

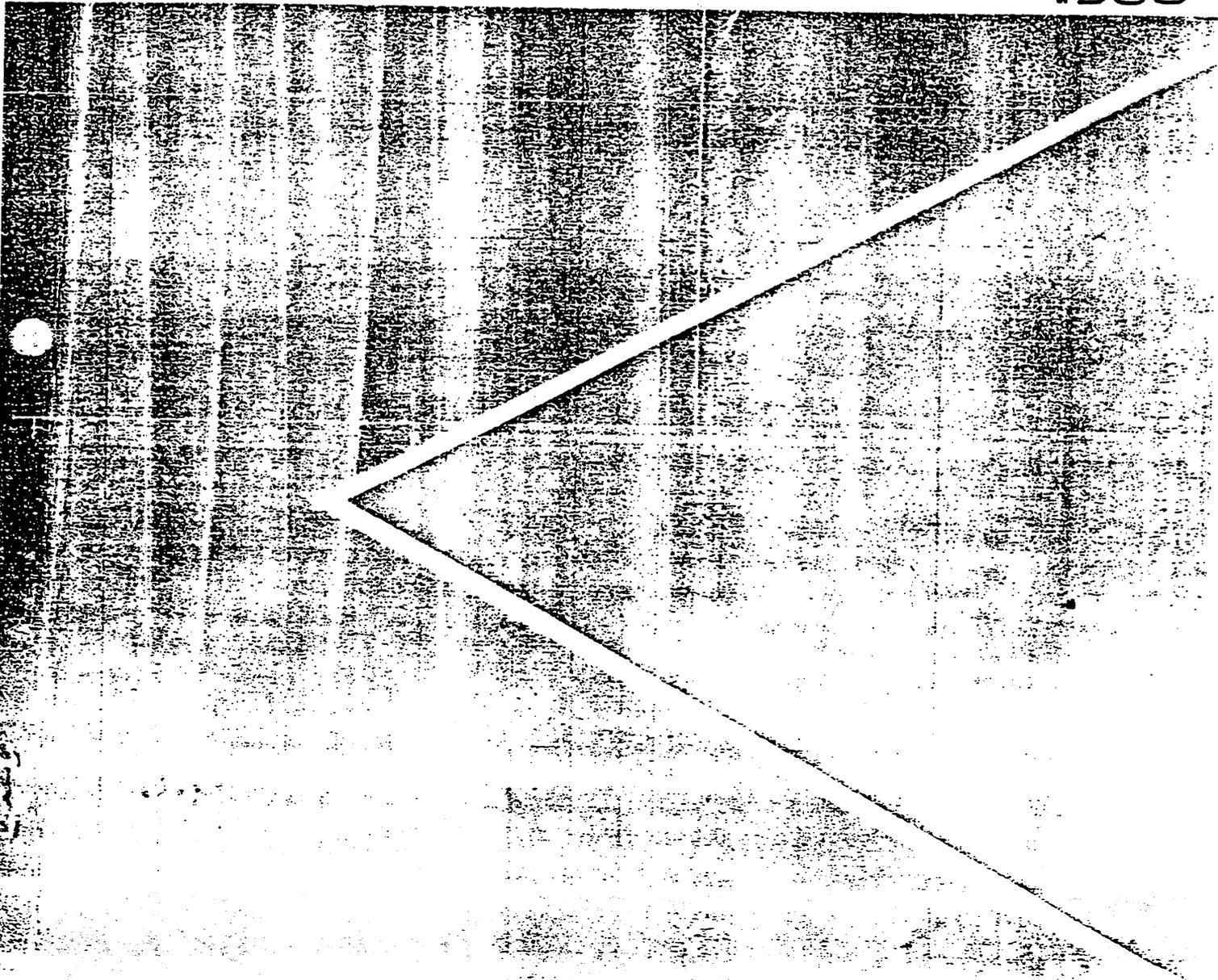
MOPU

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS

RECOMENDACIONES SOBRE ESTABILIZACIONES DE SUELOS IN SITU Y TRATAMIENTOS SUPERFICIALES CON LIGANTES HIDROCARBONADOS

O. Circular n° 297/88 T

1988



ORDEN CIRCULAR 297/88T

**RECOMENDACIONES SOBRE ESTABILIZACIONES DE SUELOS "IN SITU"
Y TRATAMIENTOS SUPERFICIALES CON LIGANTES HIDROCARBONADOS**

El tiempo transcurrido desde la aprobación de las especificaciones sobre estabilizaciones de suelos "in situ" y a tratamientos superficiales con ligantes hidrocarbonados que figuran en la Parte 5ª, Capítulo II, Artículos 510 a 512 inclusive; Capítulo II, Artículo 532; y Capítulo IV, Artículo 540 del vigente Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, aprobado por O.M. de 6 de Febrero de 1976 (B.O.E. de 7 de Julio), y modificado por O.M. de 21 de enero de 1988, así como los avances tecnológicos en el campo de dichas unidades de obra aconsejan:

- 1º.- La revisión de los Artículos 510 "Suelos estabilizados 'in situ' con cal" y 540 "Tratamientos superficiales con lechada bituminosa".
- 2º.- La supresión del actual artículo 511 "Suelos estabilizados con productos bituminosos", unidad de obra de escaso empleo en la actualidad y que, por lo tanto, no debe seguir figurando en un Pliego de prescripciones técnicas generales, el cual debe reflejar la tecnología normal; pasando su eventual empleo a ser regulado por Pliegos de prescripciones técnicas particulares.
- 3º.- La inclusión de un nuevo artículo 511 "Suelos estabilizados 'in situ' con cemento", el cual recoge la parte del actual artículo 512 "Suelos estabilizados con cemento" relativa a estabilizaciones "in situ".
- 4º.- La inclusión de un nuevo artículo 533 "Tratamientos superficiales mediante riegos con gravilla", el cual ocupa el hueco del relativo a "Macadam bituminoso por penetración con ligantes viscosos" cuya supresión se ha propuesto en mayo de 1987.

El Artículo 5, apartado 6º de la Ley 51/1974 de 19 de Diciembre, de Carreteras, así como el Artículo 11, apartado 6º del R.D. 1073/1977 de 8 de Febrero, por el que se aprueba el Reglamento General de Carreteras, facultan al Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo para dictar las normas técnicas en materia, entre otras, de construcción relativas a toda clase de carreteras y a sus caminos de servicio.

Tanto el Artículo 13 de la Ley 198/1963 de 28 de Diciembre, de Bases de Contratos del Estado, como el Artículo 13 del texto articulado de la Ley de Contratos del Estado, aprobado por Decreto 923/1965, de 8 de Abril, como el Artículo 37 del Decreto 3354/1967, de 28 de Diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Contratación para la aplicación del citado texto articulado, prevén la posibilidad de que el Gobierno establezca, previo informe de la Junta Consultiva de Contratación Administrativa, los Pliegos de Prescripciones Técnicas Generales a que hayan de someterse las obras contratadas por el Estado.

Mientras los artículos del Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes a que se refiere la presente orden circular son informados por la Junta consultiva de contratación administrativa y aprobados por el Departamento -proceso que, aunque ya iniciado, consumirá algún tiempo- conviene poner a prueba en la práctica unas prescripciones puestas al día, a nivel de proyectos concretos.

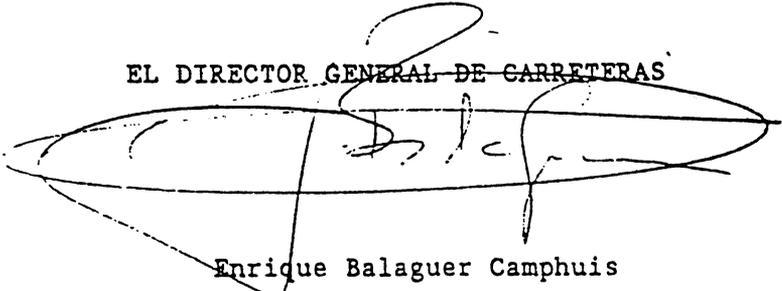
Por lo tanto, esta Dirección General recomienda que para las unidades de obra correspondientes a estabilizaciones de suelos "in situ" con cal o cemento, y tratamientos superficiales con lechada bituminosa o mediante riegos con gravilla, los Pliegos de prescripciones técnicas particulares de los proyectos que se redacten combinen adecuadamente:

- Los textos de los borradores de los artículos 510, 511, 533 y 540 revisados para el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales.
- Los textos complementarios de las prescripciones relativas a dichos artículos que deberán figurar en los Pliegos de prescripciones técnicas particulares cuando se aprueben los citados borradores.

En el caso de proyectos ya aprobados u obras adjudicadas, se podrá elevar consulta a las Subdirecciones Generales de Planificación y Proyectos o de Construcción y Explotación, respectivamente, acerca de la conveniencia de proceder a modificar el proyecto o contrato en lo relativo a las prescripciones objeto de la presente orden circular.

Madrid, 29 de marzo de 1988

EL DIRECTOR GENERAL DE CARRETERAS



Enrique Balaguer Camphuis

510 SUELOS ESTABILIZADOS "IN SITU" CON CAL

510.1.- DEFINICION

Se define como suelo estabilizado "in situ" con cal la mezcla íntima de cal y agua con el suelo de una explanación, a fin de mejorar determinadas propiedades del mismo.

510.1.- MATERIALES

510.2.1. Cal

510.2.1.1.- Condiciones generales

Según el artículo 200 "Cal área" del presente Pliego de Prescripciones Técnicas Generales. Podrá utilizarse en forma de polvo o de lechada.

La cal será apagada y del tipo I. No obstante, el Pliego de prescripciones técnicas generales c, en su defecto, el Director de las obras podrá autorizar el empleo de cal apagada del tipo II, siempre que cumpla las condiciones que se señalan a continuación.

510.2.1.2.- Composición química

El contenido mínimo del óxido cálcico y magnésico, según la norma UNE 7 095 55, será del setenta y cinco por ciento (75%), en peso.

510.2.1.3.- Finura de molido

Los resultados de tamizar por vía húmeda después del apagado, según la norma UNE 7 187 62, deberán cumplir las condiciones siguientes:

TAMIZ UNE	RECHAZO ACUMULADO MAXIMO (% en masa)
80 μm	0
160 μm	15

510.2.2.- Suelo

510.2.2.1.- Condiciones generales

Los suelos a estabilizar "in situ" con cal deberán estar exentos de materia vegetal.

510.2.2.2.- Granulometría

Los suelos a estabilizar "in situ" con cal no deberán contener

elementos de tamaño superior a ochenta milímetros (80 mm). Su cernido por el tamiz UNE 80 μm deberá estar comprendido entre los límites especificados en el Pliego de prescripciones técnicas particulares.

510.2.2.3.- Plasticidad

El índice de plasticidad, según las normas NLT-105/72 y NLT-106/-72, deberá estar comprendido en el intervalo fijado por el Pliego de prescripciones técnicas particulares. Cuando dicho índice sea superior a cincuenta (50), el citado Pliego o, en su defecto, el Director de las obras podrá ordenar que la mezcla del suelo con la cal se realice en dos (2) etapas.

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, el cual deberá fijar la dosificación mínima de cal y el valor mínimo del índice CBR a los siete (7) días, según la norma NLT-111/78.

510.4.- EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCION DE LAS OBRAS

Los equipos mecánicos para la distribución de cal en polvo deberán ser capaces de aplicar la totalidad de la dosificación prevista en dos (2) pasadas, como máximo.

La mezcla "in situ" del suelo con la cal se realizará mediante equipos que permitan la necesaria disgregación de aquél hasta la profundidad establecida en los Planos, y una mezcla uniforme de ambos materiales.

En las zonas que por su reducida extensión, su pendiente, o su proximidad a obras de paso o desagüe, muros o estructuras, no permitieran el empleo del equipo que normalmente se estuviera utilizando se emplearán los medios adecuados a cada caso, de forma que las características obtenidas no difieran de las exigidas al suelo estabilizado "in situ" con cal en las demás zonas.

510.5.- EJECUCION DE LAS OBRAS

510.5.1.- Estudio de la fórmula de trabajo

La estabilización no deberá iniciarse sin que el Director de las obras haya aprobado su fórmula de trabajo, la cual señalará:

- La dosificación de cal, la cual no deberá ser inferior a la mínima fijada en el Pliego de prescripciones técnicas particulares.
- En su caso, la humedad del suelo en el momento de su mezcla con la cal.
- La humedad de compactación.
- El valor mínimo de la densidad a obtener, que no deberá ser inferior a la fijada en el apartado 510.7 del presente artículo.

Si la marcha de las obras lo aconsejase, el Director de las mismas podrá modificar la fórmula de trabajo, justificándolo mediante los ensayos oportunos, pero respetando la dosificación mínima de cal y, en su caso, el CBR mínimo a siete (7) días fijados por el Pliego de prescripciones técnicas particulares. Se estudiará y aprobará otra fórmula de trabajo en el caso de que varíen la procedencia de la cal o las características del suelo a estabilizar.

510.5.2.- Preparación de la superficie existente

Si en la superficie del suelo a estabilizar "in situ" existieran defectos o irregularidades que excediesen de los tolerables, a juicio del Director de las obras, se corregirán según sus instrucciones.

A continuación, se escarificará el suelo hasta la profundidad necesaria para que la estabilización tenga la rasante y espesor previsto en los Planos, disgregando el suelo hasta que no presente grumos superiores a ochenta milímetros (80 mm). Si lo ordenase el Director de las obras, podrá asimismo procederse a su humectación.

510.5.3.- Distribución de la cal

La cal en polvo se distribuirá uniformemente con la dosificación establecida, por medio de equipos mecánicos. Sólo en zonas de reducida extensión no accesibles a dichos equipos podrá el Director de las obras autorizar la distribución manual. Para ello los sacos de cal se colocarán sobre el suelo formando una cuadrícula de lados aproximadamente iguales, correspondientes a la dosificación aprobada; una vez abiertos los sacos, su contenido será distribuido rápida y uniformemente mediante rastrillos manuales o rastras de púas remolcadas. La cal extendida que hubiera sido desplazada será reemplazada. A continuación se regará ligeramente.

La cal en forma de lechada, con una relación ponderal agua/cal no inferior a tres (3), se aplicará por pasadas sucesivas, cada una de las cuales será mezclada con el suelo antes de la siguiente.

Si la mezcla del suelo con la cal se realizase en dos etapas, en cada una de ellas se aplicará la mitad (1/2) de la dosificación total de cal prevista.

510.5.4.- Humectación

Si la cal se emplease en polvo, se añadirá el agua necesaria conforme se realice la mezcla. 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 se acumule en las huellas dejadas por el equipo de humectación.

Si la cal se emplease en forma de lechada no será, en general, necesaria la adición de agua.

510.5.5.- Mezcla

La mezcla deberá alcanzar una dispersión homogénea en el suelo de la cal aplicada, lo que se reconocerá por un color uniforme.

