



## 6.5. Lechadas para inyecciones

### Temas tratados

- 6.5.1. General
- 6.5.2. Lechadas sobre la base de cemento
- 6.5.3. Lechadas sobre la base de silicato de soda
- 6.5.4. Penetrabilidad de las lechadas

### 6.5.1. GENERAL

Se ha preferido usar el término **lechada** para las pastas, líquidos y suspensiones, en lugar de la palabra norteamericana **grout**, que tiene una gama muy amplia de significados, desde suspensiones muy fluidas hasta el hormigón para relleno de albañilerías armadas. En cambio, lechada es el término usado en las publicaciones técnicas españolas y traduce, exactamente, la palabra "coulis" que se usa en Francia, donde se ha desarrollado una línea importante de tecnología de inyecciones.

Las lechadas de inyección se pueden clasificar en dos categorías principales:

- Las suspensiones
- Los líquidos o soluciones.

#### Las suspensiones

Las suspensiones están constituidas por una mezcla de uno o varios productos sólidos (cemento, cenizas volantes, arcilla), en un líquido que es agua.

Según su contenido en materia seca, ellas son del tipo inestable o estable.

Las suspensiones inestables están constituidas por la mezcla de cemento puro en el agua. La agitación las homogeniza. Los granos sedimentan rápidamente cuando cesa la agitación.

Las suspensiones estables se obtienen generalmente por la aplicación de los métodos siguientes:

- Aumento del contenido total de material seco
- Incorporación en la lechada de un compuesto coloidal mineral que, generalmente, es una bentonita.
- Incorporación de silicato de soda en las suspensiones de arcilla-cemento.

La aparente estabilidad obtenida es función de las dosis de los diferentes componentes y de la agitación. Ella es relativa, pues al detener la agitación se observa una sedimentación lenta.

#### Los líquidos

Los líquidos están constituidos por productos químicos (líquidos o productos solubles) y sus reactivos en solución o en emulsión. Los productos más frecuentemente utilizados son los

silicatos de soda y ciertas resinas. Para algunos casos particulares se pueden usar las emulsiones de hidrocarburos.

### 6.5.2. LECHADAS SOBRE LA BASE DE CEMENTO

Por sus propiedades físicas y su economía, son las lechadas de uso más frecuente, tanto para la impermeabilización como para la consolidación de suelos. Ellas se caracterizan y designan por la relación en masa de cemento sobre agua, C/A, o la relación en masa de materia seca total sobre agua, MS/A.

#### FACTORES A CONSIDERAR

- A** Propiedades y características generales
- B** Suspensiones de cemento puro
- C** Lechadas de arcilla o bentonita con cemento
- D** Lechadas con carga
- E** Lechadas especiales
- F** Lechadas con funciones particulares mejoradas

#### **A** Propiedades y características generales

Las propiedades y características de estas lechadas dependen de las dosis de las mezclas utilizadas. En todo caso, sus propiedades comunes son las siguientes:

- Estabilidad y fluidez dependiendo de las dosis de sus distintos constituyentes y de sus cualidades.
- Resistencia a la compresión simple relacionada a la relación C/A.
- Durabilidad relacionada con la cantidad y calidad de los constituyentes.

Estas lechadas se caracterizan por lo siguiente:

- Su facilidad de preparación y de suministro
- Su facilidad de puesta en obra.
- La posibilidad de obtener mezclas relativamente económicas.

Estas lechadas sobre la base de cemento se dividen en tres grandes grupos:

- Las lechadas a base de cemento puro
- Las mezclas de arcilla (bentonita) y cemento
- Las lechadas con carga



## **B** Suspensiones de cemento puro

### **Propiedades**

En la mayoría de los casos, estas lechadas son suspensiones inestables de cemento puro en agua. Sin embargo, se puede lograr una ausencia de decantación con relaciones C/A altas (generalmente  $C/A > 1,5$ ).

El depósito de los granos de cemento en los intersticios granulares o en las fisuras, constituye una suerte de relleno hidráulico. Estas lechadas experimentan un secado importante. Este efecto está relacionado con la presión de inyección, con la dimensión de los huecos y la posibilidad de evacuación de agua.

Se pueden obtener resistencias mecánicas elevadas con estas lechadas.

### **Productos utilizados**

Todos los tipos de cementos se pueden utilizar. La selección de un tipo particular dependerá de las propiedades finales deseadas para el producto inyectado y también de su resistencia frente a la agresividad del medio. La finura del cemento es determinante en el caso de fisuras finas.

### **Dosis**

Habitualmente la relación en masa C/A de las lechadas utilizadas varía de 1/1 a 2,5/1. Las lechadas con menos dosis de cemento permiten la inyección en vacíos muy finos.

### **Propiedades mecánicas**

Ellas están ligadas directamente a la clase de cemento y a la relación ponderal C/A de la mezcla. Las resistencias habituales a compresión simple varían entre 5 y 50 MPa a 28 días.

### **Utilización**

En el tratamiento de terreno estas lechadas se utilizan en la consolidación de roca fisurada, por medio de la inyección en las fisuras más o menos abiertas.

En las obras nuevas o existentes ellas se utilizan para:

- La unión de la estructura con el terreno circundante
- La inyección de juntas de contracción
- La reconstitución de albañilerías.

