



2.9 Compactación

Objetivo: El alumno seleccionara adecuadamente el procedimiento constructivo en trabajos de terracería.



2.9 Compactación

Es el procedimiento de aplicar energía al suelo suelto para eliminar espacios vacíos, aumentando así su densidad y en consecuencia , su capacidad de soporte y estabilidad entre otras propiedades. Su objetivo es el mejoramiento de las propiedades mecánicas del suelo.

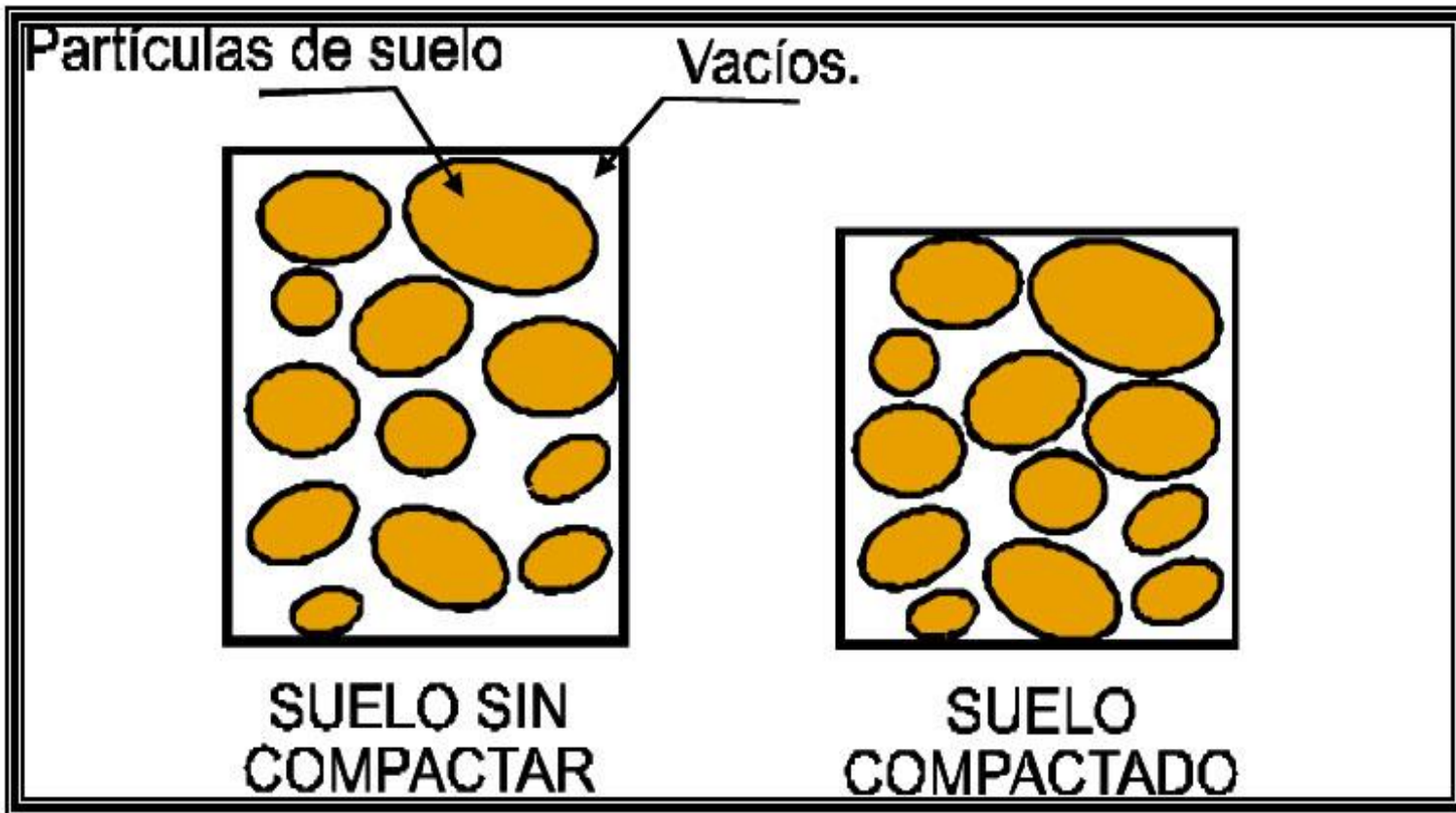


2.9 Compactación

Consecuencia del suelo debido a la mala compactación:

- **Asentamientos**; Movimiento vertical del suelo inferior debido al peso del relleno.
- **Subsidencia**; Movimiento vertical dentro de un relleno debido a su propio peso.
- Aumenta el potencial de expansión por heladas.

