461	191,05	166,61
	VL - 4	528,5	460,9	0,02461	191,05	166,61
14	VL - 1	512,9	446,6	0,02461	185,41	161,44
	VL - 2	512,9	446,6	0,02461	185,41	161,44
	VL - 3	528,4	460,8	0,02461	191,01	166,57
	VL - 4	528,4	460,8	0,02461	191,01	166,57
15	VL - 1	512,9	446,6	0,02461	185,41	161,44
	VL - 2	512,9	446,6	0,02461	185,41	161,44
	VL - 3	528,4	460,8	0,02461	191,01	166,57
	VL - 4	528,4	460,8	0,02461	191,01	166,57
16	VL - 1	512,9	446,6	0,02461	185,41	161,44
	VL - 2	512,9	446,6	0,02461	185,41	161,44
	VL - 3	528,4	460,8	0,02461	191,01	166,57
	VL - 4	528,4	460,8	0,02461	191,01	166,57
17	VL - 1	512,9	446,6	0,02461	185,41	161,44
	VL - 2	512,9	446,6	0,02461	185,41	161,44
	VL - 3	528,4	460,8	0,02461	191,01	166,57
	VL - 4	528,4	460,8	0,02461	191,01	166,57
18	VL - 1	512,9	446,6	0,02461	185,41	161,44
	VL - 2	512,9	446,6	0,02461	185,41	161,44
	VL - 3	528,4	460,8	0,02461	191,01	166,57
	VL - 4	528,4	460,8	0,02461	191,01	166,57
19	VL - 1	512,9	446,6	0,02461	185,41	161,44
	VL - 2	512,9	446,6	0,02461	185,41	161,44

	VL - 3	528,4	460,8	0,02461	191,01	166,57
	VL - 4	528,4	460,8	0,02461	191,01	166,57
20	VL - 1	512,9	446,6	0,02461	185,41	161,44
	VL - 2	512,9	446,6	0,02461	185,41	161,44
	VL - 3	528,4	460,8	0,02461	191,01	166,57
	VL - 4	528,4	460,8	0,02461	191,01	166,57
21	VL - 1	512,9	446,6	0,02461	185,41	161,44
	VL - 2	512,9	446,6	0,02461	185,41	161,44
	VL - 3	528,5	460,9	0,02461	191,05	166,61
	VL - 4	528,5	460,9	0,02461	191,05	166,61
22	VL - 1	107,1	101,1	0,005798	164,32	155,12
	VL - 2	107,1	101,1	0,005798	164,32	155,12
	VL - 3	125,3	117,6	0,005798	192,25	180,43
	VL - 4	125,3	117,6	0,005798	192,25	180,43
23	VL - 1	513,1	446,8	0,02461	185,48	161,51
	VL - 2	513,4	447,1	0,02461	185,59	161,62
	VL - 3	530	462,3	0,02461	191,59	167,11
	VL - 4	530,3	462,5	0,02461	191,7	167,19
24	VL - 1	511,3	445,2	0,02461	184,83	160,93
	VL - 2	511,1	445	0,02461	184,76	160,86
	VL - 3	525,6	458,3	0,02461	190	165,67
	VL - 4	525,4	458,1	0,02461	189,92	165,6
25	VL - 1	511,7	445,5	0,02461	184,97	161,04
	VL - 2	511,9	445,7	0,02461	185,04	161,11
	VL - 3	527,4	459,9	0,02461	190,65	166,25
	VL - 4	527,6	460,2	0,02461	190,72	166,36

26	VL - 1	512,2	446	0,02461	185,15	161,22
	VL - 2	512,1	445,9	0,02461	185,12	161,19
	VL - 3	527,2	459,8	0,02461	190,58	166,21
	VL - 4	527	459,6	0,02461	190,5	166,14
27	VL - 1	513,3	447	0,02461	185,55	161,58
	VL - 2	513,3	446,9	0,02461	185,55	161,55
	VL - 3	527,5	460,1	0,02461	190,68	166,32
	VL - 4	527,3	459,9	0,02461	190,61	166,25
28	VL - 1	454,3	442,5	0,021573	187,34	182,47
	VL - 2	450,7	438,8	0,021573	185,85	180,95
	VL - 3	458	446,4	0,021573	188,87	184,08
	VL - 4	454,4	442,7	0,021573	187,38	182,56
29	VL - 1	475,5	464,8	0,022363	189,16	184,9
	VL - 2	469,5	458,4	0,022363	186,77	182,36
	VL - 3	476,7	465,4	0,022363	189,64	185,14
	VL - 4	469,4	458	0,022363	186,73	182,2
30	VL - 1	461,2	449,5	0,022363	183,47	178,82
	VL - 2	458,3	446,5	0,022363	182,32	177,62
	VL - 3	468,6	457,2	0,022363	186,42	181,88
	VL - 4	465,5	454	0,022363	185,18	180,61
31	VL - 1	464,2	450,9	0,022363	184,67	179,37
	VL - 2	452,6	443	0,022363	180,05	176,23
	VL - 3	452,4	440,7	0,022363	179,97	175,32
	VL - 4	439,6	427,6	0,022363	174,88	170,11
32	VL - 1	463,4	451,9	0,022363	184,35	179,77
	VL - 2	460	448,2	0,022363	182,99	178,3

	VL - 3	469,2	457,8	0,022363	186,65	182,12
	VL - 4	465,3	453,8	0,022363	185,1	180,53
33	VL - 1	458,6	446,9	0,022363	182,44	177,78
	VL - 2	455,9	444,1	0,022363	181,36	176,67
	VL - 3	466,1	454,7	0,022363	185,42	180,89
	VL - 4	463,1	451,6	0,022363	184,23	179,65
34	VL - 1	464	452,5	0,022363	184,59	180,01
	VL - 2	458,1	446,3	0,022363	182,24	177,54
	VL - 3	464,1	452,5	0,022363	184,63	180,01
	VL - 4	457,4	445,7	0,022363	181,96	177,31
35	VL - 1	464,7	453,3	0,022363	184,86	180,33
	VL - 2	461,2	447,5	0,022363	183,47	178,02
	VL - 3	466,4	454,9	0,022363	185,54	180,97
	VL - 4	460,1	448,6	0,022363	183,03	178,46
36	VL - 1	463	451,4	0,022363	184,19	179,57
	VL - 2	458,4	446,6	0,022363	182,36	177,66
	VL - 3	468,4	454,6	0,022363	186,34	180,85
	VL - 4	462,5	449,3	0,022363	183,99	178,74
37	VL - 1	463,7	452,3	0,022363	184,47	179,93
	VL - 2	460	448,2	0,022363	182,99	178,3
	VL - 3	468,1	456,6	0,022363	186,22	181,64
	VL - 4	463,8	452,2	0,022363	184,51	179,89
38	VL - 1	465,2	453,7	0,022363	185,06	180,49
	VL - 2	461,3	449,6	0,022363	183,51	178,86
	VL - 3	470,6	459,6	0,022363	187,21	182,84
	VL - 4	466,2	454,7	0,022363	185,46	180,89

39	VL - 1	462,2	450,5	0,022363	183,87	179,22
	VL - 2	458,4	446,7	0,022363	182,36	177,7
	VL - 3	468,3	456,8	0,022363	186,3	181,72
	VL - 4	464,2	452,6	0,022363	184,67	180,05
40	VL - 1	464,5	453,1	0,022363	184,78	180,25
	VL - 2	461	449,2	0,022363	183,39	178,7
	VL - 3	469,5	458,1	0,022363	186,77	182,24
	VL - 4	465,5	454	0,022363	185,18	180,61
41	VL - 1	465,1	453,6	0,022363	185,02	180,45
	VL - 2	461	449,3	0,022363	183,39	178,74
	VL - 3	470,2	458,8	0,022363	187,05	182,52
	VL - 4	465,6	454,1	0,022363	185,22	180,65
42	VL - 1	463,5	452	0,022363	184,39	179,81
	VL - 2	460	448,3	0,022363	182,99	178,34
	VL - 3	469,1	457,7	0,022363	186,61	182,08
	VL - 4	465,3	453,8	0,022363	185,1	180,53
43	VL - 1	463,3	451,8	0,022363	184,31	179,73
	VL - 2	459,9	448,2	0,022363	182,95	178,3
	VL - 3	469,1	457,7	0,022363	186,61	182,08
	VL - 4	465,3	453,7	0,022363	185,1	180,49
44	VL - 1	463,1	451,5	0,022363	184,23	179,61
	VL - 2	460,3	448,5	0,022363	183,11	178,42
	VL - 3	472,3	460,9	0,022363	187,89	183,35
	VL - 4	469,1	457,7	0,022363	186,61	182,08
45	VL - 1	513,6	447,3	0,02461	185,66	161,69
	VL - 2	513,2	446,9	0,02461	185,51	161,55

	VL - 3	529,2	461,5	0,02461	191,3	166,83
	VL - 4	528,6	461	0,02461	191,08	166,64
46	VL - 1	514,6	448,3	0,02461	186,02	162,05
	VL - 2	512,5	445,4	0,02461	185,26	161,01
	VL - 3	527	459,7	0,02461	190,5	166,17
	VL - 4	527	459,7	0,02461	190,5	166,17
47	VL - 1	521	454,2	0,02461	188,33	164,19
	VL - 2	521,1	454,2	0,02461	188,37	164,19
	VL - 3	537,5	469,1	0,02461	194,3	169,57
	VL - 4	537,5	469,1	0,02461	194,3	169,57

Tramo	V.L.	Cortante Max (Ton)		S_x (m ³)	I_x (m ⁴)	δ (m)	τ (MPa)	
		TE-114K	MLW				TE-114K	MLW
1	VL - 1	161,41	143,2	0,01097	0,01494343	0,008	131,78	116,91
	VL - 2	162,2	143,9	0,01097	0,01494343	0,008	132,42	117,48
	VL - 3	163,2	144,9	0,01097	0,01494343	0,008	133,24	118,3
	VL - 4	164	145,7	0,01097	0,01494343	0,008	133,89	118,95
2	VL - 1	160	141,8	0,01097	0,01494343	0,008	130,62	115,77
	VL - 2	161	142,8	0,01097	0,01494343	0,008	131,44	116,58
	VL - 3	162,1	143,9	0,01097	0,01494343	0,008	132,34	117,48
	VL - 4	163,1	144,8	0,01097	0,01494343	0,008	133,16	118,21
3	VL - 1	156,6	138,5	0,01097	0,01494343	0,008	127,85	113,07
	VL - 2	158,9	140,7	0,01097	0,01494343	0,008	129,73	114,87
	VL - 3	160,9	142,7	0,01097	0,01494343	0,008	131,36	116,5
	VL - 4	162,6	144,4	0,01097	0,01494343	0,008	132,75	117,89

4	VL - 1	161,3	143,1	0,01097	0,01494343	0,008	131,69	116,83
	VL - 2	160,6	142,4	0,01097	0,01494343	0,008	131,11	116,26
	VL - 3	160,1	141,9	0,01097	0,01494343	0,008	130,71	115,85
	VL - 4	159,7	141,5	0,01097	0,01494343	0,008	130,38	115,52
5	VL - 1	160,8	142,6	0,01097	0,01494343	0,008	131,28	116,42
	VL - 2	162,1	143,9	0,01097	0,01494343	0,008	132,34	117,48
	VL - 3	163,6	145,3	0,01097	0,01494343	0,008	133,56	118,62
	VL - 4	164,9	146,6	0,01097	0,01494343	0,008	134,63	119,68
6	VL - 1	160,1	142	0,01097	0,01494343	0,008	130,71	115,93
	VL - 2	160,8	142,6	0,01097	0,01494343	0,008	131,28	116,42
	VL - 3	161,5	143,3	0,01097	0,01494343	0,008	131,85	116,99
	VL - 4	162,1	143,9	0,01097	0,01494343	0,008	132,34	117,48
7	VL - 1	161,7	143,5	0,01097	0,01494343	0,008	132,01	117,15
	VL - 2	161,3	143	0,01097	0,01494343	0,008	131,69	116,75
	VL - 3	162,4	144,1	0,01097	0,01494343	0,008	132,58	117,64
	VL - 4	163,3	145,1	0,01097	0,01494343	0,008	133,32	118,46
8	VL - 1	160,5	142,3	0,01097	0,01494343	0,008	131,03	116,17
	VL - 2	161,3	143,1	0,01097	0,01494343	0,008	131,69	116,83
	VL - 3	162,3	144,1	0,01097	0,01494343	0,008	132,5	117,64
	VL - 4	163,2	144,9	0,01097	0,01494343	0,008	133,24	118,3
9	VL - 1	160,5	142,3	0,01097	0,01494343	0,008	131,03	116,17
	VL - 2	161,4	143,2	0,01097	0,01494343	0,008	131,77	116,91
	VL - 3	162,4	144,1	0,01097	0,01494343	0,008	132,58	117,64
	VL - 4	163,2	144,9	0,01097	0,01494343	0,008	133,24	118,3
10	VL - 1	159,7	141,5	0,01097	0,01494343	0,008	130,38	115,52
	VL - 2	160,8	142,6	0,01097	0,01494343	0,008	131,28	116,42

	VL - 3	162,1	143,9	0,01097	0,01494343	0,008	132,34	117,48
	VL - 4	163,2	145	0,01097	0,01494343	0,008	133,24	118,38
11	VL - 1	159,7	141,5	0,01097	0,01494343	0,008	130,38	115,52
	VL - 2	160,8	142,6	0,01097	0,01494343	0,008	131,28	116,42
	VL - 3	162,1	143,8	0,01097	0,01494343	0,008	132,34	117,4
	VL - 4	163,1	144,9	0,01097	0,01494343	0,008	133,16	118,3
12	VL - 1	160,8	142,6	0,01097	0,01494343	0,008	131,28	116,42
	VL - 2	161,3	143	0,01097	0,01494343	0,008	131,69	116,75
	VL - 3	161,8	143,5	0,01097	0,01494343	0,008	132,09	117,15
	VL - 4	162,2	144	0,01097	0,01494343	0,008	132,42	117,56
13	VL - 1	161,9	143,7	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	134,05
	VL - 2	161,9	143,7	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	134,05
	VL - 3	161,9	143,7	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	134,05
	VL - 4	161,9	143,7	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	134,05
14	VL - 1	161,9	143,7	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	134,05
	VL - 2	161,9	143,7	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	134,05
	VL - 3	161,9	143,7	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	134,05
	VL - 4	161,9	143,7	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	134,05
15	VL - 1	161,9	143,7	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	134,05
	VL - 2	161,9	143,7	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	134,05
	VL - 3	161,9	143,7	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	134,05
	VL - 4	161,9	143,7	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	134,05
16	VL - 1	161,9	143,7	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	134,05
	VL - 2	161,9	143,2	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	133,58
	VL - 3	161,9	143,7	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	134,05
	VL - 4	161,9	143,7	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	134,05

17	VL - 1	161,9	143,7	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	134,05
	VL - 2	161,9	143,7	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	134,05
	VL - 3	161,9	143,7	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	134,05
	VL - 4	161,9	143,7	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	134,05
18	VL - 1	161,9	143,7	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	134,05
	VL - 2	161,9	143,7	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	134,05
	VL - 3	161,9	143,7	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	134,05
	VL - 4	161,9	143,7	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	134,05
19	VL - 1	161,9	143,7	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	134,05
	VL - 2	161,9	143,7	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	134,05
	VL - 3	161,9	143,7	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	134,05
	VL - 4	161,9	143,7	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	134,05
20	VL - 1	161,9	143,7	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	134,05
	VL - 2	161,9	143,7	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	134,05
	VL - 3	161,9	143,7	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	134,05
	VL - 4	161,9	143,7	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	134,05
21	VL - 1	161,9	143,7	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	134,05
	VL - 2	161,9	143,2	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	133,58
	VL - 3	161,9	143,7	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	134,05
	VL - 4	161,9	143,7	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	134,05
22	VL - 1	90,1	83,9	0,00379	0,00233566	0,032	40,6	37,8
	VL - 2	90,1	83,9	0,00379	0,00233566	0,032	40,6	37,8
	VL - 3	89,9	83,8	0,00379	0,00233566	0,032	40,51	37,76
	VL - 4	89,9	83,8	0,00379	0,00233566	0,032	40,51	37,76
23	VL - 1	162	143,7	0,01007	0,01372437	0,007	151,12	134,05
	VL - 2	162	143,8	0,01007	0,01372437	0,007	151,12	134,14

	VL - 3	162,1	143,8	0,01007	0,01372437	0,007	151,22	134,14
	VL - 4	162,1	143,9	0,01007	0,01372437	0,007	151,22	134,24
24	VL - 1	161,7	143,5	0,01007	0,01372437	0,007	150,84	133,86
	VL - 2	161,7	143,4	0,01007	0,01372437	0,007	150,84	133,77
	VL - 3	161,6	143,4	0,01007	0,01372437	0,007	150,75	133,77
	VL - 4	161,6	143,4	0,01007	0,01372437	0,007	150,75	133,77
25	VL - 1	161,8	143,6	0,01007	0,01372437	0,007	150,94	133,96
	VL - 2	161,8	143,6	0,01007	0,01372437	0,007	150,94	133,96
	VL - 3	161,9	143,6	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	133,96
	VL - 4	161,9	143,6	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	133,96
26	VL - 1	161,9	143,7	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	134,05
	VL - 2	161,9	143,7	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	134,05
	VL - 3	161,8	143,6	0,01007	0,01372437	0,007	150,94	133,96
	VL - 4	161,8	143,6	0,01007	0,01372437	0,007	150,94	133,96
27	VL - 1	162	143,8	0,01007	0,01372437	0,007	151,12	134,14
	VL - 2	162	143,8	0,01007	0,01372437	0,007	151,12	134,14
	VL - 3	161,9	143,6	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	133,96
	VL - 4	161,8	143,6	0,01007	0,01372437	0,007	150,94	133,96
28	VL - 1	161,4	143,2	0,01097	0,01494343	0,008	131,77	116,91
	VL - 2	160,9	142,7	0,01097	0,01494343	0,008	131,36	116,5
	VL - 3	160,1	141,9	0,01097	0,01494343	0,008	130,71	115,85
	VL - 4	159,6	141,4	0,01097	0,01494343	0,008	130,3	115,44
29	VL - 1	164,5	146,2	0,01097	0,01494343	0,008	134,3	119,36
	VL - 2	163,6	145,4	0,01097	0,01494343	0,008	133,56	118,7
	VL - 3	162,5	144,3	0,01097	0,01494343	0,008	132,67	117,81
	VL - 4	161,6	143,4	0,01097	0,01494343	0,008	131,93	117,07

30	VL - 1	162,4	144,2	0,01097	0,01494343	0,008	132,58	117,73
	VL - 2	162	143,8	0,01097	0,01494343	0,008	132,26	117,4
	VL - 3	161,5	143,2	0,01097	0,01494343	0,008	131,85	116,91
	VL - 4	161,1	142,8	0,01097	0,01494343	0,008	131,52	116,58
31	VL - 1	162,9	144	0,01097	0,01494343	0,008	132,99	117,56
	VL - 2	161,3	143,1	0,01097	0,01494343	0,008	131,69	116,83
	VL - 3	159,3	141,1	0,01097	0,01494343	0,008	130,05	115,19
	VL - 4	157,5	139,4	0,01097	0,01494343	0,008	128,58	113,81
32	VL - 1	162,8	144,5	0,01097	0,01494343	0,008	132,91	117,97
	VL - 2	162,3	144	0,01097	0,01494343	0,008	132,5	117,56
	VL - 3	161,6	143,4	0,01097	0,01494343	0,008	131,93	117,07
	VL - 4	161	142,2	0,01097	0,01494343	0,008	131,44	116,09
33	VL - 1	162,1	143,8	0,01097	0,01494343	0,008	132,34	117,4
	VL - 2	161,7	143,5	0,01097	0,01494343	0,008	132,01	117,15
	VL - 3	161,2	143	0,01097	0,01494343	0,008	131,6	116,75
	VL - 4	160,8	142,6	0,01097	0,01494343	0,008	131,28	116,42
34	VL - 1	162,8	144,6	0,01097	0,01494343	0,008	132,91	118,05
	VL - 2	162	143,7	0,01097	0,01494343	0,008	132,26	117,32
	VL - 3	160,9	142,7	0,01097	0,01494343	0,008	131,36	116,5
	VL - 4	160	141,8	0,01097	0,01494343	0,008	130,62	115,77
35	VL - 1	163	144,7	0,01097	0,01494343	0,008	133,07	118,13
	VL - 2	162,2	144	0,01097	0,01494343	0,008	132,42	117,56
	VL - 3	161,2	143	0,01097	0,01494343	0,008	131,6	116,75
	VL - 4	160,4	142,2	0,01097	0,01494343	0,008	130,95	116,09
36	VL - 1	162,7	144,5	0,01097	0,01494343	0,008	132,83	117,97
	VL - 2	162	143,8	0,01097	0,01494343	0,008	132,26	117,4

	VL - 3	161,2	143	0,01097	0,01494343	0,008	131,6	116,75
	VL - 4	160,5	142,3	0,01097	0,01494343	0,008	131,03	116,17
37	VL - 1	162,9	144,6	0,01097	0,01494343	0,008	132,99	118,05
	VL - 2	162,3	144	0,01097	0,01494343	0,008	132,5	117,56
	VL - 3	161,5	143,2	0,01097	0,01494343	0,008	131,85	116,91
	VL - 4	160,8	142,6	0,01097	0,01494343	0,008	131,28	116,42
38	VL - 1	163	144,7	0,01097	0,01494343	0,008	133,07	118,13
	VL - 2	162,4	144,2	0,01097	0,01494343	0,008	132,58	117,73
	VL - 3	161,8	143,5	0,01097	0,01494343	0,008	132,09	117,15
	VL - 4	161,2	143	0,01097	0,01494343	0,008	131,6	116,75
39	VL - 1	162,5	144,2	0,01097	0,01494343	0,008	132,67	117,73
	VL - 2	162	143,8	0,01097	0,01494343	0,008	132,26	117,4
	VL - 3	161,4	143,2	0,01097	0,01494343	0,008	131,77	116,91
	VL - 4	160,9	142,7	0,01097	0,01494343	0,008	131,36	116,5
40	VL - 1	163	144,6	0,01097	0,01494343	0,008	133,07	118,05
	VL - 2	162,4	144,1	0,01097	0,01494343	0,008	132,58	117,64
	VL - 3	161,7	143,4	0,01097	0,01494343	0,008	132,01	117,07
	VL - 4	161,1	142,9	0,01097	0,01494343	0,008	131,52	116,66
41	VL - 1	163	144,7	0,01097	0,01494343	0,008	133,07	118,13
	VL - 2	162,4	144,1	0,01097	0,01494343	0,008	132,58	117,64
	VL - 3	161,7	143,4	0,01097	0,01494343	0,008	132,01	117,07
	VL - 4	161,1	142,9	0,01097	0,01494343	0,008	131,52	116,66
42	VL - 1	162,8	144,6	0,01097	0,01494343	0,008	132,91	118,05
	VL - 2	162,3	144	0,01097	0,01494343	0,008	132,5	117,56
	VL - 3	161,6	143,4	0,01097	0,01494343	0,008	131,93	117,07
	VL - 4	161	142,8	0,01097	0,01494343	0,008	131,44	116,58

43	VL - 1	162,8	144,5	0,01097	0,01494343	0,008	132,91	117,97
	VL - 2	162,2	144	0,01097	0,01494343	0,008	132,42	117,56
	VL - 3	161,6	143,3	0,01097	0,01494343	0,008	131,93	116,99
	VL - 4	161	142,8	0,01097	0,01494343	0,008	131,44	116,58
44	VL - 1	162,7	144,5	0,01097	0,01494343	0,008	132,83	117,97
	VL - 2	162,3	144,1	0,01097	0,01494343	0,008	132,5	117,64
	VL - 3	162	143,7	0,01097	0,01494343	0,008	132,26	117,32
	VL - 4	161,6	143,3	0,01097	0,01494343	0,008	131,93	116,99
45	VL - 1	162,1	143,9	0,01007	0,01372437	0,007	151,22	134,24
	VL - 2	162	143,8	0,01007	0,01372437	0,007	151,12	134,14
	VL - 3	162	143,8	0,01007	0,01372437	0,007	151,12	134,14
	VL - 4	161,9	143,7	0,01007	0,01372437	0,007	151,03	134,05
46	VL - 1	161,8	143,6	0,01007	0,01372437	0,007	150,94	133,96
	VL - 2	161,8	143	0,01007	0,01372437	0,007	150,94	133,4
	VL - 3	161,8	143,5	0,01007	0,01372437	0,007	150,94	133,86
	VL - 4	161,8	143,5	0,01007	0,01372437	0,007	150,94	133,86
47	VL - 1	163	144,7	0,01007	0,01372437	0,007	152,06	134,98
	VL - 2	163	144,7	0,01007	0,01372437	0,007	152,06	134,98
	VL - 3	163	144,4	0,01007	0,01372437	0,007	152,06	134,7
	VL - 4	163	144,4	0,01007	0,01372437	0,007	152,06	134,7

Tramo	V.L.	Cortante 1/4L (Ton)		S_x (m ³)	I_x (m ⁴)	δ (m)	τ (MPa)	
		TE-114K	MLW				TE-114K	MLW
1	VL - 1	98,3	85,8	0,017	0,02159	0,029	24,09	21,03

	VL - 2	99,8	87,7	0,017	0,02159	0,029	24,46	21,49
	VL - 3	101,1	88,3	0,017	0,02159	0,029	24,78	21,64
	VL - 4	101,7	88,9	0,017	0,02159	0,029	24,92	21,79
2	VL - 1	98,8	86,7	0,017	0,02159	0,029	24,21	21,25
	VL - 2	99,6	87,5	0,017	0,02159	0,029	24,41	21,44
	VL - 3	100,3	87,5	0,017	0,02159	0,029	24,58	21,44
	VL - 4	101,1	88,2	0,017	0,02159	0,029	24,78	21,62
3	VL - 1	96,5	84,5	0,017	0,02159	0,029	23,65	20,71
	VL - 2	98	86	0,017	0,02159	0,029	24,02	21,08
	VL - 3	99,4	86,7	0,017	0,02159	0,029	24,36	21,25
	VL - 4	100,7	87,9	0,017	0,02159	0,029	24,68	21,54
4	VL - 1	99,3	87,2	0,017	0,02159	0,029	24,34	21,37
	VL - 2	99,2	86,5	0,017	0,02159	0,029	24,31	21,2
	VL - 3	98,9	86,1	0,017	0,02159	0,029	24,24	21,1
	VL - 4	98,4	85,7	0,017	0,02159	0,029	24,12	21
5	VL - 1	99,2	87,2	0,017	0,02159	0,029	24,31	21,37
	VL - 2	100,2	88	0,017	0,02159	0,029	24,56	21,57
	VL - 3	101,4	88,5	0,017	0,02159	0,029	24,85	21,69
	VL - 4	102,3	89,5	0,017	0,02159	0,029	25,07	21,93
6	VL - 1	98,7	86,6	0,017	0,02159	0,029	24,19	21,22
	VL - 2	99,2	87,2	0,017	0,02159	0,029	24,31	21,37
	VL - 3	99,8	87	0,017	0,02159	0,029	24,46	21,32
	VL - 4	100,3	87,5	0,017	0,02159	0,029	24,58	21,44
7	VL - 1	100,2	88,2	0,017	0,02159	0,029	24,56	21,62
	VL - 2	99,7	87,6	0,017	0,02159	0,029	24,43	21,47
	VL - 3	100,5	87,7	0,017	0,02159	0,029	24,63	21,49

	VL - 4	101,1	88,3	0,017	0,02159	0,029	24,78	21,64
8	VL - 1	99,1	87	0,017	0,02159	0,029	24,29	21,32
	VL - 2	99,7	87,6	0,017	0,02159	0,029	24,43	21,47
	VL - 3	100,4	87,6	0,017	0,02159	0,029	24,61	21,47
	VL - 4	101	88,2	0,017	0,02159	0,029	24,75	21,62
9	VL - 1	99,1	87,1	0,017	0,02159	0,029	24,29	21,35
	VL - 2	99,8	87,6	0,017	0,02159	0,029	24,46	21,47
	VL - 3	100,5	87,7	0,017	0,02159	0,029	24,63	21,49
	VL - 4	101,1	88,3	0,017	0,02159	0,029	24,78	21,64
10	VL - 1	98,5	86,5	0,017	0,02159	0,029	24,14	21,2
	VL - 2	99,3	87,3	0,017	0,02159	0,029	24,34	21,39
	VL - 3	100,3	87,5	0,017	0,02159	0,029	24,58	21,44
	VL - 4	101,1	88,3	0,017	0,02159	0,029	24,78	21,64
11	VL - 1	98,4	86,1	0,017	0,02159	0,029	24,12	21,1
	VL - 2	99,3	87,1	0,017	0,02159	0,029	24,34	21,35
	VL - 3	100,2	87,4	0,017	0,02159	0,029	24,56	21,42
	VL - 4	101	88,2	0,017	0,02159	0,029	24,75	21,62
12	VL - 1	99,3	87,2	0,017	0,02159	0,029	24,34	21,37
	VL - 2	99,6	87,5	0,017	0,02159	0,029	24,41	21,44
	VL - 3	100	87,3	0,017	0,02159	0,029	24,51	21,39
	VL - 4	100,3	87,5	0,017	0,02159	0,029	24,58	21,44
13	VL - 1	100,2	88	0,016	0,0231	0,029	21,78	19,13
	VL - 2	100,2	88	0,016	0,0231	0,029	21,78	19,13
	VL - 3	100,2	87,4	0,016	0,0231	0,029	21,78	19
	VL - 4	100,2	87,4	0,016	0,0231	0,029	21,78	19

14	VL - 1	100,2	88	0,016	0,0231	0,029	21,78	19,13
	VL - 2	100,2	88	0,016	0,0231	0,029	21,78	19,13
	VL - 3	100,2	87,4	0,016	0,0231	0,029	21,78	19
	VL - 4	100,2	87,4	0,016	0,0231	0,029	21,78	19
15	VL - 1	100,2	88	0,016	0,0231	0,029	21,78	19,13
	VL - 2	100,2	88	0,016	0,0231	0,029	21,78	19,13
	VL - 3	100,2	87,4	0,016	0,0231	0,029	21,78	19
	VL - 4	100,2	87,4	0,016	0,0231	0,029	21,78	19
16	VL - 1	100,2	88	0,016	0,0231	0,029	21,78	19,13
	VL - 2	100,2	88	0,016	0,0231	0,029	21,78	19,13
	VL - 3	100,2	87,4	0,016	0,0231	0,029	21,78	19
	VL - 4	100,2	87,4	0,016	0,0231	0,029	21,78	19
17	VL - 1	100,2	88	0,016	0,0231	0,029	21,78	19,13
	VL - 2	100,2	88	0,016	0,0231	0,029	21,78	19,13
	VL - 3	100,2	87,4	0,016	0,0231	0,029	21,78	19
	VL - 4	100,2	87,4	0,016	0,0231	0,029	21,78	19
18	VL - 1	100,2	88	0,016	0,0231	0,029	21,78	19,13
	VL - 2	100,2	88	0,016	0,0231	0,029	21,78	19,13
	VL - 3	100,2	87,4	0,016	0,0231	0,029	21,78	19
	VL - 4	100,2	87,4	0,016	0,0231	0,029	21,78	19
19	VL - 1	100,2	88	0,016	0,0231	0,029	21,78	19,13
	VL - 2	100,2	88	0,016	0,0231	0,029	21,78	19,13
	VL - 3	100,2	87,4	0,016	0,0231	0,029	21,78	19
	VL - 4	100,2	87,4	0,016	0,0231	0,029	21,78	19
20	VL - 1	100,2	88	0,016	0,0231	0,029	21,78	19,13
	VL - 2	100,2	88	0,016	0,0231	0,029	21,78	19,13

	VL - 3	100,2	87,4	0,016	0,0231	0,029	21,78	19
	VL - 4	100,2	87,4	0,016	0,0231	0,029	21,78	19
21	VL - 1	100,2	88	0,016	0,0231	0,029	21,78	19,13
	VL - 2	100,2	88	0,016	0,0231	0,029	21,78	19,13
	VL - 3	100,2	87,4	0,016	0,0231	0,029	21,78	19
	VL - 4	100,2	87,4	0,016	0,0231	0,029	21,78	19
22	VL - 1	60,4	56,7	0,004	0,00234	0,032	27,21	25,55
	VL - 2	60,4	56,7	0,004	0,00234	0,032	27,21	25,55
	VL - 3	60,3	56,6	0,004	0,00234	0,032	27,17	25,5
	VL - 4	60,3	56,6	0,004	0,00234	0,032	27,17	25,5
23	VL - 1	100,2	88,1	0,016	0,0231	0,029	21,78	19,15
	VL - 2	100,3	88,1	0,016	0,0231	0,029	21,8	19,15
	VL - 3	100,3	87,5	0,016	0,0231	0,029	21,8	19,02
	VL - 4	100,3	87,5	0,016	0,0231	0,029	21,8	19,02
24	VL - 1	100	87,9	0,016	0,0231	0,029	21,74	19,11
	VL - 2	100	87,8	0,016	0,0231	0,029	21,74	19,08
	VL - 3	100	87,3	0,016	0,0231	0,029	21,74	18,98
	VL - 4	100	87,2	0,016	0,0231	0,029	21,74	18,95
25	VL - 1	100,1	88	0,016	0,0231	0,029	21,76	19,13
	VL - 2	100,2	88	0,016	0,0231	0,029	21,78	19,13
	VL - 3	100,2	87,4	0,016	0,0231	0,029	21,78	19
	VL - 4	100,3	87,5	0,016	0,0231	0,029	21,8	19,02
26	VL - 1	100,3	88,2	0,016	0,0231	0,029	21,8	19,17
	VL - 2	100,3	88,1	0,016	0,0231	0,029	21,8	19,15
	VL - 3	100,2	87,4	0,016	0,0231	0,029	21,78	19

	VL - 4	100,1	87,4	0,016	0,0231	0,029	21,76	19
27	VL - 1	100,3	88,1	0,016	0,0231	0,029	21,8	19,15
	VL - 2	100,3	88,1	0,016	0,0231	0,029	21,8	19,15
	VL - 3	100,3	87,5	0,016	0,0231	0,029	21,8	19,02
	VL - 4	100,2	87,4	0,016	0,0231	0,029	21,78	19
28	VL - 1	99,8	87,7	0,017	0,02159	0,029	24,46	21,49
	VL - 2	99,3	87,3	0,017	0,02159	0,029	24,34	21,39
	VL - 3	98,8	86,1	0,017	0,02159	0,029	24,21	21,1
	VL - 4	98,4	85,7	0,017	0,02159	0,029	24,12	21
29	VL - 1	102	89,5	0,017	0,02159	0,029	25	21,93
	VL - 2	101,4	89	0,017	0,02159	0,029	24,85	21,81
	VL - 3	100,6	87,8	0,017	0,02159	0,029	24,65	21,52
	VL - 4	100	87,2	0,017	0,02159	0,029	24,51	21,37
30	VL - 1	100,5	88,3	0,017	0,02159	0,029	24,63	21,64
	VL - 2	100,2	88	0,017	0,02159	0,029	24,56	21,57
	VL - 3	99,7	87	0,017	0,02159	0,029	24,43	21,32
	VL - 4	99,5	86,7	0,017	0,02159	0,029	24,39	21,25
31	VL - 1	100,4	89	0,017	0,02159	0,029	24,61	21,81
	VL - 2	99,2	87,2	0,017	0,02159	0,029	24,31	21,37
	VL - 3	98,1	85,4	0,017	0,02159	0,029	24,04	20,93
	VL - 4	97	84,3	0,017	0,02159	0,029	23,77	20,66
32	VL - 1	100,9	88,6	0,017	0,02159	0,029	24,73	21,71
	VL - 2	100,4	88,2	0,017	0,02159	0,029	24,61	21,62
	VL - 3	99,9	87,1	0,017	0,02159	0,029	24,48	21,35
	VL - 4	99,4	86,7	0,017	0,02159	0,029	24,36	21,25

33	VL - 1	100,3	88,1	0,017	0,02159	0,029	24,58	21,59
	VL - 2	100	87,9	0,017	0,02159	0,029	24,51	21,54
	VL - 3	99,6	86,9	0,017	0,02159	0,029	24,41	21,3
	VL - 4	99,4	86,6	0,017	0,02159	0,029	24,36	21,22
34	VL - 1	100,8	88,5	0,017	0,02159	0,029	24,7	21,69
	VL - 2	100,1	88	0,017	0,02159	0,029	24,53	21,57
	VL - 3	99,3	86,6	0,017	0,02159	0,029	24,34	21,22
	VL - 4	98,9	85,9	0,017	0,02159	0,029	24,24	21,05
35	VL - 1	101	88,7	0,017	0,02159	0,029	24,75	21,74
	VL - 2	100,5	88	0,017	0,02159	0,029	24,63	21,57
	VL - 3	99,7	86,9	0,017	0,02159	0,029	24,43	21,3
	VL - 4	99,1	86,4	0,017	0,02159	0,029	24,29	21,17
36	VL - 1	100,8	88,5	0,017	0,02159	0,029	24,7	21,69
	VL - 2	100,2	88,1	0,017	0,02159	0,029	24,56	21,59
	VL - 3	99,6	86,8	0,017	0,02159	0,029	24,41	21,27
	VL - 4	99	86,3	0,017	0,02159	0,029	24,26	21,15
37	VL - 1	100,1	88,7	0,017	0,02159	0,029	24,53	21,74
	VL - 2	100,4	88,2	0,017	0,02159	0,029	24,61	21,62
	VL - 3	99,9	87,1	0,017	0,02159	0,029	24,48	21,35
	VL - 4	99,3	86,5	0,017	0,02159	0,029	24,34	21,2
38	VL - 1	100,9	88,7	0,017	0,02159	0,029	24,73	21,74
	VL - 2	100,5	88,3	0,017	0,02159	0,029	24,63	21,64
	VL - 3	100	89,2	0,017	0,02159	0,029	24,51	21,86
	VL - 4	99,7	86,9	0,017	0,02159	0,029	24,43	21,3
39	VL - 1	100,5	88,3	0,017	0,02159	0,029	24,63	21,64
	VL - 2	100,3	88,1	0,017	0,02159	0,029	24,58	21,59

