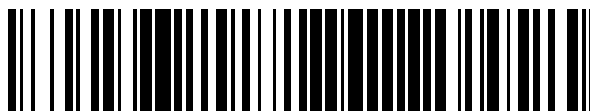


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 405 537**

51 Int. Cl.:

E01C 11/04

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.07.2006** **E 06778023 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.11.2012** **EP 1945860**

54 Título: **Procedimiento para la producción de losas de hormigón para la pavimentación de calles urbanas, carreteras o autopistas**

30 Prioridad:

12.10.2005 CL 268405

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

31.05.2013

73 Titular/es:

**INVERSIONES YUSTE S.A. (100.0%)
TEATINOS 500
SANTIAGO, CL**

72 Inventor/es:

COVARRUBIAS TORRES, JUAN PABLO

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 405 537 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la producción de losas de hormigón para la pavimentación de calles urbanas, carreteras o autopistas

Objetivo de la invención

- 5 La presente invención se refiere a un procedimiento para la producción de losas de hormigón para la pavimentación de carreteras, autopistas y calles urbanas o similar, que presenta dimensiones mejoradas respecto de las losas de la técnica anterior, resultando ser un pavimento más fino y por consiguiente más económico que los hasta ahora conocidos y con una nueva metodología de diseño de la losa, diferente a los tradicionales. Para esta clase de pavimento las losas se apoyan sobre una base tradicional para este tipo de pavimento, que puede ser granular, tratada con cemento o tratada con asfalto. La presente invención es para pavimentos nuevos de hormigón y no contempla las rehabilitaciones de pavimentos antiguos con capas sobrepuestas de hormigón.

Esta invención es aplicable a losas de cimentación de hormigón para pavimentación de carreteras, autopistas y calles, en las que los elementos críticos son las dimensiones de las losas y las distancias entre las ruedas de un camión de carga pesada y el número de pasadas de todo tipo de vehículos.

Comentarios de la técnica anterior

- Los sistemas tradicionales empleados hasta hoy consideran las dimensiones de ancho de las losas del pavimento igual al ancho de una vía y de largo igual al ancho de la vía o 6 metros. Estas dimensiones hacen que las cargas de los vehículos y especialmente los camiones de carga pesada se apoyen en ambos bordes de la losa simultáneamente, produciendo tensiones de tracción en las superficies de las losas cuando estas se encuentran alabeadas. Este alabeo es normal y las losas están siempre alabeadas con los bordes levantados. Este sistema de cargas es la principal causa del agrietamiento por fatiga de los pavimentos de hormigón.

- La presente invención considera las losas más cortas que nunca se cargarán en ambos bordes simultáneamente. Esto hace que el sistema de cargas sea diferente. Este nuevo sistema de cargas mantiene siempre la carga apoyada en el suelo, al rotar las losas cuando pasan las ruedas. Nunca pasará más de un tren de ruedas sobre una losa. Este concepto hace que las tensiones en losas de menor dimensión que los ejes delantero y trasero de los camiones sean mucho menores, permitiendo reducir el grosor que se requiere para soportarlas. Esta reducción del grosor disminuye los costos iniciales

- Por lo general las losas de hormigón para caminos y carreteras y calles urbanas tienen dimensiones que normalmente son el ancho de una vía, por lo general 3500 mm de ancho y de 3500 a 6000 mm de largo. Para soportar la carga de camiones pesados que generan las tensiones y exigencias más grandes a los que son sometidas las losas, los ingenieros civiles de caminos deben diseñar losas en donde el grosor resulta relevante para evitar grietas. Muchos de estos diseños usan un refuerzo, malla metálica o acero, lo que asegura durabilidad de la losa, pero aumenta considerablemente el costo de la misma.

- En el documento ES 2149103 y (Vázquez Ruiz Del Árbol) de fecha 7 de Julio de 1998 divulga un procedimiento de imbricación articulada entre losas de hormigón in situ en el que se forman juntas tendiendo en obra, a lo largo de las líneas de junta, un dispositivo simple de armado en mallazo con una pauta de corte y doblado ya preparada en taller. Así se aprovecha el fenómeno de la retracción para conseguir una indentación alternativa a lo largo de las juntas de las losas adyacentes formando un continuo de hormigón, capaz de materializar satisfactoriamente un enlace tipo rótula entre ellas. El procedimiento se complementa con un elemento separador del hormigón que facilita la formación de la fisura e impide la llegada de agua a la explanada, y que puede sujetarse al dispositivo mencionado. La invención mencionada en este documento es aplicable a pavimentos de hormigón en carreteras, autopistas y zonas portuarias de depósito de mercancías, y permite diseñar los pavimentos sin necesidad de bases y sub-bases.

- El documento ES 2092433 (Vázquez Ruiz Del Árbol) de fecha 16 de Noviembre de 1996 divulga un procedimiento para construir pavimentos de hormigón en carreteras y aeropuertos. Se dispone en una extendidora (3) un encofrado deslizante para formar huecos interiores (2) en una losa de pavimento (1), se inyecta un fluido (4), preferiblemente lodo bentonítico o aire húmedo jabonoso, en cada uno de los huecos estancos creados por dicho encofrado, aportándose dicho fluido a un caudal y presión apropiados para que, una vez retirados los encofrados, dichos huecos queden soportados por el fluido alimentado, tapándose los poros del hormigón y proporcionándose el sostenimiento del hormigón fresco en los pequeños túneles creados; y se realizan seguidamente sobre el hormigón las operaciones necesarias para su conformación. La invención mencionada en este documento permite ahorrar hormigón en la capa superior del firme o en la capa de base y obtiene un firme rígido para toda clase de vías como carreteras, autovías, autopistas y aeropuertos.

- El documento WO 2000/01890 (Vázquez Ruiz Del Árbol) de fecha 13 de Enero de 2000 divulga un procedimiento de imbricación articulada entre losas de hormigón in situ en el que se forman juntas tendiendo en obra, a lo largo de las líneas de junta, un dispositivo simple de armado en mallazo con una pauta de corte y doblado ya preparada en taller. Así se aprovecha el fenómeno de la retracción para conseguir una indentación alternativa a lo largo de las juntas de las losas adyacentes en un continuo de hormigón, capaz de materializar satisfactoriamente un enlace tipo rótula

entre ellas. El procedimiento se complementa con un elemento separador del hormigón que facilita la formación de la fisura e impide la llegada de agua a la explanada, y que puede sujetarse al dispositivo mencionado. La invención mencionada en este documento es aplicable a pavimentos de hormigón en carreteras, autopistas y zonas portuarias de depósito de mercancías, y permite diseñar los firmes de carreteras sin necesidad de bases y sub-bases.

- 5 El documento WO-A-02/12630 revela un procedimiento y un sistema para construir grandes losas de hormigón continuas sin usar juntas de control de retracción convencionales. En este documento la frase “losa grande de hormigón continua” es usada para describir un panel de losa que tiene un área de superficie de al menos aproximadamente 500 m², en la que “grande” significa sólo largo o largo y ancho, y en la que “continua” significa sin juntas de control. En este sentido el documento WO-A-02/12630 expone que los inventores descubrieron que
- 10 inductores poco espaciados distribuyen toda la retracción y contracción térmica produciendo grietas por todo el largo y ancho de la losa. Consecuentemente las grietas son inducidas en el momento en el que el hormigón empieza a fijarse, y por lo tanto apenas se hacen visibles. Al mismo tiempo este documento revela que preferiblemente los inductores son distribuidos como una rejilla rectangular y los inductores de grietas son espaciados a aproximadamente de 800 mm a 1000 mm, para producir finas grietas y grietas casi invisibles.
- 15 Por otro lado, el documento US6592289 B1 revela un procedimiento para hacer una calzada de hormigón que comprende las etapas de verter una sección continua de hormigón que tiene una longitud, una profundidad y un ancho; cortar la sección de hormigón continua en un ángulo de entre 5 y 45 grados desde la vertical hacia abajo en la dirección de la circulación del tráfico, para formar un corte en ángulo con una superficie superpuesta que puede ser presionada hacia abajo por un vehículo, para reducir el movimiento del hormigón con respecto a las secciones
- 20 en cualquier lado de una junta en el pavimento.