2.9 Compactación





Ventajas de la Compactación

Permite el mejoramiento de las siguientes propiedades:

- Aumenta la capacidad de soporte del suelo
- Reduce los asentamientos del terreno
- Reduce la permeabilidad del suelo, el escurrimiento y la penetración del suelo. El agua fluye y el drenaje puede regularse
- Reduce el esponjamiento y la contracción del suelo
- Impide daños en las heladas, puesto que el agua se expande y aumenta de volumen al congelarse.



Variables que afectan al proceso de compactación

- Método de compactación
- Humedad original del suelo
- Granulometría del material
- Temperatura
- Recompactación
- Numero y espesor de capas, numero de pasadas, etc.



Métodos de compactación del suelo

1.- Compactación estática o por presión:

La compactación se logra utilizando una máquina pesada, cuyo peso comprime las partículas del suelo, sin necesidad de movimiento vibratorio.

Por ejemplo : Rodillo Estático o Rodillo Liso



Métodos de compactación del suelo

2.- Compactación por impacto:

La compactación es producida por una placa apisonadora que golpea y se separa del suelo a alta velocidad.

Por ejemplo : Un apisonador



Métodos de compactación del suelo

3.- Compactación por vibración:

La compactación se logra aplicando al suelo vibraciones de alta frecuencia .

Por ejemplo : Placa o rodillos vibratorios.



Métodos de compactación del suelo

4.- Compactación por amasado:

La compactación se logra aplicando al suelo altas presiones distribuidas en áreas mas pequeñas que los rodillos lisos.

Por ejemplo : Un rodillo “Pata de Cabra”



Pruebas de compactación del suelo

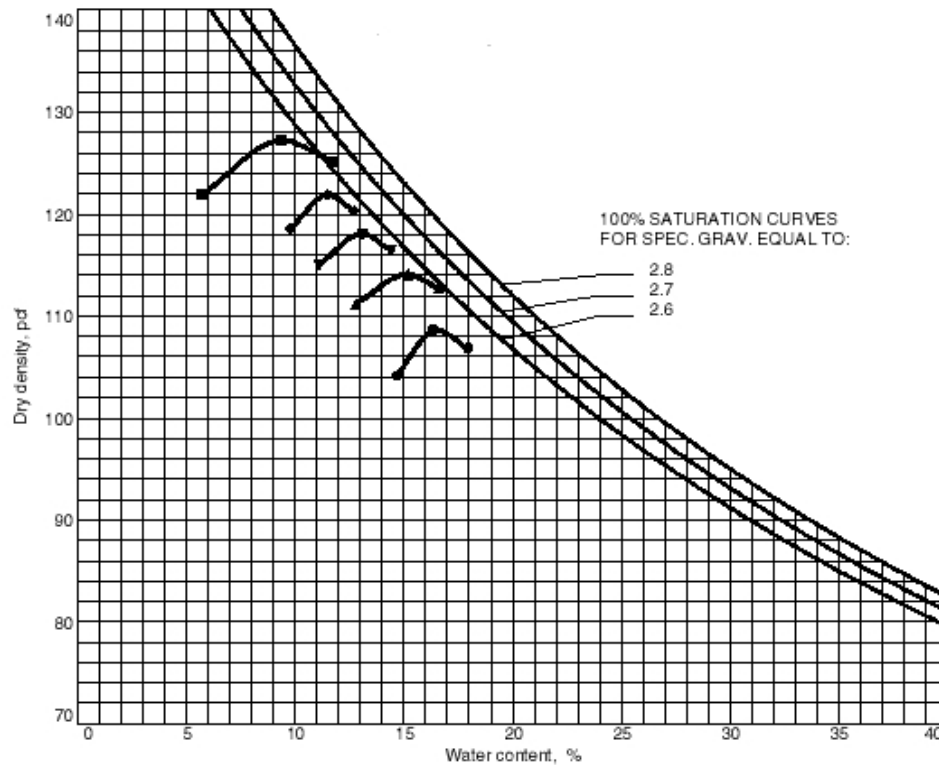
Proctor (1933) definió cuatro variables que afectan a la compactación en suelos con cohesión:

