

VIALIDAD NACIONAL

CAPÍTULO 13:

CAPA GRANULAR CEMENTADA RECICLADA IN-SITU.



Ministerio de Transporte
Presidencia de la Nación

Edición 2019

ÍNDICE

1.	NORMAS TÉCNICAS DE APLICACIÓN	3
2.	DEFINICIÓN Y NOMENCLATURA	4
2.1.	Definiciones	4
2.1.1.	Capa granular cementada reciclada in-situ	4
2.2.	Nomenclatura para capa granular cementada reciclada in-situ	4
3.	NIVEL DE SOLICITACIÓN	5
4.	HIGIENE, SEGURIDAD Y GESTIÓN AMBIENTAL	6
4.1.	Higiene y seguridad	6
4.2.	Gestión ambiental	6
5.	REQUISITOS DE LOS MATERIALES	7
5.1.	Agregados de aporte	7
5.1.1.	Características generales	7
5.1.2.	Agregado de aporte grueso	8
5.1.2.1.	Definición de agregado grueso	8
5.1.2.2.	Requisitos del agregado de aporte grueso	8
5.1.3.	Agregado de aporte fino	10
5.1.3.1.	Definición de agregado fino	10
5.1.3.2.	Requisitos del agregado de aporte fino	10
5.2.	Suelos de aporte	11
5.2.1.	Características generales	11
5.2.2.	Requisitos de los suelos de aporte	12
5.3.	Cementos	12
5.3.1.	Características generales	12
5.3.2.	Cemento Portland para uso general	13
5.3.3.	Cemento Portland con propiedades especiales	13
5.4.	Agua	13
5.5.	Aditivos	13
5.6.	Adiciones minerales	14
6.	ESTUDIO DE LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE OBRA	16
6.1.	Relación espesor de la capa - tamaño máximo nominal	16
6.2.	Husos granulométricos	16
6.3.	Criterios de dosificación	16
6.4.	Presentación de la Fórmula de Obra	17
7.	REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS	19
7.1.	Equipos de obra	19
7.1.1.	Equipos para el transporte	19
7.1.2.	Equipos de distribución	19
7.1.3.	Equipos de dosificación y/o mezclado in-situ	19
7.1.4.	Equipos de compactación	19
7.1.5.	Equipos para distribución de riego de curado	20
7.2.	Ejecución de las obras	21
7.2.1.	Preparación de la superficie	21
7.2.2.	Dosificación y mezclado	21
7.2.2.1.	Incorporación de agregados y/o suelos de aporte	22
7.2.2.2.	Incorporación del cemento, adiciones minerales y/o aditivos pulverulentos	22
7.2.2.3.	Dosificación de aditivos líquidos y/o agua de mezclado	22
7.2.3.	Compactación	23
7.2.4.	Terminación superficial	24
7.2.5.	Curado	24
7.2.5.1.	Compuesto formador de membrana de curado	24
7.2.5.2.	Emulsión asfáltica para curado	25
7.2.6.	Limpieza	25
8.	TRAMO DE PRUEBA	26
9.	LIMITACIONES A LA EJECUCIÓN	27
9.1.1.	Temperatura	27
9.1.2.	Precipitaciones intensas	27
10.	PLAN DE CONTROL DE CALIDAD	28

10.1.	Generalidades.....	28
10.2.	Lotes	29
10.2.1.	Definición de lote de obra	30
10.3.	Plan de ensayos sobre los materiales	30
10.3.1.	Agregados.....	30
10.3.1.1.	Agregados de aporte gruesos	30
10.3.1.2.	Agregados de aporte finos.....	31
10.3.2.	Suelos de aporte	31
10.3.3.	Cementos.....	31
10.3.4.	Adiciones minerales.....	32
10.3.5.	Aditivos	32
10.3.6.	Curado	32
10.3.6.1.	Compuestos líquidos para la formación de membranas	32
10.3.6.2.	Emulsiones asfálticas	32
10.3.6.2.1.	Emulsiones asfálticas convencionales	32
10.4.	Plan de ensayos sobre el proceso de elaboración (mezclado y dosificación) de la capa granular cementada	33
10.5.	Plan de ensayos sobre la unidad terminada	34
10.6.	Control de procedencia de los materiales	34
10.6.1.	Control de procedencia de agregados de aporte	34
10.6.2.	Control de procedencia de los suelos de aporte	35
10.6.3.	Control de procedencia de los cementos y las adiciones minerales	35
10.6.4.	Control de procedencia de los aditivos.....	36
10.6.5.	Control de procedencia de los compuestos líquidos para la formación de membranas.....	36
10.7.	Archivo de la información	37
11.	REQUISITOS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y DE LA UNIDAD TERMINADA.....	38
11.1.	Requisitos del proceso de elaboración (lote de obra)	38
11.1.1.	Granulometría (lote de obra)	38
11.2.	Requisitos de la unidad terminada (lote de obra).....	38
11.2.1.	Resistencia a la compresión a siete días (lote de obra).....	38
11.2.2.	Grado de compactación (lote de obra).....	39
11.2.3.	Espesor (lote de obra)	39
11.2.4.	Ancho (cada 100 m)	39
11.2.5.	Evaluación visual superficial (lote de obra)	40
12.	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO	41
12.1.	Requisitos del proceso de elaboración (lote de obra)	41
12.1.1.	Granulometría (lote de obra)	41
12.2.	Requisitos de la unidad terminada (lote de obra).....	41
12.2.1.	Resistencia a la compresión a siete días (lote de obra).....	41
12.2.2.	Grado de compactación (lote de obra)	42
12.2.3.	Espesor (lote de obra)	42
12.2.4.	Ancho (cada 100 m)	43
12.2.5.	Evaluación visual superficial (lote de obra)	43
13.	MEDICIÓN	44
14.	FORMA DE PAGO	45
15.	CONSERVACIÓN.....	46

1. NORMAS TÉCNICAS DE APLICACIÓN

Las Normas técnicas de aplicación en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales son las que se resumen en la *Tabla N°1*.

Tabla N°1 – NORMAS TÉCNICAS DE APLICACIÓN	
IRAM	Normas del Instituto Argentino de Normalización y Certificación, Argentina
VN-E	Normas de ensayo de la Dirección Nacional de Vialidad, Argentina
AASHTO	American Association of State Highways and Transportation Officials, USA.
ASTM	American Society for Testing and Materials, USA.
EN	Normas Comunidad Europea

Para todos los casos en los cuales se utilicen las Normas mencionadas en el presente documento, se debe utilizar la última versión vigente.

PLIEGO BORRADOR - NO APTO CONSTRUCCIÓN

2. DEFINICIÓN Y NOMENCLATURA

2.1. Definiciones

2.1.1. Capa granular cementada reciclada in-situ

Se define como capa granular cementada reciclada in-situ a la mezcla homogénea, en las proporciones adecuadas de agregados reciclados (incluido RAP y/o hormigón), agregados de aporte, suelo de aporte, cemento, agua y, eventualmente, aditivos, dosificada y mezclada con equipos ámbulo-operantes, convenientemente compactada, para ser utilizada como capa estructural en pavimentos.

2.2. Nomenclatura para capa granular cementada reciclada in-situ

Las diferentes tipologías de capas granulares cementadas recicladas in-situ contempladas en el presente documento se diferencian entre sí en el huso granulométrico, tamaño máximo nominal del agregado pétreo y ubicación de la capa en la estructura.

A continuación, se resume el sistema de designación para las capas granulares cementadas que se utiliza a lo largo de la presente especificación, de manera de individualizar los diferentes tipos de capas granulares cementadas abordados o alcanzados en esta sección.

CGCRS	B/S	TMN
-------	-----	-----

Donde:

- CGCRS: Sigla que indica que se trata de una Capa Granular Cementada Reciclada In-Situ.
- B/S: Letras que indican la ubicación de la capa en el paquete estructural, base o subbase, respectivamente.
- TMN: Tamaño máximo nominal, en milímetros, del huso granulométrico. Se entiende como tamaño máximo nominal al tamiz (de la serie normalizada IRAM de tamices) con menor abertura de malla que retiene hasta el quince por ciento (15 %) de la mezcla de agregados.

3. NIVEL DE SOLICITACIÓN

Los requisitos de los materiales componentes de las capas granulares cementadas recicladas in-situ, como así también los criterios de dosificación de las mismas, se encuentran diferenciados en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales de acuerdo a la ubicación en el paquete estructural (base o subbase) que cada una ocupa.

La ubicación en el paquete estructural (base o subbase) se definen en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

PLIEGO BORRADOR - NO APTO CONSTRUCCIÓN

4. HIGIENE, SEGURIDAD Y GESTIÓN AMBIENTAL

4.1. Higiene y seguridad

Todos los procesos involucrados en el proyecto deben cumplimentar la Siguiente Norma:

- Ley 19.587/72 (Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo) y su Decreto Reglamentario 351/79.
- Ley 24.557/95 (Ley Riesgo del Trabajo) y su Decreto Reglamentario 170/96.
- Ley 24449/95 (Ley de Tránsito).
- Decreto 911/96 (Reglamento de Higiene y Seguridad para la Industria de la Construcción).
- Ley 21663/74 (Prevención y control de los Riesgos Profesionales Causados por las Sustancias o Agentes Cancerígenos).
- Decreto 1338/96.
- Resolución de la SRT 415/02.
- Resolución de la SRT 299/11.
- Resolución de la SRT 85/12.
- Resolución de la Secretaría de Energía 1102/04.
- Copia de la Nómina de Personal Expuesto a Agentes de Riesgo (Riesgos Físicos, Químicos y Biológicos)
- Presentación de Programa de Seguridad Aprobado por la ART Correspondiente.

Asimismo, se debe respetar toda Norma Nacional, Provincial y Municipal.

4.2. Gestión ambiental

Todos los procesos involucrados en el proyecto deben estar acorde a lo dispuesto en la legislación vigente en:

- Producción, carga, transporte, almacenamiento, acopio y deshechos de materiales.
- Carga, transporte, almacenamiento, acopio y deshechos de productos de la elaboración.
- Carga, transporte, almacenamiento, acopio y deshechos de residuos de la elaboración y de residuos de la construcción y/o demolición.
- Carga, transporte, almacenamiento, acopios y deshechos de suelos contaminados
- Gestión ambiental.

Todos los procesos arriba mencionados deben cumplir con todos los requisitos establecidos en el *Manual de Evaluación y Gestión Ambiental de Obras Viales II (MEGA II) – Versión 2007*.

5. REQUISITOS DE LOS MATERIALES

Las prescripciones establecidas para los materiales en el presente Punto deben verificarse para los mismos acopiados a pie de obra y en condiciones de uso (ejemplo: agregados ya acopiados y triturados); no a pie de yacimiento, cantera o planta del proveedor y/o fabricante.

5.1. Agregados de aporte

El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares puede exigir propiedades, requisitos y/o ensayos adicionales cuando se vayan a emplear agregados de aporte cuya naturaleza, procedencia o estado físico-químico así lo requieran.

En caso de emplearse materiales en los que, por su naturaleza, no exista suficiente experiencia sobre su comportamiento, debe hacerse un estudio que demuestre la aptitud del mismo para ser empleado, que debe ser aprobado por el Supervisor de Obra.

5.1.1. Características generales

Los requisitos generales que deben cumplir los agregados de aporte para el aprovisionamiento y acopio son los que se establecen en la *Tabla N°3*.