Descripción de los dibujos

Las figuras que se acompañan, que se incluyen para proporcionar una mayor comprensión de la invención, quedando incorporadas y constituyendo parte de esta descripción. Ilustran la invención y junto con la descripción permiten para explicar la invención.

- 25 La Figura 1 muestra el alabeo medido en una losa de piso industrial de 150 mm de grosor y 4 metros de largo. La losa se apoya en el círculo central, los bordes se encuentran en voladizo. Las esquinas están cuatro veces más deformadas que el centro de los bordes (Holland 2002).
- La Figura 2 muestra las formas críticas de carga en losas de dimensiones convencionales.
- 30 La Figura 3 muestra el efecto de la rigidez de la base en la longitud del voladizo en las losas de hormigón no adheridas.
- La Figura 4 muestra el efecto de la rigidez de la base en la cantidad de grietas en las losas. Una rigidez media es mejor que muy rígida o muy blanda. La óptima es con un CBR de 30 a 50 %. (Armanghani 1993).
- La Figura 5 muestra que las losas más cortas tienen voladizos más cortos que las losas más largas y, por lo tanto, menores esfuerzos de tracción en la superficie.
- 35 La Figura 6 muestra que las losas más cortas tienen menores fuerzas en superficie y, por lo tanto, menor alabeo.
- La Figura 7 muestra el alabeo medido en un piso industrial. Muestra que las losas más cortas tienen menos alabeo que las losas más largas. (Holland 2002)
- 40 La Figura 8 muestra las fuerzas esquemáticas, incluyendo fuerzas de levantamiento por alabeo en una losa de hormigón
- La Figura 9 muestra un gráfico con el comportamiento de las grietas en pavimentos de hormigón con 150 y 250 mm de grosor y 1.800 y 3.600 mm de longitud usando los modelos de comportamiento HDM 4.
- La Figura 10 muestra el efecto de la longitud de la losa en la posición y efecto de las cargas. Cada carga en el diagrama representa los ejes delanteros y traseros de un vehículo.
- 45 La Figura 11 muestra la posición y carga de una losa corta cuando la carga por tráfico se encuentra en el borde y la losa oscila.
- La Figura 12 muestra el comportamiento (fisuración) de las losas de hormigón con y sin barras de amarre (parte a sin sostenes en las juntas longitudinales; parte b con sostenes en las juntas longitudinales). Si se permite que las losas oscilen, los voladizos son menores y las grietas se reducen.
- 50 La Figura 13 muestra las fuerzas esquemáticas con adherencia de la losa a la base. Las losas más cortas tienen menores cargas por levantamiento, por lo tanto, la adherencia es más efectiva.

La Figura 14 muestra las medidas relevantes de un camión de carga pesada usado en la metodología de cálculo de la presente invención.

La figura 15 muestra las medidas máximas permitidas de una losa de cimentación para la presente invención.

5 La figura 16 muestra las medidas máximas permitidas de una losa de cimentación para la presente invención, sobre un camión de carga patrón o promedio con un tren de ruedas traseras.

Descripción de la invención

10 La presente invención se refiere a un procedimiento para producir losas de hormigón para la pavimentación de caminos, carreteras y calles urbanas o similar que presenta dimensiones mejoradas respecto de las losas de la técnica anterior, resultando ser un pavimento más fino y por lo tanto más económico que los hasta ahora conocidos y con una nueva metodología de diseño de la losa, diferente a los tradicionales. Para esta clase de pavimento las losas se apoyan sobre una base tradicional para este tipo de pavimento, que puede ser granular, tratada con cemento o tratada con asfalto. La presente invención es para pavimentos nuevos de hormigón y no contempla las rehabilitaciones de pavimentos antiguos con capas sobrepuestas de hormigón.

15 Esta invención es aplicable a losas de cimentación de hormigón para pavimentación de carreteras, autopistas y calles, en las que los elementos críticos son las dimensiones de las losas y las distancias entre las ruedas de un camión de carga pesada y el número de pasadas de todo tipo de vehículos.

20 Al analizar el comportamiento de los pavimentos de hormigón y su relación con el alabeo, se pueden establecer ciertos criterios. En Chile existe una mala experiencia en cuanto a las losas no adheridas sobre bases tratadas con cemento (BTC). Se colocaba una lámina de polietileno entre la losa y las bases BTC. Las fisuras en estos pavimentos comenzaron a aparecer a los ocho años aproximadamente, mientras que el mismo tipo de pavimentos sobre bases granulares, usando el mismo polietileno bajo el hormigón, las grietas comenzaron después de los quince años de antigüedad. Este comportamiento muestra el efecto de la adherencia, la rigidez de las bases y longitud de las losas. Los siguientes criterios intentan explicar este comportamiento y optimizar el diseño de los pavimentos de hormigón.

25 Las losas de pavimentos están soportadas por su base. Cuando la losa se alabea, si la base es rígida, no se hunde en ella y el área central de apoyo es menor y el voladizo es largo (Fig.1, 2 y 3). Con las cargas en los bordes se producen grandes esfuerzos de tracción en la superficie de la losa y grietas de la superficie hacia abajo. Si la base es blanda, la losa se hunde en ella dejando un voladizo más corto y se producen menores esfuerzos con la misma carga. En este caso, la rigidez del soporte ideal debería tener un valor de CBR (Ensayo de Resistencia del Suelo) entre el 30 y el 50 % (Fig. 4).

30 Una base demasiado blanda, con la carga en el centro, produce esfuerzos de tracción en la base de la losa y grietas desde la base hacia arriba. Esto se explica porque la losa estará completamente apoyada y los esfuerzos serán inducidos por la deformación de la losa sobre un soporte deformable (Fig. 4). Este mismo efecto se produce si las losas se alabean hacia abajo. Esta es la idea inicial para calcular los esfuerzos con las antiguas metodologías de diseño, antes de conocer el fenómeno del alabeo hacia arriba.

35 Esto nos sugiere que el material óptimo para usar como base debería tener un CBR entre el 30 y el 50 % cuando las losas se alabean hacia arriba. En Chile los pavimentos de hormigón más duraderos (más de 70 años en un camino de tráfico intenso) fueron construidos sobre bases con CBR del 30 %.

40 La rigidez necesaria de la base podría ser diferente si las losas fueran planas y con la posibilidad de formar grietas desde la base hacia arriba.

Otro aspecto que se debe considerar es que el tráfico pesado normalmente corre de noche, cuando las losas están alabeadas hacia arriba. Esto nos haría pensar que el alabeo hacia arriba debería ser la principal consideración en el diseño de un pavimento rural.

45 Si la losa se alabea hacia arriba, dejando un voladizo de un cuarto de su longitud, entonces una losa más corta tendrá un voladizo más corto (Fig. 5). Por lo tanto, las losas más cortas tendrán esfuerzos de tracción reducidos en la superficie en comparación con las losas más largas.

Además, las losas más cortas tienen un alabeo reducido. El alabeo es producido por una fuerza asimétrica en la superficie de la losa (Fig. 6). Esta fuerza es producida por el secado y la retracción debida al diferencial térmico en la superficie del hormigón. Esta fuerza induce la construcción o formación del alabeo.

