

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

ORDEN de 22 de abril de 1964 por la que se aprueba la Instrucción de la Dirección General de Carreteras 6.2. IC., sobre «Pavimentos rígidos de hormigón hidráulico»

Ilustrísimos señores:

La Orden ministerial de 27 de junio de 1961, que derogó la Instrucción de Carreteras vigente en aquella fecha, autorizó a la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales para dictar por órdenes circulares las normas necesarias para la redacción de proyectos de carreteras. Dichas normas habrían de sustituir a la Instrucción derogada hasta que por Orden ministerial se aprobasen las Instrucciones correspondientes a las distintas cuestiones que se mencionaban. Entre ellas figuraba la de «Firmes y Pavimentos».

Con fecha 18 de septiembre de 1963 se redactó la Orden circular 6.2. IC., referente a «Pavimentos rígidos de hormigón hidráulico», que se comunicó a los Servicios, y desde dicha fecha ha sido utilizada en la redacción de los proyectos correspondientes.

Informada por el Consejo de Obras Públicas, es procedente su aprobación definitiva, y, en su virtud,

Este Ministerio ha tenido a bien disponer:

Primero.—Se aprueba la Instrucción de la Dirección General de Carreteras 6.2. IC., sobre «Pavimentos rígidos de hormigón hidráulico», que figura como anexo a esta Orden.

Segundo.—En la redacción de los proyectos de «Pavimentos rígidos de hormigón hidráulico» de carreteras se tendrán en cuenta las normas y recomendaciones que figuran en la Instrucción que se aprueba.

Lo digo a VV. II. para su conocimiento y efectos.

Dios guarde a VV. II. muchos años

Madrid, 23 de abril de 1964.

VIGON

Ilmos. Sres. Directores generales de este Ministerio.

INSTRUCCION 6.2. IC., SOBRE «PROYECTO DE PAVIMENTOS RIGIDOS DE HORMIGON HIDRAULICO»

1. Objeto

El objeto de la presente circular es facilitar la labor del Ingeniero al proyectar pavimentos rígidos de hormigón hidráulico, poniendo a su disposición una serie de recomendaciones que puedan servirle de ayuda en los casos concretos que tenga que resolver.

Estas normas complementan las recomendaciones del pliego general de condiciones facultativas para la ejecución de pavimentos rígidos, redactado por el Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento con la colaboración de esta Dirección General.

No afectan estas normas a los pavimentos constituidos por piezas prefabricadas de hormigón ni a los de hormigón pretensado, que podrán ser objeto de otro estudio.

2. Nomenclatura

A los efectos de estas normas se establecen las siguientes definiciones:

Pavimentos rígidos de hormigón hidráulico.—Se denominan así los pavimentos constituidos por losas de hormigón hidráulico, armadas o no, que reposan generalmente sobre una base adecuadamente preparada, y a veces sobre el propio terreno de la explanada. A causa de su rigidez distribuyen las cargas transmitidas por el tráfico sobre un área relativamente amplia de la base o de la explanada.

Explanada.—Es el asiento del firme y está constituida por el material con que se han ejecutado los terraplenes o que ha quedado al descubierto una vez efectuadas las operaciones de desmonte.

Base.—Es la capa del firme situada inmediatamente debajo del pavimento. Puede no existir al apoyar directamente las losas de hormigón sobre la explanada.

Base granular.—Es la base constituida por áridos minerales cuya estabilización se consigue por medios mecánicos.

Capa anticontaminante.—Es una capa filtro que se coloca sobre la explanada cuando por su naturaleza es de temer la contaminación de la base.

Limo.—Fracción de suelo cuyo tamaño oscila entre 0,02 y 0,002 milímetros.

Arcilla.—Fracción de suelo cuyo tamaño oscila entre 0,002 y 0,0002 milímetros.

Arido fino.—Material de tamaño inferior a cinco milímetros procedente de la desintegración natural de las rocas, de la trituración artificial de las mismas o de otros materiales inertes y suficientemente duros.

Arido grueso.—Material de tamaño superior a cinco milímetros procedente de la desintegración natural de las rocas, de la trituración artificial de las mismas o de otros materiales inertes y suficientemente duros.

Anclaje.—Redondo de acero de pequeño diámetro que se coloca atravesando una junta entre losas del pavimento. Va sin engrasar y anclado firmemente al hormigón de ambas losas.

Pasador.—Redondo de acero de regular diámetro que se coloca atravesando una junta entre dos losas del pavimento. Suele ir engrasado en parte de su longitud para evitar su adherencia al hormigón y permitir ciertos movimientos de las losas.

Junta.—Se denomina así tanto el espacio comprendido entre dos losas contiguas como el material y todos los accesorios que se disponen en él.

Resistencia característica del hormigón.—Media aritmética de los $n/2$ resultados más bajos obtenidos en el ensayo de n probetas. Si n es impar no se considera el valor mediano de la serie.

Mallazo.—Malla ortogonal de barras de acero con nudos electrosoldados.

Surgencia.—Fenómeno consistente en la expulsión de agua y suelo en suspensión de la explanada a través de juntas y grietas a lo largo de los bordes del pavimento, causada por la deflexión de las losas al paso de las cargas después de la acumulación del agua libre sobre o en el cimiento.

Como consecuencia de la surgencia se produce una progresiva socavación bajo los bordes de las juntas, grietas y lados de las losas, provocando su rotura por falta de apoyo.

Soplador.—Es un fenómeno similar al de la surgencia; se suele producir por segregación y arrastre de los materiales finos de las bases granulares a las cavidades formadas por erosión de la base en las inmediaciones de las juntas, grietas y bordes al paso de las cargas por el agua interpuesta entre la losa y el cimiento.

Índice de helada.—Es la máxima diferencia entre los puntos máximos y mínimos del diagrama construido, tomando como abscisas el tiempo y como ordenadas los días grado centígrado acumulados.

Un día grado centígrado representa un día en el que la temperatura media del aire ha sido de un grado centígrado bajo cero (-1°C).

Coefficiente de reacción.—Es la relación entre la presión unitaria sobre el terreno y el asiento que éste experimenta.

3. Principios generales de proyecto

3.1. Análisis del tráfico

En principio se consideran tres grupos de tráfico, clasificando las carreteras por su intensidad media diaria (IMD):

Tráfico ligero (L)	IMD < 500
Tráfico medio (M)	500 < IMD < 2.000
Tráfico pesado (P)	2.000 < IMD

3.2. Cargas máximas por eje

Se parte de la carga máxima autorizada actualmente de diez toneladas por eje; se acepta un coeficiente de impacto del 20 por 100, y, por tanto, una carga de cálculo de doce (12) toneladas por eje.

3.3. Cargas máximas por rueda

Se considera la mitad de la carga anterior, o sea seis (6) toneladas por rueda, incluido impacto.

La rueda puede ser sencilla o gemela. A igualdad de carga total la rueda sencilla supone mayor concentración de esfuerzo y resulta una hipótesis de carga más desfavorable, y por ello debe utilizarse normalmente, salvo justificación en contrario.

3.4. Área de reparto de la carga

La carga por rueda se supondrá repartida en un área circular cuando dicha carga actúe en el interior de la losa o en una de sus esquinas, y en un área semicircular cuando actúe en los bordes.

El radio a del círculo o semicírculo depende del peso transmitido y de la presión de los neumáticos.

En la figura 1 se representa un diagrama que liga las variables mencionadas. El gráfico da directamente los radios de las superficies de carga para los casos de carga de esquina o interior. Para el caso de carga de borde con ruedas gemelas se supone que el radio del semicírculo es el valor que se obtiene directamente de la figura. Para el caso de carga de borde con rueda sencilla el radio *a* se obtiene multiplicando por $\sqrt{2}$ el valor deducido del gráfico.

Normalmente el valor *a* a aplicar es el correspondiente a carga de esquina, rueda sencilla y alta presión, salvo justificación en contrario.

3.5. Sección transversal tipo de las losas

Las losas serán normalmente de espesor uniforme, dispuestas con una pendiente transversal del 1,5 al 2,5 por 100.

