

V.- IMPERMEABILIZANTES Y PROTECCION ANTICORROSIVA

5.1 Muros interiores: En los tanques de almacenamiento y de regularización las paredes interiores deben tener una impermeabilización segura. Cuando se trata de embalses, la protección de los muros es la misma empleada para pisos de tierra.

5.2 Lechos de arcilla: Cuando los estratos bajo embalse son permeables puede ser necesario proveer bajo el piso un lecho de material impermeable que puede ser arcilla, esta se recomienda sea de 15 cms a 60 cms de espesor, debiendo ser perfectamente consolidada humedeciéndola y pasándole rodillos cuantas veces sea necesario. Cuando se presentan dificultades para hacer pasar los rodillos debido a fuertes pendientes, la cubierta puede ser hecha al mismo tiempo en conexión con la pared interior.

5.3 Recubrimientos: Los materiales usados para recubrir los pisos de depósito son: concreto, asfalto o compuestos bituminosos, hule, plástico, mezcla de tierra y aceite, suelo cemento y ocasionalmente mampostería o ladrillo, el concreto es el más comunmente usado. Bentonita arcillosa puede ser empleado en diques y nuevos embalses y para taponear fugas de agua en embalses antiguos. Blocks de piedra o piedra suelta puede ser usada como protección en cortinas, contra el lodo o contra la acción de las olas.

Protección de concreto, puede ser colocada en recuadros reforzados llamado sistema de "ajedrez", estos panels se construyen hasta 12.00 por 18.00 mts. Lechos de gunita de 1.1/4 a 2 pulg. de espesor, algunas veces reforzado puede ser considerados como losas de concreto y proveer su impermeabilización. Para evitar el rompimiento de las placas de concreto debido al peso del agua y a los efectos de contracción, el área de acero debe estar sobre 0.25% de la sección de la losa, el refuerzo puede ser entramado de barra o malla de alambre. La unión entre las losas deben ser llenadas con una preparación bituminosa, hule o bien una protección que aumente la impermeabilización.

5.4 Sellos impermeables: Algunas uniones donde se usan sellos impermeables, éstos pueden ser: hules, asfalto y ticol, hule sintético, otras veces es usado papel alquitranado para separar las losas.

Estas uniones algunas veces deben ser reforzadas, para absorber los cambios por temperatura, asentamientos desiguales y para reducir la falla debido al encogimiento. El espesor de las placas de piso (en pulgadas) se recomienda sea $1/14$ del espesor en piés con un mínimo de espesor de 4 pulgs. Tómese en cuenta el anclaje de las losas cuando se construyen sobre pendientes, para prevenir el deslizamiento.

5.5 Impermeabilización bituminosa: La impermeabilización depende principalmente de una cama de fibra de asbesto ligado con una emulsión asfáltica. El sistema de bajo dren es importante y su construcción será de acuerdo con la forma del depósito.

Cuando se usa asfalto precalentado para impermeabilizar, éste se rocía en franjas de 3.60 mts y de 30 mts de largo a razón de 60 lts. por M^2 . El asfalto es cubierto con una capa de 30 cms. de tierra. Otras veces se aplican en tablado asfáltico o panel asfáltico consistiendo en 2 capas de fieltro embadurnados de asfalto, empleándose como sello cuando aparecen vías de agua.

5.6 Empleo de membrana plástica vinílica: Una membrana de plástico impermeable de 20 milésimas de espesor puede ser usado en embalses y depósitos de agua, para evitar filtraciones de agua y daños en las estructuras.

Estas películas son de vinilo (cloruro de polivinilo PVC) y polietileno (PE), el primero es un material termo-plástico compuesto de polímeros de cloruro de vinilo, que acondicionado con plastificantes produce un material flexible resistente a la exposición del agua, la tierra y a los organismos del suelo. Son impermeables, razonablemente duraderos, resistentes a daños mecánicos, intemperie y deterioro. El polietileno (PE) es un derivado de la refinación del petróleo, clasificándose en tres tipos según su densidad, siendo variable sus cualidades, pues el más flexible es de baja resistencia mecánica y viceversa.

