

# CAPACIDAD DE CARGA de los suelos

## LECCIÓN VIII ALBAÑILERÍA SUELOS

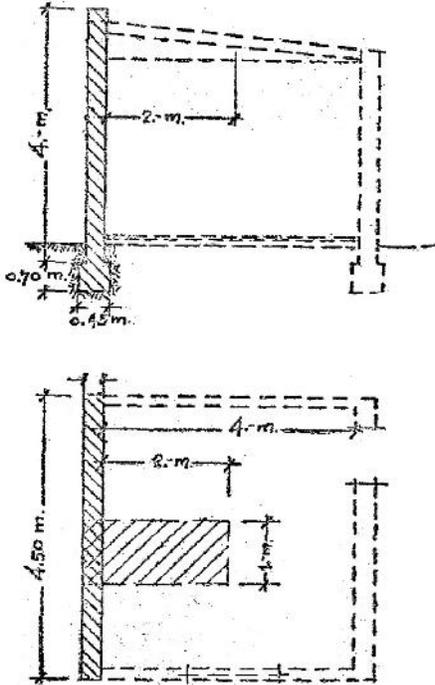


Figura 46

Siendo que las obras de construcción asientan por sus bases en el suelo, es incuestionable que este último debe ser de una naturaleza tal que consienta el peso de las obras sin ceder, lo que equivale a decir que el suelo tiene que ser capaz de resistir las cargas transmitidas por las construcciones sin hundirse.

La condición precedente se cumplirá, cuando las cargas mencionadas sean de un valor igual o menor a los pesos que el terreno puede soportar sin ser penetrados o hendidos por los objetos o construcciones de las cuales provienen aquéllas. Dicha relación siempre debe ser referida a una unidad de superficie, puesto que las bases asentadas sobre el suelo abarcan una cierta extensión y los pesos que descargan se transmiten a través del área correspondiente a la mencionada extensión; por su parte los suelos, debido a su composición y compactación, pueden soportar cargas diferentes de mayor intensidad, cuanto mayor sea la superficie en que incidán las cargas.

Para aclarar lo antedicho expondremos un ejemplo. Supongamos que la base (cimiento) de un muro transmitirá al suelo una carga total de 1.500 kg.; si la base midiera por su longitud 5 m. y por su ancho 0,45 m., la superficie total de asiento de la base será de 2,25 m<sup>2</sup> y los 1.500 kg. Se distribuirán en el suelo a través de ese área de 2,25 m<sup>2</sup>; podríase aumentar o disminuir la superficie en la cual se distribuirá el peso de 1.500 kg., si conviniera a los efectos de la construcción en sí y de este modo, manteniendo la longitud de 5 m. correspondiente al muro, podríamos hacer la base de 0,30 m. de ancho para disminuir su área, o de 0,60 m. para aumentarla, resultando de 1,50 m<sup>2</sup>. y 3 m<sup>2</sup>. de superficie respectivamente; por lo tanto, y para el ejemplo propuesto, la base podrá tener 1,50 m<sup>2</sup>. 2,25 m<sup>2</sup>. y 3 m<sup>2</sup>.; la consecuencia directa de estas diferencias de la superficie de asiento de la base es de que la carga de 1.500 kg. gravitara sobre el suelo con mayor valor cuanto menor sea el área de asiento, puesto que la carga tiene que distribuirse en menor cantidad de unidades de superficie, e inversa, mente si la superficie total acrece lo cual se explica si se razona de la siguiente manera: en 1,50 m<sup>2</sup> están contenidos 15.000 cm<sup>2</sup>, en 2,25 m<sup>2</sup>. 22.500 cm<sup>2</sup>. y en 3 m<sup>2</sup>., 30.000 cm<sup>2</sup>. y si los 1.500 kg. deben distribuirse en estas tres distintas áreas, desde luego se subdividirán más donde haya mayor número de unidades de superficie, que corrientemente se aplican en construcciones en cm<sup>2</sup>.; de aquí resulta que los 1.500 kg. en la base de 15.000 cm<sup>2</sup>. se transmiten al suelo con un valor unitario de 0,100 kg. por cada cm<sup>2</sup>., en la de 22.500 cm<sup>2</sup>. con 0,066 kg. por cm<sup>2</sup>. y en la de 30.000 cm<sup>2</sup>. con 0,050 kg. por cm<sup>2</sup>., con lo que queda demostrado que las cargas son transmitidas al

suelo con un valor unitario mayor o menor, según el valor de la superficie de base que las trasmite.



