

CBR



CALIFORNIA BEARING RATIO

- ASTM D1883
- ASTM D4429-93
- AASHTO T 193
- MTC E132-2016



CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR

OBJETIVO

El ensayo CBR se emplea para evaluar la capacidad portante de terrenos compactados como suelos de subrasante y de las capas de subsuelo, base y afirmado de pavimento, explanadas así como en la clasificación de terrenos.

Las siglas CBR significan Californian Bearing Ratio y proviene de que este ensayo fue desarrollado, antes de la segunda guerra mundial, por el Departamento de Transportes de California.

La **prueba CBR** de suelos consiste básicamente en compactar un terreno en unos moldes normalizados, sumergirlos en agua y aplicar un punzonamiento sobre la superficie del terreno mediante un pistón normalizado.

USO DEL ENSAYO

El CBR es un ensayo que se puede utilizar para evaluar y diseñar. Se evalúan subrasantes o superficies de colocación de estructuras. Por otra parte, se diseñan suelos para ser utilizados como materiales de base y subbase de pavimento, o para rellenos estructurales.

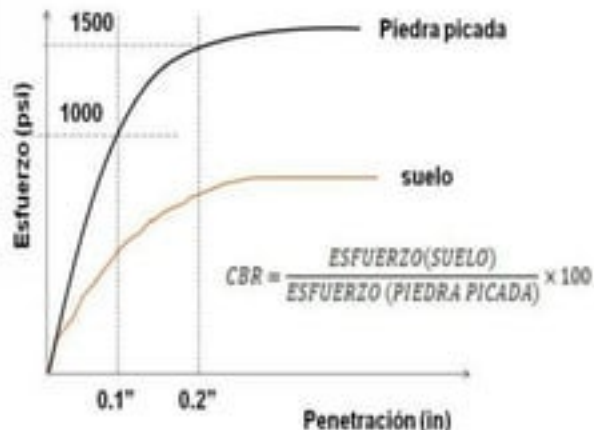
DEFINICIONES

RAMCODES



Definición del CBR

Según la norma ASTM D 1883-07, el CBR es un ensayo de carga que usa un pistón metálico, de 0.5 pulgadas cuadradas de área, para penetrar desde la superficie de un suelo compactado en un molde metálico a una velocidad constante de penetración. Se define CBR, el parámetro del ensayo, como la relación entre la carga unitaria en el pistón requerida para penetrar 0.1" (2.5 cm) y 0.2" (5 cm) en el suelo ensayado, y la carga unitaria requerida para penetrar la misma cantidad en una piedra picada bien gradada estándar; esta relación se expresa en porcentaje.



Bien, por cada espécimen de suelo se calculan dos valores de CBR, uno a 0.1" de penetración, y el otro a 0.2" de penetración. La pregunta de siempre es ¿cuál de los dos es el CBR que se reporta? ASTM dice que el que se reporta es el de 0.1" mientras este sea menor que el de 0.2".

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR

ESPECIFICACIONES

Los valores de CBR cercanos a 0% representan a suelos de pobre calidad, mientras que los más cercanos a 100% son indicativos de la mejor calidad.

CBR – Correlación y Valores Orientativos

- Resistencia $[kg/cm^2] \cong 100 \cdot CBR$ (para suelos finos cohesivos)
- Hinchamiento $\leq 2\%$ no presenta potenciales problemas
- Valores orientativos de CBR o VSR según la función del material en el paquete estructural:
 - Base: $CBR \geq 80\%$
 - Subbase: $CBR \geq 40\%$
 - Subrasante buena: $CBR \geq 8\%$
 - Subrasante regular a pobre: CBR entre 5% y 1%

68-07 Ingeniería del Transporte - 1998 - 2007

Tipo de Pavimento		Flexible	Rígido	Adoquines
Elemento				
Sub-rasante		95 % de compactación: Suelos Granulares - Proctor Modificado Suelos Cohesivos - Proctor Estándar		
		Espesor compactado: ≥ 250 mm – Vías locales y colectoras ≥ 300 mm – Vías arteriales y expresas		
Sub-base		CBR ≥ 40 % 100% Compactación Proctor Modificado	CBR ≥ 30 % 100% compactación Proctor Modificado	
Base		CBR ≥ 80 % 100% Compactación Proctor Modificado	N.A.*	CBR $\geq 80\%$ 100% compactación Proctor Modificado
Imprimación/capa de apoyo		Penetración de la Imprimación ≥ 5 mm	N.A.*	Cama de arena fina, de espesor comprendido entre 25 y 40 mm.
Espesor de la capa de rodadura	Vías locales	≥ 50 mm	≥ 150 mm	≥ 60 mm
	Vías colectoras	≥ 60 mm		≥ 80 mm
	Vías arteriales	≥ 70 mm		NR**
	Vías expresas	≥ 80 mm	≥ 200 mm	NR**

(<http://blogramcodes.blogspot.com/2012/07/cbr-y-la-diferencia-entre-evaluar-y.html>).

