

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		 ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. <small>Instituto</small> DESARROLLO URBANO
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

SECCIÓN 400-05

CAPAS GRANULARES DE BASE Y SUBBASE

400.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro, extensión, humedecimiento, mezcla, conformación y compactación de un material granular aprobado, el cual formará parte de la estructura de un pavimento; de acuerdo con lo indicado en los documentos del proyecto, ajustándose a las cotas y los alineamientos horizontal y vertical y a las secciones transversales típicas, dentro de las tolerancias estipuladas y de conformidad con todos los requisitos de la presente Sección.

Se definen tres clases de capas granulares para base, que se denominan Clase A (BG_A), Clase B (BG_B) y Clase C (BG_C); también se definen tres clases de capas granulares para subbase, que se denominan Clase A (SBG_A), Clase B (SBG_B) y Clase C (SBG_C). Los tipos (Base o Subbase) y clases (A, B o C) de capas granulares por emplear en cada caso se establecerán en los documentos técnicos del proyecto, en función de la importancia de la vía, del nivel de tránsito, del tipo de pavimento y de la posición de la capa dentro de la estructura del pavimento.

Salvo que los documentos técnicos del proyecto establezcan otra cosa, la correspondencia entre las clases de capas granulares, el tipo de pavimento y las categorías de tránsito será la indicada en la Tabla 400.1.

Tabla 400.1
Correspondencia entre clases de capas granulares, el tipo de pavimento y las categorías de tránsito

Tipo de Capa	Categorías de Tránsito		
	T0 – T1	T2 – T3	T4 – T5
Pavimento Asfáltico			
Base Granular	BG_C	BG_B	BG_A
Subbase Granular	SBG_C	SBG_B	SBG_A
Pavimento de Losas de Concreto de Cemento Pórtland			
Base Granular	BG_B	BG_A	NA
Subbase Granular	SBG_C	SBG_B	SBG_A

NA = No Aplica. Para tránsitos T4 y T5, la capa de base para pavimentos de losas de concreto de Cemento Pórtland requiere una mayor resistencia a la erosión que ofrecida por las bases granulares; por lo tanto, la base no puede ser granular correspondiente a esta Sección.

400.2 MATERIALES

Las capas que se construyan en acuerdo a esta Sección deberán estar constituidas por materiales de tipo granular. Dependiendo de su uso y de lo que indiquen los documentos del proyecto, pueden

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

corresponder a materiales en estado natural o podrán estar compuestos por mezclas de agregados naturales con agregados provenientes de trituración de piedra de cantera o de grava natural.

Todos los materiales granulares, independientemente de su procedencia, deberán encontrarse exentos de materias vegetales, basura, terrones de arcilla u otras sustancias incorporadas que puedan resultar ambientalmente nocivas o inconvenientes para el buen comportamiento de la capa del pavimento.

La naturaleza de los materiales deberá ser tal que ellos puedan ser adecuadamente humedecidos y compactados para formar una capa firme y estable.

El uso parcial o total de escorias u otros productos inertes de desecho industrial o de materiales provenientes de capas recicladas de cualquier tipo en la construcción de una capa granular, deberá ser objeto de una Especificación Particular.

El Constructor es el responsable de los materiales que suministre para la ejecución de los trabajos y deberá realizar todos los ensayos que sean necesarios, en adición de los que taxativamente se exigen en esta Sección, para garantizarle al Instituto de Desarrollo Urbano la calidad e inalterabilidad de los agregados por utilizar.

400.2.1 Base Granular

Las características de los agregados pétreos que se empleen en la construcción de la base granular, en acuerdo con la presente Sección, deberán llenar los requisitos que se indican en la Tabla 400.2.

