

Resistencia al desgaste de los áridos por medio de la máquina de Los Angeles

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACION

1.1 Esta norma describe el procedimiento que debe seguirse para determinar la resistencia al desgaste de los áridos utilizando la máquina de Los Angeles.

1.2 El método de ensayo proporciona una medida de la degradación del árido, consecuencia de la acción combinada de abrasión, impacto y machaqueo, llevada a término en un cilindro rotatorio de acero, en cuyo interior se introducen con la muestra un determinado número de bolas de acero, en función de la granulometría del árido que se ensaya. Al rotar el cilindro, un entrepaño, fijo en su interior, recoge la muestra y las bolas de acero volteándolas y dejándolas caer desde la parte superior causando una acción de impacto-machaqueo. Al mismo tiempo el material junto con las bolas ruedan en el interior del cilindro produciéndose desgaste y molienda en aquél.

Después de un número prescrito de revoluciones se saca el contenido del cilindro y se tamiza el árido para determinar la degradación como un porcentaje de pérdida.

1.3 Este método de ensayo tiene amplia aplicación como medio indicador de la calidad relativa o aptitud de varias fuentes de suministro de áridos que tengan composición mineral similar. Las especificaciones derivadas de este ensayo deben asignarse con extrema cautela, considerando los tipos de áridos disponibles y la experiencia que de ellos se tenga en usos específicos de los mismos.

1.4 La realización de uno u otro de los modos descritos en esta norma depende de la granulometría del material prevista en su empleo.

2 APARATOS Y MATERIAL NECESARIOS

2.1 **Máquina Los Angeles.** La máquina para el ensayo de desgaste Los Angeles presentará las características que se muestran en la figura 1. Consiste en un cilindro hueco, de acero, con medidas interiores de: diámetro 711 ± 5 mm y generatriz 508 ± 5 mm. El cilindro está cerrado en sus bases,

en el centro de las que, sin entrar en su interior, se acoplan los semiejes que proporcionan el movimiento de rotación, según un eje horizontal, con una tolerancia de la pendiente no mayor de 1 en 100. El cilindro dispondrá de una abertura para introducir la muestra y un entrepaño fijo para conseguir su volteo y el de la carga abrasiva. La abertura podrá cerrarse por medio de una tapa con junta que impida la salida del polvo mineral, y que se fija por medio de pernos. La tapa se diseñará de forma que se mantenga el contorno cilíndrico interior. El entrepaño se dispone de modo que la carga no caiga sobre la tapa durante el ensayo ni se ponga en contacto con ella en ningún momento. El entrepaño será de acero, desmontable, ocupando longitudinalmente toda una generatriz del cilindro y se proyectará radialmente hacia el centro de la sección circular del cilindro, en una longitud de 89 mm. Tendrá un espesor tal que permita montarlo por medio de pernos u otro dispositivo apropiado, de forma que quede instalado de un modo firme y rígido. La distancia del entrepaño a la abertura, medida a lo largo de la circunferencia del cilindro y en el sentido de su rotación, será mayor de 1,27 m.

Nota 1. Es preferible el empleo de un entrepaño de acero resistente al desgaste, de sección rectangular, montado independientemente de la tapa. No obstante, se puede usar una sección angular colocada adecuadamente en la parte inferior de la tapa, teniendo en cuenta la dirección de rotación para que la carga sea recogida por la cara exterior del angular.

Nota 2. La superficie del entrepaño de la máquina de Los Angeles está sometida a un fuerte desgaste e impacto de las bolas, originándose en ella un relieve a una distancia de unos 32 mm desde la unión del entrepaño con la superficie interior del cilindro. Si el entrepaño está hecho de una sección angular laminada, no solamente se puede formar este relieve, sino que aquél se puede llegar o doblar longitudinal o transversalmente respecto a su correcta disposición, por lo que se debe revisar periódicamente. Si se observa alguno de estos defectos, el entrepaño se debe reparar o reemplazar antes de realizar nuevos ensayos. La influencia de todos estos factores sobre los resultados del ensayo no son conocidos; sin embargo, para uniformar las condiciones de ensayo, se recomienda eliminar el relieve formado cuando su resalto sea superior a 2 mm.

