 <p>         Dirección de          Aeropuertos          y Aviación          Civil          Gobierno de Chile       </p>	<b>ETG N° 12: PARA CAPA DE BASE DE MATERIAL          CHANCADO</b> (REF. AC 150/5370-10F 9/30/2011) (Ítem P-209)	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA CAPA DE BASE DE MATERIAL CHANCADO

### 1 DESCRIPCION

Este ítem se refiere a la provisión, colocación, mezclado y compactación de una capa de Base compuesta de agregados triturados, destinada a formar parte de la estructura de un pavimento asfáltico u hormigón y construido de acuerdo con estas especificaciones, en conformidad con los requerimientos del proyecto y sobre una capa subyacente debidamente preparada.

### 2 MATERIALES

#### 2.1 AGREGADO PÉTREO


El agregado pétreo deberá estar constituido por fragmentos sólidos y durables de piedra o grava chancada, libres de arcilla, limo, materia vegetal o de otras materias objetables. El agregado bajo malla #4 deberá provenir de la trituración del material grueso y todo agregado fino adicional deberá estar constituido por material proveniente de material de trituración y por partículas minerales que cumplan con los requisitos de dureza exigidos para el agregado grueso.

##### a) Calidad de los agregados

Previo al inicio, y durante la producción de agregados, se deberá realizar los ensayos de laboratorio que corresponda según determine la Inspección Fiscal. Los ensayos necesarios para verificar el cumplimiento de lo especificado, deberán ser ejecutados en forma periódica y oportuna. Antes del inicio de la faena el contratista deberá presentar todos los ensayos requeridos por las especificaciones ejecutados por un laboratorio aprobado por el Inspector Fiscal.

La fracción del agregado chancado retenida en malla #4 no deberá contener más de un 15% en peso, de partículas lajeadas o alargadas, según se define en ASTM D-693; deberá tener, como mínimo, un 90%, en peso, de partículas con a lo menos dos caras fracturadas, y un 100% con una cara fracturada o más. El área de cada cara deberá ser mayor o igual al 75% de la menor de las áreas de las secciones transversales media de la pieza. El ángulo entre los planos de dos caras fracturadas contiguas, deberá ser mayor o igual a 30 grados para ser contadas como tales.

**VIGENTE**

 Dirección de Aeronáutica Gobierno de Chile	<b>ETG N° 12: PARA CAPA DE BASE DE MATERIAL          CHANCADO</b> (REF. AC 150/5370-10F 9/30/2011) (Ítem P-209)	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

El porcentaje de desgaste del material no podrá ser mayor al 35%, ensayado según ASTM C-131. La desintegración por sulfato de sodio no podrá exceder del 12% después de 5 ciclos, ensayado según ASTM C-88.

La fracción de material que pasa la malla #40, deberá tener un Límite Líquido menor o igual a 25% y un índice de Plasticidad menor o igual a 4%, según ASTM D-4318. El agregado fino deberá tener un equivalente de arena de 35% como valor mínimo, ensayado según ASTM D-2419.

**Tabla 1**  
**Agregado Chancado para Base**

REQUISITOS DE CALIDAD		
ENSAYE	NORMA	REQUISITO
Partículas lajeadas o alargadas	ASTM D-693	Máx. 15%
Dos caras fracturadas	ASTM D-693	Mín. 90%
Una cara fracturada	ASTM D-693	Mín. 100%
Desgaste Los Ángeles	ASTM C-131	Máx. 35%
Desintegración o durabilidad	ASTM C-88	Máx. 12%
Límite Líquido	ASTM D-4318	Máx. 25%
Índice de Plasticidad	ASTM D-4318	Máx. 4%
Equivalente de Arena	ASTM D-2419	Mín. 35%


b) Granulometría requerida.

La granulometría del material de Base deberá estar dentro de los rangos indicados en la TABLA 2, según ensayos ASTM C-117 y ASTM C-136. Tal granulometría deberá ser bien graduada de grueso a fino, sin variaciones desde el límite inferior de un tamiz al límite superior del tamiz adyacente, o viceversa.

**Tabla 2**  
**Agregado Chancado para Base**

GRANULOMETRIA REQUERIDA		
TAMIZ	%QUE PASA	TOLERANCIAS EN %
abertura cuadrada	en peso	mezcla de trabajo
2" (50.00 mm)	100	0
1-1/2" (37.50 mm)	95-100	+/- 5
1" (25.00 mm)	70 - 95	+/- 8
3/4" (19.00 mm)	55-85	+/- 8
#4 ( 4.76 mm)	30-60	+/- 8
#30 ( 0.60 mm)	12-30	+/- 5
#200 ( 0.08 mm)	0-8	+/- 3

Las tolerancias de la TABLA 2 deberán ser aplicadas a la graduación del material de Base para establecer la banda granulométrica de trabajo. Las tolerancias podrán ser aplicadas, aún si dicha aplicación originase una banda granulométrica de trabajo fuera del rango establecido en la banda de la TABLA 2.

