

# EL ENSAYO PROCTOR

Cualquier proyectista de fundaciones en algún momento ya tuvo que hacer su diseño basado en conclusiones procedentes de un estudio geotécnico, incluyendo la mejora de una capa de suelo de espesor variable, por medio de la sustitución de este por un material granular o de material compactado, por ejemplo, el 95% Proctor Normal o Proctor modificado. Pero, ¿qué significa Proctor?

No todos los terrenos naturales en los cuales se debe realizar un cierto tipo de fundación, son adecuados. Un suelo granular suelto, por ejemplo, puede sufrir deformaciones elásticas inadmisibles. Lo mismo puede ocurrir a un terreno cohesivo por razones de consolidación. Debe entonces ser mejorado este suelo.

La compactación no es seguramente el único método de mejora de suelos, aún si es uno de las más económicos y populares. Existen varios otros métodos, por ejemplo: las inyecciones, el congelamiento, la vibrofluctuación, la precompresión, los drenes, la estabilización con materiales como la cal o las cenizas.

Con la compactación variamos la estructura del suelo y algunas de sus características mecánicas. Algunos de los parámetros que varían con la compactación son: permeabilidad, peso específico y resistencia al corte. A través de la compactación buscamos las propiedades adecuadas para el suelo de una determinada fundación, así como una buena homogenización del mismo, lo cual causará una reducción de la posibilidad de producirse asentamientos diferenciales.

La compactación consiste en un proceso repetitivo, cuyo objetivo es conseguir una densidad específica para una relación óptima de agua, al fin de garantizar las características mecánicas necesarias del suelo. En primer lugar se lanza sobre el suelo natural existente, generalmente en capas sucesivas, un terreno con granulometría adecuada; a seguir se modifica su humedad por medio de aeración o de adición de agua y, finalmente, se le transmite energía de compactación por el medio de golpes o de presión. Para esto se utilizan diversos tipos de máquinas, generalmente rodillos lisos, neumáticos, pie de cabra, vibratorios, etc., en función del tipo de suelo y, muchas veces, de su accesibilidad.

Con los ensayos se pretende determinar los parámetros óptimos de compactación, lo cual asegurará las propiedades necesarias para el proyecto de fundación. Esto se traduce en determinar cual es la humedad que se requiere, con una energía de compactación dada, para obtener la densidad seca máxima que se puede conseguir para un determinado suelo. La humedad que se busca es definida como humedad óptima y es con ella que se alcanza la máxima densidad seca, para la energía de compactación dada. Se define igualmente como densidad seca máxima aquella que se consigue para la humedad óptima.

Es comprobado que el suelo se compacta a la medida en que aumenta su humedad, la densidad seca va aumentando hasta llegar a un punto de máximo, cuya humedad es la óptima. A partir de este punto, cualquier aumento de humedad no supone mayor densidad seca a no ser, por lo contrario, una reducción de esta.

Los análisis son realizados en laboratorio por medio de probetas de compactación a las cuales se agrega agua. Los ensayos más importante son el Proctor Normal o estándar y el Proctor modificado. En ambos análisis son usadas porciones de la muestra de suelo mezclándolas con cantidades distintas de agua, colocándolas en un molde (Cuadro 1) y compactándolas con una masa, anotando las humedades y densidades secas correspondientes. En poder de estos parámetros, humedad/ densidad seca (humedad en %), se colocan los valores conseguidos en un gráfico cartesiano donde la abscisa corresponde a la humedad y la ordenada a la densidad seca. Es así posible diseñar una curva suave y conseguir el punto donde se produce un máximo al cual corresponda la densidad seca máxima y la humedad óptima.



***Molde del ensayo Proctor***

La diferencia básica entre el ensayo Proctor Normal y el Modificado es la energía de compactación usada. En el Normal se hace caer un peso de 2.5 kilogramos de una altura de 30 centímetros, compactando la tierra en 3 camadas con 25 golpes y, en el Modificado, un peso de 5 kilogramo de una altura de 45 centímetros, compactando la tierra en 5 camadas con 50 golpes. Esta diferencia se debe a la existencia de modernos equipos de compactación más pesados que permiten densidades más altas en campo.

Existen diferentes Normas que definen estos ensayos, entre la cuales pueden ser destacadas las Normas americanas, ASTM D-698 para el Proctor Normal y ASTM D-1557 para el ensayo de Proctor modificado y la norma brasileña NBR 7182 que se refiere a ambos ensayos.

Por lo tanto, cuando es exigido un suelo compactado al 90% Proctor normal o modificado, significa que la compactación debe alcanzar una densidad seca de por lo menos 90% de la densidad seca máxima obtenida con los ensayos correspondientes.