

## Cementos - Ensayo de flexión y compresión de morteros de cemento

### Preámbulo

Esta norma establece procedimientos para determinar la resistencia a la flexión y a la compresión de los morteros de cementos.

El presente texto reemplazará a las normas NCh155 (ex 30-34ch), Resistencia a la tracción de los morteros de cemento y NCh156 (ex 30-35ch), Resistencia a la compresión de los morteros de cemento, ambas declaradas normas Oficiales de la República de Chile por el Decreto del Ministerio de Obras Públicas N°2545 del 27 de Diciembre de 1951.

En el estudio de esta norma se ha tenido a la vista, entre otros documentos, el siguiente:

THE CEMENT STATISTICAL AND TECHNICAL ASSOCIATION, Proyecto Rilem Cembureau .

El Instituto no ha recibido comentarios sobre la presente norma.

El Comité de la Especialidad de Materiales de Construcción que estudió esta norma estuvo constituido por las siguientes personas en la fecha de su aprobación:

Cementos Bío-Bío S.A.

Hans Bucher  
Germán Spoerer  
Eduardo Lobos  
Hugo Moebius

Cemento Cerro Blanco de Polpaico S.A.

Departamento de Investigaciones Científicas  
y Tecnológicas de la Universidad Católica de  
Chile, DICTUC

Antonio González  
Sergio Rojas

## NCh158

Empresas Industriales El Melón S.A.

Enrique Delgeon  
Hernán Marque  
Alfonso Serrano

Instituto de Investigaciones y Ensayos de  
Materiales de la Universidad de Chile, IDIEM

Eduardo Alvarez  
Jorge Arribada  
Joaquín Porrero

Instituto Nacional de Investigaciones  
Tecnológicas y Normalización, INDITECNOR

Armin von Bischoffshausen

El Instituto ha recibido respuestas sin formular observaciones, durante el período de consulta pública de esta norma, de las siguientes entidades:

Cementos Bío-Bío S.A.

Dirección General de Obras Urbanas, Ministerio de la Vivienda.

Instituto de Investigación y Control del Ejército.

Esta norma ha sido revisada y aceptada por el Director del Instituto Nacional de Investigaciones Tecnológicas y Normalización, INDITECNOR, Ing. Hugo Brangier M., con fecha 30 de noviembre de 1967 y aprobada en la sesión del H. Consejo del Instituto, efectuada el 20 de diciembre de 1967, que contó con la asistencia de los señores Consejeros: José de Mayo; Roberto Fiedler; Eduardo Gana; Edmundo Ganter; Marcos Orrego; Roberto Paut y Gustavo Vicuña.

Esta norma fue declarada Oficial de la República de Chile por Decreto N°705, de fecha 21 de agosto de 1968, del Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

Esta norma es una *reedición sin modificaciones* de la norma Oficial NCh158.Of67 (ex 30-41ch), Cementos- Ensayos de flexión y compresión de morteros de cemento, vigente por Decreto N°705 de fecha 21 de agosto de 1968, del Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

Solamente se han actualizado las Referencias a normas que aparecen en ella.

# Cementos - Ensayo de flexión y compresión de morteros de cemento

## 1 Alcance

1.1 Esta norma establece procedimientos para determinar la resistencia a la flexión y a la compresión de morteros de cemento.

1.2 Esta norma se aplica a los cementos que hayan de emplearse en la confección de morteros y hormigones.

## 2 Referencias y terminología

### 2.1 Referencias

NCh32 Tamices de ensayo.  
NCh409/1 Agua potable - Parte 1: Requisitos.

### 2.2 Terminología

2.2.1 *arena normal*: arena natural, cuarzosa, de granos redondeados, limpia, procedente de la zona de Las Cruces, Cartagena, que cumple con las prescripciones del párrafo 4.3 *Arena normal*.

2.2.2 *mortero normal*: aquel en que se emplea la arena normal y se prepara en la forma y proporciones prescritas en la presente norma.