El empleo de membranas de vinilo son las que presenta múltiples ventajas para protección de embalses, ya que son las que mejores se adaptan a las irregularidades topográficas y de gran resistencia a rasgarse o perforarse. Estas se fabrican de varios anchos hasta 18.00 mts (60 piés) y de más de 300 mts de largo (1,000 piés).

Se envían dobladas en forma de acordeón, la unión de las tiras se hace mediante adhesivos propios para vinilo. Los bordes de la membrana se fijan a bordes de anclaje por encima del nivel de agua o bien si se prefiere, estas membranas se pueden unir a estructuras de concreto o acero utilizando adhesivos especiales.

5.7 Impermeabilización utilizando gunita: La gunita es una combinación proporcional de arena y cemento Portland, mezclándolo y conduciéndolo neumáticamente en estado seco el cual es hidratado en el lugar inmediato a su expulsión. Este producto es usado para impermeabilizar membranas en depósitos y para cubrir el refuerzo en paredes de concreto. Cuando se aplica en membranas reforzadas tiene una pequeña resistencia a ciertos esfuerzos. Y tienen una tendencia a romperse cuando se seca. Es casi siempre relativamente fácil, económico y de aplicación rápida, recomendándose su curado. La gunita es efectiva en la rehabilitación de depósitos deteriorados.

5.8 Materiales anticorrosivos para protección de tuberías y tanques metálicos: (Especificaciones de la S.R.H.):

5.8.1 Material de imprimación: El material de IMPRIMACION para tuberías consistente en alquitrán de hulla o aceites de alquitrán de hulla convenientemente procesados y refinados, cumplirá los requisitos de calidad siguientes:

a) Homogeneidad. El material imprimador deberá estar uniformemente mezclado para que sea capaz de producir un recubrimiento efectivo sobre las superficies metálicas tratadas con el mismo, bien sea que se aplique a mano, con el empleo de brochas o por medio de pistolas de aire.

El material deberá ser capaz de producir una adherencia efectiva entre las superficies metálicas y los recubrimientos subsecuentes a base de esmaltado con el alquitrán de hulla.

b) Impurezas. El material imprimador deberá estar libre de benceno, de materiales altamente volátiles, de pigmentos y otros materiales que le den cuerpo y de sustancias tóxicas. No deberá presentar tendencia a sedimentarse en los recipientes que lo contengan.

c) Viscosidad. La viscosidad deberá ser tal que permita la aplicación del material en frío, bien sea a mano, con brocha o con el empleo de pistolas neumáticas.

Deberá ser apropiado para que al ser aplicado por aspersión o con brocha no presente tendencia a producir burbujas.

Cuando el material haya sido aplicado correctamente, al final del período de su secado señalado por el fabricante, del mismo deberá sentirse duro al tacto.

d) Especificaciones del Fabricante. Previamente al suministro, el contratista presentará a la consideración de la S.R.H. las especificaciones del fabricante del material imprimador, así como las instrucciones de éste relativas a:

- 1.- Método de aplicación.
- 2.- Consumo por metro cuadrado de superficie tratada.
- 3.- Tiempos mínimo y máximo de secado previo para la inmediata posterior aplicación de esmaltado.
- 4.- Temperatura de aplicación.

e) Ensayos de laboratorio. Los materiales de imprimación a base de alquitrán de hulla, serán sometidos a los ensayos de laboratorio señalados en la especificación relativos a material para esmaltado a base de alquitrán de hulla.

f) Certificado del fabricante. La muestra suministrada por el con-

tratista deberá ser acompañada de un certificado de garantía del fabricante del producto, en la que se consignarán los resultados de laboratorio y realizados por éste en muestras representativas de cada lote.