Tabla N°3 – REQUISITOS PARA EL APROVISIONAMIENTO Y ACOPIO DE AGREGADOS DE APOORTE	
Característica	Requisitos
Procedencia	Los agregados de aporte deben ser de origen natural y deben cumplir las exigencias establecidas en la presente especificación técnica. Los agregados de aporte deben tener trazabilidad, debe llevarse un registro de la procedencia de los mismos. Deben provenir de rocas o material sano y no deben ser susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración físico-química.
Reactividad	Los agregados de aporte a emplear en la ejecución de la capa granular cementada no deben contener sustancias que afecten la resistencia y durabilidad de la capa granular, en cantidades mayores a las establecidas en la presente especificación. Los agregados de aporte no deben dar origen, con el agua, a disoluciones que causen daños a estructuras u otras capas del paquete estructural o contaminar corrientes de agua.

Tabla N°3 – REQUISITOS PARA EL APROVISIONAMIENTO Y ACOPIO DE AGREGADOS DE APOORTE

Característica	Requisitos
Acopios	<p>Los agregados de aporte se deben producir o suministrar en fracciones granulométricas diferenciadas, que se deben acopiar y manejar por separado hasta su introducción en las tolvas en frío. Cada fracción debe ser suficientemente homogénea y se debe poder acopiar y manejar sin que se verifique segregación.</p> <p>Cada fracción del agregado de aporte se debe acopiar separada de las demás, para evitar contaminaciones. Los acopios se deben disponer preferiblemente sobre zonas consolidadas o pavimentadas para evitar la contaminación con suelo. Si se dispusieran sobre el terreno natural, no se deben utilizar los quince centímetros (15 cm) inferiores. Los acopios no deben tener forma cónica ni una altura superior a tres metros (3 m). El terreno debe tener pendientes no inferiores a dos y medio por ciento (2,5 %) para el drenaje.</p> <p>Cuando se detecten anomalías en la producción o suministro de los agregados de aporte, estas partidas se deben acopiar por separado hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se debe aplicar cuando esté pendiente de autorización el cambio de procedencia de un agregado de aporte, lo cual obliga al estudio de una nueva Fórmula de Obra.</p> <p>El Supervisor de las Obras, debe fijar el volumen mínimo de acopios antes de iniciar las obras. Salvo justificación en contrario dicho volumen no debe ser inferior al correspondiente a quince (15) días de trabajo para el nivel de producción prevista.</p> <p>Los acopios deben estar limpios, exentos de terrones de arcilla, materia vegetal u otras materias extrañas que puedan afectar la durabilidad de la capa con ellos eventualmente ejecutada.</p> <p>No se permite el uso de agregados de aporte que provengan de acopios congelados, o que contengan hielo.</p>

5.1.2. Agregado de aporte grueso

5.1.2.1. Definición de agregado grueso

Se define como agregado grueso, la parte del agregado total retenida en el tamiz 4,75 mm según Norma IRAM 1501.

5.1.2.2. Requisitos del agregado de aporte grueso

Los requisitos a cumplir por los agregados de aporte gruesos se establecen en la *Tabla N°4* y en la *Tabla N°5*. El agregado de aporte grueso es por lo general de una única procedencia y naturaleza. En el caso de que se empleen agregados de aporte de distinta procedencia, cada una de ellas debe cumplir individualmente las prescripciones establecidas en la *Tabla N°4* y en la *Tabla N°5*.

Tabla N°4 - REQUISITOS DE LOS AGREGADOS DE APOORTE GRUESOS

Ensayo	Norma	Exigencia
Elongación	IRAM 1687-2	Determinación obligatoria.
Índice de lajas	IRAM 1687-1	Base $\leq 35 \%$
		Subbase $\leq 40 \%$

Tabla N°4 - REQUISITOS DE LOS AGREGADOS DE APOORTE GRUESOS

Ensayo	Norma	Exigencia				
Coeficiente de desgaste “Los Ángeles” (1)	IRAM 1532	<table><tr><td>Base</td><td>≤ 35 %</td></tr><tr><td>Subbase</td><td>≤ 40 %</td></tr></table>	Base	≤ 35 %	Subbase	≤ 40 %
Base	≤ 35 %					
Subbase	≤ 40 %					
Plasticidad de la fracción que pasa el tamiz IRAM 425 µm	IRAM 10501	No Plástico				
Granulometría	IRAM 1505 IRAM 1501	Debe ser tal que permita cumplir con la granulometría establecida para la Fórmula de Obra.				
Determinación de la densidad relativa y de la densidad aparente	IRAM 1533	Determinación obligatoria				
Absorción	IRAM 1533	Determinación obligatoria				
Caras de fractura	IRAM 1851	El 100% de las partículas debe tener al menos una cara de fractura.				
Análisis del estado físico de la roca	IRAM 1702 IRAM 1703	Recomendado (2)				
Durabilidad por ataque con sulfato de sodio	IRAM 1525	Recomendado (2) (3)				

(1) Para agregados tipo basálticos, se deben verificar los requisitos de la *Tabla N°6*.

(2) El Supervisor de Obra puede requerir la realización de dicho ensayo. En tal caso, el mismo adquiere carácter de "Determinación Obligatoria".

(3) Se requiere la realización de dicho ensayo en caso de que exista riesgo de congelamiento. En tal caso, el mismo adquiere carácter de "Determinación Obligatoria".

Cuando el agregado de aporte grueso provenga de yacimientos de gravas, los mismos deben verificar también las exigencias de la *Tabla N°5*

Tabla N°5 - REQUISITOS DE LOS AGREGADOS DE APOORTE PROVENIENTES DE GRAVAS

Ensayo	Norma	Exigencia
Relación de tamaño de la partícula a triturar	---	Tamaño mínimo de la partícula a triturar respecto a la partícula resultante de mayor tamaño: ≥ 2

Cuando el agregado de aporte grueso provenga de yacimientos de "Tipo Basálticos", los mismos deben verificar también las exigencias de la *Tabla N°6*.

Tabla N°6 - REQUISITOS DE LOS AGREGADOS DE APOORTE GRUESOS "TIPO BASÁLTICOS"

Ensayo	Norma	Exigencia
Coeficiente de desgaste "Los Ángeles"	IRAM 1532	≤ 25

Tabla N°6 - REQUISITOS DE LOS AGREGADOS DE APOORTE GRUESOS “TIPO BASÁLTICOS”

Ensayo	Norma	Exigencia
Ensayo de ebullición para los basaltos “Sonnenbrand”	UNE-EN 1367-3	Determinación obligatoria.

5.1.3. Agregado de aporte fino

5.1.3.1. Definición de agregado fino

Se define como agregado fino la parte del agregado total pasante por el tamiz IRAM 4,75 mm según Norma IRAM 1501.

5.1.3.2. Requisitos del agregado de aporte fino

Los requisitos a cumplir por los agregados de aporte finos se establecen en la *Tabla N°6*.

El agregado de aporte fino es por lo general de una única procedencia y naturaleza. En caso de que se empleen agregados de aporte de distinta procedencia, cada una de ellas debe cumplir individualmente las prescripciones establecidas en la *Tabla N°7*.

En el caso de que el agregado de aporte fino provenga de la trituración de gravas, las mismas deben verificar los requisitos establecidos en la *Tabla N°5*.

Tabla N°7 - REQUISITOS DE LOS AGREGADOS DE APOORTE FINOS

Ensayo	Norma	Exigencia
Coeficiente de desgaste “Los Ángeles”	IRAM 1532	La fracción gruesa de la cual proviene el agregado de aporte fino, debe cumplir las exigencias de la <i>Tabla N°4</i> y <i>Tabla N°6</i> (si corresponde) para el Coeficiente de desgaste Los Ángeles.
Equivalente de arena	IRAM 1682	≥ 35 %
Plasticidad de la fracción que pasa el tamiz IRAM 425 μ m	IRAM 10501	Determinación obligatoria
Granulometría	IRAM 1505 IRAM 1501	Debe ser tal que permita cumplir con la granulometría establecida para la Fórmula de Obra.
Índice de Azul de Metileno (1)	Anexo A de la Norma UNE-EN 933-9	≤ 7 gramos/kilogramo
Determinación de la densidad relativa y de la densidad aparente	IRAM 1520	Determinación obligatoria

Tabla N°7 - REQUISITOS DE LOS AGREGADOS DE APOORTE FINOS

Ensayo	Norma	Exigencia
Absorción	IRAM 1520	Determinación obligatoria

(1) El Índice de Azul de Metileno se debe hacer sólo en caso que el Ensayo de Equivalente de Arena arroje un resultado menor a treinta y cinco por ciento (<35 %) y mayor o igual a veinticinco por ciento (≥ 25 %).

5.2. Suelos de aporte

El Supervisor de Obra puede exigir propiedades, requisitos y/o ensayos adicionales cuando se vayan a emplear suelos de aporte cuya naturaleza, procedencia o estado físico-químico así lo requieran.

5.2.1. Características generales

Los requisitos generales que deben cumplir los suelos de aporte para el aprovisionamiento y acopio son los que se establecen en la *Tabla N°13*.

Tabla N°13 – REQUISITOS PARA EL APROVISIONAMIENTO Y ACOPIO DE LOS SUELOS DE APOORTE

Característica	Requisitos
Procedencia	Los suelos de aporte deben ser de origen natural, y deben cumplir las exigencias establecidas en la presente especificación técnica. Los suelos de aporte deben tener trazabilidad, debe llevarse un registro de la procedencia de los mismos. Deben provenir de préstamos sanos y/o canteras habilitadas; y no deben ser susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración físico-química.
Resistencia, durabilidad y reactividad	Los suelos de aporte a emplear en la ejecución de la capa granular no deben contener sustancias que afecten la resistencia y durabilidad de la capa granular, en cantidades mayores a las establecidas en la presente especificación. Los suelos de aporte no deben dar origen, con el agua, a disoluciones que causen daños a estructuras u otras capas del paquete estructural o contaminar corrientes de agua.

Tabla N°13 – REQUISITOS PARA EL APROVISIONAMIENTO Y ACOPIO DE LOS SUELOS DE APORTE

Característica	Requisitos
Acopios	<p>Previo acopio, en caso de ser necesario, los suelos de aporte deben ser cribados y pulverizados, de manera de verificar los requisitos establecidos en el <i>Punto 5.3.2. Requisitos de los Suelos de aporte</i>.</p> <p>Los suelos de aporte de diferente procedencia se deben acopiar separada de las demás, para evitar contaminaciones. Los acopios se deben disponer preferiblemente sobre zonas consolidadas o pavimentadas para evitar la contaminación con la superficie de apoyo. Si se dispusieran sobre el terreno natural, no se deben utilizar los quince centímetros (15 cm) inferiores. Los acopios no deben tener forma cónica ni una altura superior a cuatro metros (4 m). El terreno debe tener pendientes no inferiores a dos y medio por ciento (2,5 %) para el drenaje.</p> <p>Cuando se detecten anomalías en suministro de los Suelos de aporte, estas partidas se deben acopiar por separado hasta confirmar su aceptación o rechazo. Esta misma medida se debe aplicar cuando esté pendiente de autorización el cambio de procedencia de los Suelos de aporte, lo cual obliga al estudio de una nueva Fórmula de Obra.</p> <p>El Supervisor de Obra, debe fijar el volumen mínimo de acopios antes de iniciar las obras. Salvo justificación en contrario dicho volumen no debe ser inferior al correspondiente a quince (15) días de trabajo para el nivel de producción prevista.</p> <p>Los acopios deben estar limpios, exentos de materia vegetal u otras materias extrañas que puedan afectar la durabilidad de la capa con ellos eventualmente ejecutada.</p> <p>No se permite el uso de suelos de aporte que provengan de acopios congelados, o que contengan hielo.</p>

5.2.2. Requisitos de los suelos de aporte

Los requisitos a cumplir por los suelos de aporte se establecen en la *Tabla N°14*.

Los suelos de aporte son por lo general de una única procedencia y naturaleza. En el caso de que se empleen suelos de aporte de distinta procedencia, cada una de ellas debe cumplir individualmente las prescripciones establecidas en la *Tabla N°14*.