- Peso unitario seco
- Contenido de agua
- Tipo de suelo
- Energía de compactación (kf/m^3)



Pruebas de compactación del suelo

COMPACTION TEST REPORT



Curva Densidad vs. Humedad

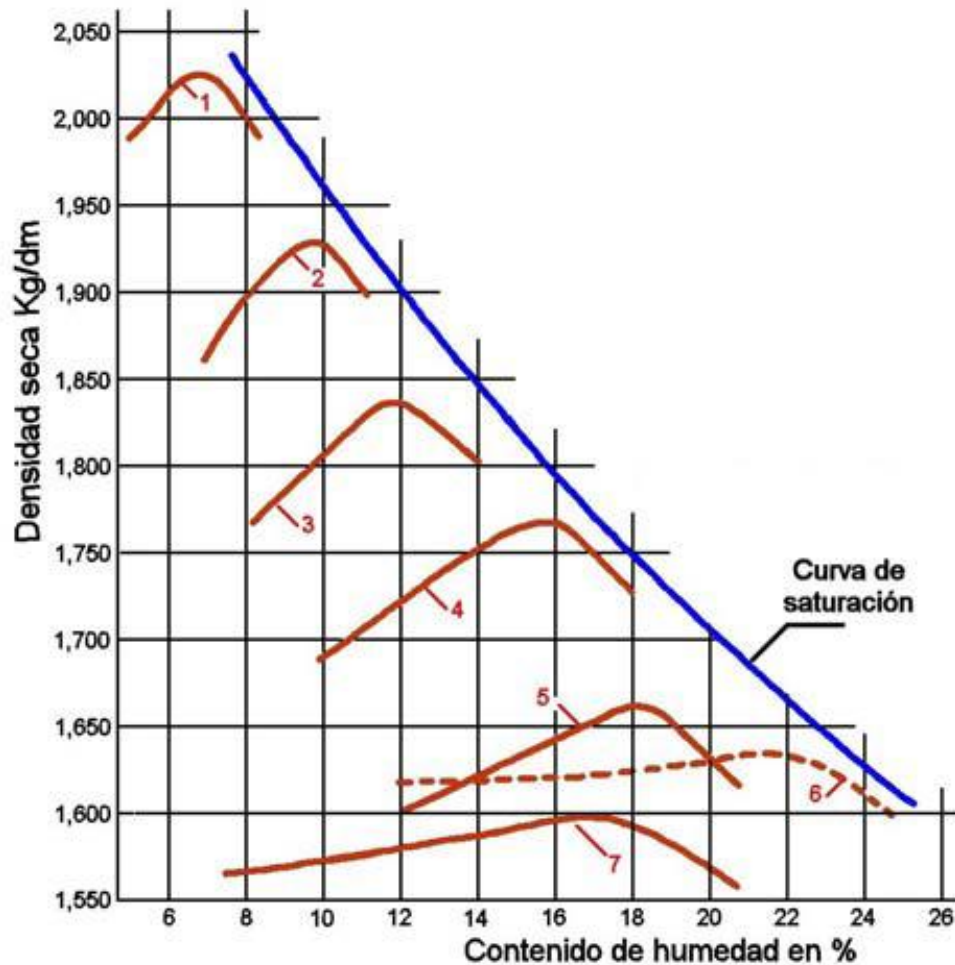


Pruebas de compactación del suelo

Nº	Descripción
1	Granular grueso bien Graduado
2	Granular medio bien graduado
3	Granular medianamente graduado
4	Limo arenoso - arcilla
5	Limo arcilloso
6	Loes arenoso
7	Arcilla pesada
8	Arena mal graduada

Cada suelo reacciona de diferente manera con respecto a la densidad máxima y la humedad óptima, por lo tanto, cada suelo tendrá su propia y única curva de control.

Pruebas de compactación del suelo



Compactación



Conclusiones de la prueba de laboratorio

Con cierta humedad, el suelo llega a su densidad máxima cuando se aplica una cantidad específica de energía.

La densidad máxima que se obtiene bajo estas condiciones se llama Densidad Proctor 100%.