La totalidad de los grumos de la mezcla deberá resultar inferior a veinte milímetros (20 mm), y la eficacia de disgregación -referida al tamiz UNE 5 mm- no deberá ser inferior al sesenta por ciento (60 %). Por eficacia de disgregación se entenderá la razón entre el cernido en obra del material húmedo y el cernido en laboratorio del material seco. En caso contrario, la mezcla se realizará en dos (2) etapas, en la primera de las cuales bastará con que la totalidad de los grumos resulte inferior a cincuenta milímetros (50 mm), y convendrá rebasar la humedad óptima de compactación entre dos y diez (2 á 10) puntos porcentuales.

510.5.6.- Curado inicial

Si la mezcla se realizase en dos (2) etapas, el suelo estabilizado "in situ" con cal se dejará curar entre veinticuatro (24) y cuarenta y ocho (48) horas, durante las que se cuidará de evitar variaciones de humedad, compactando ligeramente si existiera riesgo de precipitaciones. Este plazo de curado podrá ser aumentado hasta siete (7) días, a criterio del Director de las obras, si el índice de plasticidad del suelo, según las normas NLT 105/72 y 106/72, fuera superior a cincuenta (50).

510.5.7.- Compactación

En el momento de iniciar la compactación, la mezcla deberá hallarse suelta en todo su espesor, y su humedad no deberá diferir en más de dos (2) puntos porcentuales de la fijada en la fórmula de trabajo. Si a pesar de ello al compactar se produjeran fenómenos de inestabilidad o arrollamiento, deberá reducirse la humedad por nueva mezcla y/u oreo hasta que dejen de producirse. En el caso de que fuera preciso añadir agua, esta operación se efectuará conforme al apartado 510.5.4 del presente artículo.

La compactación se continuará hasta alcanzar la densidad especificada en la fórmula de trabajo.

510.5.8.- Acabado de la superficie

Durante la compactación y después de ella, la superficie del suelo estabilizado "in situ" con cal se conformará hasta alcanzar las rasantes y perfiles señalados en los Planos, con las tolerancias establecidas en los Pliegos de prescripciones técnicas. Si dicha superficie presentase irregularidades, huellas o discontinuidades inadmisibles, a juicio del Director de las obras, deberá escarificarse ligeramente, recompactando la zona afectada, previa adición del agua necesaria.

510.5.9.- Juntas

Las juntas de trabajo se dispondrán de forma que su borde quede

perfectamente vertical, debiendo para ello recortarse la parte precisa de la zona ya terminada.

510.5.10.- Curado final

La superficie del suelo estabilizado "in situ" con cal deberá mantenerse húmeda durante un período mínimo de tres a siete (3 á 7) días a partir de su acabado. Para ello deberá regarse con la debida frecuencia, o disponerse un riego de curado según se especifica en el artículo 532 "Riegos de curado" del presente Pliego de prescripciones técnicas generales.

Si se hubieran empleado para la compactación rodillos cuyo peso individual no fuera inferior a veinticinco toneladas (25 t), el Director de las obras podrá autorizar a poner en obra sobre el suelo estabilizado "in situ" con cal la siguiente capa de firme inmediatamente después del acabado, prescindiéndose entonces del curado final.

510.5.11.- Tramo de prueba

Siempre que lo exija el Pliego de prescripciones técnicas particulares, antes de iniciarse la estabilización "in situ" con cal será preceptiva la realización de un tramo de prueba , para

- comprobar la profundidad y eficacia de la disgregación del suelo y la uniformidad de su mezcla con la cal;
- fijar la composición y forma de actuación del equipo compactador, y
- determinar la humedad de compactación más conforme a aquéllas.

El Director de las obras determinará si es aceptable la realización del tramo de prueba como parte integrante de la obra en construcción.

Se establecerán la relaciones entre número de pasadas de los equipos y características alcanzadas, tanto para la disgregación del suelo y su mezcla con la cal como para la compactación.

A la vista de los resultados obtenidos, el Director de las obras definirá:

- Si son aceptables o no los equipos propuestos por el Constructor.
- En el primer caso, su forma específica de actuación y, en su caso, las correcciones necesarias, especialmente en lo relativo a etapas de mezcla y humedad de compactación.

En el segundo caso, el Constructor deberá proponer nuevos equipos, o incorporar equipos suplementarios o sustitutorios, o deberá modificarse la fórmula de trabajo.

Asimismo, durante la ejecución del tramo de prueba se analizarán los aspectos siguientes:

- Comportamiento del suelo durante la disgregación y mezcla, y del suelo estabilizado bajo la compactación.
- Correlación, en su caso, entre los métodos de control de humedad y densidad "in situ" y de dosificación de cal establecidos en los Pliegos de prescripciones técnicas y otros métodos rápidos de control tales como isótopos radiactivos, carburo de calcio, picnómetro de aire, medición del pH, etc.

510.7.- ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

510.7.1.- Densidad

El suelo estabilizado "in situ" con cal deberá presentar una densidad no inferior al noventa y cinco por ciento (95 %) de la máxima alcanzada en el ensayo "Proctor modificado", según la norma NLT-108/72, efectuando las pertinentes sustituciones de elementos gruesos.

510.7.2.- Capacidad soporte

El índice CBR de probetas de suelo estabilizado "in situ" con cal a los siete (7) días, según la norma NLT-111/78, no deberá ser inferior al valor especificado en el Pliego de prescripciones técnicas particulares.

510.7.3.- Tolerancias geométricas

510.7.3.1.- De la superficie acabada

Dispuestas estacas de refino, niveladas hasta milímetros (mm) con arreglo a los Planos, en el eje, quiebros de peralte si existieren, y bordes de perfiles transversales, cuya separación no exceda de la mitad (1/2) de la distancia entre los perfiles del Proyecto, 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 treinta milímetros (30 mm).

En todos los semiperfiles se comprobará la anchura estabilizada, que en ningún caso podrá ser inferior a la teórica deducida de la sección-tipo de los Planos.

Será optativa del Director de las obras la comprobación de la superficie acabada con regla de tres metros (3 m), estableciendo la tolerancia admisible en dicha comprobación, de no venir fijada en el Pliego de prescripciones técnicas particulares.

Las irregularidades que excedan de las tolerancias especificadas se corregirán por el Constructor, a su cargo. Para ello, antes de que hayan transcurrido cuarenta y ocho horas (48 h) desde el final de la compactación, se recortarán los excesos y se rellenarán los defectos, y se volverá a compactar y refinar. El relleno de los defectos deberá ir precedido de una escarificación en una profundidad igual a la mitad (1/2) del espesor del suelo estabilizado "in situ" con cal, y de la

adición de cal en una proporción mínima del medio por ciento (0,5 %) del peso de suelo seco correspondiente al espesor escarificado, así como del agua necesaria.

Si la tolerancia fuera rebasada por defecto y no existieran problemas de encharcamiento ni de espesor insuficiente, el Director de las obras podrá aceptar la superficie siempre que la capa superior a ella compense la merma sin incremento de coste para la Administración.

510.8 LIMITACIONES DE LA EJECUCION

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

Con lluvias ligeras se podrán realizar normalmente las operaciones de aportación de cal, mezcla, compactación y acabado. Cuando se produzcan aguaceros que no lleguen a inundar la zona de trabajo, y no haya temor de arrastre de la cal, podrán continuarse las obras uno o dos (1 ó 2) días después de pasados aquéllos.

Cuando la fuerza del viento sea excesiva, a juicio del Director de las obras, no se podrá aplicar cal en polvo.

Toda cantidad de cal aplicada deberá mezclarse con el suelo antes de que hayan transcurrido ocho (8) horas a partir de su aplicación.

La compactación y el acabado deberán terminarse antes de cinco (5) días, contados desde el final de la última mezcla.

Mientras no se hayan terminado la compactación, acabado y curado del suelo estabilizado "in situ" con cal deberá prohibirse la acción de todo tipo de circulación que no sea imprescindible para dichas operaciones.

510.9 SEGURIDAD E HIGIENE EN LA EJECUCION DE LA UNIDAD

510.9.1.- Medidas protectoras

Las prendas de los obreros que manejen cal deberán atenerse a lo siguiente:

- La camisa, doble en caso de frío, será abotonada con manga larga que no se deberá remangar.
- Los zapatos serán cubiertos o botas, con cordones.
- Las perneras del pantalón deberán atarse sobre el calzado.
- No se deberá usar pantalón corto.
- La cabeza irá cubierta con gorro o casco.
- Las manos estarán protegidas con guantes largos hasta el codo.
- Las prendas no deberán ser demasiado ajustadas al cuello o muñecas.

Los obreros que vayan a estar expuestos durante largos periodos a la presencia de cal en polvo deberán aplicar una crema protectora -por

ejemplo, vaselina- a la piel expuesta: cara, cuello, muñecas, tobillos. En todo momento deberán llevar anteojos con protección lateral, y en presencia de polvo de cal deberán asimismo llevar una mascarilla filtrante ligera.

Terminado el trabajo, los obreros deberán bañarse o ducharse con agua ligeramente acidulada con vinagre, eliminando totalmente la cal y la crema protectora.

510.9.2.- Primeros auxilios

Las quemaduras por cal deberán lavarse abundantemente con agua tibia y jabón hasta remover toda la cal, aplicándose a continuación una cura del tipo normalmente usado para quemaduras -por ejemplo, tul engrasado-. La quemadura se mantendrá vendada hasta su curación.

En el caso de que la cal afectara a los ojos, éstos deberán lavados inmediatamente con abundante agua, forzando su apertura si fuere preciso.

En todo caso, cualquier accidente deberá ser puesto inmediatamente en conocimiento del Médico responsable de la seguridad e higiene en la obra.

510.10 MEDICION Y ABONO

En ningún caso habrá lugar al abono por separado de la preparación de la superficie existente.

La cal empleada en la estabilización "in situ" de suelos se abonará por toneladas (t) realmente empleadas, medidas antes de su empleo por pesada en báscula contrastada o, en el caso de emplearse ensacada, multiplicando el número de sacos iguales por el peso medio contenido en ellos. No se abonará la cal que haya sido desplazada antes de la mezcla.

La ejecución del suelo estabilizado "in situ" con cal se abonará por metros cúbicos (m³) de material estabilizado, los cuales se obtendrán como producto de la anchura señalada en los Planos por la longitud realmente estabilizada -o, donde aquélla no sea constante, según señalase el Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Director de las obras- y por el espesor medio deducido de los ensayos de control.

510.11 CONTROL DE CALIDAD

510.11.1.- Control de procedencia

510.11.1.1.- Suelo

Antes del inicio de su estabilización "in situ" con cal se identificará cada tipo de suelo, determinando la dosificación de cal necesaria en función del resultado de los ensayos.

De cada tipo de suelo, y sea cual fuere la cantidad del mismo a

estabilizar, se ensayarán como mínimo cuatro (4) muestras, añadiéndose una (1) más por cada cinco mil metros cúbicos (5 000 m³), o fracción, de exceso sobre veinte mil metros cúbicos (20 000 m³) de suelo a estabilizar.

Sobre cada muestra se realizarán los siguientes ensayos:

- Granulometría por tamizado, según la norma NLT-102/72.
- Límite líquido e índice de plasticidad, según las normas
- NLT-105/72 y 106/72.

510.11.1.2.- Cal

A la recepción en obra de cada partida, y siempre que el sistema de transporte y la instalación de almacenamiento cuenten con la aprobación del Director de las obras, se llevará a cabo una toma de muestras y sobre ellas se realizarán los siguientes ensayos:

- Contenidos de óxido cálcico y magnésico, según la norma UNE 7 095 55.
- Finura de molido, según la norma UNE 7 187 62.

510.11.2.- Control de producción

Se realizarán los siguientes ensayos:

*Por cada doscientos metros cúbicos (200 m³) de suelo estabilizado "in situ" con cal, o cada día si se estabilizara menor cantidad:

- Fabricación de cinco (5) probetas para el control de recepción de la capacidad soporte mediante el índice CBR, según la norma NLT 111/78, con material tomado aleatoriamente en el tajo.

*Por cada mil metros cúbicos (1000 m³) de suelo estabilizado "in situ" con cal, o una (1) vez a la semana si se estabilizara menor cantidad:

- Proctor modificado de la mezcla, según la norma NLT-108/72.

510.11.3.- Control de recepción

Se considerará como "lote", que se aceptará o rechazará en bloque, el suelo estabilizado "in situ" con cal que entre en doscientos cincuenta metros de explanada, medidos a lo largo del eje de la carretera, o alternativamente en tres mil metros cuadrados (3000 m²) de explanada, o en la fracción construída diariamente si ésta fuere menor.

Los ensayos "in situ" se realizarán en puntos previamente seleccionados mediante un muestreo aleatorio, tanto longitudinal como transversalmente; si en dichos puntos apareciesen blandones localizados, se corregirán y se hará un nuevo muestreo. Se asignarán a cada lote las probetas fabricadas durante el control de producción que le correspondan.

510.11.3.1.- Compactación

Sobre una muestra de efectivo cinco unidades (5 ud) se realizarán ensayos de:

- Humedad natural, según la norma NLT-102/72.
- Densidad "in situ", según la norma NLT-109/72.

510.11.3.2.- Espesor

Antes de tapar el orificio practicado para el control de la compactación, se medirá en el mismo el espesor de suelo realmente estabilizado.

510.11.3.3.- Capacidad soporte

Se determinará el índice CBR, según la norma NLT-111/78, de las probetas fabricadas durante el control de producción, a los siete (7) días de su fabricación.

510.11.3.4.- Criterios de aceptación o rechazo del lote

510.11.3.4.1.- Densidad

Las densidades medias obtenidas no deberán ser inferiores a la especificada en el apartado 510.7.1. del presente artículo; no más de dos (2) individuos de la muestra ensayada podrán presentar resultados individuales de hasta dos (2) puntos porcentuales por debajo de la densidad especificada. De no alcanzarse los resultados exigidos, el lote se recompactará si se estuviera dentro del plazo marcado por el apartado 510.8 del presente artículo; de lo contrario, será reconstruido a cargo del Constructor.

Los ensayos de determinación de humedad tendrán carácter indicativo y no constituirán, por sí solos, base para la aceptación o rechazo.

Para la realización de ensayos de humedad y densidad "in situ" podrán utilizarse métodos rápidos no destructivos, tales como isótopos radiactivos, carburo de calcio, picnómetro de aire, etc., siempre que mediante ensayos previos se haya determinado una correspondencia razonable entre estos métodos y las normas NLT- 102/72 y 109/72.

510.11.3.4.2.- Espesor

Ningún espesor podrá ser inferior al previsto en los Planos en más de veinte milímetros (20 mm), ni el espesor medio podrá ser inferior al citado espesor previsto en más de diez milímetros (10 mm); de no cumplirse cualquiera de las dos condiciones anteriores, el lote deberá ser reconstruido a cargo del Constructor.

510.11.3.4.3.- Capacidad soporte

La media de los índices CBR deberá ser superior al noventa por ciento (90 %) del valor especificado en el apartado 510.7.2 del pre-

sente artículo. En caso contrario, se aplicará al abono del lote un descuento del triple (3 x) de lo que la merma baje del diez por ciento (10 %); y si ésta superara el veinte por ciento (20 %) del valor especificado, el lote será reconstruido a cargo del Constructor.