	<b>ETG N° 12: PARA CAPA DE BASE DE MATERIAL CHANCADO</b> (REF. AC 150/5370-10F 9/30/2011) (Ítem P-209)	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

La fracción de la mezcla final que pasa la malla #200, no deberá exceder del 60% de la fracción que pasa la malla #30.

Para regiones cuyas condiciones climáticas signifiquen un daño potencial debido al congelamiento, el porcentaje en peso de partículas menores a 0.02 mm deberá ser menor o igual al 3%. En tal sentido, puede ser necesario limitar el porcentaje de material que pasa la malla #200 a un 3% como máximo admisible.

Previo al inicio, y durante la producción de agregados, se deberá realizar los ensayos de laboratorio que corresponda. Los ensayos necesarios para verificar el cumplimiento de lo especificado, deberán ser ejecutados en forma periódica y oportuna. Las muestras de agregados para ensayos granulométricos deberán ser tomadas por lo menos, una vez al día. El muestreo deberá ser hecho de acuerdo con ASTM D-75 y los ensayos de acuerdo con ASTM C-136 y C-117.

### 3 CONSTRUCCIÓN


La capa de Base deberá ser colocada donde indique los planos del proyecto. El material deberá ser extendido, perfilado y compactado según se especifique y dentro de las tolerancias permitidas.

Se deberá suministrar el equipamiento apropiado, en los tipos y condiciones necesarias para la total ejecución de las obras dentro del plazo estipulado y de acuerdo con las especificaciones del proyecto. Tal equipamiento deberá ser mantenido en condiciones satisfactorias de operación durante la ejecución de los trabajos.

#### 3.1 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE DE FUNDACIÓN

La superficie de fundación al momento de ser cubierta deberá cumplir con los requerimientos de densidad y nivelación especificados. No se deberá realizar trabajo alguno sobre tal superficie hasta haber cumplido con los requerimientos del proyecto. No se deberá extender material sobre terrenos congelados y se deberá tomar las precauciones necesarias para evitar daños en la superficie de fundación. El tránsito sobre ella deberá ser limitado sólo a lo esencial para la construcción. Toda huella, deformación o defecto que se produjere en la superficie final, deberá ser eliminado, emparejado y recompactando el terreno afectado.

El terreno de fundación al momento de recibir la capa de Base, deberá estar compactado a la densidad especificada hasta una profundidad de, a lo menos, 15 cm. Cualquier material inestable que no permita una compactación adecuada, deberá ser removido y

	<b>ETG N° 12: PARA CAPA DE BASE DE MATERIAL CHANCADO</b> (REF. AC 150/5370-10F 9/30/2011) (ítem P-209)	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

reemplazado por material especificado. La superficie resultante deberá estar perfilada a las cotas indicadas en los planos y compactada en toda su extensión a las densidades establecidas.

La superficie de fundación al momento de recibir las capas siguientes, no deberá rebasar en punto las cotas especificadas ni diferir por defecto en más de 10 mm. La cantidad y distribución de los puntos a considerar en la revisión topográfica deberá ser determinada de manera que el número total de puntos del barrido instrumental, no sea mayor al originado si se considera una separación mínima entre ellos, de 5 m en dirección perpendicular y 10 m en dirección paralela al eje del terraplén. Ambas separaciones tendrán como valor máximo 10 m y 30 m, respectivamente.

Cualquier desviación que sobrepase las tolerancias indicadas deberá ser corregida mediante escarificado, adición o remoción de material, renivelado y recompactación, de acuerdo a estas especificaciones y a los requerimientos del proyecto.

### 3.2 PREPARACIÓN DEL MATERIAL EN PLANTA


El agregado deberá ser combinado durante la operación de chancado, o mezclado posteriormente en planta. En ambos casos, se deberá producir un material que cumpla con las especificaciones y con el contenido de humedad requerido para la compactación.

### 3.3 COLOCACIÓN.

El material de Base deberá ser extendido mecánicamente sobre una superficie previamente humedecida y en capas de espesor uniforme. Las áreas de material segregado o mal graduado deberán ser corregidas mediante la adición y mezclado del material adicional necesario, antes del proceso de compactación.