5.8.2 Esmaltado: El material para ESMALTADO a base de alquitrán de hulla deberá cumplir los siguientes requisitos de calidad:

a) Composición. El material consistirá esencialmente de alquitrán de hulla convenientemente procesado y mezclado con polvo de algún mineral inerte para darle cuerpo al esmalte.

No se admitirá como ingrediente asfalto ni ningún otro material base derivado de petróleo.

b) Muestras representativas. A solicitud de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, el Contratista le entregará muestras representativas de cada uno de los lotes que serán empleadas en las obras objeto del contrato, las muestras tendrán un peso mínimo 25 kg y serán acompañadas de un certificado expedido por el fabricante, en el que se consignará los resultados de los ensayos del laboratorio, realizados por éste en muestras representativas de cada uno de los lotes o coladas suministrados.

c) Especificaciones del fabricante. El contratista entregará a la Secretaría de Recursos Hidráulicos la especificación del fabricante del producto, las que incluirán instrucciones sobre su empleo, señalando principalmente:

1.- Método de aplicación y consumo adecuado por cada metro cuadrado de superficie.

2.- Tiempos mínimo y máximo de secado del material imprimador antes de la aplicación del esmalte.

3.- Temperatura óptima de aplicación.

4.- Temperatura máxima permisible a que el material será calen-

tado previamente a su aplicación.

5.- Tiempo máximo que el material será retenido en las marmitas y dispositivos para su fusión y calentamiento, previo a la aplicación.

d) Requisitos físicos. El esmalte a base de alquitrán de hulla deberá cumplir los siguientes requisitos físicos:

- 1.- Temperatura mínima de ablandamiento: 105°C.
- 2.- El ingrediente a base de polvo de minerales inertes agregado al alquitrán para darle cuerpo, deberá cumplir con lo señalado en la Designación ASTM D271-58, y entrará en una proporción de 25% como mínimo y 35% como máximo, medido gravimétricamente.
- 3.- El material considerado como agregado del alquitrán deberá cumplir con los requisitos granulométricos señalados en la designación ASTM D546-55 y cuando menos un 90% en peso deberá pasar por la malla Núm. 200.
- 4.- La gravedad específica del esmalte, medida a 25°C, será de 1.40 como mínimo y de 1.60 como máximo.
- 5.- El esmalte deberá cumplir con los requisitos de penetración señalados en la Designación ASTM D5-52, y el índice de penetración tendrá las limitaciones siguientes:

	Mínimo	Máximo
A 25°C, 100 g. de peso y 5 seg.:	10	20
A 46°C, 50 g. de peso y 5 seg.:	15	55

6.- Adicionalmente cumplirá con los requisitos limitativos señalados en los procedimientos de ensayo que consignamos a continuación.

5.8.3 Esmalte de alquitrán: Preparación del esmalte de alqui-

trán. 15 kg. de esmalte a base de alquitrán de hulla serán triturados en partículas con dimensión máxima de 10 cm (4") y rápidamente serán fundidas empleando un quemador de gas apropiado, en el cual se colocarán las marmitas, que serán recipientes con sección transversal no menor de 20 cm (8") ni mayor que 30 cm (12") de diámetro. Inmediatamente que el material lleque a la temperatura óptima de aplicación, el esmalte deberá ser aplicado sobre las superficies de los especímenes previamente imprimidos y secados. - Se deberán preparar especímenes para realizar las pruebas de: alta temperatura, baja temperatura, deflexión, descortezado e impacto. El esmalte sobrante en el recipiente, que no deberá ser menos de 10 kg, deberá ser mantenido a la temperatura óptima o recomendable durante un período de 2 hrs. El esmalte fundido deberá ser agitado durante el período de calentamiento y a intervalos de 15 minutos. Se deberá interponer una lámina metálica de 6 milímetros (1/4") de espesor entre la llama del quemador y el recipiente que contenga el esmalte, a fin de evitar sobrecalentamiento de éste. Terminando el período de dos horas de calentamiento el esmalte deberá ser aplicado sobre la superficie de las placas necesarias para los ensayos de deflexión preparados por el método a.

