

3).- Se colocan las pesas provistas de aros con gancho (previamente se conoce la cantidad de peso a colocar obteniendo este pesandolos en la balanza), en la cinta metálica del disco que nos inducirá el momento torsionante y se registra el valor del ángulo de torsión generado por el efecto del momento.

El elemento de prueba no necesariamente se lleva hasta su ruptura, puesto que el ensaye se efectúa en el rango elástico.

4).- Inicie la prueba colocando ordenadamente las pesas, realice este proceso consecutivamente..

5).- Realizada la prueba se procede a retirar las pesas cuidadosamente de la cinta metálica con su dispositivo en forma de gancho y también la muestra de ensaye de la máquina de prueba.

6).- Se procede a calcular el Esfuerzo Cortante con todos los datos capturados durante la prueba.

CALCULO:

Determinación del Angulo de Torsión:

$$\theta = ((T L) / (I_p G)) \times (180/\pi)$$

donde:

θ = Ángulo de Torsión en grados

T = Par Torsor N-M (Newton - Metro)

I_p = Momento Polar de Inercia en M^4

G = Módulo de Rigidez en Pa

(VER FIGURA 2)

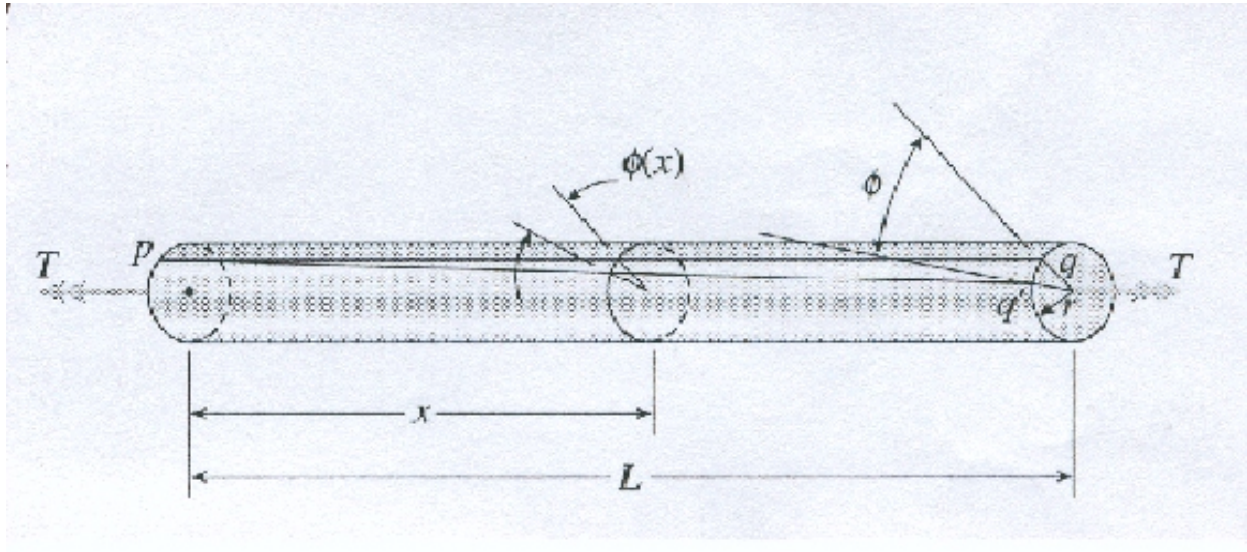


Fig. 2

Determinación del Esfuerzo Cortante Máximo:

$$T = (T r) / I_p$$

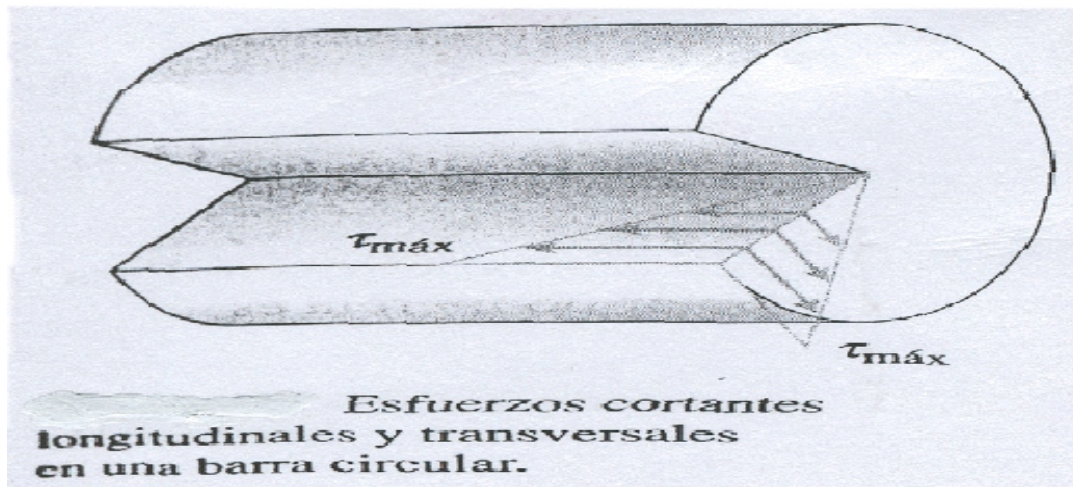
donde :

T = Esfuerzo Cortante Máximo en N/M^2

r = Radio de la sección circular en M

I_p = Momento Polar de Inercia en M^4

(VER FIGURA 3)



PRECAUCIONES:

- 1).- No trate de retirar la muestra cuando sea iniciada el ensaye.
- 2).- Vigile que al inicio de la prueba el disco de la máquina se encuentre en cero (posición de inicio)
- 3).- No trate de sobre esforzar la muestra de ensaye; recuerde que no es necesario llevar la prueba hasta su ruptura ya que sólo se trabaja en el rango elástico.