50 El alabeo causado por la retracción del secado se debe a la diferencia hidráulica entre la superficie superior e inferior de la losa. La losa está siempre húmeda en la parte inferior, ya que la humedad de la tierra se condensa bajo el pavimento y la mayor parte del tiempo se encuentra seca en la superficie.

Este gradiente de humedad produce un alabeo hacia arriba. El alabeo hacia arriba residual para la losa con

gradiente de temperatura cero, fue medido en Chile en pavimentos reales y resultó equivalente a una gradiente térmica de 17,5°C con la superficie más fría. La máxima gradiente positiva medida a mediodía fue de 19,5°C cuando la losa se encontraba caliente en la superficie, lo que significa que la losa estuvo muy poco tiempo plana sobre el suelo. Siempre presentó un alabeo hacia arriba, siendo máximo durante la noche, cuando se suman el alabeo de construcción y el gradiente de temperatura con la superficie fría. Esto proporciona el alabeo máximo hacia arriba de una losa y, normalmente, se produce en las primeras horas de la mañana, antes de la salida del sol.

La construcción es importante para reducir el alabeo de construcción. Un buen curado que prevenga la pérdida de agua superficial cuando el hormigón aún no se encuentra rígido reducirá el alabeo. Permitir un secado parcial del hormigón en la superficie inferior de la losa, sin usar materiales impermeables bajo ella o sin saturar la base antes de la colocación del hormigón, también reduce el alabeo por humedad. Se debe tener cuidado con la temperatura de la base al colocar el hormigón. Tal vez se deba aplicar cierta cantidad de agua para reducir la temperatura de la base.

La principal retracción térmica se produce durante la construcción. Cuando el hormigón es colocado durante las horas más calurosas del día, el hormigón en la superficie de la losa estará más caliente y endurecerá con una superficie mayor debido a que su temperatura será mayor a la de la superficie inferior. También endurecerá primero. Cuando la temperatura baja a una temperatura normal de trabajo, la parte superior de la losa reducirá más su longitud que la parte inferior, y produce una fuerza superficial que induce el alabeo hacia arriba. La colocación del hormigón por la mañana y al atardecer reduce las altas temperaturas en la superficie y reduce el alabeo debido a los diferenciales térmicos.

Estas fuerzas inducidas por el secado y la retracción por temperatura de la superficie dependen de la longitud de la losa. Para las losas más grandes, la fuerza de alabeo será mayor y, en consecuencia, el alabeo y el voladizo.

Se ha observado que los tiempos de construcción y de curado contribuyen enormemente al alabeo de las losas de hormigón, junto con su longitud.

Normalmente, en las losas de 3,5 a 5 metros de largo, los ejes delanteros y traseros cargan las losas en ambos bordes simultáneamente (Fig. 10). Esta carga produce esfuerzos de tracción en la superficie de tráfico del pavimento cuando éste se encuentra alabeado hacia arriba, induciendo las grietas desde la superficie hacia abajo. Estos esfuerzos de tracción en la superficie se deben al momento producido en la parte en voladizo de la losa. En esta situación, es muy importante la transferencia de carga, que permite que más de una losa reciba esa carga. Las losas colaboran y reducen los esfuerzos en cada una de ellas.

La Figura 9 muestra el comportamiento en el agrietamiento de un pavimento variando únicamente el grosor y la longitud de la losa, manteniendo todos los demás parámetros constantes. Los modelos usados para analizar este comportamiento fueron los modelos HDM 4 desarrollados a partir de los modelos Ripper 96. Se puede apreciar que el comportamiento de las grietas de una losa de 3,8 metros de largo y 220 mm de grosor es similar a una losa de 1,8 metros de largo y 150 mm de grosor. Si la losa se adhiere a una BTC, el comportamiento es mucho mejor.

Este modelo sobredimensiona las losas, porque considera cargas en los bordes.

Si estas losas son cortas, de una longitud tal que los ejes delanteros y traseros nunca carguen los bordes en forma simultánea (Fig. 10), la configuración de la carga y la oscilación de las losas cambian la configuración de los esfuerzos dentro de la losa. Solamente un juego de ruedas se moverá sobre la losa y la losa oscilará de manera que la carga siempre estará tocando el suelo, en consecuencia, estará bien apoyada, y la losa no sufrirá los esfuerzos producidos por el voladizo y la carga. Al oscilar, la losa vecina será levantada y el peso de ella producirá esfuerzos de tracción en la superficie (Fig. 11). En este caso los esfuerzos son producidos por el propio peso de la losa al oscilar. Ahora bien, la carga principal dependerá de la geometría de la losa y no de la carga por tráfico. Si las losas se alabea hacia arriba y se les permite oscilar sin transferencia de carga con la losa siguiente, los esfuerzos se reducirán, asumiendo que la rigidez de la base es adecuada.

La siguiente Tabla 1 señala la geometría y los esfuerzos producidos por el peso del hormigón de la losa. Se supone que el voladizo es 0,41 veces la longitud de la losa y el 70 % de la transferencia de carga, cuando la carga por tráfico es aplicada al borde de la losa y la losa levanta el otro extremo y la losa siguiente. También indica la carga necesaria del eje para levantar la losa.

ES 2 405 537 T3

Tabla 1: Geometría, esfuerzos y peso necesario del eje para producir esfuerzos (σ) debido al peso propio de la losa. Se emplearon varias suposiciones fáciles para simplificar el modelo.

L (cm)	Alto (cm)	Ancho (cm)	Momento (kg*cm)	σ (MPa)	Carga del eje para levantar la losa (kg)
500	25	350	3076	30	10767
500	20	350	2461	37	8613
500	15	350	1846	49	6460
500	12	350	1477	62	5168
500	10	350	1230	74	4307
500	8	350	984	92	3445
450	25	350	2492	24	9690
450	20	350	1993	30	7752
450	15	350	1495	40	5814
450	12	350	1196	50	4651
450	10	350	997	60	3876
450	8	350	797	75	3101
400	25	350	1969	19	8613
400	20	350	1575	24	6891
400	15	350	1181	32	5168
400	12	350	945	39	4134
400	10	350	788	47	3445
400	8	350	630	59	2756
350	25	350	1507	14	7537
350	20	350	1206	18	6029
350	15	350	904	24	4522
350	12	350	724	30	3618
350	10	350	603	36	3015
350	8	350	482	45	2412
175	25	175	377	4	1884
175	20	175	301	5	1507
175	15	175	226	6	1131

(continuación)

175	12	175	181	8	904
175	10	175	151	9	754
175	8	175	121	11	603
120	25	120	177	2	886
120	20	120	142	2	709
120	15	120	106'	3	532
120	12	120	85	4	425
120	10	120	71	4	354
120	8	120	57	5	284

Para las losas más finas, las cargas necesarias para levantarlas son menores que para las losas más gruesas. El tráfico liviano levantará el borde de las losas que producen los esfuerzos de tracción. Como el número de vehículos livianos es mayor que el número de vehículos pesados, el número de respuestas por fatiga aumenta para las losas más finas.

Considerando esto como un mecanismo de fallo, el diseño debería tomar en cuenta la geometría de la losa. Esta geometría puede ser optimizada diseñando el largo de la losa de acuerdo a la distancia entre los ejes y neumáticos de los camiones más comunes.

Un ancho de media vía ayuda a tomar las cargas por tráfico cerca del centro de la vía angosta, reduciendo la carga en los bordes y reduciendo el voladizo en la dirección transversal. Un ancho de un tercio de vía podría tomar las cargas por tráfico cerca de la junta longitudinal, empeorando el comportamiento.

El ancho de la vía puede optimizarse. Con tres vías por vía de ancho normal, con un diseño no simétrico, se puede diseñar una vía central más angosta para mantener las cargas por tráfico en el centro de las vías externas.