	VL - 3	99,7	86,9	0,017	0,02159	0,029	24,43	21,3
	VL - 4	99,4	86,6	0,017	0,02159	0,029	24,36	21,22
40	VL - 1	100,7	88,7	0,017	0,02159	0,029	24,68	21,74
	VL - 2	100,5	88,2	0,017	0,02159	0,029	24,63	21,62
	VL - 3	100	87,2	0,017	0,02159	0,029	24,51	21,37
	VL - 4	99,53	86,7	0,017	0,02159	0,029	24,39	21,25
41	VL - 1	100,9	88,6	0,017	0,02159	0,029	24,73	21,71
	VL - 2	100,5	88,2	0,017	0,02159	0,029	24,63	21,62
	VL - 3	99,9	87,1	0,017	0,02159	0,029	24,48	21,35
	VL - 4	99,5	86,7	0,017	0,02159	0,029	24,39	21,25
42	VL - 1	100,9	88,6	0,017	0,02159	0,029	24,73	21,71
	VL - 2	100,4	88,2	0,017	0,02159	0,029	24,61	21,62
	VL - 3	99,9	87,1	0,017	0,02159	0,029	24,48	21,35
	VL - 4	99,4	86,7	0,017	0,02159	0,029	24,36	21,25
43	VL - 1	100,9	88,6	0,017	0,02159	0,029	24,73	21,71
	VL - 2	100,4	88,2	0,017	0,02159	0,029	24,61	21,62
	VL - 3	99,9	87,2	0,017	0,02159	0,029	24,48	21,37
	VL - 4	99,4	86,7	0,017	0,02159	0,029	24,36	21,25
44	VL - 1	100,8	88,5	0,017	0,02159	0,029	24,7	21,69
	VL - 2	100,5	88,2	0,017	0,02159	0,029	24,63	21,62
	VL - 3	100,2	87,4	0,017	0,02159	0,029	24,56	21,42
	VL - 4	99,9	87,1	0,017	0,02159	0,029	24,48	21,35
45	VL - 1	100,4	88,2	0,016	0,0231	0,029	21,82	19,17
	VL - 2	100,3	88,1	0,016	0,0231	0,029	21,8	19,15
	VL - 3	100,3	87,5	0,016	0,0231	0,029	21,8	19,02

	VL - 4	100,2	87,4	0,016	0,0231	0,029	21,78	19
46	VL - 1	100,1	88,6	0,016	0,0231	0,029	21,76	19,26
	VL - 2	100,1	88	0,016	0,0231	0,029	21,76	19,13
	VL - 3	100,1	87,3	0,016	0,0231	0,029	21,76	18,98
	VL - 4	100,1	87,3	0,016	0,0231	0,029	21,76	18,98
	VL - 1	100,1	88,7	0,016	0,0231	0,029	21,76	19,28
47	VL - 2	100,1	88,7	0,016	0,0231	0,029	21,76	19,28
	VL - 3	101	88,1	0,016	0,0231	0,029	21,95	19,15
	VL - 4	101	88,1	0,016	0,0231	0,029	21,95	19,15

[Volver al texto...](#)

TENSIONES ADMISIBLES para 30 KM/h

Tramo	V.L.	Momento Max (Ton·m)			W _{neto} (m ³)	σ (MPa)		
		Cooper-45	TE-114K	MLW		Cooper-45	TE-114K	MLW
1	VL- 1	873,2	444	386,9	0,0215734	360,09	183,09	159,54
	VL- 2	897	445	387	0,0215734	369,9	183,5	159,59
	VL- 3	913,7	465,1	401,3	0,0215734	376,79	191,79	165,48
	VL- 4	928,7	471,7	407,8	0,0215734	382,97	194,51	168,16
2	VL- 1	860	426,6	373	0,0215734	354,64	175,92	153,81
	VL- 2	876,9	433,7	380,5	0,0215734	361,61	178,84	156,91
	VL- 3	895,8	457,1	393	0,0215734	369,41	188,49	162,06
	VL- 4	912,8	464,7	400,9	0,0215734	376,42	191,63	165,32
3	VL- 1	806,5	399,6	351,9	0,0215734	332,58	164,78	145,11
	VL- 2	841,7	417,4	365,8	0,0215734	347,1	172,12	150,84
	VL- 3	874,9	447,8	383,4	0,0215734	360,79	184,66	158,1

	VL- 4	905	461,1	396,9	0,0215734	373,2	190,14	163,67
4	VL- 1	882,4	438	381,7	0,0215734	363,88	180,62	157,4
	VL- 2	865,2	437	380,3	0,0215734	356,79	180,21	156,82
	VL- 3	861,6	441,5	376,7	0,0215734	355,3	182,06	155,34
	VL- 4	854,8	438,4	373,6	0,0215734	352,5	180,78	154,06
5	VL- 1	872,9	433,1	378,1	0,0215734	359,96	178,6	155,92
	VL- 2	895,7	444,5	387,1	0,0215734	369,36	183,3	159,63
	VL- 3	922,6	468,9	404,9	0,0215734	380,46	193,36	166,97
	VL- 4	946,2	479,6	411,2	0,0215734	390,19	197,77	169,57
6	VL- 1	857,2	433,9	376,9	0,0215734	353,49	178,93	155,42
	VL- 2	872,6	433	378	0,0215734	359,84	178,56	155,87
	VL- 3	885,2	452,1	387,8	0,0215734	365,03	186,43	159,92
	VL- 4	895,9	457	392,8	0,0215734	369,45	188,45	161,98
7	VL- 1	872,9	437,4	384,2	0,0215734	359,96	180,37	158,43
	VL- 2	881	437,2	381,2	0,0215734	363,3	180,29	157,19
	VL- 3	900,7	459,1	394,9	0,0215734	371,43	189,32	162,84
	VL- 4	917,8	466,8	402,7	0,0215734	378,48	192,49	166,06
8	VL- 1	867,6	430,4	376	0,0215734	357,78	177,48	155,05
	VL- 2	882,2	437,7	381,6	0,0215734	363,8	180,49	157,36
	VL- 3	899,5	458,6	394,4	0,0215734	370,93	189,11	162,64
	VL- 4	914,6	465,3	401,2	0,0215734	377,16	191,88	165,44
9	VL- 1	868,1	430,7	376,2	0,0215734	357,98	177,61	155,13
	VL- 2	883	438,1	382	0,0215734	364,13	180,66	157,52
	VL- 3	899,8	458,9	394,9	0,0215734	371,05	189,24	162,84
	VL- 4	915,4	465,7	401,6	0,0215734	377,49	192,04	165,61
10	VL- 1	854,9	424,1	371	0,0215734	352,54	174,89	152,99
	VL- 2	873,9	433,6	378,4	0,0215734	360,37	178,8	156,04
	VL- 3	896,3	457,1	392,9	0,0215734	369,61	188,49	162,02
	VL- 4	915,9	465,9	401,8	0,0215734	377,69	192,12	165,69
11	VL- 1	847,1	432,3	374	0,0215734	349,32	178,27	154,23
	VL- 2	870,5	437,1	381,5	0,0215734	358,97	180,25	157,32
	VL- 3	894,6	456,6	392,5	0,0215734	368,91	188,29	161,85
	VL- 4	914,1	465,1	401	0,0215734	376,95	191,79	165,36

12	VL- 1	873,4	433,3	378,2	0,0215734	360,17	178,68	155,96
	VL- 2	880,9	473,1	381,2	0,0215734	363,26	195,09	157,19
	VL- 3	889,9	454,2	390	0,0215734	366,97	187,3	160,82
	VL- 4	897,6	457,7	393,5	0,0215734	370,15	188,74	162,27
13	VL- 1	892,6	443,2	386	0,0237415	334,47	166,07	144,64
	VL- 2	892,6	443,2	386	0,0237415	334,47	166,07	144,64
	VL- 3	892,6	455,8	391,6	0,0237415	334,47	170,79	146,74
	VL- 4	897,6	455,8	391,6	0,0237415	336,34	170,79	146,74
14	VL- 1	892,6	443,1	386	0,0237415	334,47	166,03	144,64
	VL- 2	892,6	443,1	386	0,0237415	334,47	166,03	144,64
	VL- 3	892,6	455,8	391,6	0,0237415	334,47	170,79	146,74
	VL- 4	897,6	455,8	391,6	0,0237415	336,34	170,79	146,74
15	VL- 1	892,6	443,1	386	0,0237415	334,47	166,03	144,64
	VL- 2	892,6	443,1	386	0,0237415	334,47	166,03	144,64
	VL- 3	892	455,8	391,6	0,0237415	334,25	170,79	146,74
	VL- 4	892	455,8	391,6	0,0237415	334,25	170,79	146,74
16	VL- 1	892,6	443,1	386	0,0237415	334,47	166,03	144,64
	VL- 2	892,6	443,1	386	0,0237415	334,47	166,03	144,64
	VL- 3	892	455,8	391,6	0,0237415	334,25	170,79	146,74
	VL- 4	892	455,8	391,6	0,0237415	334,25	170,79	146,74
17	VL- 1	892,6	443,1	386	0,0237415	334,47	166,03	144,64
	VL- 2	892,6	443,1	386	0,0237415	334,47	166,03	144,64
	VL- 3	892	455,8	391,6	0,0237415	334,25	170,79	146,74
	VL- 4	892	455,8	391,6	0,0237415	334,25	170,79	146,74
18	VL- 1	892,6	443,1	386	0,0237415	334,47	166,03	144,64
	VL- 2	892,6	443,1	386	0,0237415	334,47	166,03	144,64
	VL- 3	892	455,8	391,6	0,0237415	334,25	170,79	146,74
	VL- 4	892	455,8	391,6	0,0237415	334,25	170,79	146,74
19	VL- 1	892,6	443,1	386	0,0237415	334,47	166,03	144,64
	VL- 2	892,6	443,1	386	0,0237415	334,47	166,03	144,64
	VL- 3	892	455,8	391,6	0,0237415	334,25	170,79	146,74
	VL- 4	892	455,8	391,6	0,0237415	334,25	170,79	146,74
20	VL- 1	892,6	443,1	386	0,0237415	334,47	166,03	144,64

	VL- 2	892,6	443,1	386	0,0237415	334,47	166,03	144,64
	VL- 3	892	455,8	391,6	0,0237415	334,25	170,79	146,74
	VL- 4	892	455,8	391,6	0,0237415	334,25	170,79	146,74
21	VL- 1	892,6	443,1	386	0,0237415	334,47	166,03	144,64
	VL- 2	892,6	443,1	386	0,0237415	334,47	166,03	144,64
	VL- 3	892,6	455,8	391,6	0,0237415	334,47	170,79	146,74
	VL- 4	892,6	455,8	391,6	0,0237415	334,47	170,79	146,74
22	VL- 1	156,9	98,2	93,9	0,0057982	240,73	150,67	144,07
	VL- 2	156,9	98,2	93,9	0,0057982	240,73	150,67	144,07
	VL- 3	171,5	115,7	108,7	0,0057982	263,14	177,52	166,78
	VL- 4	171,5	115,7	108,7	0,0057982	263,14	177,52	166,78
23	VL- 1	893,6	443,6	386,4	0,0237415	334,85	166,22	144,79
	VL- 2	894,4	444	386,8	0,0237415	335,15	166,37	144,94
	VL- 3	895,5	457,1	392,9	0,0237415	335,56	171,28	147,22
	VL- 4	896,3	457,5	393,3	0,0237415	335,86	171,43	147,37
24	VL- 1	889,1	441,4	384,7	0,0237415	333,16	165,4	144,15
	VL- 2	888,5	441,1	384,4	0,0237415	332,93	165,28	144,04
	VL- 3	887,6	453,5	389,3	0,0237415	332,6	169,93	145,87
	VL- 4	886,9	453,2	388,9	0,0237415	332,34	169,82	145,72
25	VL- 1	890,4	442,1	385,2	0,0237415	333,65	165,66	144,34
	VL- 2	890,9	442,3	385,3	0,0237415	333,83	165,73	144,38
	VL- 3	890,9	455,3	391,2	0,0237415	333,83	170,61	146,59
	VL- 4	892,1	455,5	391,3	0,0237415	334,28	170,68	146,62
26	VL- 1	892,1	442,9	385,8	0,0237415	334,28	165,96	144,56
	VL- 2	891,6	442,6	385,6	0,0237415	334,1	165,85	144,49
	VL- 3	890,4	455,1	390,9	0,0237415	333,65	170,53	146,47
	VL- 4	889,8	454,7	390,6	0,0237415	333,42	170,38	146,36
27	VL- 1	894	443,8	386,6	0,0237415	335	166,3	144,86
	VL- 2	893,8	443,7	386,5	0,0237415	334,92	166,26	144,82
	VL- 3	892	455,5	391,3	0,0237415	334,25	170,68	146,62
	VL- 4	891,1	455	390,8	0,0237415	333,91	170,49	146,44
28	VL- 1	883	438,1	381,9	0,0215734	364,13	180,66	157,48
	VL- 2	873,3	433,3	378,2	0,0215734	360,13	178,68	155,96

	VL- 3	861,4	441,4	376,6	0,0215734	355,22	182,02	155,3
	VL- 4	852,6	437,4	372,5	0,0215734	351,59	180,37	153,61
29	VL- 1	937,4	464,7	405,4	0,0215734	386,56	191,63	167,17
	VL- 2	921,8	457,2	398,6	0,0215734	380,13	188,54	164,37
	VL- 3	903,3	460,2	396,1	0,0215734	372,5	189,77	163,34
	VL- 4	887,3	453	388,8	0,0215734	365,9	186,8	160,33
30	VL- 1	900,5	446,8	389,2	0,0215734	371,34	184,25	160,49
	VL- 2	892,8	443	385,7	0,0215734	368,17	182,68	159,05
	VL- 3	884,4	451,7	387,5	0,0215734	364,7	186,27	159,79
	VL- 4	877,5	448,6	384,3	0,0215734	361,86	184,99	158,47
31	VL- 1	908,5	450,7	392,7	0,0215734	374,64	185,85	161,94
	VL- 2	880,2	436,7	380,8	0,0215734	362,97	180,08	157,03
	VL- 3	847,6	435,1	370,2	0,0215734	349,53	179,42	152,66
	VL- 4	820,2	422,3	358,3	0,0215734	338,23	174,14	147,75
32	VL- 1	907,1	450	392,1	0,0215734	374,07	185,57	161,69
	VL- 2	897,5	445,3	387,8	0,0215734	370,11	183,63	159,92
	VL- 3	886,5	452,6	388,4	0,0215734	365,57	186,64	160,16
	VL- 4	877	448,3	384,1	0,0215734	361,65	184,87	158,39
33	VL- 1	894	443,6	386,3	0,0215734	368,66	182,93	159,3
	VL- 2	887,4	440,3	383,6	0,0215734	365,94	181,57	158,18
	VL- 3	879,7	449,6	385,6	0,0215734	362,77	185,4	159,01
	VL- 4	873,1	446,6	382,3	0,0215734	360,04	184,16	157,65
34	VL- 1	907,6	450,2	392,3	0,0215734	374,27	185,65	161,77
	VL- 2	892,1	442,6	385,4	0,0215734	367,88	182,51	158,93
	VL- 3	874,4	447,2	382,9	0,0215734	360,58	184,41	157,9
	VL- 4	859,2	440,5	375,6	0,0215734	354,31	181,65	154,89
35	VL- 1	910,5	451,7	393,6	0,0215734	375,47	186,27	162,31
	VL- 2	896,6	444,8	387,4	0,0215734	369,74	183,42	159,75
	VL- 3	880,5	449,9	385,7	0,0215734	363,1	185,52	159,05
	VL- 4	866,9	443,9	379,1	0,0215734	357,49	183,05	156,33
36	VL- 1	905,5	449,3	391,4	0,0215734	373,41	185,28	161,4
	VL- 2	893,4	443,3	386	0,0215734	368,42	182,8	159,17
	VL- 3	879,4	449,6	385,2	0,0215734	362,64	185,4	158,84

	VL- 4	867,4	444,2	379,4	0,0215734	357,69	183,17	156,45
37	VL- 1	908,5	450,7	392,7	0,0215734	374,64	185,85	161,94
	VL- 2	897,4	445,3	387,8	0,0215734	370,07	183,63	159,92
	VL- 3	884,5	451,7	387,5	0,0215734	364,75	186,27	159,79
	VL- 4	873,5	446,8	382,5	0,0215734	360,21	184,25	157,73
38	VL- 1	910,2	451,5	393,4	0,0215734	375,34	186,18	162,23
	VL- 2	900,7	446,9	389,3	0,0215734	371,43	184,29	160,53
	VL- 3	889,7	454,1	389,9	0,0215734	366,89	187,26	160,78
	VL- 4	880	450,1	385,7	0,0215734	362,89	185,61	159,05
39	VL- 1	902,4	447,7	390	0,0215734	372,13	184,62	160,82
	VL- 2	893,6	443,4	386,1	0,0215734	368,5	182,84	159,22
	VL- 3	883,5	451,3	387,1	0,0215734	364,33	186,1	159,63
	VL- 4	874,8	447,3	383,1	0,0215734	360,75	184,45	157,98
40	VL- 1	909,8	451,3	393,3	0,0215734	375,18	186,1	162,18
	VL- 2	899,6	446,3	388,7	0,0215734	370,97	184,04	160,29
	VL- 3	887,8	453,2	389	0,0215734	366,11	186,89	160,41
	VL- 4	877,7	448,7	384,4	0,0215734	361,94	185,03	158,51
41	VL- 1	909,8	451,4	393,3	0,0215734	375,18	186,14	162,18
	VL- 2	899,7	446,4	388,8	0,0215734	371,01	184,08	160,33
	VL- 3	888	453,3	389,1	0,0215734	366,19	186,93	160,45
	VL- 4	877,9	448,7	384,5	0,0215734	362,02	185,03	158,56
42	VL- 1	907,4	450,1	392,2	0,0215734	374,19	185,61	161,73
	VL- 2	897,7	445,4	387,9	0,0215734	370,19	183,67	159,96
	VL- 3	886,5	452,6	388,4	0,0215734	365,57	186,64	160,16
	VL- 4	877	448,3	384,1	0,0215734	361,65	184,87	158,39
43	VL- 1	906,8	449,9	392	0,0215734	373,94	185,52	161,65
	VL- 2	897,3	445,2	387,8	0,0215734	370,02	183,59	159,92
	VL- 3	886,2	452,5	388,3	0,0215734	365,45	186,6	160,12
	VL- 4	876,8	448,2	383,9	0,0215734	361,57	184,82	158,31
44	VL- 1	905,8	449,3	391,5	0,0215734	373,53	185,28	161,44
	VL- 2	898,6	445,8	388,3	0,0215734	370,56	183,83	160,12
	VL- 3	893,3	455,7	391,7	0,0215734	368,37	187,92	161,52
	VL- 4	886,2	452,5	388,3	0,0215734	365,45	186,6	160,12

45	VL- 1	894,8	444,2	387,1	0,0237415	335,3	166,45	145,05
	VL- 2	893,3	443,5	386,3	0,0237415	334,73	166,18	144,75
	VL- 3	894,8	456,7	392,5	0,0237415	335,3	171,13	147,07
	VL- 4	893,2	456,1	391,8	0,0237415	334,7	170,91	146,81
46	VL- 1	879,1	448,5	390,6	0,0237415	329,41	168,06	146,36
	VL- 2	889,8	441,7	384,9	0,0237415	333,42	165,51	144,23
	VL- 3	889,9	454,5	390,3	0,0237415	333,46	170,31	146,25
	VL- 4	889,9	454,5	390,3	0,0237415	333,46	170,31	146,25
47	VL- 1	911,2	452,3	394,3	0,0237415	341,44	169,48	147,75
	VL- 2	911,2	452,3	394,3	0,0237415	341,44	169,48	147,75
	VL- 3	911,2	464,1	400	0,0237415	341,44	173,9	149,88
	VL- 4	911,2	464,1	400	0,0237415	341,44	173,9	149,88

Tramo	V.L.	Momento 1/4L (Ton-m)			W _{neto} (m ³)	σ (MPa)		
		Cooper-45	TE-114K	MLW		Cooper-45	TE-114K	MLW
1	VL- 1	652,11	351,7	358,7	0,0215734	268,91	145,03	147,92
	VL- 2	657,4	352,1	360,5	0,0215734	271,09	145,19	148,66
	VL- 3	684,3	374,9	377,9	0,0215734	282,19	154,6	155,83
	VL- 4	695,5	379,9	383,2	0,0215734	286,81	156,66	158,02
2	VL- 1	631,6	342,5	348,7	0,0215734	260,45	141,24	143,79
	VL- 2	642,8	347,4	353,9	0,0215734	265,07	143,26	145,94
	VL- 3	671,6	371	371,9	0,0215734	276,95	152,99	153,36
	VL- 4	683,8	372,8	377,7	0,0215734	281,98	153,73	155,75
3	VL- 1	594,2	325,9	331,1	0,0215734	245,03	134,39	136,53
	VL- 2	618,8	336,9	342,7	0,0215734	255,18	138,93	141,32
	VL- 3	655,7	361,9	364,3	0,0215734	270,39	149,24	150,23
	VL- 4	677,8	372	374,9	0,0215734	279,51	153,4	154,6
4	VL- 1	650,3	350,9	357,5	0,0215734	268,17	144,7	147,42
	VL- 2	647,3	351,7	358,7	0,0215734	266,93	145,03	147,92
	VL- 3	645	357	359,2	0,0215734	265,98	147,21	148,12

	VL- 4	641,6	355,1	357,5	0,0215734	264,58	146,43	147,42
5	VL- 1	641	346,6	353	0,0215734	264,33	142,93	145,57
	VL- 2	656,7	353,3	360,2	0,0215734	270,81	145,69	148,53
	VL- 3	691,3	378,1	381,3	0,0215734	285,07	155,92	157,24
	VL- 4	708,7	383,4	389,5	0,0215734	292,25	158,1	160,62
6	VL- 1	635,7	343,9	350,3	0,0215734	262,15	141,81	144,45
	VL- 2	640,8	346,5	352,9	0,0215734	264,25	142,88	145,52
	VL- 3	663,3	365,4	368	0,0215734	273,53	150,68	151,75
	VL- 4	671,4	369,2	371,9	0,0215734	276,87	152,25	153,36
7	VL- 1	640,4	349,7	355,9	0,0215734	264,08	144,2	146,76
	VL- 2	645,6	348,6	355,1	0,0215734	266,23	143,75	146,43
	VL- 3	674,7	370,6	373,4	0,0215734	278,23	152,82	153,98
	VL- 4	687,9	376,7	379,7	0,0215734	283,67	155,34	156,58
8	VL- 1	636,8	344,8	351,1	0,0215734	262,6	142,18	144,78
	VL- 2	647	349,2	355,8	0,0215734	266,81	144	146,72
	VL- 3	674,1	370,4	373,2	0,0215734	277,98	152,74	153,9
	VL- 4	685,3	375,4	378,5	0,0215734	282,6	154,8	156,08
9	VL- 1	637,1	344,9	351,2	0,0215734	262,72	142,22	144,82
	VL- 2	647,4	349,4	355,9	0,0215734	266,97	144,08	146,76
	VL- 3	674,5	370,5	373,3	0,0215734	278,15	152,78	153,94
	VL- 4	685,8	375,7	378,7	0,0215734	282,81	154,93	156,16
10	VL- 1	628,4	341,2	347,2	0,0215734	259,13	140,7	143,17
	VL- 2	637,4	346,8	351,4	0,0215734	262,85	143,01	144,91
	VL- 3	671,6	369,2	371,9	0,0215734	276,95	152,25	153,36
	VL- 4	686	375,7	378,8	0,0215734	282,89	154,93	156,2
11	VL- 1	632,7	343,3	349,6	0,0215734	260,91	141,57	144,16
	VL- 2	643,1	347,3	353,9	0,0215734	265,2	143,21	145,94
	VL- 3	671	368,9	371,6	0,0215734	276,7	152,12	153,24
	VL- 4	685,1	375,4	378,4	0,0215734	282,52	154,8	156,04
12	VL- 1	641,2	346,7	353,1	0,0215734	264,41	142,97	145,61
	VL- 2	646,4	348,9	355,5	0,0215734	266,56	143,87	146,6
	VL- 3	666,5	366,9	369,5	0,0215734	274,85	151,3	152,37
	VL- 4	673,2	369,9	372,7	0,0215734	277,61	152,53	153,69

13	VL- 1	654,5	412,6	359,4	0,0237415	245,25	154,6	134,67
	VL- 2	654,5	412,6	359,4	0,0237415	245,25	154,6	134,67
	VL- 3	668,9	425,1	370,8	0,0237415	250,65	159,29	138,94
	VL- 4	671,3	426,1	371,8	0,0237415	251,55	159,66	139,32
14	VL- 1	654,5	412,6	359,4	0,0237415	245,25	154,6	134,67
	VL- 2	654,5	412,6	359,4	0,0237415	245,25	154,6	134,67
	VL- 3	668,9	425,1	370,8	0,0237415	250,65	159,29	138,94
	VL- 4	671,3	426,1	371,8	0,0237415	251,55	159,66	139,32
15	VL- 1	654,5	412,6	359,4	0,0237415	245,25	154,6	134,67
	VL- 2	654,5	412,6	359,4	0,0237415	245,25	154,6	134,67
	VL- 3	668,8	425	370,8	0,0237415	250,61	159,25	138,94
	VL- 4	668,8	425	370,8	0,0237415	250,61	159,25	138,94
16	VL- 1	654,5	412,6	359,4	0,0237415	245,25	154,6	134,67
	VL- 2	654,5	412,6	359,4	0,0237415	245,25	154,6	134,67
	VL- 3	668,8	425	370,8	0,0237415	250,61	159,25	138,94
	VL- 4	668,8	425	370,8	0,0237415	250,61	159,25	138,94
17	VL- 1	654,5	412,6	359,4	0,0237415	245,25	154,6	134,67
	VL- 2	654,5	412,6	359,4	0,0237415	245,25	154,6	134,67
	VL- 3	668,8	425	370,8	0,0237415	250,61	159,25	138,94
	VL- 4	668,8	425	370,8	0,0237415	250,61	159,25	138,94
18	VL- 1	654,5	412,6	359,4	0,0237415	245,25	154,6	134,67
	VL- 2	654,5	412,6	359,4	0,0237415	245,25	154,6	134,67
	VL- 3	668,8	425	370,8	0,0237415	250,61	159,25	138,94
	VL- 4	668,8	425	370,8	0,0237415	250,61	159,25	138,94
19	VL- 1	654,5	412,6	359,4	0,0237415	245,25	154,6	134,67
	VL- 2	654,5	412,6	359,4	0,0237415	245,25	154,6	134,67
	VL- 3	668,8	425	370,8	0,0237415	250,61	159,25	138,94
	VL- 4	668,8	425	370,8	0,0237415	250,61	159,25	138,94
20	VL- 1	654,5	412,6	359,4	0,0237415	245,25	154,6	134,67
	VL- 2	654,5	412,6	359,4	0,0237415	245,25	154,6	134,67
	VL- 3	668,8	425	370,8	0,0237415	250,61	159,25	138,94
	VL- 4	668,8	425	370,8	0,0237415	250,61	159,25	138,94
21	VL- 1	654,5	412,6	359,4	0,0237415	245,25	154,6	134,67

	VL- 2	654,5	412,6	359,4	0,0237415	245,25	154,6	134,67
	VL- 3	668,9	425,1	370,8	0,0237415	250,65	159,29	138,94
	VL- 4	668,9	425,1	370,8	0,0237415	250,65	159,29	138,94
22	VL- 1	117,5	86,1	81,4	0,0057982	180,28	132,1	124,89
	VL- 2	117,5	86,1	81,4	0,0057982	180,28	132,1	124,89
	VL- 3	130,3	100,8	94,6	0,0057982	199,92	154,66	145,14
	VL- 4	130,3	100,8	94,6	0,0057982	199,92	154,66	145,14
23	VL- 1	655	412,8	359,6	0,0237415	245,44	154,68	134,74
	VL- 2	655,4	413	359,8	0,0237415	245,59	154,75	134,82
	VL- 3	671,3	426,3	371,9	0,0237415	251,55	159,74	139,35
	VL- 4	671,7	426,5	372,2	0,0237415	251,7	159,81	139,47
24	VL- 1	652	411,3	358,2	0,0237415	244,31	154,12	134,22
	VL- 2	651,7	411,2	358,1	0,0237415	244,2	154,08	134,18
	VL- 3	664,5	422,7	368,7	0,0237415	249	158,39	138,15
	VL- 4	664,2	422,6	368,6	0,0237415	248,88	158,35	138,12
25	VL- 1	652,6	411,6	358,5	0,0237415	244,54	154,23	134,33
	VL- 2	652,9	411,7	358,6	0,0237415	244,65	154,27	134,37
	VL- 3	667,4	424,2	370,1	0,0237415	250,08	158,95	138,68
	VL- 4	667,7	424,4	370,2	0,0237415	250,2	159,03	138,72
26	VL- 1	653,4	412	358,9	0,0237415	244,84	154,38	134,48
	VL- 2	653,2	411,9	358,8	0,0237415	244,76	154,34	134,44
	VL- 3	667,1	424,1	369,9	0,0237415	249,97	158,91	138,6
	VL- 4	666,8	423,9	369,8	0,0237415	249,86	158,84	138,57
27	VL- 1	655,2	412,9	359,7	0,0237415	245,51	154,72	134,78
	VL- 2	655,1	412,8	359,6	0,0237415	245,47	154,68	134,74
	VL- 3	667,5	424,3	370,2	0,0237415	250,12	158,99	138,72
	VL- 4	667,2	424,2	370	0,0237415	250,01	158,95	138,64
28	VL- 1	647,5	408,8	356	0,0215734	267,01	168,58	146,8
	VL- 2	641,2	405,7	353	0,0215734	264,41	167,3	145,57
	VL- 3	645	412,2	359,1	0,0215734	265,98	169,98	148,08
	VL- 4	638,8	409	356,2	0,0215734	263,42	168,66	146,88
29	VL- 1	685,8	365,7	373,9	0,0215734	282,81	150,8	154,18
	VL- 2	675	361,2	368,8	0,0215734	278,35	148,95	152,08

	VL- 3	676,9	371,6	374,5	0,0215734	279,14	153,24	154,43
	VL- 4	664,3	365,9	368,5	0,0215734	273,94	150,88	151,96
30	VL- 1	659,8	354,6	361,6	0,0215734	272,08	146,23	149,11
	VL- 2	654,5	352,4	359,2	0,0215734	269,9	145,32	148,12
	VL- 3	662,9	365,3	367,8	0,0215734	273,36	150,64	151,67
	VL- 4	657,6	362,8	365,3	0,0215734	271,18	149,61	150,64
31	VL- 1	665,3	357	364,2	0,0215734	274,35	147,21	150,18
	VL- 2	644,4	348,1	354,6	0,0215734	265,73	143,54	146,23
	VL- 3	635,4	352,5	354,5	0,0215734	262,02	145,36	146,18
	VL- 4	613,9	342,5	344	0,0215734	253,16	141,24	141,85
32	VL- 1	663,9	356,4	363,6	0,0215734	273,77	146,97	149,94
	VL- 2	657,6	353,7	360,6	0,0215734	271,18	145,85	148,7
	VL- 3	663,9	365,7	368,3	0,0215734	273,77	150,8	151,87
	VL- 4	657,3	362,7	365,1	0,0215734	271,05	149,57	150,56
33	VL- 1	655,2	352,7	359,5	0,0215734	270,19	145,44	148,25
	VL- 2	650,3	350,6	357,3	0,0215734	268,17	144,58	147,34
	VL- 3	658,7	363,3	365,8	0,0215734	271,63	149,81	150,84
	VL- 4	653,6	360,9	363,3	0,0215734	269,53	148,82	149,81
34	VL- 1	661,6	356,9	362,6	0,0215734	272,83	147,17	149,52
	VL- 2	652,5	352,2	358,3	0,0215734	269,07	145,24	147,75
	VL- 3	655,1	361,7	364,1	0,0215734	270,15	149,15	150,14
	VL- 4	643,9	356,5	358,6	0,0215734	265,53	147,01	147,87
35	VL- 1	666,2	357,4	364,7	0,0215734	274,72	147,38	150,39
	VL- 2	656,3	353,2	360,1	0,0215734	270,64	145,65	148,49
	VL- 3	659,1	363,5	366	0,0215734	271,79	149,9	150,93
	VL- 4	648,6	358,6	360,9	0,0215734	267,46	147,87	148,82
36	VL- 1	663,9	356,1	363,6	0,0215734	273,77	146,84	149,94
	VL- 2	654,8	352,5	359,3	0,0215734	270,02	145,36	148,16
	VL- 3	658,5	363,3	365,7	0,0215734	271,55	149,81	150,8
	VL- 4	649,7	359,2	361,4	0,0215734	267,92	148,12	149,03
37	VL- 1	664,5	356,7	363,9	0,0215734	274,02	147,09	150,06
	VL- 2	656,7	353,7	360,2	0,0215734	270,81	145,85	148,53
	VL- 3	662	364,8	367,4	0,0215734	272,99	150,43	151,5

	VL- 4	654,7	361,5	363,8	0,0215734	269,98	149,07	150,02
38	VL- 1	665,3	357,8	364,3	0,0215734	274,35	147,54	150,23
	VL- 2	659,2	354,7	361,3	0,0215734	271,84	146,27	148,99
	VL- 3	666,5	366,9	369,5	0,0215734	274,85	151,3	152,37
	VL- 4	658,9	363,4	365,8	0,0215734	271,71	149,85	150,84
39	VL- 1	663,2	355,4	363,2	0,0215734	273,49	146,55	149,77
	VL- 2	656,5	352,6	360,1	0,0215734	270,72	145,4	148,49
	VL- 3	662,4	365	367,5	0,0215734	273,16	150,51	151,54
	VL- 4	655,4	361,7	364,2	0,0215734	270,27	149,15	150,18
40	VL- 1	665,1	357,2	364,2	0,0215734	274,27	147,3	150,18
	VL- 2	657,8	354,5	360,7	0,0215734	271,26	146,18	148,74
	VL- 3	664,5	365,9	368,6	0,0215734	274,02	150,88	152
	VL- 4	657,7	362,8	365,3	0,0215734	271,22	149,61	150,64
41	VL- 1	665,9	357,7	364,5	0,0215734	274,6	147,5	150,31
	VL- 2	659,4	354,5	361,4	0,0215734	271,92	146,18	149,03
	VL- 3	665,6	366,5	369,1	0,0215734	274,48	151,13	152,2
	VL- 4	657,8	362,9	365,4	0,0215734	271,26	149,65	150,68
42	VL- 1	665,7	356,5	364,4	0,0215734	274,52	147,01	150,27
	VL- 2	658,5	353,8	361	0,0215734	271,55	145,9	148,86
	VL- 3	663,8	365,6	368,3	0,0215734	273,73	150,76	151,87
	VL- 4	657,3	362,7	365,1	0,0215734	271,05	149,57	150,56
43	VL- 1	663,7	356,3	363,5	0,0215734	273,69	146,93	149,9
	VL- 2	657,5	353,7	360,6	0,0215734	271,14	145,85	148,7
	VL- 3	663,8	365,6	368,2	0,0215734	273,73	150,76	151,83
	VL- 4	657,2	362,5	365,1	0,0215734	271,01	149,48	150,56
44	VL- 1	662,2	356,1	363,3	0,0215734	273,07	146,84	149,81
	VL- 2	658,1	353,9	360,9	0,0215734	271,38	145,94	148,82
	VL- 3	669,2	368,1	370,8	0,0215734	275,96	151,79	152,91
	VL- 4	663,8	365,6	368,2	0,0215734	273,73	150,76	151,83
45	VL- 1	658	414,4	360,9	0,0237415	246,56	155,28	135,23
	VL- 2	655,7	413,2	359,9	0,0237415	245,7	154,83	134,86
	VL- 3	670	425,6	371,4	0,0237415	251,06	159,48	139,17
	VL- 4	669,1	425,2	370,9	0,0237415	250,72	159,33	138,98

46	VL- 1	656,7	413,9	360,7	0,0237415	246,07	155,09	135,16
	VL- 2	652,3	411,4	358,4	0,0237415	244,43	154,16	134,3
	VL- 3	666,6	423,9	369,7	0,0237415	249,78	158,84	138,53
	VL- 4	666,6	423,9	369,7	0,0237415	249,78	158,84	138,53
47	VL- 1	667,6	419,1	365,5	0,0237415	250,16	157,04	136,96
	VL- 2	667,6	419,1	365,5	0,0237415	250,16	157,04	136,96
	VL- 3	682,9	432,4	377,5	0,0237415	255,89	162,02	141,45
	VL- 4	682,9	432,4	377,5	0,0237415	255,89	162,02	141,45