## © Lechadas de arcilla o bentonita con cemento

### Definición

Son suspensiones de cemento estabilizadas por un aporte de arcilla o de bentonita.

### Objetivo.

La adición de arcilla o de bentonita a una suspensión de cemento tiene por objetivo lo siguiente:

- Lograr una mezcla coloidal homogénea con una gama extensa de viscosidades
- Suprimir la sedimentación del cemento durante la colocación en la obra
- Disminuir la velocidad de rigidización y de secado
- Aumentar el tiempo de fraguado
- Mejorar la penetración en los terrenos compactos, la impermeabilización y la resistencia al deslavado
- Obtener una gama muy extensa de resistencias mecánicas.

### Productos utilizados

Ellos son:

- Las arcillas naturales
- Las bentonitas naturales
- Las bentonitas permutadas
- Las bentonitas activadas
- Los cementos.

Las arcillas naturales están compuestas de silicatos de aluminio y de magnesios hidratados en laminitas.

Las bentonitas naturales pueden ser cálcicas que tienen resultados modestos; o pueden ser sódicas que tienen resultados mejores y se encuentran sólo en Wyoming, EE. UU. de NA.

Las bentonitas permutadas son naturales transformadas en bentonitas sódicas por la adición de carbonato de soda.

Las bentonitas activadas son transformadas por la adición de polímeros.

Todas las clases de cementos Portland pueden ser utilizados.

**PRECAUCIÓN:** Las mezclas de cemento, o de cemento "fondu", y bentonita están proscritas.



## Dosis

Las dosis varían en función del objetivo buscado:

- En trabajos de impermeabilización, las lechadas contendrán más proporción de arcilla y menos proporción de cemento.
- En trabajos de consolidación, las lechadas contendrán más proporción de cemento y menos de arcilla.

A título informativo, las dosis usuales están comprendidas entre los valores siguientes:

- Arcilla : 80 a 400 kg/m<sup>3</sup>
- Bentonita : 20 a 80 kg/m<sup>3</sup>
- Cemento : 100 a 700 kg/m<sup>3</sup>

## Propiedades y utilización

El aporte de bentonita o de arcilla estabiliza una suspensión de cemento y le confiere un amplio espectro de propiedades que influyen sobre la viscosidad, la penetrabilidad, la resistencia, la impermeabilidad, la perennidad. De esto nace una gran variedad de usos de las lechadas.

### Propiedades

Viscosidad y penetrabilidad: las dosis y la elección de la arcilla o de la bentonita permiten obtener una extensa variedad de viscosidades. Para una misma relación C/A, una lechada fluida y penetrante, o bien viscosa y obturante, se pueden obtener a un bajo costo.

Resistencia, la elección de los pares cemento/arcilla y C/A permiten obtener una amplia gama de 3 a 15 MPa.

Impermeabilidad, que se obtiene por una dosis elevada de arcilla o bentonita.

Perennidad. Las arcillas y bentonitas siendo materiales insolubles, forman una red alrededor de los granos de cemento que los protege de aguas agresivas.

## **D** Lechadas con carga

### Definición

Son lechadas de cemento, o de arcilla y cemento, a las cuales se adicionan materiales inertes en polvo o que tienen un fraguado y endurecimiento lento.

### Objetivo

La adición de carga está destinada a modificar la viscosidad de la lechada y a obtener

un producto económico por sustitución de cemento por un material de bajo costo. Esta operación se hace generalmente en los casos de fuertes absorciones o de volúmenes importantes por rellenar.

### **Productos utilizados**

Las cargas más corrientes están constituidas por arenas naturales, puzolanas naturales y cenizas volantes provenientes de centrales térmicas. Otros materiales pueden ser utilizados dependiendo de las disponibilidades locales, cuidando que sean compatibles con los medios de puesta en obra y con la perennidad de la mezcla. En particular pueden ser utilizados los "fillers".

## **E Lechadas especiales**

Existen otras lechadas para usos especiales o con condiciones particulares. A continuación se indica una lista.

- Lechadas con fraguado acelerado y rigidización controlada
- Lechadas expansivas
- Lechadas expandidas o aéreas
- Lechadas espuma.

## **F Lechadas con funciones particulares mejoradas**

Otras lechadas se pueden diseñar para obtener funciones como las siguientes:

- Penetrabilidad
- Resistencia al secado
- Resistencia mecánica
- Resistencia al deslavado.

### **6.5.3. LECHADAS SOBRE LA BASE DE SILICATO DE SODA**

Las lechadas sobre la base de silicato son líquidos compuestos de silicato de soda, más o menos diluido, con adición de un reactivo. Su viscosidad evoluciona en el tiempo para alcanzar un estado de gel.

La inyección de lechadas a base de silicato para la impregnación de suelos, es practicada porque la finura y la débil permeabilidad de algunos terrenos no permiten la impregnación por medio de lechadas del tipo de suspensiones.



#### **6.5.4. PENETRABILIDAD DE LAS LECHADAS**

La penetrabilidad de una lechada define su facultad de penetrar la mayor parte de los huecos de un terreno con una presión y un gasto adaptados al proyecto.

La penetrabilidad de una lechada en un terreno dado depende de diversos factores que son parámetros relacionados con el terreno, con el modo de inyección, con la naturaleza de la lechada.