La otra condición de carga que se debe tener en consideración son los esfuerzos normales para una losa plana debido a la flexión sobre un apoyo elástico. Esta condición produce esfuerzos de tracción en la superficie inferior y la fisuración desde la superficie inferior hacia arriba. Los esfuerzos deben ser verificados en esta situación, ya que constituirán otra limitación para el grosor de la losa.

Cuando se reduce el largo de la losa, bajo una longitud dada, los esfuerzos producidos por las cargas debidas al tráfico cambian. Para las losas largas, la transferencia de carga ayuda a soportar la carga. Para las losas cortas, la transferencia de carga suma la carga de la losa adyacente y aumenta los esfuerzos. Esto se aprecia en la Fig. 11, donde se puede ver que eliminando la carga de las losas contiguas se reducen los esfuerzos. Esto también se puede apreciar en la Fig. 12, donde las barras de amarre aumentan el voladizo y el agrietamiento de las losas, reduciendo la posibilidad de que la losa oscile y acomode las cargas en una posición de menor esfuerzo.

Las fuerzas por alabeo tienden a levantar los bordes de las losas de pavimento. Esto se debe a un momento producido por la fuerza ubicada a nivel de la superficie y no al eje neutral de la losa. La adherencia de la losa produce una fuerza vertical hacia abajo que compensa el momento de alabeo. Si esta fuerza vertical de adherencia es mayor que la fuerza vertical de levantamiento por alabeo, la losa se mantendrá plana sobre la base. Si éste fuera el caso, no habría voladizo y los esfuerzos de tracción en la superficie de la losa serían mucho menores. Incluso si los bordes se levantan, las fuerzas de adherencia reducirían la longitud del voladizo, mientras que el momento de alabeo tendría un momento inverso producido por la fuerza de adherencia. La no adherencia iría bajo la losa hasta la posición en que la fuerza hacia arriba del alabeo sea igual a la fuerza de adherencia hacia abajo.

La adherencia de las losas es beneficiosa para el comportamiento de los pavimentos de hormigón. Esto es más importante con bases rígidas, como los materiales tratados con cemento o con asfalto.

Con losas de ancho y largo de la mitad de la vía, los conceptos de diseño cambian. Con esta geometría, los esfuerzos se deben principalmente al peso propio de la losa y a la posición de la carga de los neumáticos, para las losas alabeadas hacia arriba. Se debe verificar además el grosor debido a los esfuerzos producidos por la flexión de las losas planas o curvas hacia abajo sobre la base.

Las losas cortas se alabean menos que las losas de largo normal. Al permitir que las losas oscilen se reducen los esfuerzos en el pavimento. Por esto no debiera existir transferencia de carga. Con esto se podrían diseñar

pavimentos sin barras de acero entre las losas. El confinamiento para eliminar un posible desplazamiento o separación de las vías puede lograrse con soleras o mediante estacas de acero verticales en los bordes exteriores de las losas.

5 La invención consiste en tomar como referencia los puntos de apoyo de un camión de carga, generado por los cuatro puntos de apoyo de las ruedas. Como se aprecia en la figura 14, un camión de carga está dotado normalmente de dos ruedas delanteras y dos pares de ruedas traseras. Las ruedas delanteras están separadas a una distancia $D1$ y el tren de ruedas traseras están separadas a una distancia $D2$. La distancia entre el eje delantero y el primer eje trasero, es L . Con el objeto de evitar que las ruedas delanteras, o bien, los dos pares de ruedas traseras, se apoyen simultáneamente sobre la losa, entonces ésta deberá tener un ancho máximo dado por la menor distancia entre $D1$ y $D2$, a la cual se le asignará el valor Dx . Con el objeto de evitar que una de las ruedas delanteras y uno de los ejes traseros se apoyen simultáneamente sobre la losa, entonces ésta deberá tener un largo menor a L . De esta manera, como se aprecia en la figura 14, la losa tendrá un ancho máximo Dx y un largo máximo L , con lo cual se asegura que solo una de las ruedas se apoye sobre la losa cuando el camión transita por el camino o carretera.

15 En la práctica, las losas se podrán hacer más grandes que las dimensiones Dx y L , de tal manera que se deben realizar los cortes de las losas a distancias que permitan generar las dimensiones de losa que cambian el efecto de la carga de los ejes de los camiones o vehículos usados como referencia de diseño. En una realización preferida de la presente invención, los cortes se realizan a menos de 3 metros en el sentido longitudinal y un corte longitudinal que disminuya el ancho de la losa al menos a una dimensión equivalente a la mitad del ancho de vía. En el caso chileno las losas quedarían idealmente a 1,75 metros de largo por 1,75 metros de ancho. Estas dimensiones no son las únicas posibles, pero genera un ejemplo que hace más entendible el sistema. Actualmente este corte normalmente se realiza a distancias entre 3,5 y 6 metros en el sentido transversal, dejando losas de esas longitudes en el sentido longitudinal y su ancho del ancho normal de la vía, de 3,5 metros.

20 Estas dimensiones permiten que el grosor E de la losa sea menor que los grosores tradicionales. El cálculo de dicho grosor E está dado por un análisis de tensiones por peso propio de las losas, las transferencias de carga, la capacidad de soporte del suelo, la resistencia del hormigón, las condiciones de alabeo y área de apoyo, el tipo y volumen de tráfico.

Teniendo la medidas Dx , L y E se podrá preparar el terreno a pavimentar para verter in situ la cantidad de hormigón que llenará el paralelepípedo rectangular recto alargado que conforma la losa de pavimentación.

30 El valor mínimo del ancho Dx es mayor que 50 cm, y alternativamente, la dimensión máxima del ancho equivale a media vía normal. De la misma manera, el valor mínimo del largo L es mayor que 50 cm. Al usarse un camión de referencia para el diseño de la losa, el largo máximo puede corresponder a 3,0 metros ó 3,5 metros, dependiendo de la distancia entre ejes.

35 La losa además puede apoyarse sobre una base tradicional para pavimentos de hormigón; el soporte puede ser granular, tratado con cemento o tratado con asfalto.

Las dimensiones de la losa pueden ser obtenidas experimentalmente y llevadas a un catálogo de diseño basado en comportamiento medido en tramos de prueba. Esto facilitará el diseño.

Como se mencionó anteriormente, el tramo de pavimentación puede ser mayor que las medidas Dx y L , pero mediante el empleo de una sierra los tramos pueden ser cortados a las medidas deseadas.

40 Las dimensiones antes señaladas, permitirán que siempre una sola rueda, o bien, un solo tren de ruedas esté tocando y apoyado sobre la losa.

El camión patrón o promedio podrá tener un par de ruedas delanteras y un tren de ruedas trasero, tal como se muestra en la figura 16. En este caso, la distancia L se tomará entre el eje delantero y el primer eje trasero.

Para diseñar la losa de la presente invención, se propone la siguiente metodología:

- 45 a) determinar un camión patrón o promedio con una distancia $D1$ entre las ruedas delanteras y una distancia $D2$ entre un tren de ruedas traseras y un largo L de distancia entre el eje delantero y el primer eje trasero de dicho tren de ruedas;
- b) dimensionar el ancho de la losa en una distancia Dx , que es menor al menor valor de $D1$ y $D2$;
- c) dimensionar el largo de la losa en una distancia menor al valor del largo L de distancia entre el eje delantero y el primer eje trasero de dicho tren de ruedas del camión de carga patrón o promedio; y
- 50 d) dimensionar el grosor de la losa en una distancia E dado por el valor de la resistencia del hormigón teniendo en cuenta las cargas de tráfico, el tipo y calidad de la base y el tipo de suelo.

En la metodología de la presente invención, el valor mínimo de Dx es mayor que la de un pastelón tradicional de 70

cm. El valor mínimo de L es mayor que la de una loseta de cemento tradicional de 70 cm. También la dimensión máxima de Dx equivale a media vía normal y la dimensión máxima de L corresponde a 3,0 metros o alternativamente 3,5 metros.