RECOMENDACIONES:

1).- Utilice diferentes materiales para obtener una apreciación valiosa de los índices arrojados de los ensayos, por ejemplo: aluminio, cobre y latón.

2).- Lleve consigo durante la práctica un libro de Mecánica de Materiales para consultar el Módulo de Rigidez de los materiales sometidos a prueba. Se sugiere el libro de consulta.

3).- Consulte la siguiente bibliografía:

MECÁNICA DE MATERIALES

Gere & Timoshenko

Edit:International Thompson Editores México 1998

4ª. Edición

pp. 187 - 197

PRACTICA VI

TITULO: ESFUERZO DE FLEXIÓN EN SECCIONES PRISMÁTICAS CON CARGAS EN EL TERCIO DEL CLARO.

OBJETIVO: Determinar los Esfuerzos de Flexión en secciones uniformes rectangulares, obteniendo sus diagramas de corte y Momento Flexionante para aplicar la ecuación conocida como Esfuerzo Flexionante y utilizando fórmula directa como verificación.

PREGUNTAS PREVIAS:

- 1).-¿ Qué es un esfuerzo a Flexión?
- 2).-¿A que se le llama plano de Flexión?
- 3).-¿Qué tipo de cargas pueden actuar sobre una sección prismática (viga)?
- 4).-¿Cómo son los soportes de las vigas?
- 5).-¿Cómo se construyen los diagramas de Fuerza cortante y de Momento Flexionante?
- 6).-¿Qué es el Módulo de Sección?
- 7).-¿Cómo expresamos la FORMULA DE FLEXIÓN?

EQUIPO Y MATERIALES:

- 1 Prensa Hidr. Con capacidad igual ó mayor de 7500 Kg.
- 1 Dispositivos de mandriles de apoyo y carga.
- 1 Elemento Prismático de prueba (5X5X60 cm) de madera
- 1 Libreta de registro y Calculadora
- 1 Cinta Métrica

Tiras de Neopreno ó cuero.

Láminas de calibración

PROCEDIMIENTO

1).- Se determinan las dimensiones de la pieza a ensayar considerando la longitud, el ancho y espesor de la probeta prismática.

2).- La preparación de la probeta se realiza considerando en las medidas el ancho medio, longitud promedio, altura promedio con una aproximación al mm. Las caras laterales del espécimen deben estar en ángulo recto con las caras horizontales. Todas las superficies deben ser lisas y libres de bordes, hendiduras, agujeros ó identificaciones grabadas.

3).- Se coloca la probeta en la prensa hidráulica sobre los apoyos y se posiciona el mandril de carga sobre la muestra como se indica en la figura 1. Se centra en los bloques de apoyo y estos a su vez deben estar centrados respecto a la fuerza aplicada; los bloques de aplicación de carga se ponen en contacto con la superficie del espécimen en los puntos tercios entre los apoyos. Se debe tener un contacto total, entre los bloques de apoyo ó de aplicación de la carga con la superficie del espécimen (Ver figura 1)

4).- Las tiras de cuero ó Neopreno se deben usar únicamente cuando las superficies de los especímenes en contacto con los bloques de aplicación de carga, se aparten de un plano en no más de 0.5mm. Utilice las láminas calibradas para verificar esto.

5).- La carga se debe aplicar a una velocidad uniforme, tal que el aumento de esfuerzo de las fibras extremas no exceda de 10 Kgf/cm² por minuto permitiéndose velocidades mayores antes del 50% de la carga de ruptura.

6).- El cálculo se realiza de la forma siguiente:

CÁLCULO

Si la fractura ocurre dentro del tercio medio del claro el Esfuerzo Flexionante (también conocido como Módulo de Ruptura) se calcula como sigue:

$$R = \frac{P L}{b d^2}$$

Donde:

R : Módulo de Ruptura en Kg/cm²

P : Carga Máxima aplicada en Kg

Fig. 3

L : Distancia entre apoyos, en cm.

b : ancho promedio del espécimen, en cm.

D : Peralte promedio del espécimen, en cm.

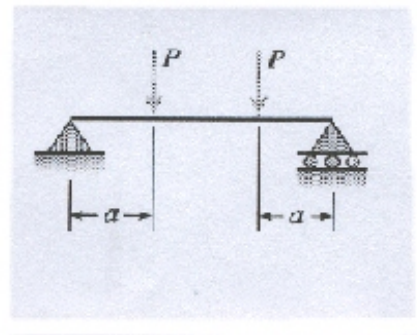
(Ver figura 3)

En este cálculo no se consideran las masas del bloque de apoyo superior y del espécimen.

Cuando la ruptura se presente fuera de la superficie de tensión del tercio medio del claro, en no más del 5% de su longitud, se calcula el módulo como sigue:

$$R = \frac{3 P a}{b d^2}$$

en donde a = Distancia promedio entre la línea de fractura y el apoyo más cercano en la superficie de la viga., en cm.