Tramo	V.L.	Cortante Max (Ton)			S_x (m ³)	I_x (m ⁴)	δ (m)	T (MPa)		
		Cooper-45	TE-114K	MLW				Cooper-45	CVM 1	CVM 2
1	VL- 1	183,2	129,8	115,1	0,010971	0,01494343	0,008	149,57	105,97	93,97
	VL- 2	122,34	130,4	115,8	0,010971	0,01494343	0,008	99,88	106,46	94,54
	VL- 3	186,5	131,2	116,5	0,010971	0,01494343	0,008	152,26	107,11	95,11
	VL- 4	188	131,9	117,2	0,010971	0,01494343	0,008	153,49	107,68	95,68
2	VL- 1	180,9	128,7	114,1	0,010971	0,01494343	0,008	147,69	105,07	93,15
	VL- 2	182,6	129,5	114,9	0,010971	0,01494343	0,008	149,08	105,72	93,8
	VL- 3	184,7	130,4	115,8	0,010971	0,01494343	0,008	150,79	106,46	94,54
	VL- 4	186,4	131,2	116,5	0,010971	0,01494343	0,008	152,18	107,11	95,11
3	VL- 1	175,1	125,93	111,4	0,010971	0,01494343	0,008	142,95	102,81	90,95
	VL- 2	178,9	127,8	113,2	0,010971	0,01494343	0,008	146,06	104,34	92,42
	VL- 3	182,5	129,4	114,8	0,010971	0,01494343	0,008	148,99	105,64	93,72
	VL- 4	185,6	130,8	116,1	0,010971	0,01494343	0,008	151,53	106,78	94,78
4	VL- 1	183,2	129,7	115,1	0,010971	0,01494343	0,008	149,57	105,89	93,97
	VL- 2	181,9	129,1	114,5	0,010971	0,01494343	0,008	148,5	105,4	93,48
	VL- 3	181	128,7	114,2	0,010971	0,01494343	0,008	147,77	105,07	93,23
	VL- 4	180,3	128,4	113,8	0,010971	0,01494343	0,008	147,2	104,83	92,91
5	VL- 1	182,2	129,3	114,7	0,010971	0,01494343	0,008	148,75	105,56	93,64
	VL- 2	184,6	130,4	115,7	0,010971	0,01494343	0,008	150,71	106,46	94,46

	VL- 3	187,4	131,6	116,9	0,010971	0,01494343	0,008	153	107,44	95,44
	VL- 4	189,7	132,6	117,9	0,010971	0,01494343	0,008	154,87	108,25	96,25
6	VL- 1	181,1	128,8	114,2	0,010971	0,01494343	0,008	147,85	105,15	93,23
	VL- 2	182,2	129,7	114,7	0,010971	0,01494343	0,008	148,75	105,89	93,64
	VL- 3	183,5	129,9	115,2	0,010971	0,01494343	0,008	149,81	106,05	94,05
	VL- 4	184,6	130,4	115,7	0,010971	0,01494343	0,008	150,71	106,46	94,46
	VL- 1	182,6	130,1	115,6	0,010971	0,01494343	0,008	149,08	106,21	94,38
7	VL- 2	183,1	129,7	115,2	0,010971	0,01494343	0,008	149,48	105,89	94,05
	VL- 3	185,1	130,6	115,9	0,010971	0,01494343	0,008	151,12	106,62	94,62
	VL- 4	186,9	131,4	116,7	0,010971	0,01494343	0,008	152,59	107,27	95,27
	VL- 1	181,7	129	114,4	0,010971	0,01494343	0,008	148,34	105,32	93,4
8	VL- 2	183,2	129,7	115,2	0,010971	0,01494343	0,008	149,57	105,89	94,05
	VL- 3	185	130,5	115,9	0,010971	0,01494343	0,008	151,04	106,54	94,62
	VL- 4	186,5	131,2	116,6	0,010971	0,01494343	0,008	152,26	107,11	95,19
	VL- 1	181,7	129,1	114,5	0,010971	0,01494343	0,008	148,34	105,4	93,48
9	VL- 2	183,3	129,8	115,2	0,010971	0,01494343	0,008	149,65	105,97	94,05
	VL- 3	185,1	130,6	115,9	0,010971	0,01494343	0,008	151,12	106,62	94,62
	VL- 4	186,6	131,2	116,6	0,010971	0,01494343	0,008	152,34	107,11	95,19
	VL- 1	180,3	128,4	113,8	0,010971	0,01494343	0,008	147,2	104,83	92,91
10	VL- 2	182,3	129,3	114,7	0,010971	0,01494343	0,008	148,83	105,56	93,64
	VL- 3	184,7	130,4	115,8	0,010971	0,01494343	0,008	150,79	106,46	94,54
	VL- 4	186,7	131,3	116,6	0,010971	0,01494343	0,008	152,42	107,19	95,19
	VL- 1	180,3	128,4	113,8	0,010971	0,01494343	0,008	147,2	104,83	92,91
11	VL- 2	182,3	129,3	114,7	0,010971	0,01494343	0,008	148,83	105,56	93,64
	VL- 3	184,5	130,3	115,7	0,010971	0,01494343	0,008	150,63	106,38	94,46
	VL- 4	186,5	131,2	116,5	0,010971	0,01494343	0,008	152,26	107,11	95,11
	VL- 1	183,3	129,3	114,7	0,010971	0,01494343	0,008	149,65	105,56	93,64
12	VL- 2	183,1	129,7	115,2	0,010971	0,01494343	0,008	149,48	105,89	94,05
	VL- 3	184	130,1	115,5	0,010971	0,01494343	0,008	150,22	106,21	94,29
	VL- 4	184,8	130,4	115,8	0,010971	0,01494343	0,008	150,87	106,46	94,54
	VL- 1	184,2	130,2	115,6	0,010074	0,01372437	0,007	171,83	121,46	107,84
13	VL- 2	184,2	130,2	115,6	0,010074	0,01372437	0,007	171,83	121,46	107,84
	VL- 3	184	130,1	115,5	0,010074	0,01372437	0,007	171,65	121,36	107,74

	VL- 4	184,8	130,4	115,8	0,010074	0,01372437	0,007	172,39	121,64	108,02
14	VL- 1	184,2	130,2	115,6	0,010074	0,01372437	0,007	171,83	121,46	107,84
	VL- 2	184,2	130,2	115,6	0,010074	0,01372437	0,007	171,83	121,46	107,84
	VL- 3	184	130,1	115,5	0,010074	0,01372437	0,007	171,65	121,36	107,74
	VL- 4	184,8	130,4	115,8	0,010074	0,01372437	0,007	172,39	121,64	108,02
15	VL- 1	184,2	130,2	115,6	0,010074	0,01372437	0,007	171,83	121,46	107,84
	VL- 2	184,2	130,2	115,6	0,010074	0,01372437	0,007	171,83	121,46	107,84
	VL- 3	184,2	130,2	115,6	0,010074	0,01372437	0,007	171,83	121,46	107,84
	VL- 4	184,2	130,2	115,6	0,010074	0,01372437	0,007	171,83	121,46	107,84
16	VL- 1	184,2	130,2	115,6	0,010074	0,01372437	0,007	171,83	121,46	107,84
	VL- 2	184,2	130,2	115,6	0,010074	0,01372437	0,007	171,83	121,46	107,84
	VL- 3	184,2	130,2	115,6	0,010074	0,01372437	0,007	171,83	121,46	107,84
	VL- 4	184,2	130,2	115,6	0,010074	0,01372437	0,007	171,83	121,46	107,84
17	VL- 1	184,2	130,2	115,6	0,010074	0,01372437	0,007	171,83	121,46	107,84
	VL- 2	184,2	130,2	115,6	0,010074	0,01372437	0,007	171,83	121,46	107,84
	VL- 3	184,2	130,2	115,6	0,010074	0,01372437	0,007	171,83	121,46	107,84
	VL- 4	184,2	130,2	115,6	0,010074	0,01372437	0,007	171,83	121,46	107,84
18	VL- 1	184,2	130,2	115,6	0,010074	0,01372437	0,007	171,83	121,46	107,84
	VL- 2	184,2	130,2	115,6	0,010074	0,01372437	0,007	171,83	121,46	107,84
	VL- 3	184,2	130,2	115,6	0,010074	0,01372437	0,007	171,83	121,46	107,84
	VL- 4	184,2	130,2	115,6	0,010074	0,01372437	0,007	171,83	121,46	107,84
19	VL- 1	184,2	130,2	115,6	0,010074	0,01372437	0,007	171,83	121,46	107,84
	VL- 2	184,2	130,2	115,6	0,010074	0,01372437	0,007	171,83	121,46	107,84
	VL- 3	184,2	130,2	115,6	0,010074	0,01372437	0,007	171,83	121,46	107,84
	VL- 4	184,2	130,2	115,6	0,010074	0,01372437	0,007	171,83	121,46	107,84
20	VL- 1	184,2	130,2	115,6	0,010074	0,01372437	0,007	171,83	121,46	107,84
	VL- 2	184,2	130,2	115,6	0,010074	0,01372437	0,007	171,83	121,46	107,84
	VL- 3	184,2	130,2	115,6	0,010074	0,01372437	0,007	171,83	121,46	107,84
	VL- 4	184,2	130,2	115,6	0,010074	0,01372437	0,007	171,83	121,46	107,84
21	VL- 1	184,2	130,2	115,6	0,010074	0,01372437	0,007	171,83	121,46	107,84
	VL- 2	184,2	130,2	115,6	0,010074	0,01372437	0,007	171,83	121,46	107,84
	VL- 3	184,2	130,2	115,6	0,010074	0,01372437	0,007	171,83	121,46	107,84
	VL- 4	184,2	130,2	115,6	0,010074	0,01372437	0,007	171,83	121,46	107,84

22	VL- 1	96,2	72,4	67,6	0,003786	0,00233566	0,032	43,35	32,62	30,46
	VL- 2	96,2	72,4	67,6	0,003786	0,00233566	0,032	43,35	32,62	30,46
	VL- 3	96,1	72,3	67,4	0,003786	0,00233566	0,032	43,3	32,58	30,37
	VL- 4	96,1	72,3	67,4	0,003786	0,00233566	0,032	43,3	32,58	30,37
23	VL- 1	184,3	130,2	115,6	0,010074	0,01372437	0,007	171,93	121,46	107,84
	VL- 2	184,4	130,3	115,6	0,010074	0,01372437	0,007	172,02	121,55	107,84
	VL- 3	184,5	130,3	115,7	0,010074	0,01372437	0,007	172,11	121,55	107,93
	VL- 4	184,6	130,4	115,7	0,010074	0,01372437	0,007	172,21	121,64	107,93
24	VL- 1	183,9	130	115,4	0,010074	0,01372437	0,007	171,55	121,27	107,65
	VL- 2	183,8	130	115,4	0,010074	0,01372437	0,007	171,46	121,27	107,65
	VL- 3	183,7	129,9	115,3	0,010074	0,01372437	0,007	171,37	121,18	107,56
	VL- 4	183,6	129,9	115,3	0,010074	0,01372437	0,007	171,27	121,18	107,56
25	VL- 1	184	130,1	115,5	0,010074	0,01372437	0,007	171,65	121,36	107,74
	VL- 2	184	130,1	115,5	0,010074	0,01372437	0,007	171,65	121,36	107,74
	VL- 3	184,1	130,1	115,5	0,010074	0,01372437	0,007	171,74	121,36	107,74
	VL- 4	184,2	130,2	115,5	0,010074	0,01372437	0,007	171,83	121,46	107,74
26	VL- 1	184,2	130,2	115,5	0,010074	0,01372437	0,007	171,83	121,46	107,74
	VL- 2	184,1	130,1	115,5	0,010074	0,01372437	0,007	171,74	121,36	107,74
	VL- 3	184,1	130,1	115,5	0,010074	0,01372437	0,007	171,74	121,36	107,74
	VL- 4	184	130,1	115,5	0,010074	0,01372437	0,007	171,65	121,36	107,74
27	VL- 1	184,4	130,3	115,6	0,010074	0,01372437	0,007	172,02	121,55	107,84
	VL- 2	184,3	130,2	115,6	0,010074	0,01372437	0,007	171,93	121,46	107,84
	VL- 3	184,2	130,2	115,5	0,010074	0,01372437	0,007	171,83	121,46	107,74
	VL- 4	184,1	130,1	115,5	0,010074	0,01372437	0,007	171,74	121,36	107,74
28	VL- 1	183,3	129,8	115,2	0,010971	0,01494343	0,008	149,65	105,97	94,05
	VL- 2	182,3	129,3	114,7	0,010971	0,01494343	0,008	148,83	105,56	93,64
	VL- 3	181	128,7	114,1	0,010971	0,01494343	0,008	147,77	105,07	93,15
	VL- 4	180,1	128,3	113,7	0,010971	0,01494343	0,008	147,04	104,74	92,82
29	VL- 1	188,8	132,2	117,5	0,010971	0,01494343	0,008	154,14	107,93	95,93
	VL- 2	187,3	131,5	116,2	0,010971	0,01494343	0,008	152,91	107,36	94,86
	VL- 3	185,4	130,7	116,1	0,010971	0,01494343	0,008	151,36	106,7	94,78
	VL- 4	183,7	130	115,3	0,010971	0,01494343	0,008	149,97	106,13	94,13
30	VL- 1	185,1	130,6	115,9	0,010971	0,01494343	0,008	151,12	106,62	94,62

	VL- 2	184,3	130,2	115,6	0,010971	0,01494343	0,008	150,46	106,3	94,38
	VL- 3	183,4	129,8	115,2	0,010971	0,01494343	0,008	149,73	105,97	94,05
	VL- 4	182,7	129,5	114,9	0,010971	0,01494343	0,008	149,16	105,72	93,8
31	VL- 1	185,9	130,9	116,3	0,010971	0,01494343	0,008	151,77	106,87	94,95
	VL- 2	183	129,6	115	0,010971	0,01494343	0,008	149,4	105,81	93,89
	VL- 3	179,6	128,1	113,5	0,010971	0,01494343	0,008	146,63	104,58	92,66
	VL- 4	176,6	126,7	112,9	0,010971	0,01494343	0,008	144,18	103,44	92,17
32	VL- 1	185,8	130,9	116,2	0,010971	0,01494343	0,008	151,69	106,87	94,86
	VL- 2	184,8	130,4	115,8	0,010971	0,01494343	0,008	150,87	106,46	94,54
	VL- 3	183,6	129,9	115,3	0,010971	0,01494343	0,008	149,89	106,05	94,13
	VL- 4	182,7	129,5	114,9	0,010971	0,01494343	0,008	149,16	105,72	93,8
33	VL- 1	184,4	130,3	115,6	0,010971	0,01494343	0,008	150,55	106,38	94,38
	VL- 2	183,7	130	115,4	0,010971	0,01494343	0,008	149,97	106,13	94,21
	VL- 3	182,9	129,6	115	0,010971	0,01494343	0,008	149,32	105,81	93,89
	VL- 4	182,3	129,3	114,7	0,010971	0,01494343	0,008	148,83	105,56	93,64
34	VL- 1	185,8	130,9	116,2	0,010971	0,01494343	0,008	151,69	106,87	94,86
	VL- 2	184,2	130,2	115,6	0,010971	0,01494343	0,008	150,38	106,3	94,38
	VL- 3	182,4	129,4	114,8	0,010971	0,01494343	0,008	148,91	105,64	93,72
	VL- 4	180,8	128,6	114,1	0,010971	0,01494343	0,008	147,61	104,99	93,15
35	VL- 1	186,1	131	116,4	0,010971	0,01494343	0,008	151,93	106,95	95,03
	VL- 2	184,7	130,4	115,8	0,010971	0,01494343	0,008	150,79	106,46	94,54
	VL- 3	183	129,6	115	0,010971	0,01494343	0,008	149,4	105,81	93,89
	VL- 4	181,6	129	114,4	0,010971	0,01494343	0,008	148,26	105,32	93,4
36	VL- 1	185,6	130,8	116,2	0,010971	0,01494343	0,008	151,53	106,78	94,86
	VL- 2	184,4	130,2	115,6	0,010971	0,01494343	0,008	150,55	106,3	94,38
	VL- 3	182,9	129,6	115	0,010971	0,01494343	0,008	149,32	105,81	93,89
	VL- 4	181,6	129	114,4	0,010971	0,01494343	0,008	148,26	105,32	93,4
37	VL- 1	185,9	130,9	116,3	0,010971	0,01494343	0,008	151,77	106,87	94,95
	VL- 2	184,9	130,4	115,8	0,010971	0,01494343	0,008	150,95	106,46	94,54
	VL- 3	183,4	129,8	115,2	0,010971	0,01494343	0,008	149,73	105,97	94,05
	VL- 4	182,3	129,3	114,7	0,010971	0,01494343	0,008	148,83	105,56	93,64
38	VL- 1	186,1	131	116,4	0,010971	0,01494343	0,008	151,93	106,95	95,03
	VL- 2	185,2	130,6	115,9	0,010971	0,01494343	0,008	151,2	106,62	94,62

	VL- 3	184	130,1	115,5	0,010971	0,01494343	0,008	150,22	106,21	94,29
	VL- 4	183	129,6	115	0,010971	0,01494343	0,008	149,4	105,81	93,89
39	VL- 1	185,3	130,7	116	0,010971	0,01494343	0,008	151,28	106,7	94,7
	VL- 2	184,4	130,3	115,6	0,010971	0,01494343	0,008	150,55	106,38	94,38
	VL- 3	183,3	129,2	115,1	0,010971	0,01494343	0,008	149,65	105,48	93,97
	VL- 4	182,4	129,4	114,8	0,010971	0,01494343	0,008	148,91	105,64	93,72
40	VL- 1	186	131	116,3	0,010971	0,01494343	0,008	151,85	106,95	94,95
	VL- 2	185	130,5	115,9	0,010971	0,01494343	0,008	151,04	106,54	94,62
	VL- 3	183,8	130	115,4	0,010971	0,01494343	0,008	150,06	106,13	94,21
	VL- 4	182,7	129,5	114,9	0,010971	0,01494343	0,008	149,16	105,72	93,8
41	VL- 1	186,1	131	116,3	0,010971	0,01494343	0,008	151,93	106,95	94,95
	VL- 2	185	130,5	115	0,010971	0,01494343	0,008	151,04	106,54	93,89
	VL- 3	183,8	130	115,4	0,010971	0,01494343	0,008	150,06	106,13	94,21
	VL- 4	182,7	129,5	114,9	0,010971	0,01494343	0,008	149,16	105,72	93,8
42	VL- 1	185,8	130,9	116,2	0,010971	0,01494343	0,008	151,69	106,87	94,86
	VL- 2	184,8	130,4	115,8	0,010971	0,01494343	0,008	150,87	106,46	94,54
	VL- 3	183,6	129,9	115,3	0,010971	0,01494343	0,008	149,89	106,05	94,13
	VL- 4	182,6	129,5	114,9	0,010971	0,01494343	0,008	149,08	105,72	93,8
43	VL- 1	185,7	130,9	116,2	0,010971	0,01494343	0,008	151,61	106,87	94,86
	VL- 2	184,8	130,4	115,8	0,010971	0,01494343	0,008	150,87	106,46	94,54
	VL- 3	183,6	129,9	115,3	0,010971	0,01494343	0,008	149,89	106,05	94,13
	VL- 4	182,6	129,5	114,9	0,010971	0,01494343	0,008	149,08	105,72	93,8
44	VL- 1	185,6	130,8	116,2	0,010971	0,01494343	0,008	151,53	106,78	94,86
	VL- 2	184,9	130,5	115,9	0,010971	0,01494343	0,008	150,95	106,54	94,62
	VL- 3	184,3	130,2	115,6	0,010971	0,01494343	0,008	150,46	106,3	94,38
	VL- 4	183,6	129,9	115,3	0,010971	0,01494343	0,008	149,89	106,05	94,13
45	VL- 1	184,5	130,3	115,7	0,010074	0,01372437	0,007	172,11	121,55	107,93
	VL- 2	184,3	130,2	115,6	0,010074	0,01372437	0,007	171,93	121,46	107,84
	VL- 3	184,5	130,3	115,7	0,010074	0,01372437	0,007	172,11	121,55	107,93
	VL- 4	184,3	130,2	115,6	0,010074	0,01372437	0,007	171,93	121,46	107,84
46	VL- 1	183,9	130,1	115,4	0,010074	0,01372437	0,007	171,55	121,36	107,65
	VL- 2	183,9	130,1	115,4	0,010074	0,01372437	0,007	171,55	121,36	107,65
	VL- 3	183,9	130,1	115,4	0,010074	0,01372437	0,007	171,55	121,36	107,65

	VL- 4	183,9	130,1	115,4	0,010074	0,01372437	0,007	171,55	121,36	107,65
47	VL- 1	186,1	131	116,4	0,010074	0,01372437	0,007	173,6	122,2	108,58
	VL- 2	186,1	131	116,4	0,010074	0,01372437	0,007	173,6	122,2	108,58
	VL- 3	186,1	131	116,4	0,010074	0,01372437	0,007	173,6	122,2	108,58
	VL- 4	186,1	131	116,4	0,010074	0,01372437	0,007	173,6	122,2	108,58

Tramo	V.L.	Cortante 1/4L (Ton)			S_{x3} (m ³)	I_x (m ⁴)	δ (m)	τ (MPa)		
		Cooper-45	TE-114K	MLW				Cooper-45	TE-114K	MLW
1	VL- 1	104,5	80,22	70,1	0,017248	0,02158572	0,029	25,61	19,66	17,18
	VL- 2	105,52	80,7	70,9	0,017248	0,02158572	0,029	25,86	19,78	17,37
	VL- 3	104,9	81,3	71	0,017248	0,02158572	0,029	25,71	19,92	17,4
	VL- 4	105,6	81,8	71,5	0,017248	0,02158572	0,029	25,88	20,05	17,52
2	VL- 1	103,3	79,4	69,8	0,017248	0,02158572	0,029	25,32	19,46	17,1
	VL- 2	104,4	80,04	70,3	0,017248	0,02158572	0,029	25,59	19,61	17,23
	VL- 3	103,9	80,6	70,4	0,017248	0,02158572	0,029	25,46	19,75	17,25
	VL- 4	104,8	81,3	71	0,017248	0,02158572	0,029	25,68	19,92	17,4
3	VL- 1	100,3	77,6	68	0,017248	0,02158572	0,029	24,58	19,02	16,66
	VL- 2	102,2	78,8	69,2	0,017248	0,02158572	0,029	25,05	19,31	16,96
	VL- 3	102,9	79,9	69,7	0,017248	0,02158572	0,029	25,22	19,58	17,08
	VL- 4	104,3	81	70,7	0,017248	0,02158572	0,029	25,56	19,85	17,33
4	VL- 1	104,2	79,8	70,2	0,017248	0,02158572	0,029	25,54	19,56	17,2
	VL- 2	103,4	79,8	69,5	0,017248	0,02158572	0,029	25,34	19,56	17,03
	VL- 3	102,3	79,5	69,3	0,017248	0,02158572	0,029	25,07	19,48	16,98
	VL- 4	101,8	79,1	68,9	0,017248	0,02158572	0,029	24,95	19,38	16,88
5	VL- 1	104	79,8	70,1	0,017248	0,02158572	0,029	25,49	19,56	17,18
	VL- 2	105,4	80,6	70,8	0,017248	0,02158572	0,029	25,83	19,75	17,35
	VL- 3	105,7	81,5	71,2	0,017248	0,02158572	0,029	25,9	19,97	17,45
	VL- 4	106,5	82,3	71,9	0,017248	0,02158572	0,029	26,1	20,17	17,62
6	VL- 1	103,3	79,4	69,7	0,017248	0,02158572	0,029	25,32	19,46	17,08

	VL- 2	104	79,8	70,1	0,017248	0,02158572	0,029	25,49	19,56	17,18
	VL- 3	104,3	80,3	70	0,017248	0,02158572	0,029	25,56	19,68	17,15
	VL- 4	103,8	80,6	70,4	0,017248	0,02158572	0,029	25,44	19,75	17,25
7	VL- 1	104,7	80,7	71	0,017248	0,02158572	0,029	25,66	19,78	17,4
	VL- 2	104,7	80,2	70,5	0,017248	0,02158572	0,029	25,66	19,65	17,28
	VL- 3	104,1	80,8	70,5	0,017248	0,02158572	0,029	25,51	19,8	17,28
	VL- 4	104,8	81,3	71	0,017248	0,02158572	0,029	25,68	19,92	17,4
8	VL- 1	103,8	79,7	70	0,017248	0,02158572	0,029	25,44	19,53	17,15
	VL- 2	104,6	80,2	70,5	0,017248	0,02158572	0,029	25,64	19,65	17,28
	VL- 3	104	80,7	70,5	0,017248	0,02158572	0,029	25,49	19,78	17,28
	VL- 4	104,7	81,2	70,9	0,017248	0,02158572	0,029	25,66	19,9	17,37
9	VL- 1	103,8	79,7	70,04	0,017248	0,02158572	0,029	25,44	19,53	17,16
	VL- 2	104,7	80,2	70,5	0,017248	0,02158572	0,029	25,66	19,65	17,28
	VL- 3	104,1	80,8	70,5	0,017248	0,02158572	0,029	25,51	19,8	17,28
	VL- 4	104,7	81,3	71	0,017248	0,02158572	0,029	25,66	19,92	17,4
10	VL- 1	102,9	79,2	69,6	0,017248	0,02158572	0,029	25,22	19,41	17,06
	VL- 2	104,7	80,4	70,6	0,017248	0,02158572	0,029	25,66	19,7	17,3
	VL- 3	103,9	80,9	70,4	0,017248	0,02158572	0,029	25,46	19,83	17,25
	VL- 4	104,8	81,3	71	0,017248	0,02158572	0,029	25,68	19,92	17,4
11	VL- 1	102,8	79,2	69,3	0,017248	0,02158572	0,029	25,19	19,41	16,98
	VL- 2	104	79,8	70	0,017248	0,02158572	0,029	25,49	19,56	17,15
	VL- 3	103,8	80,6	70,3	0,017248	0,02158572	0,029	25,44	19,75	17,23
	VL- 4	104,6	81,2	70,9	0,017248	0,02158572	0,029	25,64	19,9	17,37
12	VL- 1	104,1	79,8	70,2	0,017248	0,02158572	0,029	25,51	19,56	17,2
	VL- 2	104,5	80,1	70,4	0,017248	0,02158572	0,029	25,61	19,63	17,25
	VL- 3	103,6	80,4	70,1	0,017248	0,02158572	0,029	25,39	19,7	17,18
	VL- 4	103,8	80,6	70,4	0,017248	0,02158572	0,029	25,44	19,75	17,25
13	VL- 1	105,3	80,6	70,8	0,016371	0,02309863	0,029	22,89	17,52	15,39
	VL- 2	105,3	80,6	70,8	0,016371	0,02309863	0,029	22,89	17,52	15,39
	VL- 3	103,7	80,6	70,3	0,016371	0,02309863	0,029	22,54	17,52	15,28
	VL- 4	104,1	80,8	70,5	0,016371	0,02309863	0,029	22,63	17,56	15,32
14	VL- 1	105,3	80,6	70,8	0,016371	0,02309863	0,029	22,89	17,52	15,39
	VL- 2	105,3	80,6	70,8	0,016371	0,02309863	0,029	22,89	17,52	15,39

	VL- 3	103,7	80,6	70,3	0,016371	0,02309863	0,029	22,54	17,52	15,28
	VL- 4	104,1	80,8	70,5	0,016371	0,02309863	0,029	22,63	17,56	15,32
15	VL- 1	105,3	80,6	70,8	0,016371	0,02309863	0,029	22,89	17,52	15,39
	VL- 2	105,3	80,6	70,8	0,016371	0,02309863	0,029	22,89	17,52	15,39
	VL- 3	103,8	80,6	70,3	0,016371	0,02309863	0,029	22,56	17,52	15,28
	VL- 4	103,8	80,6	70,3	0,016371	0,02309863	0,029	22,56	17,52	15,28
16	VL- 1	105,3	80,6	70,8	0,016371	0,02309863	0,029	22,89	17,52	15,39
	VL- 2	105,3	80,6	70,8	0,016371	0,02309863	0,029	22,89	17,52	15,39
	VL- 3	103,8	80,6	70,3	0,016371	0,02309863	0,029	22,56	17,52	15,28
	VL- 4	103,8	80,6	70,3	0,016371	0,02309863	0,029	22,56	17,52	15,28
17	VL- 1	105,3	80,6	70,8	0,016371	0,02309863	0,029	22,89	17,52	15,39
	VL- 2	105,3	80,6	70,8	0,016371	0,02309863	0,029	22,89	17,52	15,39
	VL- 3	103,8	80,6	70,3	0,016371	0,02309863	0,029	22,56	17,52	15,28
	VL- 4	103,8	80,6	70,3	0,016371	0,02309863	0,029	22,56	17,52	15,28
18	VL- 1	105,3	80,6	70,8	0,016371	0,02309863	0,029	22,89	17,52	15,39
	VL- 2	105,3	80,6	70,8	0,016371	0,02309863	0,029	22,89	17,52	15,39
	VL- 3	103,8	80,6	70,3	0,016371	0,02309863	0,029	22,56	17,52	15,28
	VL- 4	103,8	80,6	70,3	0,016371	0,02309863	0,029	22,56	17,52	15,28
19	VL- 1	105,3	80,6	70,8	0,016371	0,02309863	0,029	22,89	17,52	15,39
	VL- 2	105,3	80,6	70,8	0,016371	0,02309863	0,029	22,89	17,52	15,39
	VL- 3	103,8	80,6	70,3	0,016371	0,02309863	0,029	22,56	17,52	15,28
	VL- 4	103,8	80,6	70,3	0,016371	0,02309863	0,029	22,56	17,52	15,28
20	VL- 1	105,3	80,6	70,8	0,016371	0,02309863	0,029	22,89	17,52	15,39
	VL- 2	105,3	80,6	70,8	0,016371	0,02309863	0,029	22,89	17,52	15,39
	VL- 3	103,8	80,6	70,3	0,016371	0,02309863	0,029	22,56	17,52	15,28
	VL- 4	103,8	80,6	70,3	0,016371	0,02309863	0,029	22,56	17,52	15,28
21	VL- 1	105,3	80,6	70,8	0,016371	0,02309863	0,029	22,89	17,52	15,39
	VL- 2	105,3	80,6	70,8	0,016371	0,02309863	0,029	22,89	17,52	15,39
	VL- 3	103,7	80,6	70,3	0,016371	0,02309863	0,029	22,54	17,52	15,28
	VL- 4	103,7	80,6	70,3	0,016371	0,02309863	0,029	22,54	17,52	15,28
22	VL- 1	61,6	48,6	45,6	0,003786	0,00233566	0,032	27,75	21,9	20,54
	VL- 2	61,6	48,6	45,6	0,003786	0,00233566	0,032	27,75	21,9	20,54
	VL- 3	60,9	48,5	45,5	0,003786	0,00233566	0,032	27,44	21,85	20,5

	VL- 4	60,9	48,5	45,5	0,003786	0,00233566	0,032	27,44	21,85	20,5
23	VL- 1	105,4	80,6	70,8	0,016371	0,02309863	0,029	22,91	17,52	15,39
	VL- 2	105,4	80,7	70,9	0,016371	0,02309863	0,029	22,91	17,54	15,41
	VL- 3	103,8	80,6	70,4	0,016371	0,02309863	0,029	22,56	17,52	15,3
	VL- 4	103,9	80,7	70,4	0,016371	0,02309863	0,029	22,59	17,54	15,3
24	VL- 1	105,2	80,4	70,7	0,016371	0,02309863	0,029	22,87	17,48	15,37
	VL- 2	105	80,4	70,7	0,016371	0,02309863	0,029	22,82	17,48	15,37
	VL- 3	103,6	80,5	70,2	0,016371	0,02309863	0,029	22,52	17,5	15,26
	VL- 4	103,5	80,4	70,2	0,016371	0,02309863	0,029	22,5	17,48	15,26
25	VL- 1	105,2	80,5	70,8	0,016371	0,02309863	0,029	22,87	17,5	15,39
	VL- 2	105,2	80,6	70,8	0,016371	0,02309863	0,029	22,87	17,52	15,39
	VL- 3	103,8	80,6	70,3	0,016371	0,02309863	0,029	22,56	17,52	15,28
	VL- 4	103,8	80,6	70,4	0,016371	0,02309863	0,029	22,56	17,52	15,3
26	VL- 1	105,4	80,6	70,9	0,016371	0,02309863	0,029	22,91	17,52	15,41
	VL- 2	105,3	80,6	70,8	0,016371	0,02309863	0,029	22,89	17,52	15,39
	VL- 3	103,8	80,6	70,3	0,016371	0,02309863	0,029	22,56	17,52	15,28
	VL- 4	103,7	80,5	70,3	0,016371	0,02309863	0,029	22,54	17,5	15,28
27	VL- 1	105,4	80,6	70,9	0,016371	0,02309863	0,029	22,91	17,52	15,41
	VL- 2	105,4	80,6	70,9	0,016371	0,02309863	0,029	22,91	17,52	15,41
	VL- 3	103,8	80,6	70,4	0,016371	0,02309863	0,029	22,56	17,52	15,3
	VL- 4	103,7	80,6	70,3	0,016371	0,02309863	0,029	22,54	17,52	15,28
28	VL- 1	104,7	80,2	70,5	0,017248	0,02158572	0,029	25,66	19,65	17,28
	VL- 2	104,1	79,8	70,2	0,017248	0,02158572	0,029	25,51	19,56	17,2
	VL- 3	102,3	79,5	69,2	0,017248	0,02158572	0,029	25,07	19,48	16,96
	VL- 4	101,9	79,1	68,9	0,017248	0,02158572	0,029	24,97	19,38	16,88
29	VL- 1	107,8	82	71,9	0,017248	0,02158572	0,029	26,42	20,1	17,62
	VL- 2	106,9	81,5	71,5	0,017248	0,02158572	0,029	26,2	19,97	17,52
	VL- 3	104,2	80,9	70,6	0,017248	0,02158572	0,029	25,54	19,83	17,3
	VL- 4	103,5	80,4	70,1	0,017248	0,02158572	0,029	25,37	19,7	17,18
30	VL- 1	105,7	80,8	71	0,017248	0,02158572	0,029	25,9	19,8	17,4
	VL- 2	105,3	80,6	70,7	0,017248	0,02158572	0,029	25,81	19,75	17,33
	VL- 3	103,3	80,2	69,9	0,017248	0,02158572	0,029	25,32	19,65	17,13
	VL- 4	102,9	80	69,7	0,017248	0,02158572	0,029	25,22	19,61	17,08

31	VL- 1	106,2	81,1	71,2	0,017248	0,02158572	0,029	26,03	19,87	17,45
	VL- 2	104,7	80,2	70,5	0,017248	0,02158572	0,029	25,66	19,65	17,28
	VL- 3	101,6	78,9	68,7	0,017248	0,02158572	0,029	24,9	19,34	16,84
	VL- 4	100,7	78	67,8	0,017248	0,02158572	0,029	24,68	19,11	16,61
32	VL- 1	106,2	81,1	71,2	0,017248	0,02158572	0,029	26,03	19,87	17,45
	VL- 2	105,6	80,7	70,9	0,017248	0,02158572	0,029	25,88	19,78	17,37
	VL- 3	103,4	80,3	70,1	0,017248	0,02158572	0,029	25,34	19,68	17,18
	VL- 4	102,9	79,9	69,7	0,017248	0,02158572	0,029	25,22	19,58	17,08
33	VL- 1	105,4	80,6	70,8	0,017248	0,02158572	0,029	25,83	19,75	17,35
	VL- 2	105	80,4	70,6	0,017248	0,02158572	0,029	25,73	19,7	17,3
	VL- 3	103,1	80,1	69,9	0,017248	0,02158572	0,029	25,27	19,63	17,13
	VL- 4	102,8	79,9	69,7	0,017248	0,02158572	0,029	25,19	19,58	17,08
34	VL- 1	106,6	81,4	71,5	0,017248	0,02158572	0,029	26,13	19,95	17,52
	VL- 2	105,5	80,7	70,9	0,017248	0,02158572	0,029	25,86	19,78	17,37
	VL- 3	102,8	79,9	69,7	0,017248	0,02158572	0,029	25,19	19,58	17,08
	VL- 4	102,1	79,3	69,1	0,017248	0,02158572	0,029	25,02	19,43	16,93
35	VL- 1	106,4	81,2	71,3	0,017248	0,02158572	0,029	26,08	19,9	17,47
	VL- 2	105,6	80,8	70,9	0,017248	0,02158572	0,029	25,88	19,8	17,37
	VL- 3	103,2	80,2	69,9	0,017248	0,02158572	0,029	25,29	19,65	17,13
	VL- 4	102,5	79,7	69,5	0,017248	0,02158572	0,029	25,12	19,53	17,03
36	VL- 1	105,9	80,9	71,1	0,017248	0,02158572	0,029	25,95	19,83	17,42
	VL- 2	105,3	80,6	70,8	0,017248	0,02158572	0,029	25,81	19,75	17,35
	VL- 3	103,1	80,1	69,9	0,017248	0,02158572	0,029	25,27	19,63	17,13
	VL- 4	102,5	79,6	69,4	0,017248	0,02158572	0,029	25,12	19,51	17,01
37	VL- 1	106,3	81,2	71,3	0,017248	0,02158572	0,029	26,05	19,9	17,47
	VL- 2	105,7	80,8	71	0,017248	0,02158572	0,029	25,9	19,8	17,4
	VL- 3	103,4	80,3	70,1	0,017248	0,02158572	0,029	25,34	19,68	17,18
	VL- 4	102,7	79,8	69,6	0,017248	0,02158572	0,029	25,17	19,56	17,06
38	VL- 1	106,5	81,3	71,4	0,017248	0,02158572	0,029	26,1	19,92	17,5
	VL- 2	105,9	80,9	71,1	0,017248	0,02158572	0,029	25,95	19,83	17,42
	VL- 3	103,6	80,4	70,2	0,017248	0,02158572	0,029	25,39	19,7	17,2
	VL- 4	103,2	80,2	69,9	0,017248	0,02158572	0,029	25,29	19,65	17,13
39	VL- 1	105,5	80,6	70,8	0,017248	0,02158572	0,029	25,86	19,75	17,35

	VL- 2	105,1	80,4	70,6	0,017248	0,02158572	0,029	25,76	19,7	17,3
	VL- 3	103,2	80,2	69,9	0,017248	0,02158572	0,029	25,29	19,65	17,13
	VL- 4	102,9	79,9	69,7	0,017248	0,02158572	0,029	25,22	19,58	17,08
40	VL- 1	106,5	81,3	71,4	0,017248	0,02158572	0,029	26,1	19,92	17,5
	VL- 2	105,9	80,9	71,1	0,017248	0,02158572	0,029	25,95	19,83	17,42
	VL- 3	103,6	80,4	70,2	0,017248	0,02158572	0,029	25,39	19,7	17,2
	VL- 4	103	80	69,8	0,017248	0,02158572	0,029	25,24	19,61	17,1
41	VL- 1	106,3	81,2	71,3	0,017248	0,02158572	0,029	26,05	19,9	17,47
	VL- 2	105,7	80,7	70,9	0,017248	0,02158572	0,029	25,9	19,78	17,37
	VL- 3	103,4	80,3	70,1	0,017248	0,02158572	0,029	25,34	19,68	17,18
	VL- 4	103	80	69,8	0,017248	0,02158572	0,029	25,24	19,61	17,1
42	VL- 1	106	80,9	71,1	0,017248	0,02158572	0,029	25,98	19,83	17,42
	VL- 2	105,5	80,6	70,8	0,017248	0,02158572	0,029	25,86	19,75	17,35
	VL- 3	103,5	80,3	70,1	0,017248	0,02158572	0,029	25,37	19,68	17,18
	VL- 4	102,9	79,9	69,7	0,017248	0,02158572	0,029	25,22	19,58	17,08
43	VL- 1	106,2	81,2	71,2	0,017248	0,02158572	0,029	26,03	19,9	17,45
	VL- 2	105,6	80,7	70,9	0,017248	0,02158572	0,029	25,88	19,78	17,37
	VL- 3	103,4	80,3	70,1	0,017248	0,02158572	0,029	25,34	19,68	17,18
	VL- 4	102,9	79,9	69,7	0,017248	0,02158572	0,029	25,22	19,58	17,08
44	VL- 1	106,1	81	71,2	0,017248	0,02158572	0,029	26	19,85	17,45
	VL- 2	105,7	80,8	71	0,017248	0,02158572	0,029	25,9	19,8	17,4
	VL- 3	103,7	80,5	70,3	0,017248	0,02158572	0,029	25,41	19,73	17,23
	VL- 4	103,4	80,3	70,1	0,017248	0,02158572	0,029	25,34	19,68	17,18
45	VL- 1	105,1	80,4	70,6	0,016371	0,02309863	0,029	22,85	17,48	15,35
	VL- 2	105,2	80,5	70,7	0,016371	0,02309863	0,029	22,87	17,5	15,37
	VL- 3	103,9	80,7	70,4	0,016371	0,02309863	0,029	22,59	17,54	15,3
	VL- 4	103,8	80,6	70,3	0,016371	0,02309863	0,029	22,56	17,52	15,28
46	VL- 1	104,9	80,5	70,4	0,016371	0,02309863	0,029	22,8	17,5	15,3
	VL- 2	105,1	80,5	70,7	0,016371	0,02309863	0,029	22,85	17,5	15,37
	VL- 3	103,6	80,5	70,2	0,016371	0,02309863	0,029	22,52	17,5	15,26
	VL- 4	103,6	80,5	70,2	0,016371	0,02309863	0,029	22,52	17,5	15,26
47	VL- 1	106,4	81,2	71,3	0,016371	0,02309863	0,029	23,13	17,65	15,5
	VL- 2	106,4	81,2	71,3	0,016371	0,02309863	0,029	23,13	17,65	15,5

	VL- 3	104,6	81,2	70,9	0,016371	0,02309863	0,029	22,74	17,65	15,41
	VL- 4	104,6	81,2	70,9	0,016371	0,02309863	0,029	22,74	17,65	15,41

[Volver al texto...](#)

ANEXO VII “Resumen de Solicitaciones para Vigas Transversales”.