- 5 Teniendo una metodología de cálculo apropiada, y basada en un camión de carga patrón o promedio, se puede generar un catálogo de diseño con las dimensiones Dx, L y E, basado en el comportamiento medido en tramos de prueba.

Como una etapa adicional a la metodología, el tramo de pavimentación puede tener dimensiones mayores a Dx y L, y luego, dicho tramo puede ser cortado mediante sierra a las dimensiones Dx y L o menores que ellas.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para producir pavimentos de losas de hormigón usados en calles, caminos, carreteras y autopistas, del tipo donde se prepara la base y se vierte in situ el hormigón, **caracterizado porque** incluye las siguientes etapas:
 - 5 a) determinar un camión patrón o promedio que se desplaza sobre dichos pavimentos de losas para tener una distancia D1 entre las ruedas delanteras y una distancia D2 entre un tren de ruedas traseras y un largo L entre el eje delantero y el primer eje trasero de dicho tren de ruedas;
 - b) dimensionar el ancho de la losa de tal manera que dicho ancho sea menor que el menor de D1 y D2;
 - c) dimensionar el largo de la losa de tal manera que sea menor que dicho largo L;
 - 10 d) dimensionar el grosor de la losa a un valor E dado por el valor de la resistencia del hormigón teniendo en cuenta las cargas de tráfico, la calidad de la base y el tipo de suelo;
 - e) preparar la base;
 - f) verter el hormigón in situ con el fin de:
 - f1) formar al menos una losa en forma de paralelepípedo, teniendo dichos ancho y largo de las losas, o
 - 15 f2) formar una sección en forma de paralelepípedo y posteriormente cortar dicha sección para formar una pluralidad de losas, teniendo cada losa un ancho menor que el dicho menor ancho de D1 y D2 y un largo menor que L,

en el que el largo y el ancho de las losas son escogidos de tal manera que nunca más de una rueda o un tren de ruedas de dicho camión patrón o promedio esté en contacto y apoyado sobre una losa.

- 20 2. El procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la losa está hecha para tener un ancho mayor de 0,50 metros.
- 3. El procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado porque** la losa está hecha para tener un ancho mayor de 0,70 metros.
- 4. El procedimiento según la reivindicación 1-3, **caracterizado porque** la losa está hecha para tener un largo mayor de 0,50 metros.
- 25 5. El procedimiento según la reivindicación 1-4, **caracterizado porque** el ancho de la losa es seleccionado para que no sea mayor de la mitad del ancho de la vía.
- 6. El procedimiento según la reivindicación 1-5, **caracterizado porque** el ancho de la losa es seleccionado para que no sea mayor de 1,75 metros.
- 30 7. El procedimiento según la reivindicación 1-6, **caracterizado porque** L no es mayor de 3,0 metros.
- 8. El procedimiento según la reivindicación 1-7, **caracterizado porque** se realiza en la etapa f), etapa f2).
- 9. El procedimiento según la reivindicación 1-7, **caracterizado porque** se realiza en la etapa f), etapa f1)
- 10. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** como nunca más de una rueda o un tren de ruedas de dicho camión patrón o promedio estará en contacto o se apoyará sobre una losa, producirá un cambio en la carga del pavimento respecto a los pavimentos con losas tradicionales más grandes.
- 35