Figura 47

En cuanto a los suelos, hemos dicho que resisten más o menos, conforme a su composición y a su compactación. La composición, como del término se deduce, se refiere a las sustancias que forman su masa y en la proporción en que están contenidas cada una; la compactación a su vez expresa el grado de apelmazamiento o "apretamiento" que tienen las sustancias componentes; la composición determina que unos suelos

resistan más carga por cm<sup>2</sup>. que otros según que ella otorgue características pétreas o terrosas, y dentro de estas características califiquen al suelo como granítico, calcáreo, etc., o arcilloso, margoso, etc., cuyos valores resistentes damos más adelante; la compactación influye por la misma razón de que cuanto más apretado esté un suelo, menos vacíos tiene o más pequeños son ellos, de manera que hay menos lugares en los cuales pueden incluirse las partículas al ser presionadas por las cargas, resultando de aquí que los terrenos más compactos resisten más que los que no son tan apretados, dicho esto para terrenos de la misma composición.

La capacidad de resistencia de los terrenos está dada en cm<sup>2</sup> y la unidad de carga comúnmente utilizada en construcciones, es la de kg., es decir entonces, que los suelos se clasifican para resistir en kg. por cm<sup>2</sup>. (kg/cm<sup>2</sup>.)

De lo expuesto hasta aquí debe concluirse en consecuencia, que las bases de asiento de las construcciones deben ser construidas de una superficie tal que asegure una distribución de la carga por cm<sup>2</sup> equivalente a la carga que el suelo resiste por cm<sup>2</sup>., o menor. En el ejemplo propuesto anteriormente y dadas las tres áreas establecidas, habrá que adoptar aquella en que la trasmisión del peso por unidad de superficie convenga a la resistencia del suelo en la misma unidad, y para conocer esto último debe estudiarse y ensayarse el suelo previamente al proyecto de la construcción a levantar.

Mampostería de ladrillos comunes .....	1.600 kg/m <sup>3</sup>
Mampostería de ladrillos prensados .....	1.800 kg/m <sup>3</sup>
Sillería de piedra granítica .....	2.400 kg/m <sup>3</sup>
Sillería de piedra calcárea .....	2.200 kg/m <sup>3</sup>
Hormigón armado .....	2.400 kg/m <sup>3</sup>
Hormigón de piedra, sin armar .....	2.000 kg/m <sup>3</sup>
Hormigón de cascotes, sin armar .....	1.800 kg/m <sup>3</sup>
Mortero de cal .....	1.700 kg/m <sup>3</sup>
Mortero de cemento .....	1.800 kg/m <sup>3</sup>
Cielo raso de yeso (con armazón) .....	40 kg/m <sup>2</sup>
Cielo raso de cal (con armazón) .....	50 kg/m <sup>2</sup>
Bovedillas de ladrillos y tirantería metálica .....	220 kg/m <sup>2</sup>
Cubiertas de ho. galv. ondul. y tirantería madera .....	40 kg/m <sup>2</sup>
Cubiertas de tejas planas y tirantería madera .....	100 kg/m <sup>2</sup>
Cubiertas de tejas acanaladas y tirantería madera .....	120 kg/m <sup>2</sup>
Piso de mosaicos (sin contrapiso) .....	30 kg/m <sup>2</sup>
Piso de baldosas (sin contrapiso) .....	25 kg/m <sup>2</sup>

El estudio y ensayo de los suelos es parte importante en la construcción de obras y conforme a la magnitud y características de éstas, asume importancia fundamental en algunos casos. Para nuestro Curso de Albañilería no implica tanta importancia, pero sí la suficiente para no caer en el riesgo de defectos de construcción que pueden hacerse presentes cuando se trate de

habitaciones, construcciones en una planta alta, etc.

A continuación nos referiremos a formas prácticas de estudiar y ensayar los suelos condicionado a la índole de la extensión y profundidad necesarias al tema que nos ocupa.