Pueden estar constituidas por dos capas hormigonadas sucesivamente, la inferior de menor calidad que la superior. El espesor de ésta será, como mínimo, cinco centímetros. En el caso de disponer armaduras, la capa inferior servirá de apoyo a la armadura que se proyecte.

3.6. Elección entre hormigón en masa o armado

En general no puede señalarse un criterio para decidir entre un pavimento de hormigón en masa o armado. La colocación de armaduras tiene por principal objeto limitar la apertura de grietas eventuales, la propagación de éstas y la posibilidad de infiltración del agua bajo las losas.

El espesor de las losas no puede sensiblemente disminuirse mediante un armado con cuantía normal.

Sin embargo, la mayor seguridad en la duración del pavimento puede compensar el coste superior que en general representa la armadura.

La elección queda, pues, a juicio del Ingeniero que proyecta, basándose en las circunstancias particulares de cada caso.

3.7. Determinación del espesor de las losas

Las condiciones de trabajo más duras corresponden a las esquinas de las losas cuando simultáneamente con la presencia de la carga la losa está combada en el sentido de presentar la concavidad hacia su cara superior; por ejemplo, cuando existe una diferencia apreciable de temperatura entre ambas caras, estando más fría la cara superior.

En este caso la carga máxima de trabajo en el hormigón se puede calcular por las fórmulas de Bradbury o de Pickett:

$$\sigma = \frac{3P}{h^2} \left(1 - \left[\frac{a}{\lambda} \right]^{0,6} \right) + \frac{E \alpha t}{3(1-\mu)} \sqrt{\frac{a}{\lambda}} \quad \text{(Bradbury) [1]}$$

o bien

$$\sigma = \frac{4,2P}{h^2} \left(1 - \frac{\sqrt{\frac{a}{\lambda}}}{0,925 + 0,22 \frac{a}{\lambda}} \right) \quad \text{(Pickett) [2]}$$

Las variables son:

- σ = Carga de trabajo del hormigón en Kg/cm².
- P* = Carga de cálculo en Kg.
- h* = Espesor de la losa en cm.
- a* = Radio del círculo de carga en cm.
- α = Coeficiente de dilatación del hormigón.
- μ = Coeficiente de Poisson del hormigón.
- E* = Módulo de elasticidad del hormigón en Kg/cm².
- K* = Coeficiente de reacción del terreno en Kg/cm².
- λ = Radio de rigidez relativa en cm., siendo

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{E h^3}{12(1-\mu^2) K}}$$

t = Diferencia de temperatura entre la cara superior y la inferior en grados centígrados.

Puede suponerse $t = \frac{2}{9} h$

En la fórmula [1] el segundo término, en general pequeño, corresponde a la fatiga producida por el gradiente de temperatura.

En la fórmula [2] no está explícito el efecto de la temperatura, pero se considera englobado.

Si las losas están provistas de dispositivos como anclajes, pasadores, ranuras y lengüeta, etc., que aseguren una transmisión de al menos el 20 por 100 de la carga a la losa contigua, se conviene en llamarlas «de esquina y bordes protegidos». En caso contrario se designan como losas «de esquina y bordes no protegidos».

En el primer caso puede introducirse en las fórmulas como valor de *P* el 80 por 100 de la carga de proyecto, es decir, 4.800 kilogramos, incluido el efecto de impacto.

En el segundo caso el valor de *P* será el de la máxima carga de cálculo sin reducción alguna.

La influencia del coeficiente de reacción *K* en las fórmulas es muy moderada, por lo que basta determinarlo en forma aproximada.

Se conviene en fijarlo mediante ensayos de carga con una placa circular de 75 centímetros de diámetro. Construyendo un gráfico con los asientos como abscisas y las presiones como ordenadas el diagrama no resulta normalmente una recta que pasa por el origen, por ello se admite para *K* el valor

$$K = \frac{P}{0,127}$$

siendo *P* la presión en Kg/cm² que produce el asiento de 0,127 centímetros.

En caso necesario pueden hacerse los ensayos con placas de diámetros menores, teniendo en cuenta que a igualdad de presión los asientos son proporcionales a los diámetros de las placas de carga.

Supuesto un medio elástico homogéneo e indefinido, de módulo de elasticidad *E*, el asiento *S* con placa de diámetro *D* es:

$$S = 0,59 \frac{PD}{E}$$

de donde

$$K = \frac{P}{S} = \frac{E}{0,59 D}$$

y, por lo tanto,

$$30 K_{30} = 45 K_{45} = 75 K_{75}, \text{ etc.}$$

Puede, pues, determinarse el coeficiente de reacción *K*, mediante ensayos con placa de 30 centímetros de diámetro y obtener luego

$$K_{75} = \frac{30}{75} K_{30}$$

Los valores obtenidos para el coeficiente de reacción *K* dependen de la humedad del suelo. La variación es pequeña en arenas, relativamente importante en arcillas y limos. En este caso se debe tomar el más desfavorable. Para ello, una vez obtenido el valor del coeficiente de reacción *K* en el ensayo de campo, se deben calcular en el laboratorio las curvas de presiones/deformaciones con la humedad del ensayo de campo y la de saturación y obtener el coeficiente de corrección a aplicar.

En general, y para mayor sencillez, puede obtenerse el valor del coeficiente de reacción mediante el gráfico de la figura 2, que relaciona el CBR (índice resistente de California) con el coeficiente de reacción.

A continuación se indican los valores aproximados del coeficiente de reacción para diversos tipos de suelos, según la clasificación de Casagrande, que se adjunta.

En general basta dimensionar las losas para el valor del coeficiente de reacción correspondiente al terreno, prescindiendo de la base, si existe.

No obstante, puede tenerse ésta en cuenta haciendo los ensayos de la placa de carga sobre la base ya construida.

3.8. Espesores prácticos y su fijación

Con el fin de normalizar los encofrados se recomienda adoptar en lo posible determinados espesores para las losas, que en principio pueden ser:

Tráfico (IMD de proyecto)	Losas sin armar	Losas armadas
Ligero IMD < 500	18 cm.	16 cm.
Medio 500 < IMD < 2.000	20 cm.	18 cm.
Pesado 2.000 < IMD < 5.000	22 cm.	20 cm.
5.000 < IMD	24 cm.	22 cm.