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

Tabla 400.2
Requisitos de los agregados para bases granulares

Ensayo		Norma de Ensayo	Clase de Base Granular		
			BG_C	BG_B	BG_A
Petrografía					
Análisis petrográfico		ASTM C-295	Reportar	Reportar	Reportar
Dureza					
Desgaste Los Angeles (Gradación A)	- En seco, 500 revoluciones, % máximo	INV E-218	35	30	30
	- En seco, 100 revoluciones, % máximo		7 (RO)	6 (RO)	6 (RO)
	- Después de 48 horas de inmersión, 500 revoluciones, % máximo (1)		55 (RO)	50 (RO)	45
	- Relación húmedo/seco, 500 revoluciones, máximo		2 (RO)	2 (RO)	2
Micro Deval, % máximo	- Agregado Grueso (FT)	ASTM D-6928	30	25	20
10% de finos	- Valor en seco, kN mínimo - Relación húmedo/seco, % mínimo	BS 812 PART 111	60 (RO) 75 (RO)	75 (RO) 75 (RO)	100 75
Durabilidad					
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo	- Sulfato de Magnesio	INV E-220	18	18	18
Limpieza					
Límite Líquido, % máximo		INV E-125	25	25	25
Índice de Plasticidad, % máximo		INV E-126	3	No plástico	No plástico
Equivalente de Arena, % mínimo		INV E-133	25	25	25
Valor de Azul de Metileno, máximo		EN-933-9	8	8	8
Terrones de arcilla y partículas deleznable, % máximo		INV E-211	2	2	2
Geometría de las Partículas					
Partículas Fracturadas Mecánicamente, % mínimo	- 1 cara	INVE-227	60	85	85
	- 2 caras		40	60	60
Índice de Aplanamiento, % máximo (2)		INV E-230	35	35	35
Índice de Alargamiento, % máximo (3)		INV E-230	35	35	35
Angularidad del Agregado Fino, % mínimo (RO)		AASHTO T-304	35	35	35
Capacidad de Soporte					
CBR, % mínimo - Referido al 100 % de la densidad seca máxima, según el ensayo INV E-142 (AASHTO T 180), método D, después de 4 días de inmersión.		INV E-148	80	100	100

NA = No Aplica

RO = Reporte obligatorio del resultado del ensayo a partir de la fecha de expedición de estas especificaciones. Los valores de la tabla son indicativos y el resultado del ensayo no será empleado inicialmente como criterio de aceptación o rechazo en los casos donde aparece esta sigla; el IDU fijará la fecha a partir de la cual será requisito obligatorio, previa revisión de los valores sugeridos con base en el análisis de los resultados reunidos a esa fecha.

FT = Reporte obligatorio del resultado del ensayo partir de enero de 2007. Los valores de la tabla son indicativos y el resultado del ensayo no será empleado inicialmente como criterio de aceptación o rechazo;

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

el IDU fijará la fecha a partir de la cual será requisito obligatorio, previa revisión de los valores sugeridos con base en el análisis de los resultados reunidos a esa fecha.

(1) El ensayo de desgaste en la Máquina de los Ángeles después de 48 horas de inmersión se hará con el material en condición saturada y superficialmente seca. Para ello, el material se retirará del recipiente de inmersión, se hará rodar sobre una toalla para secar su superficie y se someterá inmediatamente al ensayo de desgaste.

(2) Partículas planas son aquellas cuya dimensión mínima (espesor) es inferior a 3/5 de la dimensión media de la fracción.

(3) Partículas alargadas son aquellas cuya dimensión máxima (longitud) es superior a 9/5 de la dimensión media de la fracción.

400.2.2 Subbase Granular

Las características de los agregados pétreos que se empleen en la construcción de la subbase granular, en acuerdo con la presente Sección, deberán llenar los requisitos que se indican en la Tabla 400.3.

Tabla 400.3
Requisitos de los agregados para subbases granulares

Ensayo		Norma de Ensayo	Clase de Subbase Granular		
			SBG_C	SBG_B	SBG_A
Petrografía					
Análisis petrográfico		ASTM C-295	Reportar	Reportar	Reportar
Dureza					
Desgaste Los Ángeles (Gradación A)	- En seco, 500 revoluciones, % máximo - En seco, 100 revoluciones, % máximo - Después de 48 horas de inmersión, 500 revoluciones, % máximo (1) - Relación húmedo/seco, 500 revoluciones, máximo	INV E-218	40 8 (RO) 60 (RO) 2 (RO)	35 7 (RO) 55 (RO) 2 (RO)	35 7 (RO) 55 2
Micro Deval, % máximo	- Agregado Grueso (FT)	ASTM D-6928	35	30	30
10% de finos	- Valor en seco, kN mínimo - Relación húmedo/seco, % mínimo	BS 812 PART 111	40 (RO) 65 (RO)	50 (RO) 70 (RO)	60 (RO) 75 (RO)
Durabilidad					
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo	- Sulfato de Magnesio	INV E-220	18	18	18
Limpieza					
Límite Líquido, % máximo		INV E-125	25	25	25
Índice de Plasticidad, % máximo		INV E-126	6	3	3
Equivalente de Arena, % mínimo		INV E-133	20	20	20
Valor de Azul de Metileno, máximo		EN-933-9	10	10	10
Terrones de arcilla y partículas deleznable, % máximo		INV E-211	2	2	2
Geometría de las Partículas					
Partículas Fracturadas Mecánicamente, % mínimo	- 1 cara - 2 caras	INVE-227	NA NA	50 NA	50 30