2.1.1 La máquina se moverá y estará contrapesada de suerte que mantenga una velocidad periférica esencialmente uniforme (Nota 3). Si se utiliza un perfil angular como entrepaño, el sentido de rota-

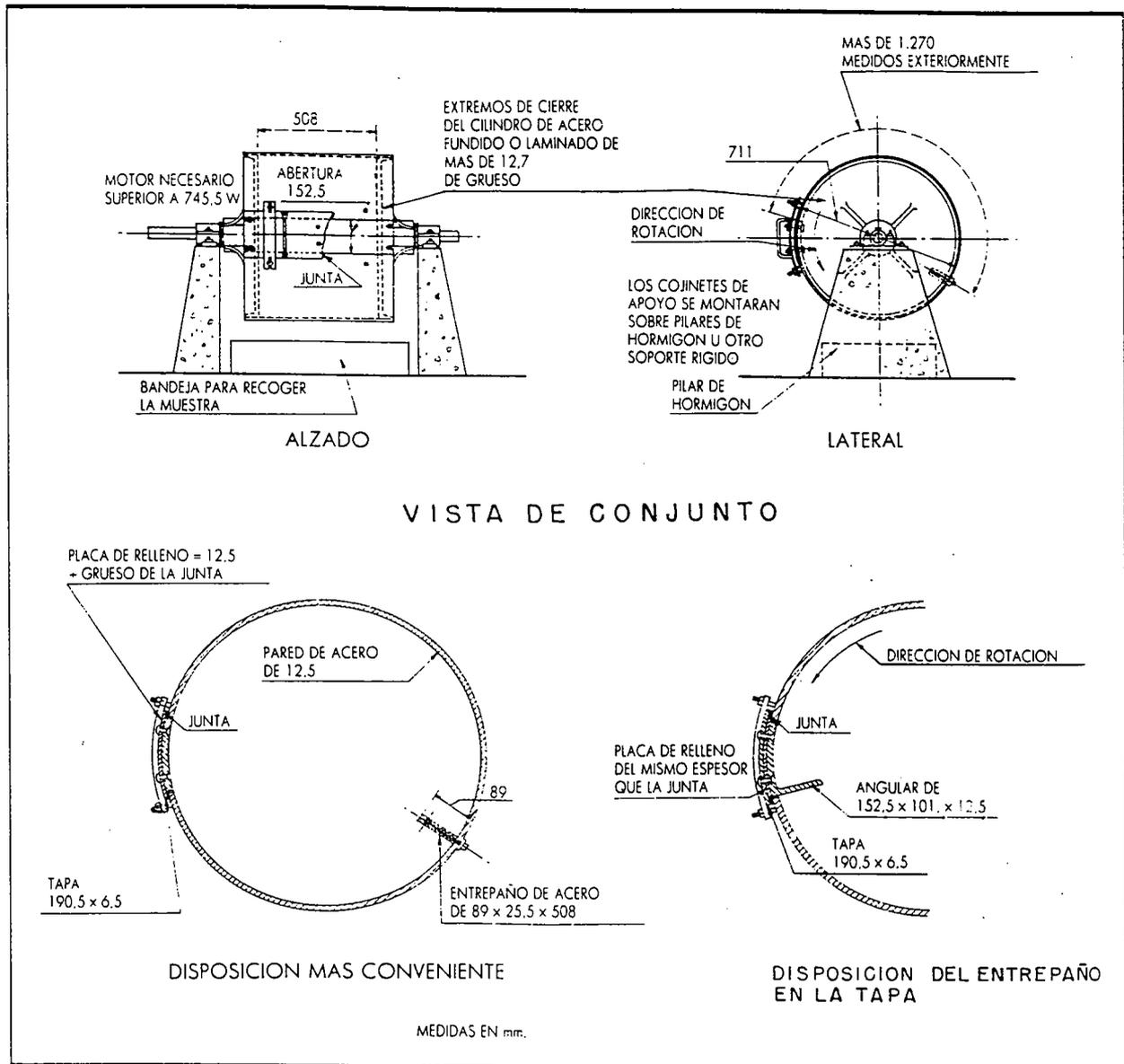


FIGURA 1. Máquina de Los Angeles.

ción debe ser tal que la carga se recoja sobre la superficie exterior del angular.