FUENTE NTE CE 010 – PAVIMENTOS URBANOS

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR

EQUIPOS Y MATERIALES

- ✓ Prensa de compresión – con pistón de penetración
- ✓ 3 moldes cilíndricos de acero de 6" de diámetro interior con placa de base y ollar de extensión
- ✓ 3 discos espaciadores
- ✓ 3 sobrecargas cada una de 4.5 kg
- ✓ 3 trípodes
- ✓ 3 diales de expansión con divisiones de 0.025 mm (0.001")
- ✓ Disco espaciador de metal de forma circular
- ✓ Pisón de compactación de 10 LIBRAS (4.54Kg) y una altura de caída de 18"
- ✓ Tamices, de 4.76 mm (No. 4), 19.05 mm(3/4")
- ✓ Balanzas de 1g y 0.1g
- ✓ Estufa capaz de mantener un T° constante de $110 \pm 5^{\circ} \text{ C}$
- ✓ Misceláneos, de uso general como cuarteador, mezclador, cápsulas, probetas, espátulas, discos de papel de filtro del diámetro del molde, etc.



PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Se determina la humedad óptima y la densidad máxima por medio del ensayo de compactación elegido. Se compacta un número suficiente de especímenes con variación en su contenido de agua, con el fin de establecer definitivamente la humedad óptima y el peso unitario máximo.

Cuando más del 96 % en peso de la muestra pase por el tamiz de 19.1 mm (3/4"), se utiliza para el ensayo el material que pasa por dicho tamiz. Cuando la fracción de la muestra retenida en el tamiz de 19.1 mm (3/4") sea $\geq 5\%$ hasta 30% en peso, se separa el material retenido en dicho tamiz y se sustituye por una proporción igual de material comprendido entre los tamices de 19.1 mm (3/4") y de 4.75 mm (No. 4), obtenida tamizando otra porción de la muestra.



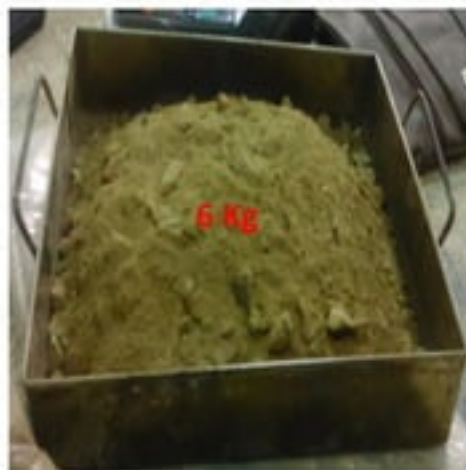
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Mezcle completamente la muestra y redúzcala para obtener un espécimen de ensayo, usando el procedimiento aplicable descrito en la Práctica ASTM C-702.



De la muestra así preparada se toma la cantidad de 6 kg para el ensayo por cada molde CBR.



5 kg muestra – embolsar para evitar pérdida de humedad

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

- Se determina la humedad natural del suelo mediante secado en estufa
- Conocida la humedad natural del suelo, se le añade la cantidad de agua que le falte para alcanzar la humedad fijada para el ensayo, generalmente la óptima determinada según el ensayo de compactación elegido y se mezcla íntimamente con la muestra.



Registrar el peso tara
Registrar el tara + muestra



Llevar al horno por 24 horas
A $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$



Medir el agua requerido
según el OCH



Añadir el agua en la muestra de 6 Kg

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Conocida la humedad natural del suelo, se le añade la cantidad de agua que le falte para alcanzar la humedad fijada para el ensayo, generalmente la óptima determinada según el ensayo de compactación elegido y se mezcla intimamente con la muestra.