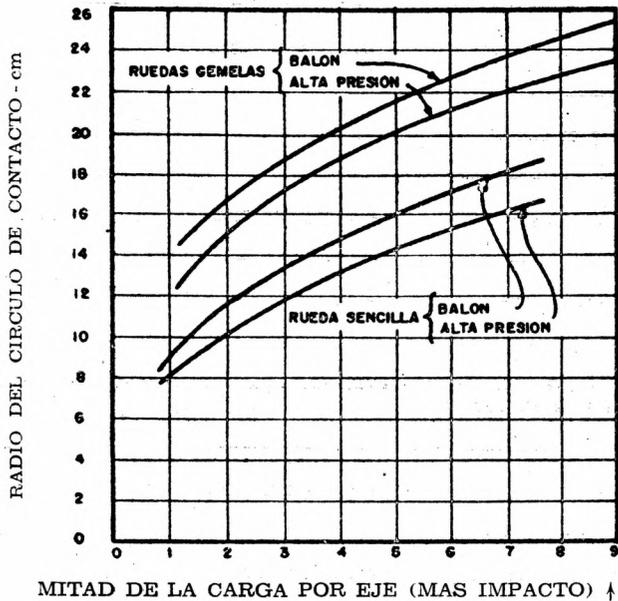


Fig. 1

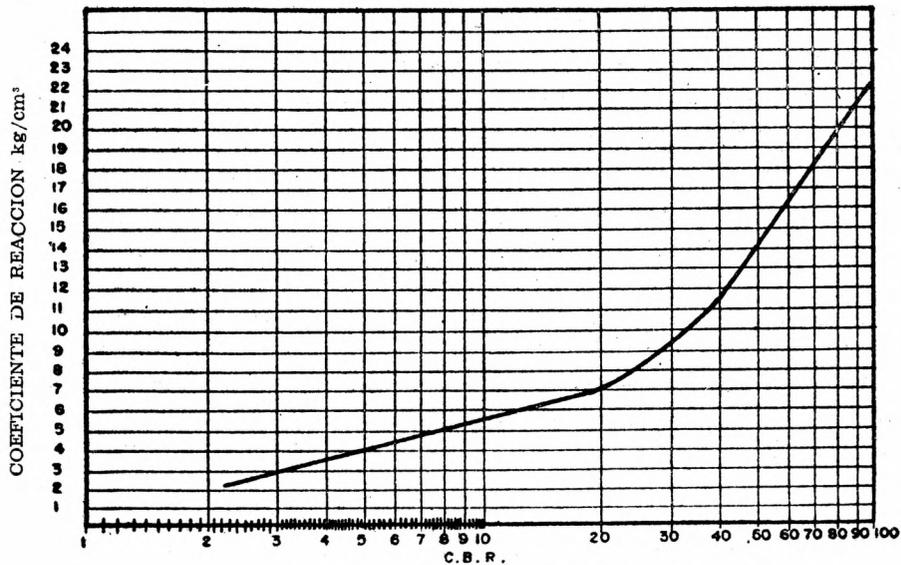


Fig. 2

RELACION ENTRE EL C.B.R. Y EL COEFICIENTE DE REACCION

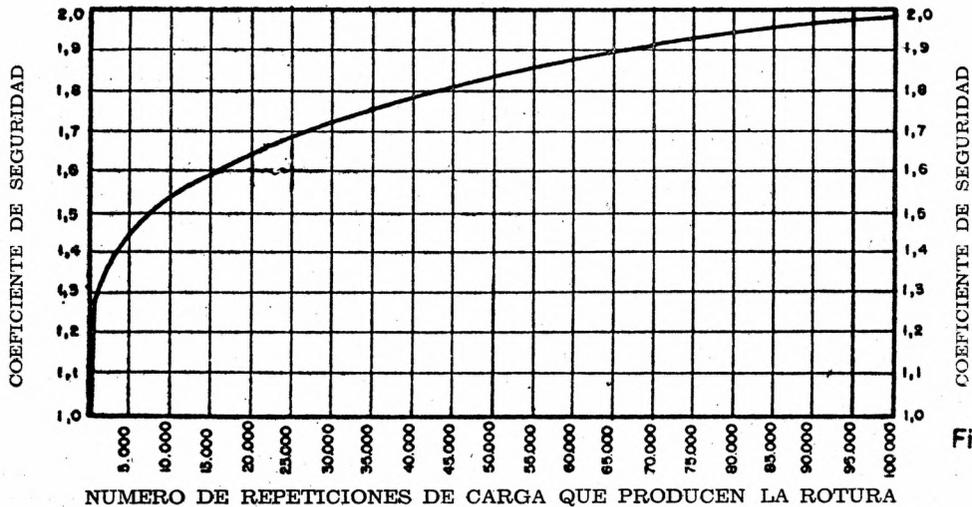


Fig. 3

VALORES APROXIMADOS DEL COEFICIENTE DE REACCION

División primaria	Grupo de suelos y descripción típica	Símbolo	Coefficiente de reacción kg/cm ²
Gravas y suelos con gravas	Gravas con buena granulometría o mezclas de arena y grava Pocos finos	GW	14-20.
	Mezclas de arcilla-arena-grava con buena granulometría. Excelente trabazón ...	GC	11-20.
	Gravas con pobre granulometría y mezclas de arenas y gravas. Pocos finos	GP	8-14.
	Gravas con finos, gravas limosas y gravas arcillosas. Mezclas arcilla, arena y grava con mala granulometría	GF	7-14.
Arenas y suelos arenosos	Arenas con buena granulometría y arenas con gravas. Pocos finos	SW	7-16.
	Mezclas de arenas y arcillas con buena granulometría. Excelente trabazón	SC	7-16.
	Arenas con mala granulometría. Pocos finos	SP	5,5-9.
	Arenas con finos, arenas limosas y arenas arcillosas. Mezclas arena-arcilla con mala granulometría	SF	5-9.
Suelos de grano fino con baja o media plasticidad	Limos inorgánicos y arenas finas. Polvo rocoso, arenas finas limosas o arcillosas con ligera plasticidad	ML	4-8,5.
	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja o media, arcillas arenosas, arcillas limosas y arcillas pobres	CL	3,5-6.
	Limos orgánicos y limoarcillas de baja plasticidad	OL	3-5.
Suelos con grano fino con plasticidad alta	Suelos arenosos finos, con mica o tierra de diatomeas, limos elásticos	MH	1,5-5.
	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta, arcillas gruesas	CH	1,5-4.
	Arcillas orgánicas de plasticidad media o alta	OH	1,5-3,5.

Con los espesores citados, el coeficiente de reacción de la explanada (o de la base, en su caso) y las restantes variables se calcula la carga máxima de trabajo del hormigón por las fórmulas citadas, y fijando el coeficiente de seguridad se determina la resistencia característica exigible al hormigón en flexotracción.

De resultar un valor excesivo se aumenta el espesor, procurando adaptarse a los incrementos normales indicados.

El coeficiente de seguridad conviene que no sea inferior a dos para los casos de tráfico pesado y medio, pudiendo disminuirse algo para el tráfico ligero, previa justificación.

Como orientación al efecto se incluye el gráfico de la figura 3, en el que se relaciona el coeficiente de seguridad con el número de repeticiones de carga que produce la rotura de la losa. Para el valor 2 el número de repeticiones es prácticamente ilimitado.

3.9. Bases

En general carece de interés la construcción de una capa de base para obtener un mayor valor del coeficiente de reac-

ción K y la subsiguiente disminución del espesor preciso para las losas

No obstante, es recomendable su empleo:

1.º Para conseguir una uniformidad en dicho coeficiente y poder proyectar con mayor seguridad, evitando la posibilidad de asientos diferenciales.

2.º Para evitar la aparición de fenómenos de surgencia y soplado.

3.º Para evitar los perjuicios que puedan producirse por efectos de la helada en las zonas en que éstas se produzcan y el terreno de la explanada sea susceptible de alteración por la misma.

3.9.1. Condiciones generales

a) Los suelos expansivos, con un 4 por 100 o más de entumecimiento, exigen el empleo de capas de base.

b) Si se utilizan bases de granulometría abierta debe preverse una capa de cierre de arena con un espesor de dos a tres centímetros.

