

## 510 SUELOS ESTABILIZADOS IN SITU CON CAL

### 510.1 DEFINICION

Se define como suelo estabilizado con cal la mezcla íntima, convenientemente compactada, de suelo, cal y agua, que se efectúa con el fin de modificar determinadas propiedades de los suelos.

### 510.2 MATERIALES

#### 510.2.1 Cal

##### 510.2.1.1 Condiciones generales

Ver Artículo 200, «Cal aérea», del presente Pliego.

La cal a emplear en estabilizaciones será del tipo designado como cal aérea tipo I.

No obstante, el Director de las obras podrá autorizar el empleo de cal aérea tipo II, siempre que cumpla las condiciones de composición química y finura de molido que se señalan a continuación.

##### 510.2.1.2 Composición química

El contenido de óxido cálcico y magnésico será, como mínimo, del setenta y cinco por ciento (75 %), en peso.

##### 510.2.1.3 Finura de molido

Al tamizar por vía húmeda, después del apagado, los rechazos ponderales acumulados máximos, sobre los tamices que se indican, serán los que se señalan a continuación:

Tamiz UNE	Rechazo ponderal acumulado máximo (%)
0,80	0
0,16	15

### **510.2.2 Material a estabilizar**

Los materiales a estabilizar serán suelos o materiales locales exentos de materia vegetal u orgánica en cantidades perjudiciales.

No deberán contener partículas de tamaño superior a ochenta milímetros (80 mm) o a la mitad del espesor de la tongada compactada.

El rechazo del tamiz 0,080 UNE será inferior al ochenta y cinco por ciento (85 %), en peso.

### **510.3 TIPO Y COMPOSICION DE LA MEZCLA**

El tipo y composición de la mezcla serán los definidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

### **510.4 EJECUCION DE LAS OBRAS**

#### **510.4.1 Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo**

La ejecución de la mezcla no deberá iniciarse hasta que se haya estudiado y aprobado su correspondiente fórmula de trabajo.

Dicha fórmula señalará:

- El contenido de cal.
- El contenido de agua del suelo en el momento del mezclado, y el de la mezcla en el de la compactación.
- El valor mínimo de la densidad a obtener.
- El valor mínimo del Índice CBR de la mezcla a los siete (7) días, si se exige en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Se admitirá una tolerancia en la dosificación de cal, respecto de la prescrita en la fórmula de trabajo, de un tres por mil ( $\pm 0,3\%$ ) del peso seco de material a estabilizar, siempre que se respete una dosificación mínima del tres por ciento (3 %) del peso seco de material a estabilizar; y del diez por ciento (10 %) del peso de la cal cuando la dosificación de cal sea menor.

Si la marcha de las obras lo aconseja, el Director podrá corregir la fórmula de trabajo, con objeto de mejorar la calidad de la estabilización, justificándolo debidamente mediante un nuevo estudio y los ensayos oportunos.

#### **510.4.2 Preparación de la superficie existente**

Si la superficie existente presenta deficiencias o irregularidades que excedan de las tolerancias exigidas en este Pliego, se corregirán de acuerdo con lo que se prescribe en la unidad de obra correspondiente.

El Director podrá ordenar el escarificado y disgregación del suelo, previos al extendido de la cal, así como su eventual humectación, cuando la naturaleza del suelo y las características de la maquinaria así lo aconsejen.

#### **510.4.3 Distribución de la cal**

La cal se distribuirá uniformemente, de acuerdo con la dosificación establecida, utilizando maquinaria adecuada, aprobada por el Director.

En zonas en que por su reducida extensión no se justifique, a juicio del Director, el empleo de maquinaria, la cal podrá distribuirse a mano. Para ello los sacos se colocarán sobre el suelo formando filas longitudinales y transversales, a una distancia adecuada unos de otros, según la dosificación que corresponda. La distancia entre las filas longitudinales será aproximadamente igual a la distancia entre las transversales.

#### **510.4.4 Mezclado**

La mezcla in situ se realizará mediante máquinas que permitan la disgregación del suelo a la profundidad establecida en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares si esta disgregación no ha sido previamente realizada y, en todo caso, la mezcla uniforme del suelo con la cal extendida en su superficie. El mezclado deberá proseguirse hasta la obtención de una mezcla homogénea de la cal con el suelo, lo que se reconocerá por el color uniforme de la mezcla.