2.2.3 *sensibilidad recíproca de una balanza*: valor del sobrepeso necesario para hacer variar la posición del fiel en una división cuando la balanza se encuentra cargada con el peso máximo admisible; se expresa en gramos por división, g/div.

### 3 Aparatos

3.1 **Balanza**, la balanza tendrá una capacidad de 1 000 g como mínimo y una sensibilidad recíproca de 1 g/div.

3.2 **Tamices**, los tamices tendrán aberturas de 0,074 mm; 0,149 mm; 0,50 mm; 1,00 mm; 1,68 mm y 2,00 mm y cumplirán con los requisitos estipulados en la norma NCh32.

3.3 **Matraz aforado**, para medir el agua se usará un matraz aforado de 250 ml de capacidad que estará calibrado por vaciado a 20 °C, con una tolerancia de  $\pm 1$  ml.

#### 3.4 Moldes

3.4.1 Los moldes serán de material que no sea atacado por el mortero de cemento.

3.4.2 Los moldes estarán divididos en tres compartimentos prismáticos, que permitan confeccionar tres probetas.

3.4.3 Las dimensiones interiores de cada uno de los compartimentos de los moldes nuevos serán las siguientes:

longitud  $\ell = 160$  mm, tolerancia  $\pm 0,4$  mm;

ancho  $a = 40$  mm, tolerancia  $\pm 0,1$  mm; y

altura  $h = 40$  mm, tolerancia  $\pm 0,1$  mm.

3.4.4 Las paredes de los moldes serán de espesor superior o igual a 6 mm.

3.4.5 Las caras interiores serán planas con aproximación de 0,02 mm.

3.4.6 Las caras internas formarán entre sí ángulos de 90° con tolerancias de  $\pm 0,5^\circ$ .

3.4.7 Los moldes usados cuyos defectos sean iguales o superiores al doble de las tolerancias indicadas en subpárrafos 3.4.3 y 3.4.6, deberán ser reemplazados.

3.4.8 Los moldes estarán provistos de un marco metálico superpuesto para facilitar el llenado, el cual constará de tres compartimentos prismáticos de 20 a 40 mm de altura, cuya abertura inferior sea aproximadamente coincidente con la de los moldes, a la cual sobrepasará en una magnitud no superior a 0,4 mm.

#### 3.5 Mezcladora

3.5.1 La mezcladora será de accionamiento eléctrico.

3.5.2 Estará compuesta de un recipiente de acero inoxidable, de  $5\frac{1}{4}$  L aproximadamente de capacidad de la forma y dimensiones indicadas en la figura 1, el cual deberá poder fijarse en una altura conveniente con respecto a la paleta conforme se indica en subpárrafo 3.5.5.

3.5.3 Tendrá una paleta, de la forma y dimensiones indicadas en figura 1 con un movimiento de rotación alrededor de su propio eje, y un movimiento planetario alrededor del eje del motor.

3.5.4 La paleta funcionará a las velocidades que se indican en la tabla 1.

Tabla 1 - Velocidades de la paleta del mezclador.

	ROTACION DE LA PALETA, r.p.m.	REVOLUCION PLANETARIA r.p.m.
Velocidad lenta	140 ± 5	62 ± 5
Velocidad rápida	285 ± 10	125 ± 10

3.5.5 En posición de partida y durante la marcha, debe haber una distancia libre de alrededor de 2,5 mm entre la paleta y el fondo del recipiente y de alrededor de 0,4 mm entre aquella y la pared de éste.

### 3.6 Mesa de compactación. (Ver Anexo)

3.6.1 La mesa de compactación estará constituida por una plancha metálica horizontal, unida a dispositivo accionado por un motor que le comunique un movimiento de subida hasta una altura de 15 mm y la deje caer libremente desde esa altura, a razón de una caída por segundo.

3.6.2 La mesa tendrá dispositivos de sujeción para fijar firmemente los moldes.

3.6.3 El peso del conjunto de la parte móvil de la mesa, molde, dispositivo superpuestos y de sujeción será de 20 kg ± 1 Kg.