Tabla N°14 - REQUISITOS DE LOS SUELOS DE APORTE

Ensayo	Norma	Exigencia
Sales totales	VN-E18-89	< 1,2%
Sulfatos	VN-E18-89	< 0,3%
Límite líquido	IRAM 10501	≤ 35 %
Índice de plasticidad	IRAM 10501	≥ 6 % y ≤ 12 %
Granulometría	IRAM 1505 IRAM 1501	Determinación obligatoria

5.3. Cementos

5.3.1. Características generales

Los requisitos generales que deben cumplir los cementos para el aprovisionamiento y almacenamiento son los que se establecen en la *Tabla N°8*.

Tabla N°8 – REQUISITOS PARA EL APROVISIONAMIENTO Y ALMACENAMIENTO DE LOS CEMENTOS

Característica	Requisitos
Procedencia	Los cementos deben cumplir las exigencias establecidas en la presente especificación técnica. Los cementos deben tener trazabilidad, debe llevarse un registro de la procedencia de los mismos.
Almacenamiento	<p>Los materiales aglomerantes deben protegerse de la humedad durante el transporte y el almacenamiento.</p> <p>El cemento envasado se debe conservar en su envase original hasta el momento de su empleo, y se debe acopiar bajo techo, separando las bolsas del suelo y de las paredes, como mínimo, a una distancia de quince centímetros (15 cm). La altura del acopio debe ser igual o menor que diez (10) bolsas.</p> <p>Los cementos de distinto tipo, marca o partida se deben almacenar separadamente y por orden cronológico de llegada. Su empleo se debe efectuar en el mismo orden. En el momento de incorporarlo a la mezcladora, el cemento se debe encontrar en perfecto estado pulverento.</p> <p>Si el cemento estuvo almacenado en obra durante periodos mayores de treinta (30) días en bolsas originales, o de ciento ochenta (180) días en bolsones con protecciones de plástico doble y capacidad igual o mayor a mil kilogramos (1000 kg), o un (1) año en silos metálicos con cierre hermético, o en el momento de ser usado muestra signos inequívocos de prehidratación, antes de su empleo se debe ensayar nuevamente para verificar si se cumplen los requisitos establecidos en el presente documento.</p> <p>Cuando se detecten anomalías en el suministro de cemento, estas partidas se deben almacenar por separado hasta confirmar su aceptabilidad.</p>

5.3.2. Cemento Portland para uso general

El cemento Portland para uso general a emplear se debe encuadrar dentro de los requisitos establecidos en la norma IRAM 50000.

5.3.3. Cemento Portland con propiedades especiales

Cuando se requiera el uso de cemento con propiedades especiales, el cemento se debe encuadrar dentro de los requisitos establecidos en la norma IRAM 50001.

5.4. Agua

El agua empleada para mezclar y curar la capa granular cementada, como así también el agua para lavar, enfriar y saturar los agregados, debe cumplir las condiciones establecidas en la norma IRAM 1601.

5.5. Aditivos

Los aditivos a emplear en la preparación de capas granulares cementadas se deben presentar en

estado líquido o pulverulento.

Los aditivos en estado pulverulento deben incorporarse a la mezcla según las instrucciones indicadas por el fabricante.

En caso de emplearse más de un aditivo, previo a su uso en obra, el Contratista debe verificar mediante ensayos que dichos aditivos son compatibles. Cada aditivo debe tener características y propiedades uniformes durante todo el desarrollo de la obra.

Los aditivos deben ser almacenados y conservados de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. El acopio se debe realizar al reparo del sol y de las bajas temperaturas, y preferiblemente bajo techo, separando e identificando cada marca, tipo, fecha de recepción y fecha de vencimiento.

El tipo de aditivo, como así también su dotación y forma de empleo, debe estar aprobado por el Supervisor de Obra previo a su uso.

5.6. Adiciones minerales

Pueden incorporarse a la capa granular cementada materiales adicionales tales como puzolanas naturales, cenizas volantes, escoria granulada de alto horno, Filler calcáreo, humo de sílice, siempre que se demuestre, previamente, mediante ensayos, que su empleo, en las cantidades previstas, produce el efecto deseado y simultáneamente cumple los requisitos establecidos en la presente especificación. El tipo de adición, como así también su dotación y forma de empleo, debe estar aprobado por el Supervisor de Obra previo a su uso.

Las adiciones minerales a emplear deben cumplir con las especificaciones de las normas siguientes: IRAM 1668 (Puzolanas y Cenizas Volantes), IRAM 1667 (Escoria), IRAM 1593 (Filler calcáreo) o ASTM C1240 (Humo de sílice), según corresponda.

Cuando se incorporen adiciones minerales pulverulentas para reemplazos parciales de cemento, el contenido total de las mismas (las incorporadas en el cemento en el caso que las tuviere, sumadas a las incorporadas en la mezcla en forma separada) no debe superar los límites establecidos en la "Tabla 1" de la norma IRAM 50000 o IRAM 50002 si se emplea en la construcción Tecnologías de Alto Rendimiento. Para el transporte y almacenamiento de las adiciones minerales pulverulentas rigen las mismas disposiciones establecidas para el cemento en el *Punto 5.4.1. Características generales*.

5.7. Curado

5.7.1. Compuestos líquidos formadores de membranas de curado

Los compuestos líquidos formadores de membranas de curado deben estar integrados por una base y un disolvente volátil, que en ningún caso debe producir efectos dañinos sobre la capa granular cementada. La base, o porción no volátil, debe constar de un pigmento blanco, finamente dividido, y un vehículo, que debe estar compuesto de ceras naturales o sintéticas, o bien de resinas.

Los compuestos que se utilicen deben ser líquidos, opacos y de color blanco. Además, deben cumplir con los requisitos establecidos en la norma IRAM 1675 y no deben provocar reacciones desfavorables para el fraguado y endurecimiento de la capa granular cementada. Una vez finalizada su acción, la mencionada membrana debe desaparecer de forma progresiva bajo la influencia de los agentes atmosféricos y del uso, sin afectar la coloración de la superficie del pavimento.

Si se emplea como único método de protección y curado, se debe utilizar un compuesto formador de membrana de resina en base a solvente que cumpla con la Norma IRAM 1675 (compuestos tipo B). Alternativamente se puede emplear otra opción que demuestre ser efectiva mediante ensayos y que permita obtener un curado de adecuado de la capa granular cementada.

En caso de utilizar una membrana de otro tipo, se debe utilizar un retardador de evaporación como medida de protección complementaria. El contratista puede incorporar otro método de protección adicional (por ejemplo, aspersión de una fina niebla de agua sobre la superficie de la capa granular cementada, incorporación de pantallas de protección), de modo de garantizar una adecuada protección de la de la capa granular cementada a edad temprana.

El tipo de membrana de curado a emplear, debe estar aprobado por el Supervisión de las Obras previo a su uso. La dosis mínima de membrana de curado debe ser la recomendada por el fabricante como dosis efectiva, a la cual debe adicionarse una cantidad suficiente en función de las condiciones climáticas durante la aplicación y las pérdidas por viento. La dosis máxima es aquella que no permite la formación de la membrana en un tiempo prudente. A excepción de indicación en contrario por el Supervisión de las Obras, se debe emplear una dosis mínima mayor a doscientos gramos por metro cúbico ($> 200 \text{ g/m}^2$).

5.7.2. Emulsiones asfálticas para riego de curado

Las emulsiones asfálticas para el riego de curado deben cumplimentar lo establecido en el *Pliego de Especificaciones Técnicas Generales para Riegos de Curado con Emulsiones Asfálticas* de la DNV.

6. ESTUDIO DE LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE OBRA

En casos excepcionales, y por indicación del Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, la ejecución de la capa granular cementada reciclada in-situ puede incluir, también, la incorporación de aditivos y/u otros.

Salvo indicación contraria del Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, el agregado de aditivos, etc., con el objetivo de alcanzar la resistencia establecida en la *Tabla N°9* y/o mejorar alguna característica del material, corren a cuenta y responsabilidad del Contratista; y no reciben pago directo alguno.

6.1. Relación espesor de la capa - tamaño máximo nominal

La relación entre el espesor de la capa a colocar y el tamaño máximo nominal para el tipo de mezcla considerada debe cumplir con la siguiente premisa:

- $e > 3 * TMN$
- $e \leq 30 \text{ cm}$

Donde:

- e: espesor de la capa
- TMN: tamaño máximo nominal de la combinación de agregados.

6.2. Husos granulométricos

La granulometría resultante de la mezcla o composición de las diferentes fracciones de agregados y suelos componentes de la capa granular cementada reciclada in-situ, debe estar comprendida dentro de los límites establecidos en los husos granulométricos definidos en las *Tabla N°12*.

Tabla N°12 – HUSOS GRANULOMÉTRICOS DE LAS CAPAS GRANULARES CEMENTADAS	
Tamices	Porcentaje en peso que pasa ⁽¹⁾
	38 ⁽²⁾
37,5 mm (1 ½")	100
4,75 mm (N° 4)	24-62
75 µm (N°200)	0-11

(1) Si existe una diferencia entre las densidades de las fracciones utilizadas superior a 0,2 g/cm³, la distribución granulométrica debe evaluarse y ser ajustada en volumen.

(2) Se coloca solo la parte de la nomenclatura vinculada al esqueleto granular (tamaño máximo nominal e indicación de granulometría especial).

6.3. Criterios de dosificación

Los criterios a considerar en el proceso de diseño en laboratorio de la capa granular cementada destinado a la obtención de la Fórmula de Obra, se resumen en la *Tabla N°9*.

Tabla N°9- CRITERIOS DE DOSIFICACIÓN

Ensayo	Exigencia
Hinchamiento acelerado (UNE-EN 13286-49)	Determinación obligatoria.
Plazo mínimo de trabajabilidad (UNE-EN 13286-45)	≥ 180 minutos.
Resistencia a compresión sobre probetas a 7 días (UNE-EN 13286-41 y UNE-EN 13286-50) ⁽¹⁾ ⁽²⁾	$\geq 3,5$ MPa y $\leq 5,0$ MPa.
Densidad máxima seca (UNE-EN 13286-2 y UNE-EN 13286-2AC) ⁽³⁾	Determinación obligatoria.
Valor Soporte Relativo (CBR) del esqueleto granular sin ligante hidráulico (VN - E6 – 84 o UNE-EN 13286-47) ⁽⁴⁾	Determinación obligatoria.

(1) La exigencia de resistencia debe ser alcanzada con una densidad seca menor o igual al noventa y siete por ciento ($\leq 97\%$) de la densidad seca máxima teórica obtenida a partir del Ensayo Proctor Modificado, con Molde B, de la Norma UNE-EN 13286-2.

(2) El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares puede indicar otros valores.

(3) Excepto indicación contraria del Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, el ensayo empleado en la Norma UNE-EN 13286-2 debe ser el Ensayo Proctor Modificado, con Molde B.

(4) El ensayo debe realizarse sobre el esqueleto granular, sin el agregado de ligante hidráulico. Es recomendable adoptar un esqueleto granular tal que se obtenga un Valor Soporte Relativa (CBR) sin cemento, superior a 60%.

6.4. Presentación de la Fórmula de Obra

La elaboración, colocación y ejecución regular de la capa granular cementada reciclada in-situ no se debe iniciar hasta que el Supervisor de Obra haya aprobado la correspondiente Fórmula de Obra presentada por el Contratista. Para la aprobación de la Fórmula de Obra, es necesario verificar y ajustar la misma en el Tramo de Prueba correspondiente.