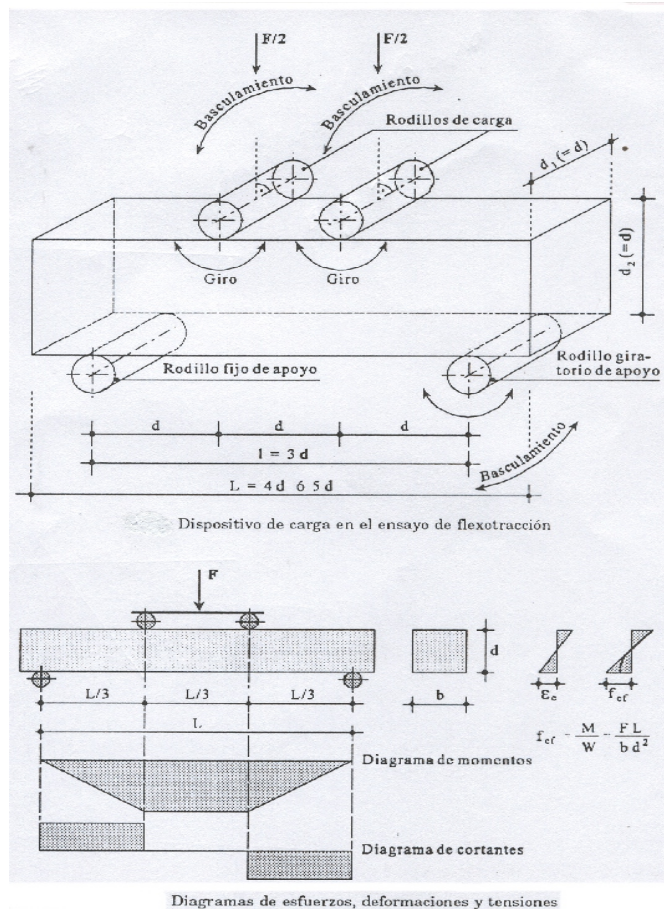
En un algún caso que la falla se presentara fuera de este rango, tendría que utilizarse relaciones obtenidas del diagrama de Cortante y Momentos para estimar el Esfuerzo Flexionante obtenido de la prueba.

7).- Terminada la prueba apague la máquina y retire la muestra.

PRECAUCIONES:

- 1).- Vigile que al inicio de la prueba la prensa se encuentre calibrada.
- 2).- Utilice las láminas calibradas para verificar que exista planicidad especificada.
- 3).- No trate de retirar la muestra cuando sea iniciada el ensaye.
- 4).- Coloque la muestra a ensayar como se describe en la figura 2.

Fig. 2



5).- Preferentemente utilice equipo de seguridad como calzado con casquillo de acero y guantes de carnaza ó tela para trabajar piezas prismáticas de concreto.

RECOMENDACIONES:

1).- Lleve la muestra hasta su ruptura.

2).- Al término de la prueba observe principalmente si existen defectos de fabricación ó de manufactura en la pieza. Anote un comentario al respecto sobre esto.

3).- Dibuje los diagramas de Cortante y de Momento Flexionante.

4).- Estime el cálculo con aproximación de 1 Kg/cm²

5).- Consulte al siguiente bibliografía:

Mecánica de Materiales

Gere-Timoshenko

Cuarta Edición

Edit. International Thomson Editores

México 1998

pp. 267 - 274 , 310 - 316, y 321 - 323

NORMA OFICIAL MEXICANA

NOM - C - 191 - 1986

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO
USANDO UN VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS DEL CLARO.

PRACTICA VII

TITULO: ESTABILIDAD DE COLUMNAS. CARGA CRÍTICA DE PANDEO.

OBJETIVO: Determinar la Carga Crítica de Pandeo (Euler), Esfuerzo Crítico y Esfuerzo Permisibles.

PREGUNTAS PREVIAS:

- 1).- ¿Qué es una columna?
- 2).- ¿Cómo se produce el “Pandeo” en una columna?
- 3).- ¿Qué es la carga crítica de Euler?
- 4).- ¿Cómo se considera una estructura (columna) ESTABLE ó INESTABLE?
- 5).- ¿Qué es el Esfuerzo Crítico?
- 6).- ¿Qué es la relación de Esbeltez?
- 7).- ¿Qué es la longitud efectiva?

EQUIPO Y MATERIALES:

1 Prensa Hidráulica con capacidad de 7000 Kg ó mayor provista de un cabezal con mandriles de sujeción

1 Cinta métrica

1 Libreta de registro y Calculadora

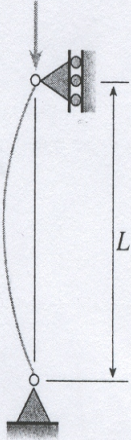
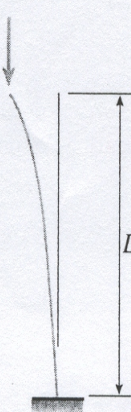
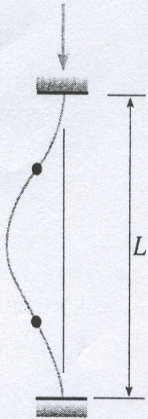
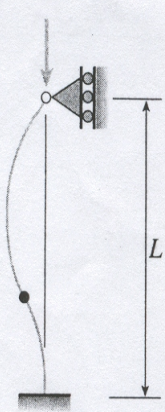
1 Muestra de madera

1 Placa de apoyo rígida que evite ser deformada ó que experimente un alabeo.

PROCEDIMIENTO:

- 1).- Determine las dimensiones de la columna a ensayar y obtenga la sección transversal y la longitud de la misma.
- 2).- Coloque la columna en la máquina de ensaye y verifique que la máquina se encuentra en inicio. Utilice una placa de apoyo en la parte superior (extremo libre) de la columna.
- 3).- Considere la adaptación de la muestra en la máquina como un ensaye a un elemento de columna tipo Empotrado-libre (ver figura 1).

Fig. 1

a) Columna articulada-articulada	b) Columna empotrada-libre	c) Columna empotrada-empotrada	d) Columna empotrada-articulada
$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L^2}$	$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{4L^2}$	$P_{cr} = \frac{4\pi^2 EI}{L^2}$	$P_{cr} = \frac{2.046 \pi^2 EI}{L^2}$
			
$L_e = L$	$L_e = 2L$	$L_e = 0.5L$	$L_e = 0.699L$
$K = 1$	$K = 2$	$K = 0.5$	$K = 0.699$

Cargas críticas,
longitudes efectivas y factores de longitud
efectiva para columnas ideales.

