

III. – Clasificación de Emulsiones.

3.1- Emulsiones Aniónicas y Catiónicas.

Dependiendo de la carga del emulsificante, las emulsiones se clasifican en Aniónicas, Catiónicas y No Iónicas, aunque en el caso de los pavimentos las únicas utilizadas son las Catiónicas y las Aniónicas.

Esta clasificación se basa en la forma en la cual las partículas de asfalto se mueven al pasar una corriente a través de una emulsión.

Las Emulsiones Aniónicas derivan su nombre del hecho de que cuando se sumergen dos electrodos en ellas y se hace pasar una corriente eléctrica, los glóbulos de asfalto se dirigen hacia el Anodo, lo que significa que poseen cargas negativas y tienen, por éste hecho, afinidad por los materiales pétreos electropositivos como las calizas y basaltos.

El emulsificante de éstas emulsiones aniónicas es un electrolito, es decir, un cuerpo ionizable que se disocia en el agua en (2) dos fracciones eléctricas; el Anión (carga negativa) y el Cation (carga positiva) generalmente este emulsificante es un jabón alcalino de ácido graso, como una sal de sodio o de potasio de un ácido orgánico. La fórmula general de éstos jabones, en el caso de sal de sodio es:



En donde R, representa la cadena del ácido graso y constituye la parte no polar de la molécula, que tiene afinidad por la fase asfáltica. La otra parte de la molécula $COONa$, es la parte polar.

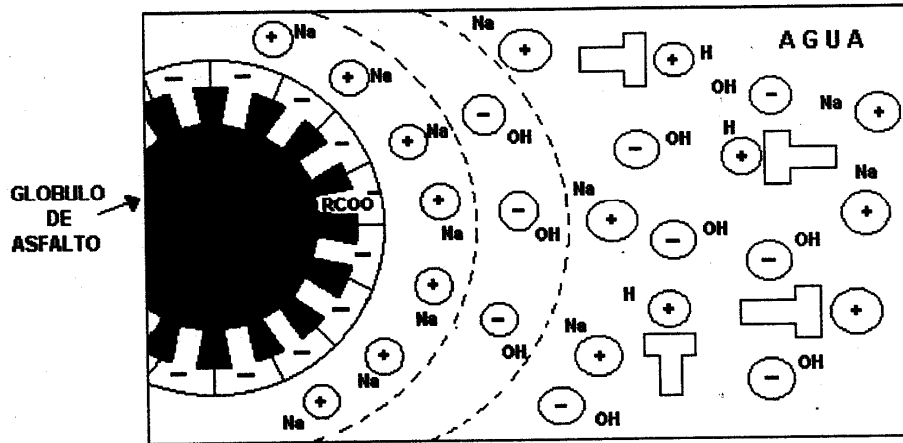
Cuando dicho jabón se pone en la solución en el agua, se ioniza; el sodio (Na) constituye los iones positivos o cationes y el resto de la molécula (RCOO) constituye los iones negativos o aniones.

Cuando se dispersa el asfalto en ésta solución jabonosa, los aniones (RCOO) son absorbidos por los glóbulos de asfaltos y vienen a constituir una envoltura alrededor de ellos, en tanto que los cationes (Na) absorbidos por el agua, constituyen una segunda envoltura alrededor de la primera. (Fig. No. 3.1.1)

Los iones que envuelven los glóbulos de asfalto se repelen, puesto que llevan cargas del mismo signo (negativas), impidiendo la coagulación y asegurando la estabilidad de la emulsión.

Las Emulsiones Catiónicas se denominan así porque, a la inversa de lo que sucede con las emulsiones aniónicas, los glóbulos de asfalto se dirigen hacia el catodo cuando se sumergen dos electrodos en ellas y se hace pasar una corriente eléctrica. Presentan, por

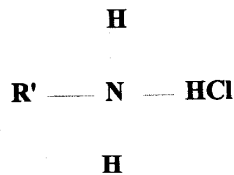
tanto, cargas eléctricas positivas y tienen buena afinidad con los materiales pétreos electronegativos, como los de naturaleza silicosa (cuarzo).



ESQUEMA DE LA ESTRUCTURA DE UNA EMULSION ANIONICA

Fig. 3.1.1

El emulsificante en éste caso es también un electrolito, constituido generalmente por una sal de amina o amonio cuaternario, que resulta de la acción de un ácido mineral (clorhídrico, nítrico, acético, etc.), sobre la amina grasa. La fórmula general de éste tipo de jabones es, por ejemplo:



En la que R' representa la cadena orgánica característica de la amina y constituye la parte no polar de la molécula, la cual tiene afinidad con el asfalto. La otra parte de dicha molécula (NH₃Cl) es la parte polar con afinidad por el agua.

Al ponerse en solución en el agua, éste emulsificante se ioniza: el átomo de cloro (Cl) constituye el Anión (-) y el resto de la molécula (R'NH₃), el catión (+). (Fig. No. 3.1.2)

Cuando se dispersa el asfalto en ésta solución, los cationes (R'NH₃) son absorbidos por los glóbulos de asfalto, debido a la afinidad de R' por el ligante hidrocarbonado. Estos cationes vienen a constituir una envoltura alrededor de cada glóbulo de asfalto, envoltura

consecuentemente cargada en forma positiva, a la inversa de lo que sucede en el caso de la emulsión aniónica. Los aniones (Cl), absorbidos por el agua, constituyen una segunda envoltura alrededor de la primera.

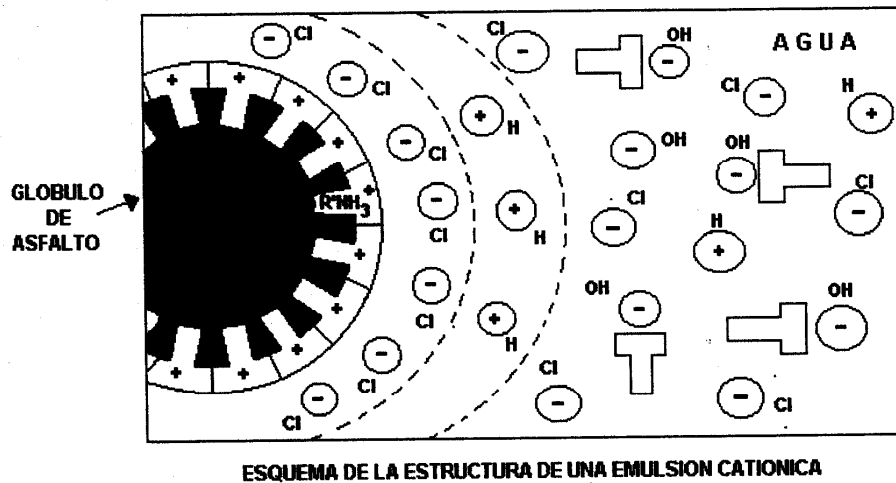


Fig. 3.1.2

La estabilidad de las emulsiones catiónicas queda asegurada por la repulsión electrostática de los glóbulos de asfalto, los cuales están rodeados de iones del mismo signo (positivo).

Además de la diferencia fundamental entre ambos tipo de emulsiones, debida a su carga eléctrica, se encuentra que las emulsiones aniónicas son de carácter básico (PH entre 11 y 12) por la presencia de los iones OH^- de la sosa cáustica (Hidróxido de sodio $\text{Na}^+ \text{OH}^-$) que se les agrega para darles más estabilidad, mientras que las emulsiones catiónicas generalmente tienen un carácter ácido (PH entre 6 y 7) debido a la presencia del ión H^+ del ácido clorhídrico ($\text{H}^+ \text{Cl}^-$) que se utiliza en su fabricación.

En las Figuras 3.3.2 y 3.3.3, aparecen representaciones esquemáticas de la afinidad de los materiales pétreos, en las emulsiones aniónicas y catiónicas respectivamente.