La fórmula debe emplearse durante todo el proceso constructivo de la obra, siempre que se mantengan las características y el origen de los materiales que la componen. Toda vez que cambie alguno de los materiales que integran la mezcla, o se excedan sus tolerancias de calidad, la Fórmula de Obra debe ser reformulada y sometida a consideración del Supervisor de Obra para su nueva aprobación, siguiendo los lineamientos del presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales. Por lo tanto, debe excluirse el concepto de “Fórmula de Obra única e inamovible”.

Para todo tipo de capa granular cementada reciclada in-situ, se debe realizar obligatoriamente un estudio de sensibilidad de las propiedades de la mezcla a variaciones en la compactación. Asimismo, el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Supervisor de Obra, puede exigir otros estudios de sensibilidad de las propiedades de la mezcla a variaciones de granulometría y contenido de cemento, dentro de las tolerancias establecidas en el presente documento.

Los informes de presentación de la Fórmula de Obra deben incluir como mínimo los requerimientos

establecidos en la *Tabla N°14*.

Tabla N°10 – REQUISITOS QUE DEBE REUNIR LA FÓRMULA DE OBRA	
Parámetro	Información que debe ser consignada
Agregados y suelos de aporte, y mezcla de materiales	Identificación, características y proporción de cada fracción del agregado. Identificación, características y proporción de cada suelo de aporte. Ensayos realizados sobre el agregado de aporte grueso, como mínimo todos los contemplados en el <i>Punto 5.1.2 Agregado de aporte grueso</i> . Ensayos realizados sobre el agregado de aporte fino, como mínimo todos los contemplados en el <i>Punto 5.1.3 Agregado de aporte fino</i> . Ensayos realizados sobre los suelos de aporte, como mínimo todos los contemplados en el <i>Punto 5.3 Suelos de aporte</i> . Ensayos realizados sobre los materiales componentes combinados, como mínimo todos los contemplados en el <i>Punto 6.2. Granulometría y Punto 6.3. Criterios de dosificación</i> .
Humedad óptima de compactación	Debe informarse la humedad óptima de compactación y el tipo de ensayo empleado para su determinación.
Densidad máxima seca	Debe informarse la densidad máxima seca y el tipo de ensayo empleado para su determinación.
Contenido de Cemento	De indicarse el contenido de cemento, en peso, para la unidad de volumen.
Cemento y adiciones minerales	Debe indicarse para el cemento: dotación, su forma de incorporación, denominación, hoja técnica del producto, características y ensayos. Debe indicarse para las adiciones minerales: su forma de incorporación, denominación, hoja técnica del producto, características, ensayos y proporción empleada respecto de la masa de cemento.
Aditivos	Cuando se empleen aditivos, debe indicarse su forma de incorporación, denominación, hoja técnica del producto, la hoja de seguridad, características, ensayos y proporción empleada respecto de la masa de cemento.
Mezclado	De indicarse el tiempo mínimo requerido y el orden de ingreso al mezclador de los materiales componentes.
Plazo mínimo de trabajabilidad ⁽¹⁾	Debe indicarse el plazo de trabajabilidad.
Resistencia a compresión ⁽¹⁾	Se debe informar la resistencia a compresión sobre probetas a 7 días.
Hinchamiento acelerado ⁽¹⁾	Se debe indicarse el resultado del ensayo.
Ajustes en el Tramo de Prueba	La fórmula informada debe incluir los posibles ajustes realizados durante el Tramo de Prueba.
Informe de presentación de la Fórmula de Obra	Se debe presentar un Informe con la Fórmula de Obra.

⁽¹⁾ El análisis de sensibilidad se debe realizar, como mínimo, para los siguientes porcentajes de compactación: 90%, 92%, 94%, 96%, 98%, 100% y 102% respecto a la densidad máxima Proctor adoptada para la mezcla, informado en la Fórmula de Obra.

7. REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

7.1. Equipos de obra

7.1.1. Equipos para el transporte

Los equipos de transporte deben ajustarse a los requisitos que se indican en la *Tabla N°16*.

Tabla N°16 – REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS DE TRANSPORTE	
Características	Requisitos
Capacidad de transporte	El número y capacidad de los camiones debe ser acorde al volumen de producción, al ritmo de trabajo y a la distancia de transporte, de modo de no frenar el proceso de elaboración y colocación.

7.1.2. Equipos de distribución

Los equipos de distribución, deben ajustarse a los requisitos que se indican en la *Tabla N°17*.

Tabla N°17 – REQUISITOS QUE DEBE CUMPLIR EL EQUIPO DE DISTRIBUCION	
Característica	Requisitos
Número y tipo de equipo	El número y las características de los equipos de compactación deben ser acordes a la superficie, espesor de la capa que se debe compactar y al nivel de producción (ritmo de trabajo).
Distribución	Debe ser capaz de distribuir el cemento, suelo de aporte, agregado de aporte o material de manera uniforme con sensores y/o algún sistema que permita mantener una colocación uniforme.

7.1.3. Equipos de dosificación y/o mezclado in-situ

Los equipos de dosificación y/o mezclado (tipo recicladora o pulvimixer) empleados para ejecutar la capa granular cementada deben ajustarse a los requisitos indicados en la *Tabla N°11*.

Tabla N°11 – REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS DE DOSIFICACIÓN Y MEZCLADO IN-SITU (TIPO RECICLADORA O PULVIMIXER)	
Características	Requisitos
Capacidad de producción	Acorde al plan de trabajo.
Alimentación del cemento y de las adiciones minerales	En caso de contar con elementos capaces de adicionar el cemento y/o adiciones minerales, los mismos deben ser precisos y deben estar calibrados.
Alimentación del agua de mezclado	En caso de contar con elementos capaces de adicionar el agua de mezclado, los mismos deben ser precisos y deben estar calibrados.
Mezclado	Debe garantizar una mezcla homogénea y uniforme en todo el ancho y profundidad de la capa.

7.1.4. Equipos de compactación

Los equipos de compactación deben ajustarse a los requisitos indicados en la *Tabla N°18*.

Tabla N°18 – REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS DE COMPACTACIÓN	
Característica	Requisitos
Número y tipo de equipo	El número y las características de los equipos de compactación deben ser acordes a la superficie, espesor de la capa que se debe compactar y al nivel de producción (ritmo de trabajo).
Compactadores neumáticos	Los compactadores neumáticos deben tener ruedas lisas, en número, tamaño y configuración tales que permitan el solape de las huellas de las delanteras y traseras. Los compactadores deben poder invertir la marcha mediante una acción suave; también deben poder obtener una superficie homogénea, sin marcas o desprendimientos. El peso mínimo del equipo debe ser de quince toneladas (15 t).
Compactadores metálicos	Los compactadores metálicos no deben presentar surcos ni irregularidades en las superficies cilíndricas. Los compactadores vibratorios y los oscilatorios deben tener dispositivos automáticos para eliminar la vibración/oscilación cuando se lo desee. Los compactadores deben poder invertir la marcha mediante una acción suave, en este proceso se debe suspender el vibrado u oscilado. Los compactadores deben, además, poder obtener una superficie homogénea, sin marcas o desprendimientos. El peso mínimo del equipo debe ser de doce toneladas (12 t).

7.1.5. Equipos para distribución de riego de curado

Los equipos de distribución del riego de imprimación deben cumplimentar lo establecido en el *Pliego de Especificaciones Técnicas Generales para Riegos de Curado con Emulsiones Asfálticas* de la DNV.

7.1.6. Equipos para la distribución del compuesto de curado

7.1.6.1. Equipos autopropulsados

Los equipos para la distribución del compuesto de curado autopropulsados deben ajustarse a los requisitos indicados en la *Tabla N° 16*.

Tabla N° 16 – REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS DE DISTRIBUCIÓN DEL COMPUESTO DE CURADO AUTOPROPULSADOS	
Característica	Requisitos
Equipos para la distribución del compuesto de curado autopropulsados	Los equipos utilizados en la distribución superficial del compuesto de curado deben asegurar una distribución continua y uniforme de la película aplicada, así como la ausencia de zonas deficitarias en dotación, tanto en la superficie como en los bordes laterales de las losas. Además, deben ir provistos de dispositivos que proporcionen una adecuada protección del producto pulverizado contra el viento. El tanque de almacenamiento del producto debe contar con un dispositivo que lo mantenga en continua agitación durante su aplicación.

7.1.6.2. Puentes de distribución de compuestos de curado

Los equipos tipo puente de distribución para la distribución del compuesto de curado deben ajustarse a los requisitos indicados en la *Tabla N° 17*.

Tabla N° 17 – REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS DE DISTRIBUCIÓN DEL COMPUESTO DE CURADO TIPO PUENTE DE DISTRIBUCIÓN	
Característica	Requisitos
Puentes para la distribución del compuesto de curado	El puente de curado debe estar montado sobre ruedas de accionamiento mecánico o propulsado de forma manual. El equipo debe contar con picos pulverizadores distribuidos en toda la sección de la capa granular cementada reciclada in-situ y con una bomba con motor para la presurización del circuito de distribución del compuesto.

7.1.6.3. Pulverizadores (mochila) para la distribución de compuestos de curado

Los equipos para la distribución del compuesto de curado tipo pulverizadores deben ajustarse a los requisitos indicados en la *Tabla N°18*.

Tabla N°18 – REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS DE DISTRIBUCIÓN DEL COMPUETO DE CURADO TIPO PULVERIZADORES	
Característica	Requisitos
Cantidad	Se debe contar con el número de pulverizadores, en perfecto estado de funcionamiento, que permita seguir el ritmo de ejecución establecido. Dicho número de equipos nunca puede ser inferior a dos (2). Adicionalmente al número de equipos para la normal ejecución de los trabajos, se debe contar con un equipo adicional en las instalaciones del obrador.
Pulverizadores (mochilas) para la distribución del compuesto de curado	Los equipos utilizados en la distribución superficial del compuesto de curado deben asegurar una distribución continua y uniforme de la película aplicada.

7.2. Ejecución de las obras

7.2.1. Preparación de la superficie

Previa ejecución de la capa granular cementada reciclada in-situ, la superficie de apoyo se debe encontrar aprobada por la Supervisor de Obra.

La superficie debe ser regular y no debe exhibir deterioros. Asimismo, debe estar libre de manchas o huellas de suelos cohesivos, los que deben eliminarse totalmente de la superficie.

Las banquetas y/o trochas aledañas se deben mantener durante los trabajos en condiciones tales que eviten la contaminación de la superficie.

7.2.2. Dosificación y mezclado

7.2.2.1. Incorporación de agregados y/o suelos de aporte

Cuando sea necesaria la adición de un agregado y/o suelo de aporte, el mismo debe ser incorporado por uno de los procedimientos siguientes, que debe ser comprobado y aprobado por el Supervisión de las Obras, y verificado en el Tramo de Prueba:

- Mediante su extensión en una capa de espesor uniforme sobre la superficie existente antes del mezclado.
- Mediante su incorporación al proceso de mezcla de los materiales.

Los materiales deben ser colocados con un distribuidor mecánico o un formador de caballetes, para proceder al mezclado uniforme mediante el propio equipo ambulo-operante. El equipo debe poder mezclar el material en todo su espesor suelto y con la energía suficiente como para obtener una mezcla homogénea.

7.2.2.2. Incorporación del cemento, adiciones minerales y/o aditivos pulvulentos

El cemento, las adiciones minerales y/o los aditivos pulvulentos deben ser incorporadas por uno de los procedimientos siguientes, que debe ser comprobado y aprobado por el Supervisión de las Obras, y verificado en el Tramo de Prueba:

- Mediante su extensión en una capa de espesor uniforme sobre la superficie existente antes del mezclado.
- Mediante su incorporación al proceso de mezcla de los materiales.

Deben coordinarse adecuadamente los avances del equipo de dosificación de cemento y/o adiciones minerales y del equipo mezclador, no permitiéndose que haya entre ambos una longitud distribuida de cemento portland superior a cien metros (100 m).