4).- Estime el valor de la Carga Crítica, Esfuerzo Crítico y la relación de Esbeltez como sigue:

CALCULO

CARGA CRÍTICA

$$P_{CRIT} = (n^2 \pi^2 E I) / L^2 \quad Le = 2L$$

donde

P_{CRIT} = Carga Crítica en Kg

n = Número de ondas de pandeo (Forma Modal)

E = Módulo Elástico del material en kg/cm²

I = Momento de Inercia en cm⁴

L = Longitud de la columna en cm

Le = Longitud efectiva en cm

ESFUERZO CRÍTICO

$$\sigma_{CRIT} = (P_{CRIT} / A) = (n^2 \pi^2 E) / (L/r)^2$$

donde:

P_{CRIT} = Carga Crítica en kg

A = Area de la sección transversal en cm²

r = Radio de Giro en cm

L = Longitud de la columna en cm

n = Forma modal

E = Módulo Elástico en Kg/cm²

RELACIÓN DE ESBELTEZ

$$L / r$$

donde

L = Longitud de la columna en cm

r = Radio de giro de la sección

RECUERDE QUE...

$$r = (I / A)^{1/2}$$

donde

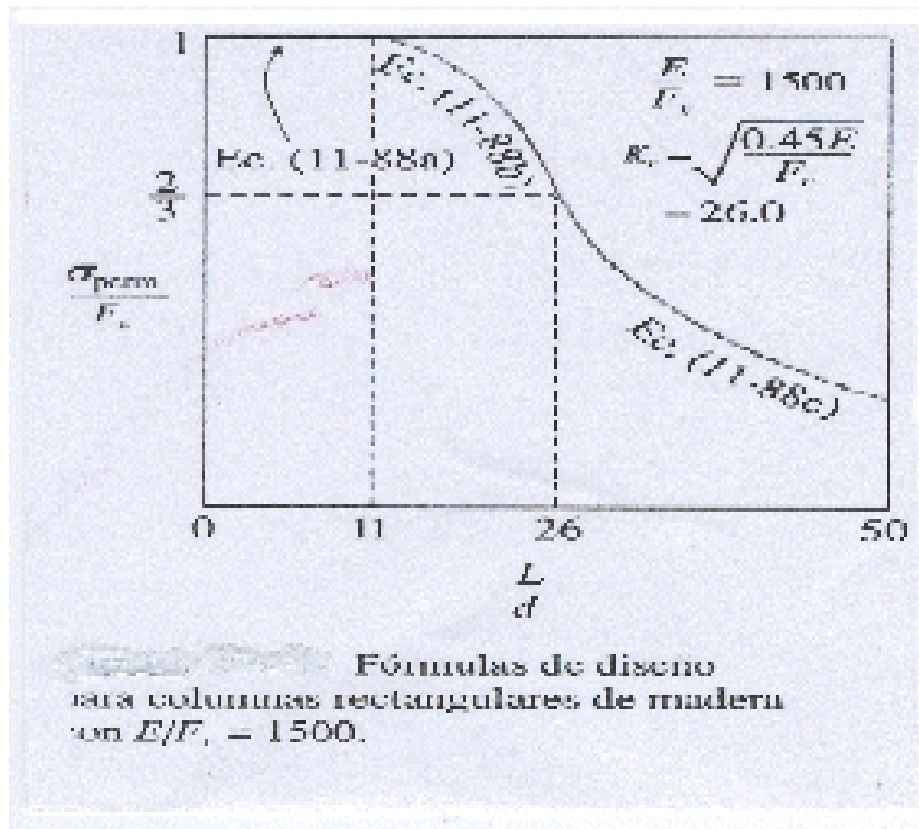
$$30 \leq L / r \leq 150 \quad \text{Columnas reales}$$

5).- En columnas de madera la National Design Especification for Wood Construction (publicadas por la American Forest and Paper Association) rigen el diseño de miembros estructurales de madera y propone fórmulas para los esfuerzos permisibles en columnas rectangulares cortas, intermedias y largas (ver figura 2).

Fig. 2

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{perm}} &= F_c & 0 \leq \frac{L}{d} \leq 11 \\ \sigma_{\text{perm}} &= F_c \left[1 - \frac{1}{3} \left(\frac{L/d}{K_c} \right)^4 \right] & 11 \leq \frac{L}{d} \leq K_c \\ \sigma_{\text{perm}} &= \frac{0.3E}{(L/d)^2} = \frac{2F_c}{3} \left(\frac{K_c}{L/d} \right)^2 & K_c \leq \frac{L}{d} \leq 50 \end{aligned}$$

Fig. 2



Donde

σ_{perm} = Esfuerzo permisible en kg/cm^2

F_c = Esfuerzo de diseño en compresión directa paralela al grano y depende de la especie de la madera, la carga aplicada y las condiciones de servicio.

K_c = Relación L/d crítica que separa las columnas largas de las intermedias. Suele encontrarse entre 18 y 30

E = Módulo Elástico de la madera en Kg/cm^2 .

L/d = Relación Crítica

d = Dimensión transversal en el plano en cm

L = Longitud de la columna en cm

PRECAUCIONES

- 1).- Verifique la condición de la muestra columna empotrada-libre (asegúrese de que se encuentre bien sujeta en uno de sus extremos)
- 2).- Iniciada la prueba no trate de retirar la muestra
- 3).- Vigile que al inicio de la prueba la prensa se encuentra calibrada.
- 4).- Verifique que la carga aplicada sobre el elemento se AXIAL.