Como ya se mencionó anteriormente, además de las emulsiones Aniónicas y Catiónicas, existen también otros tipos de emulsiones, que son fabricadas con emulsificantes no iónicos (ésteres de ácidos grasos o de alcoholes) o con emulsificantes coloidales (caseína, gelatinas, polvos finos de arcillas y bentonitas). Las emulsiones no iónicas casi no se han usado en trabajos de pavimentación y las elaboradas con emulsificantes coloidales se emplean generalmente para usos industriales.

3.2- Características de las Emulsiones.

Contenido de agua.- Las emulsiones para carreteras pueden contener porcentos variables de agua, según el tipo de emulsión de que se trate; es esencial conocer el porcentaje de agua, si se requiere cuantificar con exactitud la cantidad real de aglutinamiento asfáltico usado en la carpeta. El contenido de agua de una emulsión, puede variarse para adaptarse a técnicas particulares de aplicación.

Viscosidad.- La viscosidad de una emulsión, es la valoración de sus propiedades de flujo y no tiene relación con la viscosidad del asfalto disperso. La viscosidad se condicionada principalmente por la proporción de asfalto presente en la emulsión (Fig. No.3.2.1) y por la distribución de tamaño del glóbulo.

La viscosidad de la emulsión debe ser lo suficientemente baja para poder regarla mediante petrolizadoras convencionales o para que cubra con facilidad la piedra en una mezcladora, pero al mismo tiempo será lo suficientemente viscosa para no escurrirse ni en la carretera durante el riego, ni en la superficie de las partículas durante el mezclado.

Estabilidad de almacenamiento.- Permite un tiempo mayor o menor entre la fabricación y el empleo de la emulsión; depende fundamentalmente de la naturaleza de la cantidad del emulsificante y tamaño de las partículas en dispersión.

Velocidad de rompimiento.- En función de distintas variables como son, naturaleza del ligante asfáltico, naturaleza y cantidad del emulsionante, naturaleza de los agregados y naturaleza de electro-química de la propia emulsión.

Adherencia o adhesividad a los agregados.- Es sin duda la característica más importante de cualquier ligante asfáltico y por lo tanto también de las emulsiones. Podemos definirla como la capacidad de un ligante o cementante asfáltico para quedar bien fijo en el agregado, recubriéndolo sin peligro de que se desplace, incluso en la presencia de agua o tráfico.

3.3- Mecanismo de Ruptura de una Emulsión.

Otra característica principal es la del "rompimiento" y hablar de rompimiento de una emulsión, significa que estamos hablando de una deposición del asfalto de los demás componentes (agua y agente emulsificante), es decir, una separación de los glóbulos de asfalto de la fase acuosa, esto se logra cuando las partículas de asfalto no se pueden evaporar, hay que lograr que el agua si lo haga y muchas de las veces la misma naturaleza se encarga de la labor por medio de la temperatura, viento, humedad, etc., Con esto el residuo asfáltico retiene todas sus propiedades, tales como: adherencia, durabilidad y resistencia del cemento asfáltico del cual provienen. (Fig. No. 3.3.1)

Las emulsiones aniónicas se rompen más fácilmente con los materiales básicos, como los calcáreos, por ejemplo.

Las emulsiones catiónicas rompen tanto con materiales básicos como con los ácidos, razón por la cual su utilización es mucho más frecuente.

Se puede romper una emulsión aniónica, por introducción de ácido y por introducción de una base en una emulsión catiónica.

Pasos por los que atraviesa el rompimiento de una emulsión adheriendo el fino al agregado.

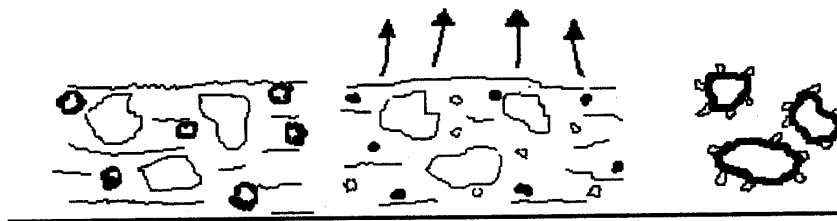


Fig. No. 3.3.1

La ruptura puede producirse con mayor o menor velocidad y varía en función de diversos factores, entre los cuales se encuentra la formulación de la emulsión, según se observa a continuación.

- La velocidad de ruptura **AUMENTA** cuando el pH de la emulsión catiónica **AUMENTA**.
- La velocidad de ruptura **DISMINUYE** cuando la viscosidad de la emulsión **AUMENTA**.

Las emulsiones de ruptura rápida se utilizan para los riegos superficiales y riegos de penetración, mientras que las emulsiones de ruptura lenta se utilizan para obras de impregnaciones, mezclas asfálticas y micro-concretos en frío.

3.3.1- Ruptura por Evaporación de Agua.

Como se dijo anteriormente el agua forma una película sobre la superficie del pétreo, ésta al evaporarse provoca una concentración de glóbulos de asfalto el cual provoca un aumento en la fuerza de atracción molecular, que sobrepasa la fuerza de repulsión electrostática.

Por otra parte, la evaporación del agua, en las emulsiones alcalicas o ácidas, la concentración o base aumenta, de tal manera que sobrepasa cierto límite que provoca el rompimiento de la emulsión.

3.3.2- Ruptura por Dilución.

Si se diluye una emulsión con agua pura, llega a producirse el rompimiento por un fenómeno inverso al que produce el rompimiento por evaporación del agua. A medida que la alcalinidad de la fase acuosa va disminuyendo por la dilución, las moléculas del emulsificante van desplazándose hacia ella hasta abandonar por completo el asfalto, cuyos glóbulos se unen, produciendo el rompimiento de la emulsión.

3.3.3- Ruptura por Congelamiento.

Este rompimiento puede producirse por la alteración de las propiedades del jabón empleado como emulsificante. El fenómeno puede tener lugar a temperaturas superiores a 0° C. y se manifiesta con mayor intensidad en los jabones sódicos que en los potásicos.

Si el enfriamiento llega al extremo de producir congelación del agua, al producir el deshielo la emulsión rompe completamente o presenta gran cantidad de partículas gruesas que la hacen inutilizable. Las emulsiones que muestran gran estabilidad al rompimiento al mezclárseles con cloruro de calcio, son también muy resistentes al rompimiento por congelación.

3.3.4- Ruptura por Reacción.

Puesto que en presencia de la fase acuosa de la emulsión, el material pétreo forma una capa de ionización superficial. Intercambiando iones formando un compuesto insoluble alrededor del material, provocando la ruptura de la emulsión y esto entraña la adhesión del asfalto al material. Para un mejor entendimiento, distinguiremos dos tipos de materiales, ALCALINOS y ACIDOS.

a) Materiales Alcalinos.

En los materiales de tipo alcalinos, como los calcáreos, constituidos por $\text{CO}_3 \text{Ca}$ y puestos en presencia de una emulsión asfáltica, el carbonato de calcio, pasa a disolverse en el agua en forma de iones.

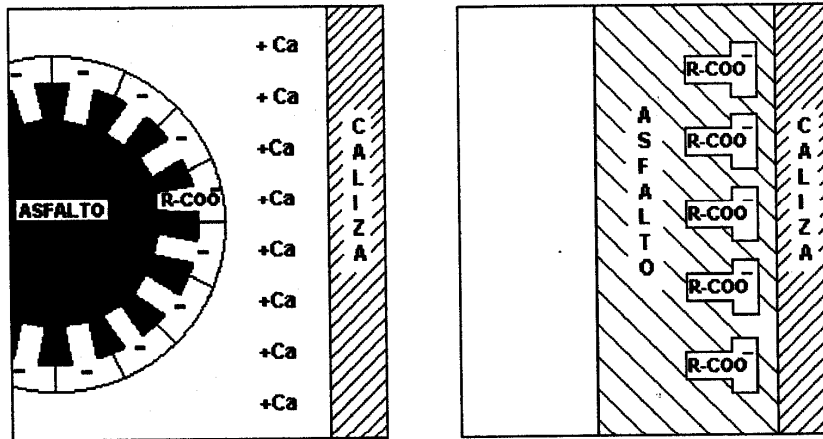
Las partes de los cationes (Ca^{+2}) van a ser absorbidos sólidamente a la superficie del material, en razón de su afinidad por los aniones (CO_3)⁻, mientras que el resto de los cationes (Ca^{+2}), así como los aniones (CO_3)⁻ penetran en la fase acuosa.

a.1) - Caso de la Emulsión Aniónica.