El valor de la humedad en el punto de densidad máxima se llama humedad óptima.

El valor Proctor 100% se utiliza como base para medir el grado de compactación del suelo, por lo tanto es la medida estándar para la compactación.



Movimiento de tierras.



Proctor Modificado (LNV95 - NCh 1534 - II) y Estándar (LNV94 - NCh 1534 I)

Los objetivos de la prueba proctor son dos:

- Medir e indicar la densidad obtenible de un suelo dado por norma.
- Determinar el defecto de la humedad



Movimiento de tierras.

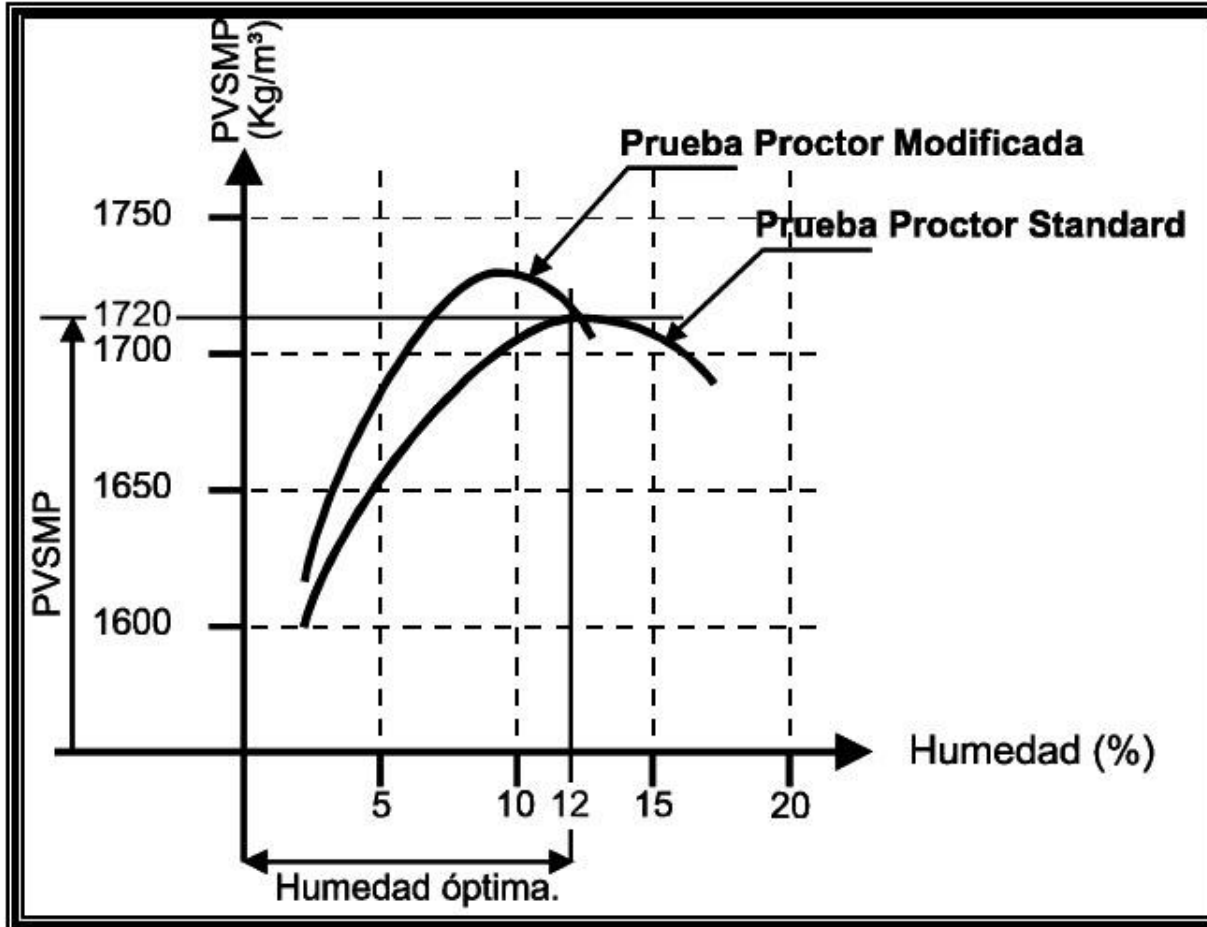


Proctor Modificado (LNV95 - NCh 1534 - II) y Estándar (LNV94 - NCh 1534 I)