Ningún resultado individual podrá ser inferior a dicho valor especificado en más de un veinte por ciento (20 %) del mismo. En caso contrario, el lote será reconstruido a cargo del Constructor.

**PRESCRIPCIONES SOBRE SUELOS ESTABILIZADOS 'IN SITU' CON CAL
QUE DEBEN FIGURAR EN EL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS PARTICULARES**

Apartado 510.1.1 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

El Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Director de las obras podrá autorizar el empleo de cal apagada del tipo II, siempre que cumpla las condiciones que se señalan en el apartado 510.1. del Pliego de prescripciones técnicas generales.

Apartado 510.2.2.2 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

Los límites del cernido por el tamiz UNE 80 μm fijados por el Pliego de prescripciones técnicas particulares deberán ser los siguientes:

- Mínimo del quince por ciento (15 %) en masa.
- En el caso de que la estabilización se emplee para obtener una explanada tipo E2 definida en las instrucciones 6.1-IC y 6.2-IC de la Dirección General de Carreteras, máximo del treinta y cinco por ciento (35 %) en masa.

Apartado 510.2.2.3 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

El intervalo fijado por el Pliego de prescripciones técnicas particulares para el índice de plasticidad será el siguiente:

- Mínimo de doce (12).
- En el caso de que la estabilización se emplee para obtener una explanada tipo E2 definida en las instrucciones 6.1-IC y 6.2-IC de la Dirección General de Carreteras, máximo de cuarenta (40).

Si dicho índice fuera superior a cincuenta (50), el Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Director de las obras podrán ordenar que la mezcla del suelo con la cal se realice en dos (2) etapas.

Apartado 510.3 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

El Pliego de prescripciones técnicas particulares deberá fijar la dosificación mínima de cal y el valor mínimo del índice CBR a los siete (7) días, según la norma NLT-111/78, en función del tipo de explanada a obtener de entre las definidas en las instrucciones 6.1-IC y 6.2-IC de la Dirección General de Carreteras.

Apartado 510.5.11 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

Si no lo señalase el Pliego de prescripciones técnicas particulares, no será obligatoria la realización de un tramo de prueba.

Apartado 510.7.2 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

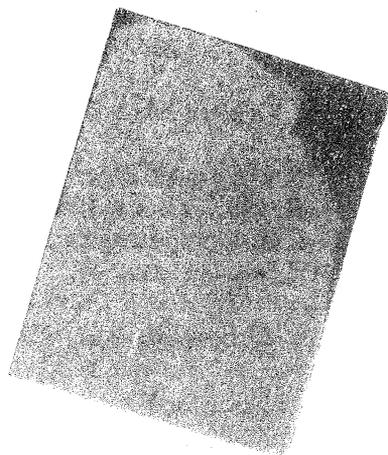
El valor especificado en el Pliego de prescripciones técnicas particulares para el índice CBR a los siete (7) días no deberá ser inferior a diez (10) si la estabilización se emplease para obtener una explanada tipo E2 definida en las instrucciones 6.1-IC y 6.2-IC de la Dirección General de Carreteras, ni a cinco (5) en los demás casos.

Apartado 510.7.3.1 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

De no venir fijada en el Pliego de prescripciones técnicas particulares, el Director de las obras fijará la tolerancia admisible en la comprobación de la superficie acabada con regla de tres metros (3 m).

Apartado 510.10 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

Donde la anchura señalada en los Planos para la estabilización "in situ" con cal no fuera constante, el Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Director de las obras señalará la forma de la medición de su superficie, a efectos de abono.



511 SUELOS ESTABILIZADOS "IN SITU" CON CEMENTO

511.1.- DEFINICION

Se define como suelo estabilizado "in situ" con cemento la mezcla íntima de cemento y agua con el suelo de una explanación, a fin de mejorar determinadas propiedades del mismo.

511.2.- MATERIALES

511.2.1.- Cemento

511.2.1.1.- Condiciones generales

Según el artículo 202 "Cementos" del presente Pliego de Prescripciones Técnicas Generales.

No se utilizarán cementos de categoría superior a trescientos cincuenta (350).

Si el contenido ponderal de sulfatos en el suelo a estabilizar "in situ" con cemento, expresado en SO₃ según la norma NLT 120/72, fuera superior al medio por ciento (0,5 %) deberá emplearse un cemento resistente a la acción de los sulfatos.

511.2.2.- Suelo

511.2.2.1.- Condiciones generales

Los suelos a estabilizar "in situ" con cemento deberán estar exentos de materia vegetal.

511.2.2.2.- Granulometría

Los suelos a estabilizar "in situ" con cemento no deberán contener elementos de tamaño superior a ochenta milímetros (80 mm). Su cerudo ponderal por el tamiz UNE 2 mm deberá ser superior al veinte por ciento (20 %), y por el tamiz UNE 80 µm deberá ser inferior al límite especificado por el Pliego de prescripciones técnicas particulares.

511.2.2.3.- Plasticidad

El índice de plasticidad del suelo a estabilizar "in situ" con cemento, según las normas NLT-105/72 y NLT-106/72, deberá ser inferior a quince (15). Su límite líquido, según la norma NLT-105/72, deberá ser inferior al límite especificado en el Pliego de prescripciones técnicas particulares.

511.2.2.4.- Composición química

El contenido ponderal de materia orgánica del suelo a estabilizar "in situ" con cemento, según la norma UNE 7 368 77, no deberá ser su-

perior al uno por ciento (1 %).

El contenido ponderal de sulfatos, expresado en SO₃ según la norma NLT-120/72, no deberá ser superior al uno por ciento (1 %).

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, el cual deberá fijar:

- La dosificación mínima de cemento.
- El valor mínimo a los siete (7) días del índice CBR, según la norma NLT-111/78, o de la resistencia a compresión simple, según la norma NLT-305/87.

511.4.- EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCION DE LAS OBRAS

Los equipos mecánicos para la distribución de cemento en polvo deberán ser capaces de aplicar la totalidad de la dosificación prevista en dos (2) pasadas, como máximo.

La mezcla "in situ" del suelo con el cemento se realizará mediante equipos que permitan una suficiente disgregación de aquél hasta la profundidad establecida en los Planos, cuando dicha disgregación no haya sido previamente obtenida por escarificación, y una mezcla uniforme de ambos materiales.

En las zonas que por su reducida extensión, su pendiente, o su proximidad a obras de paso o desagüe, muros o estructuras, no permitieran el empleo del equipo que normalmente se estuviera utilizando se emplearán los medios adecuados a cada caso, de forma que las características obtenidas no difieran de las exigidas en las demás zonas.

511.5.- EJECUCION DE LAS OBRAS

511.5.1.- Estudio de la fórmula de trabajo

La estabilización no deberá iniciarse sin que el Director de las obras haya aprobado su fórmula de trabajo, la cual deberá señalar:

- La dosificación de cemento, la cual no deberá ser inferior a la mínima fijada en el Pliego de prescripciones técnicas particulares.
- En su caso, la humedad del suelo en el momento de su mezcla con el cemento.
- La humedad de compactación.
- El valor mínimo de la densidad a obtener, que no deberá ser inferior a la fijada en el apartado 511.7 del presente artículo.

Si la marcha de las obras lo aconsejase, el Director de las mismas podrá modificar la fórmula de trabajo, justificándolo debidamente mediante los ensayos oportunos, pero respetando la dosificación mínima y, en su caso, el CBR mínimo o la resistencia mínima a compresión simple a siete (7) días fijados por el Pliego de prescripciones técnicas

particulares. Se estudiará y aprobará otra fórmula de trabajo en el caso de que varíen la procedencia del cemento o las características del suelo a estabilizar.

511.5.2.- Preparación de la superficie existente

Si en la superficie del suelo a estabilizar "in situ" existieran defectos o irregularidades que excediesen de los tolerables, a juicio del Director de las obras, se corregirán según sus instrucciones.

A continuación, se escarificará el suelo hasta la profundidad necesaria para que la estabilización tenga la rasante y espesor previsto en los Planos, disgregando el suelo hasta que

- no presente elementos ni grumos superiores a ochenta milímetros (80 mm); y
- la eficacia de disgregación no sea inferior al ciento por ciento (100 %) para el cedazo UNE 25 mm, ni al ochenta por ciento para el tamiz UNE 5 mm.

Se entenderá por eficacia de disgregación a la razón entre el cernido en obra del material húmedo, y el cernido en laboratorio de ese mismo material desecado y desmenuzado.

Si lo ordenase el Director de las obras, podrá asimismo procederse a la humectación del suelo; pero no podrá distribuirse el cemento mientras queden concentraciones superficiales de humedad.

511.5.3.- Distribución del cemento

El cemento se distribuirá uniformemente con la dosificación establecida, por medio de equipos mecánicos. Sólo en zonas de reducida extensión no accesibles a dichos equipos podrá el Director de las obras autorizar la distribución manual. Para ello los sacos de cemento se colocarán sobre el suelo formando una cuadrícula de lados aproximadamente iguales, correspondientes a la dosificación aprobada; una vez abiertos los sacos, su contenido será distribuido rápida y uniformemente mediante rastrillos manuales o rastras de púas remolcadas.

El cemento extendido que hubiera sido desplazado se reemplazará antes de la mezcla.

511.5.5.- Mezcla

La mezcla deberá obtener una dispersión homogénea en el suelo del cemento aplicado, lo que se reconocerá por un color uniforme y la ausencia de grumos de cemento.

511.5.6.- Humectación

El agua necesaria se añadirá conforme se realice la mezcla, hasta alcanzar la humedad fijada en la fórmula de trabajo. Se tendrán en cuenta las precipitaciones y evaporaciones de agua que puedan tener lugar durante la realización de los trabajos. El agua se agregará uni-

formemente, y deberá evitarse que se acumule en las huellas dejadas por el equipo de humectación.

511.5.7.- Compactación

En el momento de iniciar la compactación, la mezcla deberá hallarse suelta en todo su espesor, y su humedad no deberá diferir en más de dos (2) puntos porcentuales de la fijada en la fórmula de trabajo. Si a pesar de ello al compactar se produjeran fenómenos de inestabilidad o arrollamiento, deberá reducirse la humedad por nueva mezcla y/u oreo hasta que dejen de producirse. En el caso de que fuera preciso añadir agua, esta operación se efectuará conforme al apartado 511.5.6 del presente artículo.

La compactación se continuará hasta alcanzar la densidad especificada en la fórmula de trabajo. En su fase final se evitará sobrecargar el suelo estabilizado "in situ" con cemento con compactadores demasiado pesados.

Durante la compactación, la superficie del suelo estabilizado "in situ" con cemento se conformará hasta alcanzar las rasantes y perfiles señalados en los Planos, con las tolerancias establecidas en los Pliegos de prescripciones técnicas. Si dicha superficie presentase irregularidades, huellas o discontinuidades inadmisibles, a juicio del Director de las obras, deberá escarificarse ligeramente, recompactando otra vez la zona afectada, previa adición del agua necesaria. Una vez terminada la compactación no se permitirá recrecimiento alguno.

511.5.8.- Acabado de la superficie

Terminada la compactación, se escarificará la superficie en una profundidad de dos centímetros (2 cm) por medio de una rastra de púas remolcada y, previa una eventual humectación, se compactará hasta obtener una textura cerrada, libre de grietas o material suelto. El acabado se terminará barriando con una escoba mecánica remolcada, de púas no metálicas.

511.5.9.- Juntas

Las juntas de trabajo se dispondrán de forma que su borde quede perfectamente vertical, debiendo para ello recortarse la parte precisa de la zona ya terminada.

511.5.10.- Curado

La superficie del suelo estabilizado "in situ" con cemento deberá mantenerse húmeda durante un período mínimo de siete (7) días a partir de su acabado. Para ello deberá regarse con la debida frecuencia y, a partir de que hayan transcurrido veinticuatro horas (24 h) del final de las operaciones de acabado, disponer un riego de curado según se especifica en el artículo 532 "Riegos de curado" del presente Pliego de prescripciones técnicas generales, mientras la superficie se halle todavía húmeda.

511.5.11.- Tramo de prueba

Siempre que lo exija el Pliego de prescripciones técnicas particulares, antes de iniciarse la estabilización "in situ" con cemento será preceptiva la realización del correspondiente tramo de prueba, para

- comprobar la profundidad y eficacia de la disgregación del suelo y la uniformidad de su mezcla con el cemento;
- fijar la composición y forma de actuación del equipo compactador, y
- determinar la humedad de compactación más conforme a aquéllas.

El Director de las obras determinará si es aceptable la realización del tramo de prueba como parte integrante de la obra en construcción.

Se establecerán la relaciones entre número de pasadas de los equipos y características alcanzadas, tanto para la disgregación del suelo y su mezcla con el cemento como para la compactación.

A la vista de los resultados obtenidos, el Director de las obras definirá:

- Si son aceptables o no los equipos propuestos por el Constructor.
- En el primer caso, su forma específica de actuación y, en su caso, las correcciones necesarias, especialmente en lo relativo a humedad de compactación.

En el segundo caso, el Constructor deberá proponer nuevos equipos, o incorporar equipos suplementarios o sustitutorios, o deberá modificarse la fórmula de trabajo.

Asimismo, durante la ejecución del tramo de prueba se analizarán los aspectos siguientes:

- Comportamiento del suelo durante la disgregación y mezcla, y del suelo estabilizado bajo la compactación.
- Correlación, en su caso, entre los métodos de control de humedad y densidad "in situ" y de dosificación de cemento establecidos en los Pliegos de prescripciones técnicas y otros métodos rápidos de control tales como isótopos radiactivos, carburo de calcio, picnómetro de aire, etc.

511.7.- ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

511.7.1.- Densidad

El suelo estabilizado "in situ" con cemento deberá presentar una densidad no inferior al noventa y cinco por ciento (95 %) de la máxima alcanzada en el ensayo "Proctor modificado", según la norma NLT-108/72, efectuando las pertinentes sustituciones de elementos gruesos.

511.7.2.- Capacidad de soporte

El índice CBR de probetas de suelo estabilizado "in situ" con cemento a los siete (7) días, según la norma NLT-111/78, no deberá ser inferior al valor especificado en el Pliego de prescripciones técnicas particulares.

La resistencia a compresión simple del suelo estabilizado con cemento a los siete (7) días, según la norma NLT-305/87, no deberá ser inferior al valor especificado en el Pliego de prescripciones técnicas particulares.

511.7.4.- Tolerancias geométricas

511.7.3.1.- De la superficie acabada

Dispuestas estacas de refino, niveladas hasta milímetros (mm) con arreglo a los Planos, en el eje, quiebros de peralte si existieren, y bordes de perfiles transversales, cuya separación no exceda de la mitad (1/2) de la distancia entre los perfiles del Proyecto, 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 treinta milímetros (30 mm).

En todos los semiperfiles se comprobará la anchura estabilizada, que en ningún caso podrá ser inferior a la teórica deducida de la sección-tipo de los Planos.