ESTADOS LÍMITES Para 60Km/h

V.T.	Momento Max (Ton·m)		Secciones	Wn (cm ³)	σ (MPa)	
	TE-114K	MLW			TE-114K	MLW
VT - 1	627,1	572	VT-1A	0,034655	160,98	146,84
VT - 2	623,3	569,1	VT-1A	0,037506	147,84	134,99
VT - 3	444,1	403,7	VT-3	0,025726	153,57	139,6
VT - 4	953,2	871,3	VT-4	0,054262	156,28	142,85
VT - 5	462,9	420,6	VT-5	0,02662	154,7	140,56
VT - 6	627,7	573,3	VT-1A	0,037506	148,89	135,98
VT - 7	630,3	575,7	VT-1A	0,037506	149,5	136,55
VT - 8	629,5	574,8	VT-1A	0,037506	149,31	136,34
VT - 9	452,6	411	VT-5	0,02662	151,25	137,35
VT - 10	888,5	809,2	VT-10A	0,038604	204,75	186,48
VT - 11	724,9	662,2	VT-11	0,036437	176,99	161,68
VT - 12	712,3	650,7	VT-12	0,037319	169,8	155,11
VT - 13	712,1	650,5	VT-13	0,036946	171,47	156,63
VT - 14	712,1	650,6	VT-14B	0,035372	179,1	163,63
VT - 15	712,6	651,1	VT-15	0,03707	171,01	156,25
VT - 16	712	650,4	VT-16A	0,036695	172,61	157,68
VT - 17	712,8	651,3	VT-17	0,037877	167,42	152,97
VT - 18	712,5	651	VT-18	0,037319	169,85	155,19
VT - 19	712,2	650,6	VT-19B	0,036946	171,49	156,66
VT - 20	712,3	650,8	VT-19B	0,036946	171,51	156,7

VT - 21	582,1	519,4	VT-21B	0,026392	196,21	175,08
VT - 22	582,3	519,7	VT-21B	0,026392	196,28	175,18
VT - 23	712,8	651,3	VT-23E	0,037319	169,92	155,26
VT - 24	710,8	649,4	VT-24C	0,036946	171,15	156,37
VT - 25	710	648,6	VT-25B	0,035443	178,21	162,8
VT - 26	712,5	651	VT-26B	0,037319	169,85	155,19
VT - 27	842,1	768,9	VT-27	0,03701	202,42	184,82
VT - 28	1088,8	994,4	VT-28	0,049524	195,59	178,63
VT - 29	1182,5	1080,7	VT-29A	0,051209	205,43	187,74
VT - 30	490,2	446,6	VT-30A	0,031793	137,16	124,96
VT - 31	566,6	517	VT-31A	0,036438	138,33	126,22
VT - 32	841,1	778,6	VT-32C	0,050682	147,64	136,67
VT - 33	628,7	574,1	VT-33C	0,037319	149,87	136,85
VT - 34	1030,2	940,6	VT-34D	0,053589	171,02	156,15
VT - 35	536,9	490	VT-35A	0,034833	137,12	125,14
VT - 36	567,9	518,7	VT-36A	0,036963	136,68	124,84
VT - 37	628,2	573,7	VT-37A	0,03626	154,12	140,75
VT - 38	625,6	571,3	VT-37A	0,03626	153,49	140,16
VT - 39	625,4	571,2	VT-37A	0,03626	153,44	140,14
VT - 40	624	569,9	VT-40B	0,037691	147,28	134,51
VT - 41	621,7	567,7	VT-41B	0,03626	152,53	139,28
VT - 42	621,1	567,2	VT-40B	0,037691	146,6	133,87
VT - 43	617,7	564,2	VT-43A	0,03679	149,37	136,43
VT - 44	619,5	565,9	VT-43A	0,03679	149,8	136,84
VT - 45	613,9	560,8	VT-43A	0,03679	148,45	135,61
VT - 46	615,4	562,3	VT-43A	0,03679	148,81	135,97

V.T.	Cortante Max (Ton)		Secciones	S _x (m ³)	I _x (m ⁴)	δ (m)	τ (MPa)	
	TE-114K	MLW					TE-114K	MLW
VT - 1	315,4	287,7	VT-1	0,025246	0,0368779	0,0185	103,83	94,71
VT - 2	312,4	284,8	VT-1	0,025246	0,0368779	0,0185	102,84	93,75
VT - 3	277	251,9	VT-3	0,020614	0,0291993	0,0185	94,04	85,51
VT - 4	345,4	315,5	VT-4C	0,021106	0,0297159	0,0195	111,92	102,23
VT - 5	258,7	235,1	VT-5	0,021786	0,0307035	0,02	81,65	74,2
VT - 6	330,4	301,5	VT-1	0,025246	0,0368779	0,0185	108,77	99,25
VT - 7	330,9	302	VT-1	0,025246	0,0368779	0,0185	108,93	99,42
VT - 8	330,7	301,7	VT-1	0,025246	0,0368779	0,0185	108,86	99,32
VT - 9	252,5	229,4	VT-5	0,021786	0,0307035	0,02	79,69	72,4
VT - 10	210,9	191,5	VT-10F	0,018336	0,0251963	0,02	68,27	61,99
VT - 11	328,3	299,5	VT11C	0,019707	0,0284905	0,0135	149,64	136,52
VT - 12	320,1	292,1	VT-12B	0,021286	0,0302385	0,018	111,36	101,62
VT - 13	316,5	288,8	VT-13B	0,021919	0,0298522	0,017	121,61	110,97
VT - 14	316,6	288,8	VT-14F	0,021092	0,0299382	0,018	110,24	100,56
VT - 15	316,7	288,9	VT-15B	0,021439	0,0303213	0,019	104,84	95,64
VT - 16	316,5	288,8	VT-16C	0,020571	0,0293617	0,0165	119,55	109,09
VT - 17	316,7	289	VT-17C	0,021809	0,0308161	0,0195	102,25	93,31
VT - 18	316,6	288,9	VT-18A	0,021285	0,0302385	0,018	110,14	100,5
VT - 19	316,5	288,8	VT-19	0,020937	0,0298522	0,017	116,16	105,99
VT - 20	316,6	288,9	VT-19	0,020937	0,0298522	0,017	116,2	106,03
VT - 21	240,3	214,5	VT-21	0,012297	0,0150503	0,009	194,08	173,24
VT - 22	240,5	214,7	VT-21	0,012297	0,0150503	0,009	194,24	173,4

VT - 23	316,7	289	VT-23C	0,021285	0,0302385	0,018	110,18	100,54
VT - 24	316,3	288,6	VT-24	0,020937	0,0298522	0,017	116,09	105,92
VT - 25	316,2	288,5	VT-25	0,019533	0,0282947	0,013	149,38	136,29
VT - 26	316,6	288,9	VT-26	0,021286	0,0302385	0,018	110,15	100,51
VT - 27	344,9	314,8	VT-27E	0,020415	0,0292705	0,0155	138,06	126,01
VT - 28	370,6	338,9	VT-28H	0,021805	0,0308161	0,0195	119,63	109,4
VT - 29	388,6	355,6	VT-29E	0,025414	0,0370587	0,019	124,78	114,18
VT - 30	294,1	267,8	VT-30	0,021805	0,0308161	0,0195	94,94	86,45
VT - 31	356,3	325	VT-31B	0,021286	0,0302385	0,018	123,96	113,07
VT - 32	335,5	306,3	VT-32D	0,020937	0,0298522	0,017	123,13	112,42
VT - 33	330,8	301,8	VT-33D	0,019919	0,028686	0,014	145,96	133,16
VT - 34	360,8	329,8	VT-34	0,021438	0,0303213	0,019	119,44	109,18
VT - 35	357,7	326	VT-35	0,021635	0,0306238	0,019	118,32	107,83
VT - 36	331,4	302,2	VT-36	0,021805	0,0308161	0,0195	106,98	97,55
VT - 37	331,7	302,6	VT-37	0,024561	0,0360963	0,0185	108,53	99,01
VT - 38	331,5	302,5	VT-37	0,024561	0,0360963	0,0185	108,47	98,98
VT - 39	331,5	302,4	VT-37	0,024561	0,0360963	0,0185	108,47	98,94
VT - 40	331,8	302,8	VT-40A	0,025414	0,0370593	0,019	106,54	97,22
VT - 41	331,7	302,6	VT-41	0,021416	0,0302046	0,0195	107,29	97,88
VT - 42	331,7	302,6	VT-40A	0,025414	0,0370593	0,019	106,5	97,16
VT - 43	331,7	302,6	VT-43	0,024521	0,0355644	0,019	107,08	97,69
VT - 44	326,1	297,5	VT-44	0,021438	0,0303213	0,019	107,95	98,48
VT - 45	323,1	294,6	VT-44	0,021438	0,0303213	0,019	106,96	97,52
VT - 46	323,8	295,4	VT-44	0,021438	0,0303213	0,019	107,19	97,79

Nota: están reducidas a 30Km/h

[Volver al texto...](#)

TENSIONES ADMISIBLES Para 60Km/h.

V.T.	Momento Max (Ton-m)			Secciones	Wn (m ³)	σ (MPa)		
	Cooper-45	TE-114K	MLW			Cooper-45	TE-114K	MLW
VT-1	1055,4	506	462,4	VT-1A	0,034655	270,93	129,89	118,7
VT-2	1039	502,9	459,4	VT-1A	0,037506	246,45	119,28	108,96
VT-3	761,9	357,6	325,2	VT-3	0,025726	263,47	123,66	112,45
VT-4	1610,8	769,3	703,6	VT-4	0,054262	264,09	126,12	115,35
VT-5	798,3	372,7	338,8	VT-5	0,02662	266,79	124,55	113,22
VT-6	1052,5	506,6	462,9	VT-1A	0,037506	249,65	120,16	109,8
VT-7	1058,1	508,7	464,9	VT-1A	0,037506	250,98	120,66	110,27
VT-8	1058,1	507,9	464,1	VT-1A	0,037506	250,98	120,47	110,08
VT-9	781,6	364,3	331	VT-5	0,02662	261,21	121,74	110,62
VT-10	1533,5	716,1	652,5	VT-10A	0,038604	353,4	165,02	150,37
VT-11	1226,3	584,9	534,6	VT-11	0,036437	299,41	142,8	130,52
VT-12	1173	561,8	513,6	VT-12	0,037319	279,63	133,92	122,43
VT-13	1201	574,6	525,2	VT-13	0,036946	289,19	138,36	126,46
VT-14	1206	574,4	525,1	VT-14B	0,035372	303,32	144,46	132,06
VT-15	1201,6	575,1	525,7	VT-15	0,03707	288,37	138,01	126,16
VT-16	1200,7	574,5	525,2	VT-16A	0,036695	291,1	139,28	127,33
VT-17	1201,9	575,2	525,8	VT-17	0,037877	282,29	135,1	123,49
VT-18	1201,5	574,9	525,6	VT-18	0,037319	286,42	137,04	125,29
VT-19	1201	574,7	525,3	VT-19B	0,036946	289,19	138,38	126,49
VT-20	1201,3	574,8	525,4	VT-19B	0,036946	289,26	138,4	126,51
VT-21	831,4	469,1	371,4	VT-21B	0,026392	280,25	158,12	125,19
VT-22	832	469,4	371,6	VT-21B	0,026392	280,45	158,22	125,26

VT-23	1199,7	574,2	525	VT-23E	0,037319	285,99	136,88	125,15
VT-24	1197,7	537,6	524,3	VT-24C	0,036946	288,4	129,45	126,24
VT-25	1197,5	572,9	523,7	VT-25B	0,035443	300,58	143,8	131,45
VT-26	1199,3	574,2	524,9	VT-26B	0,037319	285,9	136,88	125,13
VT-27	1416,3	679,3	620,6	VT-27	0,03701	340,44	163,28	149,17
VT-28	1832,6	878,7	802,9	VT-28	0,049524	329,2	157,84	144,23
VT-29	2225,8	939,5	861,7	VT-29A	0,051209	386,68	163,21	149,7
VT-30	838,8	395	360,1	VT-30A	0,031793	234,71	110,53	100,76
VT-31	951,9	457	417,2	VT-31A	0,036438	232,4	111,57	101,86
VT-32	1420,9	678,9	620,7	VT-32C	0,050682	249,41	119,17	108,95
VT-33	1055,8	507,2	463,5	VT-33C	0,037319	251,69	120,91	110,49
VT-34	1729,2	831,5	759,6	VT-34D	0,053589	287,06	138,03	126,1
VT-35	913,6	433	395,3	VT-35A	0,034833	233,33	110,58	100,96
VT-36	961,8	458,2	418,7	VT-36A	0,036963	231,49	110,28	100,77
VT-37	1058,3	506,9	463,2	VT-37A	0,03626	259,65	124,36	113,64
VT-38	1053,8	504,7	461,2	VT-37A	0,03626	258,55	123,82	113,15
VT-39	1053,3	504,6	461,1	VT-37A	0,03626	258,42	123,8	113,13
VT-40	1051,5	503,5	460,1	VT-40B	0,037691	248,19	118,84	108,6
VT-41	1047,6	501,6	458,3	VT-41B	0,03626	257,03	123,06	112,44
VT-42	1046,1	501,1	457,9	VT-40B	0,037691	246,91	118,27	108,08
VT-43	1041,9	498,4	455,4	VT-43A	0,03679	251,94	120,52	110,12
VT-44	1046	499,8	456,8	VT-43A	0,03679	252,94	120,86	110,46
VT-45	1036,1	495,1	452,5	VT-43A	0,03679	250,54	119,72	109,42
VT-46	1041,4	496,4	453,8	VT-43A	0,03679	251,82	120,03	109,73

V.T.	Cortante Max (Ton)			Secciones	Sx (m ³)	Ix (m ⁴)	δ (m)	τ (MPa)		
	Cooper-45	TE-114K	MLW					Cooper-45	TE-114K	MLW
VT-1	566,9	267	243,8	VT-1	0,025246	0,0368779	0,0185	186,62	87,89	80,26
VT-2	562,2	266	242,8	VT-1	0,025246	0,0368779	0,0185	185,08	87,56	79,93
VT-3	367,4	178,7	163,4	VT-3	0,020614	0,0291993	0,0185	124,73	60,66	55,47
VT-4	580,9	278,8	254,8	VT-4C	0,021106	0,0297159	0,0195	188,23	90,34	82,56
VT-5	396,3	189,9	173,9	VT-5	0,021786	0,0307035	0,02	125,08	59,93	54,88
VT-6	563,1	266,5	243,3	VT-1	0,025246	0,0368779	0,0185	185,37	87,73	80,09
VT-7	565,5	266,9	243,7	VT-1	0,025246	0,0368779	0,0185	186,16	87,86	80,22
VT-8	565,2	266,7	243,5	VT-1	0,025246	0,0368779	0,0185	186,06	87,79	80,16
VT-9	412,4	197,8	181	VT-5	0,021786	0,0307035	0,02	130,16	62,43	57,12
VT-10	360,9	169,7	154,2	VT-10F	0,018336	0,0251963	0,02	116,82	54,93	49,91
VT-11	553,4	264,8	241,7	VT11C	0,019707	0,0284905	0,0135	252,25	120,7	110,17
VT-12	530,6	252,6	230,6	VT-12B	0,021286	0,0302385	0,018	184,6	87,88	80,23
VT-13	537,5	255,2	233	VT-13B	0,021919	0,0298522	0,017	206,53	98,06	89,52
VT-14	537,6	255,3	233,1	VT-14F	0,021092	0,0299382	0,018	187,19	88,89	81,16
VT-15	537,4	255,2	233	VT-15C	0,021439	0,0282013	0,019	191,29	90,84	82,93
VT-16	537,5	255,2	233	VT-16C	0,020571	0,0293617	0,0165	203,04	96,4	88,01
VT-17	537,6	255,4	233,1	VT-17C	0,021809	0,0308161	0,0195	173,57	82,46	75,26
VT-18	537,6	255,3	233,1	VT-18A	0,021285	0,0302385	0,018	187,03	88,81	81,09
VT-19	537,6	255,3	233,1	VT-19	0,020937	0,0298522	0,017	197,31	93,7	85,55
VT-20	537,6	255,3	233,1	VT-19	0,020937	0,0298522	0,017	197,31	93,7	85,55
VT-21	384,1	189,6	169,8	VT-21	0,012297	0,0150503	0,009	310,22	153,13	137,14
VT-22	384,6	189,7	170	VT-21	0,012297	0,0150503	0,009	310,62	153,21	137,3

VT-23	537,5	255,4	233,2	VT-23C	0,021285	0,0302385	0,018	186,99	88,85	81,13
VT-24	536,6	255	232,8	VT-24	0,020937	0,0298522	0,017	196,95	93,59	85,44
VT-25	536,9	255	232,8	VT-25	0,019533	0,0282947	0,013	253,64	120,46	109,98
VT-26	537,7	255,4	233,2	VT-26	0,021286	0,0302385	0,018	187,07	88,85	81,13
VT-27	487,7	231,7	254,1	VT-27E	0,020415	0,0292705	0,0155	195,23	92,75	101,72
VT-28	626,3	299,2	273,7	VT-28H	0,021805	0,0308161	0,0195	202,18	96,58	88,35
VT-29	726	345,7	316,3	VT-29E	0,025414	0,0370587	0,019	233,12	111	101,56
VT-30	307,4	149,6	137	VT-30	0,021805	0,0308161	0,0195	99,23	48,29	44,22
VT-31	608	287,2	262,1	VT-31B	0,021286	0,0302385	0,018	211,53	99,92	91,18
VT-32	565,3	270,7	247,3	VT-32D	0,020937	0,0298522	0,017	207,48	99,35	90,76
VT-33	563,3	266,7	243,5	VT-33D	0,019919	0,028686	0,014	248,55	117,68	107,44
VT-34	610,2	291,3	266,4	VT-34	0,021438	0,0303213	0,019	202	96,43	88,19
VT-35	605,6	288,3	263	VT-35	0,021635	0,0306238	0,019	200,33	95,36	86,99
VT-36	561,2	267,2	243,8	VT-36	0,021805	0,0308161	0,0195	181,16	86,25	78,7
VT-37	566,2	267,5	244,2	VT-37	0,024561	0,0360963	0,0185	185,26	87,52	79,9
VT-38	565,5	267,4	244,1	VT-37	0,024561	0,0360963	0,0185	185,03	87,49	79,87
VT-39	565,3	267,3	244,1	VT-37	0,024561	0,0360963	0,0185	184,97	87,46	79,87
VT-40	566,5	267,6	244,3	VT-40A	0,025414	0,0370593	0,019	181,9	85,92	78,44
VT-41	566,2	267,5	244,2	VT-41	0,021416	0,0302046	0,0195	183,15	86,53	78,99
VT-42	565,9	267,5	244,2	VT-40A	0,025414	0,0370593	0,019	181,7	85,89	78,41
VT-43	565,8	267,5	244,2	VT-43	0,024521	0,0355644	0,019	182,66	86,35	78,83
VT-44	544,5	258,2	235,6	VT-44	0,021438	0,0303213	0,019	180,25	85,47	77,99
VT-45	549,3	260,5	237,7	VT-44	0,021438	0,0303213	0,019	181,84	86,23	78,69
VT-46	552	261,1	238,3	VT-44	0,021438	0,0303213	0,019	182,74	86,43	78,89

Nota: están reducidas a 30Km/h

[Volver al texto...](#)

ANEXO VIII “Resumen de Solicitaciones para Columnas”.

ESTADOS LÍMITES Para 60Km/h

COL.	EQUIPO	AXIAL (KN)		Mto (KN·m)	V2-2 (KN)	L (m)	Wx (cm)	rx (cm)	A (cm ²)	AS (cm ²)
		BASE	CABEZA							
D-3	TE-114K	4285	4267	86,7	14,68	6,42	4355,57	20,53	249,64	68,99
	MLW	3908	3890	76,8	13,5	6,42	4355,57	20,53	249,64	68,99
D-4	TE-114K	2417	3398	415,3	91,9	6,26	4355,57	20,53	249,64	68,99
	MLW	3132	3104	381,5	84,5	6,26	4355,57	20,53	249,64	68,99
D-5	TE-114K	2553	2539	180,3	43,7	6,39	4355,57	20,53	249,64	68,99
	MLW	2323	2309	164,2	39,7	6,39	4355,57	20,53	249,64	68,99
D-8	TE-114K	3108	3087	309	65	6,85	4355,57	20,53	249,64	68,99
	MLW	2835	2816	283	60	6,85	4355,57	20,53	249,64	68,99
D-9	TE-114K	2492	2477	161	36	7,08	4355,57	20,53	249,64	68,99
	MLW	2266	2250	146	32	7,08	4355,57	20,53	249,64	68,99
D-10	TE-114K	4207	4186	136	25	7,23	4355,57	20,53	249,64	68,99
	MLW	3844	3823	127	24	7,23	4355,57	20,53	249,64	68,99
D-14	TE-114K	3118	3103	247	50	7,19	4355,57	20,53	249,64	68,99
	MLW	2847	2831	227	46	7,19	4355,57	20,53	249,64	68,99
D-21	TE-114K	2638	2623	388	59	7,04	4465,84	20,87	252,66	62,03
	MLW	2353	2338	347	71	7,04	4465,84	20,87	252,66	62,03
D-22	TE-114K	2639	2624	388	79	7,04	4465,84	20,87	252,66	62,03
	MLW	2354	2339	347	71	7,04	4465,84	20,87	252,66	62,03
D-25	TE-114K	3116	3101	261	55	6,97	4355,57	20,53	249,64	68,99
	MLW	2844	2829	239	50	6,97	4355,57	20,53	249,64	68,99
D-28	TE-114K	3655	3635	347	64	7,11	4355,57	20,53	249,64	68,99

	MLW	3345	3324	320	59	7,11	4355,57	20,53	249,64	68,99
D-29	TE-114K	3831	3811	367	63	7,05	4355,57	20,53	249,64	68,99
	MLW	3508	3488	339	58	7,05	4355,57	20,53	249,64	68,99
D-30	TE-114K	2899	2884	162	36	7,1	4355,57	20,53	249,64	68,99
	MLW	2641	2626	148	33	7,1	4355,57	20,53	249,64	68,99
D-32	TE-114K	2824	2810	282	61	7,05	4355,57	20,53	249,64	68,99
	MLW	2580	2565	258	56	7,05	4355,57	20,53	249,64	68,99
D-34	TE-114K	3561	3539	375	72	7,07	6808,36	21,36	380,48	99,73
	MLW	3257	3234	345	66	7,07	6808,36	21,36	380,48	99,73
D-36	TE-114K	3195	3175	288	64	6,47	4355,57	20,53	249,64	68,99
	MLW	2915	2896	264	59	6,47	4355,57	20,53	249,64	68,99

COL.	EQUIPO	Lc (m)	λ	ρ	λx	e (cm)	m	η	m1	ϕ
D-3	TE-114K	3,21	15,636	17,447	0,494446	1,01594	0,058229	1,685722	0,0982	0,965
	MLW	3,21	15,636	17,447	0,494446	0,98715	0,056578	1,685722	0,0954	0,965
D-4	TE-114K	3,13	15,246	17,447	0,482124	6,11095	0,35025	1,687324	0,591	0,826
	MLW	3,13	15,246	17,447	0,482124	6,1453	0,352218	1,687324	0,5943	0,826
D-5	TE-114K	3,195	15,563	17,447	0,492136	3,55061	0,203504	1,686022	0,3431	0,896
	MLW	3,195	15,563	17,447	0,492136	3,55565	0,203793	1,686022	0,3436	0,896
D-8	TE-114K	3,425	16,683	17,447	0,527563	5,00486	0,286854	1,681417	0,4823	0,851
	MLW	3,425	16,683	17,447	0,527563	5,02486	0,288	1,681417	0,4842	0,851
D-9	TE-114K	3,54	17,243	17,447	0,545277	3,2499	0,186268	1,679114	0,3128	0,898
	MLW	3,54	17,243	17,447	0,545277	3,24444	0,185956	1,679114	0,3122	0,898
D-10	TE-114K	3,615	17,608	17,447	0,55683	1,62446	0,093106	1,677612	0,1562	0,941
	MLW	3,615	17,608	17,447	0,55683	1,661	0,0952	1,677612	0,1597	0,941

D-14	TE-114K	3,595	17,511	17,447	0,553749	3,98002	0,228115	1,678013	0,3828	0,878
	MLW	3,595	17,511	17,447	0,553749	4,00918	0,229787	1,678013	0,3856	0,878
D-21	TE-114K	3,52	16,866	17,675	0,533363	7,39611	0,418443	1,680663	0,7033	0,791
	MLW	3,52	16,866	17,675	0,533363	7,42087	0,419844	1,680663	0,7056	0,791
D-22	TE-114K	3,52	16,866	17,675	0,533363	7,39329	0,418284	1,680663	0,703	0,791
	MLW	3,52	16,866	17,675	0,533363	7,4177	0,419665	1,680663	0,7053	0,791
D-25	TE-114K	3,485	16,975	17,447	0,536805	4,20832	0,2412	1,680215	0,4053	0,873
	MLW	3,485	16,975	17,447	0,536805	4,22411	0,242105	1,680215	0,4068	0,873
D-28	TE-114K	3,555	17,316	17,447	0,547588	4,77304	0,273567	1,678814	0,4593	0,854
	MLW	3,555	17,316	17,447	0,547588	4,81348	0,275885	1,678814	0,4632	0,854
D-29	TE-114K	3,525	17,17	17,447	0,542967	4,81501	0,275973	1,679414	0,4635	0,856
	MLW	3,525	17,17	17,447	0,542967	4,85952	0,278524	1,679414	0,4678	0,856
D-30	TE-114K	3,55	17,292	17,447	0,546818	2,8086	0,160975	1,678914	0,2703	0,909
	MLW	3,55	17,292	17,447	0,546818	2,81797	0,161513	1,678914	0,2712	0,909
D-32	TE-114K	3,525	17,17	17,447	0,542967	5,01779	0,287595	1,679414	0,483	0,85
	MLW	3,525	17,17	17,447	0,542967	5,02924	0,288251	1,679414	0,4841	0,85
D-34	TE-114K	3,535	16,55	17,894	0,523349	5,29811	0,296081	1,681965	0,498	0,847
	MLW	3,535	16,55	17,894	0,523349	5,33395	0,298084	1,681965	0,5014	0,847
D-36	TE-114K	3,235	15,757	17,447	0,498297	4,53543	0,259949	1,685221	0,4381	0,867
	MLW	3,235	15,757	17,447	0,498297	4,55801	0,261243	1,685221	0,4403	0,867

COL.	EQUIPO	σ_n (KN/cm ²) (EXCEN.)	σ_r (KN/cm ²) (NAVIER)	τ (KN/cm ²)
D-3	TE-114K	21,601	20,957	0,213
	MLW	19,693	19,113	0,196

D-4	TE-114K	20,097	11,924	1,333
	MLW	18,358	15,407	1,225
D-5	TE-114K	13,843	12,523	0,634
	MLW	12,589	11,395	0,576
D-8	TE-114K	17,721	15,27	0,943
	MLW	16,165	13,929	0,87
D-9	TE-114K	13,475	12,219	0,522
	MLW	12,24	11,111	0,464
D-10	TE-114K	21,732	20,59	0,363
	MLW	19,847	18,814	0,348
D-14	TE-114K	17,265	15,301	0,725
	MLW	15,752	13,972	0,667
D-21	TE-114K	16,006	12,839	0,952
	MLW	14,267	11,452	1,145
D-22	TE-114K	16,012	12,844	1,274
	MLW	14,273	11,457	1,145
D-25	TE-114K	17,353	15,295	0,798
	MLW	15,831	13,961	0,725
D-28	TE-114K	20,794	17,953	0,928
	MLW	19,015	16,431	0,856
D-29	TE-114K	21,749	18,818	0,914
	MLW	19,906	17,232	0,841
D-30	TE-114K	15,499	14,208	0,522
	MLW	14,113	12,943	0,479
D-32	TE-114K	16,15	13,875	0,885
	MLW	14,742	12,676	0,812
D-34	TE-114K	13,393	11,481	0,722
	MLW	12,239	10,502	0,662
D-36	TE-114K	17,89	15,689	0,928
	MLW	16,318	14,314	0,856

Columnas Izquierdas

COL.	EQUIPOS	AXIAL KN		Mto (KN·m)	Vte (KN)	L (m)	Wx (cm)	rx (cm)	A (cm ²)	AS (cm ²)
		BASE	CABEZA							
I-3	TE-114K	2715	2701	169	41	6,5	4355,6	20,53	249,64	68,99
	MLW	2470	2456	153	37	6,5	4355,6	20,53	249,64	68,99
I-4	TE-114K	2620	2601	518	117	6,38	4355,6	20,53	249,64	68,99
	MLW	2397	2377	475	107	6,38	4355,6	20,53	249,64	68,99
I-5	TE-114K	4444	4425	98	14	6,47	4355,6	20,53	249,64	68,99
	MLW	4059	4040	87	13	6,47	4355,6	20,53	249,64	68,99
I-8	TE-114K	3263	3243	291	62	6,85	4355,6	20,53	249,64	68,99
	MLW	2979	2959	267	56	6,85	4355,6	20,53	249,64	68,99
I-9	TE-114K	4529	4509	105	13	7,08	4355,6	20,53	249,64	68,99
	MLW	4134	4112	94	11	7,08	4355,6	20,53	249,64	68,99
I-10	TE-114K	1843	1828	360	78	7,23	4355,6	20,53	249,64	68,99
	MLW	1682	1666	328	71	7,23	4355,6	20,53	249,64	68,99
I-14	TE-114K	3120	3105	249	50	7,3	4355,6	20,53	249,64	68,99
	MLW	2849	2833	228	46	7,3	4355,6	20,53	249,64	68,99
I-21	TE-114K	2641	2626	387	79	7,04	4465,8	20,87	252,66	62,03
	MLW	2355	2340	346	70	7,04	4465,8	20,87	252,66	62,03
I-22	TE-114K	2643	2628	387	79	7,04	4465,8	20,87	252,66	62,03
	MLW	2358	2343	346	70	7,04	4465,8	20,87	252,66	62,03
I-25	TE-114K	3116	3101	261	55	6,97	4355,6	20,53	249,64	68,99
	MLW	2844	2829	239	50	6,97	4355,6	20,53	249,64	68,99
I-28	TE-114K	2225	2209	460	99	7,11	4355,6	20,53	249,64	68,99
	MLW	2032	2017	420	91	7,11	4355,6	20,53	249,64	68,99
I-29	TE-114K	1992	1880	481	107	7,05	3229,6	19,95	190,76	45,64
	MLW	1730	1719	439	98	7,05	3229,6	19,95	190,76	45,64
I-30	TE-114K	3902	3882	96	19	7,1	4355,6	20,53	249,64	68,99

I-32	MLW	3560	3539	90	18	7,1	4355,6	20,53	249,64	68,99
	TE-114K	3311	3290	269	51	7,05	4355,6	20,53	249,64	68,99
I-34	MLW	3025	3004	247	47	7,05	4355,6	20,53	249,64	68,99
	TE-114K	2381	2363	459	102	6,82	5004,5	19,91	303,12	95,13
I-36	MLW	2174	2157	419	94	6,82	5004,5	19,91	303,12	95,13
	TE-114K	3269	3250	271	61	6,46	4355,6	20,53	249,64	68,99
	MLW	2982	2964	249	56	6,46	4355,6	20,53	249,64	68,99