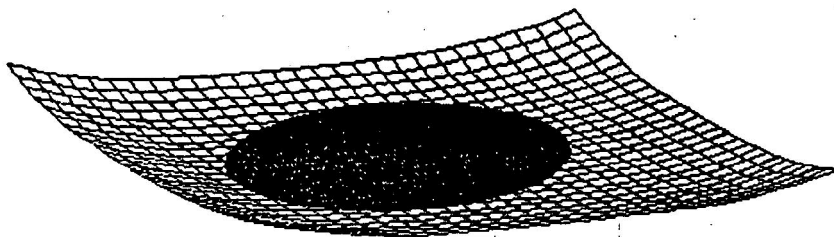


FIG. 1

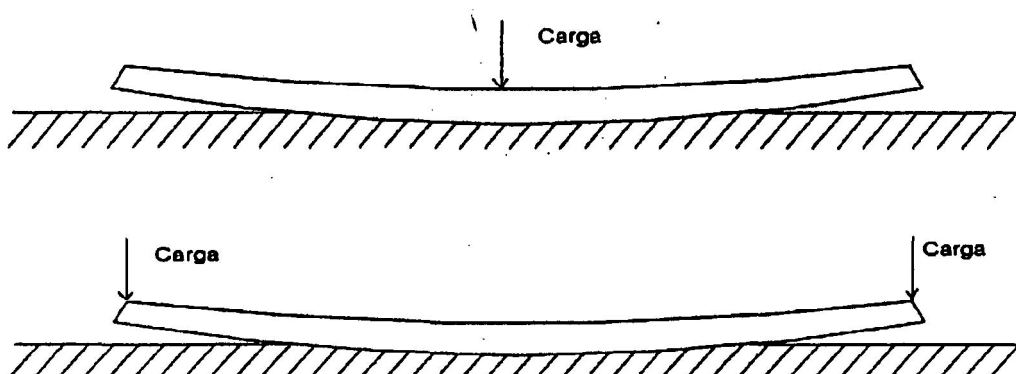


FIG. 2

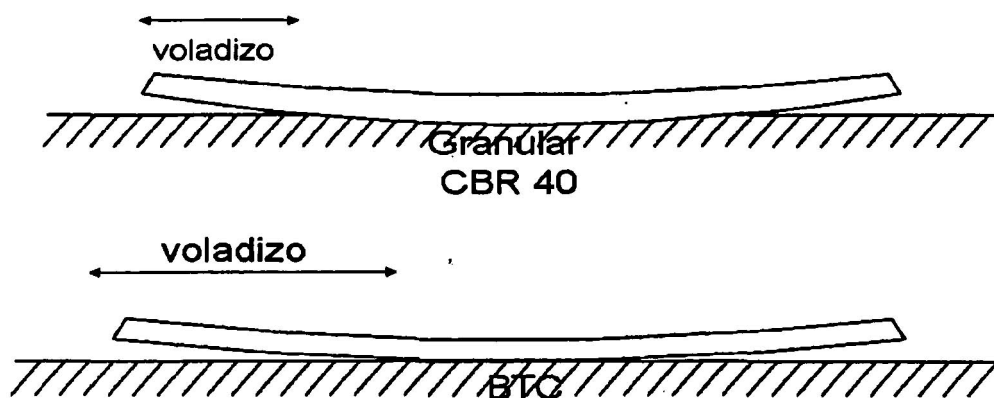


FIG. 3

■ % losas agrietadas

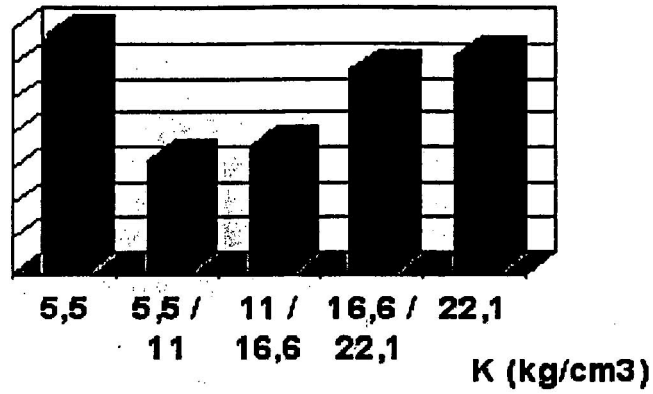


FIG. 4

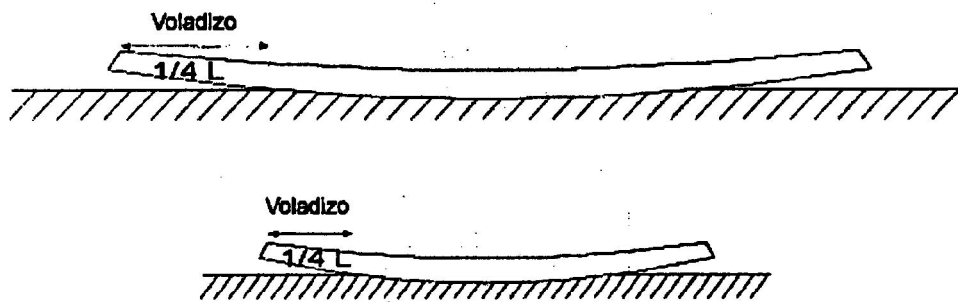


FIG. 5

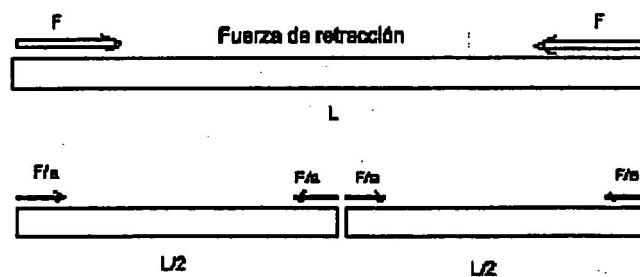


FIG. 6

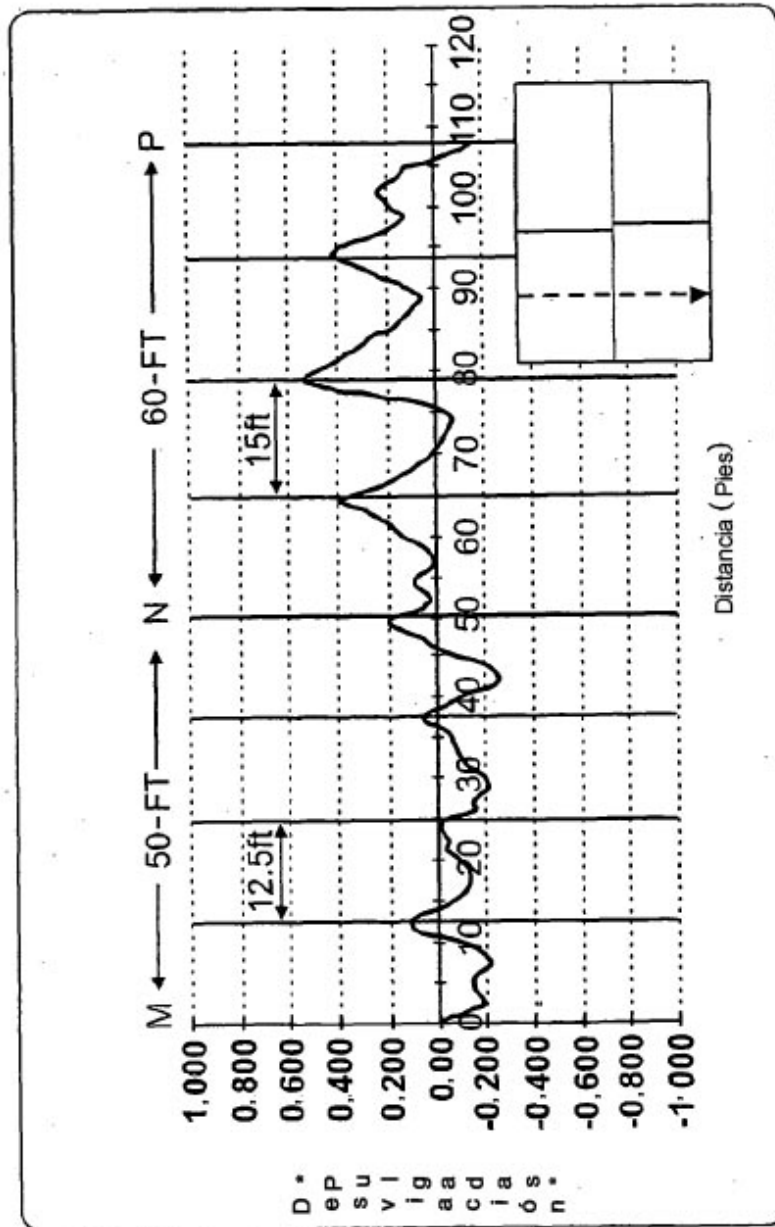
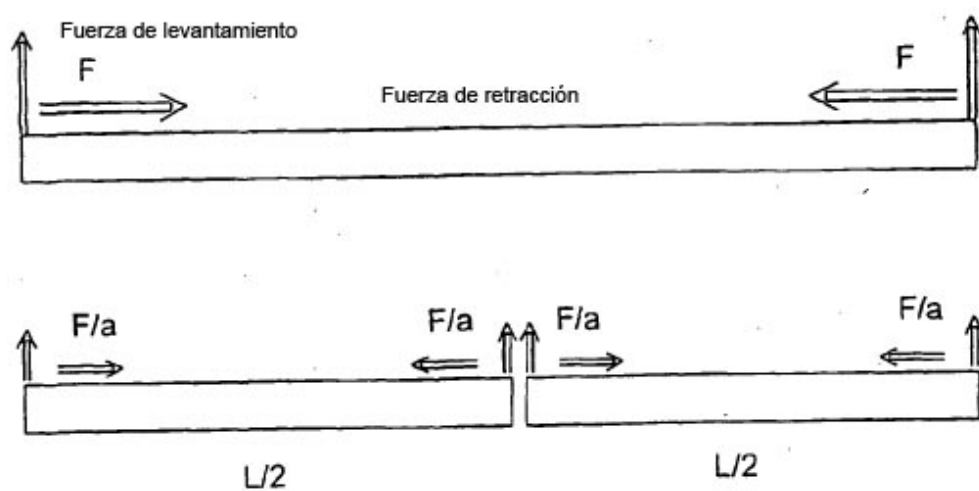