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		 ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

Ensayo	Norma de Ensayo	Clase de Subbase Granular		
		SBG_C	SBG_B	SBG_A
Índice de Aplanamiento, % máximo (2)	INV E-230	NA	NA	NA
Índice de Alargamiento, % máximo (3)	INV E-230	NA	NA	NA
Angularidad del Agregado Fino, % mínimo (RO)	AASHTO T-304	NA	NA	NA
Capacidad de Soporte				
CBR, % mínimo - Referido al 95 % de la densidad seca máxima, según el ensayo INV E-142 (AASHTO T 180), método D, después de 4 días de inmersión.	INV E-148	30	40	60

NA = No Aplica

RO = Reporte obligatorio del resultado del ensayo a partir de la fecha de expedición de estas especificaciones. Los valores de la tabla son indicativos y el resultado del ensayo no será empleado inicialmente como criterio de aceptación o rechazo en los casos donde aparece esta sigla; el IDU fijará la fecha a partir de la cual será requisito obligatorio, previa revisión de los valores sugeridos con base en el análisis de los resultados reunidos a esa fecha.

FT = Reporte obligatorio del resultado del ensayo partir de enero de 2007. Los valores de la tabla son indicativos y el resultado del ensayo no será empleado inicialmente como criterio de aceptación o rechazo; el IDU fijará la fecha a partir de la cual será requisito obligatorio, previa revisión de los valores sugeridos con base en el análisis de los resultados reunidos a esa fecha.

(1) El ensayo de desgaste en la Máquina de los Ángeles después de 48 horas de inmersión se hará con el material en condición saturada y superficialmente seca. Para ello, el material se retirará del recipiente de inmersión, se hará rodar sobre una toalla para secar su superficie y se someterá inmediatamente al ensayo de desgaste.

(2) Partículas planas son aquellas cuya dimensión mínima (espesor) es inferior a 3/5 de la dimensión media de la fracción.

(3) Partículas alargadas son aquellas cuya dimensión máxima (longitud) es superior a 9/5 de la dimensión media de la fracción.

400.2.3 Granulometría

El material de base o subbase granulares deberá cumplir con alguna de las granulometrías de la Tabla 400.4, determinadas según la norma de ensayo INV E-213. La granulometría por cumplir en cada caso se establecerá en los documentos técnicos del proyecto; esa granulometría deberá ser cumplida tanto por el material listo para su extensión en obra como por el material compactado en el sitio.

Tabla 400.4

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

Granulometrías admisibles para la construcción de bases y subbases granulares

TIPO DE CAPA		TAMIZ (mm / U.S. Standard)								
		50.0	37.5	25.0	19.0	9.5	4.75	2.00	0.425	0.075
		2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200
		% PASA								
Base	BG_Gr1	-	100	75-95	50-90	45-70	30-50	15-30	6-20	2-10
	BG_Gr2	-	-	100	75-95	50-80	35-60	20-40	8-22	2-10
Subbase	SB_Gr1	100	80-95	60-90	-	40-70	25-50	15-35	6-20	0-10
	SB_Gr2	-	100	75-95	60-85	45-75	30-55	20-40	6-25	0-12

En adición a los requisitos de la Tabla 400.4, la relación de polvo (% pasa tamiz 0.075 mm/ % pasa tamiz de 0.425 mm) no deberá exceder de 2/3 y el tamaño máximo nominal no deberá exceder de 1/3 del espesor de la capa compactada.

400.2.4 Módulo Resiliente

Para tránsitos T4 y T5 se deberán medir y reportar los módulos resilientes para los materiales de base y subbase granulares, según la norma de ensayo AASHTO T-307; si los documentos técnicos del proyecto no indican otra cosa, el ensayo se efectuará sobre muestras elaboradas con la humedad óptima seca Proctor Modificado (norma de ensayo INV E-142, método D), compactadas al 100% de la densidad seca máxima de mismo ensayo, en el caso de la base, o al 95% de esa densidad, en el caso de la subbase.

400.3 EQUIPO

En adición a lo descrito en la Sección 107.2 del Capítulo 1, se tendrá en cuenta lo que se indica en el presente numeral. El Constructor deberá poner a disposición de los trabajos de construcción de capas granulares equipos en tipo y número apropiados para la correcta ejecución del trabajo especificado en la presente Sección. Sin carácter limitante, debe disponer, entre otros, de los elementos que se mencionan a continuación.