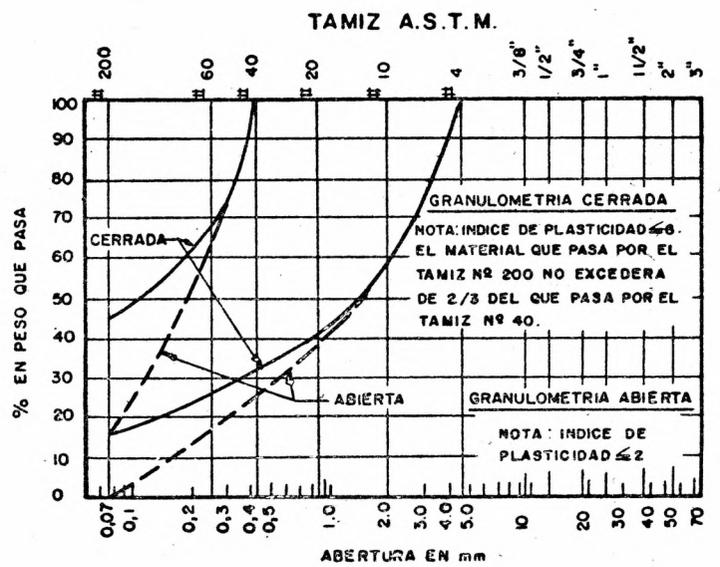
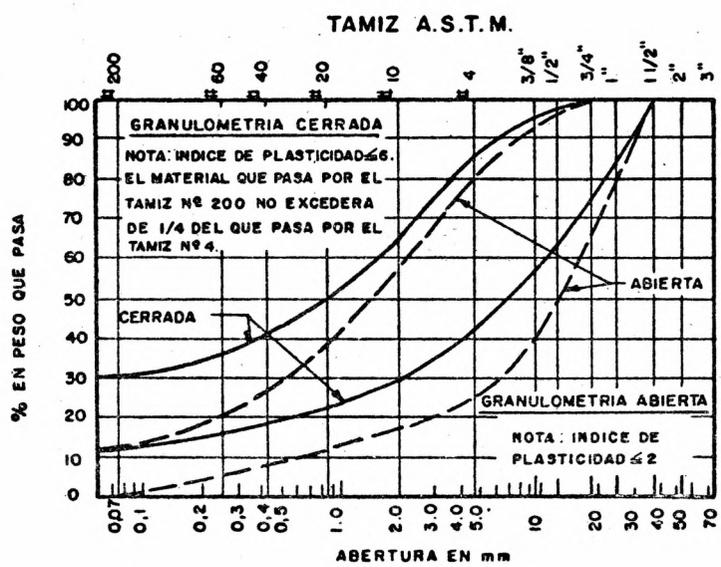
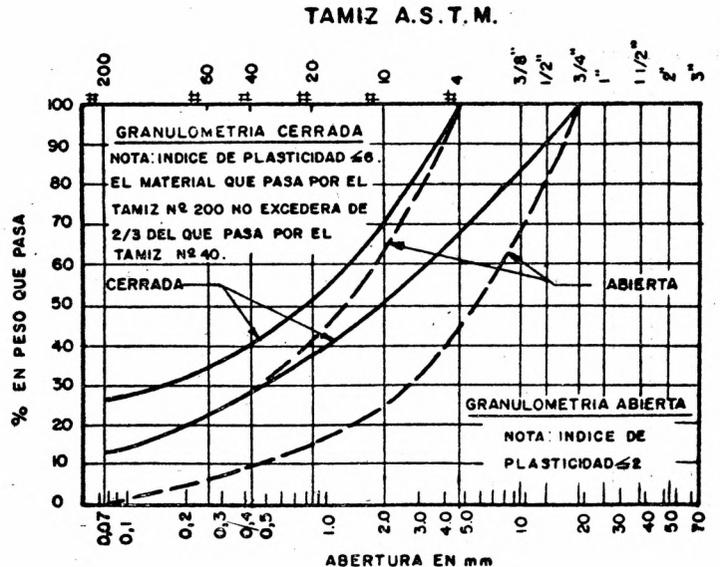
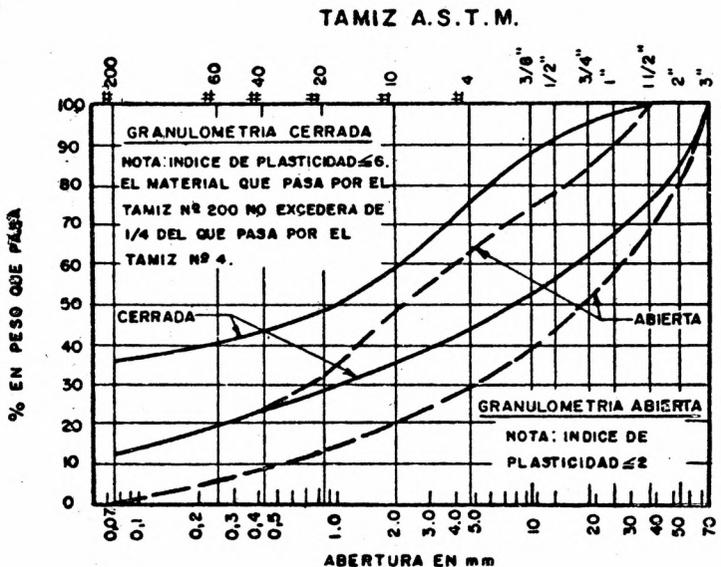


Fig. 4

EFFECTO HELADA

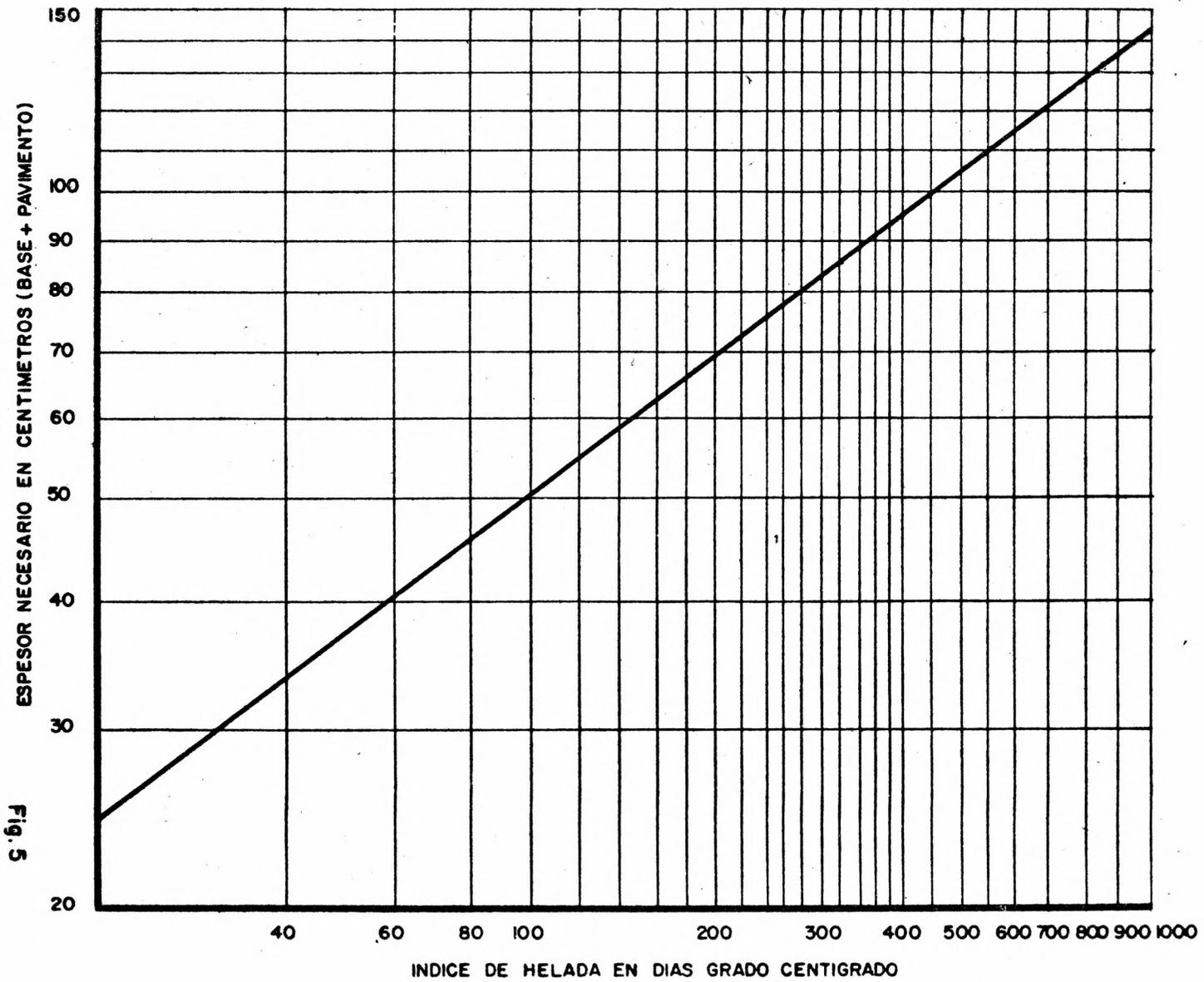


Fig. 5

- c) Los espesores normales de bases granulares oscilarán de 10 a 25 centímetros.
- d) Las capas de base deberán compactarse, como mínimo, al 100 por 100 del proctor normal o al 95 por 100 del modificado y prolongarse al menos 30 centímetros fuera de los bordes del pavimento.
- e) Pueden emplearse con buen resultado bases de suelo estabilizado con cemento de 10 a 15 centímetros de espesor.