FIG. 7



$$1 < a \leq 2$$

FIG. 8

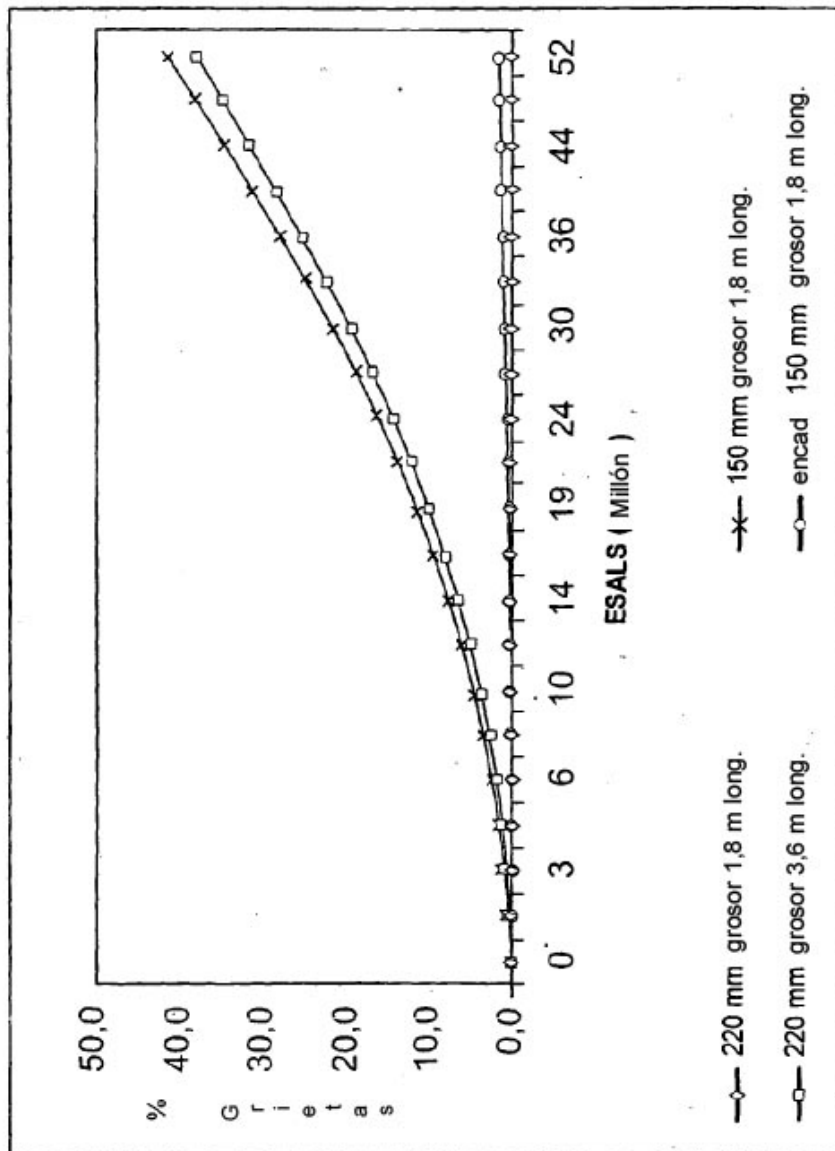


FIG. 9

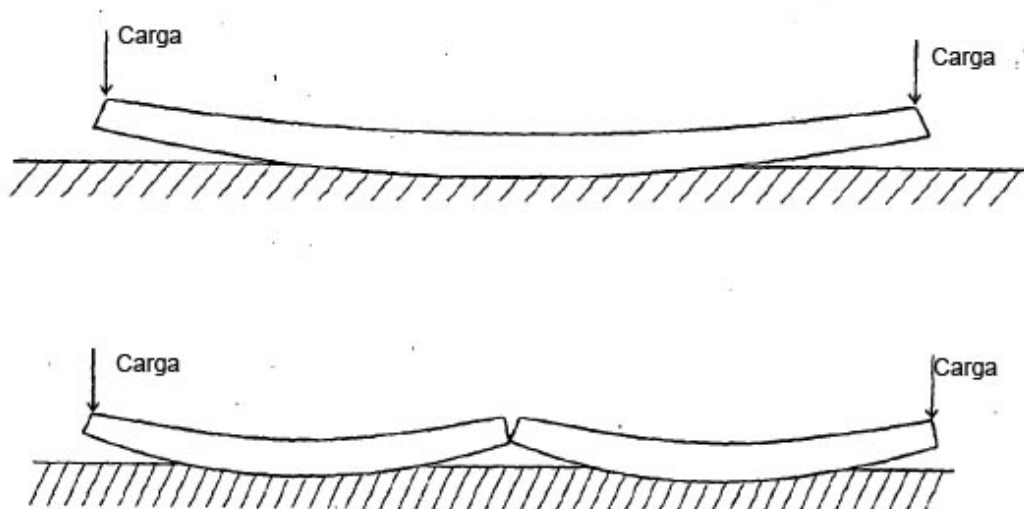


FIG. 10

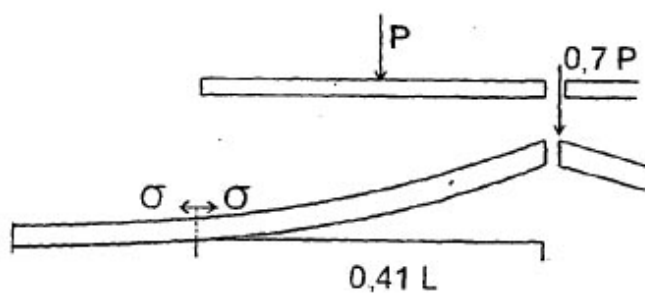


FIG. 11

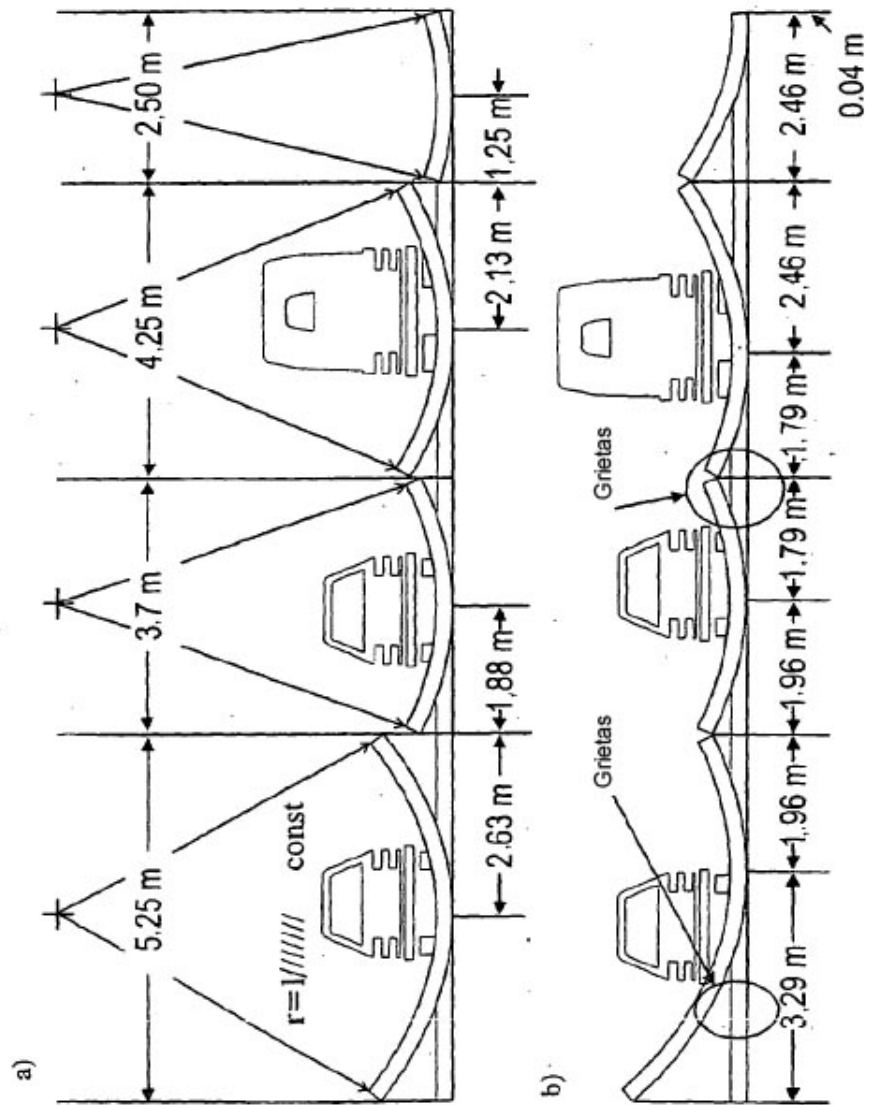
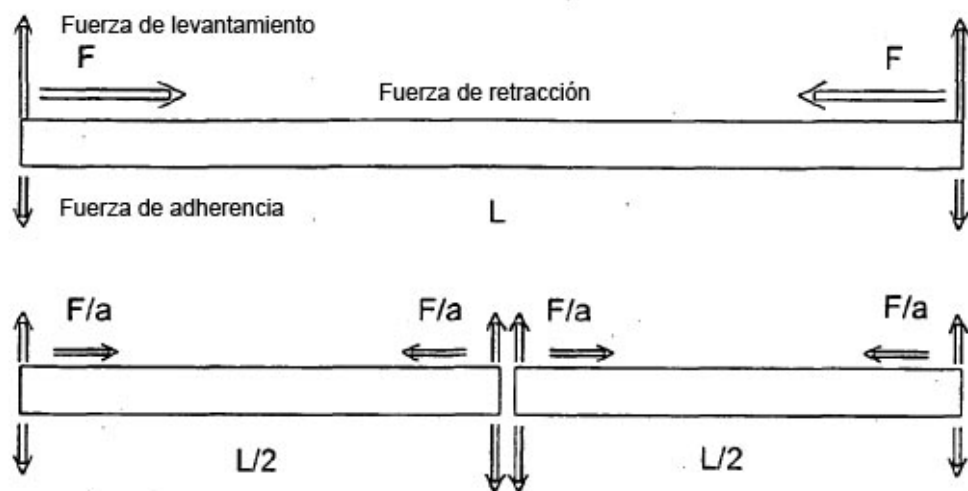