3.6.4 El aparato se fijará en una base de hormigón de dimensiones apropiadas. Las planchas base de los dos marcos que soportan la leva, y el eje alrededor del cual se efectúa la rotación de la mesa se fijarán a la base de hormigón mediante 4 pernos de anclaje cada uno, y al fijarlos se colocará una capa delgada de mortero rico en cemento entre las planchas base y la base de hormigón, para asegurar un contacto perfecto.

3.6.5 La base de hormigón se colocará sobre 4 soportes de goma de 10 · 10 cm y 1 cm de espesor. La mesa permanecerá horizontal al estar en reposo, y la normal común a través del punto de contacto de la pieza que cae y del tope, será vertical. La superficie que golpea y el tope mismo se reemplazarán cuando dejen de cumplir la condición antes mencionada. Se usarán rodamientos de bolas en los ejes alrededor de los cuales se efectúa la rotación de la mesa y de la leva. Si se usan rodamientos sencillos el juego de los ejes en ellos será inferior o igual a 0,1 mm.

NCh158

### 3.7 Máquina para ensayo de flexión

3.7.1 La máquina de ensayo tendrá una precisión superior o igual a 1%.

3.7.2 Tendrá dos rodillos de 10 mm situados a una distancia de 100 mm ó de 106,7 mm. Tendrá además, un rodillo equidistante de los de apoyo y de igual diámetro que ellos.

3.7.3 Los rodillos serán móviles alrededor de su centro para permitir una repartición uniforme de las cargas.

### 3.8 Máquina para ensayo de compresión

3.8.1 La máquina de ensayo tendrá una precisión superior o igual a  $\pm 1,5\%$  en todo el intervalo de cargas utilizado en los ensayos.

3.8.2 El dispositivo para colocar las probetas tendrá un sistema de placas, el cual se coloca entre los platillos de la máquina de ensayo a compresión y que consta de dos placas de presión, rectangulares, de las dimensiones siguientes:

- a) espesor superior o igual a 10 mm;
- b) ancho de  $40 \pm 0,1$  mm;
- c) longitud superior a 40 mm.

3.8.3 Las placas serán de acero, de dureza Vickers superior o igual a 600 o de carburo de tungsteno. Estarán guiadas sin frotamiento y una de ellas será solidaria con un sistema de rótula y podrá inclinarse ligeramente (ver figura 2).

3.8.4 Las caras de las placas serán planas con una tolerancia de 0,01 mm en la superficie de contacto.

## 4 Materiales

### 4.1 Agua

El agua que se usará en la confección de las probetas deberá ser potable según norma NCh409/1.

### 4.2 Cemento

El cemento que se usará en la confección de las probetas deberá conservarse en envase cerrado y protegerse de la humedad hasta el momento del ensayo.

### 4.3 Arena normal

4.3.1 La composición granulométrica de la arena será tal que su tamizado dé resultados comprendidos dentro de los valores anotados en la tabla 2.

Tabla 2 - Composición granulométrica de la arena normal.

ABERTURA TAMICES, mm	DESIGNACION TAMICES, NCh	RETENCION ACUMULADO, %
0,074	- 15	98 ± 2
0,149	- 11	88 ± 5
0,50	- 4	67 ± 5
1,00	0	33 ± 5
1,68	3	5 ± 5
2,00	4	0

4.3.2 La verificación de la granulometría de la arena se hará por tamizado de una muestra representativa de 100 g de arena por cada uno de los tamices que aparecen en la tabla 2. El tamizado se continuará hasta que a través de cada tamiz pase menos de 0,5 g por minuto.

4.3.3 La arena estará dividida en tres fracciones: fina, media y gruesa. La fracción fina pasará totalmente por el tamiz de 0,50 mm de abertura; la fracción media estará comprendida entre los tamices de 0,50 mm y 1,00 mm de abertura; la fracción gruesa quedará retenida totalmente en el tamiz de 1,00 mm de abertura.

4.3.4 Cada fracción tendrá una composición granulométrica tal que, mezclándolas por partes iguales en peso, se obtenga una arena de la composición granulométrica indicada en la tabla 2.