Procedimiento:

1. Se compacta una muestra del suelo en un recipiente estándar de 101.6 mm de diámetro por 116.6 mm de altura con una capacidad de 0.00094 m^3 .
2. El recipiente se llena con tres capas.
3. Cada capa se compacta empleando una pesa de 2.5 Kg. que se eleva una distancia de un pie y se deja caer 25 veces.
4. Se obtiene una muestra que ha recibido un total de 60.579 metros kilos de energía por m^3 .
5. Se pesa la muestra con peso húmedo y luego de secarla (peso seco). Esto corresponde a la humedad del suelo.
6. El procedimiento de repite para distintas cantidades de humedad.
7. Manejando los datos en un grafico se obtiene la curva Densidad vs. Humedad.

Proctor Modificado y Estándar



Pruebas IN SITU; Método del Cono de Arena



- Se excava un hueco de 15 cm. de ancho por 15 cm. de profundidad en el suelo compactado.
- Se pesa el suelo extraído.
- Se seca y se vuelve a pesar. Se obtiene el porcentaje de humedad.
- Un cono con granos de arena uniformes se coloca sobre el agujero y este se llena con arena.
- Se divide el peso extraído seco por el volumen de arena que se requiere para llenar el hueco y se obtiene la densidad del suelo compactado en Kg./m^3 .
- La densidad obtenida se compara con la densidad máxima Proctor, obteniendo la densidad Proctor Relativa.

Pruebas IN SITU; Método del Densímetro Nuclear



Opera con el principio de que los suelos densos absorben mas radiación que los suelos sueltos.

- El densímetro se coloca sobre el suelo a probar y se conecta para que funcione.
- Los rayos Gamma de una fuente radiactiva penetran en el suelo y, según sea el número de huecos que existan, un número de rayos se reflejan y vuelven a la superficie.
- Esta densidad se compara con la máxima Proctor y se obtiene la densidad relativa Proctor.



Movimiento de tierras.



Elección del método de Compactación

La elección del método de compactación depende de :

- Tipo del suelo
- Variaciones del suelo dentro de la obra
- Tamaño e importancia de la obra a ejecutar
- Especificaciones de compactación del proyecto: densidad, humedad optima, tamaño del sitio, numero de pasadas.
- Tiempo disponible para ejecutar el trabajo.
- Equipo que ya se posea antes de comenzar el trabajo.
- Economía.



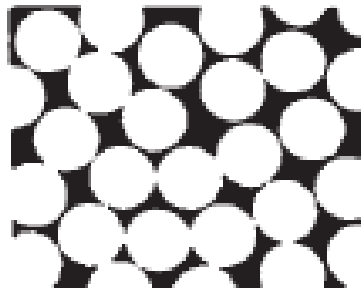
Movimiento de tierras.



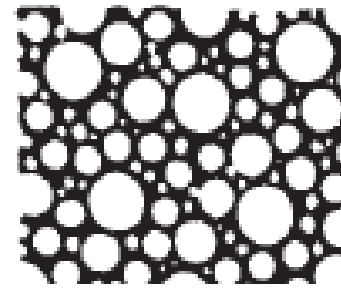
Granulometría del material

Para la obtención de una eficiente compactación es necesario, que haya partículas de todos los tamaños en el material por compactar.

MATERIAL GRADATION



Poorly-graded



Well-graded



Granulometría del material

Escala granulométrica	
Partícula	Tamaño
<u>Arcillas</u>	$< 0,002 \text{ mm}$
<u>Limos</u>	$0,002-0,06 \text{ mm}$
<u>Arenas</u>	$0,06-2 \text{ mm}$
<u>Gravas</u>	$2 \text{ mm}-6 \text{ cm}$
<u>Cantos rodados</u>	$6-25 \text{ cm}$
<u>Bloques</u>	$>25 \text{ cm}$



Movimiento de tierras.