El cemento, las adiciones minerales y/o los aditivos pulvulentos deben ser colocados con un distribuidor mecánico o un formador de caballetes, para proceder al mezclado uniforme mediante el propio equipo ambulo operante. El equipo debe poder mezclar el material en todo su espesor suelto y con la energía suficiente como para obtener una mezcla homogénea.

7.2.2.3. Dosificación de aditivos líquidos y/o agua de mezclado

Los aditivos líquidos y/o el agua de mezclado debe ser incorporada por uno de los procedimientos siguientes, que debe ser comprobado y aprobado por el Supervisión de las Obras, y verificado en el Tramo de Prueba:

- En el equipo ambulo operante (recicladora o pulvimixer), mediante su incorporación al proceso de mezcla de los materiales.
- Mediante riego uniforme sobre la superficie, antes del mezclado.

Nota: *si bien se admiten los dos procedimientos arriba mencionados, se sugiere la implementación del primero.*

7.2.3. Compactación

La compactación debe iniciarse en el menor tiempo posible, a partir de la dosificación y mezclado.

En el momento de iniciar la compactación, la mezcla debe hallarse suelta o pre-compactada en todo su espesor, y las condiciones de humedad debe encontrarse dentro de las tolerancias establecidas en la presente especificación.

Los cambios de dirección de los compactadores se deben hacer sobre la capa granular cementada reciclada in-situ ya compactada, y los cambios de sentido se deben efectuar con suavidad. Se debe cuidar que los elementos de compactación estén siempre limpios y, si fuera preciso, húmedos.

El proceso de compactación debe ser tal que evite la formación de un estrato superior débilmente adherido al resto de la capa. En caso de producirse esto, la misma se debe eliminar hasta obtener una superficie uniforme y compacta.

La compactación de la capa debe comenzar en los bordes y avanzar hacia el centro, con excepción en las curvas peraltadas donde la compactación debe iniciarse en el borde interno de la curva y avanzar hacia el borde alto. En todos los casos, y a los efectos de proveer del adecuado confinamiento lateral, se debe distribuir el material de las banquetas al nivel de la capa que es objeto del proceso de compactación.

Las zonas que, por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de desagüe, muros o estructuras, no permitieran el empleo del equipo que normalmente se estuviera utilizando, se deben compactar con medios adecuados a cada caso. Las densidades que se alcancen deben cumplir con las mismas exigencias que en el resto de la capa.

La compactación se debe realizar de manera continua y sistemática. Si la extensión del material se realiza por franjas, al compactar una de ellas se debe ampliar la zona de compactación para que incluya, al menos, quince centímetros (15 cm) de la anterior, por lo que se debe disponer en los bordes de una contención lateral adecuada.

El proceso de compactación debe finalizar antes de que transcurra el plazo de trabajabilidad informado en la Fórmula de Obra aprobada y vigente. Dicho plazo de tiempo se considera desde finalizado el proceso de mezclado en planta, hasta finalizado del proceso de compactación.

La compactación vibratoria queda restringida en su empleo a la primera hora y media (1,5 h) luego de haber incorporado el aglomerante hidráulico a la mezcla.

Se deben disponer juntas de trabajo transversales, cuando el proceso constructivo se interrumpa más tiempo que el plazo de trabajabilidad y siempre al final de cada jornada.

Las juntas de trabajo se deben realizar de forma que su borde quede perfectamente vertical, aplicando a dicho borde el tratamiento que ordene el Supervisor de las Obras.

En todo momento, y especialmente en tiempo seco y caluroso, o con fuerte viento, debe mantenerse húmeda la superficie mediante un riego con agua finamente atomizada.

Se deben eliminar los excesos laterales sin la compactación adecuada, excepto si forman parte de las banquetas o talud exterior de la obra.

7.2.4. Terminación superficial

Las tareas de terminación deben realizarse en forma inmediata a la culminación del proceso de compactación, y dentro del plazo de trabajabilidad establecido.

Luego del proceso de compactación, y siempre dentro del plazo de trabajabilidad establecido, debe realizarse el perfilado con moto niveladora u otro equipo apropiado y aceptado por el Supervisor de Obra. Se debe perfilar hasta obtener la cota final correcta para la capa, extendiendo el acabado de la misma hasta abarcar parte de las banquetas.

Una vez terminada la compactación no se permite el incremento del espesor. Sin embargo, y siempre dentro del plazo de trabajabilidad establecido, se puede hacer un corte o refino con motoniveladora, procediendo a continuación a barrer la superficie y, tras una eventual humectación, a la recompactación del área corregida. Los materiales procedentes del refino deben ser retirados a un depósito autorizado.

El rodillado final de la superficie cortada debe ser ejecutado con rodillo neumático.

La superficie de la capa terminada debe presentar una textura uniforme, exenta de segregaciones y de ondulaciones y con las pendientes transversales adecuadas.

7.2.5. Curado

Una vez realizada la terminación superficial de la capa granular cementada reciclada in-situ se debe proceder a ejecutar el curado definitivo.

El mismo se debe realizar mediante uno de los procesos que se indican a continuación (compuesto de curado formador de membrana o emulsión asfáltica para curado).

7.2.5.1. Compuesto formador de membrana de curado

El producto de curado debe ser aplicado en toda la superficie de la capa granular cementada reciclada in-situ, asegurando una pulverización del producto en un rocío fino, de forma continua y uniforme en las proporciones indicadas por el fabricante y aprobadas por el Supervisión de las Obras. En caso de que no existiesen indicaciones al respecto, esta dotación no debe ser inferior a doscientos cincuenta gramos por metro cuadrado (250 g/m^2) ni superior a trescientos gramos por metro cuadrado (300 g/m^2). Al aplicar el producto, según la dosificación especificada, debe apreciarse visualmente la uniformidad de su distribución sobre la superficie y bordes.

Se debe volver a aplicar el producto de curado sobre las zonas mal cubiertas o donde, por cualquier circunstancia, la película formada se haya deteriorado durante el período de curado.

7.2.5.2. Emulsión asfáltica para curado

Cuando la superficie a regar se encuentre en condiciones, previa aprobación de la Supervisión, se debe aplicar el riego de curado. La dotación y temperatura del mismo deben ser aprobadas por la Supervisión.

El riego de curado se debe aplicar después de finalizada la compactación de la capa granular cementada reciclada in-situ. En ningún caso puede aplicarse el mismo luego de transcurridas más de dos horas (>2 hs) desde finalizada la compactación.

La aplicación del Riego de Curado debe realizarse de acuerdo con lo establecido en el *Pliego de Especificaciones Técnicas Generales para Riegos de Curado con Emulsiones Asfálticas* de la DNV.

7.2.6. Limpieza

El Contratista debe prestar especial atención en no afectar durante la realización de las obras la calzada existente o recién construida.

Para tal efecto, todo vehículo que se retire del sector de obra debe ser sometido a una limpieza de los neumáticos, de manera tal que no marque ni ensucie tanto la calzada como la demarcación existente.

En caso de detectarse sectores de calzada manchados y/o sucios con material de obra, dentro del área de obra o fuera de ella, el Contratista debe hacerse cargo de la limpieza de las mismas de modo de reestablecer las condiciones iniciales.

8. TRAMO DE PRUEBA

Previo al inicio de los trabajos de manera sistemática, se debe ejecutar el Tramo de Prueba. El mismo tiene por objetivo efectuar los ajustes y/o correcciones en el proceso de dosificación, mezclado, distribución, compactación y terminación, necesarios para alcanzar la conformidad total de las exigencias del presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y del Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares correspondiente. El Contratista debe informar por escrito, en el Plan de Trabajo, los ajustes llevados a cabo en el Tramo de Prueba. Los mismos deben ser aprobados por el Supervisor de Obra previo al inicio de las obras.

El Tramo de Prueba debe realizarse con anticipación a la fecha de inicio de las obras prevista por el Plan de Trabajo del Contratista. Debe permitir efectuar la totalidad de los ensayos involucrados y los ajustes derivados del análisis de dichos resultados.

El Tramo de Prueba se debe realizar sobre una longitud no menor a la definida por el Supervisor de Obra, nunca menor a una longitud de cien metros (100 m).

Con el objetivo de determinar la conformidad con las condiciones y requisitos especificados en el presente documento, se deben realizar los ensayos establecidos en ambos documentos para el Tramo de Prueba. El Supervisor de Obra puede solicitar la ejecución de otros ensayos además de los indicados en el presente documento. Los mencionados ensayos pueden ser in-situ y/o sobre testigos extraídos.

Una vez obtenidos y analizados los resultados, el Supervisor de Obra debe decidir:

- Si es aceptable o no el proceso constructivo. En el primer caso, se pueden iniciar las obras de manera sistemática. En el segundo, el Contratista debe proponer las actuaciones a seguir, de modo de cumplimentar con las exigencias establecidas, en este caso se debe repetir la ejecución del Tramo de Prueba.
- Si son aceptables o no los equipos propuestos por el Contratista para llevar adelante los procesos constructivos y el control de dichos procesos.

No se debe proceder a la producción, colocación, compactación y curado de la capa granular cementada reciclada in-situ sin que el Supervisor de Obra haya autorizado el inicio de las mismas.

Los Tramos de Prueba en los que se verifique el cumplimiento de las condiciones de ejecución y puesta en obra, como así también se verifiquen los requisitos de la unidad terminada definidos en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales para el Tramo de Prueba, pueden ser aceptados como parte integrante de la obra.

9. LIMITACIONES A LA EJECUCIÓN

9.1.1. Temperatura

No se permite la producción y puesta en obra en las siguientes situaciones (salvo autorización expresa del Supervisor de Obra):

Para espesores de capas iguales o superiores a siete centímetros (≥ 7 cm):

- Cuando la temperatura ambiente a la sombra resulte inferior a cinco grados Celsius ($< 5^{\circ}\text{C}$).
- Cuando la temperatura ambiente a la sombra resulte inferior a siete grados Celsius ($< 7^{\circ}\text{C}$), y esté en descenso.
- Cuando la temperatura de la superficie de apoyo resulte inferior a cinco grados Celsius ($< 5^{\circ}\text{C}$).

9.1.2. Precipitaciones intensas

Se debe interrumpir la ejecución de las obras cuando sea inminente la caída de precipitaciones con una intensidad tal que pudiera provocar la deformación de los bordes o modificar la humedad de compactación.

Ante la eventual caída de precipitaciones, el contratista debe prever la aplicación de un geotextil, arpillera u otro tipo de manta que permita proteger la mezcla de las inclemencias climáticas. Este cobertor debe proveerse en el ancho completo de colocación y debe ser capaz de cubrir toda la superficie de capa granular cementada que no haya alcanzado el fraguado inicial.

10. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

10.1. Generalidades

El Plan de Control de Calidad define el programa que debe cumplir el Contratista para el control de calidad de los materiales, del proceso de mezcla y distribución, de la capa granular cementada reciclada in-situ propiamente y de la unidad terminada.

El Plan de Control de Calidad debe ser entregado por el Contratista y aprobado por el Supervisor de Obra, el mismo debe incluir como mínimo los siguientes aspectos:

- Ensayos establecidos en el *Punto 11. Plan de Control de Calidad* del presente documento.
- Listado de equipos, instrumentos y elementos con los que cuenta el Laboratorio de Obra para realizar los ensayos.
- Certificado de Calibración y Plan de Calibración y Verificación de los equipos, instrumentos y elementos del Laboratorio de Obra.
- Designación y *Currículum Vitae* del profesional, perteneciente a la empresa Contratista, responsable de llevar adelante el Plan de Control de Calidad.

Con la información generada por la implementación del Plan de Control de Calidad se debe elaborar un informe para presentar al Supervisor de Obra. La frecuencia de presentación de este informe es determinada por el Supervisor de Obra. Nunca esta frecuencia puede ser inferior a:

- Una presentación mensual.
- Diez mil metros cúbicos (10000 m³) de capa granular cementada reciclada in-situ ejecutada.