COL.	EQUIPOS	Lc (m)	λ	ρ	λx	e (cm)	m	η	m1	φ
I-3	TE-114K	3,25	15,83	17,447	0,5006	3,1285	0,1793	1,6849	0,3021	0,907
	MLW	3,25	15,83	17,447	0,5006	3,1148	0,1785	1,6849	0,3008	0,907
I-4	TE-114K	3,19	15,538	17,447	0,4914	9,9577	0,5707	1,6861	0,9623	0,731
	MLW	3,19	15,538	17,447	0,4914	9,9916	0,5727	1,6861	0,9656	0,73
I-5	TE-114K	3,235	15,757	17,447	0,4983	1,1073	0,0635	1,6852	0,107	0,963
	MLW	3,235	15,757	17,447	0,4983	1,0767	0,0617	1,6852	0,104	0,964
I-8	TE-114K	3,425	16,683	17,447	0,5276	4,4866	0,2571	1,6814	0,4324	0,865
	MLW	3,425	16,683	17,447	0,5276	4,5117	0,2586	1,6814	0,4348	0,864
I-9	TE-114K	3,54	17,243	17,447	0,5453	1,1643	0,0667	1,6791	0,1121	0,957
	MLW	3,54	17,243	17,447	0,5453	1,143	0,0655	1,6791	0,11	0,957
I-10	TE-114K	3,615	17,608	17,447	0,5568	9,8468	0,5644	1,6776	0,9468	0,73
	MLW	3,615	17,608	17,447	0,5568	9,8439	0,5642	1,6776	0,9465	0,73
I-14	TE-114K	3,65	17,779	17,447	0,5622	4,0097	0,2298	1,6769	0,3854	0,875
	MLW	3,65	17,779	17,447	0,5622	4,024	0,2306	1,6769	0,3868	0,874
I-21	TE-114K	3,52	16,866	17,675	0,5334	7,3686	0,4169	1,6807	0,7006	0,791
	MLW	3,52	16,866	17,675	0,5334	7,3932	0,4183	1,6807	0,703	0,791
I-22	TE-114K	3,52	16,866	17,675	0,5334	7,363	0,4166	1,6807	0,7001	0,791
	MLW	3,52	16,866	17,675	0,5334	7,3837	0,4177	1,6807	0,7021	0,791

I-25	TE-114K	3,485	16,975	17,447	0,5368	4,2083	0,2412	1,6802	0,4053	0,872
	MLW	3,485	16,975	17,447	0,5368	4,2241	0,2421	1,6802	0,4068	0,871
I-28	TE-114K	3,555	17,316	17,447	0,5476	10,412	0,5968	1,6788	1,0019	0,718
	MLW	3,555	17,316	17,447	0,5476	10,412	0,5967	1,6788	1,0018	0,718
I-29	TE-114K	3,525	17,669	16,93	0,5588	12,793	0,7556	1,6774	1,2674	0,657
	MLW	3,525	17,669	16,93	0,5588	12,769	0,7542	1,6774	1,2651	0,658
I-30	TE-114K	3,55	17,292	17,447	0,5468	1,2365	0,0709	1,6789	0,119	0,955
	MLW	3,55	17,292	17,447	0,5468	1,2715	0,0729	1,6789	0,1224	0,954
I-32	TE-114K	3,525	17,17	17,447	0,543	4,0881	0,2343	1,6794	0,3935	0,845
	MLW	3,525	17,17	17,447	0,543	4,1112	0,2356	1,6794	0,3957	0,874
I-34	TE-114K	3,41	17,127	16,51	0,5416	9,7122	0,5883	1,6796	0,988	0,722
	MLW	3,41	17,127	16,51	0,5416	9,7126	0,5883	1,6796	0,9881	0,722
I-36	TE-114K	3,23	15,733	17,447	0,4975	4,1692	0,239	1,6853	0,4027	0,878
	MLW	3,23	15,733	17,447	0,4975	4,2004	0,2407	1,6853	0,4057	0,877

COL.	EQUIPOS	σ_n (KN/cm ²) (EXCEN.)	σ_r (KN/cm ²) (NAVIER)	τ (KN/cm ²)
I-3	TE-114K	14,548	13,308	0,595
	MLW	13,228	12,107	0,537
I-4	TE-114K	17,382	12,936	1,696
	MLW	15,907	11,835	1,551
I-5	TE-114K	22,448	21,736	0,203
	MLW	20,473	19,852	0,189
I-8	TE-114K	18,315	16,017	0,899
	MLW	16,731	14,624	0,812
I-9	TE-114K	23,017	22,153	0,189
	MLW	20,991	20,22	0,16

I-10	TE-114K	12,233	9,099	1,131
	MLW	11,149	8,304	1,03
I-14	TE-114K	17,336	15,308	0,725
	MLW	15,835	13,978	0,667
I-21	TE-114K	16,024	12,847	1,274
	MLW	14,279	11,456	1,129
I-22	TE-114K	16,037	12,857	1,274
	MLW	14,298	11,471	1,129
I-25	TE-114K	17,373	15,291	0,798
	MLW	15,867	13,957	0,725
I-28	TE-114K	15,03	10,991	1,435
	MLW	13,724	10,038	1,32
I-29	TE-114K	18,294	12,906	2,345
	MLW	16,702	11,216	2,148
I-30	TE-114K	19,858	19,087	0,276
	MLW	18,122	17,415	0,261
I-32	TE-114K	19,021	16,246	0,74
	MLW	16,791	14,843	0,682
I-34	TE-114K	13,168	9,685	1,073
	MLW	12,02	8,843	0,989
I-36	TE-114K	18,083	16,041	0,885
	MLW	16,511	14,634	0,812

[Volver al texto...](#)

TENSIONES ADMISIBLES Para 30Km/h

Columnas Derechas

COL.	EQUIPOS	AXIAL KN		M3-3 (KN·m)	V2-2 (KN)	L (m)	Wx (cm)	rx (cm)	A (cm ²)	AS (cm ²)
		BASE	CABEZA							
D-3	Cooper-45	6009	5992	135	20	6,42	4355,6	20,53	249,64	68,99
	TE-114K	3004	2987	57	11	6,42	4355,6	20,53	249,64	68,99
	MLW	2746	2729	50	10	6,42	4355,6	20,53	249,64	68,99
D-4	Cooper-45	4797	4781	572	127	6,26	4355,6	20,53	249,64	68,99
	TE-114K	2406	2390	295	65	6,26	4355,6	20,53	249,64	68,99
	MLW	2205	2189	272	60	6,26	4355,6	20,53	249,64	68,99
D-5	Cooper-45	3646	3634	258	63	6,39	4355,6	20,53	249,64	68,99
	TE-114K	1781	1769	126	30	6,39	4355,6	20,53	249,64	68,99
	MLW	1623	1611	115	28	6,39	4355,6	20,53	249,64	68,99
D-8	Cooper-45	4376	4358	429	90	6,85	4355,6	20,53	249,64	68,99
	TE-114K	2182	2164	218	46	6,85	4355,6	20,53	249,64	68,99
	MLW	1996	1978	200	42	6,85	4355,6	20,53	249,64	68,99
D-9	Cooper-45	3552	3538	229	51	7,08	4355,6	20,53	249,64	68,99
	TE-114K	1737	1723	112	25	7,08	4355,6	20,53	249,64	68,99
	MLW	1583	1569	102	22	7,08	4355,6	20,53	249,64	68,99
D-10	Cooper-45	5863	5845	176	33	7,23	4355,6	20,53	249,64	68,99
	TE-114K	2964	2945	99	19	7,23	4355,6	20,53	249,64	68,99
	MLW	2715	2697	93	17	7,23	4355,6	20,53	249,64	68,99
D-14	Cooper-45	4412	4398	344	70	7,19	4355,6	20,53	249,64	68,99
	TE-114K	2190	2176	175	36	7,19	4355,6	20,53	249,64	68,99
	MLW	2004	1991	161	33	7,19	4355,6	20,53	249,64	68,99
D-21	Cooper-45	3153	3140	459	93	7,04	4465,8	20,87	252,66	62,03
	TE-114K	1845	1832	273	55	7,04	4465,8	20,87	252,66	62,03

	MLW	1650	1637	244	50	7,04	4465,8	20,87	252,66	62,03
D-22	Cooper-45	3155	3141	459	93	7,04	4465,8	20,87	252,66	62,03
	TE-114K	1846	1832	273	55	7,04	4465,8	20,87	252,66	62,03
	MLW	1651	1637	245	50	7,04	4465,8	20,87	252,66	62,03
D-25	Cooper-45	4408	4394	364	76	6,97	4355,6	20,53	249,64	68,99
	TE-114K	2188	2175	185	39	6,97	4355,6	20,53	249,64	68,99
	MLW	2002	1989	170	36	6,97	4355,6	20,53	249,64	68,99
D-28	Cooper-45	5153	5134	474	87	7,11	4355,6	20,53	249,64	68,99
	TE-114K	2577	2559	248	46	7,11	4355,6	20,53	249,64	68,99
	MLW	2365	2346	230	42	7,11	4355,6	20,53	249,64	68,99
D-29	Cooper-45	5399	5380	498	86	7,05	4355,6	20,53	249,64	68,99
	TE-114K	2706	2688	264	46	7,05	4355,6	20,53	249,64	68,99
	MLW	2486	2467	244	42	7,05	4355,6	20,53	249,64	68,99
D-30	Cooper-45	4146	4134	229	51	7,1	4355,6	20,53	249,64	68,99
	TE-114K	2027	2014	114	25	7,1	4355,6	20,53	249,64	68,99
	MLW	1851	1838	104	23	7,1	4355,6	20,53	249,64	68,99
D-32	Cooper-45	3999	3985	395	86	7,05	4355,6	20,53	249,64	68,99
	TE-114K	1986	1973	199	43	7,05	4355,6	20,53	249,64	68,99
	MLW	1819	1805	183	40	7,05	4355,6	20,53	249,64	68,99
D-34	Cooper-45	5022	5001	515	98	7,07	6808,4	21,36	380,48	99,74
	TE-114K	2511	2490	268	51	7,07	6808,4	21,36	380,48	99,74
	MLW	2303	2282	247	47	7,07	6808,4	21,36	380,48	99,74
D-36	Cooper-45	4543	4527	402	87	6,47	4355,6	20,53	249,64	68,99
	TE-114K	2242	2225	204	45	6,47	4355,6	20,53	249,64	68,99
	MLW	2051	2034	187	42	6,47	4355,6	20,53	249,64	68,99

COL.	Lc (m)	ρ	e (cm)	λ	i	φ	σ_n (KN/cm ²) (EXCEN.)	σ_r (KN/cm ²) (NAVIER)	τ (KN/cm ²)
D-3	3,21	17,447	1,1265	15,64	0,06	0,860	34,037	29,392	0,289
	3,21	17,447	0,9541	15,64	0,05	0,867	16,830	14,690	0,159
	3,21	17,447	0,9161	15,64	0,05	0,867	15,376	13,428	0,145
D-4	3,13	17,447	5,982	15,25	0,34	0,753	31,017	23,593	1,841
	3,13	17,447	6,1715	15,25	0,35	0,749	15,588	11,836	0,942
	3,13	17,447	6,2129	15,25	0,36	0,731	14,629	10,847	0,870
D-5	3,195	17,447	3,5498	15,56	0,20	0,794	22,358	17,883	0,913
	3,195	17,447	3,5613	15,56	0,20	0,794	10,884	8,735	0,435
	3,195	17,447	3,5692	15,56	0,20	0,794	9,9117	7,961	0,406
D-8	3,425	17,447	4,922	16,68	0,28	0,761	27,975	21,492	1,305
	3,425	17,447	5,037	16,68	0,29	0,757	13,965	10,721	0,667
	3,425	17,447	5,0556	16,68	0,29	0,757	12,764	9,807	0,609
D-9	3,54	17,447	3,2363	17,24	0,19	0,797	21,686	17,415	0,739
	3,54	17,447	3,2501	17,24	0,19	0,797	10,561	8,517	0,362
	3,54	17,447	3,2505	17,24	0,19	0,797	9,617	7,762	0,319
D-10	3,615	17,447	1,5056	17,61	0,09	0,839	34,033	28,690	0,478
	3,615	17,447	1,6808	17,61	0,10	0,832	17,292	14,507	0,275
	3,615	17,447	1,7241	17,61	0,10	0,832	15,835	13,289	0,246
D-14	3,595	17,447	3,9109	17,51	0,22	0,784	27,404	21,649	1,014
	3,595	17,447	4,0211	17,51	0,23	0,780	13,628	10,747	0,522
	3,595	17,447	4,0432	17,51	0,23	0,780	12,471	9,8347	0,478
D-21	3,52	17,675	7,3089	16,87	0,41	0,709	21,380	15,343	1,499
	3,52	17,675	7,4509	16,87	0,42	0,705	12,542	8,980	0,887
	3,52	17,675	7,4527	16,87	0,42	0,705	11,208	8,031	0,806
D-22	3,52	17,675	7,3066	16,87	0,41	0,709	21,383	15,353	1,499
	3,52	17,675	7,4509	16,87	0,42	0,705	12,543	8,985	0,887
	3,52	17,675	7,4832	16,87	0,42	0,705	11,208	8,036	0,806

D-25	3,485	17,447	4,142	16,98	0,24	0,777	27,626	21,635	1,101
	3,485	17,447	4,2529	16,98	0,24	0,777	13,674	10,740	0,565
	3,485	17,447	4,2735	16,98	0,24	0,777	12,506	9,828	0,522
D-28	3,555	17,447	4,6163	17,32	0,26	0,769	32,614	25,306	1,261
	3,555	17,447	4,8456	17,32	0,28	0,761	16,427	12,658	0,667
	3,555	17,447	4,902	17,32	0,28	0,761	15,060	11,618	0,609
D-29	3,525	17,447	4,6283	17,17	0,27	0,765	34,355	26,514	1,247
	3,525	17,447	4,9107	17,17	0,28	0,760	17,277	13,293	0,667
	3,525	17,447	4,9453	17,17	0,28	0,760	15,857	12,213	0,609
D-30	3,55	17,447	2,7697	17,29	0,16	0,809	24,963	20,318	0,739
	3,55	17,447	2,8302	17,29	0,16	0,809	12,161	9,934	0,362
	3,55	17,447	2,8292	17,29	0,16	0,809	11,099	9,071	0,333
D-32	3,525	17,447	4,9561	17,17	0,28	0,761	25,581	19,645	1,246
	3,525	17,447	5,0431	17,17	0,29	0,757	12,732	9,757	0,623
	3,525	17,447	5,0693	17,17	0,29	0,757	11,648	8,937	0,579
D-34	3,535	17,894	5,149	16,55	0,29	0,757	21,175	16,189	0,98
	3,535	17,894	5,3815	16,55	0,30	0,753	10,599	8,096	0,513
	3,535	17,894	5,4119	16,55	0,30	0,753	9,713	7,425	0,472
D-36	3,235	17,447	4,44	15,76	0,25	0,774	28,572	22,305	1,261
	3,235	17,447	4,5843	15,76	0,26	0,770	14,116	11,009	0,652
	3,235	17,447	4,5969	15,76	0,26	0,770	12,904	10,071	0,608

Columnas Izquierdas

COL.	EQUIPOS	AXIAL KN		M3-3 (KN·m)	V2-2 (KN)	L (m)	Wx (cm)	rx (cm)	A (cm ²)	AS (cm ²)
		BASE	CABEZA							
I-3	Cooper-45	3890	3877	241	59	6,5	4355,6	20,53	249,64	68,99
	TE-114K	1894	1881	118	28	6,5	4355,6	20,53	249,64	68,99
	MLW	1727	1714	107	26	6,5	4355,6	20,53	249,64	68,99

I-4	Cooper-45	3730	3713	734	165	6,38	4355,6	20,53	249,64	68,99
	TE-114K	1845	1828	366	82	6,38	4355,6	20,53	249,64	68,99
	MLW	1691	1674	336	76	6,38	4355,6	20,53	249,64	68,99
I-5	Cooper-45	6360	6343	156	22	6,47	4355,6	20,53	249,64	68,99
	TE-114K	3117	3100	65	10	6,47	4355,6	20,53	249,64	68,99
	MLW	2854	2837	58	9	6,47	4355,6	20,53	249,64	68,99
I-8	Cooper-45	4642	4642	407	86	6,85	4355,6	20,53	249,64	68,99
	TE-114K	2292	2274	206	44	6,85	4355,6	20,53	249,64	68,99
	MLW	2098	2080	190	40	6,85	4355,6	20,53	249,64	68,99
I-9	Cooper-45	6453	6434	163	21	7,08	4355,6	20,53	249,64	68,99
	TE-114K	3178	3159	70	8	7,08	4355,6	20,53	249,64	68,99
	MLW	2907	2889	62	7	7,08	4355,6	20,53	249,64	68,99
I-10	Cooper-45	2632	2618	516	112	7,23	4355,6	20,53	249,64	68,99
	TE-114K	1294	1280	252	54	7,23	4355,6	20,53	249,64	68,99
	MLW	1184	1170	230	50	7,23	4355,6	20,53	249,64	68,99
I-14	Cooper-51	4414	4400	347	69	7,3	4355,6	20,53	249,64	68,99
	TE-114K	2192	2178	176	35	7,3	4355,6	20,53	249,64	68,99
	MLW	2006	1992	162	32	7,3	4355,6	20,53	249,64	68,99
I-21	Cooper-45	3157	3143	457	93	7,04	4465,8	20,87	252,66	62,03
	TE-114K	1847	1833	272	55	7,04	4465,8	20,87	252,66	62,03
	MLW	1652	1638	244	50	7,04	4465,8	20,87	252,66	62,03
I-22	Cooper-45	3161	3147	458	93	7,04	4465,8	20,87	252,66	62,03
	TE-114K	1849	1835	272	55	7,04	4465,8	20,87	252,66	62,03
	MLW	1653	1640	244	50	7,04	4465,8	20,87	252,66	62,03
I-25	Cooper-45	4408	4394	364	76	6,97	4355,6	20,53	249,64	68,99
	TE-114K	2188	2175	185	37	6,97	4355,6	20,53	249,64	68,99
	MLW	2002	1989	170	36	6,97	4355,6	20,53	249,64	68,99
I-28	Cooper-45	3123	3110	645	139	7,11	4355,6	20,53	249,64	68,99
	TE-114K	1566	1553	324	70	7,11	4355,6	20,53	249,64	68,99
	MLW	1435	1421	297	64	7,11	4355,6	20,53	249,64	68,99

I-29	Cooper-45	2658	2647	676	151	7,05	4355,6	20,53	249,64	45,64
	TE-114K	1336	1326	339	76	7,05	4355,6	20,53	249,64	45,64
	MLW	1225	1215	310	69	7,05	4355,6	20,53	249,64	45,64
I-30	Cooper-45	5474	5455	131	26	7,1	4355,6	20,53	249,64	68,99
	TE-114K	2737	2718	69	14	7,1	4355,6	20,53	249,64	68,99
	MLW	2502	2483	64	13	7,1	4355,6	20,53	249,64	68,99
I-32	Cooper-45	4649	4630	371	71	7,05	4355,6	20,53	249,64	68,99
	TE-114K	2330	2312	191	37	7,05	4355,6	20,53	249,64	68,99
	MLW	2134	2116	176	34	7,05	4355,6	20,53	249,64	68,99
I-34	Cooper-45	3335	3320	640	145	6,82	5004,5	19,91	303,12	95,13
	TE-114K	1676	1661	323	72	6,82	5004,5	19,91	303,12	95,13
	MLW	1535	1519	296	66	6,82	5004,5	19,91	303,12	95,13
I-36	Cooper-45	4608	4591	375	84	6,46	4355,6	20,53	249,64	68,99
	TE-114K	2294	2277	192	43	6,46	4355,6	20,53	249,64	68,99
	MLW	2098	2081	176	40	6,46	4355,6	20,53	249,64	68,99

COL.	Lc (m)	ρ	e (cm)	λ	i	ϕ	σ_n (KN/cm ²) (EXCEN.)	σ_r (KN/cm ²) (Navier)	τ (KN/cm ²)
I-3	3,25	17,447	3,1081	15,83	0,18	0,802	23,616	19,071	0,856
	3,25	17,447	3,1366	15,83	0,18	0,802	11,458	9,286	0,406
	3,25	17,447	3,1214	15,83	0,18	0,802	10,441	8,467	0,377
I-4	3,19	17,447	9,8842	15,54	0,57	0,651	27,863	18,427	2,392
	3,19	17,447	10,011	15,54	0,57	0,651	13,718	9,116	1,189
	3,19	17,447	10,036	15,54	0,58	0,647	12,64	8,355	1,102
I-5	3,235	17,447	1,2297	15,76	0,07	0,854	36,284	31,113	0,319
	3,235	17,447	1,0484	15,76	0,06	0,861	17,589	15,246	0,145
	3,235	17,447	1,0222	15,76	0,06	0,861	16,097	13,959	0,131

I-8	3,425	17,447	4,3839	16,68	0,25	0,773	29,336	22,791	1,247
	3,425	17,447	4,5295	16,68	0,26	0,769	14,446	11,255	0,638
	3,425	17,447	4,5673	16,68	0,26	0,769	13,214	10,303	0,58
I-9	3,54	17,447	1,2667	17,24	0,07	0,853	36,848	31,57	0,305
	3,54	17,447	1,1079	17,24	0,06	0,860	17,945	15,545	0,116
	3,54	17,447	1,073	17,24	0,06	0,860	16,411	14,219	0,102
I-10	3,615	17,447	9,8549	17,61	0,56	0,651	19,646	13,003	1,624
	3,615	17,447	9,8438	17,61	0,56	0,651	9,606	6,392	0,783
	3,615	17,447	9,8291	17,61	0,56	0,651	8,78	5,849	0,725
I-14	3,65	17,447	3,9432	17,78	0,23	0,780	27,557	21,66	1,001
	3,65	17,447	4,0404	17,78	0,23	0,780	13,641	10,758	0,508
	3,65	17,447	4,0663	17,78	0,23	0,780	12,476	9,845	0,464
I-21	3,52	17,675	7,2701	16,87	0,41	0,709	21,397	15,363	1,5
	3,52	17,675	7,4195	16,87	0,42	0,705	12,55	8,99	0,887
	3,52	17,675	7,4481	16,87	0,42	0,705	11,215	8,041	0,807
I-22	3,52	17,675	7,2768	16,87	0,41	0,709	21,424	15,383	1,5
	3,52	17,675	7,4114	16,87	0,42	0,705	12,564	8,999	0,887
	3,52	17,675	7,439	16,87	0,42	0,705	11,229	8,046	0,807
I-25	3,485	17,447	4,142	16,98	0,24	0,777	27,626	21,636	1,102
	3,485	17,447	4,2529	16,98	0,24	0,777	13,675	10,741	0,537
	3,485	17,447	4,2735	16,98	0,24	0,777	12,506	9,828	0,522
I-28	3,555	17,447	10,37	17,32	0,59	0,641	23,702	15,437	2,015
	3,555	17,447	10,431	17,32	0,60	0,638	11,892	7,741	1,015
	3,555	17,447	10,45	17,32	0,60	0,638	10,881	7,094	0,928
I-29	3,525	17,447	12,769	17,17	0,73	0,593	21,806	13,174	3,309
	3,525	17,447	12,783	17,17	0,73	0,593	10,924	6,622	1,666
	3,525	17,447	12,757	17,17	0,73	0,593	10,01	6,072	1,512
I-30	3,55	17,447	1,2007	17,29	0,07	0,853	31,241	26,778	0,377
	3,55	17,447	1,2693	17,29	0,07	0,853	15,566	13,39	0,203

	3,55	17,447	1,2888	17,29	0,07	0,853	14,221	12,241	0,189
I-32	3,525	17,447	4,0065	17,17	0,23	0,780	28,998	22,815	1,03
	3,525	17,447	4,1306	17,17	0,24	0,777	14,536	11,436	0,537
	3,525	17,447	4,1588	17,17	0,24	0,777	13,304	10,475	0,493
I-34	3,41	16,51	9,6386	17,13	0,58	0,645	20,709	13,574	1,525
	3,41	16,51	9,7231	17,13	0,59	0,642	10,409	6,822	0,757
	3,41	16,51	9,7433	17,13	0,59	0,642	9,52	6,248	0,694
I-36	3,23	17,447	4,0841	15,73	0,23	0,782	28,68	22,616	1,218
	3,23	17,447	4,2161	15,73	0,24	0,778	14,298	11,261	0,624
	3,23	17,447	4,2287	15,73	0,24	0,778	13,067	10,299	0,58

[Volver al texto...](#)

ANEXO IX “Resumen de Factor de Evaluación para Vigas Longitudinales”.

ESTADOS LÍMITES Para 30Km/h

Momento Máximo

Tramo	V.L	σ (MPa)		Factor Evaluación	
		TE-114K	MLW	TE-114K	MLW
1	VL - 1	230,02	196,44	0,91	1,06
	VL - 2	230,14	196,72	0,91	1,06
	VL - 3	237,06	203,76	0,88	1,03
	VL - 4	240,44	207,18	0,87	1,01
2	VL - 1	220,59	189,32	0,95	1,1
	VL - 2	225	192,66	0,93	1,09
	VL - 3	233	199,58	0,9	1,05
	VL - 4	236,86	203,56	0,88	1,03
3	VL - 1	206,63	178,66	1,01	1,17
	VL - 2	215,85	185,74	0,97	1,13
	VL - 3	228,23	194,69	0,92	1,07
	VL - 4	234,95	201,57	0,89	1,04
4	VL - 1	226,48	193,78	0,92	1,08
	VL - 2	226	193,14	0,92	1,08
	VL - 3	225,04	191,31	0,93	1,09
	VL - 4	223,49	189,72	0,93	1,1
5	VL - 1	223,97	191,91	0,93	1,09

	VL - 2	229,86	196,48	0,91	1,06
	VL - 3	238,97	205,63	0,87	1,02
	VL - 4	244,34	207,39	0,85	1,01
6	VL - 1	224,41	191,39	0,93	1,09
	VL - 2	223,89	191,87	0,93	1,09
	VL - 3	230,42	196,96	0,91	1,06
	VL - 4	232,88	199,46	0,9	1,05
7	VL - 1	225,52	193,97	0,93	1,08
	VL - 2	226,04	193,46	0,92	1,08
	VL - 3	233,96	200,58	0,89	1,04
	VL - 4	237,85	204,52	0,88	1,02
8	VL - 1	222,58	190,83	0,94	1,1
	VL - 2	226,36	193,7	0,92	1,08
	VL - 3	233,72	200,3	0,89	1,04
	VL - 4	237,14	203,76	0,88	1,03
9	VL - 1	222,74	190,95	0,94	1,09
	VL - 2	226,56	193,86	0,92	1,08
	VL - 3	233,92	200,54	0,89	1,04
	VL - 4	237,3	203,96	0,88	1,02
10	VL - 1	219,32	142,73	0,95	1,47
	VL - 2	224,21	192,1	0,93	1,09
	VL - 3	232,96	199,54	0,9	1,05
	VL - 4	237,42	204,04	0,88	1,02
11	VL - 1	223,53	189,88	0,93	1,1
	VL - 2	226,08	193,7	0,92	1,08
	VL - 3	232,76	199,35	0,9	1,05

	VL - 4	237,02	203,64	0,88	1,03
12	VL - 1	224,09	191,99	0,93	1,09
	VL - 2	165,33	144,92	1,27	1,44
	VL - 3	231,49	198,07	0,9	1,06
	VL - 4	233,24	199,82	0,9	1,05
13	VL - 1	208,18	177,96	1	1,18
	VL - 2	208,18	177,96	1	1,18
	VL - 3	211,04	180,67	0,99	1,16
	VL - 4	211,04	180,67	0,99	1,16
14	VL - 1	208,18	177,96	1	1,18
	VL - 2	208,18	177,96	1	1,18
	VL - 3	211,04	180,63	0,99	1,16
	VL - 4	211,04	180,63	0,99	1,16
15	VL - 1	208,18	177,96	1	1,18
	VL - 2	208,18	177,96	1	1,18
	VL - 3	211,04	180,63	0,99	1,16
	VL - 4	211,04	180,63	0,99	1,16
16	VL - 1	208,18	177,96	1	1,18
	VL - 2	208,18	177,96	1	1,18
	VL - 3	211,04	180,63	0,99	1,16
	VL - 4	211,04	180,63	0,99	1,16
17	VL - 1	208,18	177,96	1	1,18
	VL - 2	208,18	177,96	1	1,18
	VL - 3	211,04	180,63	0,99	1,16
	VL - 4	211,04	180,63	0,99	1,16
18	VL - 1	208,18	177,96	1	1,18

	VL - 2	208,18	177,96	1	1,18
	VL - 3	211,04	180,63	0,99	1,16
	VL - 4	211,04	180,63	0,99	1,16
19	VL - 1	208,18	177,96	1	1,18
	VL - 2	208,18	177,96	1	1,18
	VL - 3	211,04	180,67	0,99	1,16
	VL - 4	211,04	180,63	0,99	1,16
20	VL - 1	208,18	177,96	1	1,18
	VL - 2	208,18	177,96	1	1,18
	VL - 3	211,04	180,63	0,99	1,16
	VL - 4	211,04	180,63	0,99	1,16
21	VL - 1	208,18	177,96	1	1,18
	VL - 2	208,18	177,96	1	1,18
	VL - 3	211	180,63	0,99	1,16
	VL - 4	211	180,63	0,99	1,16
22	VL - 1	195,93	185,04	1,07	1,13
	VL - 2	195,93	185,04	1,07	1,13
	VL - 3	228,92	214,96	0,91	0,97
	VL - 4	228,92	214,96	0,91	0,97
23	VL - 1	208,4	178,18	1	1,17
	VL - 2	208,61	178,32	1	1,17
	VL - 3	211,61	181,25	0,99	1,15
	VL - 4	211,8	181,43	0,99	1,15
24	VL - 1	209,55	177,38	1	1,18
	VL - 2	207,24	177,27	1,01	1,18
	VL - 3	209,95	179,59	1	1,16

	VL - 4	209,84	179,44	1	1,17
25	VL - 1	207,67	177,6	1,01	1,18
	VL - 2	207,78	177,67	1,01	1,18
	VL - 3	210,82	180,45	0,99	1,16
	VL - 4	210,89	180,53	0,99	1,16
26	VL - 1	208,07	177,89	1	1,18
	VL - 2	207,96	177,81	1	1,18
	VL - 3	210,71	180,31	0,99	1,16
	VL - 4	210,57	180,2	0,99	1,16
27	VL - 1	208,51	178,28	1	1,17
	VL - 2	208,47	178,21	1	1,17
	VL - 3	210,89	180,53	0,99	1,16
	VL - 4	210,67	180,35	0,99	1,16
28	VL - 1	230,53	193,89	0,91	1,08
	VL - 2	224,05	191,99	0,93	1,09
	VL - 3	225	191,27	0,93	1,09
	VL - 4	222,98	189,2	0,94	1,1
29	VL - 1	240,32	205,79	0,87	1,02
	VL - 2	236,42	202,33	0,88	1,03
	VL - 3	234,55	201,18	0,89	1,04
	VL - 4	230,89	197,48	0,9	1,06
30	VL - 1	231,05	197,55	0,9	1,06
	VL - 2	229,06	195,8	0,91	1,07
	VL - 3	230,26	196,8	0,91	1,06
	VL - 4	228,66	195,21	0,91	1,07
31	VL - 1	233,04	199,35	0,9	1,05

	VL - 2	225,84	193,3	0,92	1,08
	VL - 3	221,82	188,05	0,94	1,11
	VL - 4	215,34	181,96	0,97	1,15
32	VL - 1	232,68	199,03	0,9	1,05
	VL - 2	230,26	196,84	0,91	1,06
	VL - 3	230,69	197,28	0,91	1,06
	VL - 4	228,55	195,09	0,91	1,07
33	VL - 1	229,38	196,08	0,91	1,07
	VL - 2	227,67	194,73	0,92	1,07
	VL - 3	229,14	195,69	0,91	1,07
	VL - 4	227,63	194,17	0,92	1,08
34	VL - 1	232,84	199,15	0,9	1,05
	VL - 2	228,9	195,65	0,91	1,07
	VL - 3	227,91	194,45	0,92	1,07
	VL - 4	224,53	190,79	0,93	1,1
35	VL - 1	233,56	199,78	0,89	1,05
	VL - 2	233,64	196,64	0,89	1,06
	VL - 3	229,34	195,88	0,91	1,07
	VL - 4	226,28	192,58	0,92	1,09
36	VL - 1	232,29	198,67	0,9	1,05
	VL - 2	229,22	195,92	0,91	1,07
	VL - 3	229,06	195,61	0,91	1,07
	VL - 4	226,4	192,66	0,92	1,09
37	VL - 1	233,08	199,35	0,9	1,05
	VL - 2	230,22	196,84	0,91	1,06
	VL - 3	230,26	196,8	0,91	1,06

	VL - 4	227,71	194,25	0,92	1,08
38	VL - 1	233,48	199,7	0,89	1,05
	VL - 2	231,09	197,59	0,9	1,06
	VL - 3	231,45	198,03	0,9	1,06
	VL - 4	229,42	195,88	0,91	1,07
39	VL - 1	231,49	197,95	0,9	1,06
	VL - 2	229,26	195,96	0,91	1,07
	VL - 3	230,02	196,56	0,91	1,06
	VL - 4	228,03	194,57	0,92	1,07
40	VL - 1	233,4	199,62	0,89	1,05
	VL - 2	230,77	197,32	0,9	1,06
	VL - 3	231,01	197,59	0,9	1,06
	VL - 4	228,66	195,25	0,91	1,07
41	VL - 1	233,4	199,62	0,89	1,05
	VL - 2	230,81	197,36	0,9	1,06
	VL - 3	231,05	197,63	0,9	1,06
	VL - 4	228,7	195,29	0,91	1,07
42	VL - 1	232,76	199,07	0,9	1,05
	VL - 2	230,3	196,88	0,91	1,06
	VL - 3	230,69	197,28	0,91	1,06
	VL - 4	228,51	195,05	0,91	1,07
43	VL - 1	232,6	198,99	0,9	1,05
	VL - 2	230,22	196,8	0,91	1,06
	VL - 3	230,65	197,24	0,91	1,06
	VL - 4	228,47	195,01	0,91	1,07
44	VL - 1	232,36	198,71	0,9	1,05

	VL - 2	230,53	197,08	0,91	1,06
	VL - 3	232,25	198,83	0,9	1,05
	VL - 4	230,65	197,2	0,91	1,06
45	VL - 1	208,69	178,39	1	1,17
	VL - 2	208,36	178,14	1	1,17
	VL - 3	211,47	181,1	0,99	1,15
	VL - 4	211,14	180,78	0,99	1,16
46	VL - 1	210,71	180,16	0,99	1,16
	VL - 2	207,53	177,49	1,01	1,18
	VL - 3	210,46	180,09	0,99	1,16
	VL - 4	210,46	180,09	0,99	1,16
47	VL - 1	212,48	181,79	0,98	1,15
	VL - 2	212,48	181,79	0,98	1,15
	VL - 3	214,87	184,54	0,97	1,13
	VL - 4	214,87	184,54	0,97	1,13

Momento $\frac{1}{4}L$

Tramo	V.L.	σ (MPa)		Factor Evaluación	
		TE-114K	MLW	TE-114K	MLW
1	VL - 1	158,65	158,65	1,32	1,32
	VL - 2	182,91	178,94	1,14	1,17
	VL - 3	191,31	186,85	1,09	1,12
	VL - 4	193,86	189,48	1,08	1,1

2	VL - 1	177,19	172,37	1,18	1,21
	VL - 2	179,69	174,96	1,16	1,2
	VL - 3	188,4	183,91	1,11	1,14
	VL - 4	191,19	186,77	1,09	1,12
3	VL - 1	168,63	163,7	1,24	1,28
	VL - 2	174,28	169,47	1,2	1,23
	VL - 3	184,71	180,13	1,13	1,16
	VL - 4	189,84	185,38	1,1	1,13
4	VL - 1	181,52	176,75	1,15	1,18
	VL - 2	181,96	177,39	1,15	1,18
	VL - 3	182,2	177,58	1,15	1,18
	VL - 4	181,2	176,59	1,15	1,18
5	VL - 1	179,29	174,52	1,17	1,2
	VL - 2	182,8	178,1	1,14	1,17
	VL - 3	192,98	188,52	1,08	1,11
	VL - 4	195,41	192,58	1,07	1,09
6	VL - 1	177,94	173,21	1,18	1,21
	VL - 2	179,25	174,48	1,17	1,2
	VL - 3	189,6	181,96	1,1	1,15
	VL - 4	188,37	183,87	1,11	1,14
7	VL - 1	180,41	175,63	1,16	1,19
	VL - 2	180,33	175,71	1,16	1,19
	VL - 3	189,16	184,67	1,11	1,13
	VL - 4	192,22	187,77	1,09	1,11
8	VL - 1	178,34	173,73	1,17	1,2
	VL - 2	180,65	176,71	1,16	1,18

	VL - 3	189,04	184,51	1,11	1,13
	VL - 4	191,59	187,13	1,09	1,12
9	VL - 1	178,42	173,65	1,17	1,2
	VL - 2	180,73	175,99	1,16	1,19
	VL - 3	189,08	184,59	1,11	1,13
	VL - 4	191,67	187,25	1,09	1,12
10	VL - 1	176,47	171,66	1,19	1,22
	VL - 2	179,37	174,64	1,17	1,2
	VL - 3	188,4	183,91	1,11	1,14
	VL - 4	191,79	187,29	1,09	1,12
11	VL - 1	177,58	172,85	1,18	1,21
	VL - 2	179,65	174,96	1,16	1,2
	VL - 3	188,29	183,75	1,11	1,14
	VL - 4	191,55	187,09	1,09	1,12
12	VL - 1	179,33	174,56	1,17	1,2
	VL - 2	180,49	175,75	1,16	1,19
	VL - 3	187,25	182,72	1,12	1,14
	VL - 4	188,09	184,27	1,11	1,13
13	VL - 1	185,41	161,44	1,13	1,3
	VL - 2	185,41	161,44	1,13	1,3
	VL - 3	191,05	166,61	1,09	1,26
	VL - 4	191,05	166,61	1,09	1,26
14	VL - 1	185,41	161,44	1,13	1,3
	VL - 2	185,41	161,44	1,13	1,3
	VL - 3	191,01	166,57	1,09	1,26
	VL - 4	191,01	166,57	1,09	1,26