Los glóbulos de asfalto en la emulsión aniónica están recubiertos de aniones (RCOO)⁻ absorbidos y sólidamente adheridos, formando un aura de atracción entre sus aniones y cationes (Ca^{+2}) del material.

- Los iones (Na^+) y (CO^+), ámbos móviles, serán intercambiados en la fase acuosa, para formar un jabón insoluble, compuesto por dos moléculas de (RCOO)⁻ y por un átomo de (Ca^{+2}), y el aura une sólidamente al glóbulo de asfalto al material calcáreo. (Fig. 3.3.2)

- Posteriormente viene el fenómeno de la ruptura de la emulsión acompañado de un fenómeno de adhesión.



COMPORTAMIENTO DE UN MATERIAL CALIZO CON UNA EMULSION ANIONICA

Fig. 3.3.2

a.2) - Caso de la Emulsión Catiónica.

Si la emulsión utilizada es del tipo cationica, se lleva a cabo un tanque de material calcáreo por ácido contenido en la fase acuosa con la siguiente formación de un cloruro de calcio que se disuelve en el agua.

Los cationes de calcio son utilizados para la formación del cloruro y son los aniones de carbonato quienes van a tapizar la superficie del material.

Así nos encontraremos con glóbulos de asfalto cargados positivamente, y la superficie del material, recubierta de aniones (CO₃)⁻.

Los glóbulos de asfalto serán atraídos hacia el material y se producirá la ruptura de la emulsión, acompañada de adhesividad, debido a la formación de un compuesto insoluble (carbonato de amina), verdaderamente cementante entre el material calcáreo y el asfalto.

b) Materiales Ácidos.

Los materiales ácidos están constituidos por sílice pura o por silicatos.

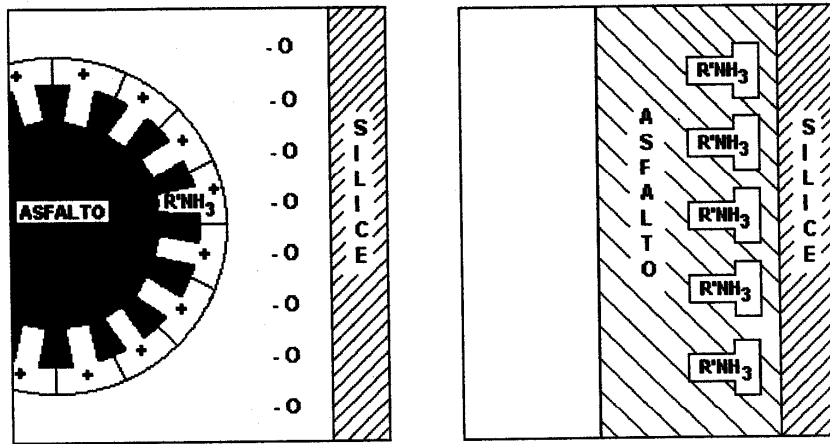
Para efectos ilustrativos, podemos considerar el caso del ácido ortosilícico, en el que los aniones (SiO₄)⁻⁴ están fuertemente absorbidos a la superficie del material, mientras que los cationes H⁺ son absorbidos por el agua.

b.1) – Caso de la Emulsión Catiónica.

En presencia de un material ácido, los glóbulos de asfalto de una emulsión catiónica, cargados positivamente son atraídos por los iones $(SiO_4)^{-4}$ que recubren el material.

La sobrecubierta protectora de aniones cloruro es neutralizada por cationes hidrógeno (H^+) .

A continuación, viene la ruptura de la emulsión y la adhesión entre el asfalto y el material pétreo, gracias a la formación de un compuesto insoluble. (Fig. 3.3.3)



COMPORTAMIENTO DE UN MATERIAL SILICEO CON UNA EMULSION CATIONICA.

Fig. 3.3.3

b.2) – Caso de la Emulsión Aniónica.

En éste caso los glóbulos cargados negativamente, no son atraídos por los aniones $(SiO_4)^{-4}$.

Se presenta una similitud con el caso de los materiales alcalinos y la emulsión catiónica, en el cual los cationes Na^+ que rodean al glóbulo de asfalto reaccionan con el silicato, formando un silicato de sodio soluble en el agua. Los aniones $(RCOO)^-$ reaccionan con los cationes H^+ , formando un ácido graso inactivo.

En este caso se puede observar la ruptura de la emulsión pero no se obtiene adhesividad ya que no se puede formar un cemento como en los otros casos vistos.

3.4- Uso de las Emulsiones Considerando su Grado de Rompimiento.

Ampliando un poco más el punto de Mecanismo de Ruptura de una Emulsión, diremos que las emulsiones tanto aniónicas como catiónicas están divididas en 3 tipos principales, según el grado de rompimiento, Fig. 3.4.1 (velocidad de separación del asfalto del agua) siendo estas las siguientes:

3.4.1 – Emulsiones de Rompimiento Rápido.

Este tipo comprende emulsiones que se caracterizan por el rompimiento rápido al regarse y son adecuadas para tratamientos superficiales; por lo general, este tipo de emulsiones no resultan adecuadas para mezclas con agregado pétreo.

Este tipo de emulsiones se utilizan por lo general en tratamientos superficiales para mantenimiento de carreteras, siendo estas las siguientes:

- Calafateos o trabajos de bacheo.
- Riego de Gravilla.
- Riegos de liga.
- Curado de concretos.

En usos más especializados, como para evitar el anclaje en capas de concreto hidráulico, así como protector de la humedad cuando se siembran bordos y terraplenes con pasto.

La germinación mejora mucho, por el hecho de que el asfalto, convenientemente regado en forma de emulsión, retarda la pérdida de agua del suelo por evaporación.

3.4.2 Emulsiones de Rompimiento Medio.

Son emulsiones con estabilidad suficiente para permitir el mezclado, antes de su ruptura, con agregados pétreos de cierta granulometría; contienen más estabilizante que las emulsiones de rompimiento rápido.

Estas emulsiones se usan principalmente con los siguientes propósitos:

- Reavivación de un pavimento asfáltico o antiguo.
- Mezclas prefabricadas para bacheo o renivelación.

Si se mezclan emulsiones de rompimiento medio con agregados que contengan finos en abundancia, la emulsión rompe prematuramente. Hay cierto traslape entre el uso de emulsiones de rompimiento medio y emulsiones de rompimiento lento para este tipo de trabajo.

El grado de estabilidad requerido en la emulsión se determina para cada agregado por medio de ensayos; si se presenta coagulación antes del cubrimiento total del agregado, deberá usarse una emulsión más estable.