400.3.1 Equipo para el procesamiento de los agregados

La planta de trituración estará provista, como mínimo, de una trituradora primaria y una trituradora secundaria (con excepción de la subbase clase C); deberá incluir, además, una clasificadora adecuada y, de ser necesario, un equipo de lavado. Además, deberá estar provista de los filtros necesarios para prevenir la contaminación ambiental, de acuerdo con la reglamentación vigente.

400.3.2 Equipo de transporte

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		 ALCALDIA MAYOR BOGOTA D.C. <small>Instituto</small> DESARROLLO URBANO
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

Los agregados pétreos se transportarán en volquetas de platón liso y estanco, debidamente acondicionadas para tal fin. Las volquetas deberán estar siempre provistas de una lona o cobertor adecuado, debidamente asegurado, tanto para proteger los materiales que transporta, como para prevenir derrames y emisiones contaminantes.

El Constructor deberá tener en cuenta y cumplir todas las disposiciones vigentes sobre tránsito automotor y medio ambiente, emanadas por las autoridades competentes, en especial el Ministerio del Transporte (MT), la Secretaría de Tránsito y Transporte (STT) y el Departamento Administrativo del Medio Ambiente (DAMA).

400.3.3 Equipo para la extensión y mezcla de los materiales

El equipo para la extensión, mezcla y homogeneización de los agregados podrá estar conformado por motoniveladoras, recicladoras u otros elementos que no produzcan segregación y que resulten satisfactorios para el Interventor.

400.3.4 Equipo de compactación

Se podrán utilizar compactadores de rodillos metálicos, estáticos o vibratorios, de neumáticos o mixtos. Como mínimo, el Constructor deberá poner a disposición de los trabajos un (1) un compactador de rodillo liso vibratorio y uno (1) de neumáticos. El equipo de compactación deberá contar con el visto bueno del Interventor, de acuerdo con los resultados obtenidos en la fase de experimentación. Todos los compactadores deberán ser autopropulsados y estar dotados de inversores de marcha suaves.

Los compactadores de rodillos metálicos no deberán presentar surcos ni irregularidades. Los compactadores vibratorios dispondrán de dispositivos para eliminar la vibración al invertir la marcha, siendo aconsejable que el dispositivo sea automático. Los de neumáticos tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y disposición tales, que permitan el traslape de las huellas delanteras y traseras.

Las presiones de contacto, estáticas o dinámicas, de los diversos compactadores, serán las necesarias para conseguir la densidad adecuada y homogénea de la capa en todo su espesor, pero sin producir roturas del agregado que impidan el cumplimiento de los requisitos de conservación de las propiedades de los agregados establecidas en el numeral 400.5.3.4.

400.3.5 Equipo accesorio

Estará constituido por los equipos requeridos para realizar todas las operaciones de cargue que necesite la ejecución de esta partida de trabajo, así como un carrotanque irrigador y elementos para limpieza, preferiblemente barredora o sopladora mecánica, siempre que las autoridades ambientales lo permitan. Además, se requieren herramientas menores para efectuar distribuciones y correcciones manuales localizadas durante la extensión de la mezcla.

400.4 REQUERIMIENTOS DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

400.4.1 Fase de experimentación

Sobre el particular, rige todo lo que resulte pertinente del numeral 107.11 del Artículo 107 del Capítulo 1 de estas especificaciones.

400.4.2 Explotación de materiales y elaboración de agregados

Sobre el particular, rige todo lo que resulte pertinente del numeral 107.10 del Artículo 107 del Capítulo 1 de estas especificaciones

400.4.3 Preparación de la superficie existente

La colocación de una capa de material granular sólo será autorizada por el Interventor cuando la superficie sobre la cual debe asentarse tenga la calidad, densidad y las cotas indicadas en los documentos del proyecto o definidas por el Interventor, con las tolerancias establecidas. Además, deberá estar concluida la construcción de los dispositivos necesarios para el drenaje de la calzada, que requieran ser construidos previamente a la construcción de las capas granulares.

Si en la superficie de apoyo existen irregularidades que excedan las tolerancias determinadas en la especificación respectiva, de acuerdo con lo que se prescribe en la unidad de obra correspondiente, el Constructor realizará las correcciones necesarias, a satisfacción del Interventor.