Si se emplea el estabilizante en forma de cal en polvo, se añadirá el agua necesaria conforme se realiza la mezcla. La cantidad de agua requerida será la necesaria para alcanzar el contenido de humedad fijado en la fórmula de trabajo. En todo caso, se tendrán en cuenta las precipitaciones y evaporaciones de agua que puedan tener lugar durante la realización de los trabajos.

El agua se agregará uniformemente, y deberá evitarse que escurra por las roderas dejadas por el equipo de humectación.

Si se emplea el estabilizante en forma de lechada no será, en general, necesaria la adición de agua.

La disgregación de la mezcla deberá conseguir que los grumos sean inferiores a veinte milímetros (20 mm). Si esta condición resultara difícil de cumplir se procederá a un mezclado en dos etapas, dejando curar la mezcla entre ambas operaciones un período de veinticuatro (24) a cuarenta y ocho (48) horas, cuidando de mantener la humedad adecuada. En este caso el suelo se compactará ligeramente, después de la mezcla inicial, si existe riesgo de precipitaciones.

#### **510.4.5 Compactación de la mezcla**

Al principio de la compactación, la humedad del suelo estabilizado con cal no deberá diferir de la fijada en la fórmula de trabajo en más del dos por ciento (2%) del peso seco de la mezcla. Si, a pesar de ello, al compactar se produjesen fenómenos de inestabilidad o arrollamiento, deberá reducirse la humedad por nueva mezcla y/o aireación, hasta que dejen de producirse tales fenómenos.

En el momento de iniciar la compactación, la mezcla deberá hallarse suelta en todo su espesor. En el caso de que fuera preciso añadir agua, esta operación se efectuará de forma que la humectación de los materiales sea uniforme.

La compactación se iniciará longitudinalmente por el punto más bajo de las distintas bandas, y se continuará hacia el borde más alto de la capa; solapándose los elementos de compactación en sus pasadas sucesivas, que deberán tener longitudes ligeramente distintas.

Durante la compactación podrá procederse a una nivelación o conformación de la superficie, para conseguir la rasante y sección definidas en los Planos, con las tolerancias establecidas en el presente Artículo.

La densidad a obtener deberá ser, como mínimo, igual a la máxima obtenida en el ensayo Proctor normal, determinado según la Norma de ensayo NLT-107/72.

Las zonas que por su reducida extensión, su pendiente, o su proximidad a obras de fábrica, no permitan el empleo del equipo que normalmente se estuviera utilizando para la compactación de la capa, se compactarán con los medios adecuados para el caso, de forma que las densidades que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto de la capa.

#### **510.4.6 Acabado de la superficie**

Después de la compactación, la superficie de la mezcla se conformará hasta alcanzar las rasantes y perfiles señalados en los Planos, con las tolerancias establecidas en el presente Artículo. Si la superficie presenta irregularidades inadmisibles, huellas o discontinuidades, deberá escarificarse ligeramente, recompactando otra vez la zona afectada, previa adición del agua necesaria.

#### **510.4.7 Curado final de la mezcla**

La mezcla se mantendrá húmeda durante un período de cinco (5) a siete (7) días.

Durante este tiempo, la humedad de la capa estabilizada deberá mantenerse dentro del entorno de la humedad fijada en la fórmula de trabajo; para lo cual, a no ser que se disponga un riego de sellado, si se producen evaporaciones deberá regarse dicha capa.

Salvo que el Director autorice otra cosa, el riego de sellado se realizará con el material y dotación previstos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, y de acuerdo con lo indicado en el Artículo 531, «Riegos de adherencia».

### **510.5 TRAMOS DE PRUEBA**

Al iniciarse los trabajos, el Contratista construirá una sección de ensayo de unos quince metros (15 m) de longitud y tres metros (3 m) de ancho mínimo, de acuerdo con las condiciones establecidas anteriormente.

Se tomarán muestras del suelo estabilizado, y se ensayarán para determinar su conformidad con las condiciones especificadas sobre grado de disgregación del suelo, humedad, espesor de la capa, densidad, proporción de cal y demás requisitos exigidos.