3.9.2. Previsión de los fenómenos de surgencia y soplado

Para evitar estos fenómenos debe procurarse en términos generales:

- 1.º Evitar en lo posible la presencia de agua bajo el pavimento.
- 2.º Que el terreno por debajo de las losas no sea susceptible de ponerse en suspensión.
- 3.º Evitar en lo posible los movimientos relativos de las losas, preferiblemente mediante dispositivos de enlace o transmisión de cargas (esquinas y bordes «protegidos») o, en su caso, mediante un dimensionamiento adecuado con mayores espesores (esquinas y bordes «no protegidos»).

Como reglas prácticas pueden fijarse:

- a) Para un tráfico ligero, hasta apoyarse sobre suelos naturales o bases granulares que tengan como mínimo un 55 por 100 de material retenido en el tamiz número 200.
- b) Para un tráfico medio o pesado, la fracción que pasa por el tamiz 200, supuesta cumplida la condición anterior, debe tener un índice de plasticidad inferior a 6 y un límite líquido inferior a 25.
- c) Las bases granulares comprendidas entre los husos de la figura 4 han dado excelentes resultados.

3.9.3. Previsión de la acción de la helada

El efecto helada, fenómeno debido a la formación de cristales de hielo debajo del pavimento, puede ser causa de hinchamientos desiguales en la explanada y de graves averías al producirse el deshielo. Los suelos susceptibles al efecto helada se han clasificado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos en los grupos siguientes, ordenados por su susceptibilidad:

Grupo	Descripción del suelo
F 1	Gravas que contienen entre el 3 por 100 y el 20 por 100, en peso, de material inferior a 0,02 milímetros.
F 2	Arenas que contienen entre el 3 por 100 y el 15 por 100, en peso, de material inferior a 0,02 milímetros.
F 3	a) Gravass que contienen más del 20 por 100, en peso, de material inferior a 0,02 mm. b) Arenas, excepto arenas limosas finas, que contienen más del 15 por 100, en peso, de material inferior a 0,02 mm. c) Acillas con IP > 12. d) Arcillas estratificadas en condiciones de formación uniformes.
F 4	a) Todos los limos, incluso los limos arenosos. b) Arenas limosas finas que contienen más del 15 por 100, en peso, de material inferior a 0,02 mm. c) Arcilla con IP < 12. d) Arcillas estratificadas con condiciones de formación no uniformes.

Si los suelos que forman la explanada son sensibles al efecto helada, deberá preverse su protección mediante el espesor adecuado de pavimento y base no susceptible a dicho efecto o calcular el espesor de pavimento para un coeficiente de

reacción reducido que tenga en cuenta la poca resistencia de dichos suelos afectados por la helada.

Se considera preferible el primer método. Debe utilizarse siempre que el suelo de la explanada pertenezca al grupo F 4 y cuando, siendo de los grupos F 1, F 2 ó F 3, sean de prever entumecimientos desiguales por la formación del hielo. El ábaco de la figura 5 indica el espesor de protección preciso en función del índice de helada. Deduciendo el espesor calculado para el pavimento con el coeficiente de reacción de la explanada no alterada, el resto será el espesor de base a colocar. En la figura 6 se representa la determinación gráfica del índice de helada.

Para el segundo método puede emplearse el ábaco de la figura 7.

Se supone un espesor de base igual al del pavimento proyectado con el coeficiente de reacción normal de la explanada. Con este valor del espesor de base, y según el tipo de suelo (F 1, F 2 ó F 3), se deduce un nuevo valor reducido del coeficiente de reacción, de acuerdo con el ábaco citado.

Con este nuevo valor del coeficiente de reacción K se vuelve a calcular el espesor definitivo del pavimento, al que hay que añadir una capa de base de idéntico espesor.

La dificultad que supone prever las consecuencias del efecto helada, en cuanto se refiere a la posibilidad de entumecimientos desiguales, hace recomendable la utilización del primer método.

En todo caso, se adoptará el mayor de los espesores deducidos de la aplicación de uno y otro.

3.10. Capa anticontaminante

Cuando el suelo de la explanada tenga carácter plástico deberá intercalarse una capa filtro que impida la contaminación de la base, exigiéndose las siguientes condiciones:

Espesor mínimo	10 cm.
Límite líquido	< 30
Índice de plasticidad	< 6
Equivalente de arena	> 25

Siendo D_{15} , la dimensión del tamiz por el que pasa el 15 por 100 en peso de los materiales de la capa y d_{85} , la del tamiz por el que pasa el 85 por 100 de los materiales de la explanada, se verificará

$$D_{15} < 5.d_{85}$$

El material que se utilice en su ejecución tendrá una capacidad resistente igual o superior a la del que le sirve de soporte.

3.11. Drenaje

En el proyecto se deberán estudiar las disposiciones precisas para asegurar el drenaje de la explanada, firme, arcenes y medianas, de acuerdo con la Instrucción de Drenaje y demás normas establecidas al efecto.

4. Juntas

Para evitar la fisuración por efectos de retracción, térmicos, higrométricos, etc., el pavimento se dividirá en losas cuyas dimensiones deben responder a los órdenes de magnitud siguientes:

$$\begin{aligned} \text{anchura} &< 4,50 \text{ m.} \\ \text{longitud} &\text{entre } 5 \text{ y } 12 \text{ m.,} \end{aligned}$$

dependiendo los valores que se elijan de la naturaleza del terreno, espesor y anchura del pavimento, cantidad de armadura, condiciones locales de temperatura y humedad, etc.

Se distinguen los siguientes tipos:

Juntas longitudinales, que separan dos fajas hormigonadas en épocas diferentes o dividen una faja de gran anchura. Van provistas de anclajes y eventualmente de alguna forma de ensamble entre losas adyacentes.

Estas juntas pueden ser: de hormigonado, de contracción y, excepcionalmente, de dilatación.

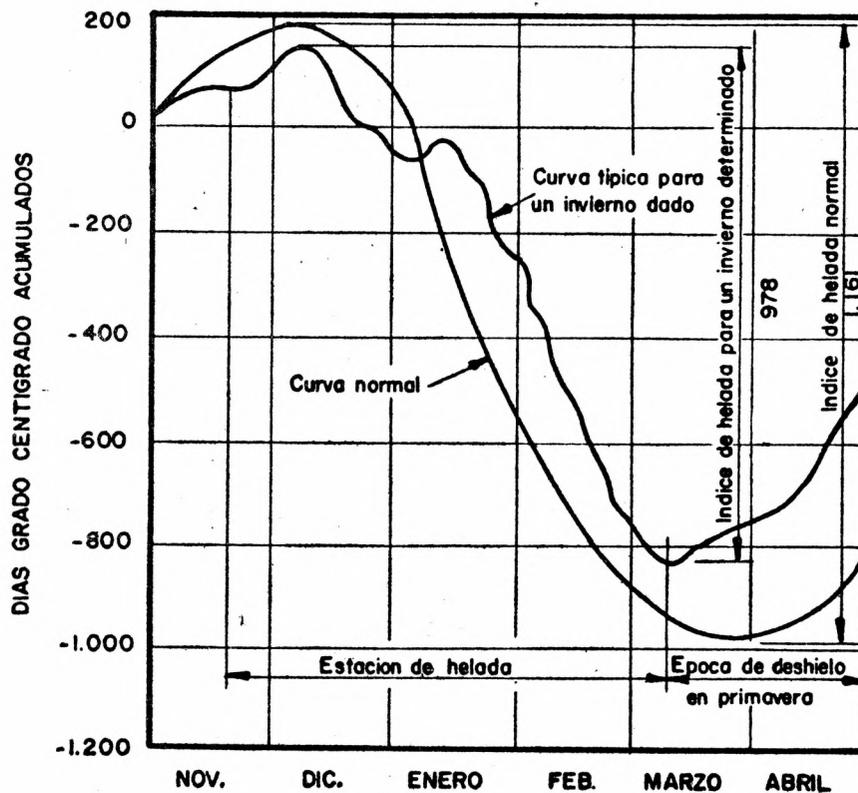
Juntas transversales, que pueden ser: de dilatación, de contracción o de hormigonado.