Previamente debe conocerse el valor de la carga de las obras, lo cual se establece por el análisis de estas y la aplicación de pesos unitarios. El peso unitario de las estructuras más comunes es el que se detalla a continuación:

Mampostería de ladrillos comunes	1.600 kg/m <sup>3</sup>
Mampostería de ladrillos prensados	1.800 kg/m <sup>3</sup>
Sillería de piedra granítica	2.400 kg/m <sup>3</sup> .
Sillería de piedra calcárea	2.200 kg/m <sup>3</sup>
Hormigón armado	2.400 kg/m <sup>3</sup>
Hormigón de piedra, sin armar	2.000 kg/m <sup>3</sup> .
Hormigón de cascotes, sin armar	1.800 kg/m <sup>3</sup>
Mortero de cal	1.700 kg/m <sup>3</sup> .
Mortero de cemento	1.800 kg/m <sup>3</sup>
Cielo raso de yeso (con armazón)	40 kg/m <sup>2</sup> .
Cielo raso de cal (con armazón)	50 kg/m <sup>2</sup>
Bovedillas de ladrillos y tirantería metálica	220 kg/m <sup>2</sup>
Cubiertas de ho. galv. ondul. y tirantería madera	40 kg/m <sup>2</sup>
Cubiertas de tejas planas y tirantería madera	100 kg/m <sup>2</sup> .
Cubiertas de tejas acanaladas y tirantería madera	120 kg/m <sup>2</sup> .
Piso de mosaicos (sin contrapiso)	30 kg/m <sup>2</sup>
Piso de baldosas (sin contrapiso)	25 kg/m <sup>2</sup> .

Desarrollemos un ejemplo de cálculo de peso de una estructura y adoptemos para ello un muro de mampostería de ladrillos comunes de 0,30 m. de espesor, 4 m. de altura y 4,50 m. de longitud conocimiento de 0,70 m. de profundidad y 0,45 m. de ancho, revocado de ambos lados y soportando una cubierta de hierro galvanizado ácana, lado con tirantería de madera, provista de cielo raso de mortero de cal:

Valiéndonos de la figura 46, establecemos que la cubierta al apoyar en dos muros, descarga su peno por mitades en cada uno de ellos y por lo tanto, en el muro que nos interesa gravitará con la mitad de su carga total.

Además, siendo que el muro a analizar mide 4,50 m. de longitud, para el estudio a realizar no se necesita considerar la longitud total, sino que el resultarlo puede obtenerse con mayor facilidad refiriéndolo a un metro de longitud. En consecuencia, para establecer la carga que trasmitirá al terreno, determinaremos el peso de un metro de ancho de cubierta y un metro de longitud del muro y del cimiento respectivo, figura 46.

Peso de la cubierta:

$$2, — \times 1, — = 2, — \text{ m}^2$$

$$2 \text{ m}^2. \times 40 \text{ kg} = 80, — \text{ kg.}$$

Peso del cielo raso:

$$2, — \times 1, — = 2, — \text{ m}^2$$

$$2 \text{ m}^2. \times 50 \text{ kg} = 100 \text{ kg.}$$

Peso del muro:

$$4, — \times 0,30 \times 1, — = 1,20 \text{ m}^3.$$



$$1,20\text{m}^3 \times 1.600 = 1.920 \text{ Kg.}$$

Peso del cimientto:

$$0,70 \times 0,45 \times 1.— = 0,315 \text{ m}^3$$

$$0,315 \text{ m}^3 \times 1.600 = 504 \text{ kg.}$$

Peso total:

$$\text{Peso cubierta} = 80 \text{ kg.}$$

$$\text{Peso cielo roso} = 100 \text{ kg.}$$

$$\text{Peso muro} = 1.920 \text{ kg.}$$

$$\text{Peso cimientto} = \underline{504 \text{ kg.}}$$

$$2.604 \text{ kg.}$$

Tierra vegetal naturalmente húmeda .. .. .	1,— kg/cm <sup>2</sup>
Tierra vegetal muy húmeda .. .. .	0,5 kg/cm <sup>2</sup> .
Tierra vegetal nat. húmeda mezclada con arena .. .. .	1,5 kg/cm <sup>2</sup> .
Tierra vegetal mezclada con arcilla seca .. .. .	4,— kg/cm <sup>2</sup> .
Terreno de relleno (tierra vegetal, arena y cascotes) apisonado .. .. .	2,— kg/cm <sup>2</sup> .
Barro y fango .. .. .	6,— kg/cm <sup>2</sup> .
Arcilla seca .. .. .	1,5 kg/cm <sup>2</sup> .
Arcilla muy húmeda .. .. .	2,5 kg/cm <sup>2</sup> .
Tierra greda poco compacta .. .. .	2,— kg/cm <sup>2</sup> .
Tierra greda compacta .. .. .	5,— kg/cm <sup>2</sup> .
Arena fina sin compactar .. .. .	7,— kg/cm <sup>2</sup> .
Arena fina compactada .. .. .	5,5 kg/cm <sup>2</sup> .
Arena mediana compactada .. .. .	9,— kg/cm <sup>2</sup> .
Tosca compacta .. .. .	
Tosca dura .. .. .	

Carga unitaria: el peso de 2.604 kg. se trasmite al suelo por medio de la base de apoyo, que en este caso está constituida por el cimientto, et que asienta en el terreno con un ancho de 0,45 m. y en la longitud de 1 m. establecida; el resultado será.

$$0,45 \times 1.— = 0,45 \text{ m.}^2 = 4.500 \text{ cm}^2.$$

y la carga unitaria se calculará dividiendo la carga total por la superficie de asiento del cimientto:

$$2.604 \text{ kg.} \div 4.500 \text{ cm}^2 = 0,578 \text{ kg/cm}^2.$$

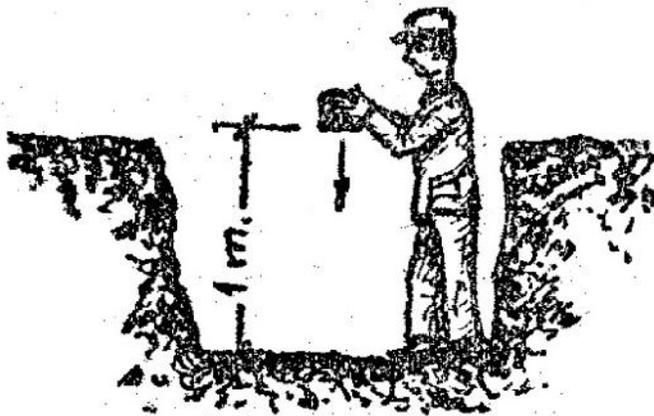
Con el dato de la carga unitaria transmitida por la construcción, corresponde establecer si el terreno puede resistirla; si esto ocurre, puede aplicarse de inmediato a la obra, pero si el cálculo demostrara que el valor de la carga unitaria es mayor que la resistencia del terreno, débese aumentar la superficie de asiento hasta que la carga unitaria disminuya en tal forma, que sea igual o menor que la resistencia del terreno.

Ya hemos dicho que la resistencia de los suelos depende de su composición y de su compactación y los valores de dicha resistencia se conocen, para distintos tipos de terrenos, algunos de los cuales (los más comunes) insertamos a continuación:

Tierra vegetal naturalmente húmeda	1,— kg/cm <sup>2</sup>
Tierra vegetal muy húmeda	0,5 kg/cm <sup>2</sup> .
Tierra vegetal nat. húmeda mezclada con arena	1,5 kg/cm <sup>2</sup>
Tierra vegetal mezclada con arcilla seca	4,— kg/cm <sup>2</sup> .
Terreno de relleno (tierra vegetal, arena y cascotes) apisonado	2,— kg/cm <sup>2</sup> .
Barro y fango	-----
Arcilla seca	6,— kg/cm <sup>2</sup> .
Arcilla muy húmeda	-----
Tierra greda poco compacta	1,5 kg/cm <sup>2</sup> .
Tierra greda compacta	2,5 kg/cm <sup>2</sup> .
Arena fina sin compactar	2,— kg/cm <sup>2</sup> .
Arena fina compactada	5,— Kg/cm <sup>2</sup> .
Arena mediana compactada	7,— kg/cm <sup>2</sup> .
Tosca compacta	5,5 kg/cm <sup>2</sup> .
Tosca dura	9,— kg/cm <sup>2</sup> .