Numero de pasadas del equipo

El número de pasadas que un equipo deba dar sobre un material dependerá de:

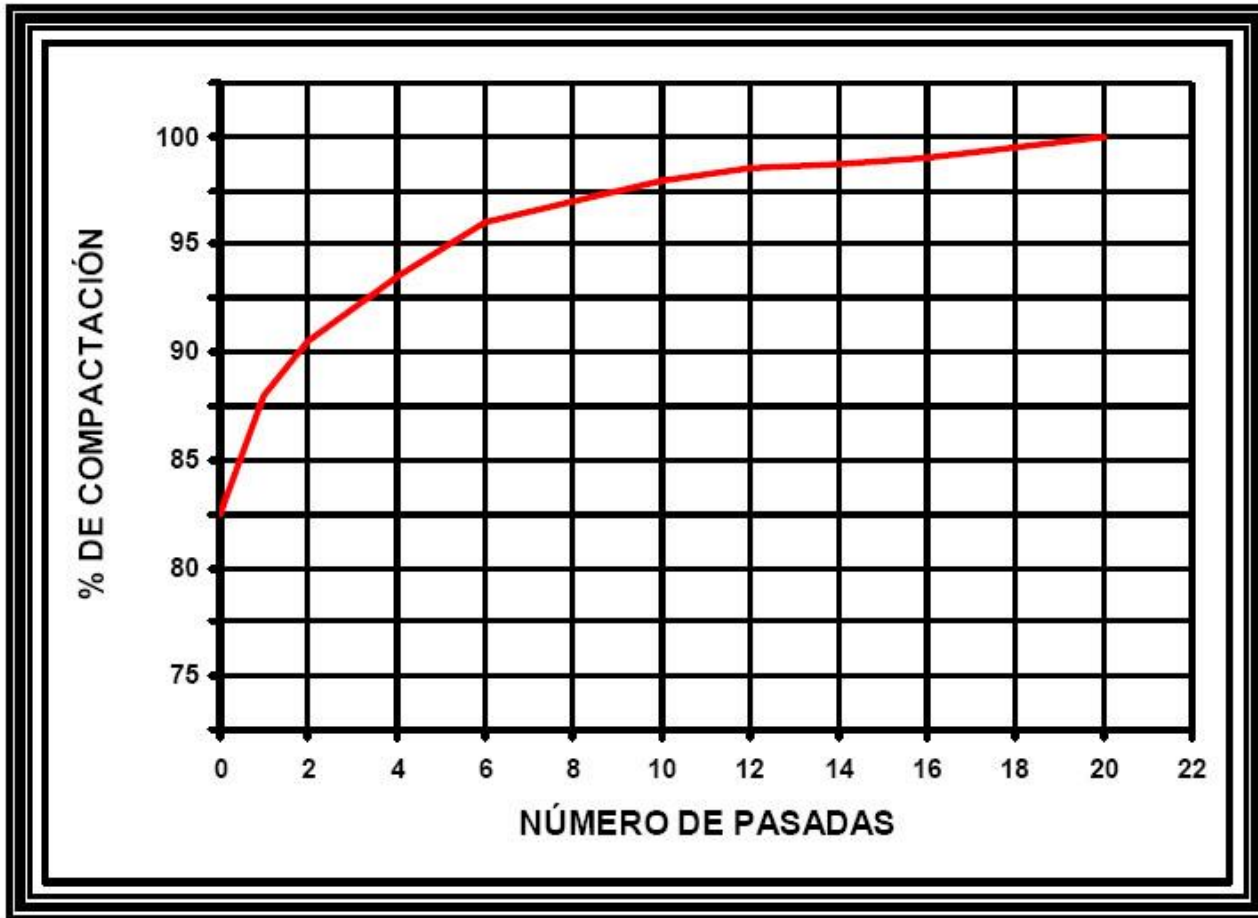
- Tipo de compactador
- Tipo de material
- Contenido de humedad
- Forma en que aplique la presión al material



Movimiento de tierras.



Numero de pasadas del equipo



Compactación



Movimiento de tierras.