El espesor máximo compactado de cada capa no deberá ser mayor a 20 cm. Si el espesor total de la Base compactada es mayor a 20 cm, esta deberá ser construida en dos o más capas. El espesor mínimo admisible de cada capa no deberá ser menor que 75 mm.

La colocación o el extendido del material deberá ser iniciada sobre el sector más alto, según el perfil transversal de la superficie a cubrir, para asegurar un drenaje apropiado del área de trabajo. La colocación deberá ser ejecutada por fajas longitudinales y paralelas hasta completar cada capa. En ningún caso se podrá extender más de 1.500 m<sup>2</sup> de Base sin iniciar la compactación correspondiente. Todo riego necesario para mantener el contenido de humedad requerido, deberá cumplir completamente el sector por compactar. Durante la colocación del material de base se deberá tener especial cuidado en impedir la incorporación de materiales o elementos extraños en la mezcla. Ningún material podrá ser

	<b>ETG N° 12: PARA CAPA DE BASE DE MATERIAL CHANCADO</b> (REF. AC 150/5370-10F 9/30/2011) (Ítem P-209)	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

extendido sobre una superficie con nieve, con barro o congelada. Cuando el material de Base contenga material congelado o cuando la capa de fundación esté congelada la obra deberá ser detenida.

Los procedimientos y disposiciones que se indica son válidos para la colocación de cada una de las capas que constituyeron la Base. La superficie de cada capa deberá estar libre de materiales sueltos o extraños al momento de extender sobre ella la capa siguiente. El material compactado deberá permanecer con el grado de humedad requerido durante la compactación hasta ser cubierto por la capa siguiente.

### 3.4 COMPACTACIÓN.

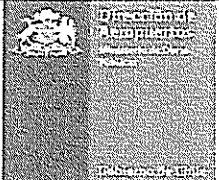
Inmediatamente terminadas las operaciones de extendido y nivelación el agregado deberá ser completamente compactado. El número, tipo y peso de los rodillos mecánicos de compactación deberá ser suficiente para compactar el material a la densidad requerida en los espesores establecidos y en el plazo estipulado.

El contenido de humedad del material durante el extendido, podrá ser mayor al contenido óptimo de humedad, determinado según ASTM D-1557, Método D, hasta en 1.5 puntos porcentuales, pero en ningún caso menor. El riego necesario para alcanzar o mantener el grado de humedad requerido no deberá originar escurrimientos excesivos de agua.

La compactación deberá avanzar gradualmente desde los bordes hacia el centro de la faja o desde el borde libre hacia alguna faja vecina previamente compactada, traslapando cada pasada del rodillo con la anterior en, por lo menos, 50 cm. El rodillado debe continuar hasta que todo el material esté compactado a no menos del 100% DMCS, según ASTM D-1557 o al 85% de la densidad relativa DR, según ASTM D-4253 (Densidad Máxima) y ASTM D 4254 (Densidad Mínima). Las zonas inaccesibles para los rodillos deberán ser compactadas con elementos que aseguren la obtención de la densidad requerida.

La compactación deberá ser suspendida en aquellos puntos o sectores donde existan evidencias de inestabilidad de la capa subyacente o donde el rodillado produzca persistentemente afloramiento de agua y/o deformaciones plásticas en la superficie. En estos casos, el material afectado deberá ser reemplazado por material especificado y en condiciones óptimas de humedad. La zona afectada deberá ser, finalmente, reperfilada y recompactada de acuerdo a los requerimientos del proyecto.

La nivelación y la compactación, en cualquier sector de la capa en construcción, deberán ser ejecutadas en forma alternada para lograr una capa pareja, uniformemente compactada y nivelada de acuerdo a las cotas de proyecto.

	<b>ETG N° 12: PARA CAPA DE BASE DE MATERIAL CHANCADO</b> (REF. AC 150/5370-10F 9/30/2011) (Ítem P-209)	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

### 3.5 CONTROL DE DENSIDADES.

El control de densidad se aceptará en base a lotes. Un lote consiste en la producción de base chancada de un día cuando no se espera exceder los 2000m<sup>2</sup>, Cuando la producción excede 2000m<sup>2</sup> y es menor a 4000m<sup>2</sup>, un lote consiste en lo que se produce en medio día de trabajo. Cada lote se divide en dos sublotes. Debe efectuarse a cada sublote un ensayo para control de densidad. La ubicación de los ensayos debe determinarse de acuerdo a los procedimientos descritos en ASTM D 3665.