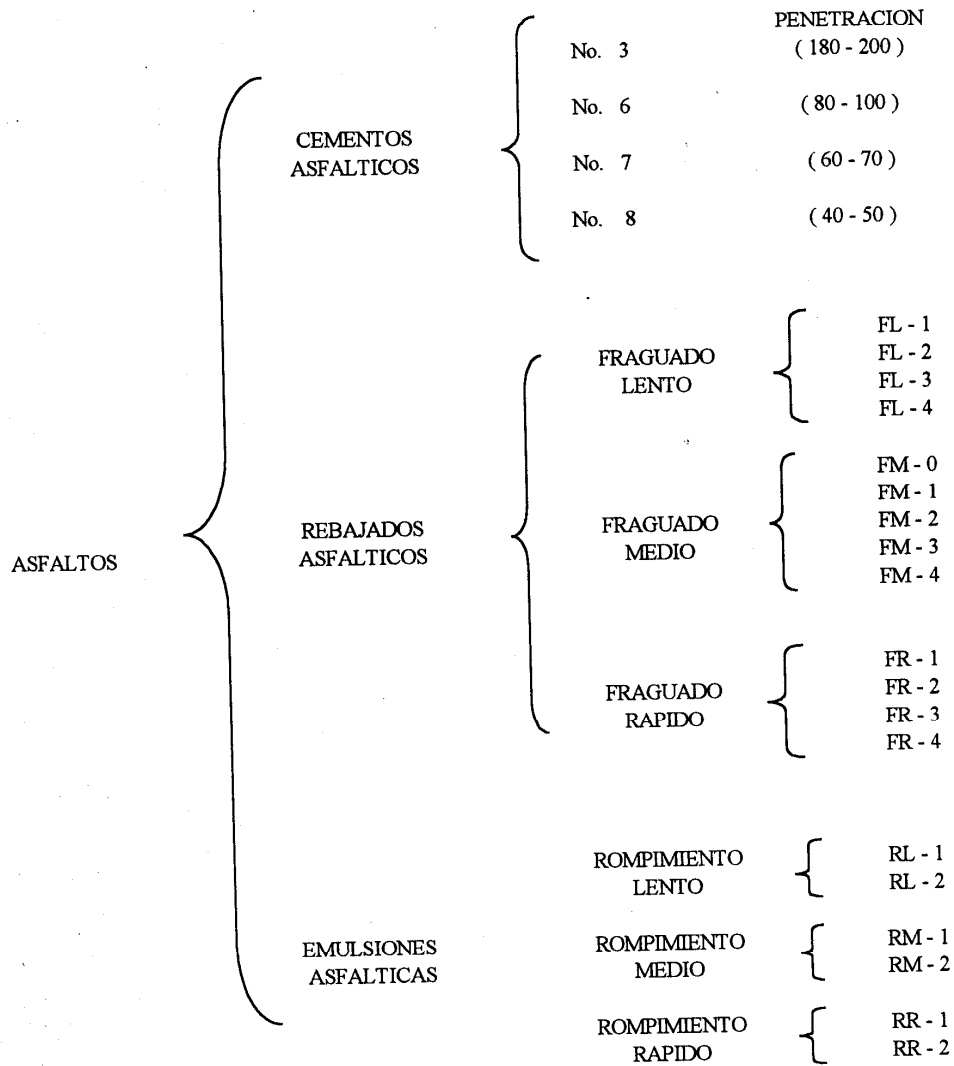


Fig. 3.41

CLASIFICACION DE LOS ASFALTOS

3.4.3- Emulsiones de Rompimiento Lento.

Son emulsiones con suficiente estabilidad química y mecánica para cualquier trabajo en el cual, se requiera la mezcla con material pétreo, incluyendo materiales con gran proporción de finos o materiales químicamente activos como son el cemento, la cal hidratada, etc.

Estas emulsiones tienen los siguientes usos principales:

- Para mezclas prefabricadas.
- Para bacheo de nivelación.

Las normas de calidad que deben cumplir las emulsiones aniónicas y catiónicas, dependiendo de su grado de rompimiento se pueden apreciar en las tablas 3.4.1 y 3.4.2 .

3.4.4- Rociado Tipo Neblina.

Se emplea para reparar y renovar las carpetas de textura abierta que presentan indicios de desgaste. Se aplica un rociado delgado, tipo neblina, con emulsión de 30 a 40% de contenido de asfalto.

Las carpetas de textura abierta que presentan signos de desgaste, se sellan con mortero asfáltico fabricado con arena fina y emulsión asfáltica muy estable. El mortero se prepara en un mezclador apropiado y se escobilla sobre la carpeta.

3.4.5- Estabilización de suelos.

Se puede usar la emulsión sola, o bien, una combinación de emulsión asfáltica de fraguado lento y cemento hidráulico; en esta forma se obtiene un suelo estabilizado que posee la rapidez del fraguado de la mezcla suelo-cemento, pero presentado aún su naturaleza plástica. La emulsión de asfalto comunica al suelo resistencia considerable a la absorción del agua.

TABLA 3.4.1 NORMAS DE CALIDAD PARA EMULSIONES ANIONICAS

CARACTERISTICAS	GRADO					
	Rompimiento Rápido		Rompimiento Medio	Rompimiento Lento		
	RR - 1	RR - 2	RM - 2	RL - 1	RL - 2	
PRUEBAS EN EL PRODUCTO ORIGINAL						
Viscosidad Saybolt-Furol a 25 °C, seg.....	20 - 100	---	100 mín.	20 - 100	20 - 100	20 - 100
Viscosidad Saybolt-Furol a 50 °C, seg.....	---	75 - 400	---	---	---	---
Residuo de la destilación, % en peso, mínimo.....	57	62	62	57	57	57
Asentamiento en 5 días, diferencia en %, máximo.....	3	3	3	3	3	3
Demulsibilidad. 35 ml. de 0.02N CaCl ₂ , % ,mínimo..... 50 ml. de 0.10N CaCl ₂ , % ,máximo.....	60 ---	50 ---	---	---	---	---
Retenido en la malla No. 20, %, máximo.....	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Miscibilidad con cemento portland, %, máximo.....	---	---	---	2.0	2.0	2.0
PRUEBAS EN EL RESIDUO DE LA DESTILACION						
Penetración, 25 °C, 100 g. 5seg. Grados.....	100 - 200	100 - 200	100 - 200	100 - 200	100 - 200	40 - 90
Solubilidad en tetracloruro de carbono, %, mínimo.	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5
Ductibilidad, 25 °C, cm, mínimo.....	40	40	40	40	40	40

Nota: La viscosidad de las emulsiones no debe aumentar más de 30% al bajar su temperatura de 20 °C a 10 °C, ni bajar más de 30% al subir su temperatura de 20 °C a 40 °C.

TABLA 3.4.2 NORMAS DE CALIDAD PARA EMULSIONES CATIONICAS

CARACTERISTICAS	GRADO							
	Rompimiento Rápido		Rompimiento Medio			Rompimiento Lento		
	RR - 2K	RR - 3K	RM - 2K	RM - 3K	RL - 2K	RL - 3K	RL - 3K	RL - 3K
PRUEBAS EN EL PRODUCTO ORIGINAL								
Viscosidad Saybolt-Furol a 25 °C, seg.....	---	---	---	---	20 - 100	20 - 100	20 - 100	20 - 100
Viscosidad Saybolt-Furol a 50 °C, seg.....	20 - 100	100 - 400	50 - 500	50 - 500	---	---	---	---
Residuo de la destilación, % en peso, mínimo.....	60	65	60	65	57	57	57	57
Asentamiento en 5 días, diferencia en %, máximo.....	5	5	5	5	5	5	5	5
Retenido en la malla No. 20, %, máximo.....	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Cubrimiento del agregado (en condiciones de trabajo Prueba de resistencia al agua: Agregado seco, % de cubrimiento, mínimo..... Agregado húmedo, % de cubrimiento, mínimo.....	---	---	80	80	---	---	---	---
Miscibilidad con cemento portland, %, máximo.....	---	---	---	---	2.0	2.0	2.0	2.0
Carga de la partícula.....	POSITIVA	POSITIVA	POSITIVA	POSITIVA	POSITIVA	POSITIVA	POSITIVA	---
pH, máximo.....	---	---	---	---	6.7	6.7	6.7	6.7
Disolvente en volumen, por ciento, máximo.....	3	3	20	12	---	---	---	---
PRUEBAS EN EL RESIDUO DE LA DESTILACION								
Penetración , 25 °C, 100 g. 5seg. Grados.....	100 - 250	100 - 250	100 - 250	100 - 250	100 - 200	100 - 200	100 - 200	40 - 90
Solubilidad en tetracloruro de carbono, %, mínimo.	97	97	97	97	97.5	97.5	97.5	97.5
Ductibilidad, 25 °C, cm, mínimo.....	40	40	40	40	40	40	40	40

Nota: La viscosidad de las emulsiones no debe aumentar más de 30% al bajar su temperatura de 20 °C a 10 °C, ni bajar más de 30% al subir su temperatura de 20 °C a 40 °C.

3.5- Propiedades de las Emulsiones.

