

NORMA DE ENSAYO  
DEL  
LABORATORIO DEL TRANSPORTE  
Y MECANICA DEL SUELO  
"JOSE LUIS ESCARIO"

**NLT-201/72**

**Control rápido en obra de compactación de terraplenes**

1. OBJETO

- 1.1. El ensayo de densidad *in situ*, descrito en la norma NLT-109, permite obtener la densidad seca en terraplenes. A efectos de control, estos valores deben ser comparados con los de la densidad máxima obtenidos en el laboratorio. El método rápido que se describe en esta norma permite conocer el tanto por ciento exacto de la densidad de campo con respecto a la de laboratorio, sin determinación alguna de humedad. De esta forma pueden obtenerse los resultados en unos tres cuartos de hora y sin la utilización de estufa.

2. APARATOS Y MATERIAL NECESARIOS

- 2.1. Balanza de unos 10 kg de capacidad y sensibilidad de un gramo.
- 2.2. Recipiente especial con válvula y embudo.
- 2.3. Bote o frasco de 2 litros, aproximadamente.
- 2.4. Herramientas para practicar el hoyo adecuadas al terreno de que se trata (paleta, cucharón, martillo, cincel, etc.).
- 2.5. Lona de aproximadamente 40 x 40 cm, con un agujero en el centro de unos 12 cm de diámetro.
- 2.6. Tamiz 20 UNE (A.S.T.M. ¾ pulgada).
- 2.7. Arena de tamaño uniforme, limpia y seca.
- 2.8. Un molde y una maza Proctor.
- 2.9. Bandeja de amasado y guantes de goma.
- 2.10. Una espátula o cuchillo para enrasar, con hoja bien recta y resistente.
- 2.11. Una probeta graduada de unos 100 cm<sup>3</sup>.
- 2.12. Un cubo de hormigón de unos 20 x 20 cm para no apoyar el molde directamente sobre el suelo.

3. PROCEDIMIENTO

- 3.1. Se determina la densidad *in situ* en la forma que se describe en la norma NLT-109/72, pero en vez de referida a la masa del suelo seco, referida a la masa del suelo con su humedad natural. Sea  $\rho$  el valor hallado.

- 3.2. Con el suelo situado en los alrededores del agujero practicado, se compacta un molde por el método normal de laboratorio.  
Se dibuja la densidad húmeda resultante sobre la línea vertical correspondiente al cero por ciento en el gráfico de la figura 1. Este es el punto 1.
- 3.3. Se toman 3 kg de suelo en las mismas condiciones que anteriormente, es decir, con su humedad natural, y se les añade un 2 por 100 de agua ( $60 \text{ cm}^3$ ). Se amasa y compacta por el método normal de laboratorio para obtener la densidad húmeda.  
Se convierte el valor obtenido en densidad húmeda referida al suelo con su humedad natural, dividiéndolo por 1,02. Se sitúa este nuevo valor sobre la línea vertical correspondiente al + 2 por 100 del gráfico de la figura 1. Este es el punto 2.
- 3.4. Si el punto 2 tiene una densidad húmeda mayor que la del punto 1, se repite la operación descrita en 3.3, pero añadiendo un 4 por 100 de agua ( $120 \text{ cm}^3$ ), y dividiendo la densidad obtenida por 1,04.  
Se dibuja el nuevo valor sobre la línea vertical correspondiente al + 4 por 100 del gráfico.  
Si el punto 2 tiene una densidad húmeda menor que el punto 1, se pesan 3 kg de suelo a la humedad natural, se dejan secar hasta que pierdan aproximadamente un 2 por 100 de agua, y se pesan de nuevo.  
La tabla 1 da el tanto por ciento de agua perdida (referido al suelo con su humedad natural), que corresponde a la masa del suelo después del secado parcial. Se compacta en el molde el suelo secado y se determina su densidad húmeda. Se divide este valor por la unidad menos el tanto por uno de agua perdida.  
Estos divisores vienen dados en la columna de la tabla que se adjunta, encabezada con el título "Divisores". Se dibuja el punto 3 sobre la línea vertical correspondiente al tanto por ciento negativo correcto.
- 3.5. En general, serán suficientes tres puntos para definir convenientemente la curva. De lo contrario, se repite el proceso descrito cuantas veces sea necesario para determinar el valor máximo  $p_m$ .

#### 4. RESULTADOS

- 4.1. Para obtener el tanto por ciento de la densidad seca del terreno respecto a la máxima densidad seca de laboratorio, se divide el valor de la densidad húmeda  $p$  por la ordenada máxima de la curva  $p_m$ , y se expresa en tanto por ciento.