Será optativa del Director de las obras la comprobación de la superficie acabada con regla de tres metros (3 m), estableciendo la tolerancia admisible en dicha comprobación, de no venir fijada en el Pliego de prescripciones técnicas particulares.

Las irregularidades que excedan de las tolerancias especificadas se corregirán por el Constructor, a su cargo. Si no se hubiera agotado el plazo especificado para el acabado de la superficie en el apartado 511.8 del presente artículo, se podrán recortar las zonas que rebasen las tolerancias por exceso, y proceder en ellas a un nuevo acabado. Rebasado dicho plazo, las zonas deberán ser reconstruidas a cargo del Constructor.

Donde la tolerancia fuera rebasada por defecto y no existieran problemas de encharcamiento ni de espesor insuficiente, el Director de las obras podrá aceptar la superficie, siempre que la capa superior a ella compense la merma sin incremento de coste para la Administración. De lo contrario, la zona deberá ser reconstruida a cargo del Constructor.

511.8.- LIMITACIONES DE LA EJECUCION

Las estabilizaciones "in situ" de suelo con cemento se podrán iniciar cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a cinco grados centígrados (5°C), siempre que no exista fundado temor de

heladas. El Director de las obras podrá rebajar este límite a dos grados centígrados (2°C) si la temperatura ambiente tuviera tendencia a aumentar, debiendo suspenderse los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo del límite primitivo. Cuando se produjeran heladas dentro de un plazo de siete (7) días a partir de su estabilización "in situ" con cemento, el suelo deberá protegerse contra aquéllas según las instrucciones del Director de las obras.

Con lluvias ligeras se podrán realizar normalmente las operaciones de aportación de cemento, mezcla, compactación y acabado.

Cuando la fuerza del viento sea excesiva, a juicio del Director de las obras, no se podrá aplicar cemento.

Toda cantidad de cemento aplicada deberá mezclarse con el suelo antes de que hayan transcurrido una (1) hora a partir de su aplicación. La humedad fijada en la fórmula de trabajo deberá alcanzarse antes de que hayan transcurrido dos (2) horas a partir de la aplicación del cemento. La mezcla no podrá permanecer más de media ($1/2$) hora sin que se proceda a su compactación y acabado, o a una nueva remoción y mezcla.

La compactación deberá terminarse antes de hayan transcurrido cuatro (4) horas de la incorporación del cemento al suelo, plazo que el Director de las obras podrá rebajar a tres (3) horas cuando la temperatura ambiente sea superior a treinta grados centígrados (30°C). El acabado deberá concluirse antes de que hayan transcurrido dos (2) horas desde el comienzo de la compactación.

Se dispondrán juntas transversales cuando el proceso constructivo se interrumpa durante más de tres (3) horas. Cuando se trabaje por franjas, se dispondrá una junta longitudinal cuando la demora entre las operaciones en dos contiguas rebase una (1) hora.

Mientras no se hayan terminado la compactación, acabado y curado del suelo estabilizado "in situ" con cemento, deberá prohibirse la acción de todo tipo de circulación que no sea imprescindible para dichas operaciones. Una vez ejecutado el riego de curado, no podrán circular sobre él vehículos ligeros en los tres (3) primeros días, ni vehículos pesados en los siete (7) primeros días, salvo con autorización expresa del Director de las obras y estableciendo previamente una protección del riego de curado mediante una capa de arena o tierra cuya dotación no deberá rebasar los seis litros por metro cuadrado (6 l/m^2), y que deberá ser completamente retirada por barrido antes de ejecutar otra unidad de obra sobre el suelo estabilizado "in situ" con cemento.

511.9 SEGURIDAD E HIGIENE EN LA EJECUCION DE LA UNIDAD

511.9.1.- Medidas protectoras

Las prendas de los obreros que manejen cemento deberán atenerse a lo siguiente:

- La camisa, doble en caso de frío, será abotonada con manga larga que no se deberá remangar.

- Los zapatos serán cubiertos o botas, con cordones.
- Las perneras del pantalón deberán atarse sobre el calzado.
- No se deberá usar pantalón corto.
- La cabeza irá cubierta con gorro o casco.
- Las manos estarán protegidas con guantes largos hasta el codo.
- Las prendas no deberán ser demasiado ajustadas al cuello o muñecas.

Los obreros que vayan a estar expuestos durante largos períodos a la presencia de cemento deberán aplicar una crema protectora -por ejemplo, vaselina- a la piel expuesta: cara, cuello, muñecas, tobillos. En todo momento deberán llevar anteojos con protección lateral, y en presencia de cemento deberán asimismo llevar una mascarilla filtrante ligera.

Terminado el trabajo, los obreros deberán bañarse o ducharse con agua ligeramente acidulada con vinagre, eliminando totalmente el cemento y la crema protectora.

511.9.2.- Primeros auxilios

Las quemaduras por cemento deberán lavarse abundantemente con agua tibia y jabón hasta remover todo el cemento, aplicándose a continuación una cura del tipo normalmente usado para quemaduras -por ejemplo, tul engrasado-. La quemadura se mantendrá vendada hasta su curación.

En el caso de que el cemento afectara a los ojos, éstos deberán lavados inmediatamente con abundante agua, forzando su apertura si fuere preciso.

En todo caso, cualquier accidente deberá ser puesto inmediatamente en conocimiento del Médico responsable de la Seguridad e Higiene en la obra.

511.10.- MEDICION Y ABONO

En ningún caso habrá lugar al abono por separado de la preparación de la superficie existente.

El cemento empleado en la estabilización "in situ" de suelos se abonará por toneladas (t) realmente empleadas, medidas antes de su empleo por pesada en báscula contrastada o, en el caso de emplearse ensacado, multiplicando el número de sacos iguales por el peso medio contenido en ellos. No se abonará el cemento que haya sido desplazado antes de la mezcla.

La ejecución del suelo estabilizado "in situ" con cemento se abonará por metros cúbicos (m³) de material estabilizado, los cuales se obtendrán como producto de la anchura señalada en los Planos por la longitud realmente estabilizada -o, donde aquella no sea constante, según señale el Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Director de las obras- y por el espesor medio deducido de los ensayos de control.

511.11 CONTROL DE CALIDAD

511.11.1.- Control de procedencia

511.11.1.1.- Suelo

Antes del inicio de su estabilización "in situ" con cemento se identificará cada tipo de suelo, determinando la dosificación de cemento necesaria en función del resultado de los ensayos.

De cada tipo de suelo, y sea cual fuere la cantidad del mismo a estabilizar, se ensayarán como mínimo cuatro (4) muestras, añadiéndose una (1) más por cada cinco mil metros cúbicos (5 000 m³), o fracción, de exceso sobre veinte mil metros cúbicos (20 000 m³) de suelo a estabilizar.

Sobre cada muestra se realizarán los siguientes ensayos:

- Granulometría por tamizado, según la norma NLT-102/72.
- Límite Líquido e Índice de Plasticidad, según las normas NLT-105/72 y 106/72.
- Contenido de materia orgánica, según la norma UNE 7 368 77.
- Contenido de sulfatos, según la norma NLT-120/72.

511.11.1.2.- Cemento

Según el apartado 202.9 del artículo 202 "Cementos" del presente Pliego.

511.11.2.- Control de producción

Se realizarán los siguientes ensayos:

*Por cada doscientos metros cúbicos (200 m³) de suelo estabilizado "in situ" con cemento, o cada día si se estabilizara menor cantidad:

- Fabricación de cinco (5) probetas para el control de recepción de la capacidad soporte mediante el índice CBR, según la norma NLT 111/78, con material tomado aleatoriamente en el tajo.

*Por cada mil metros cúbicos (1000 m³) de suelo estabilizado "in situ" con cemento, o una (1) vez a la semana si se estabilizara menor cantidad:

- Proctor modificado de la mezcla, según la norma NLT-108/72.

511.11.3.- Control de recepción

Se considerará como "lote", que se aceptará o rechazará en bloque, el suelo estabilizado "in situ" con cemento que entre en doscientos cincuenta metros (250 m) de explanada, medidos a lo largo del eje de la carretera, o alternativamente en tres mil metros cuadrados (3000 m²) de explanada, o en la fracción construida diariamente si ésta fuere menor.

Los ensayos "in situ" se realizarán en puntos previamente seleccionados mediante un muestreo aleatorio, tanto longitudinal como transversalmente; si en dichos puntos apareciesen defectos localizados, se corregirán y se hará un nuevo muestreo. Se asignarán a cada lote las probetas fabricadas durante el control de producción que le correspondan.

511.11.3.1.- Compactación

Sobre una muestra de efectivo cinco unidades (5 ud) se realizarán ensayos de:

- Humedad natural, según la norma NLT-102/72.
- Densidad "in situ", según la norma NLT-109/72.

511.11.3.2.- Espesor

Antes de tapar el orificio practicado para el control de la compactación, se medirá en el mismo el espesor de suelo realmente estabilizado.

511.11.3.3.- Capacidad soporte

Si lo previera el Pliego de prescripciones técnicas particulares, se determinará el índice CBR, según la norma NLT-111/78, de las probetas fabricadas durante el control de producción, a los siete (7) días de su fabricación.

511.11.3.4.- Resistencia

Si lo previera el Pliego de prescripciones técnicas particulares, se determinará la resistencia a compresión simple, según la norma NLT 305/87, de las probetas fabricadas durante el control de producción, a los siete (7) días de su fabricación.

511.11.3.4.- Criterios de aceptación o rechazo del lote

511.11.3.4.1.- Densidad

Las densidades medias obtenidas no deberán ser inferiores a la especificada en el apartado 510.7.1. del presente artículo; no más de dos (2) individuos de la muestra ensayada podrán presentar resultados individuales de hasta dos (2) puntos porcentuales por debajo de la densidad especificada. De no alcanzarse los resultados exigidos, el lote se recompactará si se estuviera dentro del plazo marcado por el apartado 511.8 del presente artículo; de lo contrario, será reconstruido a cargo del Constructor.

Los ensayos de determinación de humedad tendrán carácter indicativo y no constituirán, por sí solos, base para la aceptación o rechazo.

Para la realización de ensayos de humedad y densidad "in situ" podrán utilizarse métodos rápidos no destructivos, tales como isótopos radiactivos, carburo de calcio, picnómetro de aire, etc., siempre que

mediante ensayos previos se haya determinado una correspondencia razonable entre estos métodos y las normas NLT- 102/72 y 109/72.

511.11.3.4.2.- Espesor

Ningún espesor podrá ser inferior al previsto en los Planos en más de veinte milímetros (20 mm), ni el espesor medio podrá ser inferior al citado espesor previsto en más de diez milímetros (10 mm); de no cumplirse cualquiera de las dos condiciones anteriores, el lote deberá ser reconstruido a cargo del Constructor.

511.11.3.4.3.- Capacidad soporte o resistencia

La media de los índices CBR o de la resistencia a compresión, según el caso, deberá ser superior al noventa por ciento (90 %) del valor especificado en el apartado 511.7 del presente artículo. En caso contrario, se aplicará al abono del lote un descuento del triple (3 x) de lo que la merma baje del diez por ciento (10 %); y si ésta superara el veinte por ciento (20 %) del valor especificado, el lote será reconstruido a cargo del Constructor.

Ningún resultado individual podrá ser inferior a dicho valor en más de un veinte por ciento (20 %) del mismo. En caso contrario, el lote será reconstruido a cargo del Constructor.

2

**PRESCRIPCIONES SOBRE SUELOS ESTABILIZADOS "IN SITU" CON CEMENTO
QUE DEBEN FIGURAR EN EL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS PARTICULARES**

Apartado 511.2.2.2 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

El límite superior del cernido del suelo a estabilizar "in situ" con cemento por el tamiz UNE 80 μm fijado por el Pliego de prescripciones técnicas particulares no deberá ser superior al 50 %, en masa; y se rebajará a 35 si la estabilización se emplease para obtener una explanada E2 ó E3 de las definidas en las instrucciones 6.1-IC y 6.2-IC de la Dirección General de Carreteras.

Apartado 511.2.2.3 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

Si la estabilización se emplease para obtener una explanada E2 ó E3 definidas en las instrucciones 6.1-IC y 6.2-IC de la Dirección General de Carreteras, el límite líquido del suelo a estabilizar "in situ" con cemento deberá ser inferior a 40.

Apartado 511.3 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

El Pliego de prescripciones técnicas particulares definirá el tipo y composición de la mezcla y, en función de los tipos de explanada a obtener de las definidas en las instrucciones 6.1 y 6.2-IC de la Dirección General de Carreteras, fijará:

- La dosificación mínima de cemento, la cual no deberá ser inferior al 2 %, en masa, respecto del suelo seco, para una explanada E1, ni al 3 % para una explanada E2.
- El valor mínimo del índice CBR a los 7 días, el cual no deberá ser inferior a 5 para una explanada E2, ni a 10 para una explanada E3.
- El valor mínimo de la resistencia a compresión simple a los 7 días, en cual no deberá ser inferior a 1,5 MPa para una explanada E3.

Apartado 511.5.11 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

Si no lo señalase el Pliego de prescripciones técnicas particulares no será preceptiva la realización de un tramo de prueba.

Apartado 511.7.3.1 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

De no venir fijada en el Pliego de prescripciones técnicas particulares, el Director de las obras fijará la tolerancia admisible en la comprobación de la superficie acabada con regla de 3 m.

Apartado 511.10 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

Donde la anchura señalada en los Planos para la estabilización "in situ" con cemento no fuera constante, el Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Director de las obras señalará la forma de la medición de su superficie, a efectos de abono.

533 TRATAMIENTOS SUPERFICIALES MEDIANTE RIEGOS CON GRAVILLA

533.1.- DEFINICION

Se define como tratamiento superficial mediante riegos con gravilla la aplicación de una (1) o varias manos de un ligante hidrocarbonado sobre una superficie, complementada(s) por una (1) o varias extensiones de árido.

Sin perjuicio de que el Pliego de prescripciones técnicas particulares prevea otros tipos sancionados por la experiencia, distinguirán los siguientes tres (3) tipos de riego con gravilla:

- Riego con gravilla monocapa, formado por una (1) mano de ligante y una (1) extensión de árido.
- Riego con gravilla monocapa doble engravillado, formado por una (1) mano de ligante y dos (2) extensiones de árido.
- Riego con gravilla bicapa, formado por dos (2) aplicaciones sucesivas de ligante y árido.

533.2.- MATERIALES

533.2.1.- Ligante hidrocarbonado

El Pliego de prescripciones técnicas particulares fijará el ligante hidrocarbonado a emplear.

Podrá mejorarse el ligante mediante la adición de activantes, polímeros o cualquier otro producto sancionado por la experiencia. En tales casos el Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Director de las obras deberá establecer el tipo de adición y las especificaciones que deberá cumplir el ligante mejorado.

533.2.2.- Aridos

533.2.2.1.- Condiciones generales

Los áridos se obtendrán triturando piedra de cantera o grava natural, y se producirán o suministrarán en fracciones granulométricas diferenciadas, las cuales se acopiarán y manejarán por separado.