Las propiedades de las emulsiones asfálticas se determinan mediante las siguientes pruebas:

- Viscosidad.
- Residuo de la destilación % mínimo.
- Carga de la partícula.
- Potencial Hidrógeno, (PH) máximo. (sólo catiónicas)
- Penetración en residuo.
- Densidad a (25°C)
- Retenido en malla No. 20.
- Asentamiento
- Miscibilidad con cemento portland
- Demulsibilidad. (sólo aniónicas)
- Cubrimiento del agregado. (sólo catiónicas)

En ésta sección mencionaremos moderadamente las características y procedimientos de cada prueba. El detalle de todas estas pruebas se acentúan en un capítulo posterior.

3.5.1.-Viscosidad.

Se determina en forma similar que para el caso de cementos asfálticos y asfaltos rebajados, empleando el viscosímetro saybolt-furol y calentando las emulsiones a las temperaturas de prueba especificadas.

La viscosidad de una emulsión a una determinada temperatura, depende principalmente de la proporción de cemento asfáltico presente en la emulsión y de la distribución del tamaño de los glóbulos de asfalto. En la figura 3.5.1 se aprecia la variación de la viscosidad de la emulsión con el contenido de asfalto.

La viscosidad de la emulsión debe ser lo suficientemente baja para poder regarla mediante las petrolizadoras convencionales y para que cubra con facilidad a los materiales pétreos o superficies a los que se aplica, pero al mismo tiempo será lo suficientemente viscosa para no escurrirse ni en la carretera durante el riego, ni de la superficie de las partículas durante el mezclado. Para riegos de sello y tratamientos superficiales se recomiendan viscosidades Saybolt-furol de (25) veinticinco a (100) cien segundos y para mezclas, viscosidades de (75) setenta y cinco a (100) cien segundos, a la temperatura de aplicación.

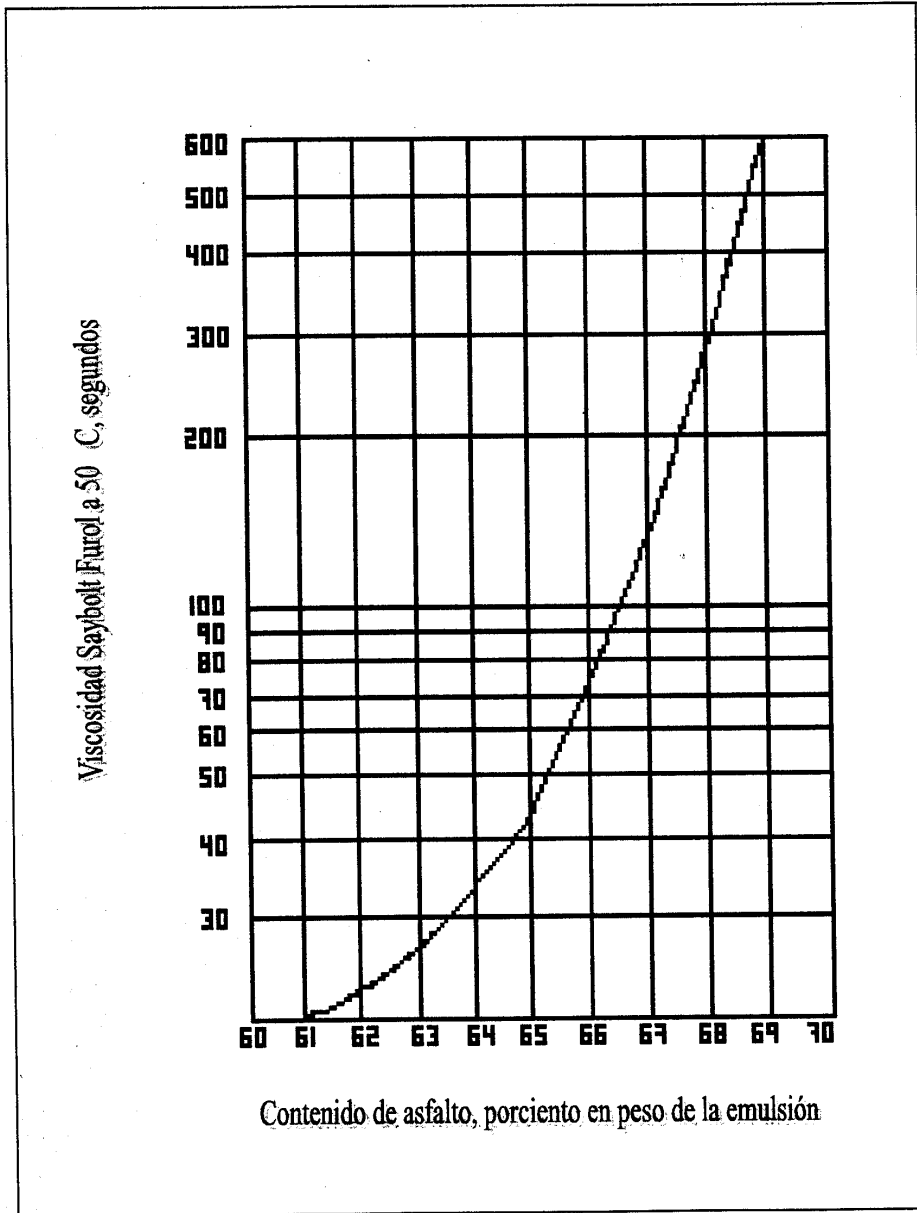


Fig. 3.5.1

Efecto del contenido de asfalto sobre la viscosidad de una emulsión asfáltica.

3.5.2.- Residuo de la Destilación.

Esta prueba se efectúa en los asfaltos rebajados y a las emulsiones asfálticas. En los primeros, para determinar los porcentajes de solventes a diferentes temperaturas hasta la máxima de (360°C) trescientos sesenta grados centígrados y el porcentaje del residuo con respecto al volumen total, y en las segundas para determinar las proporciones de cemento asfáltico y de agua en el producto. En ambos tipos de materiales, el residuo obtenido se somete a otras pruebas, principalmente penetración, solubilidad y ductibilidad, para conocer las características de cemento asfáltico empleado en su elaboración. En los asfaltos rebajados una cantidad especificada del producto se coloca dentro del matraz de destilación, el cual está conectado a un tubo refrigerante por el que circula agua fría. Cuando se calienta el matraz los solventes se evaporan y pasan al refrigerante donde se condensan de nuevo, recogiendo en una probeta graduada. (Fig. 3.5.2)

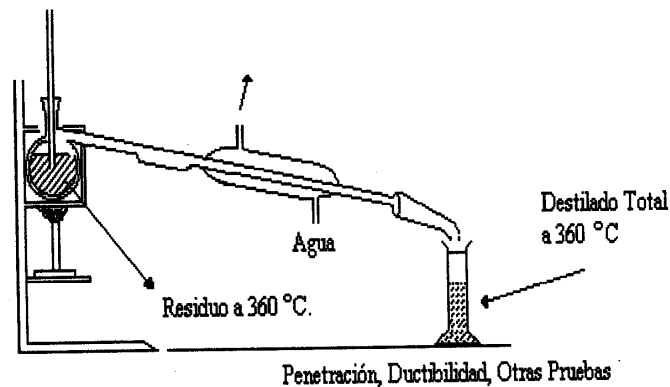


Fig. 3.5.2

En las emulsiones asfálticas, la prueba se efectúa de manera similar, sólo que el recipiente de destilación es de hierro o de aleación de aluminio y el quemador es circular en vez de flama única. Lo que está especialmente diseñado para evitar problemas de formación de espuma en la emulsión, al momento de ser calentada.

Efectuando la destilación del producto en la forma ya mencionada, se obtiene el porcentaje en peso del residuo, restando al peso original de la muestra el peso del agua destilada (más solvente, en su caso) y relacionando la diferencia con el citado peso original de la muestra. El residuo constituye el ligante útil que quedará aplicado en la obra mediante la emulsión.

3.5.3.- Carga de la Partícula.