Nota 3. Un movimiento irregular o deslizamientos en el mecanismo conductor producirá, muy probablemente, resultados no repetibles en otra máquina de Los Angeles con velocidad de rotación periférica constante.

2.2 Tamices. Todos los tamices que se utilicen en este método cumplirán las especificaciones que para los mismos se refieren en la norma UNE 7.050.

2.3 Carga abrasiva. La carga abrasiva consistirá en esferas de acero de un diámetro aproximado de 46,8 mm y de una masa comprendida entre 390 y

455 g. La cantidad de esferas y la masa total de las mismas a considerar en el ensayo depende de la granulometría y del tamaño máximo de partícula en la muestra, de acuerdo con el siguiente criterio:

2.3.1 Carga abrasiva para árido con tamaño comprendido entre 20 y 80 mm. La carga consistirá en 12 esferas de las especificadas en 2.3 con una masa total de las mismas de 5.000 ± 25 g a utilizar en cualquiera de las tres granulometrías, E, F o G que se refieren en la tabla 2.

2.3.2 Carga abrasiva para árido con tamaño comprendido entre 2,5 y 40 mm. La carga abradi-

va a utilizar dependerá de la granulometría de ensayo, A, B, C o D, que se muestra en la tabla 3 y, de acuerdo con ésta, se utiliza el número de esferas que se especifican en la siguiente tabla 1.

GRANULOMETRIA DE LA MUESTRA DE ENSAYO	NUMERO DE ESFERAS	MASA TOTAL DE LAS ESFERAS (g)
A	12	5.000 ± 25
B	11	4.585 ± 25
C	8	3.330 ± 20
D	6	2.500 ± 15

TABLA 1.

Nota 4. Esferas de acero de diámetro y masa aproximados a los que se indican en el apartado 2.3 se pueden encontrar fácilmente en el mercado. La carga total se obtendrá por mezcla de este tipo de esferas de manera que satisfagan las tolerancias referidos en la tabla 1.

3 PREPARACION DE LA MUESTRA

3.1 La muestra para ensayo se obtiene a partir de la de campo de acuerdo con lo que, para tal fin, se establece en la norma NLT-148.

3.2 La muestra de árido se limpia por lavado y se seca en estufa a 105-110 °C hasta masa constante (Nota 5), se separa en las fracciones que la componen y se recombinan estas últimas para obtener una granulometría de acuerdo con lo siguiente:

TAMAÑO PARTICULAS ARIDO COMPENDIDOS ENTRE, mm	TABLA
20 o 80	2
2,5 o 40	3

Nota 5. Si el árido está esencialmente libre de partículas adheridas y de polvo, el requisito de lavado previo y posterior al ensayo se puede omitir. La omisión del lavado después del ensayo raramente reduce el valor de la pérdida en más del 0,2 % de la masa de la muestra original.

3.3 Se eligen las granulometrías para que éstas sean representativas de las del árido tal y como se vaya a utilizar en obra.

3.4 Si la muestra se machaquea en el laboratorio, se hará constar en el informe, en consideración a la influencia que la forma de las partículas tiene en el resultado del ensayo.

GRANULOMETRIAS DE LA MUESTRA DE ARIDO, 20/80 mm, PARA ENSAYO				
TAMICES UNE (mm)		GRANULOMETRIAS Y MASAS DE LA MUESTRA PARA ENSAYO (g)		
PASA	RETIENE	E	F	G
80	63	2.500 ± 50	—	—
63	50	2.500 ± 50	—	—
50	40	5.000 ± 50	5.000 ± 50	—
40	25	—	5.000 ± 50	5.000 ± 25
25	20	—	—	5.000 ± 25
Totales:		10.000 ± 100	10.000 ± 75	10.000 ± 50

TABLA 2.