El Pliego de prescripciones técnicas establecerá la proporción mínima de partículas que presenten dos (2) o más caras de fractura, según la norma NLT 358/87.

533.2.2.2.- Limpieza

El árido deberá estar exento de terrones de arcilla, materia vegetal, marga u otras materias extrañas. Su coeficiente de limpieza, según la norma NLT-172/86, deberá ser inferior al límite fijado por el Pliego de prescripciones técnicas particulares. De no cumplirse esta

prescripción el Director de las obras podrá exigir el lavado del árido y una nueva comprobación.

533.2.2.3.- Calidad

El máximo valor del coeficiente de desgaste Los Angeles del árido grueso, según la norma NLT-149/72, será fijado por el Pliego de prescripciones técnicas particulares.

El mínimo valor del coeficiente de pulido acelerado, según las normas NLT-174/72 y NLT-175/72, será fijado por el Pliego de prescripciones técnicas particulares.

533.2.2.4.- Forma

El índice de lajas, según la norma NLT-354/74, será inferior al valor fijado en el Pliego de prescripciones técnicas particulares.

533.2.2.5.- Adhesividad

Salvo especificación contraria del Pliego de prescripciones técnicas particulares, se considerará que la adhesividad es suficiente cuando simultáneamente:

- La proporción en masa de árido totalmente envuelto después del ensayo de inmersión en agua, según la norma NLT-166/76, sea superior al noventa y cinco por ciento (95%).
- La proporción de árido no desprendido en el ensayo de placa Vialit, según la norma NLT-313/87, sea superior al noventa por ciento (90 %) en masa por vía húmeda, y al ochenta por ciento (80 %) en masa por vía seca.

Podrá mejorarse la adhesividad del árido elegido mediante activantes o cualquier otro producto sancionado por la experiencia, o mediante métodos tales como su precalentamiento o su pre-envuelta con un ligante hidrocarbonado. En tales casos, el Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Director de las obras establecerá el tipo de adición o las especificaciones que tendrán que cumplir dichos métodos y, en todo caso, las correspondientes a los áridos resultantes.

533.2.2.6.- Humedad

En el momento de su extensión la humedad del árido no deberá ser tal, que perjudique su adhesividad con el ligante bituminoso empleado.

533.2.2.7.- Granulometría

El Pliego de prescripciones técnicas particulares fijará el huso al que deberá ajustarse la curva granulométrica del árido, de entre los que se indican en las tablas 533.1 y 533.2.

TABLA 533.1
GRANULOMETRIA NORMAL

CEDAZOS Y TAMICES UNE	CERNIDO ACUMULADO (% en masa)				
	A 20/10	A 13/7	A 10/5	A 6/3	A 5/2
25	100				
20	90-100	100			
12,5	0-30	90-100	100		
10	0-15	20-55	90-100	100	
6,3	-	0-15	10-40	90-100	100
5	0-5	-	0-15	20-55	90-100
3,2	-	0-5	-	0-15	10-40
2,5	-	-	0-5	-	0-15
1,25	-	-	-	0-5	-
630 μm	-	-	-	-	0-5

TABLA 533.2
GRANULOMETRIA ESPECIAL

CEDAZOS Y TAMICES UNE	CERNIDO ACUMULADO (% en masa)				
	AE 20/10	AE 13/7	AE 10/5	AE 6/3	AE 5/2
25	100				
20	85-100	100			
12,5	0-20	85-100	100		
10	0-7	0-30	85-100	100	
6,3	-	0-7	0-25	85-100	100
5	0-2	-	0-7	0-30	85-100
3,2	-	0-2	-	0-10	0-25
2,5			0-2	-	0-10
1,25				0-2	
630 μm					0-2

533.3.- TIPO, DOTACION Y CARACTERISTICAS DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL

El Pliego de prescripciones técnicas particulares establecerá:

- El tipo de tratamiento superficial mediante riegos con gravilla.
- La dotación media de cada mano de ligante hidrocarbonado y de cada fracción de árido.

El tratamiento superficial mediante riegos con gravilla deberá tener un aspecto y textura uniformes, estar exento de defectos localizados como exudaciones de ligante y desprendimientos de áridos. La textura conseguida deberá proporcionar un coeficiente de resistencia

al deslizamiento, según la norma NLT-175/73, no inferior a sesenta y cinco centésimas (0,65).

533.4.- EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCION DE LAS OBRAS

533.4.1.- Equipo para la aplicación del ligante hidrocarbonado

Irà montado sobre neumáticos y deberá ser capaz de aplicar la dotación de ligante especificada, a la temperatura aprobada por el Director de las obras. El dispositivo regador proporcionará una adecuada uniformidad transversal, a juicio del Director de las obras, y deberá permitir la recirculación en vacío del ligante.

Para puntos inaccesibles al equipo y para retoques se podrá emplear una lanza de mano, aprobada por el Director de las obras.

Si fuere necesario calentar el ligante, el equipo estará dotado de un adecuado sistema de calefacción de la cisterna, la cual deberá estar calorifugada. En todo caso, la bomba de impulsión del ligante deberá estar provista de un indicador de presión. También deberá estar provisto el equipo de un termómetro para el ligante, cuyo elemento sensor no podrá estar situado en las proximidades de un elemento calentador, y de un velocímetro directamente visible por el conductor.

Previamente a la aplicación del ligante hidrocarbonado se comprobará el estado de los difusores del equipo, asegurándose el Director de las obras de que su funcionamiento es correcto, el ángulo de inclinación y la altura sobre el pavimento son los adecuados, y no existen obstrucciones, fugas, ni goteos.

533.4.2.- Equipo para la extensión del árido

Se utilizarán extendedoras mecánicas, incorporadas a un camión o autopropulsadas, según indique el Pliego de prescripciones técnicas particulares. En cualquier caso, el equipo utilizado proporcionará una adecuada y homogénea repartición del árido.

533.4.3.- Equipo de apisonado

Se emplearán preferentemente compactadores de neumáticos: el Director de las obras fijará la presión de inflado. Sólo como compactadores auxiliares en riegos monocapa doble engravillado o bicapa, y previa autorización del Director de las obras, podrán utilizarse rodillos ligeros de llanta metálica, cuidando de que no se produzca la rotura del árido.

El número de compactadores será suficiente para efectuar el apisonado de manera continua, sin interrupciones ni retrasos.

Todos los tipos de compactadores deberán ser autopropulsados y estar dotados de dispositivos para la limpieza de sus llantas o neumáticos durante la compactación, así como de inversores de marcha de acción suave. Se cuidará de que todos los elementos de apisonado estén limpios.

En lugares inaccesibles para los compactadores se emplearán pistones mecánicos u otros medios aprobados previamente por el Director de las obras, los cuales deberán lograr resultados análogos a los obtenidos por aquéllos.

533.4.4.- Equipo de barrido

Se emplearán barredoras mecánicas de cepillo, dotadas o no de un dispositivo de aspiración, recomendándose lo primero en zona urbana y en vías de elevada velocidad de circulación.

Podrán utilizarse escobas de mano en los lugares inaccesibles a los equipos mecánicos.

533.5.- EJECUCION DE LAS OBRAS

533.5.1.- Estudio de la fórmula de trabajo

El riego con gravilla no deberá iniciarse hasta que se haya aprobado por el Director de las obras la correspondiente fórmula de trabajo, la cual señalará:

- La granulometría de cada fracción del árido, por los tamices UNE 25 mm; 20 mm; 12,5 mm; 10 mm; 6,3 mm; 5 mm; 3,2 mm; 2,5 mm; 1,25 mm; y 630 μ m.
- La dotación máxima, media y mínima de cada mano de ligante hidrocarbonado y de cada fracción de árido.
- Cuando se utilicen adiciones, su dosificación.
- En su caso, la temperatura de aplicación del ligante.

Las dotaciones de cada mano de ligante hidrocarbonado, de cada fracción de árido y, en su caso, de las adiciones deberán fijarse basándose principalmente en la experiencia obtenida en casos análogos, y a la vista de:

- El tipo de riego con gravilla previsto en el Pliego de prescripciones técnicas particulares.
- Los materiales a emplear.
- El estado de la superficie que se vaya a tratar.
- La intensidad de la circulación, especialmente de vehículos pesados.
- El clima.

Si la marcha de las obras lo aconseja, el Director de las obras podrá corregir la fórmula de trabajo, justificándolo debidamente mediante un nuevo estudio y los ensayos oportunos. Se estudiará y aprobará otra fórmula de trabajo en el caso de que varíe la procedencia de alguno de los componentes del riego con gravilla.

533.5.2.- Preparación de la superficie existente

Se comprobarán la regularidad superficial y estado de la superficie sobre la que se vaya a efectuar el riego con gravilla. El Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Di-

rector de las obras deberá indicar las medidas encaminadas a restablecer una regularidad superficial aceptable y, en su caso, reparar las zonas dañadas.

En el caso de que dicha superficie estuviera constituida por un pavimento hidrocarbonado heterogéneo se deberán, además, eliminar los excesos de ligante y sellar las zonas demasiado permeables, según las instrucciones del Director de las obras. Si la superficie fuera granular o tratada con conglomerantes hidráulicos, sin pavimento hidrocarbonado, se ejecutará un riego de imprimación según el artículo 530 del presente Pliego. Si la superficie fuera de hormigón compactado, el Pliego de prescripciones técnicas particulares podrá prever o, en su defecto, el Director de las obras ordenar la ejecución de un riego de imprimación según el artículo 530 del presente Pliego. Si la superficie fuera de hormigón vibrado no serán necesarios riegos previos.

Inmediatamente antes de proceder a aplicar la primera o única mano del ligante hidrocarbonado se limpiará la superficie que haya de recibirlo de polvo, suciedad, barro seco, materia suelta o que pueda ser perjudicial, por medio de agua a presión o con un enérgico barrido. Se cuidará especialmente de limpiar los bordes de la zona a tratar, sobre todo junto a eventuales acopios de áridos que deberán, si es preciso, ser retirados antes del barrido para no entorpecerlo y evitar su contaminación.

533.5.3.- Acopio de áridos

El árido se almacenará en acopios. Donde éstos se dispongan sobre terreno natural, no se utilizarán sus quince centímetros (15 cm) inferiores. Se tomarán las medidas oportunas para evitar su segregación y contaminación.

Cuando se detecten anomalías en el suministro de los áridos se acopiarán por separado hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se aplicará cuando se autorice el cambio de procedencia del árido.

El Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Director de las obras fijará el volumen mínimo de acopios exigible.

533.5.4.- Primera o única mano de ligante hidrocarbonado

La aplicación del ligante hidrocarbonado se hará con la dotación y a la temperatura previstas en la fórmula de trabajo, de manera uniforme y evitando la duplicación de la dotación en las juntas transversales de trabajo. Para ello se colocarán tiras de papel u otro material bajo los difusores en aquellas zonas de la superficie donde comience o se interrumpa el riego.

Se protegerán, para evitar mancharlos de ligante, cuantos elementos constructivos o accesorios tales como bordillos, vallas, balizas, árboles, etc., puedan sufrir este efecto.

533.5.5.- Primera extensión de árido

La extensión del árido se realizará de manera uniforme y con la dotación prevista en la fórmula de trabajo, de manera que se evite el contacto de las ruedas del equipo de extensión con el ligante sin cubrir. Salvo que el equipo para la aplicación del ligante hidrocarbonado tuviera dispositivos para asegurar la uniformidad de su reparto transversal junto a los bordes, donde aquélla se realice por franjas el árido se extenderá de forma que quede sin cubrir una banda de unos veinte centímetros (20 cm) de la franja regada junto a la que todavía no lo haya sido, para conseguir un ligero solape al aplicar el ligante en esta última.

En los riegos monocapa doble engravillado o bicapa, los excesos de dotación de árido podrán dar lugar al rechazo del trabajo ejecutado.

533.5.6.- Primer apisonado del árido

Inmediatamente después de la extensión del primer árido, en riegos bicapa se procederá a su apisonado; en riegos monocapa doble engravillado, se procederá a un apisonado auxiliar siempre que lo ordene el Director de las obras. El apisonado se ejecutará longitudinalmente comenzando por el borde inferior, progresando hacia el centro y solapándose cada pasada con la anterior.

533.5.7.- Segunda mano de ligante hidrocarbonado

En el caso de riegos con gravilla bicapa, la segunda mano de ligante hidrocarbonado se aplicará, con la dotación y a la temperatura aprobadas previstas en la fórmula de trabajo, de la misma forma que la primera.

533.5.8.- Segunda extensión del árido

En el caso de riegos con gravilla bicapa o monocapa doble engravillado, la segunda extensión y apisonado del árido se realizarán, con la dotación prevista en la fórmula de trabajo, de la misma forma que la primera.

533.5.9.- Apisonado final del árido

Inmediatamente después de la extensión del último árido se procederá a su apisonado, que se ejecutará longitudinalmente, comenzando por el borde inferior, progresando hacia el centro y solapándose cada pasada con la anterior hasta obtener una superficie lisa y estable.

El apisonado mediante compactadores se complementará con el trabajo manual necesario para la corrección de todos los defectos e irregularidades que se puedan presentar.

533.5.10.- Eliminación del árido no adherido

Una vez terminado el apisonado del árido, y transcurrido el plazo necesario para que el ligante utilizado en el riego alcance una cohe-

sión suficiente, a juicio del Director de las obras, para resistir la acción de la circulación normal de vehículos, deberá eliminarse todo exceso de árido que haya quedado suelto sobre la superficie antes de permitir dicha circulación. La forma en que se efectúe esta eliminación deberá ser fijada por el Director de las obras.

En los quince (15) días siguientes a la apertura a la circulación, y salvo orden en contrario del Director de las obras, se realizará un barrido definitivo del árido que no esté adherido.

533.5.11.- Tramo de prueba

Siempre que lo establezca el Pliego de prescripciones técnicas particulares se realizará un tramo de prueba previamente al tratamiento superficial mediante riegos con gravilla. Para ello se construirán una (1) o varias secciones de ensayo, de anchura y longitud adecuadas, y en ellas se comprobará la dotación definitiva de ligante hidrocarbonado y árido, así como el funcionamiento de los equipos para la aplicación del ligante, la extensión del árido, su apisonado y barrido.

El Director de las obras determinará si es aceptable la realización del tramo de prueba como parte integrante de la obra en construcción.

A la vista de los resultados obtenidos, el Director de las obras definirá:

- Si son aceptables o no los equipos propuestos por el Constructor y la fórmula de trabajo.
- En el primer caso, su forma específica de actuación y, en su caso, las correcciones necesarias.

En el segundo caso, el Constructor deberá proponer nuevos equipos, o incorporar equipos suplementarios o sustitutorios, o deberá modificarse la fórmula de trabajo.

