

511 SUELOS ESTABILIZADOS CON PRODUCTOS BITUMINOSOS

511.1 DEFINICION

Se define como suelo estabilizado con un producto bituminoso, la mezcla íntima, convenientemente compactada, de suelo, agua, ligante bituminoso y eventualmente adiciones, cuyo fin es mejorar las características resistentes del suelo, disminuyendo su capacidad de absorción de agua y/o aumentando su cohesión, por efecto de la incorporación del ligante bituminoso.

Se distinguen dos métodos generales de construcción, según el lugar en que se efectúe la mezcla del suelo con el agua y el ligante bituminoso:

- Mezcla en situ.
- Mezcla en central.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el método a seguir.

511.2 MATERIALES

511.2.1 Suelo

511.2.1.1 Condiciones generales

Los materiales a estabilizar con productos bituminosos serán suelos de procedencia local que puedan ser pulverizados económicamente, exentos de cantidades perjudiciales de materia orgánica, arcillas de alta plasticidad o materiales micáceos.

511.2.1.2 Granulometría

La curva granulométrica del suelo estará comprendida dentro de los siguientes límites:

Tamiz UNE	Cernido ponderal acumulado (%)
5	50 - 100
0,40	35 - 100
0,080	0 - 50

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares podrá exigir un huso más estricto que el anteriormente indicado.

El tamaño máximo no rebasará la mitad (1/2) del espesor de la capa compactada.

511.2.1.3 Plasticidad

Salvo que el Contratista demuestre que el equipo de que dispone tiene capacidad para disgregar y mezclar de forma íntima y homogénea el material con el ligante bituminoso, la fracción cernida por el tamiz 0,40 UNE cumplirá las condiciones siguientes:

Límite líquido inferior a treinta y cinco ($LL < 35$) e Índice de Plasticidad inferior a quince ($IP < 15$).

Las anteriores determinaciones se harán de acuerdo con las normas de ensayo NLT-105/72 y NLT-106/72.

511.2.2 Ligante bituminoso

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares indicará el ligante bituminoso a emplear, que, en general, estará incluido entre los que a continuación se indican:

BQ 30 y BQ 38. Ver Artículo 210, «Alquitranes para carreteras».

MC1, MC2, MC3, RC1, RC2, RC3. Ver Artículo 212, «Betunes asfálticos fluidificados».

EAL, EAM y EAMf, ECL, ECLf y ECM. Ver Artículo 213, «Emulsiones asfálticas».

511.2.3 Adiciones

Si se utilizan adiciones para rebajar la tensión superficial, mejorar la adherencia y rebajar la plasticidad, el Director de las obras aprobará el método a emplear para efectuar su incorporación a la mezcla.

511.3 TIPO Y COMPOSICION DE LA MEZCLA

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

La dosificación del ligante bituminoso deberá ser capaz de conferir a la mezcla compactada suficiente cohesión o impermeabilidad, o ambas cosas, según el fin que se persiga con la estabilización.

Salvo indicación en contrario del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, la dosificación de la mezcla se efectuará de forma que se cumplan las limitaciones de la Tabla 511.1.

La estabilidad se determinará con el aparato Hubbard-Field, según la Norma NLT-160/73. El entumecimiento se determinará según la Norma NLT-163/72.

TABLA 511.1

	SUELO-ALQUITRAN		SUELO-BETUN FLUIDIFICADO		SUELO EMULSION	
	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.
Estabilidad, en probeta desecada (kgf)	500	—	500	—	—	—
Estabilidad, en probeta saturada (kgf)	200	—	200	—	500	—
Absorción de agua (%)	—	7	—	7	—	7
Entumecimiento (%)	—	5	—	5	—	5

511.4 EJECUCION DE LAS OBRAS

511.4.1 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 tanto por ciento (%), en peso, de ligante bituminoso sobre el peso del suelo seco.
- El tanto por ciento de agua que debe contener el suelo en el momento del mezclado.
- El tanto por ciento de agua y disolventes volátiles que debe contener la mezcla en el momento de la compactación.
- El valor mínimo de la densidad a obtener.

Se admitirá una tolerancia en la dosificación de ligante bituminoso, respecto de la prescrita en la fórmula de trabajo, de un uno por ciento ($\pm 1\%$) del peso seco del material a estabilizar, si la mezcla tiene lugar in situ; y de un medio por ciento ($\pm 0,5\%$) en el caso de mezcla en central.

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.

511.4.2 Preparación de la superficie existente

Cuando se emplee el procedimiento de mezcla in situ en varias pasadas, utilizando el propio suelo de la explanada, deberá escarificarse dicho suelo en toda la anchura de la capa que se va a mezclar, hasta una profundidad suficiente para producir, una vez compactada, una capa de suelo estabilizada del espesor señalado en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Salvo indicación en contrario del Director, la operación de escarificado se realizará al menos dos (2) días antes de la operación de disgregación.

Si se añade suelo de aportación para corregir el existente, se mezclarán uniformemente ambos suelos, en todo el espesor de la capa a estabilizar, antes de iniciar la aplicación de ligante.