En el informe se debe volcar la información generada por el cumplimiento del Plan de Control de Calidad: ensayos sobre materiales, proceso de elaboración y unidad terminada de los diferentes lotes ejecutados en este período.

Adicionalmente, en el informe se deben incluir, como mínimo, las Cartas de Control del período involucrado de los siguientes parámetros (para la conformación de las mismas se debe emplear la frecuencia de ensayo estipulada en el correspondiente Plan de Control de Calidad):

- Retenido Tamiz IRAM 4,75 mm (previa adición del cemento y/o las adiciones).
- Pasante Tamiz IRAM 4,75 mm y retenido Tamiz IRAM 75 μ m (previa adición del cemento y/o las adiciones).
- Plasticidad (previa adición del cemento y/o las adiciones).
- Límite Líquido (previa adición del cemento y/o las adiciones).
- Resistencia a la compresión a 7 días, de las probetas.
- Espesores medios de los lotes de obra.
- Densidades de campo.

Esta información se debe emplear para el ajuste de los procesos de elaboración, colocación, compactación y terminación.

En todos los casos en que el Supervisor de Obra entregue al Contratista planillas modelos de cálculo y presentación de resultados de ensayos, las mismas son de uso obligatorio.

El Supervisor de Obra, o quién éste delegue, pueden supervisar la ejecución de los ensayos, por lo que el Contratista debe comunicar con suficiente anticipación su realización.

El presente Plan de Control de Calidad queda complementado con lo establecido en el *Punto 12. Requisitos del proceso de producción y de la unidad terminada* para la cantidad de muestras, cantidad de testigos, condiciones de ensayo, determinación de los parámetros en estudio y demás consideraciones.

El Supervisor de Obra puede disponer el envío de una muestra de cualquier material involucrado en la obra (agregados, mezcla, testigos, etc) a un laboratorio independiente con el objetivo de auditar periódicamente al laboratorio de control de calidad y/o Laboratorio de Obra del Contratista. Dicho laboratorio independiente debe contar con el equipamiento calibrado con patrones trazables, siendo deseable y valorada la participación del mismo en programas de interlaboratorio.

Para todos los casos en los cuales se verifique una diferencia en un parámetro determinado entre el laboratorio del Contratista y el laboratorio empleado por el Supervisor de Obra, considerando la misma muestra, el valor que se debe tomar como definitivo es el correspondiente al laboratorio empleado por el Supervisor de Obra. Si el Supervisor de Obra lo considera conveniente, se puede emplear la metodología de la Norma ASTM-D3244 para establecer el valor definitivo del parámetro considerado. En el *Anexo I. Método de muestreo* se detalla un resumen o guía de ejemplo.

Para determinar el equipo de transporte sobre el cual efectuar el muestreo para el control, se debe emplear el sistema de muestreo aleatorio descrito en la Norma ASTM D-3665. El mismo método se debe utilizar para determinar los puntos sobre la calzada donde efectuar el control de un lote de obra (determinación de puntos de ensayo, etc.).

En todos los casos en los cuales se contemple una metodología de muestreo establecida por el IRAM (como por ejemplo la Norma IRAM 6599), se debe adoptar ésta como válida.

Para casos extraordinarios donde no sea aplicable lo anterior, el Contratista debe proponer la metodología de muestreo y/o extracción de testigos, elevándola a consideración y aprobación del Supervisor de Obra. El Supervisor de Obra puede modificarla a su sólo criterio; el Contratista se encuentra obligado a aceptar dichas modificaciones y/o cambios. En ningún caso puede el Contratista emplear una metodología de muestreo y/o extracción de testigos que no cuente con la aprobación del Supervisor de Obra.

En virtud de velar por la correcta ejecución del proyecto y control de calidad del mismo, el Supervisor de Obra puede, respecto al presente Plan de Control de Calidad, agregar ensayos a realizar, aumentar la frecuencia de los ensayos, aumentar la cantidad de muestras, aumentar las frecuencias de muestreo, ordenar la extracción de muestras de cierto lugar en particular y ordenar la ejecución de ensayos sobre cierto lugar en particular.

10.2. Lotes

El control del proceso de elaboración y colocación de la capa granular cementada reciclada in-situ se organiza por lotes de producción (dosificación y mezclado) y lotes de obra (unidad terminada). A continuación, se definen y especifican los mencionados conceptos y alcance de los mismos.

10.2.1. Definición de lote de obra

Se considera como lote de obra o lote de capa granular cementada reciclada in-situ colocada a la fracción menor que resulte de aplicar los siguientes criterios:

- Una longitud menor o igual a quinientos metros (≤ 700 m) lineales de construcción, colocados en una sola capa.
- Lo ejecutado en media jornada de trabajo.

10.3. Plan de ensayos sobre los materiales

A continuación, se establece una frecuencia mínima de ensayos para el control de calidad de los materiales.

Independientemente de la frecuencia especificada, se debe realizar al menos una vez cada uno de los ensayos detallados previa la ejecución del Tramo de Prueba.

Si cambia la procedencia de algún material, se debe realizar cada uno de los ensayos contemplados en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales. Se debe también realizar nuevamente el proceso de dosificación, con el objetivo de presentar la nueva Fórmula de Obra.

10.3.1. Agregados

10.3.1.1. Agregados de aporte gruesos

La frecuencia mínima de ensayos para cada fracción de agregados de aporte gruesos es la que se indica en la *Tabla N°19*.

Tabla N°19 – PLAN DE ENSAYOS SOBRE EL AGREGADO GRUESO		
Parámetro	Método	Frecuencia
Elongación	IRAM 1687-2	Semanal
Índice de lajas	IRAM 1687-1	Semanal
Coeficiente de desgaste Los Ángeles ⁽¹⁾	IRAM 1532	Mensual
Plasticidad de la fracción que pasa el tamiz IRAM 425 μ m	IRAM 10501	Semanal
Granulometría	IRAM 1505 IRAM 1501	Semanal
Densidad relativa, densidad aparente y absorción de agua	IRAM 1533	Semanal
Caras de fractura	IRAM 1851	Mensual
Durabilidad por ataque con sulfato de sodio ⁽²⁾ ⁽³⁾	IRAM 1525	Trimestral
Limpieza ⁽⁴⁾	---	Diaria

Tabla N°19 – PLAN DE ENSAYOS SOBRE EL AGREGADO GRUESO

Parámetro	Método	Frecuencia
Ensayo de ebullición para los basaltos “Sonnenbrand” ⁽⁵⁾	UNE-EN 1367-3	Mensual

- (1) En el caso de agregados “tipo basálticos”, la frecuencia de ensayo es de quince (15) días.
- (2) El Supervisor de Obra puede requerir la realización de dicho ensayo. En tal caso, el mismo adquiere carácter de “Determinación Obligatoria”.
- (3) Se requiere la realización de dicho ensayo en caso de que exista riesgo de congelamiento. En tal caso, el mismo adquiere carácter de “Determinación Obligatoria”.
- (4) La determinación de la limpieza se realiza visualmente.
- (5) Sólo aplica a agregados que provienen de yacimientos “tipo basálticos”.

10.3.1.2. Agregados de aporte finos

La frecuencia mínima de ensayos para cada fracción de agregados de aporte finos es la que se indica en la *Tabla N°20*.

Tabla N°20 – PLAN DE ENSAYOS SOBRE EL AGREGADO FINO

Parámetro	Método	Frecuencia
Coeficiente de desgaste “Los Ángeles”	IRAM 1532	Semanal
Equivalente de arena	IRAM 1682	Semanal
Índice de Azul de Metileno ⁽¹⁾	Anexo A de la Norma UNE-EN 933-9	Semanal
Plasticidad de la fracción que pasa el tamiz IRAM 75 µm	IRAM 10501	Semanal
Plasticidad de la fracción que pasa el tamiz IRAM 425 µm	IRAM 10501	Semanal
Granulometría	IRAM 1505 IRAM 1501	Semanal
Densidad relativa, densidad aparente y absorción de agua	IRAM 1520	Semanal

- (1) Cuando corresponda, el Índice de Azul de Metileno se hará sólo en caso de que el Ensayo de Equivalente de Arena arroje un resultado menor (<50 %) a cincuenta por ciento y mayor o igual cuarenta por ciento (≥ 40 %).

10.3.2. Suelos de aporte

La frecuencia mínima de ensayos para los suelos de aporte es la que se indica en la *Tabla N°21*.

Tabla N°21 – PLAN DE ENSAYOS SOBRE LOS SUELOS DE APORTE

Parámetro	Método	Frecuencia
Sales totales	VN-E18-89	Mensual
Sulfatos	VN-E18-89	Mensual
Límite líquido	IRAM 10501	Semanal
Índice de plasticidad	IRAM 10501	Semanal
Granulometría	IRAM 1505 IRAM 1501	Semanal

10.3.3. Cementos

Con una frecuencia que designe el Supervisión de las Obras, se deben tomar desde el camión tolva muestras duplicadas de cinco kilogramos (5 kg), en envases de doble bolsa de doscientos micrones (200 μm) con cierre con precintos plásticos. Las mismas deben ser debidamente conformadas e identificadas, procediéndose a la reserva de las mismas por un período de treinta (30) días en perfecto estado de conservación. Los grupos deben quedar en poder del Contratista y del Supervisión de las Obras, y de ser necesario su análisis, a sólo criterio del Supervisión de las Obras, las muestras deben ser ensayadas a través de un laboratorio aprobado por el Supervisión de las Obras, quedando a cargo del Contratista los costos que ello demandare.

10.3.4. Adiciones minerales

Con una frecuencia que designe el Supervisión de las Obras, mínima mensual, se deben tomar desde el camión tolva muestras duplicadas de cinco kilogramos (5 kg), en envases de doble bolsa de doscientos micrones (200 μm) con cierre con precintos plásticos. Las mismas deben ser debidamente conformadas e identificadas, procediéndose a la reserva de las mismas por un período de treinta (30) días en perfecto estado de conservación. Los grupos deben quedar en poder del Contratista y del Supervisión de las Obras, y de ser necesario su análisis, a sólo criterio del Supervisión de las Obras, las muestras deben ser ensayadas a través de un laboratorio aprobado por el Supervisión de las Obras, quedando a cargo del Contratista los costos que ello demandare.

10.3.5. Aditivos

Con una frecuencia que designe el Supervisión de las Obras, se deben tomar muestras duplicadas de quinientos centímetros cúbicos (500 cm^3) de cada partida de aditivo. Para ello, se deben emplear envases plásticos herméticos, sin uso previo, debidamente conformado e identificado por el Supervisión de las Obras y el Contratista, a fin de proceder a su mantenimiento en reserva por un período de treinta (30) días. Los grupos de muestras deben quedar en poder de la Contratista y del Supervisión de las Obras.

10.3.6. Curado

10.3.6.1. Compuestos líquidos para la formación de membranas

Con una frecuencia que designe el Supervisión de las Obras, se deben tomar muestras duplicadas de quinientos centímetros cúbicos (500 cm^3) de cada partida de compuesto líquido formador de membranas de curado. Para ello, se deben emplear envases plásticos herméticos, sin uso previo, debidamente conformados e identificados por el Supervisión de las Obras y el Contratista, a fin de proceder a su mantenimiento en reserva por un período de treinta (30) días. Los grupos de muestras deben quedar en poder de la Contratista y del Supervisión de las Obras.

10.3.6.2. Emulsiones asfálticas

10.3.6.2.1. Emulsiones asfálticas convencionales

La frecuencia mínima de ensayos para emulsiones asfálticas convencionales (IRAM 6691) es la que se indica en la *Tabla N°22*.