RECOMENDACIONES:

- 1).- Ensaye una probeta (columna) de madera a compresión simple con los valores esperados y bajo un diseño de la sección transversal adecuada.
- 2).- Asegúrese que la carga sea axial (recuerde que las condiciones cambian bajo una carga axial excéntrica).
- 3).- Sólo en el caso para el cual aplique la teoría de trabajo lleve la muestra hasta su ruptura, por ejemplo, en la determinación de la Carga Crítica no lo podrá realizar.
- 4).- Consulte la siguiente Bibliografía:

MECÁNICA DE MATERIALES

Gere & Timoshenko

Edit:International Thompson Editores México 1998

4ª. Edición

pp. 731 - 735; 740-742; 750-751; 752-755; 781-782

PRACTICA VIII

TITULO: RESISTENCIA A LA ABRASIÓN DEL CONCRETO Ó SUPERFICIES DE MORTERO POR EL MÉTODO DE CORTE POR ROTACIÓN.

OBJETIVO: Determinar el porcentaje de desgaste de una pieza de piso ó de concreto, sometiéndolo a una prueba abrasiva por rotación.

PREGUNTAS PREVIAS:

- 1).- ¿Qué significado tiene este método?
- 2).- ¿ En que tipo de trabajos de Ingeniería es más utilizado?

EQUIPO Y MATERIALES:

1 Dispositivo de Abrasión: Un taladro de presionar capaz de detener y cortar abrasivamente a una velocidad de 200 rpm, ejerciendo una fuerza de 10.00 Kg (9.8 N) sobre la superficie de espécimen de prueba. (Ver figura 1)

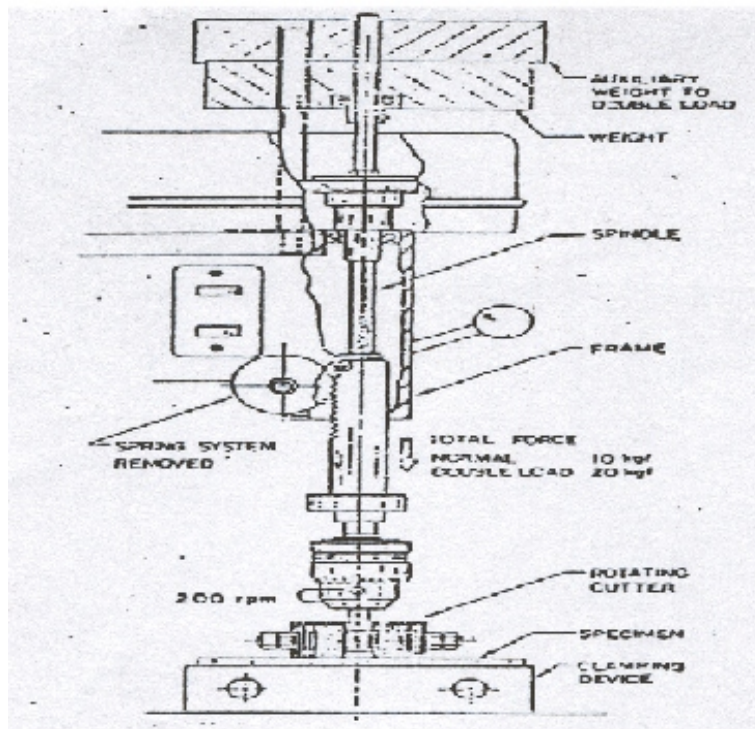


Fig. 1

1 Cortadora Rotativa: Una cortadora similar a la mostrada en la figura 2. El diámetro total de la cortadora ó diámetro del área circular desgastada es de 82.5 mm (3 ^{1/4} pulgada).