400.4.4 Transporte y colocación de material

El Constructor deberá acarrear los materiales en vehículos aprobados para circular por las vías nacionales. Los vehículos deberán contar con dispositivos para depositar los materiales de modo que no se produzca segregación, ni se cause daño o contaminación en la superficie existente. Cualquier contaminación que se presente, deberá ser subsanada, a costa del Constructor, antes de proseguir el trabajo.

En el instante de depositar el material, la superficie existente se deberá encontrar suficientemente seca y compacta, para evitar que se produzcan ahuellamiento o desplazamientos en ella.

400.4.5 Extensión y mezcla del material

El material granular se dispondrá en un cordón de sección uniforme, donde será verificada su homogeneidad. Si la capa se va a construir mediante combinación de varios materiales, éstos deberán haber sido mezclados en la planta, por cuanto no se admite su combinación en la superficie de la vía. En caso de que sea necesario humedecer o airear el material para lograr la humedad de compactación, el Constructor empleará el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique a la capa subyacente y deje una humedad uniforme en el material. Todas las operaciones de adición de agua se realizarán antes de la compactación del material.

Después de mezclado, el material se extenderá en una capa de espesor uniforme que permita obtener el espesor y grado de compactación exigidos, de acuerdo con los resultados obtenidos en la fase de experimentación. En todo caso, la cantidad de material extendido será tal, que el espesor de la capa compactada nunca resulte inferior a 100 milímetros ni superior a 200 milímetros. Si el espesor por

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

construir es superior a 200 milímetros, el material se deberá colocar en varias capas, debiéndose procurar que el espesor de ellas sea aproximadamente igual. En este caso, se aplicarán para cada capa los procedimientos de ejecución y control descritos en la presente Sección.

En la ejecución de operaciones de bacheo en áreas de reducida extensión, el Interventor definirá, dentro de los sistemas de extensión y mezcla que le proponga el Constructor, el que considere más adecuado.

400.4.6 Compactación

Una vez que el material de la capa granular tenga la humedad apropiada, se conformará y compactará con el equipo adecuado, acorde con los resultados del tramo de prueba, hasta alcanzar la densidad especificada.

Aquellas zonas que por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de arte no permitan la utilización del equipo aprobado, se podrán compactar por otros medios, en forma tal que las densidades que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto de la capa.

400.4.7 Limitaciones en la ejecución

No se extenderá ninguna capa de material granular mientras no haya sido realizada la nivelación y comprobación del grado de compactación de la capa precedente. Tampoco se permitirá la extensión ni la compactación del material en momentos en que haya lluvia o fundado temor de que ella ocurra.

Los trabajos de construcción de capas granulares se realizarán en condiciones de luz diurna. El Interventor sólo podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, si el Constructor garantiza el suministro y operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquél.

400.4.8 Apertura al tránsito

Sobre las capas granulares en ejecución se prohibirá la acción de todo tipo de tránsito mientras no se haya completado la compactación. Si ello no es factible, el tránsito que necesariamente deba pasar sobre ellas se distribuirá de forma tal que no se concentren ahuellamientos sobre la superficie. El Constructor deberá responder por los daños producidos por esta causa, debiendo proceder a la reparación de los mismos, a su costa, con arreglo a las indicaciones del Interventor.

400.4.9 Bacheos

Cuando se requiera realizar excavaciones para la reparación localizada de un pavimento asfáltico existente, se seguirá la especificación particular correspondiente; si no existe tal especificación, se seguirán las instrucciones del Interventor, quien podrá tomar como guía las siguientes indicaciones:

- a) Si la profundidad de ellas es superior a trescientos milímetros (300 mm), deberán rellenarse con material granular de Subbase hasta una profundidad de doscientos cincuenta milímetros (250 mm) por debajo de la rasante existente, material que deberá ser compactado con el equipo adecuado hasta alcanzar la densidad especificada. El material que se coloque sobre dicha capa deberá ser de Base granular y se colocará hasta una profundidad de setenta y cinco milímetros (75 mm) por debajo de la rasante existente.

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

- b) Si la excavación tiene una profundidad mayor de ciento cincuenta milímetros y menor o igual a trescientos milímetros ($>150 \text{ mm}$ y $\leq 300 \text{ mm}$), ella se rellenará con material de Base granular hasta setenta y cinco milímetros (75 mm) por debajo de la rasante existente.
- c) En las excavaciones para la reparación de un pavimento existente, cuya profundidad sea menor o igual a ciento cincuenta milímetros ($\leq 150 \text{ mm}$), no se emplearán materiales granulares para su relleno.