Numero de pasadas del equipo

EQUIPO	PROFUNDIDAD DE LA CAPA (cm) (E)	No. DE PASADAS (N)	
		PARA 90%	PARA 95%
RODILLO METALICO	10 A 20	7 A 9	10 A 12
NEUMÁTICO LIGERO	15 A 20	5 A 6	8 A 9
NEUMÁTICO PESADO	HASTA 70	4 A 5	6 A 8
RODILLO DE IMPACTO	20 A 30	5 A 6	6 A 8
RODILLO DE REJA	20 A 25	6 A 7	7 A 9
PATA DE CABRA VIBRATORIA	20 A 30	3 A 5	6 A 7
LISO VIBRATORIO	20 A 30	VER GRAFICA SIGUIENTE	

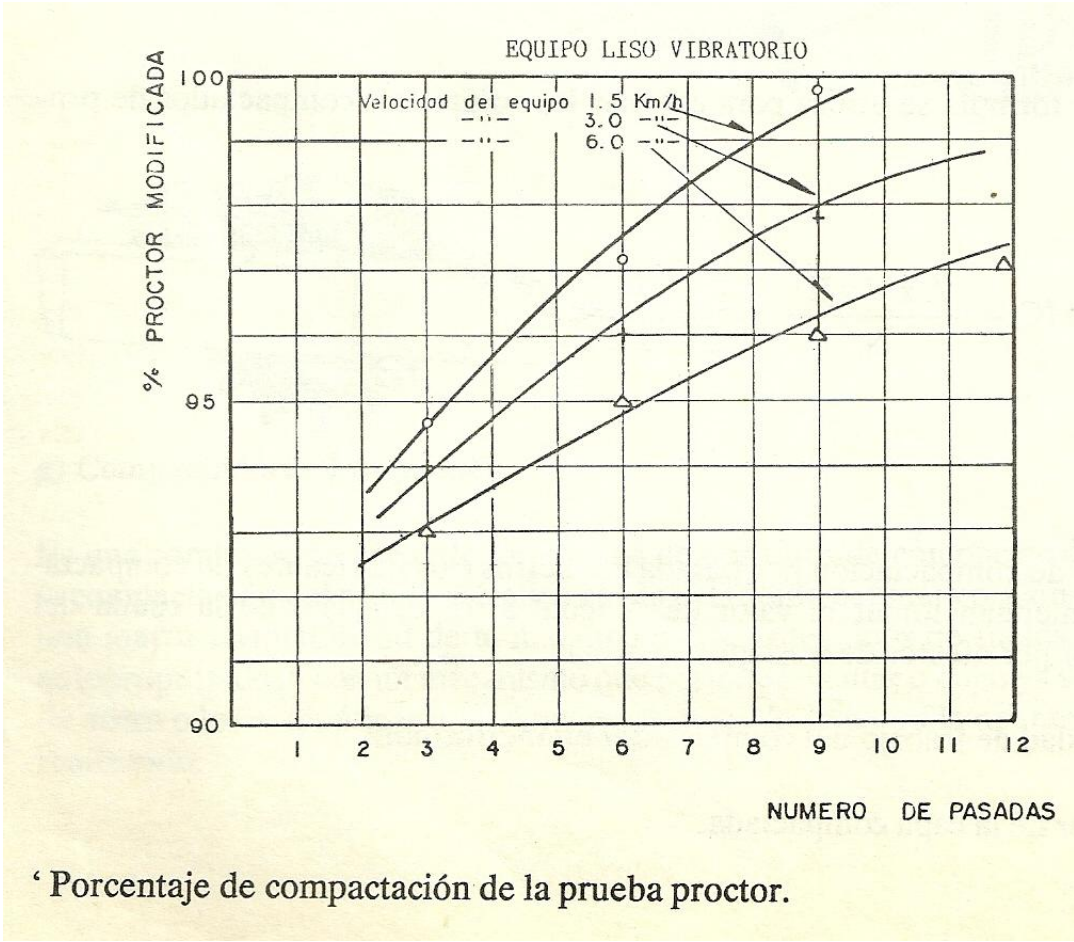
Compactación



Movimiento de tierras.



Numero de pasadas del equipo



Compactación



Elección del método de Compactación

SUELOS GRANULARES :

Se compactan mejor por vibración.

La vibración reduce las fuerzas de fricción, dejando que las partículas caigan libremente por su propio peso.



Elección del método de Compactación

SUELOS COHESIVOS :

Se compactan mejor por amasado e impacto. La tendencia de los suelos es combinarse, formando laminaciones continuas con espacios de aire entre ellas, impidiendo que caigan partículas en los vacíos con la vibración. La fuerza de impacto produce un esfuerzo de cizalle que junta las laminaciones ,oprimiendo las bolsas de aire hacia la superficie.

[2.10 Tipos, propiedades y aplicaciones de los explosivos](#)