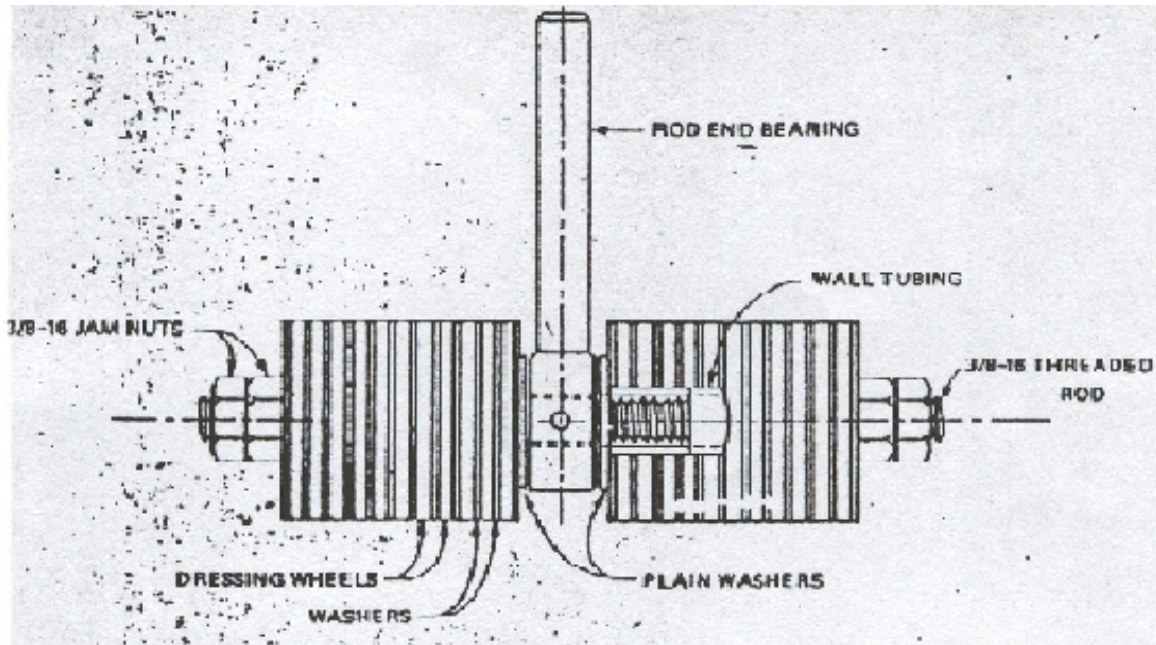


Fig. 2

1 Balanza: Debe tener la capacidad de por lo menos 4 Kg con aproximación de por lo menos al 0.1 gr.

1 Plato Nivelador: Plato base en el cual descansa el espécimen de prueba.

1 Cronómetro: Para estimar el tiempo de prueba.

1 Libreta de Registro: Utilizada para realizar anotaciones y calculadora

1 Lienzo Seco

1 Cinta métrica ó regla

3 Núcleos (corazones) de material para ensaye: Pueden ser de una sección de concreto ó pisos de concreto ó barro.

1 Deformímetro: Para medir las penetraciones por el efecto del desgaste por abrasión.

PROCEDIMIENTO:

- 1).- Determine la masa del espécimen al 0.1 gr más cercano.
- 2).- Sujete con seguridad el espécimen en el dispositivo de abrasión.
- 3).- Accione el motor y baje la cortadora lentamente hasta apenas entrar en contacto con la superficie del el espécimen.
- 4).- Continúe con la abrasión con una carga de aproximadamente 10.00Kg (98 N) por dos minutos después del contacto entre la cortadora y la superficie. al término de cada período de 2 minutos de abrasión, remueva el espécimen de prueba de el dispositivo y determine su masa al 0.1 gr., más cercano (previamente con el lienzo seco se limpia perfectamente la superficie de trabajo antes de pesar). El programa mínimo de prueba puede establecerse en tres períodos de 2 minutos conducidos en tres áreas separadas de áreas representativas del concreto ó mortero.
- 5).- Para concreto que es altamente resistente a la abrasión pruebas adicionales pueden ser requeridas. Duplicando la carga aplicada ó el tiempo, ó las dos, como se muestra en la tabla siguiente (ver tabla 1):

TABLA 1

CICLO DE ABRASIÓN	CARGA, EN KG (N)	FRECUENCIA DE PRUEBA/ PERIODO
A Normal	10 (98)	3 X 2 min
B Doble Carga	20 (196)	3 X 2 min

6).- La forma de calcular el porcentaje de desgaste será como se muestra a continuación:

$$\% D = ((P_i - P_f) / P_i) (100)$$

donde

D = Desgaste en porciento (%)

P_i = Peso inicial de la pieza de prueba en gr.

P_f = Peso final de la pieza de prueba en gr.

7).- Finalizada la prueba es muy necesario anotar en la libreta de registro los siguientes datos:

- I. Descripción de la superficie
- II. Tamaño del espécimen
- III. Tipo de acabado
- IV. Edad y resistencia del concreto ó pieza a probar.
- V. Tratamiento aplicado en la superficie
- VI. Carga y tiempo de abrasión usado en pruebas normales ó severas.
- VII. Porcentaje en pérdidas de gramos y profundidad de desgaste en mm.
- VIII. Pérdida de masa y tiempo de abrasión.

8).- La profundidad de desgaste se puede determinar por medición de un plano fijo de referencia de misma pieza y la profundidad de penetración con un aparato conocido como deformímetro . La pieza se coloca en una superficie horizontal y el deformímetro sobre la parte de prueba de los círculos concéntricos y considerando una sección plana se mide la depresión generada por el efecto de abrasión, en mm. Estime 4 lecturas como mínimo para que obtenga un promedio y pueda detener u índice de penetración en mm con el deformímetro.

PRECAUCIONES:

1).- Al colocar la pieza de ensaye procure fijar adecuadamente esta al plano de contacto entre la máquina y el plato nivelador.

2).- Determine anticipadamente las características físicas de la pieza.

3).- Evite en lo posible distracciones que le hagan perder el sentido del tiempo aplicado en la prueba (utilice un cronómetro).

4).- Elimine el polvo generado por el efecto de abrasión sobre la pieza empleando aire directamente sobre este.

5).- No trate de retirar la muestra de prueba cuando sea iniciada el ensaye.

6).- No introduzca las manos ó cara durante la realización de la prueba, es muy riesgoso y puede sufrir una lastimadura.

7).- Debe tener cuidado para mantener un contacto constante entre la cortadora rotativa y la superficie total de la muestra de prueba.

RECOMENDACIONES:

1).- Procure que el material se encuentre seco

2).- Realice las pruebas bajo condiciones idénticas para evitar variabilidad fuertes durante el ensaye.

3).- Estime el cálculo al décimo de gramo (0.1 gr)

4).- Consulte la siguiente bibliografía:

ASTM (American Society Testing of Materials)

Designación C 944 - 80

RESISTENCIA A LA ABRASIÓN DEL CONCRETO O´ SUPERFICIES DE MORTERO
POR EL MÉTODO DE CORTADO POR ROTACIÓN.

5).- Procure que el juego de las ruedas labradoras sean reemplazadas periódicamente para asegurar que el efecto abrasivo de corte sea lo más uniforme posible.

PRACTICA IX

TITULO: PRUEBA DE DUREZA EN METALES

OBJETIVO: Determinación del grado de dureza por el Método Rockwell que se presentan en diferentes muestras de metales, en su escala correspondiente.

PREGUNTAS PREVIAS:

- 1).- Defina el término de **DUREZA** en metales.
- 2).- ¿Cómo deben ser las superficies de trabajo?
- 3).-Cuál es la razón por la que se utilizan diferentes tipos de penetradores en estas pruebas?
- 4).- Mencione la cualidad que le permite al probador ROCKWELL ser usado comúnmente en los metales?