Añadido el agua el la muestra mezclar



5 kg muestra – embolsar para evitar perdida de humedad

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR

ELABORACIÓN DE ESPECÍMENES

Se pesa el molde con su base, se coloca el collar y el disco espaciador



- ✓ Pesar el molde + placa base sin el collarín
- ✓ Calcular el Volumen

✓ Ensamblar el molde

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR

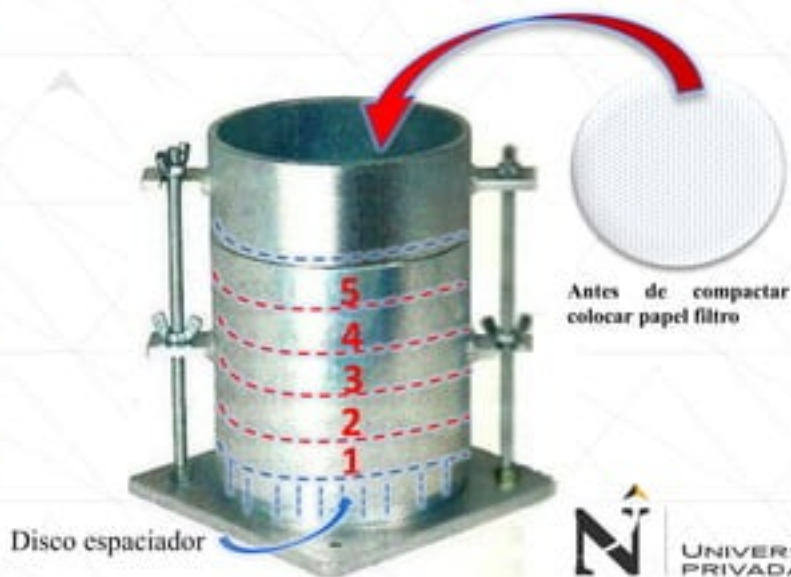
ELABORACIÓN DE ESPECÍMENES

- Una vez preparado el molde CBR, compactar la muestra empleando el OCH calculado anteriormente.
- Compactar la muestra en los 3 moldes CBR en cada uno de ellos en 5 capas, primero con 56 golpes segundo de 25 golpes y por ultimo de 12 golpes por cada capa.



Separa la muestra en 5 partes iguales

Elaborado por: Juan Carlos Huaranga Calado
Supervisor Laboratorio de Ing. Civil UPN Lima Centro



UNIVERSIDAD
PRIVADA DEL NORTE

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR

ELABORACIÓN DE ESPECÍMENES

- Terminada la compactación, se quita el collar y se enrasa el espécimen por medio de un enrasador o cuchillo de hoja resistente y bien recta. Cualquier depresión producida al eliminar partículas gruesas durante el enrase, se rellenará con material sobrante sin gruesos, comprimiéndolo con la espátula.



Enrasar



Rellenar con material pasante malla No 4



Limpiar con brocha

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR

ELABORACIÓN DE ESPECÍMENES

- Se desmonta el molde y se vuelve a montar invertido, **sin disco espaciador**, colocando un papel filtro entre el molde y la base. Se pesa.



CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR

INMERSIÓN

- Se sumergen los moldes en agua (en algunas modalidades de ensayo no se sumerge la muestra).
- Colocación de la placa perforada y el vástago así como los pesos necesarios para calcular la sobrecarga calculada.
- Colocar el tripode de medida sobre el borde del molde, coincidiendo el vástago del **microcomparador**.
- Toma de medidas diarias del microcomparador durante al menos 4 días. (cada 24 horas)
- Sacar la muestra del agua, dejar escurrir por 15 minutos y **registrar el peso**.

ASTM dice que el número de sobrecargas, que es un máximo de tres, deben utilizarse según el nivel de confinamiento al que se estime vaya a tener el suelo en la estructura. El número mínimo es una.



CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR

PENETRACIÓN DEL PISTÓN – PRENSA CBR

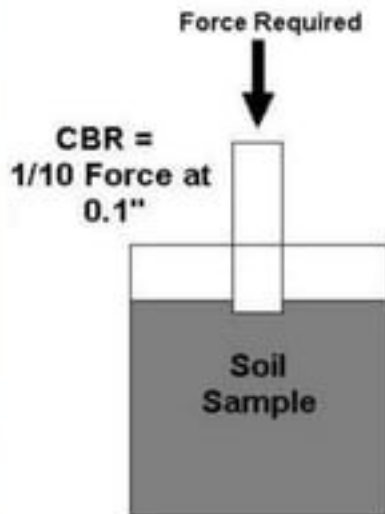
Llévese el conjunto de la muestra a la prensa y colóquese en el orificio central de la sobrecarga anular, el pistón de penetración y añada el resto de la sobrecarga si hubo inmersión, hasta completar la que se utilizó en ella.



CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR

PENETRACIÓN DEL PISTÓN – PRENSA CBR

- Se monta el dial medidor de manera que se pueda medir la penetración del pistón y se aplica una carga de 50N (5 kg) para que el pistón asiente. Seguidamente se sitúan en cero las agujas de los diales medidores.
- Se aplica la carga sobre el pistón de penetración mediante el gato o mecanismo correspondiente de la prensa, con una velocidad de penetración uniforme de 1.27 mm (0.05") por minuto.
- Desmoldar y sacar una muestra del corazón para determinar el contenido de humedad



CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR

CÁLCULO

COMPACTACION

Molde Nº	1		2		3	
Capas Nº	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (gr)	13150.0		12765.0		12535.0	
Peso de molde (gr)	8065		7925		7850	
Peso del suelo húmedo (gr)	5085.0		4840.0		4685.0	
Volumen del molde (cm³)	2121		2105		2118	
Densidad húmeda (gr/cm³)	2.397		2.299		2.212	
Tara (Nº)	0.0		0.0		0.0	
Peso suelo húmedo + tara (gr)	491.20		489.70		510.50	
Peso suelo seco + tara (gr)	460.70		459.80		478.40	
Peso de tara (gr)	0.00		0.00		0.00	
Peso de agua (gr)	30.50		29.90		32.10	
Peso de suelo seco (gr)	460.70		459.80		478.40	
Contenido de humedad (%)	6.62		6.50		6.71	
Densidad seca (gr/cm³)	2.249		2.159		2.073	

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR

MUESTRA

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION								DIAL	EXPANSION								DIAL	EXPANSION										
				EXPANSION				EXPANSION					EXPANSION				EXPANSION					EXPANSION										
				mm	%			mm	%				mm	%			mm	%				mm	%									
18-05-12	14:25	0		0.000	0.00			0	0.000	0.00			0	0.000	0.00			0	0.000	0.00			0	0.000	0.00			0	0.000	0.00		
19-05-12	15:15	48		0.000	0.00			0	0.000	0.00			0	0.000	0.00			0	0.000	0.00			0	0.000	0.00			0	0.000	0.00		
20-05-12	15:55	72		0.000	0.00			0	0.000	0.00			0	0.000	0.00			0	0.000	0.00			0	0.000	0.00			0	0.000	0.00		
21-05-12	16:45	96		0.000	0.00			0	0.000	0.00			0	0.000	0.00			0	0.000	0.00			0	0.000	0.00			0	0.000	0.00		
22-05-12	17:35	120	0	0.000	0.00			0	0.000	0.00			0	0.000	0.00			0	0.000	0.00			0	0.000	0.00			0	0.000	0.00		
No Presenta																																

PENETRACION													
PENETRACION	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 19				MOLDE N° 20				MOLDE N° 21			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000			0				0				0		
0.635			443.5				394.1				95.1		
1.270			968.0				797.6				636.2		
1.905			1497.0				1214.5				927.6		
2.540	70.45		2039.4	2033.5	149.4		1640.4	1720.1	126.4		1223.5	1415.5	104.0
3.180			2541.5				2106.6				1662.8		
3.810			3057.0				2590.8				2111.1		
5.080	105.68		3577.1	3668.7	179.7		3061.5	3161.0	154.8		2563.9	2705.8	132.5
7.130			4097.1				3550.2				3021.2		
10.160			17.6				17.6				17.6		

Elaborado por: Juan Carlos Huaranga Calido
Supervisor Laboratorio de Ing. Civil UPN Lima Centro

$$CBR = \frac{\text{carga unitaria del ensayo}}{\text{carga unitaria patrón}} \times 100 (\%)$$