Para reconocer los suelos, esto es, para saber de qué clase se trata, es necesario haber visto suelos y tenido quien asesore acerca de su clase. De otra manera, es cuestión de estudiar los tipos viendo muestras de cada uno. Nuestros lectores deben conocer algunos o todos los tipos de terrenos que consignamos en la tabla precedente, pero si tuvieran dudas, no queda otro recurso que sacar del suelo un poco del mismo, como muestra y consultar a alguien que sea entendido en el tema.

Un ligero examen de los suelos insertos en la tabla dará idea de su capacidad para resistir a las construcciones.



**Figura 48**

1. La tierra vegetal naturalmente húmeda y la misma mezclada con arena, son aptas para soportar el peso de construcciones comunes, como habitaciones en planta baja solamente, verjas, tabiques, columnas de galerías de hierro galvanizado acanalado y tirantería de madera.

2. La tierra vegetal muy húmeda, sólo podría servir para tapias y verjas livianas, cordones de galerías, muros de poco espesor para gallineros y en general toda obra muy liviana.

3. La tierra vegetal mezclada con arcilla seca tiene las mismas aplicaciones de la tierra vegetal muy húmeda.

4. El terreno de relleno es comprometido; la resistencia consignada de 2 kg/cm<sup>2</sup> se refiere a apisonamientos muy bien efectuados con suficiente humedecimiento y fuerte compactación por medio de pisón; siempre presentan la probabilidad de conservar partes no muy compactadas, imposibles de comprobar, que podrían ocasionar asentamientos con sus naturales

consecuencias de grietas y otras deficiencias. Es preferible sólo utilizarlo para los casos expuestos en 2).

5. El barro y el fango deben descartarse en cualquier caso.
6. La arcilla muy húmeda o impregnada de agua deben descartarse en todos los casos. La arcilla seca sólo sería utilizable si se tuviera la completa seguridad de que no tendrá contacto con agua, pero como esto es difícil de asegurar y también de impedir, no es prudente usarla como terreno de fundación. La arcilla tiene la propiedad de absorber con facilidad el agua y al ocurrir eso, se torna plástica y poco o nada resistente.
7. 7) La tierra greda poco compacta y muy compacta y la tosca, son generalmente aptas para obras corrientes. Las dos primeras requerirán solamente no tener contacto con agua en cantidad apreciable, pues en ese caso al ablandarse, disminuiría su resistencia, lo cual es fácil evitar haciendo las excavaciones para la fundación a una profundidad mayor que 0,60 m.
8. Los suelos de arena son aptos siempre que la arena no tenga probabilidades de escurrirse, para lo cual debe hallarse "encajonada", es decir, contenida por el terreno circundante.

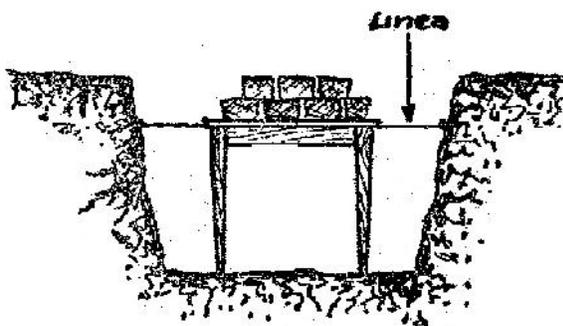


Figura 49

Prácticamente y en especial para construcciones no considerables, como las tratadas en este Curso, existen métodos de determinación de la resistencia de los suelos, cuya aplicación bien efectuada da excelentes resultados. Nos referiremos a esos métodos, dejando expresa constancia que son aplicables solamente a obras comunes cuyo peso corresponde al de estructuras u obras simples, como habitaciones y dependencias en planta baja,

depósitos chicos, columnas o pilares para vigas pequeñas, etc., no obstante que su práctica frecuente puede llegar a permitir comprobaciones en casos más complicados, cuando la observación sucesiva por parte de quienes trabajan constantemente en construcciones, los ha hecho expertos conocedores.