4.3.5 Si fuera indispensable se podrá usar otra división de la arena siempre que la combinación de las fracciones de una granulometría cumpla con lo anotado en la tabla 2 y que no haya peligro de segregación en ninguna de las fracciones.

### 5 Mortero normal

El mortero se preparará tomando los materiales en la siguiente proporción en peso:

- cemento : dos partes;
- arena normal seca : seis partes; y
- agua : una parte

## 6 Acondicionamiento

### 6.1 Temperatura y humedad

6.1.1 La temperatura de la sala se mantendrá entre 18°C y 27°C.

6.1.2 La humedad relativa de la sala no será inferior a 50%.

6.1.3 Los materiales y aparatos usados en la preparación del mortero deberá estar a una temperatura entre 18°C y 27°C.

6.1.4 La cámara húmeda estará constituida de tal modo que pueda conservarse en ella una humedad relativa superior o igual a 90%, en ella se mantendrá una temperatura de  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

### 6.2 Pesada de los materiales

6.2.1 Se pesarán separadamente 500 g de cemento, 500 g de arena fina, 500 g de arena media y 500 g de arena gruesa y se medirán 250 ml de agua.

6.2.2 Los materiales se dejarán en envases separados junto a la mezcladora.

### 6.3 Mezcla

6.3.1 Estando el mezclador en posición de partida se verterá el agua en el recipiente y a continuación se agregará el cemento.

6.3.2 Se pondrá en marcha el mezclador a la velocidad lenta.

6.3.3 Después de 30 s de la puesta en marcha se agregará gradualmente la arena, primero la fracción fina, a continuación la media y finalmente la gruesa. Esta operación deberá hacerse en 30 s.

6.3.4 Se cambiará a velocidad rápida que se mantendrá durante 30 s.

6.3.5 Se detendrá el mezclador durante 1 min 30 s. En los primeros 15 s se raspará el mortero adherido a la pared del recipiente con una espátula de goma o plástico no atacable empujándolo hacia el fondo. Después se tapaná el recipiente por el tiempo restante (1 min 15 s).

6.3.6 Se pondrá en marcha el mezclador con la velocidad rápida durante 1 min.



## 7 Probetas

### 7.1 Preparación

7.1.1 El molde se cubrirá interiormente con una delgada capa de aceite. Las uniones exteriores deberán sellarse.

NOTA – Por ejemplo con una mezcla de tres partes de parafina con una de colofón.

7.1.2 El molde y el marco se fijarán sobre la mesa de compactación.

7.1.3 Se introducirá en cada uno de los compartimentos una primera capa de alrededor de 320 g de mortero, directamente desde el mezclador. Esta capa se nivelará por medio de una espátula plana con dos movimientos de ida y vuelta apoyándose sobre el borde superior del dispositivo superpuesto.

7.1.4 Se hará funcionar la mesa de golpes dando 60 caídas en 60 s.

7.1.5 Se colocará una segunda capa de mortero igual aproximadamente a la anterior, la cual se enrasará y compactará en la misma forma.

7.1.6 Se sacará el molde y se retirará el marco. Se enrasará el mortero con la arista de una regla metálica, mantenida en posición casi vertical, que se desplazará con un movimiento de sierra, perpendicularmente a la longitud del molde.

7.1.7 Se emparejará la superficie alisándola con la regla que se mantendrá débilmente inclinada sobre la horizontal.

7.1.8 Se identificarán las probetas.

### 7.2 Conservación

7.2.1 Los moldes se cubrirán con una plancha de material no absorbente, para evitar la evaporación de agua.

7.2.2 Los moldes se trasladarán a la cámara húmeda que se mantendrá en las condiciones descritas en subpárrafo 6.1.4.

7.2.3 Las probetas que se romperán a las 24 h se desmoldarán 15 a 20 min antes del ensayo. Las demás probetas se desmoldarán entre 20 y 24 h después de haberlas moldeado. Si el mortero no ha adquirido suficiente resistencia para desmoldarlo sin peligro de deterioro, el desmolde puede postergarse 24 h, pero debe anotarse en el informe.