15	VL - 1	185,41	161,44	1,13	1,3
	VL - 2	185,41	161,44	1,13	1,3
	VL - 3	191,01	166,57	1,09	1,26
	VL - 4	191,01	166,57	1,09	1,26
16	VL - 1	185,41	161,44	1,13	1,3
	VL - 2	185,41	161,44	1,13	1,3
	VL - 3	191,01	166,57	1,09	1,26
	VL - 4	191,01	166,57	1,09	1,26
17	VL - 1	185,41	161,44	1,13	1,3
	VL - 2	185,41	161,44	1,13	1,3
	VL - 3	191,01	166,57	1,09	1,26
	VL - 4	191,01	166,57	1,09	1,26
18	VL - 1	185,41	161,44	1,13	1,3
	VL - 2	185,41	161,44	1,13	1,3
	VL - 3	191,01	166,57	1,09	1,26
	VL - 4	191,01	166,57	1,09	1,26
19	VL - 1	185,41	161,44	1,13	1,3
	VL - 2	185,41	161,44	1,13	1,3
	VL - 3	191,01	166,57	1,09	1,26
	VL - 4	191,01	166,57	1,09	1,26
20	VL - 1	185,41	161,44	1,13	1,3
	VL - 2	185,41	161,44	1,13	1,3
	VL - 3	191,01	166,57	1,09	1,26
	VL - 4	191,01	166,57	1,09	1,26
21	VL - 1	185,41	161,44	1,13	1,3
	VL - 2	185,41	161,44	1,13	1,3

	VL - 3	191,05	166,61	1,09	1,26
	VL - 4	191,05	166,61	1,09	1,26
22	VL - 1	164,32	155,12	1,27	1,35
	VL - 2	164,32	155,12	1,27	1,35
	VL - 3	192,25	180,43	1,09	1,16
	VL - 4	192,25	180,43	1,09	1,16
23	VL - 1	185,48	161,51	1,13	1,3
	VL - 2	185,59	161,62	1,13	1,29
	VL - 3	191,59	167,11	1,09	1,25
	VL - 4	191,7	167,19	1,09	1,25
24	VL - 1	184,83	160,93	1,13	1,3
	VL - 2	184,76	160,86	1,13	1,3
	VL - 3	190	165,67	1,1	1,26
	VL - 4	189,92	165,6	1,1	1,26
25	VL - 1	184,97	161,04	1,13	1,3
	VL - 2	185,04	161,11	1,13	1,3
	VL - 3	190,65	166,25	1,1	1,26
	VL - 4	190,72	166,36	1,1	1,26
26	VL - 1	185,15	161,22	1,13	1,3
	VL - 2	185,12	161,19	1,13	1,3
	VL - 3	190,58	166,21	1,1	1,26
	VL - 4	190,5	166,14	1,1	1,26
27	VL - 1	185,55	161,58	1,13	1,29
	VL - 2	185,55	161,55	1,13	1,29
	VL - 3	190,68	166,32	1,1	1,26
	VL - 4	190,61	166,25	1,1	1,26

28	VL - 1	187,34	182,47	1,12	1,15
	VL - 2	185,85	180,95	1,12	1,16
	VL - 3	188,87	184,08	1,11	1,14
	VL - 4	187,38	182,56	1,12	1,15
29	VL - 1	189,16	184,9	1,11	1,13
	VL - 2	186,77	182,36	1,12	1,15
	VL - 3	189,64	185,14	1,1	1,13
	VL - 4	186,73	182,2	1,12	1,15
30	VL - 1	183,47	178,82	1,14	1,17
	VL - 2	182,32	177,62	1,15	1,18
	VL - 3	186,42	181,88	1,12	1,15
	VL - 4	185,18	180,61	1,13	1,16
31	VL - 1	184,67	179,37	1,13	1,17
	VL - 2	180,05	176,23	1,16	1,19
	VL - 3	179,97	175,32	1,16	1,19
	VL - 4	174,88	170,11	1,2	1,23
32	VL - 1	184,35	179,77	1,13	1,16
	VL - 2	182,99	178,3	1,14	1,17
	VL - 3	186,65	182,12	1,12	1,15
	VL - 4	185,1	180,53	1,13	1,16
33	VL - 1	182,44	177,78	1,15	1,18
	VL - 2	181,36	176,67	1,15	1,18
	VL - 3	185,42	180,89	1,13	1,16
	VL - 4	184,23	179,65	1,13	1,16
34	VL - 1	184,59	180,01	1,13	1,16
	VL - 2	182,24	177,54	1,15	1,18

	VL - 3	184,63	180,01	1,13	1,16
	VL - 4	181,96	177,31	1,15	1,18
35	VL - 1	184,86	180,33	1,13	1,16
	VL - 2	183,47	178,02	1,14	1,17
	VL - 3	185,54	180,97	1,13	1,16
	VL - 4	183,03	178,46	1,14	1,17
36	VL - 1	184,19	179,57	1,14	1,16
	VL - 2	182,36	177,66	1,15	1,18
	VL - 3	186,34	180,85	1,12	1,16
	VL - 4	183,99	178,74	1,14	1,17
37	VL - 1	184,47	179,93	1,13	1,16
	VL - 2	182,99	178,3	1,14	1,17
	VL - 3	186,22	181,64	1,12	1,15
	VL - 4	184,51	179,89	1,13	1,16
38	VL - 1	185,06	180,49	1,13	1,16
	VL - 2	183,51	178,86	1,14	1,17
	VL - 3	187,21	182,84	1,12	1,14
	VL - 4	185,46	180,89	1,13	1,16
39	VL - 1	183,87	179,22	1,14	1,17
	VL - 2	182,36	177,7	1,15	1,18
	VL - 3	186,3	181,72	1,12	1,15
	VL - 4	184,67	180,05	1,13	1,16
40	VL - 1	184,78	180,25	1,13	1,16
	VL - 2	183,39	178,7	1,14	1,17
	VL - 3	186,77	182,24	1,12	1,15
	VL - 4	185,18	180,61	1,13	1,16

41	VL - 1	185,02	180,45	1,13	1,16
	VL - 2	183,39	178,74	1,14	1,17
	VL - 3	187,05	182,52	1,12	1,15
	VL - 4	185,22	180,65	1,13	1,16
42	VL - 1	184,39	179,81	1,13	1,16
	VL - 2	182,99	178,34	1,14	1,17
	VL - 3	186,61	182,08	1,12	1,15
	VL - 4	185,1	180,53	1,13	1,16
43	VL - 1	184,31	179,73	1,13	1,16
	VL - 2	182,95	178,3	1,14	1,17
	VL - 3	186,61	182,08	1,12	1,15
	VL - 4	185,1	180,49	1,13	1,16
44	VL - 1	184,23	179,61	1,13	1,16
	VL - 2	183,11	178,42	1,14	1,17
	VL - 3	187,89	183,35	1,11	1,14
	VL - 4	186,61	182,08	1,12	1,15
45	VL - 1	185,66	161,69	1,13	1,29
	VL - 2	185,51	161,55	1,13	1,29
	VL - 3	191,3	166,83	1,09	1,25
	VL - 4	191,08	166,64	1,09	1,26
46	VL - 1	186,02	162,05	1,12	1,29
	VL - 2	185,26	161,01	1,13	1,3
	VL - 3	190,5	166,17	1,1	1,26
	VL - 4	190,5	166,17	1,1	1,26
47	VL - 1	188,33	164,19	1,11	1,27
	VL - 2	188,37	164,19	1,11	1,27

	VL - 3	194,3	169,57	1,08	1,23
	VL - 4	194,3	169,57	1,08	1,23

Cortante Máximo

Tramo	V.L.	τ (MPa)		Factor Evaluación	
		TE-114K	MLW	TE-114K	MLW
1	VL - 1	131,78	116,91	1,19	1,34
	VL - 2	132,42	117,48	1,18	1,34
	VL - 3	133,24	118,3	1,18	1,33
	VL - 4	133,89	118,95	1,17	1,32
2	VL - 1	130,62	115,77	1,2	1,36
	VL - 2	131,44	116,58	1,19	1,35
	VL - 3	132,34	117,48	1,19	1,34
	VL - 4	133,16	118,21	1,18	1,33
3	VL - 1	127,85	113,07	1,23	1,39
	VL - 2	129,73	114,87	1,21	1,37
	VL - 3	131,36	116,5	1,19	1,35
	VL - 4	132,75	117,89	1,18	1,33
4	VL - 1	131,69	116,83	1,19	1,34
	VL - 2	131,11	116,26	1,2	1,35
	VL - 3	130,71	115,85	1,2	1,35
	VL - 4	130,38	115,52	1,2	1,36
5	VL - 1	131,28	116,42	1,19	1,35

	VL - 2	132,34	117,48	1,19	1,34
	VL - 3	133,56	118,62	1,17	1,32
	VL - 4	134,63	119,68	1,16	1,31
6	VL - 1	130,71	115,93	1,2	1,35
	VL - 2	131,28	116,42	1,19	1,35
	VL - 3	131,85	116,99	1,19	1,34
	VL - 4	132,34	117,48	1,19	1,34
7	VL - 1	132,01	117,15	1,19	1,34
	VL - 2	131,69	116,75	1,19	1,34
	VL - 3	132,58	117,64	1,18	1,33
	VL - 4	133,32	118,46	1,18	1,32
8	VL - 1	131,03	116,17	1,2	1,35
	VL - 2	131,69	116,83	1,19	1,34
	VL - 3	132,5	117,64	1,18	1,33
	VL - 4	133,24	118,3	1,18	1,33
9	VL - 1	131,03	116,17	1,2	1,35
	VL - 2	131,77	116,91	1,19	1,34
	VL - 3	132,58	117,64	1,18	1,33
	VL - 4	133,24	118,3	1,18	1,33
10	VL - 1	130,38	115,52	1,2	1,36
	VL - 2	131,28	116,42	1,19	1,35
	VL - 3	132,34	117,48	1,19	1,34
	VL - 4	133,24	118,38	1,18	1,33
11	VL - 1	130,38	115,52	1,2	1,36
	VL - 2	131,28	116,42	1,19	1,35
	VL - 3	132,34	117,4	1,19	1,34

	VL - 4	133,16	118,3	1,18	1,33
12	VL - 1	131,28	116,42	1,19	1,35
	VL - 2	131,69	116,75	1,19	1,34
	VL - 3	132,09	117,15	1,19	1,34
	VL - 4	132,42	117,56	1,18	1,33
13	VL - 1	151,03	134,05	1,04	1,17
	VL - 2	151,03	134,05	1,04	1,17
	VL - 3	151,03	134,05	1,04	1,17
	VL - 4	151,03	134,05	1,04	1,17
14	VL - 1	151,03	134,05	1,04	1,17
	VL - 2	151,03	134,05	1,04	1,17
	VL - 3	151,03	134,05	1,04	1,17
	VL - 4	151,03	134,05	1,04	1,17
15	VL - 1	151,03	134,05	1,04	1,17
	VL - 2	151,03	134,05	1,04	1,17
	VL - 3	151,03	134,05	1,04	1,17
	VL - 4	151,03	134,05	1,04	1,17
16	VL - 1	151,03	134,05	1,04	1,17
	VL - 2	151,03	133,58	1,04	1,17
	VL - 3	151,03	134,05	1,04	1,17
	VL - 4	151,03	134,05	1,04	1,17
17	VL - 1	151,03	134,05	1,04	1,17
	VL - 2	151,03	134,05	1,04	1,17
	VL - 3	151,03	134,05	1,04	1,17
	VL - 4	151,03	134,05	1,04	1,17
18	VL - 1	151,03	134,05	1,04	1,17

	VL - 2	151,03	134,05	1,04	1,17
	VL - 3	151,03	134,05	1,04	1,17
	VL - 4	151,03	134,05	1,04	1,17
19	VL - 1	151,03	134,05	1,04	1,17
	VL - 2	151,03	134,05	1,04	1,17
	VL - 3	151,03	134,05	1,04	1,17
	VL - 4	151,03	134,05	1,04	1,17
20	VL - 1	151,03	134,05	1,04	1,17
	VL - 2	151,03	134,05	1,04	1,17
	VL - 3	151,03	134,05	1,04	1,17
	VL - 4	151,03	134,05	1,04	1,17
21	VL - 1	151,03	134,05	1,04	1,17
	VL - 2	151,03	133,58	1,04	1,17
	VL - 3	151,03	134,05	1,04	1,17
	VL - 4	151,03	134,05	1,04	1,17
22	VL - 1	40,6	37,8	3,87	4,16
	VL - 2	40,6	37,8	3,87	4,16
	VL - 3	40,51	37,76	3,88	4,17
	VL - 4	40,51	37,76	3,88	4,17
23	VL - 1	151,12	134,05	1,04	1,17
	VL - 2	151,12	134,14	1,04	1,17
	VL - 3	151,22	134,14	1,04	1,17
	VL - 4	151,22	134,24	1,04	1,17
24	VL - 1	150,84	133,86	1,04	1,17
	VL - 2	150,84	133,77	1,04	1,17
	VL - 3	150,75	133,77	1,04	1,17

	VL - 4	150,75	133,77	1,04	1,17
25	VL - 1	150,94	133,96	1,04	1,17
	VL - 2	150,94	133,96	1,04	1,17
	VL - 3	151,03	133,96	1,04	1,17
	VL - 4	151,03	133,96	1,04	1,17
26	VL - 1	151,03	134,05	1,04	1,17
	VL - 2	151,03	134,05	1,04	1,17
	VL - 3	150,94	133,96	1,04	1,17
	VL - 4	150,94	133,96	1,04	1,17
27	VL - 1	151,12	134,14	1,04	1,17
	VL - 2	151,12	134,14	1,04	1,17
	VL - 3	151,03	133,96	1,04	1,17
	VL - 4	150,94	133,96	1,04	1,17
28	VL - 1	131,77	116,91	1,19	1,34
	VL - 2	131,36	116,5	1,19	1,35
	VL - 3	130,71	115,85	1,2	1,35
	VL - 4	130,3	115,44	1,2	1,36
29	VL - 1	134,3	119,36	1,17	1,31
	VL - 2	133,56	118,7	1,17	1,32
	VL - 3	132,67	117,81	1,18	1,33
	VL - 4	131,93	117,07	1,19	1,34
30	VL - 1	132,58	117,73	1,18	1,33
	VL - 2	132,26	117,4	1,19	1,34
	VL - 3	131,85	116,91	1,19	1,34
	VL - 4	131,52	116,58	1,19	1,35
31	VL - 1	132,99	117,56	1,18	1,33

	VL - 2	131,69	116,83	1,19	1,34
	VL - 3	130,05	115,19	1,21	1,36
	VL - 4	128,58	113,81	1,22	1,38
32	VL - 1	132,91	117,97	1,18	1,33
	VL - 2	132,5	117,56	1,18	1,33
	VL - 3	131,93	117,07	1,19	1,34
	VL - 4	131,44	116,09	1,19	1,35
33	VL - 1	132,34	117,4	1,19	1,34
	VL - 2	132,01	117,15	1,19	1,34
	VL - 3	131,6	116,75	1,19	1,34
	VL - 4	131,28	116,42	1,19	1,35
34	VL - 1	132,91	118,05	1,18	1,33
	VL - 2	132,26	117,32	1,19	1,34
	VL - 3	131,36	116,5	1,19	1,35
	VL - 4	130,62	115,77	1,2	1,36
35	VL - 1	133,07	118,13	1,18	1,33
	VL - 2	132,42	117,56	1,18	1,33
	VL - 3	131,6	116,75	1,19	1,34
	VL - 4	130,95	116,09	1,2	1,35
36	VL - 1	132,83	117,97	1,18	1,33
	VL - 2	132,26	117,4	1,19	1,34
	VL - 3	131,6	116,75	1,19	1,34
	VL - 4	131,03	116,17	1,2	1,35
37	VL - 1	132,99	118,05	1,18	1,33
	VL - 2	132,5	117,56	1,18	1,33
	VL - 3	131,85	116,91	1,19	1,34

	VL - 4	131,28	116,42	1,19	1,35
38	VL - 1	133,07	118,13	1,18	1,33
	VL - 2	132,58	117,73	1,18	1,33
	VL - 3	132,09	117,15	1,19	1,34
	VL - 4	131,6	116,75	1,19	1,34
39	VL - 1	132,67	117,73	1,18	1,33
	VL - 2	132,26	117,4	1,19	1,34
	VL - 3	131,77	116,91	1,19	1,34
	VL - 4	131,36	116,5	1,19	1,35
40	VL - 1	133,07	118,05	1,18	1,33
	VL - 2	132,58	117,64	1,18	1,33
	VL - 3	132,01	117,07	1,19	1,34
	VL - 4	131,52	116,66	1,19	1,35
41	VL - 1	133,07	118,13	1,18	1,33
	VL - 2	132,58	117,64	1,18	1,33
	VL - 3	132,01	117,07	1,19	1,34
	VL - 4	131,52	116,66	1,19	1,35
42	VL - 1	132,91	118,05	1,18	1,33
	VL - 2	132,5	117,56	1,18	1,33
	VL - 3	131,93	117,07	1,19	1,34
	VL - 4	131,44	116,58	1,19	1,35
43	VL - 1	132,91	117,97	1,18	1,33
	VL - 2	132,42	117,56	1,18	1,33
	VL - 3	131,93	116,99	1,19	1,34
	VL - 4	131,44	116,58	1,19	1,35
44	VL - 1	132,83	117,97	1,18	1,33

	VL - 2	132,5	117,64	1,18	1,33
	VL - 3	132,26	117,32	1,19	1,34
	VL - 4	131,93	116,99	1,19	1,34
45	VL - 1	151,22	134,24	1,04	1,17
	VL - 2	151,12	134,14	1,04	1,17
	VL - 3	151,12	134,14	1,04	1,17
	VL - 4	151,03	134,05	1,04	1,17
46	VL - 1	150,94	133,96	1,04	1,17
	VL - 2	150,94	133,4	1,04	1,18
	VL - 3	150,94	133,86	1,04	1,17
	VL - 4	150,94	133,86	1,04	1,17
47	VL - 1	152,06	134,98	1,03	1,16
	VL - 2	152,06	134,98	1,03	1,16
	VL - 3	152,06	134,7	1,03	1,16
	VL - 4	152,06	134,7	1,03	1,16

Cortante $\frac{1}{4}L$

Tramo	V.L.	τ (MPa)		Factor Evaluación	
		TE-114K	MLW	TE-114K	MLW
1	VL - 1	24,09	21,03	6,53	7,48
	VL - 2	24,46	21,49	6,43	7,32
	VL - 3	24,78	21,64	6,35	7,27
	VL - 4	24,92	21,79	6,32	7,22
2	VL - 1	24,21	21,25	6,5	7,41

	VL - 2	24,41	21,44	6,45	7,34
	VL - 3	24,58	21,44	6,4	7,34
	VL - 4	24,78	21,62	6,35	7,28
3	VL - 1	23,65	20,71	6,65	7,6
	VL - 2	24,02	21,08	6,55	7,47
	VL - 3	24,36	21,25	6,46	7,41
	VL - 4	24,68	21,54	6,38	7,31
4	VL - 1	24,34	21,37	6,47	7,37
	VL - 2	24,31	21,2	6,47	7,42
	VL - 3	24,24	21,1	6,49	7,46
	VL - 4	24,12	21	6,52	7,5
5	VL - 1	24,31	21,37	6,47	7,37
	VL - 2	24,56	21,57	6,41	7,3
	VL - 3	24,85	21,69	6,33	7,26
	VL - 4	25,07	21,93	6,28	7,18
6	VL - 1	24,19	21,22	6,51	7,42
	VL - 2	24,31	21,37	6,47	7,37
	VL - 3	24,46	21,32	6,43	7,38
	VL - 4	24,58	21,44	6,4	7,34
7	VL - 1	24,56	21,62	6,41	7,28
	VL - 2	24,43	21,47	6,44	7,33
	VL - 3	24,63	21,49	6,39	7,32
	VL - 4	24,78	21,64	6,35	7,27
8	VL - 1	24,29	21,32	6,48	7,38
	VL - 2	24,43	21,47	6,44	7,33
	VL - 3	24,61	21,47	6,39	7,33

	VL - 4	24,75	21,62	6,36	7,28
9	VL - 1	24,29	21,35	6,48	7,37
	VL - 2	24,46	21,47	6,43	7,33
	VL - 3	24,63	21,49	6,39	7,32
	VL - 4	24,78	21,64	6,35	7,27
10	VL - 1	24,14	21,2	6,52	7,42
	VL - 2	24,34	21,39	6,47	7,36
	VL - 3	24,58	21,44	6,4	7,34
	VL - 4	24,78	21,64	6,35	7,27
11	VL - 1	24,12	21,1	6,52	7,46
	VL - 2	24,34	21,35	6,47	7,37
	VL - 3	24,56	21,42	6,41	7,35
	VL - 4	24,75	21,62	6,36	7,28
12	VL - 1	24,34	21,37	6,47	7,37
	VL - 2	24,41	21,44	6,45	7,34
	VL - 3	24,51	21,39	6,42	7,36
	VL - 4	24,58	21,44	6,4	7,34
13	VL - 1	21,78	19,13	7,23	8,23
	VL - 2	21,78	19,13	7,23	8,23
	VL - 3	21,78	19	7,23	8,28
	VL - 4	21,78	19	7,23	8,28
14	VL - 1	21,78	19,13	7,23	8,23
	VL - 2	21,78	19,13	7,23	8,23
	VL - 3	21,78	19	7,23	8,28
	VL - 4	21,78	19	7,23	8,28

15	VL - 1	21,78	19,13	7,23	8,23
	VL - 2	21,78	19,13	7,23	8,23
	VL - 3	21,78	19	7,23	8,28
	VL - 4	21,78	19	7,23	8,28
16	VL - 1	21,78	19,13	7,23	8,23
	VL - 2	21,78	19,13	7,23	8,23
	VL - 3	21,78	19	7,23	8,28
	VL - 4	21,78	19	7,23	8,28
17	VL - 1	21,78	19,13	7,23	8,23
	VL - 2	21,78	19,13	7,23	8,23
	VL - 3	21,78	19	7,23	8,28
	VL - 4	21,78	19	7,23	8,28
18	VL - 1	21,78	19,13	7,23	8,23
	VL - 2	21,78	19,13	7,23	8,23
	VL - 3	21,78	19	7,23	8,28
	VL - 4	21,78	19	7,23	8,28
19	VL - 1	21,78	19,13	7,23	8,23
	VL - 2	21,78	19,13	7,23	8,23
	VL - 3	21,78	19	7,23	8,28
	VL - 4	21,78	19	7,23	8,28
20	VL - 1	21,78	19,13	7,23	8,23
	VL - 2	21,78	19,13	7,23	8,23
	VL - 3	21,78	19	7,23	8,28
	VL - 4	21,78	19	7,23	8,28
21	VL - 1	21,78	19,13	7,23	8,23
	VL - 2	21,78	19,13	7,23	8,23

	VL - 3	21,78	19	7,23	8,28
	VL - 4	21,78	19	7,23	8,28
22	VL - 1	27,21	25,55	5,78	6,16
	VL - 2	27,21	25,55	5,78	6,16
	VL - 3	27,17	25,5	5,79	6,17
	VL - 4	27,17	25,5	5,79	6,17
23	VL - 1	21,78	19,15	7,23	8,22
	VL - 2	21,8	19,15	7,22	8,22
	VL - 3	21,8	19,02	7,22	8,28
	VL - 4	21,8	19,02	7,22	8,28
24	VL - 1	21,74	19,11	7,24	8,24
	VL - 2	21,74	19,08	7,24	8,25
	VL - 3	21,74	18,98	7,24	8,29
	VL - 4	21,74	18,95	7,24	8,31
25	VL - 1	21,76	19,13	7,23	8,23
	VL - 2	21,78	19,13	7,23	8,23
	VL - 3	21,78	19	7,23	8,28
	VL - 4	21,8	19,02	7,22	8,28
26	VL - 1	21,8	19,17	7,22	8,21
	VL - 2	21,8	19,15	7,22	8,22
	VL - 3	21,78	19	7,23	8,28
	VL - 4	21,76	19	7,23	8,28
27	VL - 1	21,8	19,15	7,22	8,22
	VL - 2	21,8	19,15	7,22	8,22
	VL - 3	21,8	19,02	7,22	8,28

	VL - 4	21,78	19	7,23	8,28
28	VL - 1	24,46	21,49	6,43	7,32
	VL - 2	24,34	21,39	6,47	7,36
	VL - 3	24,21	21,1	6,5	7,46
	VL - 4	24,12	21	6,52	7,5
29	VL - 1	25	21,93	6,3	7,18
	VL - 2	24,85	21,81	6,33	7,22
	VL - 3	24,65	21,52	6,38	7,31
	VL - 4	24,51	21,37	6,42	7,37
30	VL - 1	24,63	21,64	6,39	7,27
	VL - 2	24,56	21,57	6,41	7,3
	VL - 3	24,43	21,32	6,44	7,38
	VL - 4	24,39	21,25	6,45	7,41
31	VL - 1	24,61	21,81	6,39	7,22
	VL - 2	24,31	21,37	6,47	7,37
	VL - 3	24,04	20,93	6,55	7,52
	VL - 4	23,77	20,66	6,62	7,62
32	VL - 1	24,73	21,71	6,36	7,25
	VL - 2	24,61	21,62	6,39	7,28
	VL - 3	24,48	21,35	6,43	7,37
	VL - 4	24,36	21,25	6,46	7,41
33	VL - 1	24,58	21,59	6,4	7,29
	VL - 2	24,51	21,54	6,42	7,31
	VL - 3	24,41	21,3	6,45	7,39
	VL - 4	24,36	21,22	6,46	7,42

34	VL - 1	24,7	21,69	6,37	7,26
	VL - 2	24,53	21,57	6,42	7,3
	VL - 3	24,34	21,22	6,47	7,42
	VL - 4	24,24	21,05	6,49	7,48
35	VL - 1	24,75	21,74	6,36	7,24
	VL - 2	24,63	21,57	6,39	7,3
	VL - 3	24,43	21,3	6,44	7,39
	VL - 4	24,29	21,17	6,48	7,43
36	VL - 1	24,7	21,69	6,37	7,26
	VL - 2	24,56	21,59	6,41	7,29
	VL - 3	24,41	21,27	6,45	7,4
	VL - 4	24,26	21,15	6,49	7,44
37	VL - 1	24,53	21,74	6,42	7,24
	VL - 2	24,61	21,62	6,39	7,28
	VL - 3	24,48	21,35	6,43	7,37
	VL - 4	24,34	21,2	6,47	7,42
38	VL - 1	24,73	21,74	6,36	7,24
	VL - 2	24,63	21,64	6,39	7,27
	VL - 3	24,51	21,86	6,42	7,2
	VL - 4	24,43	21,3	6,44	7,39
39	VL - 1	24,63	21,64	6,39	7,27
	VL - 2	24,58	21,59	6,4	7,29
	VL - 3	24,43	21,3	6,44	7,39
	VL - 4	24,36	21,22	6,46	7,42
40	VL - 1	24,68	21,74	6,38	7,24
	VL - 2	24,63	21,62	6,39	7,28

	VL - 3	24,51	21,37	6,42	7,37
	VL - 4	24,39	21,25	6,45	7,41
41	VL - 1	24,73	21,71	6,36	7,25
	VL - 2	24,63	21,62	6,39	7,28
	VL - 3	24,48	21,35	6,43	7,37
	VL - 4	24,39	21,25	6,45	7,41
42	VL - 1	24,73	21,71	6,36	7,25
	VL - 2	24,61	21,62	6,39	7,28
	VL - 3	24,48	21,35	6,43	7,37
	VL - 4	24,36	21,25	6,46	7,41
43	VL - 1	24,73	21,71	6,36	7,25
	VL - 2	24,61	21,62	6,39	7,28
	VL - 3	24,48	21,37	6,43	7,37
	VL - 4	24,36	21,25	6,46	7,41
44	VL - 1	24,7	21,69	6,37	7,26
	VL - 2	24,63	21,62	6,39	7,28
	VL - 3	24,56	21,42	6,41	7,35
	VL - 4	24,48	21,35	6,43	7,37
45	VL - 1	21,82	19,17	7,21	8,21
	VL - 2	21,8	19,15	7,22	8,22
	VL - 3	21,8	19,02	7,22	8,28
	VL - 4	21,78	19	7,23	8,28
46	VL - 1	21,76	19,26	7,23	8,17
	VL - 2	21,76	19,13	7,23	8,23
	VL - 3	21,76	18,98	7,23	8,29

	VL - 4	21,76	18,98	7,23	8,29
47	VL - 1	21,76	19,28	7,23	8,16
	VL - 2	21,76	19,28	7,23	8,16
	VL - 3	21,95	19,15	7,17	8,22
	VL - 4	21,95	19,15	7,17	8,22

TENSIONES ADMISIBLES para 30 KM/h Momento Máximo

Tramo	V.L.	σ (MPa)			Factor de Evaluación		
		Cooper-45	TE-114K	MLW	Cooper-45	TE-114K	MLW
1	VL- 1	360,09	183,09	159,54	0,47	0,92	1,06
	VL- 2	369,9	183,5	159,59	0,45	0,92	1,06
	VL- 3	376,79	191,79	165,48	0,45	0,88	1,02
	VL- 4	382,97	194,51	168,16	0,44	0,87	1,01
2	VL- 1	354,64	175,92	153,81	0,47	0,96	1,1
	VL- 2	361,61	178,84	156,91	0,47	0,95	1,08
	VL- 3	369,41	188,49	162,06	0,46	0,9	1,04
	VL- 4	376,42	191,63	165,32	0,45	0,88	1,02
3	VL- 1	332,58	164,78	145,11	0,51	1,03	1,17
	VL- 2	347,1	172,12	150,84	0,48	0,98	1,12
	VL- 3	360,79	184,66	158,1	0,47	0,92	1,07
	VL- 4	373,2	190,14	163,67	0,45	0,89	1,03
4	VL- 1	363,88	180,62	157,4	0,46	0,94	1,08
	VL- 2	356,79	180,21	156,82	0,47	0,94	1,08
	VL- 3	355,3	182,06	155,34	0,47	0,93	1,09
	VL- 4	352,5	180,78	154,06	0,48	0,94	1,1
5	VL- 1	359,96	178,6	155,92	0,47	0,95	1,09

	VL- 2	369,36	183,3	159,63	0,46	0,92	1,06
	VL- 3	380,46	193,36	166,97	0,44	0,87	1,01
	VL- 4	390,19	197,77	169,57	0,43	0,85	1
6	VL- 1	353,49	178,93	155,42	0,48	0,95	1,09
	VL- 2	359,84	178,56	155,87	0,47	0,95	1,09
	VL- 3	365,03	186,43	159,92	0,46	0,91	1,06
	VL- 4	369,45	188,45	161,98	0,46	0,9	1,04
7	VL- 1	359,96	180,37	158,43	0,47	0,94	1,07
	VL- 2	363,3	180,29	157,19	0,46	0,94	1,08
	VL- 3	371,43	189,32	162,84	0,45	0,89	1,04
	VL- 4	378,48	192,49	166,06	0,44	0,88	1,02
8	VL- 1	357,78	177,48	155,05	0,47	0,95	1,09
	VL- 2	363,8	180,49	157,36	0,46	0,94	1,08
	VL- 3	370,93	189,11	162,64	0,45	0,89	1,04
	VL- 4	377,16	191,88	165,44	0,45	0,88	1,02
9	VL- 1	357,98	177,61	155,13	0,47	0,95	1,09
	VL- 2	364,13	180,66	157,52	0,46	0,94	1,07
	VL- 3	371,05	189,24	162,84	0,45	0,89	1,04
	VL- 4	377,49	192,04	165,61	0,45	0,88	1,02
10	VL- 1	352,54	174,89	152,99	0,48	0,97	1,11
	VL- 2	360,37	178,8	156,04	0,47	0,95	1,08
	VL- 3	369,61	188,49	162,02	0,45	0,9	1,04
	VL- 4	377,69	192,12	165,69	0,45	0,88	1,02
11	VL- 1	349,32	178,27	154,23	0,48	0,95	1,1
	VL- 2	358,97	180,25	157,32	0,47	0,94	1,08
	VL- 3	368,91	188,29	161,85	0,46	0,9	1,05
	VL- 4	376,95	191,79	165,36	0,45	0,88	1,02
12	VL- 1	360,17	178,68	155,96	0,47	0,95	1,09
	VL- 2	363,26	195,09	157,19	0,46	0,87	1,08
	VL- 3	366,97	187,3	160,82	0,46	0,9	1,05
	VL- 4	370,15	188,74	162,27	0,45	0,9	1,04
13	VL- 1	334,47	166,07	144,64	0,5	1,02	1,17
	VL- 2	334,47	166,07	144,64	0,5	1,02	1,17

	VL- 3	334,47	170,79	146,74	0,5	0,99	1,15
	VL- 4	336,34	170,79	146,74	0,5	0,99	1,15
14	VL- 1	334,47	166,03	144,64	0,5	1,02	1,17
	VL- 2	334,47	166,03	144,64	0,5	1,02	1,17
	VL- 3	334,47	170,79	146,74	0,5	0,99	1,15
	VL- 4	336,34	170,79	146,74	0,5	0,99	1,15
	VL- 1	334,47	166,03	144,64	0,5	1,02	1,17
15	VL- 2	334,47	166,03	144,64	0,5	1,02	1,17
	VL- 3	334,25	170,79	146,74	0,5	0,99	1,15
	VL- 4	334,25	170,79	146,74	0,5	0,99	1,15
	VL- 1	334,47	166,03	144,64	0,5	1,02	1,17
16	VL- 2	334,47	166,03	144,64	0,5	1,02	1,17
	VL- 3	334,25	170,79	146,74	0,5	0,99	1,15
	VL- 4	334,25	170,79	146,74	0,5	0,99	1,15
	VL- 1	334,47	166,03	144,64	0,5	1,02	1,17
17	VL- 2	334,47	166,03	144,64	0,5	1,02	1,17
	VL- 3	334,25	170,79	146,74	0,5	0,99	1,15
	VL- 4	334,25	170,79	146,74	0,5	0,99	1,15
	VL- 1	334,47	166,03	144,64	0,5	1,02	1,17
18	VL- 2	334,47	166,03	144,64	0,5	1,02	1,17
	VL- 3	334,25	170,79	146,74	0,5	0,99	1,15
	VL- 4	334,25	170,79	146,74	0,5	0,99	1,15
	VL- 1	334,47	166,03	144,64	0,5	1,02	1,17
19	VL- 2	334,47	166,03	144,64	0,5	1,02	1,17
	VL- 3	334,25	170,79	146,74	0,5	0,99	1,15
	VL- 4	334,25	170,79	146,74	0,5	0,99	1,15
	VL- 1	334,47	166,03	144,64	0,5	1,02	1,17
20	VL- 2	334,47	166,03	144,64	0,5	1,02	1,17
	VL- 3	334,25	170,79	146,74	0,5	0,99	1,15
	VL- 4	334,25	170,79	146,74	0,5	0,99	1,15
	VL- 1	334,47	166,03	144,64	0,5	1,02	1,17
21	VL- 2	334,47	166,03	144,64	0,5	1,02	1,17
	VL- 3	334,47	170,79	146,74	0,5	0,99	1,15
	VL- 1	334,47	166,03	144,64	0,5	1,02	1,17

	VL- 4	334,47	170,79	146,74	0,5	0,99	1,15
22	VL- 1	240,73	150,67	144,07	0,7	1,12	1,17
	VL- 2	240,73	150,67	144,07	0,7	1,12	1,17
	VL- 3	263,14	177,52	166,78	0,64	0,95	1,01
	VL- 4	263,14	177,52	166,78	0,64	0,95	1,01
23	VL- 1	334,85	166,22	144,79	0,5	1,02	1,17
	VL- 2	335,15	166,37	144,94	0,5	1,02	1,17
	VL- 3	335,56	171,28	147,22	0,5	0,99	1,15
	VL- 4	335,86	171,43	147,37	0,5	0,99	1,15
24	VL- 1	333,16	165,4	144,15	0,51	1,02	1,17
	VL- 2	332,93	165,28	144,04	0,51	1,02	1,18
	VL- 3	332,6	169,93	145,87	0,51	1	1,16
	VL- 4	332,34	169,82	145,72	0,51	1	1,16
25	VL- 1	333,65	165,66	144,34	0,5	1,02	1,17
	VL- 2	333,83	165,73	144,38	0,5	1,02	1,17
	VL- 3	333,83	170,61	146,59	0,5	0,99	1,15
	VL- 4	334,28	170,68	146,62	0,5	0,99	1,15
26	VL- 1	334,28	165,96	144,56	0,5	1,02	1,17
	VL- 2	334,1	165,85	144,49	0,5	1,02	1,17
	VL- 3	333,65	170,53	146,47	0,5	0,99	1,16
	VL- 4	333,42	170,38	146,36	0,5	0,99	1,16
27	VL- 1	335	166,3	144,86	0,5	1,02	1,17
	VL- 2	334,92	166,26	144,82	0,5	1,02	1,17
	VL- 3	334,25	170,68	146,62	0,5	0,99	1,15
	VL- 4	333,91	170,49	146,44	0,5	0,99	1,16
28	VL- 1	364,13	180,66	157,48	0,46	0,94	1,07
	VL- 2	360,13	178,68	155,96	0,47	0,95	1,09
	VL- 3	355,22	182,02	155,3	0,47	0,93	1,09
	VL- 4	351,59	180,37	153,61	0,48	0,94	1,1
29	VL- 1	386,56	191,63	167,17	0,43	0,88	1,01
	VL- 2	380,13	188,54	164,37	0,44	0,9	1,03
	VL- 3	372,5	189,77	163,34	0,45	0,89	1,04
	VL- 4	365,9	186,8	160,33	0,46	0,91	1,06