En el caso de que los ensayos indicasen que el material estabilizado no se ajusta a dichas condiciones, deberán hacerse inmediatamente las necesarias correcciones; y, si fuera preciso, se modificará la fórmula de trabajo.

#### 510.6 TOLERANCIAS DE LA SUPERFICIE ACABADA

Dispuestas estacas de refino, niveladas hasta milímetros (mm) con arreglo a los Planos, en el eje y bordes de perfiles transversales, cuya distancia no exceda de veinte metros (20 m), se comparará la superficie acabada con la teórica que pase por las cabezas de dichas estacas.

La superficie acabada no deberá rebasar la teórica en ningún punto, ni diferir de ella más de un quinto (1/5) del espesor previsto en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares para la capa de suelo estabilizado con cal.

La superficie acabada no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m), aplicada tanto paralela como normalmente al eje de la carretera.

Las zonas en que no se cumplan las tolerancias antedichas, o que retengan agua sobre la superficie, deberán corregirse de acuerdo con las instrucciones del Director. Cuando sea necesario remover la capa de suelo estabilizado, deberá agregarse un mínimo de un medio por ciento (0,5 %) de cal y mezclarse añadiendo el agua necesaria.

#### 510.7 LIMITACIONES DE LA EJECUCION

Las estabilizaciones con cal se realizarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a los dos grados centígrados (2° C), debiendo suspenderse los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de dicho límite.

No se aplicará la cal cuando la humedad del suelo a estabilizar exceda en más del dos por ciento (2 %), del peso seco del suelo, de la humedad establecida para el mezclado en la fórmula de trabajo.

Con lluvias ligeras se podrán realizar normalmente las operaciones de extensión de la cal, mezclado y compactación.

Si se producen fuertes aguaceros, sin llegar a inundar la explanada de la carretera, y no hay temor de arrastre de la cal, podrán continuarse las obras un día (1 d) o dos días (2 d) después de pasadas las lluvias.

Debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico sobre las capas en ejecución hasta que se haya completado su compactación. Si ello no es factible, el tráfico que necesariamente tenga que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que no se concentren huellas de rodadas en la superficie.

### 510.8 PRECAUCIONES ESPECIALES

El hidróxido cálcico, o cal apagada, no es peligroso en su manipulación, siempre que se tomen algunas precauciones elementales.

El óxido de calcio, o cal viva, es, sin embargo, mucho más peligroso en su manipulación, por tener propiedades cáusticas que pueden producir fácilmente quemaduras en la piel.

Por consiguiente, deberán tomarse medidas especiales para evitar la producción de quemaduras en los operarios, mediante el uso de trajes especiales, guantes, mascarillas, gafas, capuchones o el uso de cremas protectoras.

El botiquín deberá estar dotado de productos para curar quemaduras.

### 510.9 MEDICION Y ABONO

En el caso de que la totalidad del suelo estabilizado sea de aportación, no habrá lugar al abono por separado de la preparación de la superficie existente; considerándose ésta incluida en la unidad de obra correspondiente a la construcción de la capa subyacente, siempre y cuando dicha construcción haya sido ejecutada bajo el mismo Contrato. De no cumplirse alguna de las condiciones anteriores, la preparación de la superficie existente se abonará por metros cuadrados ( $m^2$ ), realmente preparados, medidos en el terreno.

La cal empleada en la estabilización se abonará por toneladas (t) realmente empleadas en obra, medidas antes de su empleo. No se abonará la cal que haya sido desplazada antes de la mezcla in situ.

La ejecución del suelo estabilizado con cal se abonará por metros cúbicos ( $m^3$ ) de material realmente estabilizado, los cuales se medirán como producto de la superficie realmente estabilizada, medida en el terreno, por el espesor medio estabilizado, deducido de los ensayos de control de espesor.

La aplicación del ligante bituminoso para el sellado se abonará por toneladas (t) realmente empleadas en obra, medidas antes de su empleo. Si la deducción tuviera que hacerse a partir de su volumen, éste deberá reducirse al correspondiente a la temperatura de veinticinco grados centígrados ( $25^{\circ}C$ ), por medio de las tablas de corrección correspondientes a su naturaleza.