Esta prueba sirve para un identificación de las emulsiones catiónicas de rompimiento rápido y de rompimiento lento. Consiste en sumergir dos electrodos en una muestra de emulsión, conectados a una fuente de corriente directa. Después de un tiempo especificado en que se hace pasar la corriente eléctrica, se examinan los electrodos para determinar en cual de ellos se ha depositado el asfalto. Un depósito o adherencia de asfalto en el catodo revelará que se trata de una emulsión catiónica, y viceversa para el caso de las emulsiones aniónicas. (Fig. 3.5.3)

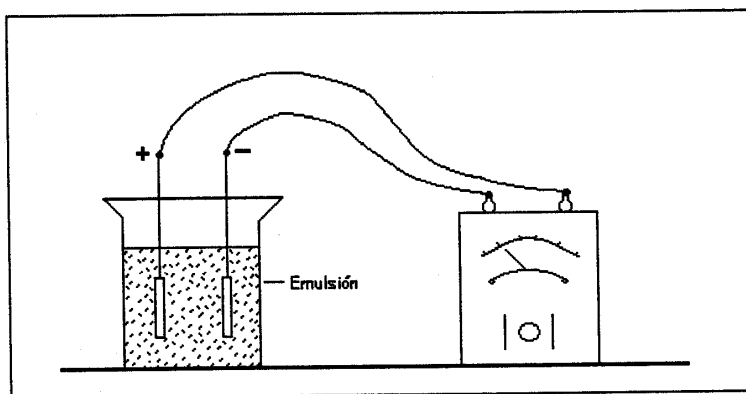


Fig. No. 3.5.3 Dispositivo para Determinar la carga de la Partícula

3.5.4.- PH de la Emulsión.

Esta prueba se usa únicamente para determinar si la emulsión en cuestión es ácida o básica. Se usa un potenciómetro o medidor de PH para realizar la prueba, la cual consiste en colocar la muestra de la emulsión dentro de un recipiente o charola e insertar dos electrodos de vidrio en conexión con el potenciómetro. Se mide en el aparato la diferencia de potencial en unidades de PH o en milivoltios, que son indicaciones del grado de la muestra.

3.5.5.- Asentamiento.

La prueba de asentamiento determina la tendencia de los glóbulos de asfalto a unirse entre sí durante el almacenamiento de la emulsión. La prueba consiste en mantener cierto volumen de emulsión en una probeta graduada, durante un número determinado de días, al cabo de los cuales se toman muestras de la parte superior y del fondo de la probeta.

Estas muestras se pesan y se calientan hasta que toda el agua se evapore. Se obtiene en cada una de ellas el porcentaje de residuo y se determina la diferencia, la cual será una medida de asentamiento.

3.5.6.- Retenido en la malla No. 20.

La prueba de la malla complementa a la prueba de asentamiento y tiene un propósito similar. Se usa para determinar cuantitativamente el porcentaje de cemento asfáltico presente en la emulsión en la forma de glóbulos relativamente grandes. Tales glóbulos tenderían a producir cubrimientos no uniformes de las partículas de material pétreo. Esta tendencia podría no ser revelada por la prueba de asentamiento, la que es de utilidad a este respecto sólo cuando hay la suficiente diferencia entre las densidades del agua y del asfalto para que ocurra el asentamiento.

La prueba se efectúa haciendo pasar una muestra de la emulsión a través de una malla Número 20. Para las emulsiones aniónicas se lavan la malla y el asfalto retenido con una solución diluida de oleato de sodio y para las emulsiones catiónicas el lavado se efectúa simplemente con agua destilada. Después del lavado se coloca la malla con el asfalto retenido en un horno para su secado y a continuación se determina el peso del asfalto retenido y el porcentaje que representa con relación al peso original de la muestra, valor que se reporta como resultado de la prueba.

3.5.7.- Miscibilidad en Cemento Portland.

Esta prueba se efectúa a las emulsiones de rompimiento lento, tanto aniónicas como catiónicas y tiene por objeto asegurar productos sustancialmente inmunes a una rápida coalescencia o floculación de las partículas de asfalto al entrar en contacto con materiales o suelos finos.

Para llevar a cabo la prueba se mezclan completamente cantidades especificadas de la emulsión asfáltica y cemento portland. La mezcla se lava después sobre una malla Número 14 y se determina el peso del material retenido, se reporta este peso como porcentaje total de la mezcla. Generalmente se usan para la prueba (100 cm³) cien centímetros cúbicos de emulsión y (50) cincuenta gramos de cemento portland.

3.5.8.- Demulsibilidad.

La prueba se efectúa solamente a las emulsiones de rompimiento medio y lento. Indica la mayor o menor rapidéz con que los glóbulos coloidales de asfalto tienden a agruparse entre sí o flocular, cuando se extienden en películas delgadas sobre las partículas de suelo o de agregado.

Para hacer la prueba se mezcla cierta cantidad de una solución especificada de cloruro de calcio (CaCl_2) a determinada cantidad de emulsión. La mezcla se vierte sobre una malla Núm. 14 y se lava. El grado de floculación se determina de acuerdo con el peso del asfalto que queda retenido en la malla. El cloruro de calcio hace flocular a las partículas de asfalto de las emulsiones aniónicas.

Se requiere un alto grado de demulsibilidad para el caso de las emulsiones asfálticas de rompimiento rápido, ya que se espera que rompan casi inmediatamente que entran en contacto con la superficie del agregado. Por lo tanto, se requiere una solución muy diluída de cloruro de calcio para la prueba de demulsibilidad de éste tipo de emulsión.

3.5.9.- Cubrimiento del Agregado.

La prueba tiene un triple objeto, ya que intenta determinar la capacidad de una emulsión a:

- 1.- Cubrir completamente al agregado;
 - 2.- Soportar la acción de mezclado mientras permanece como película sobre el agregado y,
 - 3.- Resistir la acción de lavado con agua después de terminado el mezclado.
- Su principal finalidad es la identificación de emulsiones adecuadas para mezclarse con agregados gruesos de origen calizo.

Para efectuar la prueba se cubre con polvo de carbonato de calcio el agregado seco que se va a utilizar en la obra y luego se mezcla con la emulsión asfáltica. Aproximadamente la mitad de la mezcla se coloca sobre un papel absorbente para una apreciación visual del área de la superficie del agregado cubierta con la emulsión. El resto de la mezcla se rocía con agua y se lava hasta que el agua salga clara. El material se coloca luego sobre el papel absorbente y se aprecia también el área cubierta del agregado.

Otra muestra del mismo agregado de la obra se cubre igualmente con polvo de carbonato de calcio y se le agrega una cierta cantidad de agua para humedecerlo, se adiciona la emulsión asfáltica y se mezcla completamente. Después se prosigue en la misma forma que para el agregado seco, apreciando el área de la superficie cubierta del agregado, en las dos porciones en que se divide la muestra después de mezclarse la emulsión. En todos los casos, se reporta el cubrimiento de la emulsión, como un porcentaje del área total del agregado.

3.6- Elaboración de Emulsiones.

Las emulsiones asfálticas, tanto las aniónicas como las catiónicas se elaboran haciendo pasar el asfalto, el agua y el agente o, los agentes emulsificantes a través de un molino coloidal. El asfalto debe tener una temperatura adecuada, a efecto de que su viscosidad sea lo suficientemente baja para permitir su dispersión en gotas microscópicas.

El emulsificante se añade generalmente al agua. A veces se agregan al asfalto pero se presenta el inconveniente de que al calentar dicho asfalto se produce espuma, que dificulta el trabajo.

Los molinos coloidales son dispositivos en los que se somete a un esfuerzo cortante enérgico la mezcla de asfalto, agua y emulsificante, la que es obligada a pasar por ranuras u orificios muy estrechos. Comúnmente los molinos tienen paredes dobles por cuyo interior circula vapor u otro fluido caliente para mantener el conjunto a temperatura adecuada. En ocasiones se utilizan para la fabricación de emulsiones agitadores enérgicos de paletas, en donde se mezclan los componentes de las mismas.