30	VL- 1	371,34	184,25	160,49	0,45	0,92	1,05
	VL- 2	368,17	182,68	159,05	0,46	0,93	1,06
	VL- 3	364,7	186,27	159,79	0,46	0,91	1,06
	VL- 4	361,86	184,99	158,47	0,46	0,91	1,07
31	VL- 1	374,64	185,85	161,94	0,45	0,91	1,04
	VL- 2	362,97	180,08	157,03	0,46	0,94	1,08
	VL- 3	349,53	179,42	152,66	0,48	0,94	1,11
	VL- 4	338,23	174,14	147,75	0,5	0,97	1,15
32	VL- 1	374,07	185,57	161,69	0,45	0,91	1,05
	VL- 2	370,11	183,63	159,92	0,45	0,92	1,06
	VL- 3	365,57	186,64	160,16	0,46	0,91	1,06
	VL- 4	361,65	184,87	158,39	0,47	0,91	1,07
33	VL- 1	368,66	182,93	159,3	0,46	0,92	1,06
	VL- 2	365,94	181,57	158,18	0,46	0,93	1,07
	VL- 3	362,77	185,4	159,01	0,46	0,91	1,06
	VL- 4	360,04	184,16	157,65	0,47	0,92	1,07
34	VL- 1	374,27	185,65	161,77	0,45	0,91	1,05
	VL- 2	367,88	182,51	158,93	0,46	0,93	1,06
	VL- 3	360,58	184,41	157,9	0,47	0,92	1,07
	VL- 4	354,31	181,65	154,89	0,47	0,93	1,09
35	VL- 1	375,47	186,27	162,31	0,45	0,91	1,04
	VL- 2	369,74	183,42	159,75	0,45	0,92	1,06
	VL- 3	363,1	185,52	159,05	0,46	0,91	1,06
	VL- 4	357,49	183,05	156,33	0,47	0,92	1,08
36	VL- 1	373,41	185,28	161,4	0,45	0,91	1,05
	VL- 2	368,42	182,8	159,17	0,46	0,92	1,06
	VL- 3	362,64	185,4	158,84	0,46	0,91	1,07
	VL- 4	357,69	183,17	156,45	0,47	0,92	1,08
37	VL- 1	374,64	185,85	161,94	0,45	0,91	1,04
	VL- 2	370,07	183,63	159,92	0,45	0,92	1,06
	VL- 3	364,75	186,27	159,79	0,46	0,91	1,06
	VL- 4	360,21	184,25	157,73	0,47	0,92	1,07
38	VL- 1	375,34	186,18	162,23	0,45	0,91	1,04

	VL- 2	371,43	184,29	160,53	0,45	0,92	1,05
	VL- 3	366,89	187,26	160,78	0,46	0,9	1,05
	VL- 4	362,89	185,61	159,05	0,46	0,91	1,06
39	VL- 1	372,13	184,62	160,82	0,45	0,92	1,05
	VL- 2	368,5	182,84	159,22	0,46	0,92	1,06
	VL- 3	364,33	186,1	159,63	0,46	0,91	1,06
	VL- 4	360,75	184,45	157,98	0,47	0,92	1,07
40	VL- 1	375,18	186,1	162,18	0,45	0,91	1,04
	VL- 2	370,97	184,04	160,29	0,45	0,92	1,06
	VL- 3	366,11	186,89	160,41	0,46	0,9	1,05
	VL- 4	361,94	185,03	158,51	0,46	0,91	1,07
41	VL- 1	375,18	186,14	162,18	0,45	0,91	1,04
	VL- 2	371,01	184,08	160,33	0,45	0,92	1,06
	VL- 3	366,19	186,93	160,45	0,46	0,9	1,05
	VL- 4	362,02	185,03	158,56	0,46	0,91	1,07
42	VL- 1	374,19	185,61	161,73	0,45	0,91	1,05
	VL- 2	370,19	183,67	159,96	0,45	0,92	1,06
	VL- 3	365,57	186,64	160,16	0,46	0,91	1,06
	VL- 4	361,65	184,87	158,39	0,47	0,91	1,07
43	VL- 1	373,94	185,52	161,65	0,45	0,91	1,05
	VL- 2	370,02	183,59	159,92	0,45	0,92	1,06
	VL- 3	365,45	186,6	160,12	0,46	0,91	1,06
	VL- 4	361,57	184,82	158,31	0,47	0,91	1,07
44	VL- 1	373,53	185,28	161,44	0,45	0,91	1,05
	VL- 2	370,56	183,83	160,12	0,45	0,92	1,06
	VL- 3	368,37	187,92	161,52	0,46	0,9	1,05
	VL- 4	365,45	186,6	160,12	0,46	0,91	1,06
45	VL- 1	335,3	166,45	145,05	0,5	1,02	1,17
	VL- 2	334,73	166,18	144,75	0,5	1,02	1,17
	VL- 3	335,3	171,13	147,07	0,5	0,99	1,15
	VL- 4	334,7	170,91	146,81	0,5	0,99	1,15
46	VL- 1	329,41	168,06	146,36	0,51	1,01	1,16
	VL- 2	333,42	165,51	144,23	0,5	1,02	1,17

47	VL- 3	333,46	170,31	146,25	0,5	0,99	1,16
	VL- 4	333,46	170,31	146,25	0,5	0,99	1,16
	VL- 1	341,44	169,48	147,75	0,49	1	1,15
	VL- 2	341,44	169,48	147,75	0,49	1	1,15
	VL- 3	341,44	173,9	149,88	0,49	0,97	1,13
	VL- 4	341,44	173,9	149,88	0,49	0,97	1,13

Momento $\frac{1}{4}L$

Tramo	V.L.	σ (MPa)			Factor de Evaluación		
		Cooper-45	TE-114K	MLW	Cooper-45	TE-114K	MLW
1	VL- 1	268,91	145,03	147,92	0,63	1,17	1,14
	VL- 2	271,09	145,19	148,66	0,62	1,17	1,14
	VL- 3	282,19	154,6	155,83	0,6	1,09	1,09
	VL- 4	286,81	156,66	158,02	0,59	1,08	1,07
2	VL- 1	260,45	141,24	143,79	0,65	1,2	1,18
	VL- 2	265,07	143,26	145,94	0,64	1,18	1,16
	VL- 3	276,95	152,99	153,36	0,61	1,11	1,1
	VL- 4	281,98	153,73	155,75	0,6	1,1	1,09
3	VL- 1	245,03	134,39	136,53	0,69	1,26	1,24
	VL- 2	255,18	138,93	141,32	0,66	1,22	1,2
	VL- 3	270,39	149,24	150,23	0,62	1,13	1,13
	VL- 4	279,51	153,4	154,6	0,6	1,1	1,09
4	VL- 1	268,17	144,7	147,42	0,63	1,17	1,15
	VL- 2	266,93	145,03	147,92	0,63	1,17	1,14
	VL- 3	265,98	147,21	148,12	0,63	1,15	1,14
	VL- 4	264,58	146,43	147,42	0,64	1,16	1,15
5	VL- 1	264,33	142,93	145,57	0,64	1,18	1,16
	VL- 2	270,81	145,69	148,53	0,62	1,16	1,14
	VL- 3	285,07	155,92	157,24	0,59	1,09	1,08

	VL- 4	292,25	158,1	160,62	0,58	1,07	1,05
6	VL- 1	262,15	141,81	144,45	0,64	1,19	1,17
	VL- 2	264,25	142,88	145,52	0,64	1,18	1,16
	VL- 3	273,53	150,68	151,75	0,62	1,12	1,12
	VL- 4	276,87	152,25	153,36	0,61	1,11	1,1
7	VL- 1	264,08	144,2	146,76	0,64	1,17	1,15
	VL- 2	266,23	143,75	146,43	0,63	1,18	1,16
	VL- 3	278,23	152,82	153,98	0,61	1,11	1,1
	VL- 4	283,67	155,34	156,58	0,59	1,09	1,08
8	VL- 1	262,6	142,18	144,78	0,64	1,19	1,17
	VL- 2	266,81	144	146,72	0,63	1,18	1,15
	VL- 3	277,98	152,74	153,9	0,61	1,11	1,1
	VL- 4	282,6	154,8	156,08	0,6	1,09	1,08
9	VL- 1	262,72	142,22	144,82	0,64	1,19	1,17
	VL- 2	266,97	144,08	146,76	0,63	1,17	1,15
	VL- 3	278,15	152,78	153,94	0,61	1,11	1,1
	VL- 4	282,81	154,93	156,16	0,6	1,09	1,08
10	VL- 1	259,13	140,7	143,17	0,65	1,2	1,18
	VL- 2	262,85	143,01	144,91	0,64	1,18	1,17
	VL- 3	276,95	152,25	153,36	0,61	1,11	1,1
	VL- 4	282,89	154,93	156,2	0,6	1,09	1,08
11	VL- 1	260,91	141,57	144,16	0,65	1,2	1,17
	VL- 2	265,2	143,21	145,94	0,64	1,18	1,16
	VL- 3	276,7	152,12	153,24	0,61	1,11	1,1
	VL- 4	282,52	154,8	156,04	0,6	1,09	1,08
12	VL- 1	264,41	142,97	145,61	0,64	1,18	1,16
	VL- 2	266,56	143,87	146,6	0,63	1,18	1,15
	VL- 3	274,85	151,3	152,37	0,61	1,12	1,11
	VL- 4	277,61	152,53	153,69	0,61	1,11	1,1
13	VL- 1	245,25	154,6	134,67	0,69	1,09	1,26
	VL- 2	245,25	154,6	134,67	0,69	1,09	1,26
	VL- 3	250,65	159,29	138,94	0,67	1,06	1,22
	VL- 4	251,55	159,66	139,32	0,67	1,06	1,22

14	VL- 1	245,25	154,6	134,67	0,69	1,09	1,26
	VL- 2	245,25	154,6	134,67	0,69	1,09	1,26
	VL- 3	250,65	159,29	138,94	0,67	1,06	1,22
	VL- 4	251,55	159,66	139,32	0,67	1,06	1,22
15	VL- 1	245,25	154,6	134,67	0,69	1,09	1,26
	VL- 2	245,25	154,6	134,67	0,69	1,09	1,26
	VL- 3	250,61	159,25	138,94	0,67	1,06	1,22
	VL- 4	250,61	159,25	138,94	0,67	1,06	1,22
16	VL- 1	245,25	154,6	134,67	0,69	1,09	1,26
	VL- 2	245,25	154,6	134,67	0,69	1,09	1,26
	VL- 3	250,61	159,25	138,94	0,67	1,06	1,22
	VL- 4	250,61	159,25	138,94	0,67	1,06	1,22
17	VL- 1	245,25	154,6	134,67	0,69	1,09	1,26
	VL- 2	245,25	154,6	134,67	0,69	1,09	1,26
	VL- 3	250,61	159,25	138,94	0,67	1,06	1,22
	VL- 4	250,61	159,25	138,94	0,67	1,06	1,22
18	VL- 1	245,25	154,6	134,67	0,69	1,09	1,26
	VL- 2	245,25	154,6	134,67	0,69	1,09	1,26
	VL- 3	250,61	159,25	138,94	0,67	1,06	1,22
	VL- 4	250,61	159,25	138,94	0,67	1,06	1,22
19	VL- 1	245,25	154,6	134,67	0,69	1,09	1,26
	VL- 2	245,25	154,6	134,67	0,69	1,09	1,26
	VL- 3	250,61	159,25	138,94	0,67	1,06	1,22
	VL- 4	250,61	159,25	138,94	0,67	1,06	1,22
20	VL- 1	245,25	154,6	134,67	0,69	1,09	1,26
	VL- 2	245,25	154,6	134,67	0,69	1,09	1,26
	VL- 3	250,61	159,25	138,94	0,67	1,06	1,22
	VL- 4	250,61	159,25	138,94	0,67	1,06	1,22
21	VL- 1	245,25	154,6	134,67	0,69	1,09	1,26
	VL- 2	245,25	154,6	134,67	0,69	1,09	1,26
	VL- 3	250,65	159,29	138,94	0,67	1,06	1,22
	VL- 4	250,65	159,29	138,94	0,67	1,06	1,22
22	VL- 1	180,28	132,1	124,89	0,94	1,28	1,36

	VL- 2	180,28	132,1	124,89	0,94	1,28	1,36
	VL- 3	199,92	154,66	145,14	0,85	1,09	1,17
	VL- 4	199,92	154,66	145,14	0,85	1,09	1,17
23	VL- 1	245,44	154,68	134,74	0,69	1,09	1,26
	VL- 2	245,59	154,75	134,82	0,69	1,09	1,26
	VL- 3	251,55	159,74	139,35	0,67	1,06	1,21
	VL- 4	251,7	159,81	139,47	0,67	1,06	1,21
24	VL- 1	244,31	154,12	134,22	0,69	1,1	1,26
	VL- 2	244,2	154,08	134,18	0,69	1,1	1,26
	VL- 3	249	158,39	138,15	0,68	1,07	1,23
	VL- 4	248,88	158,35	138,12	0,68	1,07	1,23
25	VL- 1	244,54	154,23	134,33	0,69	1,1	1,26
	VL- 2	244,65	154,27	134,37	0,69	1,1	1,26
	VL- 3	250,08	158,95	138,68	0,67	1,06	1,22
	VL- 4	250,2	159,03	138,72	0,67	1,06	1,22
26	VL- 1	244,84	154,38	134,48	0,69	1,1	1,26
	VL- 2	244,76	154,34	134,44	0,69	1,1	1,26
	VL- 3	249,97	158,91	138,6	0,68	1,06	1,22
	VL- 4	249,86	158,84	138,57	0,68	1,07	1,22
27	VL- 1	245,51	154,72	134,78	0,69	1,09	1,26
	VL- 2	245,47	154,68	134,74	0,69	1,09	1,26
	VL- 3	250,12	158,99	138,72	0,67	1,06	1,22
	VL- 4	250,01	158,95	138,64	0,67	1,06	1,22
28	VL- 1	267,01	168,58	146,8	0,63	1	1,15
	VL- 2	264,41	167,3	145,57	0,64	1,01	1,16
	VL- 3	265,98	169,98	148,08	0,63	1	1,14
	VL- 4	263,42	168,66	146,88	0,64	1	1,15
29	VL- 1	282,81	150,8	154,18	0,6	1,12	1,1
	VL- 2	278,35	148,95	152,08	0,61	1,14	1,11
	VL- 3	279,14	153,24	154,43	0,6	1,1	1,1
	VL- 4	273,94	150,88	151,96	0,62	1,12	1,11
30	VL- 1	272,08	146,23	149,11	0,62	1,16	1,14
	VL- 2	269,9	145,32	148,12	0,62	1,16	1,14

	VL- 3	273,36	150,64	151,67	0,62	1,12	1,12
	VL- 4	271,18	149,61	150,64	0,62	1,13	1,12
31	VL- 1	274,35	147,21	150,18	0,61	1,15	1,13
	VL- 2	265,73	143,54	146,23	0,63	1,18	1,16
	VL- 3	262,02	145,36	146,18	0,64	1,16	1,16
	VL- 4	253,16	141,24	141,85	0,67	1,2	1,19
32	VL- 1	273,77	146,97	149,94	0,62	1,15	1,13
	VL- 2	271,18	145,85	148,7	0,62	1,16	1,14
	VL- 3	273,77	150,8	151,87	0,62	1,12	1,11
	VL- 4	271,05	149,57	150,56	0,62	1,13	1,12
33	VL- 1	270,19	145,44	148,25	0,62	1,16	1,14
	VL- 2	268,17	144,58	147,34	0,63	1,17	1,15
	VL- 3	271,63	149,81	150,84	0,62	1,13	1,12
	VL- 4	269,53	148,82	149,81	0,63	1,14	1,13
34	VL- 1	272,83	147,17	149,52	0,62	1,15	1,13
	VL- 2	269,07	145,24	147,75	0,63	1,17	1,15
	VL- 3	270,15	149,15	150,14	0,62	1,13	1,13
	VL- 4	265,53	147,01	147,87	0,64	1,15	1,14
35	VL- 1	274,72	147,38	150,39	0,61	1,15	1,13
	VL- 2	270,64	145,65	148,49	0,62	1,16	1,14
	VL- 3	271,79	149,9	150,93	0,62	1,13	1,12
	VL- 4	267,46	147,87	148,82	0,63	1,14	1,14
36	VL- 1	273,77	146,84	149,94	0,62	1,15	1,13
	VL- 2	270,02	145,36	148,16	0,62	1,16	1,14
	VL- 3	271,55	149,81	150,8	0,62	1,13	1,12
	VL- 4	267,92	148,12	149,03	0,63	1,14	1,14
37	VL- 1	274,02	147,09	150,06	0,62	1,15	1,13
	VL- 2	270,81	145,85	148,53	0,62	1,16	1,14
	VL- 3	272,99	150,43	151,5	0,62	1,13	1,12
	VL- 4	269,98	149,07	150,02	0,62	1,14	1,13
38	VL- 1	274,35	147,54	150,23	0,61	1,15	1,13
	VL- 2	271,84	146,27	148,99	0,62	1,16	1,14
	VL- 3	274,85	151,3	152,37	0,61	1,12	1,11

	VL- 4	271,71	149,85	150,84	0,62	1,13	1,12
39	VL- 1	273,49	146,55	149,77	0,62	1,16	1,13
	VL- 2	270,72	145,4	148,49	0,62	1,16	1,14
	VL- 3	273,16	150,51	151,54	0,62	1,12	1,12
	VL- 4	270,27	149,15	150,18	0,62	1,13	1,13
40	VL- 1	274,27	147,3	150,18	0,61	1,15	1,13
	VL- 2	271,26	146,18	148,74	0,62	1,16	1,14
	VL- 3	274,02	150,88	152	0,62	1,12	1,11
	VL- 4	271,22	149,61	150,64	0,62	1,13	1,12
41	VL- 1	274,6	147,5	150,31	0,61	1,15	1,13
	VL- 2	271,92	146,18	149,03	0,62	1,16	1,14
	VL- 3	274,48	151,13	152,2	0,61	1,12	1,11
	VL- 4	271,26	149,65	150,68	0,62	1,13	1,12
42	VL- 1	274,52	147,01	150,27	0,61	1,15	1,13
	VL- 2	271,55	145,9	148,86	0,62	1,16	1,14
	VL- 3	273,73	150,76	151,87	0,62	1,12	1,11
	VL- 4	271,05	149,57	150,56	0,62	1,13	1,12
43	VL- 1	273,69	146,93	149,9	0,62	1,15	1,13
	VL- 2	271,14	145,85	148,7	0,62	1,16	1,14
	VL- 3	273,73	150,76	151,83	0,62	1,12	1,11
	VL- 4	271,01	149,48	150,56	0,62	1,13	1,12
44	VL- 1	273,07	146,84	149,81	0,62	1,15	1,13
	VL- 2	271,38	145,94	148,82	0,62	1,16	1,14
	VL- 3	275,96	151,79	152,91	0,61	1,11	1,11
	VL- 4	273,73	150,76	151,83	0,62	1,12	1,11
45	VL- 1	246,56	155,28	135,23	0,68	1,09	1,25
	VL- 2	245,7	154,83	134,86	0,69	1,09	1,26
	VL- 3	251,06	159,48	139,17	0,67	1,06	1,22
	VL- 4	250,72	159,33	138,98	0,67	1,06	1,22
46	VL- 1	246,07	155,09	135,16	0,69	1,09	1,25
	VL- 2	244,43	154,16	134,3	0,69	1,1	1,26
	VL- 3	249,78	158,84	138,53	0,68	1,07	1,22
	VL- 4	249,78	158,84	138,53	0,68	1,07	1,22

47	VL- 1	250,16	157,04	136,96	0,67	1,08	1,24
	VL- 2	250,16	157,04	136,96	0,67	1,08	1,24
	VL- 3	255,89	162,02	141,45	0,66	1,04	1,2
	VL- 4	255,89	162,02	141,45	0,66	1,04	1,2

Cortante Máximo

Tramo	V.L.	T (MPa)			Factor de Evaluación		
		Cooper-45	CVM 1	CVM 2	Cooper-45	TE-114K	MLW
1	VL- 1	149,57	105,97	93,97	0,85	1,2	1,8
	VL- 2	99,88	106,46	94,54	1,27	1,19	1,79
	VL- 3	152,26	107,11	95,11	0,83	1,19	1,78
	VL- 4	153,49	107,68	95,68	0,83	1,18	1,77
2	VL- 1	147,69	105,07	93,15	0,86	1,21	1,82
	VL- 2	149,08	105,72	93,8	0,85	1,2	1,81
	VL- 3	150,79	106,46	94,54	0,84	1,19	1,79
	VL- 4	152,18	107,11	95,11	0,83	1,19	1,78
3	VL- 1	142,95	102,81	90,95	0,89	1,24	1,86
	VL- 2	146,06	104,34	92,42	0,87	1,22	1,83
	VL- 3	148,99	105,64	93,72	0,85	1,2	1,81
	VL- 4	151,53	106,78	94,78	0,84	1,19	1,79
4	VL- 1	149,57	105,89	93,97	0,85	1,2	1,8
	VL- 2	148,5	105,4	93,48	0,85	1,2	1,81
	VL- 3	147,77	105,07	93,23	0,86	1,21	1,82
	VL- 4	147,2	104,83	92,91	0,86	1,21	1,82
5	VL- 1	148,75	105,56	93,64	0,85	1,2	1,81
	VL- 2	150,71	106,46	94,46	0,84	1,19	1,79
	VL- 3	153	107,44	95,44	0,83	1,18	1,78
	VL- 4	154,87	108,25	96,25	0,82	1,17	1,76
6	VL- 1	147,85	105,15	93,23	0,86	1,21	1,82
	VL- 2	148,75	105,89	93,64	0,85	1,2	1,81

	VL- 3	149,81	106,05	94,05	0,85	1,2	1,8
	VL- 4	150,71	106,46	94,46	0,84	1,19	1,79
7	VL- 1	149,08	106,21	94,38	0,85	1,2	1,8
	VL- 2	149,48	105,89	94,05	0,85	1,2	1,8
	VL- 3	151,12	106,62	94,62	0,84	1,19	1,79
	VL- 4	152,59	107,27	95,27	0,83	1,18	1,78
8	VL- 1	148,34	105,32	93,4	0,85	1,21	1,82
	VL- 2	149,57	105,89	94,05	0,85	1,2	1,8
	VL- 3	151,04	106,54	94,62	0,84	1,19	1,79
	VL- 4	152,26	107,11	95,19	0,83	1,19	1,78
9	VL- 1	148,34	105,4	93,48	0,85	1,2	1,81
	VL- 2	149,65	105,97	94,05	0,85	1,2	1,8
	VL- 3	151,12	106,62	94,62	0,84	1,19	1,79
	VL- 4	152,34	107,11	95,19	0,83	1,19	1,78
10	VL- 1	147,2	104,83	92,91	0,86	1,21	1,82
	VL- 2	148,83	105,56	93,64	0,85	1,2	1,81
	VL- 3	150,79	106,46	94,54	0,84	1,19	1,79
	VL- 4	152,42	107,19	95,19	0,83	1,18	1,78
11	VL- 1	147,2	104,83	92,91	0,86	1,21	1,82
	VL- 2	148,83	105,56	93,64	0,85	1,2	1,81
	VL- 3	150,63	106,38	94,46	0,84	1,19	1,79
	VL- 4	152,26	107,11	95,11	0,83	1,19	1,78
12	VL- 1	149,65	105,56	93,64	0,85	1,2	1,81
	VL- 2	149,48	105,89	94,05	0,85	1,2	1,8
	VL- 3	150,22	106,21	94,29	0,84	1,2	1,8
	VL- 4	150,87	106,46	94,54	0,84	1,19	1,79
13	VL- 1	171,83	121,46	107,84	0,74	1,04	1,57
	VL- 2	171,83	121,46	107,84	0,74	1,04	1,57
	VL- 3	171,65	121,36	107,74	0,74	1,05	1,57
	VL- 4	172,39	121,64	108,02	0,73	1,04	1,57
14	VL- 1	171,83	121,46	107,84	0,74	1,04	1,57
	VL- 2	171,83	121,46	107,84	0,74	1,04	1,57
	VL- 3	171,65	121,36	107,74	0,74	1,05	1,57

	VL- 4	172,39	121,64	108,02	0,73	1,04	1,57
15	VL- 1	171,83	121,46	107,84	0,74	1,04	1,57
	VL- 2	171,83	121,46	107,84	0,74	1,04	1,57
	VL- 3	171,83	121,46	107,84	0,74	1,04	1,57
	VL- 4	171,83	121,46	107,84	0,74	1,04	1,57
16	VL- 1	171,83	121,46	107,84	0,74	1,04	1,57
	VL- 2	171,83	121,46	107,84	0,74	1,04	1,57
	VL- 3	171,83	121,46	107,84	0,74	1,04	1,57
	VL- 4	171,83	121,46	107,84	0,74	1,04	1,57
17	VL- 1	171,83	121,46	107,84	0,74	1,04	1,57
	VL- 2	171,83	121,46	107,84	0,74	1,04	1,57
	VL- 3	171,83	121,46	107,84	0,74	1,04	1,57
	VL- 4	171,83	121,46	107,84	0,74	1,04	1,57
18	VL- 1	171,83	121,46	107,84	0,74	1,04	1,57
	VL- 2	171,83	121,46	107,84	0,74	1,04	1,57
	VL- 3	171,83	121,46	107,84	0,74	1,04	1,57
	VL- 4	171,83	121,46	107,84	0,74	1,04	1,57
19	VL- 1	171,83	121,46	107,84	0,74	1,04	1,57
	VL- 2	171,83	121,46	107,84	0,74	1,04	1,57
	VL- 3	171,83	121,46	107,84	0,74	1,04	1,57
	VL- 4	171,83	121,46	107,84	0,74	1,04	1,57
20	VL- 1	171,83	121,46	107,84	0,74	1,04	1,57
	VL- 2	171,83	121,46	107,84	0,74	1,04	1,57
	VL- 3	171,83	121,46	107,84	0,74	1,04	1,57
	VL- 4	171,83	121,46	107,84	0,74	1,04	1,57
21	VL- 1	171,83	121,46	107,84	0,74	1,04	1,57
	VL- 2	171,83	121,46	107,84	0,74	1,04	1,57
	VL- 3	171,83	121,46	107,84	0,74	1,04	1,57
	VL- 4	171,83	121,46	107,84	0,74	1,04	1,57
22	VL- 1	43,35	32,62	30,46	2,94	3,9	5,58
	VL- 2	43,35	32,62	30,46	2,94	3,9	5,58
	VL- 3	43,3	32,58	30,37	2,94	3,91	5,59
	VL- 4	43,3	32,58	30,37	2,94	3,91	5,59

23	VL- 1	171,93	121,46	107,84	0,74	1,04	1,57
	VL- 2	172,02	121,55	107,84	0,74	1,04	1,57
	VL- 3	172,11	121,55	107,93	0,74	1,04	1,57
	VL- 4	172,21	121,64	107,93	0,74	1,04	1,57
24	VL- 1	171,55	121,27	107,65	0,74	1,05	1,57
	VL- 2	171,46	121,27	107,65	0,74	1,05	1,57
	VL- 3	171,37	121,18	107,56	0,74	1,05	1,58
	VL- 4	171,27	121,18	107,56	0,74	1,05	1,58
25	VL- 1	171,65	121,36	107,74	0,74	1,05	1,57
	VL- 2	171,65	121,36	107,74	0,74	1,05	1,57
	VL- 3	171,74	121,36	107,74	0,74	1,05	1,57
	VL- 4	171,83	121,46	107,74	0,74	1,04	1,57
26	VL- 1	171,83	121,46	107,74	0,74	1,04	1,57
	VL- 2	171,74	121,36	107,74	0,74	1,05	1,57
	VL- 3	171,74	121,36	107,74	0,74	1,05	1,57
	VL- 4	171,65	121,36	107,74	0,74	1,05	1,57
27	VL- 1	172,02	121,55	107,84	0,74	1,04	1,57
	VL- 2	171,93	121,46	107,84	0,74	1,04	1,57
	VL- 3	171,83	121,46	107,74	0,74	1,04	1,57
	VL- 4	171,74	121,36	107,74	0,74	1,05	1,57
28	VL- 1	149,65	105,97	94,05	0,85	1,2	1,8
	VL- 2	148,83	105,56	93,64	0,85	1,2	1,81
	VL- 3	147,77	105,07	93,15	0,86	1,21	1,82
	VL- 4	147,04	104,74	92,82	0,86	1,21	1,83
29	VL- 1	154,14	107,93	95,93	0,82	1,18	1,77
	VL- 2	152,91	107,36	94,86	0,83	1,18	1,79
	VL- 3	151,36	106,7	94,78	0,84	1,19	1,79
	VL- 4	149,97	106,13	94,13	0,85	1,2	1,8
30	VL- 1	151,12	106,62	94,62	0,84	1,19	1,79
	VL- 2	150,46	106,3	94,38	0,84	1,19	1,8
	VL- 3	149,73	105,97	94,05	0,85	1,2	1,8
	VL- 4	149,16	105,72	93,8	0,85	1,2	1,81
31	VL- 1	151,77	106,87	94,95	0,84	1,19	1,79

	VL- 2	149,4	105,81	93,89	0,85	1,2	1,81
	VL- 3	146,63	104,58	92,66	0,86	1,21	1,83
	VL- 4	144,18	103,44	92,17	0,88	1,23	1,84
32	VL- 1	151,69	106,87	94,86	0,84	1,19	1,79
	VL- 2	150,87	106,46	94,54	0,84	1,19	1,79
	VL- 3	149,89	106,05	94,13	0,85	1,2	1,8
	VL- 4	149,16	105,72	93,8	0,85	1,2	1,81
33	VL- 1	150,55	106,38	94,38	0,84	1,19	1,8
	VL- 2	149,97	106,13	94,21	0,85	1,2	1,8
	VL- 3	149,32	105,81	93,89	0,85	1,2	1,81
	VL- 4	148,83	105,56	93,64	0,85	1,2	1,81
34	VL- 1	151,69	106,87	94,86	0,84	1,19	1,79
	VL- 2	150,38	106,3	94,38	0,84	1,19	1,8
	VL- 3	148,91	105,64	93,72	0,85	1,2	1,81
	VL- 4	147,61	104,99	93,15	0,86	1,21	1,82
35	VL- 1	151,93	106,95	95,03	0,83	1,19	1,78
	VL- 2	150,79	106,46	94,54	0,84	1,19	1,79
	VL- 3	149,4	105,81	93,89	0,85	1,2	1,81
	VL- 4	148,26	105,32	93,4	0,85	1,21	1,82
36	VL- 1	151,53	106,78	94,86	0,84	1,19	1,79
	VL- 2	150,55	106,3	94,38	0,84	1,19	1,8
	VL- 3	149,32	105,81	93,89	0,85	1,2	1,81
	VL- 4	148,26	105,32	93,4	0,85	1,21	1,82
37	VL- 1	151,77	106,87	94,95	0,84	1,19	1,79
	VL- 2	150,95	106,46	94,54	0,84	1,19	1,79
	VL- 3	149,73	105,97	94,05	0,85	1,2	1,8
	VL- 4	148,83	105,56	93,64	0,85	1,2	1,81
38	VL- 1	151,93	106,95	95,03	0,83	1,19	1,78
	VL- 2	151,2	106,62	94,62	0,84	1,19	1,79
	VL- 3	150,22	106,21	94,29	0,84	1,2	1,8
	VL- 4	149,4	105,81	93,89	0,85	1,2	1,81
39	VL- 1	151,28	106,7	94,7	0,84	1,19	1,79
	VL- 2	150,55	106,38	94,38	0,84	1,19	1,8

	VL- 3	149,65	105,48	93,97	0,85	1,2	1,8
	VL- 4	148,91	105,64	93,72	0,85	1,2	1,81
40	VL- 1	151,85	106,95	94,95	0,83	1,19	1,79
	VL- 2	151,04	106,54	94,62	0,84	1,19	1,79
	VL- 3	150,06	106,13	94,21	0,84	1,2	1,8
	VL- 4	149,16	105,72	93,8	0,85	1,2	1,81
	VL- 1	151,93	106,95	94,95	0,83	1,19	1,79
41	VL- 2	151,04	106,54	93,89	0,84	1,19	1,81
	VL- 3	150,06	106,13	94,21	0,84	1,2	1,8
	VL- 4	149,16	105,72	93,8	0,85	1,2	1,81
	VL- 1	151,69	106,87	94,86	0,84	1,19	1,79
42	VL- 2	150,87	106,46	94,54	0,84	1,19	1,79
	VL- 3	149,89	106,05	94,13	0,85	1,2	1,8
	VL- 4	149,08	105,72	93,8	0,85	1,2	1,81
	VL- 1	151,61	106,87	94,86	0,84	1,19	1,79
43	VL- 2	150,87	106,46	94,54	0,84	1,19	1,79
	VL- 3	149,89	106,05	94,13	0,85	1,2	1,8
	VL- 4	149,08	105,72	93,8	0,85	1,2	1,81
	VL- 1	151,53	106,78	94,86	0,84	1,19	1,79
44	VL- 2	150,95	106,54	94,62	0,84	1,19	1,79
	VL- 3	150,46	106,3	94,38	0,84	1,19	1,8
	VL- 4	149,89	106,05	94,13	0,85	1,2	1,8
	VL- 1	172,11	121,55	107,93	0,74	1,04	1,57
45	VL- 2	171,93	121,46	107,84	0,74	1,04	1,57
	VL- 3	172,11	121,55	107,93	0,74	1,04	1,57
	VL- 4	171,93	121,46	107,84	0,74	1,04	1,57
46	VL- 1	171,55	121,36	107,65	0,74	1,05	1,57
	VL- 2	171,55	121,36	107,65	0,74	1,05	1,57
	VL- 3	171,55	121,36	107,65	0,74	1,05	1,57
	VL- 4	171,55	121,36	107,65	0,74	1,05	1,57
47	VL- 1	173,6	122,2	108,58	0,73	1,04	1,56
	VL- 2	173,6	122,2	108,58	0,73	1,04	1,56
	VL- 3	173,6	122,2	108,58	0,73	1,04	1,56

	VL- 4	173,6	122,2	108,58	0,73	1,04	1,56
--	-------	-------	-------	--------	------	------	------

Cortante $\frac{1}{4}L$

Tramo	V.L.	τ (MPa)			Factor de Evaluación		
		Cooper-45	TE-114K	MLW	Cooper-45	TE114-K	MLW
1	VL- 1	25,61	19,66	17,18	4,97	6,48	9,89
	VL- 2	25,86	19,78	17,37	4,93	6,44	9,78
	VL- 3	25,71	19,92	17,4	4,95	6,4	9,77
	VL- 4	25,88	20,05	17,52	4,92	6,35	9,7
2	VL- 1	25,32	19,46	17,1	5,03	6,55	9,94
	VL- 2	25,59	19,61	17,23	4,98	6,5	9,86
	VL- 3	25,46	19,75	17,25	5	6,45	9,85
	VL- 4	25,68	19,92	17,4	4,96	6,4	9,77
3	VL- 1	24,58	19,02	16,66	5,18	6,7	10,2
	VL- 2	25,05	19,31	16,96	5,08	6,6	10,02
	VL- 3	25,22	19,58	17,08	5,05	6,51	9,95
	VL- 4	25,56	19,85	17,33	4,98	6,42	9,8
4	VL- 1	25,54	19,56	17,2	4,99	6,51	9,88
	VL- 2	25,34	19,56	17,03	5,03	6,51	9,98
	VL- 3	25,07	19,48	16,98	5,08	6,54	10,01
	VL- 4	24,95	19,38	16,88	5,11	6,57	10,07
5	VL- 1	25,49	19,56	17,18	5	6,51	9,89
	VL- 2	25,83	19,75	17,35	4,93	6,45	9,79
	VL- 3	25,9	19,97	17,45	4,92	6,38	9,74
	VL- 4	26,1	20,17	17,62	4,88	6,32	9,64
6	VL- 1	25,32	19,46	17,08	5,03	6,55	9,95
	VL- 2	25,49	19,56	17,18	5	6,51	9,89
	VL- 3	25,56	19,68	17,15	4,98	6,47	9,91