4.1. Juntas longitudinales

4.1.1. Juntas de hormigonado

Se dispondrán cuando el hormigonado se realice por fajas separadas. Irán situadas entre dos fajas contiguas y podrán ser lisas y de perfil recto (fig. 8.1.) o de ranura y lengüeta (figura 8.2.), recomendándose este tipo para tráfico pesado.

DETERMINACION DEL INDICE DE HELADA



En cualquier caso, y salvo justificación en contrario, irán provistas de anclajes colocados a la mitad del espesor, con diámetro entre 8 y 12 milímetros, terminados o no en ganchos, según sean barras lisas o corrugadas, y separadas entre sí de 0,50 a un metro.

Las juntas rematarán en una ranura superior, de ancho no

mayor de 15 milímetros y profundidad entre $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{3}$ del espesor

de la losa, ranura que se sellará con un producto adecuado.

4.1.2. Juntas de contracción

Se dispondrán en cada faja de hormigonado si su anchura es superior a 4,50 metros.

Estarán constituidas por una ranura superior serrada en hormigón endurecido entre las seis y las veinticuatro horas después del hormigonado o moldeada en el hormigón fresco si la dureza de los áridos no permite practicar el serrado. La ranura se sellará, igualmente, con un producto adecuado.

Se dispondrán los mismos anclajes que para las juntas de hormigonado.

4.2. Juntas transversales

4.2.1. Juntas de hormigonado

Se dispondrán estas juntas a fin de jornada o cuando haya que detener el hormigonado durante algún tiempo. Se procurará que coincida con las juntas de dilatación o de contracción. De no ser así se dispondrán a más de 1,50 metros de distancia de la más próxima y se ejecutarán de la misma manera que las longitudinales de hormigonado, del tipo de ranura y lengüeta.

4.2.2. Juntas de contracción

Estas juntas permiten la contracción de las losas, o su comado, y están constituidas por una entalladura en la parte superior y generalmente un elemento rígido en la parte inferior. Suelen ir provistas de pasadores y constituyen una sección debilitada de la losa para encauzar la fisuración del hormigón.

La distancia entre estas juntas, así como la cuantía de sus armaduras, varía con las características de las losas. Si éstas son de hormigón en masa se dispondrán próximas unas a otras, del orden de cinco metros, y en general no necesitarán ir armadas, puesto que la traba que se consigue con el árido es suficiente para asegurar la transmisión de cargas entre una y otra losa; sin embargo, cuando la distancia entre juntas de dilatación es superior a 150 metros, aunque la separación de las juntas de contracción no supere los 5-6 metros, deben colocarse pasadores en las primeras diez juntas de contracción de cada lado de la de dilatación, debido a la comprobación experimental de que las juntas de contracción se abren más en sus proximidades, no bastando la trabazón del árido.

Si las losas son armadas, las juntas de contracción pueden distanciarse más (del orden de 10-12 metros), y requieren armaduras de características similares a las de las juntas de dilatación.

En definitiva, para las juntas de contracción que requieran armaduras se aplicarán las prescripciones siguientes:

- a) Los pasadores pueden ser de un diámetro ligeramente inferior ($\frac{3}{4}$ aproximadamente) a los descritos para las juntas

de dilatación, de acero dulce ordinario, de 40 a 70 centímetros de longitud, separados de 25 a 40 centímetros; deben quedar colocados a medio espesor de las losas; se engrasarán en la

EFECTO DE HELADA

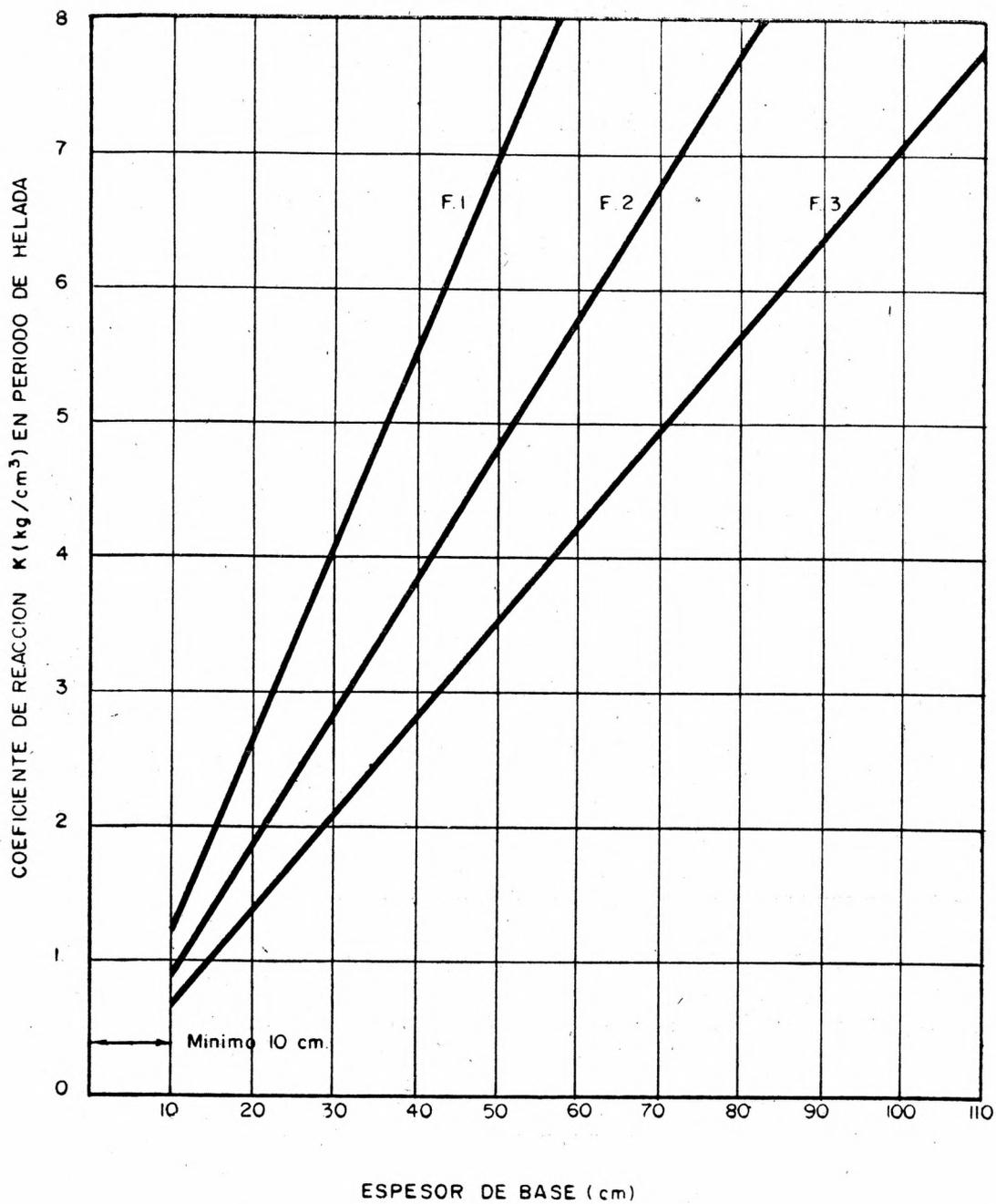


Fig. 7

JUNTAS

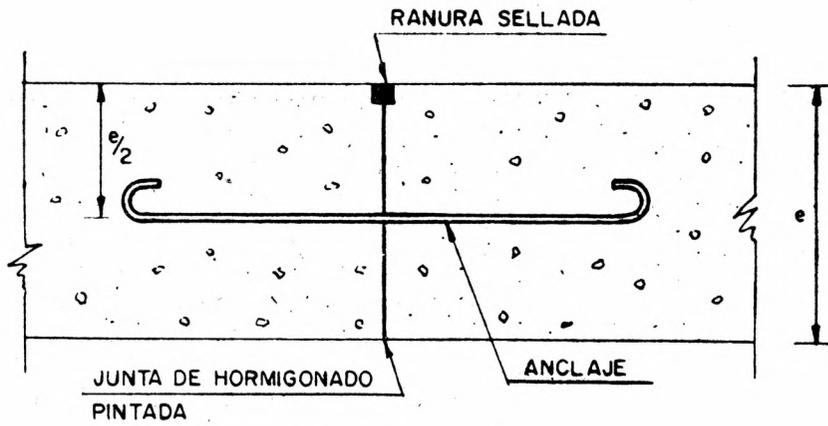


Fig. 8.1.