Todo material granular colocado en estos rellenos deberá ser compactado hasta alcanzar la densidad especificada, según la profundidad a la cual se coloque. Las clases de material granular por emplear en la construcción de para Base y Subbase serán las establecidas en los documentos técnicos del proyecto o las indicadas por el Interventor.

400.4.10 Conservación de la obra ejecutada

Si después de aceptada cualquier capa granular, el Constructor demorare la construcción de la capa inmediatamente superior, por conveniencia o negligencia, deberá reparar, a su costa, todos los daños que se presenten en la capa y restablecer el mismo estado en el cual le fue aceptada la capa.

400.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

400.5.1 Controles generales

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar el buen estado y correcto funcionamiento de los equipos y herramientas empleados por el Constructor y ordenar el reemplazo inmediato de aquellos que, a su juicio, no permitan la correcta ejecución de los trabajos a que hace referencia esta Sección.
- Comprobar que los materiales cumplen con los requisitos de calidad exigidos en el numeral 400.2 de la presente Sección.
- Supervisar la correcta aplicación del método de trabajo aceptado como resultado de la ejecución del tramo de prueba durante la fase de experimentación.
- Ejecutar ensayos de compactación en el laboratorio.
- Verificar la granulometría, índice plástico, equivalente de arena, valor de azul y CBR de los materiales después de compactados.
- Verificar la densidad de las capas compactadas, efectuando la corrección previa por partículas de agregado grueso siempre que ella resulte necesaria. El control de densidad se realizará en el espesor de capa realmente construido, de acuerdo con el proceso constructivo aplicado.
- Tomar medidas para determinar espesores y levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie de la capa terminada.

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		 ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

– Vigilar la regularidad en la producción de los agregados de acuerdo con los programas de trabajo.

400.5.2 Controles de producción

Durante la etapa de producción, se examinarán las descargas a los acopios y se ordenará el retiro de aquellos agregados que, a simple vista, presenten trazas de tierra vegetal, materia orgánica, sustancias deletéreas o tamaños superiores al máximo especificado.

Además, el Constructor deberá efectuar las verificaciones periódicas de la calidad de los agregados establecidas en la Tabla 400.5:

Tabla 400.5
Ensayos de verificación sobre los agregados para bases y subbases granulares

Ensayo		Norma de Ensayo	Frecuencia
Composición			
Granulometría		INVE-213	1 por jornada
Dureza			
Desgaste Los Ángeles (Gradación A)	- En seco, 500 revoluciones - En seco, 100 revoluciones - Después de 48 horas de inmersión 500 revoluciones	INV E-218	1 por mes
Micro Deval	- Agregado Grueso (FT)	ASTM D-6928	1 por mes
10% de finos	- Seco y Húmedo	BS 812 PART 111	1 por mes
Durabilidad			
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos		INV E-220	1 por mes
Limpieza			
Límite Líquido		INV E-125	1 por jornada
Índice de Plasticidad		INV E-126	1 por jornada
Equivalente de Arena		INV E-133	1 por semana
Valor de Azul de Metileno		EN-933-9	1 por semana
Terrones de arcilla y partículas deleznable		INV E-211	1 por semana
Geometría de las Partículas			
Partículas Fracturadas Mecánicamente (1)		INVE-227	1 por jornada
Índice de Aplanamiento (1)		INV E-230	1 por semana
Índice de Aplanamiento (1)		INV E-230	1 por semana
Angularidad del Agregado Fino (1)		AASHTO T-304	1 por jornada
Compactación			
Relaciones de Peso Unitario – Humedad, equipo modificado (Proctor Modificado), método D		INVE-142	1 por semana
Capacidad de Soporte			
CBR		INV E-148	1 por mes

FT = Reporte obligatorio del resultado del ensayo partir de enero de 2007.

(1) Cuando aplique.

En el caso de mezclas de varios materiales, los controles se realizarán con el material mezclado y con la granulometría aprobada para el proyecto.

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

En ningún caso se permitirá el empleo de materiales que no satisfagan los requisitos pertinentes del numeral 400.2 de la presente Sección. En la eventualidad de que alguna prueba dé lugar a un resultado insatisfactorio, se tomarán dos muestras adicionales del material y se repetirá la prueba. Los resultados de ambos ensayos deberán ser satisfactorios o, de lo contrario, el Interventor impedirá el uso del volumen de material al cual representen dichos ensayos.

Adicionalmente, se comprobará la conservación de las propiedades de los agregados en las capas compactadas mediante los ensayos que se indican más adelante, en el numeral 400.5.3.4.