	VL- 4	25,44	19,75	17,25	5,01	6,45	9,85
7	VL- 1	25,66	19,78	17,4	4,96	6,44	9,77
	VL- 2	25,66	19,65	17,28	4,96	6,48	9,83
	VL- 3	25,51	19,8	17,28	4,99	6,43	9,83
	VL- 4	25,68	19,92	17,4	4,96	6,4	9,77
8	VL- 1	25,44	19,53	17,15	5,01	6,52	9,91
	VL- 2	25,64	19,65	17,28	4,97	6,48	9,83
	VL- 3	25,49	19,78	17,28	5	6,44	9,83
	VL- 4	25,66	19,9	17,37	4,96	6,4	9,78
9	VL- 1	25,44	19,53	17,16	5,01	6,52	9,9
	VL- 2	25,66	19,65	17,28	4,96	6,48	9,83
	VL- 3	25,51	19,8	17,28	4,99	6,43	9,83
	VL- 4	25,66	19,92	17,4	4,96	6,4	9,77
10	VL- 1	25,22	19,41	17,06	5,05	6,56	9,96
	VL- 2	25,66	19,7	17,3	4,96	6,47	9,82
	VL- 3	25,46	19,83	17,25	5	6,42	9,85
	VL- 4	25,68	19,92	17,4	4,96	6,4	9,77
11	VL- 1	25,19	19,41	16,98	5,06	6,56	10,01
	VL- 2	25,49	19,56	17,15	5	6,51	9,91
	VL- 3	25,44	19,75	17,23	5,01	6,45	9,86
	VL- 4	25,64	19,9	17,37	4,97	6,4	9,78
12	VL- 1	25,51	19,56	17,2	4,99	6,51	9,88
	VL- 2	25,61	19,63	17,25	4,97	6,49	9,85
	VL- 3	25,39	19,7	17,18	5,02	6,47	9,89
	VL- 4	25,44	19,75	17,25	5,01	6,45	9,85
13	VL- 1	22,89	17,52	15,39	5,57	7,27	11,04
	VL- 2	22,89	17,52	15,39	5,57	7,27	11,04
	VL- 3	22,54	17,52	15,28	5,65	7,27	11,12
	VL- 4	22,63	17,56	15,32	5,63	7,26	11,09
14	VL- 1	22,89	17,52	15,39	5,57	7,27	11,04
	VL- 2	22,89	17,52	15,39	5,57	7,27	11,04
	VL- 3	22,54	17,52	15,28	5,65	7,27	11,12
	VL- 4	22,63	17,56	15,32	5,63	7,26	11,09

15	VL- 1	22,89	17,52	15,39	5,57	7,27	11,04
	VL- 2	22,89	17,52	15,39	5,57	7,27	11,04
	VL- 3	22,56	17,52	15,28	5,65	7,27	11,12
	VL- 4	22,56	17,52	15,28	5,65	7,27	11,12
16	VL- 1	22,89	17,52	15,39	5,57	7,27	11,04
	VL- 2	22,89	17,52	15,39	5,57	7,27	11,04
	VL- 3	22,56	17,52	15,28	5,65	7,27	11,12
	VL- 4	22,56	17,52	15,28	5,65	7,27	11,12
17	VL- 1	22,89	17,52	15,39	5,57	7,27	11,04
	VL- 2	22,89	17,52	15,39	5,57	7,27	11,04
	VL- 3	22,56	17,52	15,28	5,65	7,27	11,12
	VL- 4	22,56	17,52	15,28	5,65	7,27	11,12
18	VL- 1	22,89	17,52	15,39	5,57	7,27	11,04
	VL- 2	22,89	17,52	15,39	5,57	7,27	11,04
	VL- 3	22,56	17,52	15,28	5,65	7,27	11,12
	VL- 4	22,56	17,52	15,28	5,65	7,27	11,12
19	VL- 1	22,89	17,52	15,39	5,57	7,27	11,04
	VL- 2	22,89	17,52	15,39	5,57	7,27	11,04
	VL- 3	22,56	17,52	15,28	5,65	7,27	11,12
	VL- 4	22,56	17,52	15,28	5,65	7,27	11,12
20	VL- 1	22,89	17,52	15,39	5,57	7,27	11,04
	VL- 2	22,89	17,52	15,39	5,57	7,27	11,04
	VL- 3	22,56	17,52	15,28	5,65	7,27	11,12
	VL- 4	22,56	17,52	15,28	5,65	7,27	11,12
21	VL- 1	22,89	17,52	15,39	5,57	7,27	11,04
	VL- 2	22,89	17,52	15,39	5,57	7,27	11,04
	VL- 3	22,54	17,52	15,28	5,65	7,27	11,12
	VL- 4	22,54	17,52	15,28	5,65	7,27	11,12
22	VL- 1	27,75	21,9	20,54	4,59	5,82	8,27
	VL- 2	27,75	21,9	20,54	4,59	5,82	8,27
	VL- 3	27,44	21,85	20,5	4,64	5,83	8,29
	VL- 4	27,44	21,85	20,5	4,64	5,83	8,29
23	VL- 1	22,91	17,52	15,39	5,56	7,27	11,04

	VL- 2	22,91	17,54	15,41	5,56	7,26	11,03
	VL- 3	22,56	17,52	15,3	5,65	7,27	11,11
	VL- 4	22,59	17,54	15,3	5,64	7,26	11,11
24	VL- 1	22,87	17,48	15,37	5,57	7,29	11,06
	VL- 2	22,82	17,48	15,37	5,58	7,29	11,06
	VL- 3	22,52	17,5	15,26	5,66	7,28	11,14
	VL- 4	22,5	17,48	15,26	5,66	7,29	11,14
25	VL- 1	22,87	17,5	15,39	5,57	7,28	11,04
	VL- 2	22,87	17,52	15,39	5,57	7,27	11,04
	VL- 3	22,56	17,52	15,28	5,65	7,27	11,12
	VL- 4	22,56	17,52	15,3	5,65	7,27	11,11
26	VL- 1	22,91	17,52	15,41	5,56	7,27	11,03
	VL- 2	22,89	17,52	15,39	5,57	7,27	11,04
	VL- 3	22,56	17,52	15,28	5,65	7,27	11,12
	VL- 4	22,54	17,5	15,28	5,65	7,28	11,12
27	VL- 1	22,91	17,52	15,41	5,56	7,27	11,03
	VL- 2	22,91	17,52	15,41	5,56	7,27	11,03
	VL- 3	22,56	17,52	15,3	5,65	7,27	11,11
	VL- 4	22,54	17,52	15,28	5,65	7,27	11,12
28	VL- 1	25,66	19,65	17,28	4,96	6,48	9,83
	VL- 2	25,51	19,56	17,2	4,99	6,51	9,88
	VL- 3	25,07	19,48	16,96	5,08	6,54	10,02
	VL- 4	24,97	19,38	16,88	5,1	6,57	10,07
29	VL- 1	26,42	20,1	17,62	4,82	6,34	9,64
	VL- 2	26,2	19,97	17,52	4,86	6,38	9,7
	VL- 3	25,54	19,83	17,3	4,99	6,42	9,82
	VL- 4	25,37	19,7	17,18	5,02	6,47	9,89
30	VL- 1	25,9	19,8	17,4	4,92	6,43	9,77
	VL- 2	25,81	19,75	17,33	4,93	6,45	9,8
	VL- 3	25,32	19,65	17,13	5,03	6,48	9,92
	VL- 4	25,22	19,61	17,08	5,05	6,5	9,95
31	VL- 1	26,03	19,87	17,45	4,89	6,41	9,74
	VL- 2	25,66	19,65	17,28	4,96	6,48	9,83

	VL- 3	24,9	19,34	16,84	5,12	6,59	10,09
	VL- 4	24,68	19,11	16,61	5,16	6,67	10,23
32	VL- 1	26,03	19,87	17,45	4,89	6,41	9,74
	VL- 2	25,88	19,78	17,37	4,92	6,44	9,78
	VL- 3	25,34	19,68	17,18	5,03	6,47	9,89
	VL- 4	25,22	19,58	17,08	5,05	6,51	9,95
	VL- 1	25,83	19,75	17,35	4,93	6,45	9,79
33	VL- 2	25,73	19,7	17,3	4,95	6,47	9,82
	VL- 3	25,27	19,63	17,13	5,04	6,49	9,92
	VL- 4	25,19	19,58	17,08	5,06	6,51	9,95
	VL- 1	26,13	19,95	17,52	4,87	6,39	9,7
34	VL- 2	25,86	19,78	17,37	4,93	6,44	9,78
	VL- 3	25,19	19,58	17,08	5,06	6,51	9,95
	VL- 4	25,02	19,43	16,93	5,09	6,56	10,04
	VL- 1	26,08	19,9	17,47	4,88	6,4	9,73
35	VL- 2	25,88	19,8	17,37	4,92	6,43	9,78
	VL- 3	25,29	19,65	17,13	5,04	6,48	9,92
	VL- 4	25,12	19,53	17,03	5,07	6,52	9,98
	VL- 1	25,95	19,83	17,42	4,91	6,42	9,75
36	VL- 2	25,81	19,75	17,35	4,93	6,45	9,79
	VL- 3	25,27	19,63	17,13	5,04	6,49	9,92
	VL- 4	25,12	19,51	17,01	5,07	6,53	9,99
	VL- 1	26,05	19,9	17,47	4,89	6,4	9,73
37	VL- 2	25,9	19,8	17,4	4,92	6,43	9,77
	VL- 3	25,34	19,68	17,18	5,03	6,47	9,89
	VL- 4	25,17	19,56	17,06	5,06	6,51	9,96
	VL- 1	26,1	19,92	17,5	4,88	6,4	9,71
38	VL- 2	25,95	19,83	17,42	4,91	6,42	9,75
	VL- 3	25,39	19,7	17,2	5,02	6,47	9,88
	VL- 4	25,29	19,65	17,13	5,04	6,48	9,92
	VL- 1	25,86	19,75	17,35	4,93	6,45	9,79
39	VL- 2	25,76	19,7	17,3	4,94	6,47	9,82
	VL- 3	25,29	19,65	17,13	5,04	6,48	9,92

	VL- 4	25,22	19,58	17,08	5,05	6,51	9,95
40	VL- 1	26,1	19,92	17,5	4,88	6,4	9,71
	VL- 2	25,95	19,83	17,42	4,91	6,42	9,75
	VL- 3	25,39	19,7	17,2	5,02	6,47	9,88
	VL- 4	25,24	19,61	17,1	5,05	6,5	9,94
41	VL- 1	26,05	19,9	17,47	4,89	6,4	9,73
	VL- 2	25,9	19,78	17,37	4,92	6,44	9,78
	VL- 3	25,34	19,68	17,18	5,03	6,47	9,89
	VL- 4	25,24	19,61	17,1	5,05	6,5	9,94
42	VL- 1	25,98	19,83	17,42	4,9	6,42	9,75
	VL- 2	25,86	19,75	17,35	4,93	6,45	9,79
	VL- 3	25,37	19,68	17,18	5,02	6,47	9,89
	VL- 4	25,22	19,58	17,08	5,05	6,51	9,95
43	VL- 1	26,03	19,9	17,45	4,89	6,4	9,74
	VL- 2	25,88	19,78	17,37	4,92	6,44	9,78
	VL- 3	25,34	19,68	17,18	5,03	6,47	9,89
	VL- 4	25,22	19,58	17,08	5,05	6,51	9,95
44	VL- 1	26	19,85	17,45	4,9	6,42	9,74
	VL- 2	25,9	19,8	17,4	4,92	6,43	9,77
	VL- 3	25,41	19,73	17,23	5,01	6,46	9,86
	VL- 4	25,34	19,68	17,18	5,03	6,47	9,89
45	VL- 1	22,85	17,48	15,35	5,57	7,29	11,07
	VL- 2	22,87	17,5	15,37	5,57	7,28	11,06
	VL- 3	22,59	17,54	15,3	5,64	7,26	11,11
	VL- 4	22,56	17,52	15,28	5,65	7,27	11,12
46	VL- 1	22,8	17,5	15,3	5,59	7,28	11,11
	VL- 2	22,85	17,5	15,37	5,57	7,28	11,06
	VL- 3	22,52	17,5	15,26	5,66	7,28	11,14
	VL- 4	22,52	17,5	15,26	5,66	7,28	11,14
47	VL- 1	23,13	17,65	15,5	5,51	7,22	10,96
	VL- 2	23,13	17,65	15,5	5,51	7,22	10,96
	VL- 3	22,74	17,65	15,41	5,6	7,22	11,03
	VL- 4	22,74	17,65	15,41	5,6	7,22	11,03

[Volver al texto...](#)

ANEXO X “Resumen de Factor de Evaluación para Vigas Transversales”.

ESTADOS LÍMITES Para 60Km/h

Momento Máximo

V.T.	σ (MPa)		Factor de Evaluación	
	TE-114K	MLW	TE-114K	MLW
VT - 1	160,98	146,84	1,3	1,43
VT - 2	147,84	134,99	1,42	1,55
VT - 3	153,57	139,6	1,36	1,5
VT - 4	156,28	142,85	1,34	1,47
VT - 5	154,7	140,56	1,35	1,49
VT - 6	148,89	135,98	1,41	1,54
VT - 7	149,5	136,55	1,4	1,53
VT - 8	149,31	136,34	1,4	1,54
VT - 9	151,25	137,35	1,38	1,52
VT - 10	204,75	186,48	1,02	1,12
VT - 11	176,99	161,68	1,18	1,29
VT - 12	169,8	155,11	1,23	1,35
VT - 13	171,47	156,63	1,22	1,34
VT - 14	179,1	163,63	1,17	1,28
VT - 15	171,01	156,25	1,22	1,34
VT - 16	172,61	157,68	1,21	1,33
VT - 17	167,42	152,97	1,25	1,37
VT - 18	169,85	155,19	1,23	1,35

VT - 19	171,49	156,66	1,22	1,34
VT - 20	171,51	156,7	1,22	1,34
VT - 21	196,21	175,08	1,07	1,19
VT - 22	196,28	175,18	1,06	1,19
VT - 23	169,92	155,26	1,23	1,35
VT - 24	171,15	156,37	1,22	1,34
VT - 25	178,21	162,8	1,17	1,28
VT - 26	169,85	155,19	1,23	1,35
VT - 27	202,42	184,82	1,03	1,13
VT - 28	195,59	178,63	1,07	1,17
VT - 29	205,43	187,74	1,02	1,11
VT - 30	137,16	124,96	1,53	1,68
VT - 31	138,33	126,22	1,51	1,66
VT - 32	147,64	136,67	1,42	1,53
VT - 33	149,87	136,85	1,4	1,53
VT - 34	171,02	156,15	1,22	1,34
VT - 35	137,12	125,14	1,53	1,67
VT - 36	136,68	124,84	1,53	1,68
VT - 37	154,12	140,75	1,36	1,49
VT - 38	153,49	140,16	1,36	1,49
VT - 39	153,44	140,14	1,36	1,49
VT - 40	147,28	134,51	1,42	1,56
VT - 41	152,53	139,28	1,37	1,5
VT - 42	146,6	133,87	1,43	1,56
VT - 43	149,37	136,43	1,4	1,53
VT - 44	149,8	136,84	1,4	1,53

VT - 45	148,45	135,61	1,41	1,54
VT - 46	148,81	135,97	1,41	1,54

Cortante Máximo

V.T.	τ (MPa)		Factor de Evaluación	
	TE-114K	MLW	TE-114K	MLW
VT - 1	103,83	94,71	1,51	1,66
VT - 2	102,84	93,75	1,53	1,68
VT - 3	94,04	85,51	1,67	1,84
VT - 4	111,92	102,23	1,4	1,54
VT - 5	81,65	74,2	1,92	2,12
VT - 6	108,77	99,25	1,44	1,58
VT - 7	108,93	99,42	1,44	1,58
VT - 8	108,86	99,32	1,44	1,58
VT - 9	79,69	72,4	1,97	2,17
VT - 10	68,27	61,99	2,3	2,54
VT - 11	149,64	136,52	1,05	1,15
VT - 12	111,36	101,62	1,41	1,54
VT - 13	121,61	110,97	1,29	1,41
VT - 14	110,24	100,56	1,42	1,56
VT - 15	104,84	95,64	1,5	1,64
VT - 16	119,55	109,09	1,31	1,44
VT - 17	102,25	93,31	1,54	1,68

VT - 18	110,14	100,5	1,42	1,56
VT - 19	116,16	105,99	1,35	1,48
VT - 20	116,2	106,03	1,35	1,48
VT - 21	194,08	173,24	0,81	0,9
VT - 22	194,24	173,4	0,81	0,9
VT - 23	110,18	100,54	1,42	1,56
VT - 24	116,09	105,92	1,35	1,48
VT - 25	149,38	136,29	1,05	1,15
VT - 26	110,15	100,51	1,42	1,56
VT - 27	138,06	126,01	1,14	1,24
VT - 28	119,63	109,4	1,31	1,43
VT - 29	124,78	114,18	1,26	1,37
VT - 30	94,94	86,45	1,65	1,82
VT - 31	123,96	113,07	1,27	1,39
VT - 32	123,13	112,42	1,27	1,4
VT - 33	145,96	133,16	1,07	1,18
VT - 34	119,44	109,18	1,31	1,44
VT - 35	118,32	107,83	1,33	1,46
VT - 36	106,98	97,55	1,47	1,61
VT - 37	108,53	99,01	1,45	1,59
VT - 38	108,47	98,98	1,45	1,59
VT - 39	108,47	98,94	1,45	1,59
VT - 40	106,54	97,22	1,47	1,62
VT - 41	107,29	97,88	1,46	1,6
VT - 42	106,5	97,16	1,47	1,62
VT - 43	107,08	97,69	1,47	1,61

VT - 44	107,95	98,48	1,45	1,59
VT - 45	106,96	97,52	1,47	1,61
VT - 46	107,19	97,79	1,46	1,61

Nota: están reducidas a 30Km/h

TENSIONES ADMISIBLES Para 60Km/h.

Momento Máximo

V.T.	σ (MPa)			Factor de Evaluación		
	Cooper-45	TE-114K	MLW	Cooper-45	TE-114K	MLW
VT-1	270,93	129,89	118,7	0,62	1,3	1,43
VT-2	246,45	119,28	108,96	0,68	1,42	1,56
VT-3	263,47	123,66	112,45	0,64	1,37	1,51
VT-4	264,09	126,12	115,35	0,64	1,34	1,47
VT-5	266,79	124,55	113,22	0,63	1,36	1,5
VT-6	249,65	120,16	109,8	0,68	1,41	1,54
VT-7	250,98	120,66	110,27	0,67	1,4	1,54
VT-8	250,98	120,47	110,08	0,67	1,41	1,54
VT-9	261,21	121,74	110,62	0,65	1,39	1,53
VT-10	353,4	165,02	150,37	0,48	1,03	1,13
VT-11	299,41	142,8	130,52	0,56	1,19	1,3
VT-12	279,63	133,92	122,43	0,6	1,26	1,38

VT-13	289,19	138,36	126,46	0,58	1,22	1,34
VT-14	303,32	144,46	132,06	0,56	1,17	1,28
VT-15	288,37	138,01	126,16	0,58	1,23	1,34
VT-16	291,1	139,28	127,33	0,58	1,22	1,33
VT-17	282,29	135,1	123,49	0,6	1,25	1,37
VT-18	286,42	137,04	125,29	0,59	1,24	1,35
VT-19	289,19	138,38	126,49	0,58	1,22	1,34
VT-20	289,26	138,4	126,51	0,58	1,22	1,34
VT-21	280,25	158,12	125,19	0,6	1,07	1,35
VT-22	280,45	158,22	125,26	0,6	1,07	1,35
VT-23	285,99	136,88	125,15	0,59	1,24	1,35
VT-24	288,4	129,45	126,24	0,58	1,31	1,34
VT-25	300,58	143,8	131,45	0,56	1,18	1,29
VT-26	285,9	136,88	125,13	0,59	1,24	1,35
VT-27	340,44	163,28	149,17	0,49	1,04	1,13
VT-28	329,2	157,84	144,23	0,51	1,07	1,17
VT-29	386,68	163,21	149,7	0,43	1,04	1,13
VT-30	234,71	110,53	100,76	0,72	1,53	1,68
VT-31	232,4	111,57	101,86	0,73	1,52	1,66
VT-32	249,41	119,17	108,95	0,68	1,42	1,56
VT-33	251,69	120,91	110,49	0,67	1,4	1,53
VT-34	287,06	138,03	126,1	0,59	1,23	1,34
VT-35	233,33	110,58	100,96	0,72	1,53	1,68
VT-36	231,49	110,28	100,77	0,73	1,54	1,68
VT-37	259,65	124,36	113,64	0,65	1,36	1,49
VT-38	258,55	123,82	113,15	0,65	1,37	1,5

VT-39	258,42	123,8	113,13	0,65	1,37	1,5
VT-40	248,19	118,84	108,6	0,68	1,43	1,56
VT-41	257,03	123,06	112,44	0,66	1,38	1,51
VT-42	246,91	118,27	108,08	0,68	1,43	1,57
VT-43	251,94	120,52	110,12	0,67	1,41	1,54
VT-44	252,94	120,86	110,46	0,67	1,4	1,53
VT-45	250,54	119,72	109,42	0,67	1,41	1,55
VT-46	251,82	120,03	109,73	0,67	1,41	1,54

Cortante Máximo

V.T.	τ (MPa)			Factor de Evaluación		
	Cooper-45	TE-114K	MLW	Cooper-45	TE-114K	MLW
VT-1	186,62	87,89	80,26	0,68	1,45	1,58
VT-2	185,08	87,56	79,93	0,68	1,45	1,59
VT-3	124,73	60,66	55,47	1,02	2,1	2,29
VT-4	188,23	90,34	82,56	0,67	1,41	1,54
VT-5	125,08	59,93	54,88	1,01	2,12	2,32
VT-6	185,37	87,73	80,09	0,68	1,45	1,59
VT-7	186,16	87,86	80,22	0,68	1,45	1,58
VT-8	186,06	87,79	80,16	0,68	1,45	1,59
VT-9	130,16	62,43	57,12	0,97	2,04	2,23
VT-10	116,82	54,93	49,91	1,09	2,32	2,55
VT-11	252,25	120,7	110,17	0,5	1,05	1,15

VT-12	184,6	87,88	80,23	0,69	1,45	1,58
VT-13	206,53	98,06	89,52	0,61	1,3	1,42
VT-14	187,19	88,89	81,16	0,68	1,43	1,57
VT-15	191,29	90,84	82,93	0,66	1,4	1,53
VT-16	203,04	96,4	88,01	0,62	1,32	1,44
VT-17	173,57	82,46	75,26	0,73	1,54	1,69
VT-18	187,03	88,81	81,09	0,68	1,43	1,57
VT-19	197,31	93,7	85,55	0,64	1,36	1,49
VT-20	197,31	93,7	85,55	0,64	1,36	1,49
VT-21	310,22	153,13	137,14	0,41	0,83	0,92
VT-22	310,62	153,21	137,3	0,41	0,83	0,92
VT-23	186,99	88,85	81,13	0,68	1,43	1,57
VT-24	196,95	93,59	85,44	0,64	1,36	1,49
VT-25	253,64	120,46	109,98	0,5	1,05	1,15
VT-26	187,07	88,85	81,13	0,68	1,43	1,57
VT-27	195,23	92,75	101,72	0,65	1,37	1,25
VT-28	202,18	96,58	88,35	0,63	1,32	1,44
VT-29	233,12	111	101,56	0,54	1,14	1,25
VT-30	99,23	48,29	44,22	1,28	2,64	2,88
VT-31	211,53	99,92	91,18	0,6	1,27	1,39
VT-32	207,48	99,35	90,76	0,61	1,28	1,4
VT-33	248,55	117,68	107,44	0,51	1,08	1,18
VT-34	202	96,43	88,19	0,63	1,32	1,44
VT-35	200,33	95,36	86,99	0,63	1,33	1,46
VT-36	181,16	86,25	78,7	0,7	1,47	1,62
VT-37	185,26	87,52	79,9	0,68	1,45	1,59

VT-38	185,03	87,49	79,87	0,68	1,45	1,59
VT-39	184,97	87,46	79,87	0,68	1,45	1,59
VT-40	181,9	85,92	78,44	0,7	1,48	1,62
VT-41	183,15	86,53	78,99	0,69	1,47	1,61
VT-42	181,7	85,89	78,41	0,7	1,48	1,62
VT-43	182,66	86,35	78,83	0,69	1,47	1,61
VT-44	180,25	85,47	77,99	0,7	1,49	1,63
VT-45	181,84	86,23	78,69	0,7	1,47	1,62
VT-46	182,74	86,43	78,89	0,69	1,47	1,61

Nota: están reducidas a 30Km/h

[Volver al texto...](#)

ANEXO XI “Resumen de Factor de Evaluación para Columnas”.

ESTADOS LÍMITES Para 60Km/h

Columnas Derechas

COL.	EQUIPO	σ_n (KN/cm ²) (EXCEN.)	F.E.	σ_r (KN/cm ²) (NAVIER)	F.E.	T (KN/cm ²)	F.E.
D-3	TE-114K	21,601	0,97	20,957	1	0,213	74,01
	MLW	19,693	1,06	19,113	1,09	0,196	80,48
D-4	TE-114K	20,097	1,04	11,924	1,76	1,333	11,82
	MLW	18,358	1,14	15,407	1,36	1,225	12,85
D-5	TE-114K	13,843	1,51	12,523	1,67	0,634	24,86
	MLW	12,589	1,66	11,395	1,84	0,576	27,37
D-8	TE-114K	17,721	1,18	15,27	1,37	0,943	16,71
	MLW	16,165	1,29	13,929	1,5	0,87	18,1
D-9	TE-114K	13,475	1,55	12,219	1,71	0,522	30,18
	MLW	12,24	1,71	11,111	1,89	0,464	33,95
D-10	TE-114K	21,732	0,96	20,59	1,01	0,363	43,46
	MLW	19,847	1,05	18,814	1,11	0,348	45,27
D-14	TE-114K	17,265	1,21	15,301	1,37	0,725	21,73
	MLW	15,752	1,33	13,972	1,5	0,667	23,62
D-21	TE-114K	16,006	1,31	12,839	1,63	0,952	16,55
	MLW	14,267	1,47	11,452	1,83	1,145	13,76
D-22	TE-114K	16,012	1,31	12,844	1,63	1,274	12,36
	MLW	14,273	1,47	11,457	1,83	1,145	13,76
D-25	TE-114K	17,353	1,21	15,295	1,37	0,798	19,75
	MLW	15,831	1,32	13,961	1,5	0,725	21,73

D-28	TE-114K	20,794	1	17,953	1,16	0,928	16,97
	MLW	19,015	1,1	16,431	1,27	0,856	18,41
D-29	TE-114K	21,749	0,96	18,818	1,11	0,914	17,24
	MLW	19,906	1,05	17,232	1,21	0,841	18,73
D-30	TE-114K	15,499	1,35	14,208	1,47	0,522	30,18
	MLW	14,113	1,48	12,943	1,62	0,479	32,92
D-32	TE-114K	16,15	1,3	13,875	1,51	0,885	17,81
	MLW	14,742	1,42	12,676	1,65	0,812	19,4
D-34	TE-114K	13,393	1,56	11,481	1,82	0,722	21,81
	MLW	12,239	1,71	10,502	1,99	0,662	23,79
D-36	TE-114K	17,89	1,17	15,689	1,33	0,928	16,97
	MLW	16,318	1,28	14,314	1,46	0,856	18,41

Columnas Izquierdas

COL.	EQUIPOS	σ_n (KN/cm ²) (EXCEN)	F.E.	σ_r (KN/cm ²) (NAVIER)	F.E.	τ (KN/cm ²)	F.E.
I-3	TE-114K	14,548	1,44	13,308	1,57	0,595	26,5
	MLW	13,228	1,58	12,107	1,73	0,537	29,36
I-4	TE-114K	17,382	1,2	12,936	1,62	1,696	9,28
	MLW	15,907	1,32	11,835	1,77	1,551	10,15
I-5	TE-114K	22,448	0,93	21,736	0,96	0,203	77,61
	MLW	20,473	1,02	19,852	1,05	0,189	83,58
I-8	TE-114K	18,315	1,14	16,017	1,31	0,899	17,52
	MLW	16,731	1,25	14,624	1,43	0,812	19,4
I-9	TE-114K	23,017	0,91	22,153	0,94	0,189	83,58
	MLW	20,991	1	20,22	1,03	0,16	98,78

I-10	TE-114K	12,233	1,71	9,099	2,3	1,131	13,93
	MLW	11,149	1,88	8,304	2,52	1,03	15,3
I-14	TE-114K	17,336	1,21	15,308	1,37	0,725	21,73
	MLW	15,835	1,32	13,978	1,5	0,667	23,62
I-21	TE-114K	16,024	1,31	12,847	1,63	1,274	12,36
	MLW	14,279	1,47	11,456	1,83	1,129	13,95
I-22	TE-114K	16,037	1,3	12,857	1,63	1,274	12,36
	MLW	14,298	1,46	11,471	1,83	1,129	13,95
I-25	TE-114K	17,373	1,2	15,291	1,37	0,798	19,75
	MLW	15,867	1,32	13,957	1,5	0,725	21,73
I-28	TE-114K	15,03	1,39	10,991	1,91	1,435	10,97
	MLW	13,724	1,53	10,038	2,09	1,32	11,94
I-29	TE-114K	18,294	1,14	12,906	1,62	2,345	6,71
	MLW	16,702	1,25	11,216	1,87	2,148	7,33
I-30	TE-114K	19,858	1,05	19,087	1,1	0,276	57,18
	MLW	18,122	1,15	17,415	1,2	0,261	60,36
I-32	TE-114K	19,021	1,1	16,246	1,29	0,74	21,3
	MLW	16,791	1,25	14,843	1,41	0,682	23,11
I-34	TE-114K	13,168	1,59	9,685	2,16	1,073	14,68
	MLW	12,02	1,74	8,843	2,37	0,989	15,93
I-36	TE-114K	18,083	1,16	16,041	1,3	0,885	17,81
	MLW	16,511	1,27	14,634	1,43	0,812	19,4

TENSIONES ADMISIBLES Para 30Km/h

Columnas Derechas

COL.	Equipos	σ_n (KN/cm ²) (EXCEN.)	F.E.	σ_r (KN/cm ²) (NAVIER)	F.E.	τ (KN/cm ²)	F.E.
D-3	Cooper-45	34,037	0,49	29,392	0,57	0,289	43,98
	TE-114K	16,830	1,01	14,690	1,15	0,159	79,96
	MLW	15,376	1,1	13,428	1,26	0,145	87,96
D-4	Cooper-45	31,017	0,54	23,593	0,72	1,841	6,92
	TE-114K	15,588	1,09	11,836	1,43	0,942	13,53
	MLW	14,629	1,16	10,847	1,56	0,870	14,66
D-5	Cooper-45	22,358	0,76	17,883	0,95	0,913	13,96
	TE-114K	10,884	1,56	8,735	1,94	0,435	29,32
	MLW	9,9117	1,71	7,961	2,13	0,406	31,41
D-8	Cooper-45	27,975	0,6	21,492	0,79	1,305	9,77
	TE-114K	13,965	1,21	10,721	1,58	0,667	19,12
	MLW	12,764	1,33	9,807	1,73	0,609	20,94
D-9	Cooper-45	21,686	0,78	17,415	0,97	0,739	17,24
	TE-114K	10,561	1,6	8,517	1,99	0,362	35,18
	MLW	9,617	1,76	7,762	2,19	0,319	39,98
D-10	Cooper-45	34,033	0,49	28,690	0,59	0,478	26,65
	TE-114K	17,292	0,98	14,507	1,17	0,275	46,29
	MLW	15,835	1,07	13,289	1,27	0,246	51,74
D-14	Cooper-45	27,404	0,62	21,649	0,78	1,014	12,56
	TE-114K	13,628	1,24	10,747	1,58	0,522	24,43
	MLW	12,471	1,36	9,8347	1,72	0,478	26,65
D-21	Cooper-45	21,380	0,79	15,343	1,1	1,499	8,5

	TE-114K	12,542	1,35	8,980	1,89	0,887	14,37
	MLW	11,208	1,51	8,031	2,11	0,806	15,81
D-22	Cooper-45	21,383	0,79	15,353	1,1	1,499	8,5
	TE-114K	12,543	1,35	8,985	1,89	0,887	14,37
	MLW	11,208	1,51	8,036	2,11	0,806	15,81
D-25	Cooper-45	27,626	0,61	21,635	0,78	1,101	11,57
	TE-114K	13,674	1,24	10,740	1,58	0,565	22,55
	MLW	12,506	1,35	9,828	1,72	0,522	24,43
D-28	Cooper-45	32,614	0,52	25,306	0,67	1,261	10,11
	TE-114K	16,427	1,03	12,658	1,34	0,667	19,12
	MLW	15,060	1,12	11,618	1,46	0,609	20,94
D-29	Cooper-45	34,355	0,49	26,514	0,64	1,247	10,22
	TE-114K	17,277	0,98	13,293	1,27	0,667	19,12
	MLW	15,857	1,07	12,213	1,39	0,609	20,94
D-30	Cooper-45	24,963	0,68	20,318	0,83	0,739	17,24
	TE-114K	12,161	1,39	9,934	1,71	0,362	35,18
	MLW	11,099	1,53	9,071	1,87	0,333	38,24
D-32	Cooper-45	25,581	0,66	19,645	0,86	1,246	10,22
	TE-114K	12,732	1,33	9,757	1,74	0,623	20,45
	MLW	11,648	1,45	8,937	1,9	0,579	21,99
D-34	Cooper-45	21,175	0,8	16,189	1,05	0,98	12,97
	TE-114K	10,599	1,6	8,096	2,09	0,513	24,93
	MLW	9,713	1,75	7,425	2,28	0,472	27,05
D-36	Cooper-45	28,572	0,59	22,305	0,76	1,261	10,11
	TE-114K	14,116	1,2	11,009	1,54	0,652	19,54
	MLW	12,904	1,31	10,071	1,68	0,608	20,94

Columnas Izquierdas

COL.	Equipos	σ_n (KN/cm ²) (EXEN.)	F.E.	σ_r (KN/cm ²) (Navier)	F.E.	τ (KN/cm ²)	F.E.
I-3	Cooper-45	23,616	0,71	19,071	0,89	0,856	14,9
	TE-114K	11,458	1,48	9,286	1,83	0,406	31,41
	MLW	10,441	1,62	8,467	2	0,377	33,83
I-4	Cooper-45	27,863	0,61	18,427	0,92	2,392	5,33
	TE-114K	13,718	1,23	9,116	1,86	1,189	10,72
	MLW	12,64	1,34	8,355	2,03	1,102	11,57
I-5	Cooper-45	36,284	0,46	31,113	0,54	0,319	39,98
	TE-114K	17,589	0,96	15,246	1,11	0,145	87,96
	MLW	16,097	1,05	13,959	1,21	0,131	97,73
I-8	Cooper-45	29,336	0,57	22,791	0,74	1,247	10,22
	TE-114K	14,446	1,17	11,255	1,51	0,638	19,99
	MLW	13,214	1,28	10,303	1,65	0,58	21,99
I-9	Cooper-45	36,848	0,46	31,57	0,53	0,305	41,88
	TE-114K	17,945	0,94	15,545	1,09	0,116	109,95
	MLW	16,411	1,03	14,219	1,19	0,102	125,66
I-10	Cooper-45	19,646	0,86	13,003	1,3	1,624	7,85
	TE-114K	9,606	1,76	6,392	2,65	0,783	16,28
	MLW	8,78	1,93	5,849	2,9	0,725	17,59
I-14	Cooper-	27,557	0,61	21,66	0,78	1,001	12,74

	45						
	TE-114K	13,641	1,24	10,758	1,58	0,508	25,13
	MLW	12,476	1,36	9,845	1,72	0,464	27,48
I-21	Cooper-45	21,397	0,79	15,363	1,1	1,5	8,5
	TE-114K	12,55	1,35	8,99	1,89	0,887	14,37
	MLW	11,215	1,51	8,041	2,11	0,807	15,81
I-22	Cooper-45	21,424	0,79	15,383	1,1	1,5	8,5
	TE-114K	12,564	1,35	8,999	1,88	0,887	14,37
	MLW	11,229	1,51	8,046	2,11	0,807	15,81
I-25	Cooper-45	27,626	0,61	21,636	0,78	1,102	11,57
	TE-114K	13,675	1,24	10,741	1,58	0,537	23,77
	MLW	12,506	1,35	9,828	1,72	0,522	24,43
I-28	Cooper-45	23,702	0,71	15,437	1,1	2,015	6,32
	TE-114K	11,892	1,42	7,741	2,19	1,015	12,56
	MLW	10,881	1,56	7,094	2,39	0,928	13,74
I-29	Cooper-45	21,806	0,77	13,174	1,29	3,309	3,85
	TE-114K	10,924	1,55	6,622	2,56	1,666	7,65
	MLW	10,01	1,69	6,072	2,8	1,512	8,43
I-30	Cooper-45	31,241	0,54	26,778	0,63	0,377	33,83
	TE-114K	15,566	1,09	13,39	1,26	0,203	62,83
	MLW	14,221	1,19	12,241	1,38	0,189	67,66
I-32	Cooper-45	28,998	0,58	22,815	0,74	1,03	12,38
	TE-114K	14,536	1,16	11,436	1,48	0,537	23,77

	MLW	13,304	1,27	10,475	1,62	0,493	25,87
I-34	Cooper-45	20,709	0,82	13,574	1,25	1,525	8,36
	TE-114K	10,409	1,63	6,822	2,49	0,757	16,84
	MLW	9,52	1,78	6,248	2,72	0,694	18,37
I-36	Cooper-45	28,68	0,59	22,616	0,75	1,218	10,47
	TE-114K	14,298	1,18	11,261	1,5	0,624	20,45
	MLW	13,067	1,3	10,299	1,65	0,58	21,99

[Volver al texto...](#)