FIG. 12



$$1 < a \leq 2$$

FIG. 13

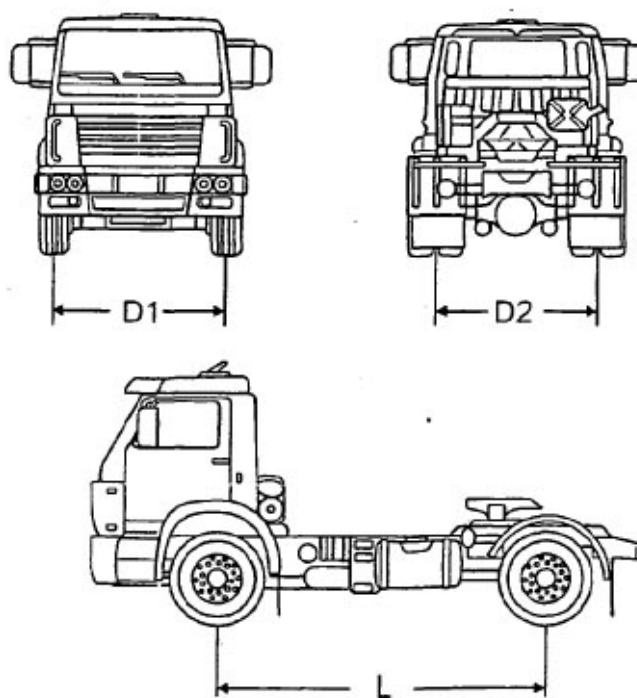


FIG. 14

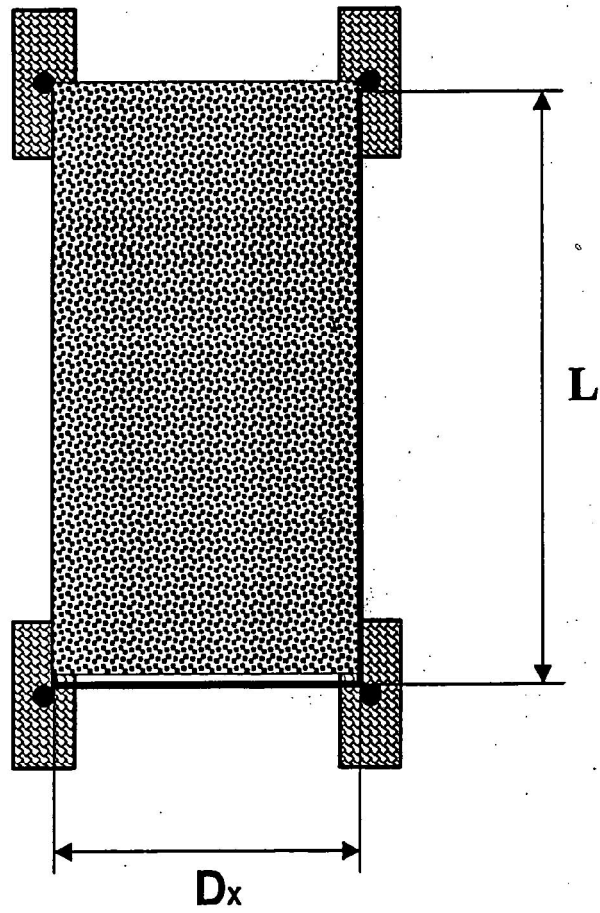


FIG. 15

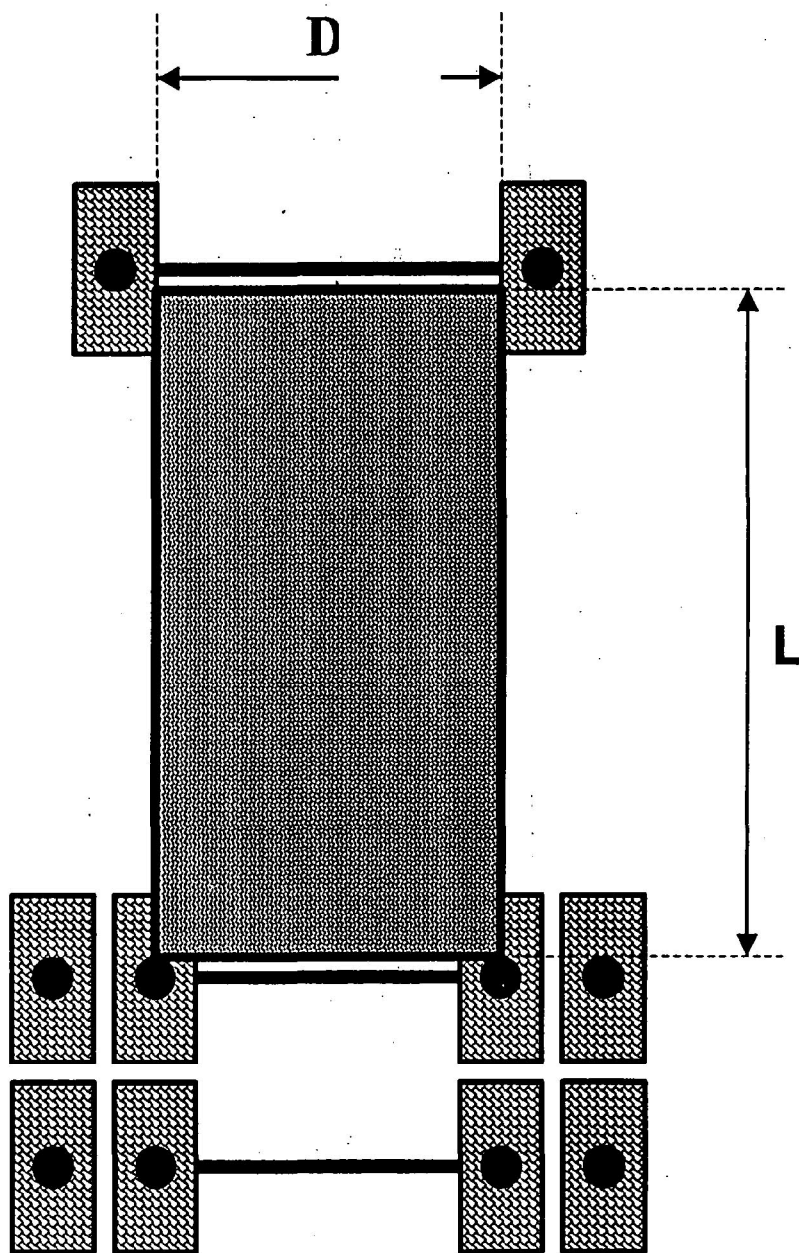


FIG. 16