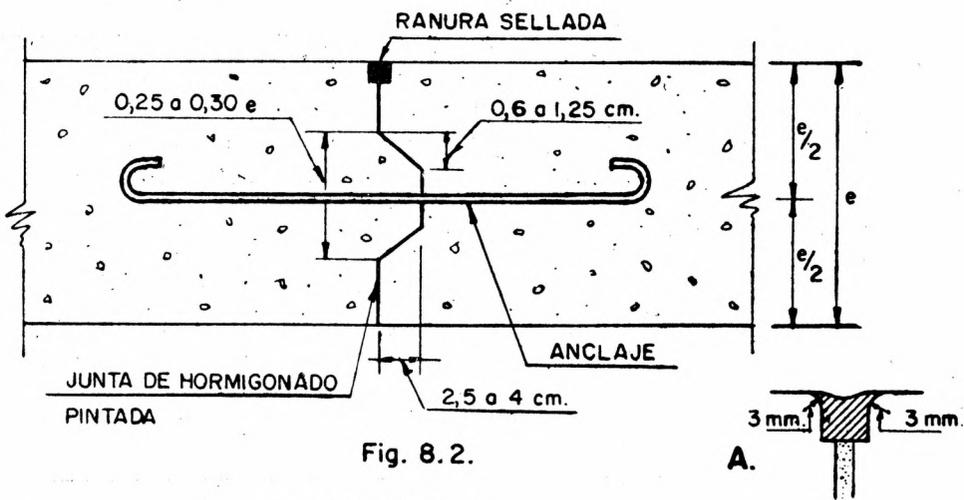


Fig. 8.2.

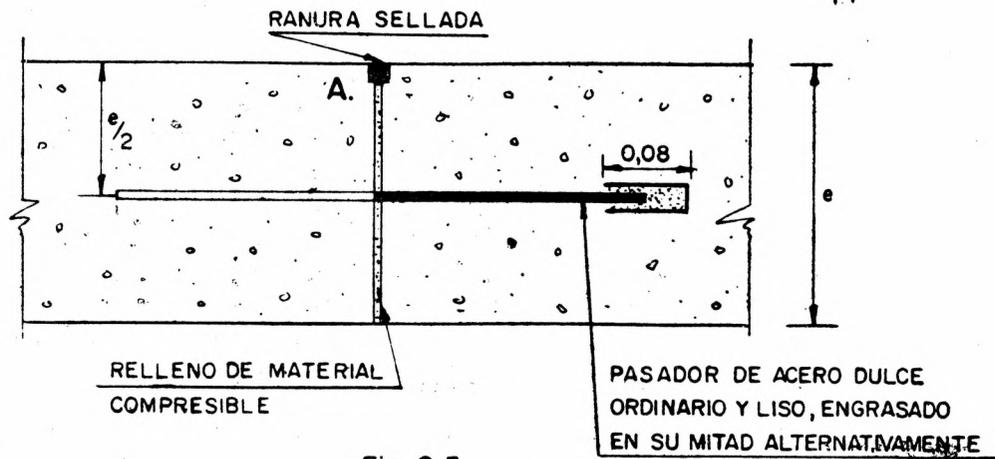


Fig. 8.3.

JUNTAS

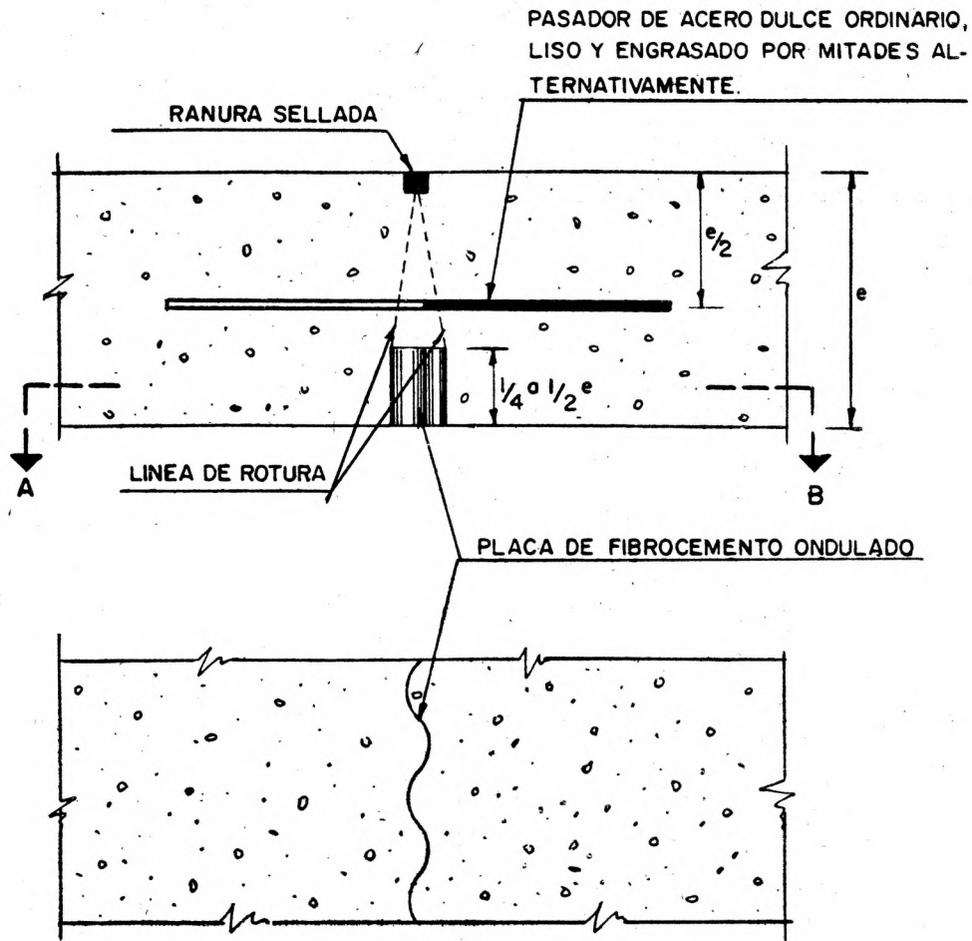


Fig. 8.4.

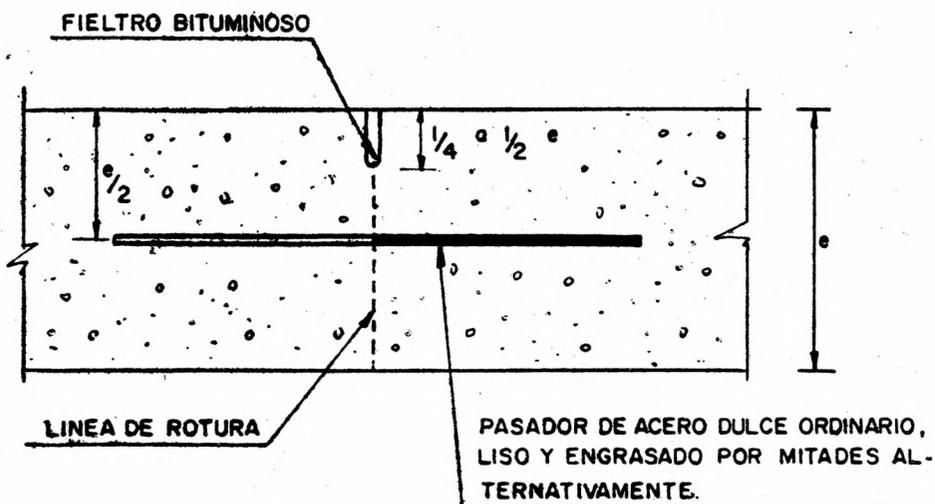


Fig. 8.5.

mitad de su longitud para permitir el deslizamiento; la mitad engrasada debe colocarse alternativamente a uno y otro lado de la junta. No se emplearán caperuzas en sus extremos.

b) El material de relleno tendrá un espesor no superior a los 12 milímetros y será de uno de los tipos siguientes:

b.1) Fibrocemento ondulado, con impregnación bituminosa, altura comprendida entre $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{2}$ de la losa colocada en su parte inferior (fig. 8.4).

b.2) Fieltro bituminoso o análogo, introducido con cuchillo vibrante en el hormigón fresco, ocupado entre $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{2}$ de la parte superior de la losa. Este tipo de junta no requiere sellado (fig. 8.5).

c) La ranura para alojar el material de sellado, si se precisa, se ejecutará por serrado del hormigón endurecido entre las seis y las veinticuatro horas después del hormigonado. Su anchura no excederá de seis milímetros.