533.6.- LIMITACIONES DE LA EJECUCION

Los tratamientos superficiales mediante riegos con gravilla se realizarán cuando la temperatura ambiente sea superior a diez grados (10 °C) y no exista fundado temor de precipitaciones atmosféricas. No obstante, si la temperatura ambiente tuviera tendencia a aumentar o el ligante hidrocarbonado empleado no fuera un betún asfáltico, el límite anterior podrá rebajarse a cinco grados (5°C).

No se realizarán riegos con gravilla sobre superficies mojadas, salvo que se utilicen emulsiones bituminosas, ligantes mejorados, o activantes.

La extensión del árido deberá realizarse antes de que haya transcurrido, desde la aplicación del ligante hidrocarbonado, el plazo máximo fijado por el Director de las obras. El apisonado del árido deberá quedar terminado antes de veinte (20) minutos de iniciada su extensión si el ligante utilizado fuera betún asfáltico, o treinta (30) minutos si fuera emulsión bituminosa o betún fluxado.

La segunda mano de ligante hidrocarbonado se aplicará inmediatamente después de extendido y, en su caso, apisonado el primer árido.

533.7.- SEGURIDAD

Siempre que sea posible deberá evitarse la circulación sobre un tratamiento superficial recién ejecutado, por lo menos durante las veinticuatro horas (24 h) que sigan a su terminación. Si ello no fuera factible, deberá limitarse la velocidad a cuarenta kilómetros por hora (40 km/h), y avisar del peligro representado por la proyecciones de árido.

533.8.- MEDICION Y ABONO

El ligante hidrocarbonado empleado en tratamientos superficiales mediante riegos con gravilla se abonará por toneladas (t), deducidas como producto de la superficie tratada, medida sobre el terreno con arreglo a la sección-tipo de los Planos, por la dotación media de ligante, deducida de los ensayos de control. El abono incluirá el de la preparación de la superficie existente y el de la aplicación del ligante hidrocarbonado.

Los áridos empleados en tratamientos superficiales mediante riegos con gravilla se abonarán por toneladas (t), deducidas como producto de la superficie tratada, medida sobre el terreno con arreglo a la sección-tipo de los Planos, por la dotación media de cada árido, deducida de los ensayos de control. El abono incluirá el de su extensión, apisonado y eliminación del árido no adherido.

533.9.- CONTROL DE CALIDAD

533.9.1.- Control de procedencia

El suministrador del ligante hidrocarbonado y, en su caso, de las adiciones deberá proporcionar un certificado de calidad, en el que figuren su tipo y denominación, así como la garantía de que cumple las condiciones exigidas en el artículo correspondiente de los Pliegos de prescripciones técnicas o, en su caso por el Director de las obras.

De cada procedencia del árido y para cualquier volumen de producción previsto se tomará un mínimo de cuatro (4) muestras, según la norma NLT-148/72, y de cada una de ellas se determinará:

- El desgaste Los Angeles, según la norma NLT-149/72.
- El pulido acelerado, según las normas NLT-174/ y 175/72.
- El índice de lajas de cada fracción, según la norma NLT-354/74.
- La proporción de caras de fractura de cada fracción, según la norma NLT-358/87.

El Director de las obras podrá ordenar la repetición de estos ensayos sobre nuevas muestras, siempre que sospeche variaciones en el material, y la realización de los siguientes ensayos adicionales:

- Adhesividad por inmersión en agua, según la norma NLT-166/76 o, alternativamente, ensayo de placa Vialit, según la norma NLT-313/87.

El Director de las obras comprobará, además, la retirada de la eventual montera en la extracción de los áridos, la exclusión de la misma de vetas no utilizables, y la adecuación de los sistemas de trituración y clasificación.

533.9.2.- Control de recepción

Por cada cuarenta toneladas (40 t), o por cada partida suministrada si ésta fuere de menor cantidad, de ligante hidrocarbonado se tomarán muestras según la norma NLT-121/86 y se realizarán los siguientes ensayos:

a) Si el ligante hidrocarbonado fuera una emulsión bituminosa:

- Carga de partículas, según la norma NLT-194/84, identificando la emulsión como aniónica o catiónica.
- Residuo por evaporación, según la norma NLT-147/72.
- Contenido de agua, según la norma NLT-137/84.
- Penetración del residuo, según la norma NLT-124/84.
- Índice de penetración del residuo, según la norma NLT-181/84.

b) Si el ligante hidrocarbonado fuera un betún asfáltico:

- Penetración, según la norma NLT-124/84.
- Índice de penetración, según la norma NLT-181/84.

c) Si el ligante hidrocarbonado fuera un betún fluxado:

- Viscosidad Saybolt-Furol a cuarenta grados (40°C), según la norma NLT-187/72 .
- Destilación, según la norma NLT-134/72.
- Penetración del residuo, según la norma NLT-124/84.
- Índice de penetración del residuo, según la norma NLT-181/84.

Por cada setenta toneladas (70 t), o fracción, de árido de cada procedencia aceptada se realizarán los siguientes ensayos:

- Dos (2) granulometrías de cada fracción, según la norma NLT-150/72.
- Dos (2) coeficientes de limpieza, según la norma NLT-172/87.

Por cada mil quinientas toneladas (1500 t), o fracción, de árido de cada procedencia aceptada se realizarán los siguientes ensayos:

- Desgaste Los Angeles, según la norma NLT-149/72.
- Índice de lajas de cada fracción, según la norma NLT-354/74.
- Proporción de caras de fractura de cada fracción, según la norma NLT-358/87.
- Adhesividad por inmersión en agua, según la norma NLT-166/76 o, alternativamente, ensayo de placa Vialit, según la norma

NLT-313/87.

Con independencia de lo anteriormente establecido, cuando el Director de las obras lo estime conveniente se llevarán a cabo las series de ensayos necesarios para la comprobación de las demás características reseñadas en los Pliegos de prescripciones técnicas.

533.9.3.- Control de ejecución

Se considerará como "lote", que se aceptará o rechazará en bloque, al menor que resulte de aplicar los tres (3) criterios siguientes:

- Quinientos metros (500 m).
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m²).
- La fracción tratada diariamente.

El Director de las obras podrá autorizar la modificación de la definición de "lote" como la superficie tratada por una (1) sola carga del equipo para la aplicación del ligante hidrocarbonado o del árido.

Las dotaciones de ligante hidrocarbonado y áridos se comprobarán mediante el pesaje de bandejas o chapas metálicas, u hojas de papel u otro material, colocadas sobre la superficie del lote durante la ejecución del tratamiento superficial en no menos de cinco (5) puntos aleatoriamente situados de forma que haya al menos uno (1) por cada hectómetro (hm). En cada una de estas bandejas, chapas u hojas se determinará la dosificación de ligante residual, según la norma NLT-353/86. El Director de las obras podrá autorizar la comprobación de las dotaciones medias de ligante hidrocarbonado y áridos por otros medios.

En otros cinco (5) puntos del lote, situados aleatoriamente de forma que haya al menos uno por hectómetro (1/hm), se realizarán ensayos de resistencia al deslizamiento, según la norma NLT-175/73, después de dos (2) meses de ejecutado el tratamiento superficial.

533.9.4.- Criterios de aceptación o rechazo

La dotación media, tanto de ligante residual como de áridos, del tratamiento superficial mediante riegos con gravilla no deberá diferir de la prevista en la fórmula de trabajo en más de un quince por ciento (15 %). No más de un (1) individuo de la muestra ensayada podrá presentar resultados que excedan de los límites fijados en dicha fórmula.

El resultado medio del ensayo de resistencia al deslizamiento no deberá ser inferior al valor previsto en el Pliego de prescripciones técnicas particulares. No más de un (1) individuo de la muestra ensayada podrá presentar resultados inferiores a dicho valor en más de cinco centésimas (0,05).

El Director de las obras determinará las medidas a adoptar con los lotes que no cumplan los criterios anteriores.

**PRESCRIPCIONES SOBRE RIEGOS CON GRAVILLA QUE DEBEN FIGURAR
EN EL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS PARTICULARES**

Apartado 533.1 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

El Pliego de prescripciones técnicas particulares podrá prever tipos de riego con gravilla, sancionados por la experiencia, distintos de los que distingue el Pliego de prescripciones técnicas generales.

La utilización de riegos con gravilla para las categorías de tráfico pesado T0, T1 y T2 previstas en la Norma 6.1-IC exigirá que en el Pliego de prescripciones técnicas particulares se extremen las exigencias en relación con calidad de materiales, equipo y ejecución.

Apartado 533.2.1 del Pliego de prescripciones técnicas generales

El tipo de ligante hidrocarbonado a emplear fijado por el Pliego de prescripciones técnicas particulares, salvo justificación en contrario, deberá estar incluido entre los que a continuación se indican:

- B 150/200. Ver artículo 211 "Betunes asfálticos".
- EAR 1, EAR 2, ECR 1, ECR 2, ECR 3. Ver artículo 213 "Emulsiones bituminosas".
- FX 175, FX 350. Ver artículo 214 "Betunes fluxados".

Se recomienda elegir el ligante hidrocarbonado en función de la categoría de tráfico pesado prevista en la Norma 6.1-IC, según la tabla 533.1P.

TABLA 533.1P

TIPO DE LIGANTE	CATEGORIA DE TRAFICO PESADO	
HIDROCARBONADO	T2	T3, T4 y arcenes
Betunes asfálticos	-	B 150/200
Betunes fluxados	-	FX 175 y FX 350
Emulsiones catiónicas	ECR1,	ECR2 y ECR3
Emulsiones aniónicas	EAR1	y EAR2

NOTA: En las zonas climáticas cálidas definidas en la norma 6.1-IC se recomienda el empleo de emulsiones bituminosas con residuos de destilación más duros (letra d).

En vías de categoría de tráfico pesado T0 y T1 se recomienda el empleo de ligantes hidrocarbonados de reología modificada. En este caso el Pliego de prescripciones técnicas particulares especificará sus características.

En el caso de que se mejore el ligante mediante la adición de activantes, polímeros o cualquier otro producto sancionado por la experiencia, el Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Director de las obras establecerá el tipo de adición y las especificaciones que deberá cumplir el ligante mejorado.

Apartado 533.2.2.1 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

En función de las categorías de tráfico pesado previstas en la Norma 6.1-IC, el Pliego de prescripciones técnicas particulares fijará a la proporción de partículas del árido que presenten dos (2) o más caras de fractura los límites reflejados en la tabla 533.2P:

TABLA 533.2P

PROPORCION MINIMA (%) DE PARTICULAS CON DOS (2) O MAS CARAS DE FRACTURA (NLT-358/87)	CATEGORIA DE TRAFICO PESADO		
	T0 y T1	T2	T3, T4 y arcenes
	100	90	75

Apartado 533.2.2.2 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

En función de las categorías de tráfico pesado previstas en la Norma 6.1-IC, el Pliego de prescripciones técnicas particulares fijará al coeficiente de limpieza del árido los límites reflejados en la tabla 533.3P:

TABLA 533.3P

VALOR MAXIMO DEL COEFICIENTE DE LIMPIEZA (NLT-172/86)	CATEGORIA DE TRAFICO PESADO	
	T0 y T1	T2, T3, T4 y arcenes
	0,5	1,0

Apartado 533.2.2.3 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

En función de las categorías de tráfico pesado previstas en la Norma 6.1-IC, el Pliego de prescripciones técnicas particulares fijará a la calidad del árido los límites reflejados en la tabla 533.4P.

Apartado 533.2.2.4 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

En función de las categorías de tráfico pesado previstas en la Norma 6.1-IC, el Pliego de prescripciones técnicas particulares fijará al índice de lajas los límites reflejados en la tabla 533.5P.

TABLA 533.4P

CALIDAD	CATEGORIA DE TRAFICO PESADO			
	T0	T1	T2	T3 y T4
COEFICIENTE MAXIMO DESGASTE LOS ANGELES (NLT-149/72)	15		20	30
COEFICIENTE MINIMO PULIDO ACELERADO (NLT-174/72)	0,50		0,45	0,40

NOTA: Estas condiciones no serán exigibles en arcenes.

TABLA 533.5P

VALOR MAXIMO DEL INDICE DE LAJAS (NLT-354/74)	CATEGORIA DE TRAFICO PESADO		
	T0 y T1	T2	T3, T4 y arcenes
	20	25	30

Apartado 533.2.2.5 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

El Pliego de prescripciones técnicas particulares podrá modificar las prescripciones sobre adherencia del árido que figuran en el de prescripciones técnicas generales, justificándolo debidamente.

Si se mejorase la adhesividad del árido elegido mediante activantes o cualquier otro producto sancionado por la experiencia, o mediante métodos tales como su precalentamiento o su pre-envuelta con un ligante hidrocarbonado, el Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Director de las obras establecerá el tipo de adición o las especificaciones que tendrán que cumplir dichos métodos y, en todo caso, las correspondientes a los áridos resultantes: estas últimas no deberán ser menos exigentes que las prescripciones del Pliego de prescripciones técnicas generales.

Apartado 533.2.2.7 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

El Pliego de prescripciones técnicas particulares fijará el huso al que deberá ajustarse la curva granulométrica del árido, de entre los que se indican en las tablas 533.1 y 533.2 del Pliego de prescripciones técnicas generales. Los áridos de granulometría uniforme especial, al ser de mejor calidad, deberán emplearse obligatoriamente para las categorías de tráfico pesado T0 y T1 previstas en la norma 6.1-IC.

Apartado 533.3 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

El Pliego de prescripciones técnicas particulares establecerá:

- El tipo de tratamiento superficial mediante riegos con gravilla.
- La dotación media de cada mano de ligante hidrocarbonado y de cada fracción de árido.

Salvo justificación en contrario, las dotaciones medias fijadas por el Pliego de prescripciones técnicas particulares y reflejadas en las Mediciones del Presupuesto serán las señaladas en las tablas 533.6P, 533.7P y 533.8P.

**TABLA 533.6P
RIEGOS CON GRAVILLA MONOCAPA**

ARIDO		LIGANTE HIDROCARBONADO			
TIPO	DOTACION* (l/m ²)	B 150/200	FX 175	EAR2-ECR2	EAR 1
		FX 350	ECR 3	ECR 3	ECR 1
		DOTACION DE LIGANTE RESIDUAL (kg/m ²)			
A 20/10	12-14	1,4			-
A 13/7	8-10	-		1,1	-
A 10/5	6-8	-			0,8
A 6/3	5-7	-			0,6
A 5/2	4-6				0,5
AE 20/10	12-14	1,4			-
AE 13/7	8-10	-		1,1	-
AE 10/5	6-8	-			0,8
AE 6/3	5-7	-			0,6

* NOTA: Se tenderá al límite superior del intervalo cuanto mejor sea la forma del árido y mayor su tamaño medio dentro del huso; y al límite inferior en caso contrario.

TABLA 533.7P
RIEGOS CON GRAVILLA MONOCAPA DOBLE ENGRAVILLADO

APLI- CACION	ARIDO		LIGANTE	
	TIPO	DOTACION * (l/m ²)	TIPO	DOTACION RESIDUAL (kg/m ²)
1ª	AE 13/7	7-9	FX - 350	1,1
2ª	AE 5/2	4-6	ECR- 3	
1ª	AE 20/10	11-13	FX - 350	1,6
2ª	AE 6/3	5-7	B 150/200	

* NOTA: Se tenderá al límite superior del intervalo cuanto mejor sea la forma del árido y mayor su tamaño medio dentro del huso; y al límite inferior en caso contrario.