EQUIPO Y MATERIALES:

1 Equipo probador de Dureza ROCKWELL Marca Clark

Muestra de metal a someterse a prueba según elección :

Acero

Bronce

Latón

Aluminio

1 Libreta de registro y calculadora.

PROCEDIMIENTO:

- 1).- La pieza que se probará debe tener dos superficies paralelas y libres de defectos y/ó oxidación.
- 2).- Seleccione el tipo de prueba a realizar al metal

3).- Coloque la pieza en el probador de dureza: el Yunke adecuado, el penetrador necesario y la carga secundaria requerida.(Ver figura 1, 2 y tabla 1)

Fig. 1

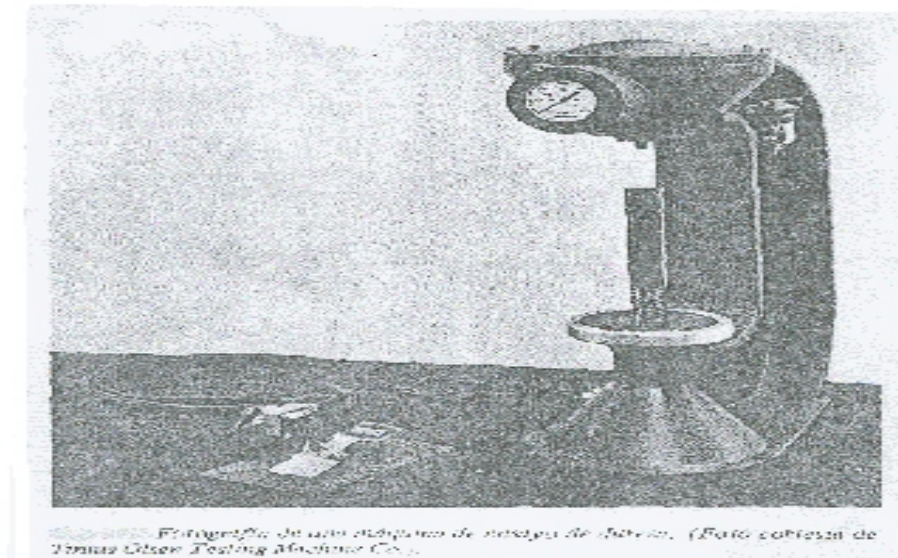


Fig. 2

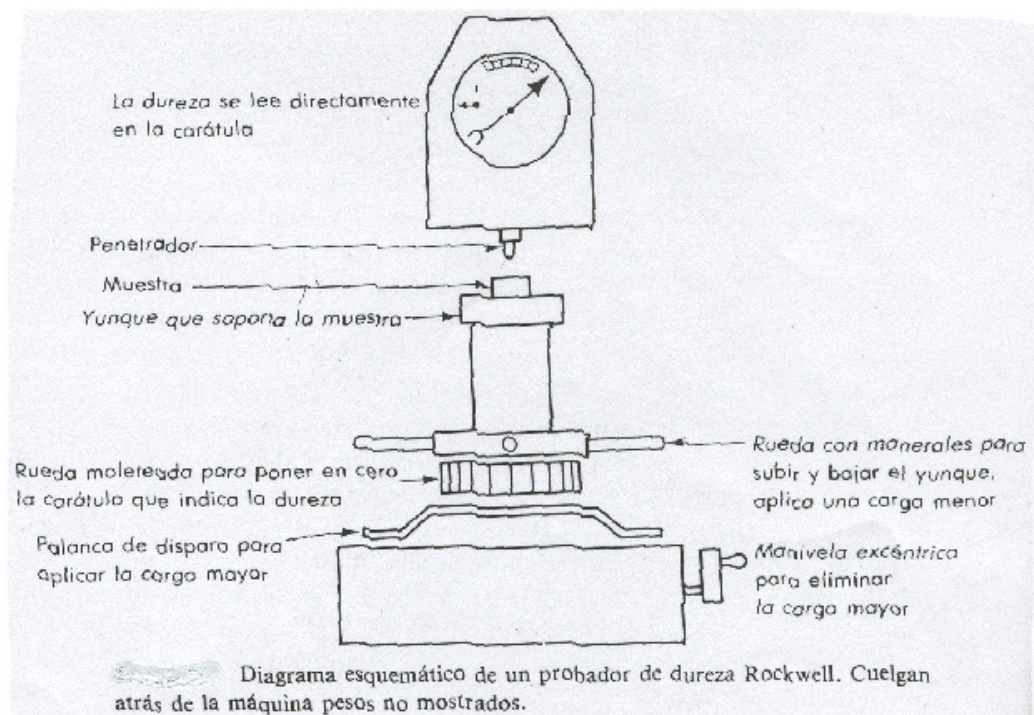
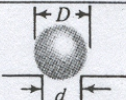
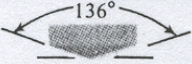
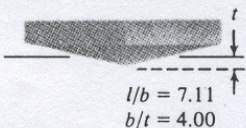
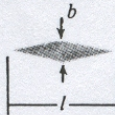
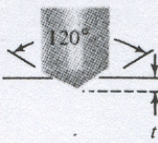
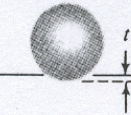