7.2.4 Las probetas desmoldadas se limpiarán suavemente y se pesarán.

7.2.5 Las probetas desmoldadas se sumergirán en posición vertical, en agua detenida, saturada en cal, a  $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , hasta el momento del ensayo. El agua deberá tener libre acceso sobre todas las caras de las probetas. El agua deberá renovarse por mitades cada 30 días. El volumen del agua de conservación será por lo menos 4 veces el del total de las probetas contenidas.

7.2.6 Las probetas se sacarán del agua menos de 15 min antes del ensayo. Si es necesario para satisfacer esta condición, las probetas se transportan a las máquinas de ensayo en un recipiente lleno de agua.

## 8 Procedimiento

### 8.1 Flexión

8.1.1 La probeta se apoyará, en una de las caras laterales del moldaje, sobre los rodillos de apoyo de la máquina a flexión.

8.1.2 La carga se aplicará a través del rodillo superior con una velocidad de carga de  $5 \pm 1\text{ kg/s}$ .

8.1.3 Los trozos de las probetas rotas a flexión, se conservarán húmedos hasta el momento en que cada uno de ellos se someta al ensayo de compresión.

### 8.2 Compresión

8.2.1 Cada trozo obtenido del ensayo a flexión se ensayará a la compresión en una sección de 40·40 mm, aplicándose la carga a las dos caras provenientes de las laterales del moldaje, colocándose entre las placas de la máquina de compresión.

8.2.2 La velocidad de carga será tal que la presión sobre la probeta aumente entre 10 y 20  $\text{kg/cm}^2/\text{s}$ . Hasta la mitad de la carga de ruptura la carga podrá aumentar a mayor velocidad, pero en todo caso la duración de cada ensayo será menor o igual en 10 s.

## 9 Cálculo

9.1 Las resistencias se expresarán en  $\text{kg/cm}^2$  y calculados para la flexión según  $0,234 P$  ó  $0,250 P$ , dependiendo de la distancia entre los apoyos según sea 100 mm ó 106,7 mm, siendo P, la carga total de ruptura expresada en kg.

9.2 Las resistencias se determinarán en tres probetas como mínimo para cada edad para el ensayo de flexión y sus correspondientes 6 probetas para el ensayo de compresión. Se deben ensayar en cada fecha probetas de distintos moldes.

9.3 La resistencia a la flexión y la resistencia a la compresión del mortero será la media aritmética de los resultados de todos los ensayos realizados en cada fecha.