Tabla N°22 – PLAN DE ENSAYOS PARA LAS EMULSIONES ASFÁLTICAS CONVENCIONALES		
Parámetro	Método	Frecuencia
Determinación del residuo sobre tamiz	IRAM 6717	Cada equipo
Obtención y determinación del residuo asfáltico	IRAM 6694 o IRAM 6720	Cada equipo
Determinación del contenido de agua	IRAM 6715	Trimestral
Determinación de los hidrocarburos destilados	IRAM 6719	Trimestral
Determinación de la penetración	IRAM 6701	Trimestral
Resto de los parámetros contemplados en la norma ⁽¹⁾	IRAM 6691	Trimestral

(1) El método de ensayo de cada parámetro se indica en la Norma.

10.4. Plan de ensayos sobre el proceso de elaboración (mezclado y dosificación) de la capa granular cementada

A continuación, se establece una frecuencia mínima de ensayos para el control de calidad de la elaboración (mezclado y distribución); la misma se resume en la *Tabla N°22*.

Independientemente de la frecuencia especificada, se debe realizar al menos una vez cada uno de los ensayos detallados durante la ejecución del Tramo de Prueba.

Al cambiar un insumo y/o alguno de los materiales componentes, se debe presentar una nueva Fórmula de Obra.

Tabla N°22– PLAN DE ENSAYOS SOBRE EL PROCESO DE ELABORACIÓN ⁽¹⁾		
Parámetro	Método	Frecuencia
Hinchamiento acelerado	UNE-EN 13286-49	Semanal
Humedad óptima	UNE-EN 13286-2 y UNE-EN 13286-2AC ⁽²⁾	Cada lote de obra
Densidad máxima seca	UNE-EN 13286-2 y UNE-EN 13286-2AC ⁽²⁾	Cada lote de obra
Plazo mínimo de trabajabilidad	UNE-EN 13286-45	Mensual
Granulometría	IRAM 1501 y IRAM 1505	Cada lote de obra
Partículas no trituradas del agregado	⁽³⁾	Semanal
Valor soporte relativo (CBR) del esqueleto granular sin ligante hidráulico ⁽⁴⁾	VN-E6-84 o UNE-EN 13286-47	Semanal

(1) Los parámetros y métodos de ensayo que aquí se detallan quedan complementados con lo establecidos en el *Punto 12. Requisitos del proceso de producción y de la unidad terminada*.

(2) Excepto indicación contraria del Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, el ensayo empleado en la Norma UNE-EN 13286-2 debe ser el Ensayo Proctor Modificado, con Molde B.

(3) La determinación de este parámetro se debe realizar calculando el porcentaje de agregado no triturado respecto del total de agregado pétreo.

(4) El ensayo debe realizarse sobre una muestra del esqueleto granular extraída de la cinta, previo agregado de ligante hidráulico.

10.5. Plan de ensayos sobre la unidad terminada

A continuación, se establece una frecuencia mínima de ensayos para el control de calidad de la unidad terminada. Los mismos se resumen en la *Tabla N°23*.

Independientemente de la frecuencia especificada, se debe realizar al menos una vez cada uno de los ensayos detallados durante la ejecución del Tramo de Prueba.

Al cambiar un insumo y/o alguno de los materiales componentes, se debe presentar una nueva Fórmula de Obra.

Tabla N°23 – PLAN DE ENSAYOS SOBRE LA UNIDAD TERMINADA ⁽¹⁾		
Parámetro	Método	Frecuencia
Determinación del ancho	---	Cada 100 m
Evaluación visual superficial ⁽²⁾	---	Cada lote de obra
Grado de compactación ⁽³⁾	VN-E8-66 o UNE-EN 103900 ⁽⁴⁾	Cada lote de obra
Humedad	IRAM 10519 o UNE-EN 103900 ⁽⁴⁾	Cada lote de obra
Espesor	---	Cada lote de obra
Resistencia a compresión sobre probetas a 7 días	UNE-EN 13286-41 y UNE-EN 13286-50 ⁽⁵⁾ ⁽⁶⁾	Cada lote de obra

⁽¹⁾ Los parámetros y métodos de ensayo que aquí se detallan quedan complementados con lo establecidos en el *Punto 12. Requisitos del proceso de producción y de la unidad terminada*.

⁽²⁾ Se debe verificar que no haya segregación, manchas de suelos cohesivos, etc.

⁽³⁾ La verificación del grado de compactación debe realizarse dentro de las primeras tres (3) horas luego de finalizado el proceso de compactación.

⁽⁴⁾ El empleo del densímetro nuclear o densímetro eléctrico debe ser aprobado por el Supervisor de Obra; asimismo el uso de los mismos debe ser contemplado sólo para aquellos casos en los que se haya correlacionado el método el Tramo de Prueba, y en que la granulometría informada en la Fórmula de Obra así lo permita.

⁽⁵⁾ Excepto indicación contraria del Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, el ensayo empleado en la Norma UNE-EN 13286-2 debe ser el Ensayo Proctor Modificado, con Molde B.

⁽⁶⁾ La exigencia de resistencia debe ser alcanzada con una densidad seca menor o igual al noventa y siete por ciento ($\leq 97\%$) de la densidad seca máxima teórica obtenida.

10.6. Control de procedencia de los materiales

10.6.1. Control de procedencia de agregados de aporte

El Contratista es responsable de solicitar al proveedor de agregados de aporte (gruesos y/o finos) que los mismos satisfagan las exigencias de la presente especificación; y debe registrar durante su recepción la siguiente información, que debe ser elevada al Supervisor de Obra en el informe de control de calidad indicado en el *Punto 11.1 Generalidades*:

- Denominación comercial del proveedor.
- Certificado o informe de calidad del material.
- Referencia del remito con el tipo de material provisto.
- Identificación del vehículo que los transporta.

- Fecha y hora de recepción en obrador.

El Contratista debe verificar que los valores declarados en los documentos permitan asegurar el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales. El Contratista debe adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones contempladas, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.

10.6.2. Control de procedencia de los suelos de aporte

El Contratista es responsable de solicitar al proveedor de los suelos de aporte que los mismos satisfagan las exigencias de la presente especificación; y debe registrar durante su recepción la siguiente información, que debe ser elevada al Supervisor de Obra en el informe de control de calidad indicado en el *Punto 11.1 Generalidades*:

- Denominación comercial del proveedor.
- Certificado o informe de calidad del material.
- Referencia del remito con el tipo de material provisto.
- Identificación del vehículo que los transporta.
- Fecha y hora de recepción en obrador.

El Contratista debe verificar que los valores declarados en los documentos permitan asegurar el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales. El Contratista debe adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones contempladas, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.

10.6.3. Control de procedencia de los cementos y las adiciones minerales

El Contratista es responsable de solicitar al proveedor de los cementos y adiciones minerales que satisfagan las exigencias de la presente especificación y debe registrar durante su recepción la siguiente información, que debe ser elevada al Supervisor de Obra en el informe de control de calidad indicado en el *Punto 10.1 Generalidades*:

- Referencia del remito de la partida.
- Denominación comercial del material provisto.
- Certificado de Conformidad del Producto (según norma IRAM 50000/50001/50002).
- Protocolos de calidad emitidos por el fabricante.
- Identificación del vehículo que los transporta.
- Fecha de despacho del producto.

El Contratista debe verificar que los valores declarados en los documentos permitan asegurar el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y/o en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares. El Contratista debe adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones contempladas,

todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.

10.6.4. Control de procedencia de los aditivos

El Contratista es responsable de solicitar al proveedor de los aditivos que satisfagan las exigencias de la presente especificación; y debe registrar durante su recepción la siguiente información, que debe ser elevada al Supervisor de Obra en el informe de control de calidad indicado en el *Punto 11.1 Generalidades*:

- Referencia del remito de la partida.
- Denominación comercial del aditivo provisto.
- Certificado o informe de calidad del aditivo provisto.
- Identificación del vehículo que los transporta.
- Fecha de despacho del producto.

El Contratista debe verificar que los valores declarados en los documentos permitan asegurar el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y/o en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares. El Contratista debe adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones contempladas, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.

10.6.5. Control de procedencia de los compuestos líquidos para la formación de membranas

El Contratista es responsable de solicitar al proveedor de los compuestos para la formación de membranas que satisfagan las exigencias de la presente especificación; y debe registrar durante su recepción la siguiente información, que debe ser elevada al Supervisor de Obra en el informe de control de calidad indicado en el *Punto 10.1 Generalidades*:

- Referencia del remito de la partida.
- Denominación comercial de los compuestos para la formación de membranas provistos.
- Certificado o informe de calidad de los compuestos para la formación de membranas provistos.
- Identificación del vehículo que los transporta.
- Fecha de despacho del producto.

El Contratista debe verificar que los valores declarados en los documentos permitan asegurar el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y/o en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares. El Contratista debe adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones contempladas, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.

10.7. Archivo de la información

Es deber del Contratista documentar, gestionar y guardar la información y datos correspondientes a los lotes, mediciones, ensayos, resultados y cualquier otro dato o información que surgiere de la aplicación del Plan de Control de Calidad detallado en el presente documento.

Dicha información debe estar disponible para el Supervisor de Obra cuando éste lo solicite.

Es deseable que toda la información arriba mencionada se gestione a través del uso de un GIS (Sistema de Información Geográfico).

Al momento de la recepción definitiva de la obra, el Contratista debe hacer entrega de toda la información arriba mencionada al Supervisor de Obra, dando así por finalizada su responsabilidad por el archivo de dicha información.

PLIEGO BORRADOR - NO APTO CONSTRUCCIÓN

11. REQUISITOS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y DE LA UNIDAD TERMINADA

11.1. Requisitos del proceso de elaboración (lote de obra)

11.1.1. Granulometría (lote de obra)

Para la determinación de la granulometría del lote de producción en estudio se deben realizar, como mínimo, dos (2) ensayos. Cada ensayo debe realizarse a partir de una muestra tomada de una unidad de transporte diferente.

Las unidades de transporte sobre los cuales se extraen las muestras se deben determinar según lo indicado en el *Punto 10.1 Generalidades*.

Se considera granulometría media de los agregados al promedio de las granulometrías obtenidas en los ensayos realizados sobre el lote de producción en estudio.

La granulometría media de los agregados debe cumplir con las tolerancias admisibles, respecto a la granulometría de la Fórmula de Obra vigente, indicadas en la *Tabla N°31*.

Sin perjuicio de lo anterior, la granulometría media de la capa granular cementada, con sus tolerancias, bajo ningún concepto puede salirse por fuera del huso granulométrico establecido en el *Punto 5.2 Granulometría*.

Tabla N°27 - TOLERANCIAS GRANULOMÉTRICAS DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS		
37,5 mm (1 ½")	4,75mm (N°4)	75 um (N°200)
+/- 5 %	+/- 3 %	+/- 2 %

11.2. Requisitos de la unidad terminada (lote de obra)

11.2.1. Resistencia a la compresión a siete días (lote de obra)

La determinación de la resistencia a la compresión de la capa granular cementada se debe hacer sobre al menos 3 (tres) probetas, elaboradas a partir de muestras extraídas del lote de obra en estudio. Dichas muestras deben extraerse inmediatamente luego de la distribución del material en la cancha.

La elaboración de las probetas, proceso de curado y metodología de ensayo se debe realizar de acuerdo a los lineamientos establecidos en la norma UNE-EN 13286-41, con una densidad seca igual o menor a la indicada en la Fórmula de Obra aprobada y vigente, tomando dicho porcentaje de densidad respecto a la densidad seca máxima del lote de producción.