TABLA 533.8P
RIEGOS CON GRAVILLA BICAPA

APLI- CACION	ARIDO		LIGANTE	
	TIPO	DOTACION (l/m ²)	TIPO	DOTACION RESIDUAL (kg/m ²) #
1ª	A 20/10	12-14	FX 350 FX 175	1,4
2ª	A 6/3	5-7		0,7
1ª	A 13/7	8-10	EAR 2	1,0
2ª	A 5/2	4-6		0,5
1ª	AE 20/10	12-14	ECR 2 ECR 3	1,4
2ª	AE 6/3	5-7		0,7
1ª	AE 13/7	8-10	EAR 1 EAR 2	1,0
2ª	AE 5/2	4-6		0,5
1ª	AE 10/5	6-8	ECR 1 ECR 2 ECR 3	0,7
2ª	AE 5/2	4-6		0,5

* NOTA: Se tenderá al límite superior del intervalo cuanto mejor sea la forma del árido y mayor su tamaño medio dentro del huso; y al límite inferior en caso contrario.

NOTA: Previa justificación, podrá disminuirse la dotación de la primera mano y aumentarse la de la segunda, llegando incluso a invertir ambas dotaciones (riego inverso) siempre que se mantenga su suma.

Las dotaciones dadas por la tablas 533.6P, 533.7P y 533.8P podrán corregirse a la vista de la experiencia obtenida en casos análogos, y de:

- El estado de la superficie que se vaya a tratar, cuando se trate de un pavimento hidrocarbonado. En la primera aplicación podrán preverse las siguientes variaciones máximas en las dotaciones de ligante indicadas en las tablas 533.6P y 533.7P:

- Muy pobre: +15 %
- Muy rico: -10 %

- La intensidad de la circulación, especialmente de vehículos pesados. En función de las categorías de tráfico pesado previstas en la Norma 6.1-IC, se podrán prever las siguientes variaciones máximas en las dotaciones de ligante indicadas en las tablas 533.6P, 533.7P y 533.8P:

- T0: -7 %
- T1: -5 %
- T2: -3 %
- T3: =
- T4: +5 %

Si las variaciones acumuladas de la dotación de ligante residual rebasaran el 20 %, deberá considerarse la necesidad de proceder a un riego de imprimación o adherencia sobre la superficie subyacente, o de cambiar de tratamiento.

Apartado 533.4.2 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

El Pliego de prescripciones técnicas particulares preconizará preferentemente el empleo de extendedoras autopropulsadas en vías con categoría de tráfico pesado T0, T1 y T2 de las previstas en la Norma 6.1-IC.

Apartado 533.5.2 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

El Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Director de las obras deberá indicar las medidas encaminadas a restablecer una regularidad superficial aceptable y, en su caso, reparar las zonas dañadas de la superficie sobre la que se vaya a realizar el riego con gravilla.

Si dicha superficie fuera de hormigón compactado y se previera que, una vez eliminado el riego de curado, su textura resultara análoga a la de una grava-cemento (por ejemplo, por realizarse el tratamiento superficial mediante riegos con gravilla antes de que el hormigón compactado haya alcanzado la resistencia especificada) el Pliego de prescripciones técnicas particulares podrá prever o, en su defecto, el Director de las obras ordenar la ejecución de un riego de imprimación con arreglo al artículo 530 del Pliego de prescripciones técnicas generales.

Apartado 533.5.3 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

El Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Director de las obras fijará el volumen mínimo de acopios exigible según con las características de la obra y la superficie total a tratar. Salvo justificación en contrario, no deberá ser inferior al 50 % del total.

Apartado 533.5.11 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

En los tratamientos superficiales mediante riegos con gravilla de superficie mayor de setenta mil metros cuadrados (70 000 m²) el Pliego de prescripciones técnicas particulares exigirá la realización previa de un tramo de prueba previamente al tratamiento superficial.

540 TRATAMIENTOS SUPERFICIALES CON LECHADA BITUMINOSA

540.1.- DEFINICION

Se define como tratamiento superficial con lechada bituminosa la aplicación sobre una superficie de una (1) o varias capas de un mortero bituminoso fabricado en frío con áridos, emulsión bituminosa, agua y, eventualmente, polvo mineral de aportación y adiciones, cuya consistencia a la temperatura ambiente es adecuada para su puesta en obra.

540.2.- MATERIALES

540.2.1.- Emulsión bituminosa

El Pliego de prescripciones técnicas particulares deberá fijar el tipo de emulsión bituminosa a emplear.

Podrán utilizarse emulsiones bituminosas especiales, con adiciones sancionadas por la experiencia para controlar la rotura o mejorar sus propiedades. En tales casos, el Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Director de las obras, establecerá el tipo de adición y las especificaciones que deban cumplir las emulsiones bituminosas especiales, su ligante residual y las lechadas con ellas fabricadas.

540.2.2.- Aridos

Los áridos se producirán o suministrarán en fracciones granulométricas diferenciadas, las cuales se acopiarán y manejarán por separado hasta el momento de fabricar la lechada.

El equivalente de arena, según la norma NLT-113/72, del árido obtenido combinando las distintas fracciones según las proporciones fijadas en la fórmula de trabajo no deberá ser inferior a treinta y cinco (35) si la emulsión bituminosa empleada es aniónica, o a cincuenta (50) si es catiónica. De no cumplirse esta condición, su índice de azul de metileno, según la norma NLT-171/86, deberá ser inferior a uno (1).

540.2.2.1.- Arido grueso

540.2.2.1.1.- Definición

Se define como árido grueso a la parte del conjunto de fracciones granulométricas retenida en el tamiz UNE 2,5 mm.

540.2.2.1.2.- Condiciones generales

El árido grueso se obtendrá triturando piedra de cantera o grava natural. El Pliego de prescripciones técnicas particulares establecerá la proporción mínima de partículas que presenten dos (2) o más caras de fractura, según la norma NLT-358/87.

540.2.2.1.3.- Limpieza

El árido grueso deberá estar exento de terrones de arcilla, materia vegetal, marga u otras materias extrañas.

540.2.2.1.4.- Calidad

El coeficiente de desgaste Los Angeles del árido grueso, según la norma NLT-149/72, será inferior al valor fijado en el Pliego de prescripciones técnicas particulares.

El coeficiente de pulido acelerado del árido grueso, según las normas NLT-174/72 y NLT-175/73, será superior al valor fijado en el Pliego de prescripciones técnicas particulares.

540.2.2.1.5.- Forma

El índice de lajas del árido grueso, según la norma NLT-354/74, será inferior a treinta (30).

540.2.2.2.- Arido fino

540.2.2.2.1.- Definición

Se define como árido fino a la parte del conjunto de fracciones granulométricas cernida por el tamiz UNE 2,5 mm y retenida por el tamiz UNE 80 μ m.

540.2.2.2.2.- Condiciones generales

El árido fino podrá proceder de la trituración de piedra de cantera o grava natural en su totalidad, o en parte de areneros naturales. En este último caso el Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Director de las obras deberá señalar la proporción máxima de arena natural a emplear en la lechada.

540.2.2.2.3.- Limpieza

El árido fino deberá estar exento de terrones de arcilla, materia vegetal, marga u otras materias extrañas.

540.2.2.2.4.- Calidad

El material que se triture para obtener árido fino deberá cumplir las condiciones exigidas al árido grueso en el apartado 540.2.2.1.4 sobre desgaste Los Angeles y pulido acelerado.

Las arenas naturales deberán estar constituidas por partículas estables y resistentes.

540.2.2.2.5.- Adhesividad

Se considerará que la adhesividad es suficiente si el índice de adhesividad, según la norma NLT-355/74, fuera superior a cuatro (4).

Podrá mejorarse la adhesividad del árido elegido mediante activantes o cualquier otro producto sancionado por la experiencia. En tales casos el Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Director de las obras establecerá las que tendrán que cumplir dichas adiciones y las lechadas resultantes.

540.2.2.3.- Polvo mineral

540.2.2.3.1.- Definición

Sé defina como polvo mineral a la parte del conjunto de fracciones granulométricas cernida por el tamiz UNE 80 μm .

540.2.2.3.2.- Condiciones generales

Podrá suplementarse el polvo mineral incluido en el árido grueso y fino con un producto comercial o especialmente preparado.

Las proporciones de esta aportación se fijarán por el Pliego de prescripciones técnicas particulares.

540.2.2.3.3.- Fijura y actividad

La densidad aparente del polvo mineral, según la norma NLT-176/74, deberá estar comprendida entre cinco y once décimas de gramo por centímetro cúbico (0,5 á 1,1 g/cm³).

El coeficiente de emulsibilidad, según la norma NLT-180/74, deberá ser inferior a seis décimas (0,6).

540.2.3.- Agua

El agua deberá cumplir las prescripciones del artículo 280 del presente Pliego.

540.3.- TIPO, COMPOSICION Y DOTACION DE LA LECHADA

El tipo, composición y dotaciones media y mínima de la lechada bituminosa serán definidos en el Pliego de prescripciones técnicas particulares. Salvo justificación en contrario, su curva granulométrica deberá ajustarse a uno de los husos definidos en la tabla 540.1.

TABLA 540.1

HUSOS GRANULOMETRICOS PARA LECHADAS BITUMINOSAS

HUSO GRANULOMETRICO	CERNIDO ACUMULADO (% en masa)									
	12,5	10	6,3	5	2,5	1,25	630µm	320µm	160µm	80µm
LB 1	100	85-95	70-90	60-85	40-60	28-45	18-33	11-25	6-15	4-8
LB 2		100	80-95	70-90	45-70	28-50	18-33	12-25	7-17	5-10
LB 3			100	85-95	65-90	45-70	30-50	18-35	10-25	7-15
LB 4				100	85-95	60-85	40-60	25-45	15-30	12-20

El Pliego de prescripciones técnicas establecerá también:

- El número de capas de lechada.
- La textura superficial mínima de la lechada, según el ensayo NLT-335/87.
- El coeficiente mínimo de resistencia al deslizamiento de la lechada, según la norma NLT-175/73.

540.4.- EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCION DE LAS OBRAS

540.4.1.- Equipo de fabricación

La lechada se fabricará en mezcladoras móviles que también la extenderán. El mezclador será de tipo continuo, y los tanques y tolvas de los distintos materiales deberán tener su salida sincronizada con él, con los tarados y contrastes necesarios para lograr la composición correspondiente a la fórmula de trabajo. Del mezclador pasará la lechada a la caja repartidora a través de una compuerta regulable, provista del número de salidas necesario para distribuir uniformemente la lechada en la caja repartidora.

540.4.2.- Equipo de extensión

La extensión de la lechada se realizará por medio de una caja repartidora o rastra, remolcada sobre la superficie a tratar, generalmente por el equipo que lleva la mezcladora.

Dicha rastra será metálica, de anchura regulable, y deberá estar dotada de dispositivos de cierre laterales y de una maestra final de goma, regulable en altura, la cual deberá ser renovada cuantas veces resulte preciso. También podrá llevar en su interior un dispositivo que reparta uniformemente la lechada ante la maestra.

540.5.- EJECUCION DE LAS OBRAS

540.5.1.- Estudio de la fórmula de trabajo

La fabricación de la lechada no deberá iniciarse hasta que se

haya aprobado la correspondiente fórmula de trabajo en laboratorio y verificado en la mezcladora.

Dicha fórmula señalará:

- La granulometría de los áridos combinados, por los tamices UNE 12,5 mm; 10 mm; 6,3 mm; 5 mm; 2,5 mm; 1,25 mm; 630 µm; 320 µm; 160 µm; y 80 µm.
- La dosificación de emulsión bituminosa, referida a la masa del total de áridos.
- La dosificación de agua de amasado, referida a la masa del total de áridos.
- Cuando se utilicen adiciones, su dosificación.

El contenido de emulsión bituminosa, de agua y, en su caso, de adiciones deberán fijarse a la vista de los materiales a emplear, basándose principalmente en la experiencia obtenida en casos análogos, para que la consistencia, según la norma NLT 317/87, esté comprendida entre dos y tres centímetros (2 á 3 cm) y siguiendo los criterios marcados por el Pliego de prescripciones técnicas particulares en función del resultado del ensayo de abrasión, según la norma NLT-320/87.

Si la marcha de las obras lo aconseja, el Director de las obras podrá corregir la fórmula de trabajo, justificándolo debidamente un nuevo estudio y los ensayos oportunos. Se estudiará y aprobará otra fórmula de trabajo en el caso de que varíe la procedencia de alguno de los componentes de la lechada.

540.5.2.- Preparación de la superficie existente

El Pliego de prescripciones técnicas particulares podrá prever la ejecución de riegos de imprimación o adherencia, según los artículos 530 y 531 del presente Pliego, previamente al tratamiento superficial con lechada bituminosa.

Inmediatamente antes de proceder a la aplicación de la lechada bituminosa se limpiará la superficie a tratar de polvo, suciedad, barro, materias sueltas o perjudiciales. Para ello se utilizarán barrederas mecánicas o aire a presión; en los lugares inaccesibles a estos equipos se podrán emplear escobas de mano. Se cuidará especialmente de limpiar los bordes de la zona a tratar.

Si la superficie fuera un pavimento bituminoso se eliminarán los excesos de ligante hidrocarbonado que pudiere haber, y se repararán los desperfectos que pudieren impedir una correcta adherencia de la lechada.

Siempre que el Director de las obras lo estime conveniente, deberá humectarse la superficie a tratar inmediatamente antes de la aplicación de la lechada, con la dotación de agua fijada por aquél reparada de manera uniforme.

540.5.3.- Aprovechamiento de áridos.

Los áridos se suministrarán fraccionados. Cada fracción será suficientemente homogénea y deberá poderse acopiar y manejar sin peligro de segregación, observándose las precauciones que se detallan a continuación.

Cada fracción del árido se acopiará separada de las demás para evitar intercontaminaciones. Si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizarán los quince centímetros (15 cm) inferiores de los mismos. Las cargas del material se colocarán adyacentes, tomando las medidas oportunas para evitar su segregación.

Cuando se detecten anomalías en el suministro de los áridos, se acopiarán por separado, hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se aplicará cuando se autorice el cambio de procedencia de un árido.

El volumen mínimo de acopios antes de iniciar la fabricación de la lechada será fijado por el Pliego de prescripciones técnicas particulares.

En caso de que el Director de las obras lo juzgase necesario, los áridos se humectarán convenientemente antes de su empleo.

540.5.4.- Fabricación de la lechada

Las proporciones de los componentes de la lechada se atenderán a la fórmula de trabajo aprobada. Para ello, el Director de las obras deberá aprobar la regulación del equipo de fabricación.

La incorporación de los materiales se hará de manera que la envuelta de los áridos por el ligante sea completa y homogénea mientras la lechada permanezca en la mezcladora.