4.2.3. Juntas de dilatación.

Estas juntas permiten la libre dilatación y contracción de las losas y están constituidas por una plancha vertical de material compresible, unos pasadores y un elemento de sellado (figura 8.3).

Se proyectan estas juntas para limitar los efectos de compresión originados por los cambios de volumen y para evitar desplazamientos en las curvas de pequeño radio. La distancia entre ellas depende, entre otros factores, de la época de hormigonado y del clima. Se deben separar lo más posible e incluso suprimirlas.

Se dispondrán limitando las obras de fábrica y la entrada y salida de las curvas de pequeño radio.

Los pasadores serán barras lisas de acero dulce ordinario, de 18 a 30 milímetros de diámetro y 40 a 70 centímetros de longitud, separados de 25 a 40 centímetros. Deben quedar colocados a medio espesor de las losas. Se engrasarán en la mitad de su longitud para permitir el deslizamiento. El extremo deslizante se protegerá con una caperuza metálica de unos ocho centímetros de longitud, cuyos tres centímetros finales se rellenarán con un material compresible. La mitad engrasada debe colocarse alternativamente a uno y otro lado de la junta. El material de relleno será de un espesor del orden de 25 milímetros, perforado para que puedan atravesarlo los pasadores.

Para alojamiento del material de sellado, la junta debe rematar, en su cara superior, en una ranura algo más ancha que el espesor de la propia junta, sin que exceda en más de un centímetro. Dicha ranura podrá constituirse por moldeo en el hormigón fresco mediante un listón metálico que se retire más tarde. La profundidad no debe ser inferior a su anchura y sus bordes deben quedar redondeados o achaflanados.

5. Armaduras

Caso de proyectarse un armado general de las losas se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

Las armaduras estarán constituidas por mallazos de acero de alto límite elástico. La cantidad total de armadura no será inferior, en general, a 2 Kg/m² de losa, de los cuales al menos el 80 por 100 corresponderá a las armaduras longitudinales.

La luz del mallazo no será inferior a 10 cm.

Los mallazos se colocarán a lo largo de los cuatro bordes de la losa, con su mayor dimensión paralela al borde que refuerzan; así, las esquinas resultarán doblemente armadas. La anchura de los mallazos que se coloquen longitudinalmente no será inferior a los 7/24 de la anchura de la losa y la de los mallazos que se coloquen transversalmente a los 5/24 de la longitud de la losa.

Si son de temer asientos del terreno de cimentación es conveniente colocar una armadura suplementaria reforzando los bordes de la cara inferior de las losas.

En las juntas, los pasadores estarán constituidos por barras lisas de acero dulce ordinario, de unos 25 milímetros de diámetro y 60 centímetros de longitud, y los anclajes, por barras de acero corrugado, de alta resistencia, de unos 10 milímetros de diámetro. En el punto 4 se indican con mayor detalle otras prescripciones relativas a estas armaduras.

MINISTERIO DE INDUSTRIA

ORDEN de 3 de junio de 1964 por la que se reglamentan las botellas destinadas a envasado, transporte y almacenamiento de gases licuados de petróleo.

Ilustrísimo señor:

Por Orden de 21 de octubre de 1952, y en atención a evidentes razones de seguridad, fué aprobado el vigente Reglamento para reconocimiento y prueba de aparatos y recipientes que contienen fluidos a presión.

Con posterioridad a aquella fecha se ha producido una expansión progresiva del empleo de los gases licuados de petróleo (G. L. P.) en muchos de sus campos de aplicación, con irrupción incluso en el ámbito doméstico, dejando de ser su utilización patrimonio exclusivo de los técnicos.

Pese a la variación de las circunstancias, los depósitos destinados a contener estos gases siguen siendo sometidos al régimen de seguridad establecido genéricamente para toda clase de recipientes a presión en el Reglamento citado.

La insuficiencia de esta regulación, ratificada por la dinámica de los hechos, obliga a pensar en un régimen de seguridad complementario más en consonancia con las necesidades actuales para todos aquellos depósitos destinados a envasar, transportar y almacenar gases licuados de petróleo.

En su virtud, una vez alcanzada la primera fase de este objetivo, el estudio y reglamentación de las normas exigidas por la seguridad en lo relativo a recipientes destinados a envase de utilización comercial, este Ministerio ha tenido a bien disponer:

Se aprueba la adjunta Instrucción complementaria del vigente Reglamento para reconocimiento y prueba de los aparatos y recipientes que contienen fluido a presión, por la que se regula la fabricación y revisión de los recipientes destinados a envase comercial de gases licuados de petróleo.

Lo que comunico a V. I. a los efectos oportunos. Dios guarde a V. I. muchos años.

Madrid, 3 de junio de 1964.

LOPEZ BRAVO

Ilmo. Sr. Director general de Industrias Siderometalúrgicas.

INSTRUCCION COMPLEMENTARIA DEL VIGENTE REGLAMENTO PARA RECONOCIMIENTO Y PRUEBA DE APARATOS Y RECIPIENTES QUE CONTIENEN FLUIDOS A PRESION POR LA QUE SE REGULA LA FABRICACION Y REVISION DE LOS RECIPIENTES DESTINADOS A ENVASE COMERCIAL DE GASES LICUADOS

Disposiciones preliminares

Artículo 1.º Constituye el objeto de la presente Instrucción la reglamentación relativa a prototipos, así como las normas sobre la fabricación y revisión de recipientes destinados a envasado comercial de gases licuados de petróleo.

Art. 2.º Para la fabricación de recipientes destinados a envasado comercial de gases licuados de petróleo (G. L. P.) será preceptiva la previa aprobación de su prototipo por la Dirección General de Industrias Siderometalúrgicas.

Sólo podrán autorizarse los prototipos que reúnan las condiciones técnicas básicas relativas a constitución, materiales, dimensiones, válvulas y capacidad de carga que se determinan en la presente Instrucción.

Condiciones técnicas básicas

Art. 3.º *Constitución.*—Los recipientes habrán de estar formados por dos casquetes embutidos profundos, unidos por una soldadura ecuatorial o por un cuerpo cilíndrico de chapa enrollada, según una generatriz, y dos embutidos profundos ensambados al cuerpo cilíndrico por soldaduras ecuatoriales.

Asimismo los recipientes dispondrán de un collarín de acero de calidad similar a la del cuerpo del recipiente, con rosca interior para acoplamiento de la válvula.

Art. 4.º *Materiales.*—1. Para la fabricación de los recipientes sólo podrán utilizarse aceros de calidad calmada o estabilizada con aluminio pertenecientes a los siguientes grupos:

a) Aceros no aleados.—A los efectos de la presente Instrucción se entiende por aceros no aleados aquellos en los que los elementos de aleación Si, Mn, Cr, Mo, Ni, Cu, Al, Va, Ti no sobrepasen los siguientes porcentajes (análisis de cuchara): Si, 0,35 por 100; Mn, 1,3 por 100; Si-Mn, 1,5 por 100; Cr, 0,3