El valor de resistencia a la compresión media del lote de producción en estudio es la media de la resistencia a la compresión de las probetas ensayadas a los 7 días. Lo anterior es válido siempre que se verifique que la diferencia entre el mayor y el menor valor de resistencia a compresión resulte sea menor a cinco décimas de Megapascuales (0,5 MPa).

El valor de resistencia a la compresión media del lote de producción en estudio debe estar comprendido dentro del rango establecido en el *Punto 5. Estudio de la mezcla y obtención de la Fórmula de Obra*.

11.2.2. Grado de compactación (lote de obra)

Se deben determinar de manera aleatoria, para cada lote de obra, cinco o más (≥ 5) puntos sobre la superficie del lote de obra en estudio sobre los cuales determinar la densidad. La determinación de la densidad debe realizarse dentro de las primeras dos (2) horas desde que se finaliza la compactación de la capa.

La determinación de los puntos a evaluar sobre la superficie del lote de obra se debe efectuar según lo descrito en el *Punto 11.1 Generalidades*.

El valor de densidad seca media del lote de obra en estudio es la media de todos los ensayos de densidad realizados.

El valor de densidad seca media del lote de obra en estudio debe verificar lo establecido en la *Tabla N°30*.

Tabla N°30 – REQUISITOS DE DENSIDAD SECA
Valor medio $\geq 99\%$ ⁽¹⁾
Cada valor o medición individual $\geq 98\%$ ⁽¹⁾

(1) Porcentajes de densidad máxima seca respecto a la densidad máxima seca teórica del lote de producción empleado para la ejecución del lote de obra en estudio.

11.2.3. Espesor (lote de obra)

La determinación del espesor de la capa granular cementada, colocada y compactada, se debe hacer sobre calicatas situadas a medio metro (0,5 m) de los puntos de ensayo indicados en el *Punto 12.1.1. Grado de compactación (lote de obra)*.

La determinación del espesor se debe realizar con regla milimetrada. Cualquier otro método de medición propuesto por el Contratista queda sujeto a la aprobación del Supervisor de Obra.

El espesor medio del lote de obra debe ser igual o mayor al espesor teórico de proyecto. Simultáneamente, se debe cumplimentar que el Coeficiente de variación (Cv) de los espesores de los testigos del lote de obra resulte inferior al cinco por ciento (5 %).

11.2.4. Ancho (cada 100 m)

La determinación del ancho de la capa se debe verificar en perfiles transversales cada cien metro (100 m).

El ancho de cada capa considerada en ningún caso debe ser inferior al ancho teórico indicado en los Planos de Proyecto.

11.2.5. Evaluación visual superficial (lote de obra)

La evaluación visual de la superficie del lote de obra, o de un área parcial del mismo, debe mostrar homogeneidad y no se debe observar ningún tipo de segregación, manchas de suelos cohesivos, o ningún otro defecto.

PLIEGO BORRADOR - NO APTO CONSTRUCCIÓN

12. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Los criterios de aceptación o rechazo se aplican sobre los lotes definidos en el *Punto 10.2. Lotes*.

En todos los casos en que se rechace un lote o zonas puntuales con problemas superficiales por segregaciones, todos los costos asociados a la remediación de la situación (remoción, tratamiento de los productos generados de la demolición, reposición de la capa, etc.) están a cargo del Contratista.

12.1. Requisitos del proceso de elaboración (lote de obra)

12.1.1. Granulometría (lote de obra)

La aceptación del lote de producción en relación a la granulometría, se da si se cumple lo establecido en el *Punto 11.1.1. Granulometría (lote de producción)*.

Si, con la excepción de un tamiz de control, la granulometría media cumple con las tolerancias admisibles especificadas en el *Punto 11.1.4. Granulometría (lote de producción)*, y este tamiz se encuadra dentro de las tolerancias indicadas en la *Tabla N°31*, se acepta el lote de obra.

Si, con dos o más tamices de control, la granulometría media de los agregados no cumple con las tolerancias admisibles especificadas en el *Punto 11.1.1. Granulometría (lote de producción)*, pero se encuadran dentro de las tolerancias indicadas en la *Tabla N°28*, se acepta el lote en estudio con un descuento del cinco por ciento (5 %).

Tabla N°28 - TOLERANCIAS GRANULOMÉTRICAS DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS

37,5 mm (1 ½")	4,75mm (N°4)	75 um (N°200)
+/- 7 %	+/- 5 %	+/- 3 %

Si la granulometría media de los agregados no cumple con lo expuesto anteriormente se procede al rechazo del lote de producción en estudio, teniendo el Contratista que proceder, excepto indicación contraria del Supervisión de las Obras, a la demolición del lote de obra con éste último ejecutado, y a la reposición de la capa.

12.2. Requisitos de la unidad terminada (lote de obra)

12.2.1. Resistencia a la compresión a siete días (lote de obra)

La resistencia a la compresión de la capa granular cementada en estudio debe cumplimentar lo establecido en el *Punto 11.2.1. Resistencia a la compresión (lote de obra)*.

Si la resistencia a la compresión media del lote de producción en estudio es superior a la máxima establecida en el *Punto 5. Estudio de la mezcla y obtención de la Fórmula de Obra*, deben realizarse juntas de contracción por aserrado en el lote de obra con el cual se ejecutó el lote de producción en estudio. Dichas juntas de contracción deben realizarse a una distancia de entre tres y cuatro metros

(3-4 m), y de forma que no queden a menos de dos y medio metros (2,5 m) de posibles grietas de retracción que se hayan podido formar. El aserrado debe penetrar al menos dos tercios (2/3) del espesor de la capa. La realización de las juntas corre por cuenta del Contratista, y no recibe pago directo alguno.

Si la resistencia a la compresión media no cumple con lo expuesto anteriormente se procede al rechazo del lote de producción en estudio. En tal caso, el Contratista debe proceder, excepto indicación contraria del Supervisor de las Obras, a la demolición del lote de obra con éste ejecutado, y a la reposición de la capa.

12.2.2. Grado de compactación (lote de obra)

El grado de compactación de la capa granular cementada en estudio debe cumplimentar lo establecido en el *Punto 11.2.2. Grado de compactación (lote de obra)*.

Si la densidad media del lote obra en estudio no resulta mayor o igual a lo establecido en el *Punto 11.2.2. Grado de compactación (lote de obra)* pero se verifica lo establecido en la *Tabla N°26*, se acepta el lote de obra, pero corresponde un descuento del veinte por ciento (20 %) sobre la superficie del lote de obra en estudio.

Tabla N°30 – REQUISITOS DE DENSIDAD SECA

Cada valor o medición individual de densidad: $\geq 97 \%$ ⁽¹⁾

Resistencia media a compresión estimada: $\geq 4,2 \text{ MPa}$ y $\leq 5,5 \text{ MPa}$ ⁽²⁾

(1) Porcentajes de densidad máxima seca respecto a la densidad máxima seca teórica del lote de producción empleado para la ejecución del lote de obra en estudio.

(2) La verificación de resistencia media a compresión debe realizarse a través de la curva Densidad vs. Resistencia presentada en la Fórmula de Obra aprobada y vigente.

Si la densidad media del lote de obra en estudio no cumple con lo expuesto anteriormente se procede al rechazo del lote de obra en estudio. En tal caso, el Contratista debe proceder, excepto indicación contraria del Supervisor de Obra, a la demolición del lote en consideración y a la reposición de la capa.

12.2.3. Espesor (lote de obra)

El espesor medio de los testigos del lote de obra debe cumplimentar lo expuesto en el *Punto 12.2.3 Espesor (lote de obra)*.

Si el espesor medio del lote de obra es superior al espesor de proyecto y se cumplimenta que el coeficiente de variación es mayor al cinco por ciento (5 %) y menor al ocho por ciento (8 %), se acepta el lote de obra con una penalidad del cinco por ciento (5 %).

Si el espesor medio del lote de obra es inferior al espesor de proyecto o el coeficiente de variación es mayor al ocho por ciento (8 %), se rechaza el lote. En este caso el Contratista debe proceder, excepto indicación contraria del Supervisor de Obra, a la demolición del lote en consideración y a la reposición de la capa; o, previa autorización y aprobación del Supervisor de Obra, arbitrar los medios necesarios sobre la capa rechazada para reparar el defecto, si no existieran problemas de gálibo o de sobrecarga en estructuras. Esto es posible si la capa resultante cumple con el resto de los requisitos de los establecidos en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

12.2.4. Ancho (cada 100 m)

Los lugares en los cuales no se cumplan las exigencias establecidas en el *Punto 12.2.4. Ancho (cada 100 m)* de la presente especificación técnica deben ser corregidos por cuenta del Contratista.

12.2.5. Evaluación visual superficial (lote de obra)

La evaluación visual debe cumplimentar lo expuesto en el *Punto 12.2.5. Evaluación visual de la superficie (lote de obra)*.

Si la evaluación visual no verifica lo expuesto anteriormente, en todo el lote de obra o en un área parcial del mismo, se rechaza el lote de obra o el área parcial considerada. En este caso, excepto indicación contraria del Supervisor de Obra, debe el Contratista proceder a la reparación y/o demolición y la reposición de la capa rechazada.

13. MEDICIÓN

La ejecución de las capas consideradas en el presente documento se mide en metros cúbicos (m³) compactados ejecutados. Los valores surgen del producto entre la longitud de cada capa ejecutada, por el ancho, por el espesor establecido para la misma.

Al volumen resultante se le debe aplicar, si los hubiese, los descuentos por penalidades o bonos adicionales; estos son acumulativos.

PLIEGO BORRADOR - NO APTO CONSTRUCCIÓN

14. FORMA DE PAGO

La elaboración, transporte, colocación, compactación, terminación y curado de la capa granular cementada reciclada in-situ se paga por metro cuadrado terminado, medida en la forma establecida en el *Punto 13. Medición*, a los precios unitarios de contrato para los ítems respectivos.

Estos precios son compensación total por las siguientes tareas:

- Barrido y soplado de la superficie a recubrir.
- La provisión, carga, transporte, descarga y acopio de los agregados.
- La provisión, carga, transporte, descarga y acopio de los cementos y adiciones minerales.
- La provisión, carga, transporte, descarga y acopio de los aditivos, fibras u otros materiales en pellets a incorporar.
- La provisión, carga, transporte, descarga y acopio del agua de mezclado.
- El proceso de dosificación y elaboración.
- Los procesos involucrados en la carga, transporte, descarga, colocación, compactación y curado.
- Las posibles correcciones de los defectos constructivos.
- La señalización y conservación de los desvíos durante la ejecución de los trabajos.
- Todo otro trabajo, mano de obra, equipo o material necesario para la correcta ejecución y conservación del ítem según lo especificado.

No se abonan los sobreanchos, los aumentos de espesor por corrección de mermas en capas subyacentes, ni los aumentos de espesor por correcciones superficiales.

15. CONSERVACIÓN

La conservación de cada una de las capas contempladas en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales consiste en el mantenimiento de las mismas en perfectas condiciones y la reparación inmediata de cualquier falla que se produjese hasta la Recepción Definitiva de la Obra.

Los deterioros que se produzcan deben ser reparados por cuenta del Contratista, repitiendo, si fuera necesario al sólo juicio del Supervisor de Obra, las operaciones íntegras del proceso constructivo. Si el deterioro de alguna de las capas ejecutadas afectara la calzada, bases, capas intermedias y/o subrasante, el Contratista debe efectuar la reconstrucción de esa parte, sin derecho o pago de ninguna naturaleza. Esto es así aun cuando la calzada haya sido librada al tránsito público en forma total o parcial.

La reconstrucción de las partes arriba mencionadas, como así también de depresiones, de baches aislados y de pequeñas superficies se debe realizar de acuerdo a lo indicado en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y en el correspondiente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales, con los materiales establecidos en el mismo y en el correspondiente Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

PLIEGO BORRADOR - NO APTO PARA CONSTRUCCIÓN