400.5.3 Control de calidad del producto terminado

Se considerará como "lote", que se aceptará o rechazará en bloque, la menor área construida que resulte de los siguientes criterios:

- Doscientos cincuenta metros lineales (250m) de capa granular compactada.
- Un mil setecientos cincuenta metros cuadrados (1750 m²) de capa granular compactada.
- La obra ejecutada en una jornada de trabajo.

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. Se deberán adelantar las comprobaciones indicadas en las Tabla 400.6:

Tabla 400.6
Control de calidad del producto terminado

Característica	Base Granular	Subbase Granular
Compactación		
Número mínimo de determinaciones por lote	4	4
Ensayo para determinar la densidad seca de referencia Dr (Dr = densidad seca máxima del ensayo)	Proctor Modificado INV E-142 (AASHTO T-180)	Proctor Modificado INV E-142 (AASHTO T-180)
Densidad seca promedio del lote (Dp), % mínimo de Dr	100	95
Densidad seca mínima individual admisible (Dmi_a), % de Dp, para determinaciones individuales con densidad inferior a la densidad de referencia Dr (base granular) o al 95% de Dr (sub-base granular).	98, es decir, Si Di < Dr Di ≥ 0.98 Dp	98, es decir, Si Di < 0.95 Dr Di ≥ 0.98 Dp
Número máximo de resultados por lote con densidad inferior a Dmi_a	1, siempre y cuando sea ≥ 0.90 Dr	1, siempre y cuando sea ≥ 0.90 Dr
Espesor		
Número mínimo de determinaciones por lote	4	4
Espesor promedio del lote (Ep) con respecto al espesor de diseño (Ed)	≥ Ed	≥ Ed
Espesor mínimo individual (Emi), % mínimo de (Ed)	90	90
Número máximo de determinaciones individuales por lote con espesor inferior a Emi	1, siempre y cuando sea ≥ 0.85 Ed	1, siempre y cuando sea ≥ 0.85 Ed
Geometría		

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		 ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. <small>Instituto</small> DESARROLLO URBANO
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

Característica	Base Granular	Subbase Granular
Ancho: distancia entre el eje del proyecto y el borde de la capa con respecto a la señalada en los planos o la definida por el Interventor	Igual o mayor	Igual o mayor
Cotas: variación máxima absoluta en la cota de cualquier punto de la capa conformada y compactada con respecto a la proyectada, mm	20	20
Lisura: variación máxima de la superficie con respecto a la regla de referencia de 3m de largo, mm	15	20

Todas las irregularidades que excedan las tolerancias mencionadas en la Tabla 400.6, así como las áreas en donde la capa granular presente agrietamientos o segregaciones, deberán ser corregidas por el Constructor, a su costa, y a plena satisfacción del Interventor. Cuando la corrección requiera la reducción o adición de material en capas de poco espesor, para asegurar buena adherencia será obligatorio escarificar la capa existente y compactar nuevamente la zona afectada.

400.5.3.1 Compactación

Las determinaciones de densidad de la capa compactada se efectuarán por algún método aplicable de los descritos en las normas de ensayo INV E-161, E-162, E-163 y E-164. Los sitios para las tomas de muestras o mediciones in situ se elegirán al azar, pero de manera que se realice al menos una prueba cada 50 metros.

La densidad seca máxima de referencia D_r para el cálculo de cada porcentaje de compactación será la obtenida en el ensayo Proctor Modificado, según norma de ensayo INV E-142, previa la corrección por presencia de partículas gruesas, según norma de ensayo INV E-228, siempre que ella sea necesaria.

El incumplimiento de alguno de los requisitos establecidos en la Tabla 400.6 para la compactación implicará la obligación del Constructor de recompactar el lote hasta lograr las densidades especificadas.

El Constructor deberá rellenar todos los orificios o excavaciones realizadas para ejecutar los controles de calidad con un material igual al excavado y compactarlo cuidadosamente, a satisfacción del Interventor, sin que ello implique un reconocimiento adicional en valor por dicho trabajo

En las zonas de bacheos, se deberán satisfacer las mismas exigencias sobre compactación y espesor, pero se deja al Interventor la decisión sobre la frecuencia de las pruebas, la cual dependerá del tamaño de las áreas tratadas.

400.5.3.2 Espesor

El espesor promedio de la capa compactada (E_p) se determinará sobre la base de los sitios escogidos para el control de la compactación.