En el caso de emplear el procedimiento de mezcla in situ, ejecutado en una sola pasada, no será necesario la previa escarificación ni el mezclado del suelo de aportación. Si el terreno a estabilizar es el de la explanación, se nivelará ésta a las cotas previstas. Si hay terreno de aportación, se extenderá éste sobre la explanada nivelada, con el espesor uniforme previsto.

Si todo el suelo empleado es de aportación, o la mezcla se realiza en central, se comprobará, antes de extenderlo, que la superficie existente tiene la densidad exigida y las rasantes indicadas en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, con las tolerancias establecidas en el presente Pliego.

Si en dicha superficie existen irregularidades que excedan de las mencionadas tolerancias, se corregirán, de acuerdo con lo que se prescribe en la unidad de obra correspondiente de este Pliego.

511.4.3 Método de mezcla in situ

511.4.3.1 Disgregación del suelo

El suelo que vaya a ser estabilizado se disgregará previamente, hasta conseguir una eficacia del ochenta y cinco por ciento (85 %), referida al tamiz 10 UNE, y del setenta y cinco por ciento (75 %), referida al tamiz 5 UNE. Por eficacia de disgregación se entiende la relación entre el cernido en seco en obra y el cernido en húmedo en laboratorio, por el tamiz a que se refiere.

En el caso de algunos suelos difíciles de pulverizar en su estado natural, se puede facilitar la operación por una humectación previa.

La cantidad de agua necesaria para la disgregación óptima varía con el tipo de suelo; en todo caso, no deberá rebasar al del contenido óptimo de humedad para realizar la operación de mezcla. Esta aportación de agua deberá realizarse, por lo menos, veinticuatro (24) horas antes del comienzo de la operación de disgregación, con objeto de permitir que el agua empape el suelo y lo reblandezca, teniendo en cuenta las pérdidas que se puedan producir por evaporación; si éstas son de temer, se incrementará la dotación de agua del riego en la cantidad precisa para compensarlas.

Salvo indicación en contra del Director, la operación de disgregación del suelo deberá realizarse al menos dos (2) días antes de la operación de mezcla.

511.4.3.2 Humedad del suelo

Inmediatamente antes de realizar la mezcla, el contenido de agua del suelo disgregado deberá ser tal, que permita un mezclado uniforme e íntimo con el ligante bituminoso, mediante el equipo que se utilice. Si hubiera que aumentar la humedad, se añadirá agua al suelo antes de su mezcla.

El Director podrá autorizar la utilización de una adición para mejorar la adherencia entre el ligante y el suelo, o para regular el tiempo de rotura cuando se usen emulsiones asfálticas.

511.4.3.3 Aplicación del ligante

Antes de aplicar el ligante bituminoso, deberá perfilarse la superficie del suelo, disgregado y con la humedad debida, para que tenga aproximadamente la sección definitiva que indiquen los Planos, o bien, si el equipo mezclador que se utiliza así lo requiere, deberá formarse un caballón de sección y densidad uniformes.

Seguidamente se aplicará el producto bituminoso, con la dotación y temperatura aprobadas por el Director, de manera uniforme y evitando, en su caso, la duplicación o reducción de la dotación en las zonas de borde.

Cuando se emplee la maquinaria de tipo más elemental y la aplicación del ligante se haga independientemente de la operación de mezcla, deberá fraccionarse en dos (2) o más aplicaciones, aproximadamente iguales, mezclando después de cada aplicación.

La velocidad del equipo deberá regularse convenientemente para conseguir la mayor eficacia, y las operaciones de mezclado se reiterarán hasta obtener un material homogéneo y exento de concentraciones de ligante. Cuando no se disponga de un medio rápido para asegurar la uniformidad de la mezcla, se continuará hasta que presente un color uniforme.

Si la mezcla se realiza por medio de niveladoras o gradas de discos y el espesor señalado en los Planos excede de quince centímetros (15 cm), deberán fraccionarse las operaciones de mezcla en dos (2) o más tongadas, de espesor inferior a la antedicha limitación.

511.4.4 Método de mezcla in situ, en una sola pasada

Cuando se emplee el procedimiento de mezcla in situ utilizando un mezclador de una sola pasada, una vez preparada la superficie existente, o extendido uniformemente el material de aportación, las operaciones de disgregación del suelo, adición de agua, adición del ligante bituminoso y mezcla de los tres componentes, se realizará en una sola pasada, regulando la velocidad de avance y el caudal de agua y ligante, de manera que todas las operaciones se realicen con la máxima eficacia y la mezcla quede homogénea y con las dotaciones previstas de agua y ligante bituminoso.

511.4.5 Método de mezcla en central

511.4.5.1 Fabricación de la mezcla

La mezcla se realizará en una amasadera, provista de dosificadores que permitan suministrar, por separado y sucesivamente, el suelo disgregado, el agua y el ligante bituminoso, en las proporciones y con las tolerancias fijadas en la fórmula de trabajo.

La amasadura se proseguirá hasta obtener un material homogéneo y exento de concentraciones de ligante. Cuando no se disponga de un medio rápido que asegure la uniformidad de la mezcla, se continuará hasta que ésta presente un color uniforme.