La densidad de cada lote se aceptará cuando la densidad de terreno sea a lo menos el 85% de la densidad relativa DR (ASTM D-4253 Densidades máxima, ASTM D-4254 Densidades mínima)

La densidad de terreno deberá ser determinada según ASTM D-1556 o ASTM D - 2167. La determinación de densidades en terreno podrá ser llevada a cabo usando medidores nucleares. El uso y calibración en terreno de los instrumentos nucleares de medición deberá ser ejecutado según ASTM D-6938. La calibración deberá ser realizada sobre el primer sector de material colocado que cumpla con los requisitos de compactación, medidos según ASTM D-1556. Los chequeos de calibración en los medidores nucleares de densidad y de humedad, deberán ser hechos periódicamente y de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.


Si se emplean densímetros nucleares se debe hacer a lo menos dos mediciones aleatorias por lote.

Si la densidad especificada no se alcanza, todo el lote será rechazado y recompactado hasta alcanzar la densidad requerida.

### 3.6 TERMINACIÓN Y CONTROL DE LA SUPERFICIE.

Después que la capa de Base haya sido compactada, se deberá comprobar instrumentalmente el grado de alisamiento y de exactitud en la nivelación de su superficie. Cualquier zona que no cumpla con los requerimientos que corresponda, deberá ser corregida según estas especificaciones y de acuerdo a los requerimientos del proyecto. En ningún caso se podrá agregar capas nivelantes o de relleno con espesores menores a 1.5 veces el tamaño máximo del agregado.

La superficie terminada no deberá rebasar en punto alguno las cotas especificadas, ni podrá diferir por defecto en más de 6mm. La cantidad y distribución de los puntos a considerar en la revisión topográfica, deberá ser determinada de manera que el número total de puntos del barrido instrumental sea mayor o igual al originado si se considera una separación máxima entre ellos de 5m en dirección perpendicular y 10m en dirección paralela al eje longitudinal de la capa.

	<b>ETG N° 12: PARA CAPA DE BASE DE MATERIAL CHANCADO</b> (REF. AC 150/5370-10F 9/30/2011) (Ítem P-209)	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

Si la elevación de un sector o de toda la superficie de la última capa de Base, difiere por defecto en más de 6mm de la cota de proyecto, la zona afectada o toda la capa deberá ser escarificada hasta una profundidad de, a lo menos, 7,5cm, para luego agregar y mezclar material especificado, reperfilar y, finalmente, recomprimir a la densidad y a las cotas establecidas. Si la elevación resulta mayor a lo exigido, la superficie deberá ser rebajada, perfilada y rodillada a las cota requerida en los planos del proyecto.

### 3.7 TOLERANCIAS DE LA SUPERFICIE.

La superficie terminada no podrá tener deformaciones relativas mayores a 9mm medida con una barra recta de 4,8m, aplicada paralela y transversalmente al eje longitudinal del pavimento. Cualquier desviación en exceso deberá ser corregida por el constructor a sus expensas.

### 3.8 CONTROL DE ESPESORES


El espesor del material de base deberá estar en el rango de 12mm del espesor de diseño. Se efectuarán cuatro controles por lote. Los lotes serán los definidos según punto 3.5. La ubicación de los ensayos será determinada por el Inspector Fiscal de acuerdo a los procedimientos descritos en ASTM D 3665. En los puntos en que se esté fuera del rango de los 12mm el contratista deberá excavar y reconstruir con material nuevo sin costo adicional las áreas afectadas haciendo los ensayos adicionales que se requiera según defina el IF.

### 3.9 MANTENCION DE LA BASE

La capa de Base terminada deberá ser mantenida cumpliendo los requerimientos especificados y en perfectas condiciones en toda su extensión. La mantención deberá ser ejecutada con motoniveladoras y rodillos, o con todos los elementos que fuere necesario, por el plazo que correspondiere.

## 4 BASE DE MEDIDA

La base se pagará por cantidad de metros cúbicos de material colocados, compactados y aceptados conforme por la Inspección Fiscal en la capa terminada de la base. La cantidad del material de la base se debe medir en su posición final basado en tests de profundidad o testigos según ordene el Inspector Fiscal, o una medición de profundidad cada 420 m<sup>2</sup> de capa de base, o con nivelaciones calculadas con una aproximación de 3mm.

	<b>ETG N° 12: PARA CAPA DE BASE DE MATERIAL CHANCADO</b> (REF. AC 150/5370-10F 9/30/2011) (Ítem P-209)	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

## 5 BASE DE PAGO


El pago se hará al precio de la unidad de m<sup>3</sup> de base. Éste precio incluye el suministro, preparación de todos los materiales, transporte, colocación, mano de obra, leyes sociales, equipos, herramientas, seguros y otros que puedan requerirse para dar término a este ítem. Los espesores de medidas de profundidad individuales que excedan en 12mm de lo indicado en plano se pagarán solo con 12mm de exceso.