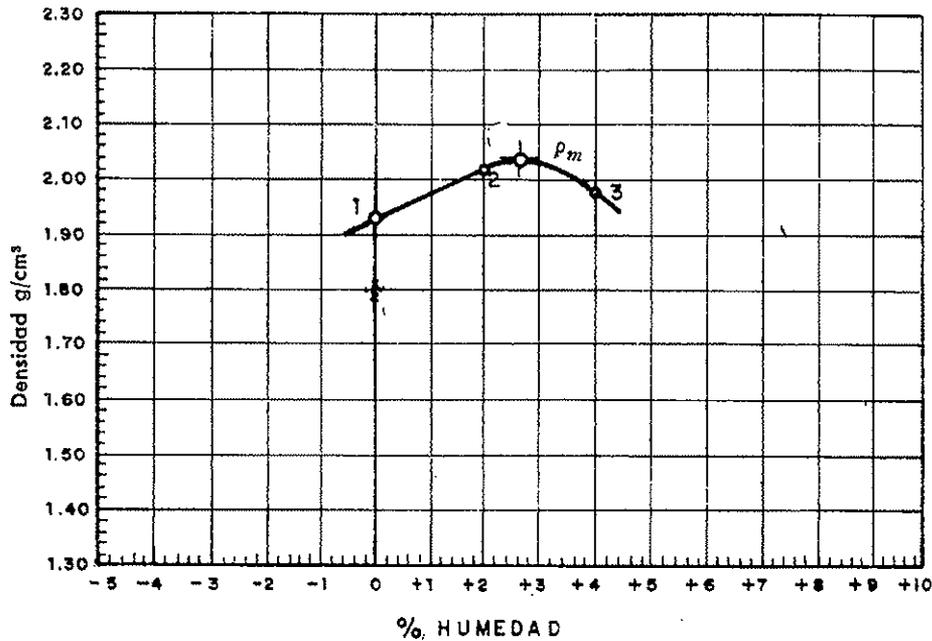
#### 5. OBSERVACIONES

- 5.1. El molde y la maza serán los del ensayo Proctor normal cuando se tome este ensayo como patrón. El ensayo es igualmente aplicable cuando se utilice cualquier otro ensayo normal de laboratorio.

- 5.2. Dada la variedad de suelos que a veces se encuentran en una misma capa de un terraplén, es conveniente utilizar en el ensayo normal de apisonado el suelo extraído del agujero para la densidad *in situ*, si no ha perdido humedad, completando hasta los 3 kg con suelo de las proximidades del agujero, después de comprobar visualmente que se trata del mismo terreno. Asimismo, debe operarse con rapidez y cuidado para evitar pérdidas de humedad, tanto del suelo en sus condiciones originales como del agua añadida.
- 5.3. Si se quiere obtener la curva de densidades secas, basta con obtener la humedad natural del terreno.
- 5.4. Cuando sea preciso secar suelo para obtener algunos de los puntos, pueden simplemente extenderse los 3 kg en una bandeja y dejarlos un rato al sol. Si las condiciones atmosféricas no fueran favorables, puede calentarse ligeramente la bandeja con un mechero o procedimiento análogo, pero cuidando de no sobrecalentar el suelo.
- 5.5. En lugar de obtener puntos separados por un 2 por 100 de agua, puede cambiarse la cantidad de agua añadida para situar el máximo de la curva lo más rápidamente posible y con el mínimo de puntos.

TRABAJO N.º ..... DENOMINACION: ..... MUESTRA N.º .....

**Método rápido de control de compactación**



REVISADO: .....

OPERADOR: .....

FECHA: .....

LOCALIZACION: .....

TABLA DE PERDIDAS DE AGUA Y DIVISORES

Masa inicial del suelo húmedo: 3.000 kg

RELACION DE DENSIDADES EN TANTO POR CIENTO

$$\frac{\rho}{\rho_m} \times 100 =$$

Observaciones: .....

Masa de suelo parc. seco	% de pérdida	Divisores	Masa de suelo parc. seco	% de pérdida	Divisores
2.994	— 0,20	0,998	2.874	— 4,20	0,958
2.988	— 0,40	0,996	2.868	— 4,40	0,956
2.982	— 0,60	0,994	2.862	— 4,60	0,954
2.976	— 0,80	0,992	2.856	— 4,80	0,952
2.970	— 1,00	0,990	2.850	— 5,00	0,950
2.964	— 1,20	0,988	2.844	— 5,20	0,948
2.958	— 1,40	0,986	2.838	— 5,40	0,946
2.952	— 1,60	0,984	2.832	— 5,60	0,944
2.946	— 1,80	0,982	2.826	— 5,80	0,942
2.940	— 2,00	0,980	2.820	— 6,00	0,940
2.934	— 2,20	0,978	2.814	— 6,20	0,938
2.928	— 2,40	0,976	2.808	— 6,40	0,936
2.922	— 2,60	0,974	2.802	— 6,60	0,934
2.916	— 2,80	0,972	2.796	— 6,80	0,932
2.910	— 3,00	0,970	2.790	— 7,00	0,930
2.904	— 3,20	0,968	2.784	— 7,20	0,928
2.898	— 3,40	0,966	2.778	— 7,40	0,926
2.892	— 3,60	0,964	2.772	— 7,60	0,924
2.886	— 3,80	0,962	2.766	— 7,80	0,922
2.880	— 4,00	0,960	2.760	— 8,00	0,920