En las instalaciones de mezcla discontinua, no se volverá a cargar la amasadera sin haber vaciado totalmente su contenido.

511.4.5.2 Transporte de la mezcla

En el transporte de la mezcla se tomarán las mayores precauciones para reducir al mínimo la segregación y las pérdidas de humedad y disolventes volátiles. En tiempo caluroso o en grandes recorridos, en que se presume que pueden producirse pérdidas apreciables, se cubrirá la mezcla, durante el transporte, con lonas u otros cobertores adecuados.

511.4.6 Extensión y compactación de la mezcla

Después de las operaciones de mezclado y eventual transporte, la mezcla se extenderá uniformemente y con el espesor previsto.

Para comenzar la operación de compactación es necesario que la mezcla tenga la humedad óptima de apisonado. En ciertos casos, tal y como cuando se emplean emulsiones asfálticas, suelos arcillosos y/o equipos elementales de mezclado, la humedad de mezcla puede ser superior a la óptima de compactación. En estos casos, se procederá a la aireación de la mezcla con los medios de que se disponga en obra hasta alcanzar por evaporación el óptimo deseado.

Una vez alcanzada esta humedad óptima y extendida la mezcla uniformemente con el espesor previsto, se comenzará inmediatamente la compactación de la capa, prosiguiéndose hasta alcanzar una densidad igual, como mínimo, a la que corresponda al noventa y cinco por ciento (95 %) de la máxima obtenida en el ensayo Proctor modificado, según la Norma NLT-108/72.

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 las pasadas sucesivas, que deberán tener longitudes ligeramente distintas.

Cuando los compactadores hayan realizado aproximadamente las dos terceras partes del trabajo de compactación, se realizará, si es necesario, un perfilado de la superficie a las rasantes previstas, continuando esta última fase de la operación con los compactadores y la niveladora, hasta obtener la compactación y el perfil requerido de acuerdo con las prescripciones de este Artículo.

Con independencia del tipo de compactadores empleados y para quitar las huellas de los rodillos y niveladoras, el apisonado final deberá hacerse con apisonadoras de neumáticos.

Durante la operación de compactación y reperfilado se comprobará frecuentemente el espesor de la capa estabilizada, y una vez terminada se comprobará la densidad obtenida.

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.

511.5 TRAMOS DE PRUEBA

Al iniciarse los trabajos, el Contratista construirá secciones de ensayo, del ancho y longitud adecuadas, de acuerdo con las instrucciones del Director.

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 ligante bituminoso 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.

511.6 TOLERANCIAS DE LA SUPERFICIE ACABADA

Dispuestas estacas de refino o referencia, 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 en más de un quinto (1/5) del espesor previsto en los Planos para la capa de suelo estabilizado con ligante bituminoso.

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 zona estabilizada.

Las irregularidades que excedan de las tolerancias antedichas, o que retengan agua sobre la superficie, deberán corregirse de acuerdo con lo siguiente:

- En las zonas que deban recortarse se recompactará el área perturbada, hasta alcanzar la misma densidad que en el resto de la capa.
- En las zonas que deban recrecerse, se escarificará previamente, para asegurar la trabazón del recrecimiento.

511.7 LIMITACIONES DE LA EJECUCION

Las estabilizaciones con un ligante bituminoso se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a los quince grados centígrados (15° C). No obstante, si la temperatura ambiente tiene tendencia a aumentar, podrá fijarse en diez grados centígrados (10° C) la temperatura límite inferior para poder ejecutar la mezcla. Los límites anteriores serán rebajados en cinco grados centígrados (5° C), cuando la aplicación del ligante se efectúe directamente en la máquina de una sola pasada o en la mezcladora de la planta fija.

El material estabilizado que no haya sido compactado al final de la jornada se recogerá en un caballón, para extenderlo y compactarlo al día siguiente. Asimismo se recogerá en un caballón cuando llueva, y éste no se extenderá hasta que su superficie esté seca.

Se prohibirá la acción de todo tipo de tráfico sobre las capas recién ejecutadas, hasta que no 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. El Contratista será responsable de los daños originados por esta causa, debiendo proceder a la reparación de los mismos con arreglo a las prescripciones del presente Artículo.

511.8 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 realizada 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 sobre el terreno.

El ligante bituminoso empleado en la estabilización se abonará por toneladas (t) realmente empleadas en obra, medidas antes de su empleo por pesada directa en báscula debidamente contrastada. 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.

La ejecución del suelo estabilizado con un ligante bituminoso se abonará por metros cúbicos (m^3) de material estabilizado, los cuales se medirán, en el caso de mezcla in situ, como producto de la superficie realmente estabilizada, medida en el terreno, por el espesor medio estabilizado, deducido de los ensayos de control de espesor; cuando la mezcla se realice en central, se obtendrán directamente de la cubicación de las secciones-tipo señaladas en los Planos. En este caso de mezcla en central, el abono comprenderá el suelo de aportación.

Redacción sin aplicación desde la aprobación de la Orden FOM/891/2004