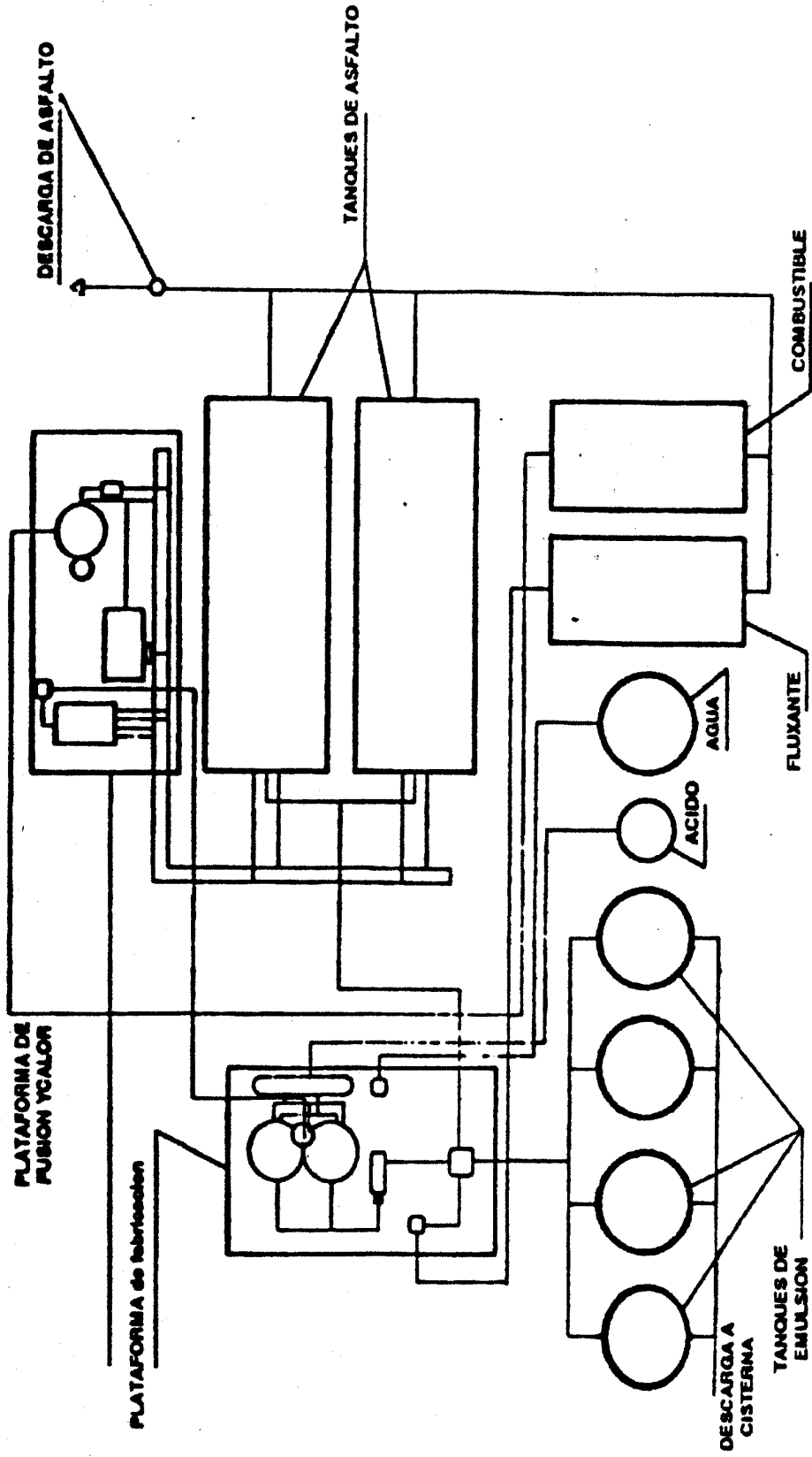
En las figuras 3.6.1, 3.6.2 y 3.6.3 se muestran los esquemas representativos de una planta de fabricación de emulsión.

3.6.1.- Almacenamiento y Manejo de los Productos Asfálticos.

Es necesario que los lugares en que se almacenen los materiales asfálticos antes de su utilización se inspeccionen frecuentemente y reúnan las condiciones necesarias para evitar pérdidas excesivas de solventes (tratándose de rebajados), contaminaciones con agua, basura y otras materias extrañas, mezclas de productos asfálticos de diferentes tipos, repetidos calentamientos innecesarios o a temperaturas mayores a las recomendadas, etc.

Existen 2 tipos de almacenamiento de acuerdo con su función: permanentes y transitorios. Los primeros generalmente están constituidos por fosas de mampostería o de concreto hidráulico; el techo, en muchas ocasiones es de carácter provisional, por lo regular de armadura de madera y lámina de cartón, aunque existe la tendencia a hacerlo también de concreto.

La descarga a la fosa siempre se hace por gravedad, pudiendo también hacerse por gravedad la carga de la fosa al equipo de distribución, cuando las condiciones topográficas lo permiten, aunque lo más común es que se haga por bombeo, con el equipo de la propia petrolizadora. Por lo general las fosas permanentes se construyen durante la ejecución de la carretera y posteriormente pasan a servir en la conservación, lo que da lugar en muchas ocasiones a que en esta etapa su ubicación resulte inadecuada, desde el punto de vista de los acarreo. Estas fosas quedan casi siempre cerca de una espuela o ladero de ferrocarril (Fig. 3.6.4).