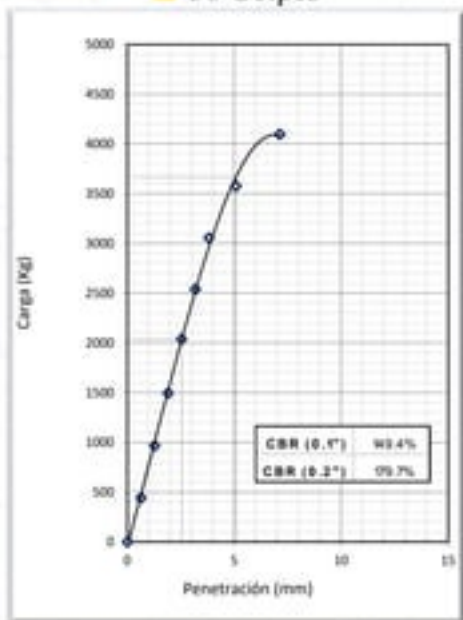


UNIVERSIDAD
PRIVADA DEL NORTE

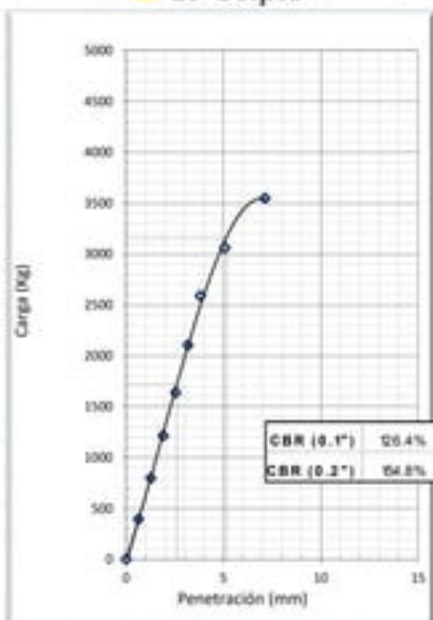
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR

GRÁFICA

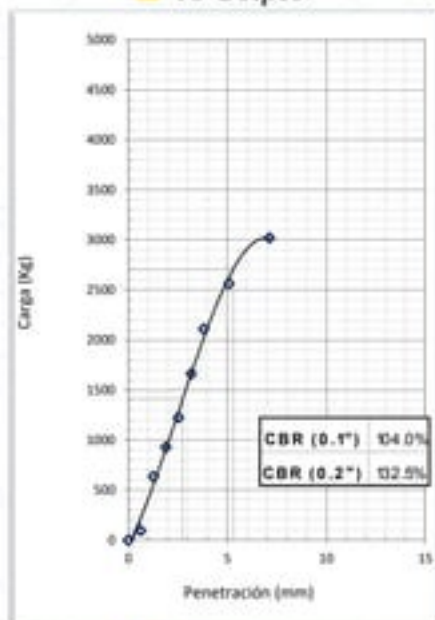
56 Golpes



25 Golpes

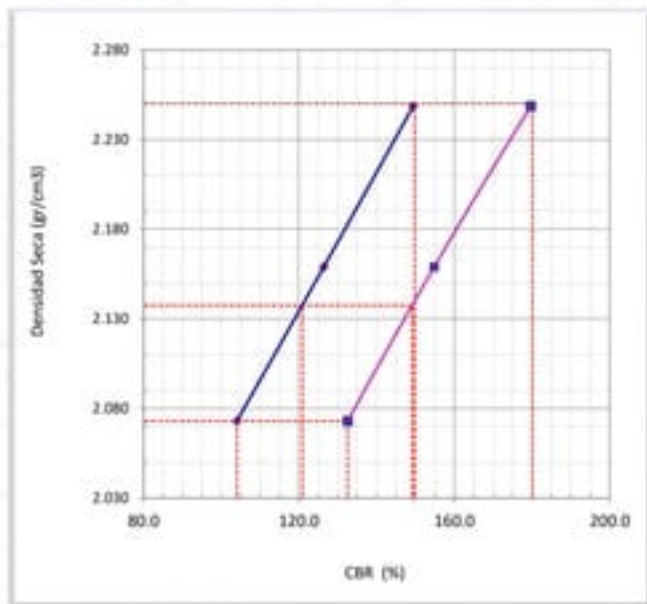


10 Golpes



CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR

GRÁFICA



METODO DE COMPACTACION	: ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.250
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 6.7
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.138
90% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.073

CBR al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	149.8	0.2"	180.1
CBR al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	120.8	0.2"	149.1
CBR al 90% de M.D.S. (%)	0.1"	104.0	0.2"	132.5

RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	=	180.1	(%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	=	149.1	(%)
Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S.	=	132.5	(%)

ESPECIFICACION TECNICA

100% min.

OBSERVACIONES:

CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR

GRÁFICA