Tabla 1

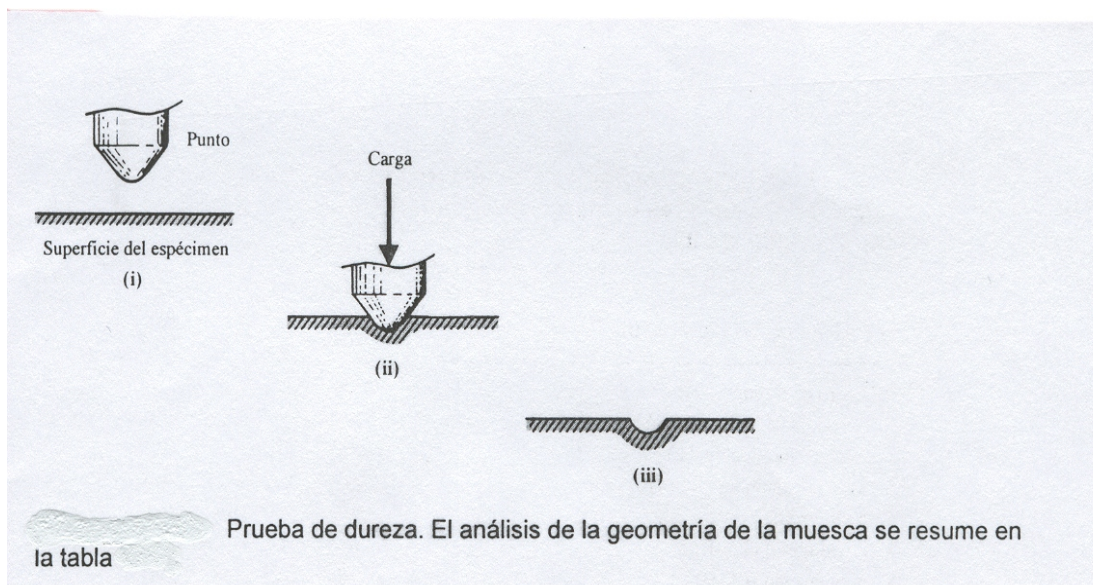
TABLA Tipos comunes de geometrías de prueba de dureza					
Prueba	Punto	Forma de la muesca o hendidura		Carga	Fórmula para el número de dureza
		Vista lateral	Vista superior		
Brinell	Esfera de 10 mm de acero o de carburo de tungsteno			P	$BHN = \frac{2P}{\pi D [D - \sqrt{D^2 - d^2}]}$
Vickers	Pirámide de diamante			P	$VHN = 1.72P/d_1^2$
Microdureza de Knoop	Pirámide de diamante			P	$KHN = 14.2P/l^2$
Rockwell					
A } C } D }	Cono de diamante			60 kg 150 kg 100 kg	$R_A =$ $R_C =$ $R_D =$ } 100-500 t
B } F } G }	Esfera de acero de diámetro de $\frac{1}{16}$ (pulgada)			100 kg 60 kg 150 kg	$R_B =$ $R_F =$ $R_G =$ } 130-500 t
E } H }	esfera de acero de diámetro de $\frac{1}{8}$ (pulgada)			100 kg 60 kg	$R_E =$ $R_H =$

Fuente: H. W. Hayden, W. G. Moffatt, y J. Wulff, *The Structure and Properties of Materials*, Vol 3: *Mechanical Behavior*, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1965.

- 4).- Coloque la muestra sobre el Yunke la cual debe estar estable.
- 5).- Eleve el pedestal lentamente girando el volante en el sentido de las manecillas del reloj hasta que hagan contacto la muestra y el penetrador.
- 6).- Aplique la Carga Primaria siguiendo con los giros del volante en el mismo sentido hasta que las manecillas pequeña y grande queden alineadas con su marca roja respectiva aproximadamente (la aguja grande dará 1 ½ vueltas).
- 7).- Ajustar el cero girando la carátula a que el cero negro coincida con la aguja grande.

- 8).- Aplicar la Carga Secundaria girando suavemente la manija hacia atrás.
- 9).- Espere 5 segundos.
- 10).- Retire la Carga Secundaria girando la palanca hacia adelante suavemente.
- 11).- Registre la lectura en la escala correspondiente de acuerdo al tipo de prueba que se realizó.(ver tabla 1 y figura 3)

Fig. 3



- 12).- Baje el pedestal girando el volante en el sentido opuesto a las manecillas del reloj.
- 13).- Movilice la muestra a un lugar limpio, sin penetración y repita la prueba.
- 14).-Realice 5 (cinco) pruebas en cada muestra. .
- 15).- Los cálculos se llevan a cabo como a continuación se describen:
 - De las 5 (cinco) pruebas, obtener un promedio de los resultados.
 - Reportar ese promedio como la dureza del material.

PRECAUCIONES:

- 1).- Utilice el penetrador adecuado ya que de no ser así no se registrará algún índice ó simplemente estará fuera de la escala apropiada.
- 2).- Iniciado el ensaye procure no tratar de retirar la probeta ó intentar moverla

RECOMENDACIONES:

- 1).- Limpie de oxidaciones e impurezas ó recubrimientos que pudiera presentar el metal de prueba.
- 2).- Realice los ajustes necesarios en la carátula y anotar en la libreta los registros convenientes. si se presentara alguna duda de los índices generados, lo más recomendable es continuar realizando más pruebas, incluso de la misma muestra, probar otras piezas hasta obtener un grado satisfactorio de confiabilidad en los resultados.
- 3).- Realice las pruebas mencionadas en el apartado de PROCEDIMIENTO.
- 4).- Consulte la siguiente Bibliografía: (Muy recomendable)

CIENCIA DE MATERIALES PARA INGENIEROS

James F. Shackelford

3^a. Edición

Edit. PEARSON EDUCACIÓN

México 1995

pp. 347 - 348

CIENCIA DE MATERIALES PARA INGENIERÍA

Peter A. Thorton & Vito J. Colangelo.

Edit. Prentice-Hall Hispanoamericana s.a.

México 1985

pp. 255-259

MATERIALES Y PROCESOS DE MANUFACTURA PARA INGENIEROS

Lawrence E. Doyle

Edit. Prentice-Hall Hispanoamericana S.A.

México 1988

pp. 37 - 40