La lechada fabricada deberá pasar a la caja repartidora de forma continua. El desnivel entre el vertedero del mezclador y la rastra deberá regularse de forma que no se produzcan segregaciones.

Toda lechada heterogénea o que muestre una defectuosa envuelta de los áridos por la emulsión bituminosa será rechazada.

540.5.5.- Aplicación de la lechada

El Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Director de las obras establecerá la anchura extendida en cada pasada.

El avance de los equipos de extensión se hará paralelamente al eje de la vía, con la velocidad conveniente para obtener la dotación prevista y una textura uniforme.

Cuando se extienda la lechada por franjas longitudinales, entre cada dos (2) contiguas deberá establecerse un solape de diez centímetros (10 cm). Al finalizar la extensión de cada franja se realizará

una junta transversal de trabajo, de forma que quede recta y perpendicular al eje de la vía.

Con lechadas gruesas, el Pliego de prescripciones técnicas particulares podrá prever el empleo de compactadores de neumáticos.

540.5.6.- Tramo de prueba

Antes de iniciarse la puesta en obra de la lechada bituminosa será preceptiva la realización del correspondiente tramo de prueba, para comprobar la forma de actuación del equipo.

El Director de las obras determinará si es aceptable la realización del tramo de prueba como parte integrante de la obra en construcción.

A la vista de los resultados obtenidos, el Director de las obras definirá:

- Si son aceptables o no los equipos propuestos por el Constructor.
- En el primer caso, su forma específica de actuación y, en su caso, las correcciones necesarias.

En el segundo caso, el Constructor deberá proponer nuevos equipos, o incorporar equipos suplementarios o sustitutorios.

540.6.- LIMITACIONES DE LA EJECUCION

La aplicación de lechada bituminosa se llevará a cabo cuando la temperatura ambiente sea superior a cinco grados (5°C) y no exista fundado temor de precipitaciones atmosféricas. Cuando la emulsión empleada sea catiónica el límite se podrá rebajar a dos grados (2°C).

Se evitará todo tipo de circulación sobre la lechada mientras la emulsión no haya roto y la lechada no haya adquirido la resistencia suficiente para resistir la acción de aquélla.

Quando se prevea más de una (1) capa de lechada se aplicará la última después de haber sometido la anterior a la acción de la circulación durante al menos un (1) día, y previo barrido del material desprendido.

540.7.- MEDICION Y ABONO

Si el Pliego de prescripciones técnicas particulares previera riegos de imprimación o adherencia, éstos se abonarán según lo previsto para ellos en aquél.

La fabricación y extensión de la lechada bituminosa se abonará por toneladas (t), obtenidas como producto de la superficie realmente tratada, medida sobre el terreno con arreglo a la sección-tipo de los Planos, por la dotación media deducida de los ensayos de control: de esta última se descontará el agua de amasado pero no la propia de la emulsión bituminosa. Este abono incluirá el de la preparación de la

superficie existente, el del agua de amasado y el eventual del polvo mineral de aportación.

La emulsión bituminosa empleada en lechadas bituminosas se abonará por toneladas (t), deducidas aplicando a la medición de la lechada abonable la dosificación media de emulsión obtenida en los ensayos de control. Este abono incluirá el eventual de las adiciones.

540.8.- CONTROL DE CALIDAD

540.8.1.- Control de procedencia

El suministrador de la emulsión bituminosa deberá proporcionar un certificado de calidad, en el que figuren su tipo y denominación, así como la garantía de que cumple las prescripciones exigidas en el artículo 213 del presente Pliego de prescripciones técnicas generales.

De cada procedencia del árido y para cualquier volumen de producción previsto se tomarán tres (3) muestras, según la norma NLT-148/72, y de cada una de ellas se determinará:

- El desgaste Los Angeles, según la norma NLT-149/72.
- El pulido acelerado, según la norma NLT-174/72.
- El índice de lajas del árido grueso, según la norma NLT-354/74.
- La proporción de caras fracturadas del árido grueso, según la norma NLT-358/87.

El Director de las obras podrá ordenar la repetición de estos ensayos sobre nuevas muestras y la realización de los siguientes ensayos adicionales:

- Adhesividad del árido fino, según la norma NLT-355/74.
- Densidad aparente en tolueno del polvo mineral, según la norma NLT-176/74.
- Emulsibilidad del polvo mineral, según la norma NLT-180/74.
- Índice de azul de metileno de las fracciones combinadas, según la norma NLT-171/87.

El Director de las obras comprobará, además, la retirada de la eventual montera en la extracción de los áridos, la exclusión de la misma de vetas no utilizables, y la adecuación de los sistemas de trituración y clasificación.

540.8.2.- Control de recepción

Por cada cuarenta toneladas (40 t), o por cada partida suministrada si ésta fuere de menor cantidad, de emulsión bituminosa se tomarán muestras según la norma NLT-121/86 y se realizarán los siguientes ensayos:

- Carga de partículas, según la norma NLT-194/84, identificando la emulsión como aniónica o catiónica.
- Residuo por evaporación, según la norma NLT-147/72.
- Contenido de agua, según la norma NLT-167/84.

- Penetración del residuo por evaporación, según la norma NLT-124/84.

Por cada setenta toneladas (70 t), o fracción, de árido de cada procedencia aceptadas se tomarán muestras según la norma NLT-148/72 y se realizarán los siguientes ensayos:

- Dos (2) granulometrías de cada fracción, según la norma NLT-150/72
- Dos (2) equivalentes de arena del árido total, según la norma NLT-113/72.

Con independencia de lo anteriormente establecido, cuando el Director de las obras lo estimare conveniente se llevarán a cabo las series de ensayos que considerase necesarios para la comprobación de las demás características reseñadas en los Pliegos de Prescripciones Técnicas.

540.8.3.- Control de ejecución

Se considerará como "lote", que se aceptará o rechazará en bloque, al correspondiente a dos (2) cargas consecutivas de la mezcladora móvil.

Las dotaciones de lechada bituminosa se comprobarán por división del peso total de los materiales correspondientes, medido por diferencia de peso de la mezcladora antes y después de cargarlos, por la superficie realmente tratada, medida sobre el terreno. Para ello deberá disponerse de una báscula contrastada.

El contenido medio de emulsión bituminosa se deducirá de ensayos de extracción, realizados según la norma NLT-164/76 sobre una muestra aleatoria de efectivo mínimo igual a cinco (5), tomada a la salida del canal que alimenta la rastra repartidora.

En otros cinco (5) puntos del lote, situados aleatoriamente de forma que haya al menos uno por hectómetro (1/hm), se realizarán los ensayos siguientes:

- Círculo de arena, según la norma NLT-335/87, antes de quince (15) días de extendida la lechada.
- Resistencia al deslizamiento, según la norma NLT-175/73, después de dos (2) meses de extendida la lechada.

540.8.4.- Criterios de aceptación o rechazo

La dotación media de lechada bituminosa no deberá diferir de la prevista en el Pliego de prescripciones técnicas particulares en más de un diez por ciento (10 %).

La dosificación media de ligante residual no deberá diferir de la prevista en la fórmula de trabajo en más de un punto porcentual (1 %). No más de dos (2) individuos de la muestra ensayada podrán presentar resultados individuales que difieran de la prescrita en la citada fórmula en más de un punto porcentual y medio (1,5 %).

El resultado medio del ensayo del círculo de arena no deberán resultar inferiores al valor previsto en el Pliego de prescripciones técnicas particulares. No más de un (1) individuo de la muestra ensayada podrá presentar un resultado individual inferior a dicho valor en más del veinticinco por ciento (25 %) del mismo.

El resultado medio del ensayo de resistencia al deslizamiento no deberá ser inferior al valor previsto en el Pliego de prescripciones técnicas particulares. No más de un (1) individuo de la muestra ensayada podrá presentar un resultado individual inferior a dicho valor en más de cinco centésimas (0,05).

El Director de las obras determinará las medidas a adoptar con los lotes que no cumplan los criterios anteriores.

**PRESCRIPCIONES SOBRE TRATAMIENTOS SUPERFICIALES
CON LECHADA BITUMINOSA QUE DEBEN FIGURAR
EN EL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS PARTICULARES**

Apartado 540.2.1 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

El tipo de emulsión bituminosa a emplear fijado por el Pliego de prescripciones técnicas particulares, salvo justificación en contrario, deberá estar incluido entre los fijados por la tabla 540.1P:

TABLA 540.1P

CATEGORIA DE TRAFICO PESADO (Norma 6.1-IC)	EMULSION BITUMINOSA (Artº 213 del Pliego)
T0, T1 y T2	EAL 1d, EAL 2d, ECL 1d, ECL 2d
T3 y T4 *	EAL 1, EAL 2, ECL 1, ECL 2

* NOTA: En las zonas climáticas cálidas definidas en la norma 6.1-IC se recomienda el empleo de emulsiones bituminosas con residuos de destilación más duros (letra d).

En el caso de que se empleen emulsiones bituminosas especiales, con adiciones sancionadas por la experiencia para controlar la rotura o mejorar sus propiedades, el Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Director de las obras establecerá el tipo de adición y las especificaciones que deban cumplir las emulsiones bituminosas especiales, su ligante residual y las lechadas con ellas fabricadas.

Apartado 540.2.2.1.2 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

El valor fijado en el Pliego de prescripciones técnicas particulares para la proporción mínima de partículas del ácido grueso que presenten dos (2) ó más caras de fractura, según la norma NLT-358/87, no será inferior a noventa (90) para las categorías de tráfico pesado T0, T1 y T2 previstas en la norma 6.1-IC, ni a setenta y cinco (75) en los demás casos.

Apartado 540.2.2.1.4 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

El valor fijado en el Pliego de prescripciones técnicas particulares para el coeficiente de desgaste Los Angeles del árido grueso, según la norma NLT-149/72, no deberá ser superior al fijado por la tabla 540.2P.

TABLA 540.2P

CATEGORIA DE TRAFICO PESADO (Norma 6.1-IC)	VALOR MAXIMO DEL COEFICIENTE DE DESGASTE
T0 y T1	20
T2 y T3	25
T4	30

En arcenes, o cuando el tratamiento superficial con lechada bituminosa tenga la exclusiva finalidad de sellar un pavimento, el valor máximo del coeficiente de desgaste no deberá ser superior a treinta (30).

El valor fijado en el Pliego de prescripciones técnicas particulares para el coeficiente de pulido acelerado del árido grueso, según las normas NLT-174/72 y NLT-175/73, no deberá ser inferior a cincuenta centésimas (0,50) para las categorías de tráfico pesado T0, T1 y T2 previstas en la norma 6.1-IC, y a cuarenta y cinco centésimas (0,45) en los demás casos. Podrán no exigirse condiciones relacionadas con el pulido acelerado del árido grueso:

- En arcenes.
- Cuando el tratamiento superficial con lechada bituminosa tenga la exclusiva finalidad de sellar un pavimento.
- En la primera capa de un tratamiento superficial multicapa.

Apartado 540.2.2.2.2 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

El Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Director de las obras deberá señalar la proporción máxima de arena natural a emplear en la lechada. Salvo justificación en contrario, tal proporción no deberá rebasar el veinte por ciento (20 %) en masa del total del árido para las categorías de tráfico pesado T0, T1 y T2 previstas en la norma 6.1-IC, y el treinta por ciento (30 %) en los demás casos.

Apartado 540.2.2.2.5 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

Cuando se mejore la adhesividad del árido elegido mediante activantes o cualquier otro producto sancionado por la experiencia, el Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Director de las obras establecerá el tipo de adición y las especificaciones que tendrán que cumplir las lechadas resultantes.

TABLA 540.3P

COMPOSICION, DOTACION Y CARACTERISTICAS
DE LOS DISTINTOS TIPOS DE LECHADA

HUSO GRANULOMETRICO	LB 1	LB 2	LB 3	LB 4
DOTACION MEDIA (kg/m ²)	14-18	11-14	8-11	5-8
CAPA EN QUE SE APLICA	2 ^a ó Única		cual- quiera	1 ^a ó Única
BETUN RESIDUAL (% en masa del árido)	5-7	6-10	7-11	8-13
AGUA DE AMASADO (% en masa del árido, inclu- yendo la de la emulsión)	8-12	10-15		10-20
TEXTURA SUPERFICIAL (mm) MINIMA (NLT-335/87)	1,1	0,9	0,7	0,5
COEFICIENTE MINIMO DE ROZAMIENTO (NLT-175/73)	0,65		0,60	0,55
CAMPO DE APLICACION	T0 y T1 T3 y T4 en vías rápidas		T2 T3 T4 1 ^a ca- pa	Arce- nes, sella- do, 1 ^a capa

TABLA 540.4P

CRITERIOS DE DOSIFICACION DE LECHADAS BITUMINOSAS

CATEGORIA DE TRAFICO	T0 y T1	T2	T3	T4*
PESADO (Norma 6.1-IC)				
PERDIDA MAXIMA (g/m ²) EN ABRASION POR VIA HUMEDA (NLT-320/87)	500	575	650	800

* NOTA: También en arcenes, o cuando el tratamiento superficial con lechada bituminosa tenga la exclusiva finalidad de sellar un pavimento.

Apartado 540.2.2.3.2 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

Las proporciones del producto de aportación se fijarán por el Pliego de prescripciones técnicas particulares.

Apartado 540.3 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

El Pliego de prescripciones técnicas particulares definirá el tipo, composición, dotación media y mínima de la lechada, el número de capas de su aplicación, la textura y coeficiente de resistencia al deslizamiento mínimos a obtener. Salvo justificación en contrario, se utilizarán los criterios de la tabla 540.3P.

Cuando la superficie a tratar sea de textura fina y lisa será preceptivo aplicar al menos dos (2) capas y que la primera sea del tipo LE 3 ó LE 4, para permitir un mejor agarre de la siguiente.

Apartado 540.5.1 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

El contenido de emisión bituminosa, de agua y, en su caso, de adición deberán fijarse por el Pliego de prescripciones técnicas particulares a la vista de los materiales a emplear, basándose principalmente en la experiencia obtenida en casos análogos y siguiendo los criterios marcados por la tabla 540.4P en función de los resultados de ensayos de consistencia y abrasión, según las normas MLI-317/87 y 320/87.

Apartado 540.5.2 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

El Pliego de prescripciones técnicas particulares podrá prever la ejecución de riegos de imprimación o adherencia, según los artículos 530 y 531 del presente Pliego, previamente al tratamiento superficial con lechada bituminosa. Su objeto será el de permitir una correcta adherencia del tratamiento a la superficie subyacente, si ésta fuera granular en el primer caso, o bituminosa o de hormigón en el segundo.

Apartado 540.5.3 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

El volumen mínimo de acopio de áridos antes de iniciar la fabricación de la lechada será fijado por el Pliego de prescripciones técnicas particulares y, salvo justificación en contrario, no deberá ser inferior al cincuenta por ciento (50 %) del total.

Apartado 540.5.5 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

El Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Director de las obras establecerá la anchura extendida en cada pasada.