Procedimiento de la pala: hecha la excavación y habiendo alcanzado ya la profundidad en que se pretenda fundar la obra, se toma la pala de punta y levantándola de manera que la empuñadura quede a la altura de la cabeza del que opera, se la impulsa violentamente hacia abajo teniéndola siempre tomada de la empuñadura; la pala se clavará en el suelo y si su penetración no es mayor de 2 a 3 cm., puede admitirse que el suelo es bastante resistente para resistir el peso de obras como las mencionadas en el párrafo anterior. Figura 47.

Procedimiento de la posa: en las mismas condiciones del caso anterior, se toma un adoquín de formas más o menos regulares y se lo deja caer desde una altura de 1 m. arriba del suelo a ensayar. Si el suelo es suficientemente resistente, el adoquín rebotará dejando una huella de penetración no mayor de 0,5 cm.; si el terreno presentara un hundimiento mayor debe creerse que el suelo no permite más que obras pequeñas como tapias, tabiques, etc., pero no muros de carga o de espesores de 30 cm., o más; si el adoquín no rebota y queda incrustado aunque la penetración no fuera más que de 2 a 3 cms., demostraría que el suelo es demasiado compresible y no admitirá sino cargas muy reducidas. Figura 48.



El mismo procedimiento puede aplicarse usando una esfera de fundición, en cuyo caso la penetración máxima no deberá sobrepasar de 2 cms. Utilizando una esfera de madera dura (bocha) la penetración no debe exceder de 1 cm. El diámetro de la esfera de fundición debe ser de 10 cms.

Procedimiento de la mesa: este procedimiento es ya científico y lo consignamos con el propósito de « suministrar un método que no sea empírico, destinado a quienes puedan y quieran aplicar un sistema más exacto y matemático, en la seguridad de que habrá muchos lectores a quienes les interesa. Lo damos a título de elemento complementario y serio para ensayo de suelos.

Se usa una mesa más o menos robusta de tres o cuatro patas; se mide la superficie de apoyo (en la parte inferior) de las patas y se la instala sobre el terreno a ensayar; se coloca una línea afirmada a los costados de la excavación y coincidiendo con un borde de la tabla superior; se carga la parte superior de la mesa con pesos conocidos que se colocan sucesivamente a la vez que se observa la línea y cuando ésta acusa que la mesa ha bajado (se ha hundido) se suspende la colocación de pesos; dividiendo el peso total colocado sobre la mesa por la superficie de todas las patas de la mesa, se tendrá el valor de la carga con que el terreno ha cedido.

Ejemplo: la mesa usada tiene 4 patas, cada una de las cuales mide 2,5 cms. de lado; la superficie de las cuatro patas será:

$$\begin{aligned} 1 \text{ pata} &= 2,5 \times 2,5 = 6,25 \text{ cm} \\ 4 \text{ patas} &= 6,25 \times 4 = 25 \text{ cm}^2. \end{aligned}$$

El peso que se colocó encima hasta que la mesa bajó por efecto del hundimiento del terreno, fue de 100 kg.; la carga a la cual cedió el terreno fue de:

$$100 \text{ kg.} \div 25 \text{ cm}^2 = 4 \text{ kg/cm}^2 \text{ en consecuencia las bases de la obra deberán tener una superficie tal que el terreno- resista una carga menor de } 4 \text{ kg. por cm}^2.$$

Los pesos a colocar sobre la mesa pueden ser de cualquier clase como ladrillos, piedras, etc., con la sola precaución de pesarlos antes de colocarlos o al retirarlos y establecer lo más exactamente posible el valor total.

El hundimiento de la mesa se debe exclusivamente a que el terreno ha cedido bajo la presión de la masa y los pesos y esto se nota porque la línea aparece más arriba del borde donde se la hizo coincidir. Bastará que la línea acusé un hundimiento pequeño, por ejemplo 0,5 mm para suspender el ensayo, pues ese pequeño hundimiento es suficiente prueba de que el suelo no resiste más carga.

En el ejemplo expuesto se ha omitido el peso de la mesa, pero es incuestionable que debe sumárselo al da la carga depositada encima.