400.5.3.3 Lisura

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

La uniformidad de la superficie de la obra ejecutada, se comprobará con una regla de tres metros (3 m) de longitud, colocada tanto paralela como normalmente al eje de la vía.

400.5.3.4 Conservación de propiedades

Se tomarán muestras de tamaño representativo del material colocado y compactado para verificar su calidad mediante los ensayos que se indican en la Tabla 400.7. Estas muestras se tomarán preferiblemente en los mismos sitios escogidos para el control de la compactación.

Tabla 400.7
Ensayos para verificar de la conservación de las propiedades

Ensayo	Norma de Ensayo	Frecuencia
Composición		
Granulometría	INV E-213	1 por semana
Limpieza		
Límite Líquido	INV E-125	1 por semana
Índice de Plasticidad	INV E-126	1 por semana
Equivalente de Arena	INV E-133	1 por semana
Valor de Azul de Metileno	EN-933-9	1 por semana

Los resultados de cada uno de los ensayos citados deberán satisfacer los límites establecidos para ellos en las Tablas 400.2 y 400.3; en el caso de la granulometría, no se admitirá que la curva exceda los límites de la franja que se esté aplicando. El incumplimiento de alguno de estos requisitos implicará el rechazo del lote objeto de control.

400.6 MEDIDA

La unidad de medida de la capa granular será el metro cúbico (m^3), aproximado al entero, de material granular suministrado, colocado y compactado, a satisfacción del Interventor. Cuando el cómputo de la fracción decimal de la obra aceptada resulte igual o superior a cinco décimas de metro cúbico ($\geq 0.5 m^3$) la aproximación al entero se realizará por exceso y cuando sea menor de cinco décimas de metro cúbico ($< 0.5 m^3$), la aproximación al entero se realizará por defecto.

El volumen se determinará con base en las secciones mostradas en los documentos del proyecto, ajustadas según los cambios ordenados por el Interventor, y la longitud real ejecutada, medida a lo largo del eje del proyecto.

Para operaciones de bacheo, el volumen se determinará multiplicando la superficie donde el Interventor haya autorizado el trabajo, por el espesor compacto promedio en que se haya colocado y aceptado el material.

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		 ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. <small>Instituto</small> DESARROLLO URBANO
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

No se medirán, con fines de pago, cantidades en exceso de las especificadas u ordenadas por el Interventor, especialmente cuando ellas se produzcan por sobre-excavaciones de la subrasante por parte del Constructor.

400.7 FORMA DE PAGO

El pago de las capas granulares se hará por metro cúbico al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta Sección y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá incluir la compensación total por el suministro en el lugar de la obra de todos los materiales requeridos para la construcción de la capa, las herramientas, equipos y la ejecución completa de los trabajos contratados, a satisfacción plena del Interventor, así como los costos correspondientes a administración, imprevistos y utilidades del Constructor.

El precio unitario de la capa granular deberá cubrir, además, los permisos y licencias de toda índole que sean requeridos para la obtención de los materiales, su transporte y la correcta ejecución de los trabajos, los costos de la ejecución de la fase de experimentación, los costos de todos los muestreos y ensayos, con excepción de aquellos ensayos considerados especiales para los cuales se establecen ítems de pago específicos en el numeral 400.8 de la presente Sección o en las especificaciones particulares del proyecto; y todo costo adicional en el cual se incurra para la realización completa y a satisfacción de los trabajos descritos en la presente Sección.

La preparación de la superficie existente se considera incluida en el ítem referente a la ejecución de la capa a la cual corresponde dicha superficie y, por lo tanto, no habrá lugar a ítem de pago separados por este concepto. Así mismo, si dicho ítem no está previsto en el Contrato suscrito, el Constructor igualmente deberá considerar el costo de la preparación de la superficie existente dentro del ítem objeto del pago de la presente Sección.

400.8 ÍTEMS DE PAGO

400.1 Base Granular Clase, BG_	Metro cúbico (m ³)
400.2 Subbase Granular Clase, SBG_	Metro cúbico (m ³)
400.3 Bacheo con Base Granular Clase, BG_	Metro cúbico (m ³)
400.4. Bacheo con Subbase Granular Clase, SBG_	Metro cúbico (m ³)
400.E Ensayos y pruebas especiales para capas granulares	
400.E.1 Módulo Resiliente (5 presiones de cámara, 6 esfuerzos desviadores por presión de cámara)	Unidad

NOTA: Se deberá elaborar un ítem de pago diferente, para cada clase de capa granular que forme parte del contrato