4 PROCEDIMIENTO

4.1 Se determina la masa de la muestra con aproximación de ± 1 g antes de proceder al ensayo.

4.2 La muestra y la carga abrasiva, definidas según los apartados 2.3.1 y 2.3.2, se introducen en la máquina de ensayo Los Angeles y se hace girar el

GRANULOMETRIAS DE LA MUESTRA DE ARIDO, 2,5/40 mm, PARA ENSAYO					
TAMICES UNE (mm)		GRANULOMETRIAS Y MASAS DE LA MUESTRA PARA ENSAYO (g)			
PASA	RETIENE	A	B	C	D
40	25	1.250 ± 25	—	—	—
25	20	1.250 ± 25	—	—	—
20	12,5	1.250 ± 10	2.500 ± 10	—	—
12,5	10	1.250 ± 10	2.500 ± 10	—	—
10	6,3	—	—	2.500 ± 10	—
6,3	5	—	—	2.500 ± 10	—
5	2,5	—	—	—	5.000 ± 10
Totales:		5.000 ± 10	5.000 ± 10	5.000 ± 10	5.000 ± 10

TABLA 3.

cilindro a una velocidad comprendida entre 3,1 a 3,5 rad/s (30 a 33 rpm).

4.2.1 Para las granulometrías de ensayo E, F y G se efectúan 1.000 rotaciones del cilindro.

4.2.2 Para las granulometrías de ensayo A, B, C y D se efectúan 500 rotaciones del cilindro.

4.3 Después del número prescrito de rotaciones 1.000 ó 500, según el caso, se descarga el material del cilindro y se realiza una separación preliminar de la muestra ensayada a través de un tamiz UNE de luz mayor que la del UNE 1,6 mm (p. ej., el UNE 5,00 mm); la fracción fina que pasa, se tamiza a continuación en el tamiz UNE 1,6 mm, siguiendo lo que al respecto se especifica en la norma NLT-150. Todo el material más grueso que el tamiz UNE 1,6 mm, se lava (Nota 6), se seca en la estufa a 105-110 °C hasta masa constante y se determina ésta con precisión de ± 1 g.

Nota 6. Se puede obtener una información valiosa sobre la uniformidad de la muestra que se ensaya, determinando la pérdida después de 200 revoluciones, para la granulometrías E, F y G, o después de 100 revoluciones para las granulometrías A, B, C y D. Al efectuar esta determinación no se debe lavar el material retenido en el tamiz UNE 1,6 mm. La relación de pérdida después de 200 y 1.000 revoluciones (granulometrías E, F y G) o de 100 y 500 revoluciones (granulometrías A, B, C y D), no debe rebasar en mucho 0,20, en los materiales de dureza uniforme. Al realizar esta determinación se evitará con cuidado la pérdida de parte de la muestra. La muestra total, incluido el polvo que se ha producido por el desgaste, se vuelve a introducir en la máquina hasta completar las 1.000 revoluciones (granulometrías E, F, y G) o las 500 revoluciones (granulometrías A, B, C y D) requeridas para terminar el ensayo.

5 RESULTADOS

5.1 El resultado del ensayo es la diferencia entre la masa original de la muestra y la masa de ésta después del ensayo retenida en el tamiz UNE 1,6 mm, expresada como tanto por ciento de pérdida de la masa original y se denomina coeficiente de desgaste Los Angeles.

$$\text{C.D. Los Angeles} = \frac{A - B}{A} \cdot 100$$

donde:

A = masa inicial de la muestra, g.

B = masa final, g. (Fracción retenida en el tamiz UNE 1,6 mm.

Nota 7. Los porcentajes de pérdida, coeficientes de desgaste Los Angeles, determinados con el mismo tipo de material, ensayado con las diferentes granulometrías que en esta norma se especifican para los tamaños de partícula del árido 20/80 y 2,5/40 mm, no presentan relación consistente.

6 PRECISION

6.1 Se ha encontrado para árido de tamaño máximo nominal de 20 mm, con porcentajes de pérdida del 10 al 45 %, los siguientes valores para la precisión del ensayo:

	COEFICIENTE VARIACION %	DIFERENCIA MAXIMA DOS RESULTADOS %
Un solo laboratorio	2,0	5,7
Multilaboratorio	4,5	12,7

7 CORRESPONDENCIA CON OTRAS NORMAS

ASTM C 131-81 (Reapproved 1987) «Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine».

ASTM C 535-81 (Reapproved 1987) «Resistance to Degradation of Large-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine».

8 NORMAS PARA CONSULTA

UNE 7.050 «Tamices de ensayo».

NLT-148 «Toma de muestras de roca, escorias, grava, arena, polvo mineral y bloques de piedra empleados como materiales en construcción de carreteras».

NLT-150 «Análisis granulométrico de áridos gruesos y finos».