Tanto en la preparación como en la aplicación del esmalte se cumplirán todas las instrucciones y recomendaciones del fabricante del producto. El esmalte se aplicará en todas las placas de ensayo, formando películas con espesor de 1.6 a 2.4 mm.

5.8.4 Pinturas de plomo rojo: Las pinturas a base de PLOMO - ROJO (minio) que sean empleadas en la primera y segunda mano para protección anticorrosiva de estructuras de acero expuestas a la intemperie, deberán cumplir los siguientes requisitos de calidad:

a) Composición. La pintura deberá estar constituida fundamentalmente por una mezcla uniforme sintética como vehículo, que pueda ser fácilmente aplicada sobre las superficies a tratar, con el empleo de brocha o por aspersión con pistola neumática, y la cual deberá secar rápidamente después de aplicada y que sea capaz de producir una liga efectiva entre el metal y las subsecuentes manos de pintura.

La pintura no deberá contener benzol ni ningún otro solvente tóxico y no tendrá tendencia a precipitarse o sedimentarse en los recipientes que la contengan.

b) Características físicas. La pintura que fundamentalmente será empleada como imprimador, deberá ajustarse a los siguientes requisitos físicos:

Deberá tener una viscosidad de 30 a 50 segundos, medida con un densímetro del tipo "Gardner Mobilometer" de 150 g. de peso y una caída de 10 cm.

Deberá tener un peso de 2.4 a 2.65 kg. por litro (ASTM D287-58T).

Tendrá un contenido mínimo de pigmento de plomo rojo (Pb_3O_4) de 70% medido en seco. El contenido de la resina sintética empleada como vehículo será de un 30% en peso.

c) Vehículo. El vehículo será fundamentalmente una resina sintética del tipo fenol-formaldehído, con los aceites vegetales y adalgazadores volátiles para darle elasticidad, resistencia a la acción del agua, adherencia y durabilidad, propiedades que deberán conservar una vez aplicada sobre las superficies metálicas.

d) Trabajabilidad. La pintura de "plomo rojo" (minio) deberá ser fácilmente mezclada por medio de una paleta para homogenizarla y poderla aplicar, bien sea con el empleo de brocha o pistola de aire, sin que haya necesidad de añadirle más de un 10% en volumen de aceites adalgazadores no tóxicos.

La pintura tendrá la propiedad de enrasarse correctamente sobre las superficies metálicas, propiedad que será común tanto al pigmento de plomo como al vehículo y cuando sea aplicada con brocha o por medio de pistola de aire sobre una superficie vertical en proporción de 12M² por litro de pintura, deberá secar quedando dura y elástica, libre de escurrimientos, vetas o arrugas.

Sus propiedades de secado deberán ser tales que al aplicar una película de imprimación en la proporción antes señalada, seque libre de polvo y pueda ser tocada después de una hora de aplicada, y que después de 6 horas quede una película lisa y dura. La pintura así aplicada deberá quedar con un acabado mate a las 24 horas -- después de su secado.

5.8.5 Pintura con base de óxido de titanio: La pintura sintética para esmalte a base de pigmento de óxido de titanio deberá cumplir los requisitos siguientes:

a) Composición. La pintura estará formada esencialmente por una mezcla homogénea de óxido de titanio y una resina fenólica que servirá como vehículo. La mezcla formará un líquido que pueda ser fácilmente aplicado por medio de brocha o por aspersión con el empleo de pistola de aire; deberá secar rápidamente y producirá una adherencia efectiva entre la superficie metálica y las manos subsecuentes de pintura, o entre la imprimación previa a base de plomo rojo (minio) y las manos subsecuentes.