El pago se efectuará bajo el ítem P-209 - Capa de Base de material chancado (metro cúbico).

### ENSAYOS REQUERIDOS.

- ASTM C-29 Peso Unitario del agregado. (M.C Vol. 8 - 8.202.21 Agregados pétreos: Método para determinar la densidad real, la densidad neta y la absorción de agua en pétreos finos) (M.C. Vol. 8 -8.202.20 Agregados pétreos: Método para determinar la densidad real, la densidad neta y la absorción de agua en pétreos gruesos). (M.C. Vol. 8 - 8.202.10 Agregados pétreos: Método para determinación de huecos) Nota: No existe en M . C. pero se obtiene el mismo resultado aplicando normas señaladas
- ASTM C-88 Pérdida por desintegración de los agregados. Uso de sulfato de sodio sulfato de magnesio (M.C Vol. 8 - 8.202.17 Agregados pétreos: Método de los sulfatos para determinar la desintegración)
- ASTM C-117 Determinación de la cantidad de material bajo malla #200 en agregados minerales, por lavado. . (M.C Vol. 8 - 8.202.4 Agregados pétreos: Método para determinar el material fino menor que 0,080 mm)
- ASTM C-131 Resistencia a la abrasión. Ensayo Los Ángeles. (M.C Vol. 8 - 8.202.11 Agregados pétreos: Método para determinar el desgaste mediante la máquina de los Ángeles)
- ASTM C-136 Análisis granulométrico del agregado. (M.C Vol. 8 - 8.202.3 Agregados pétreos: Método para tamizar y determinar la granulometría).
- ASTM D-75 Muestreo del agregado. (M.C Vol. 8 - 8.202.1 Agregados pétreos: Método para extraer y preparar muestras)
- ASTM D-693 Agregados triturados para Bases y Carpetas. (M.C Vol. 8 - 8.202.6 Agregados pétreos: Método para determinar la cubicidad de las partículas)
- ASTM D-698 Relaciones Humedad-Densidad. Próctor Estándar. (M.C Vol. 8 - 8.102.6 Suelos: Método para determinar la relación humedad/densidad - ensaye Próctor normal)
- ASTM D-1556 Densidad In Situ. Método del Cono de Arena. (M.C Vol. 8 - 8.102.9 Suelos: Método del cono de arena para determinar la densidad en terreno).
- ASTM D-1557 Relación Humedad-Densidad. Próctor Modificado. (M.C Vol. 8 - 8.102.7 Suelos: Método para determinar la relación humedad - densidad. Ensaye Próctor modificado)




	<b>ETG N° 12: PARA CAPA DE BASE DE MATERIAL CHANCADO</b> (REF. AC 150/5370-10F 9/30/2011) (Ítem P-209)	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

- ASTM D-4253 Densidades máxima en suelos no cohesivos (M.C Vol. 8 - 8.102.8 Suelos: Método para determinar la densidad relativa en suelos no cohesivos)
- ASTM D-4254 Densidades mínima en suelos no cohesivos (M.C Vol. 8 - 8.102.8 Suelos: Método para determinar la densidad relativa en suelos no cohesivos)
- ASTM D-6938 Densidad In Situ. Método Nuclear. (M.C Vol. 8 - 8.502.1 Auscultaciones y Prospecciones: Método Nuclear para determinar in situ la densidad de suelos (Medición superficial)).



**MAURICIO ORTIZ ORDEN**  
 Jefe Departamento de Ingeniería  
 Dirección Nacional de Aeropuertos  
 Ministerio de Obras Públicas



	<b>ETG N° 12: PARA CAPA DE BASE DE MATERIAL CHANCADO</b> (REF. AC 150/5370-10F 9/30/2011) (Ítem P-209)	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		OCTUBRE 2014
		VERSION A

## ÍNDICE

1	DESCRIPCION .....	1
2	MATERIALES.....	1
2.1	AGREGADO PÉTREO .....	1
3	CONSTRUCCIÓN.....	3
3.1	PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE DE FUNDACIÓN.....	3
3.2	PREPARACIÓN DEL MATERIAL EN PLANTA.....	4
3.3	COLOCACIÓN.....	4
3.4	COMPACTACIÓN.....	5
3.5	CONTROL DE DENSIDADES.....	6
3.6	TERMINACIÓN Y CONTROL DE LA SUPERFICIE.....	6
3.7	TOLERANCIAS DE LA SUPERFICIE.....	7
3.8	CONTROL DE ESPESORES.....	7
3.9	MANTENCION DE LA BASE.....	7
4	BASE DE MEDIDA.....	7
5	BASE DE PAGO.....	8