**ESQUEMA PLANTA DE
FABRICACION DE EMULSIONES
ASFALTICAS**

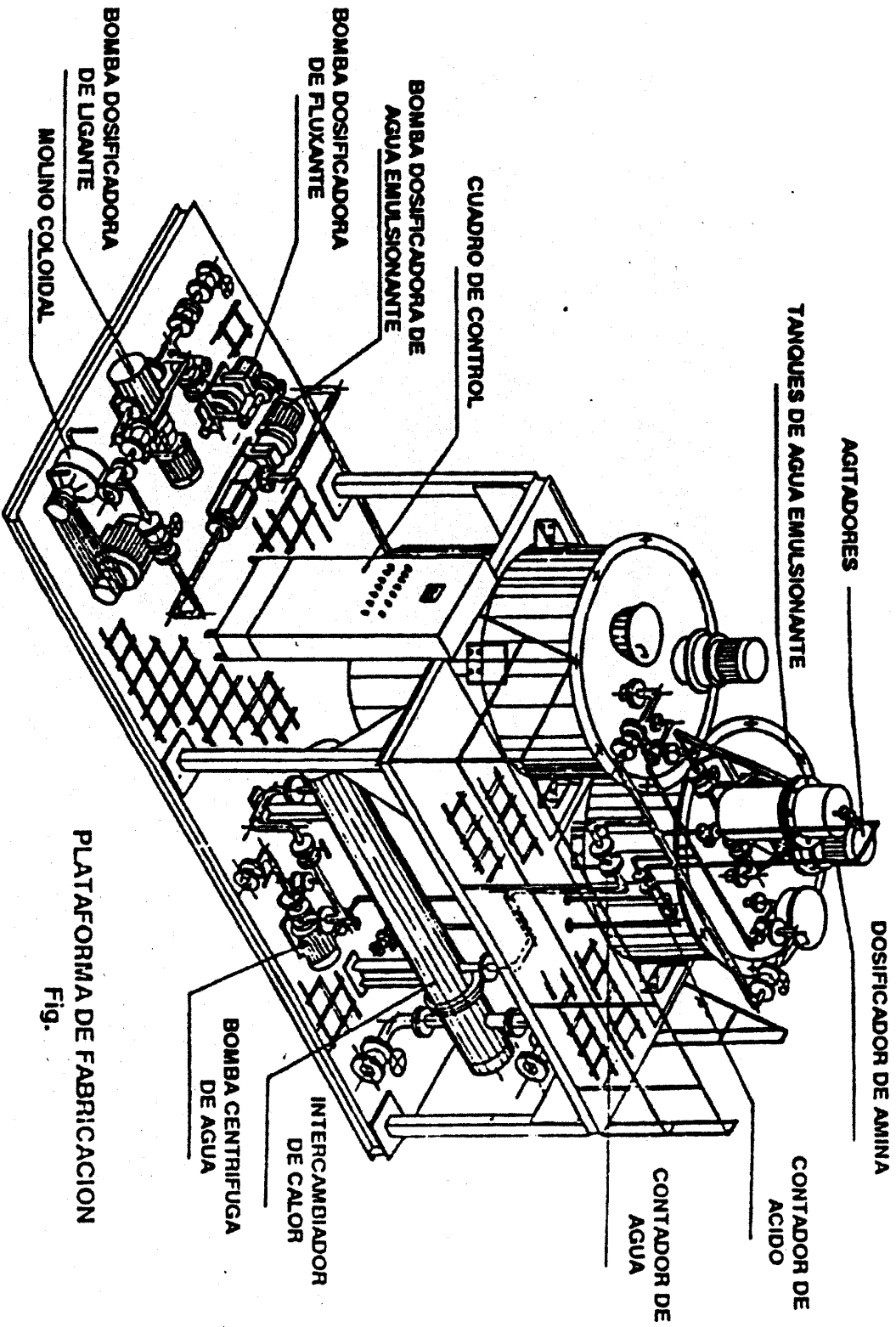


Fig.

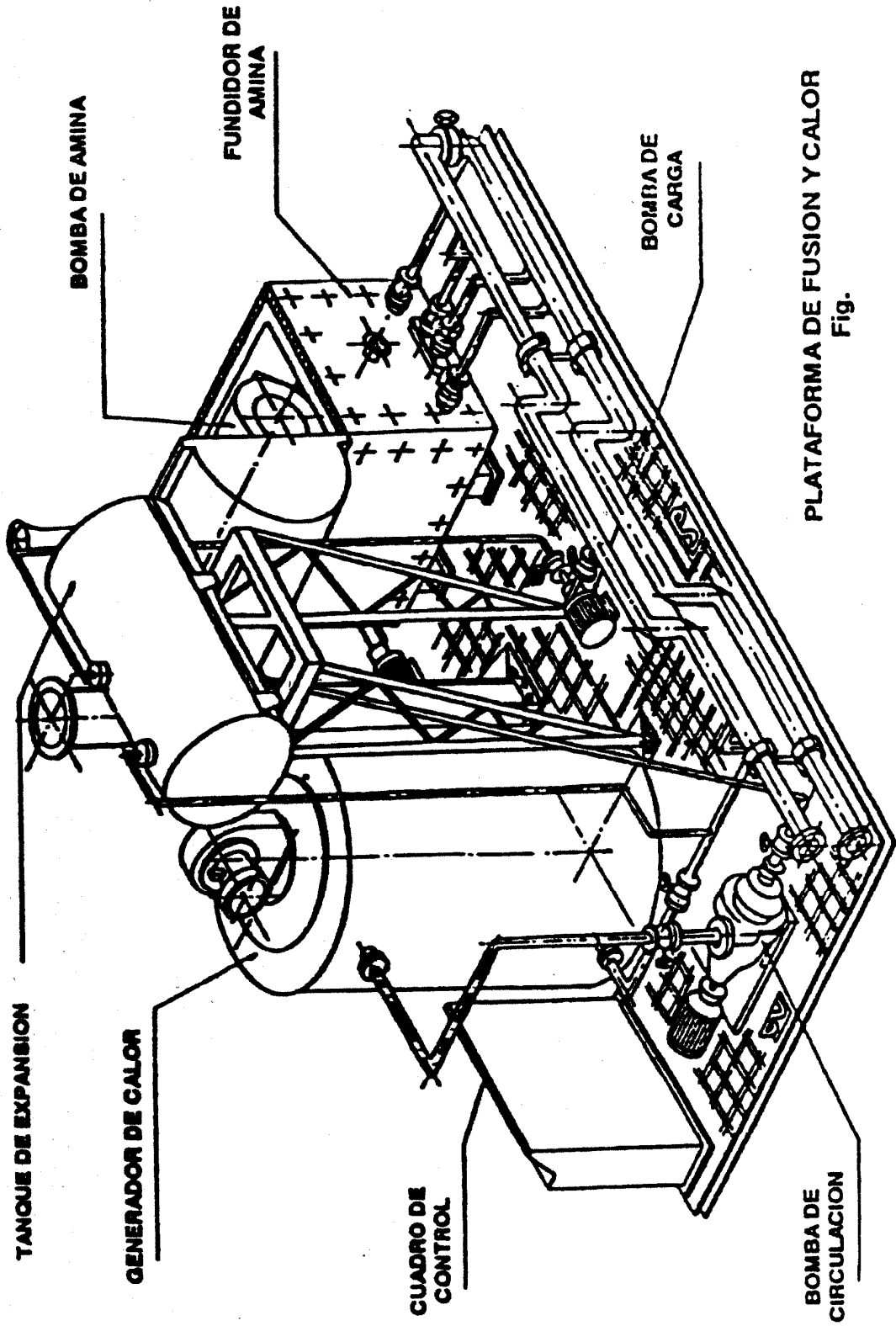


Fig.

En cuanto a los cementos asfálticos, son siempre almacenados en tanques metálicos en los lugares de ubicación de las plantas de elaboración de concreto asfáltico. El calentamiento se efectúa por medio de serpentines de vapor dentro del propio tanque.

La distribución de los productos asfálticos de las fosas permanentes a las de trabajo o transitorias, se efectúa por medio de nodrizas. La aplicación de los productos líquidos se hace con petrolizadoras y bachadoras. Estas últimas son de pequeña capacidad para ser remolcadas por camiones de volteo o de redilas.

Las bachadoras traen también bomba y sistema de calentamiento con quemadores de petróleo o de diesel. Las petrolizadoras deben ser herméticas para evitar la penetración del agua de lluvia, sobre todo por los domos, que deben ir siempre bien sellados.

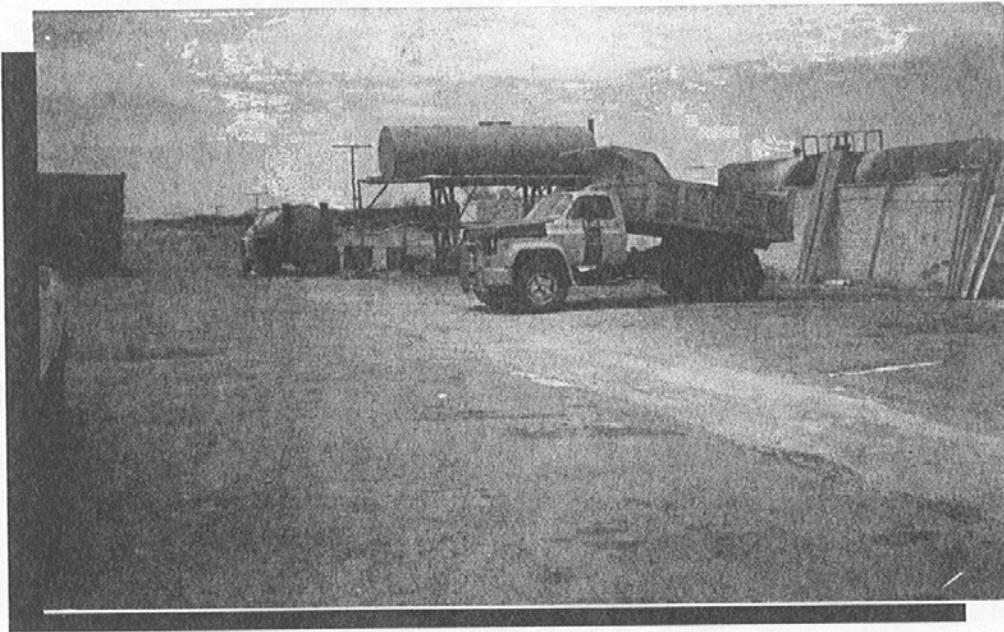


Foto 3.6.4 Fosa de Asfalto