El esmalte blanco a base de pigmento de óxido de titanio, no deberá contener benzol u otros solventes tóxicos y tendrá una tendencia mínima a sedimentarse en los recipientes que la contengan.

La composición de la pintura será como sigue: Contendrá como mínimo 25 % de pigmento de óxido de titanio cien por ciento puro.

El vehículo será una resina del tipo fenólico y contendrá un mínimo de 40% de sustancias no volátiles. Los constituyentes volátiles serán: 70% de hidrocarburos derivados de alquitrán de hulla y 30% de nafta de alto punto de inflamación.

b) Trabajabilidad. La pintura será fácilmente mezclada por medio de una paleta para dejarla lista para su aplicación, bien sea con el empleo de brocha o por aspersión con pistola de aire, sin que sea necesario añadirle más de un 10% de aceites adalgazadores no tóxicos.

Por cualquiera de los dos métodos que se aplique, y cuando en proporción de 12 mts² de superficie por litro de pintura, deberá tener la propiedad de enrasarse correctamente, secando hasta quedar dura y elástica sin escurrimientos, vetas o arrugas.

Las propiedades de secado de la pintura serán tales, que al aplicar una película en la proporción señalada en el párrafo anterior se--- que libre de polvurencias y pueda ser tocada una hora después de aplicada, y que en su secado final después de 24 horas quede una superficie tersa y dura, con fuerte tendencia a volverse mate.

5.8.6 Pintura de aluminio. La pintura de aluminio y en general las pinturas, barnices y plásticos protectores anticorrosivos de aplicación "a tres manos", deberán cumplir con los requisitos de calidad consignados en la especificación DGN R 40-1957 de la Dirección General de Normas dependiente de la Secretaría de Industria y Comercio, y con lo consignado en estas Especificaciones.

5.8.7 Fieltro de asbesto. El fieltro de asbesto saturado en alquitrán de hulla que será empleado en el revestimiento de tuberías de acero cumplirá con los siguientes requisitos de calidad:

a) **Fieltro.** El fieltro para el revestido deberá estar formado por un contenido mínimo de 85% de asbesto mezclado con un cemento adecuado. El fieltro será saturado en alquitrán de hulla convenientemente procesado.

b) **Apariencia.** El fieltro de asbesto saturado ya preparado deberá tener un acabado con la superficie satinada libre de defectos visibles. Cuando sea desarrollado a temperaturas comprendidas entre 0°C. y 38°C. no deberá presentar adherencia al grado de gotear alquitrán.

5.8.8. Papel Kraft. El papel "Kraft" que sea empleado como revestimiento para protección anticorrosiva de tuberías de acero deberá ser del catalogado a 36 kg (80 libras), producido por acreditado fabricante y sometido a la previa aprobación del Ingeniero

deberá llevar impreso a intervalos el nombre del fabricante.

5.8.9 Fibra de vidrio. La fibra de vidrio que se utilice en el revestimiento de tuberías de acero deberá ser de primera calidad, -- producida por acreditado fabricante, sometida a la previa aprobación de la Secretaría de Recursos Hidráulicos y cumplirá los siguientes requisitos mínimos:

a) El forro de fibra de vidrio deberá ser delgado, flexible, de acabado y aspecto uniforme, compuesto de fibra o lana de vidrio de estructura porosa abierta o intercomunicada, adecuada para ligarse con el empleo de resinas de aplicación en caliente, que a su vez sean compatibles con los materiales de esmaltado a base de alquitrán de hulla.

b) No deberá presentarse disgregación de las fibras que fomen el tejido, durante o después del proceso de recubrimiento.

Durante la aplicación no deberán producirse burbujas, y el material deberá ser suficientemente poroso para que se adhiera en forma perfecta, ligando con el esmalte de alquitrán de hulla aplicado sobre la superficie exterior del tubo.

El espesor mínimo del forro deberá ser de 0.46 mm. (18 milésimos de pulgada) aproximadamente.