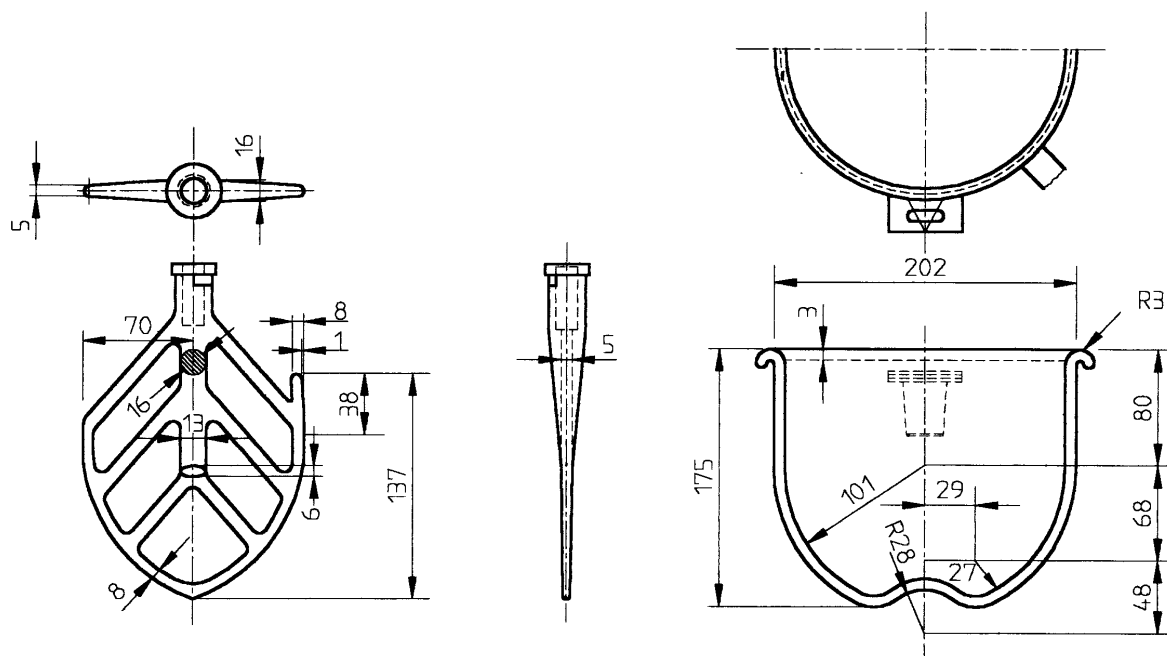


Figura 1

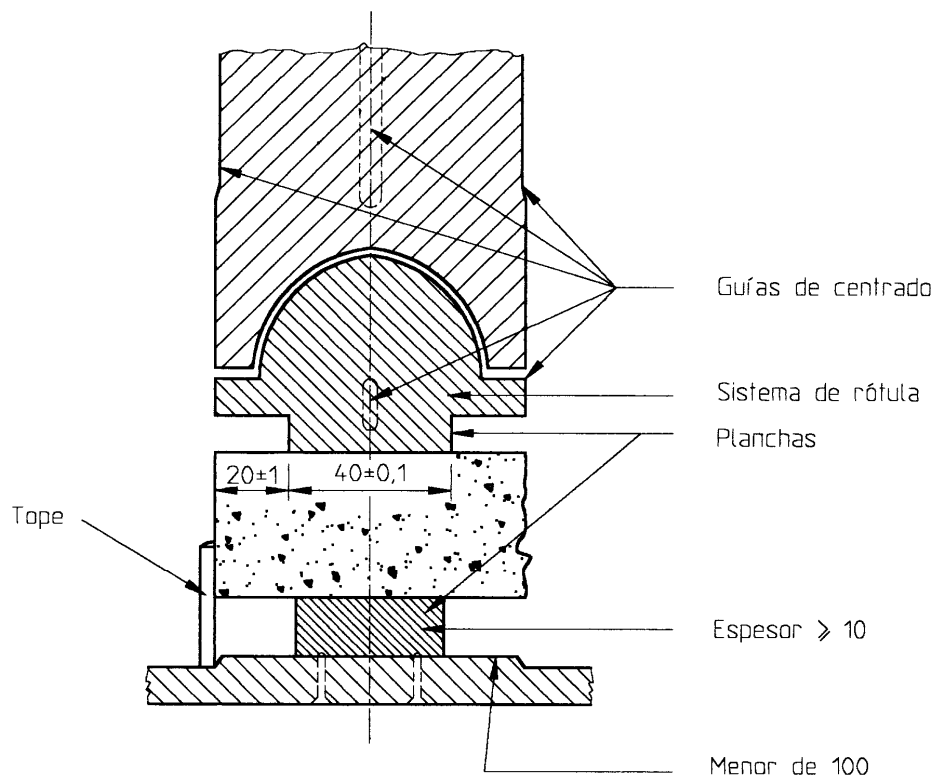


Figura 2 - Disposición de la probeta para el ensayo de compresión

### Anexo A

Este anexo no forma parte del cuerpo de la norma, se inserta sólo a título informativo.

A.1 El movimiento de subida de la mesa de compactación se efectuará mediante una rueda de leva de acero de dureza Vicker  $\geq 400$ .

A.2 El movimiento de esta rueda de leva de 60 r.p.m. se obtendrá por un motor de unos 250 W y un engranaje de reducción.

Se recomienda que el motor tenga un dispositivo que lo detenga después de 60 golpes.

A.3 La figura A.1 muestra uno de los tipos de mesa de compactación.

Dimensiones en milímetros

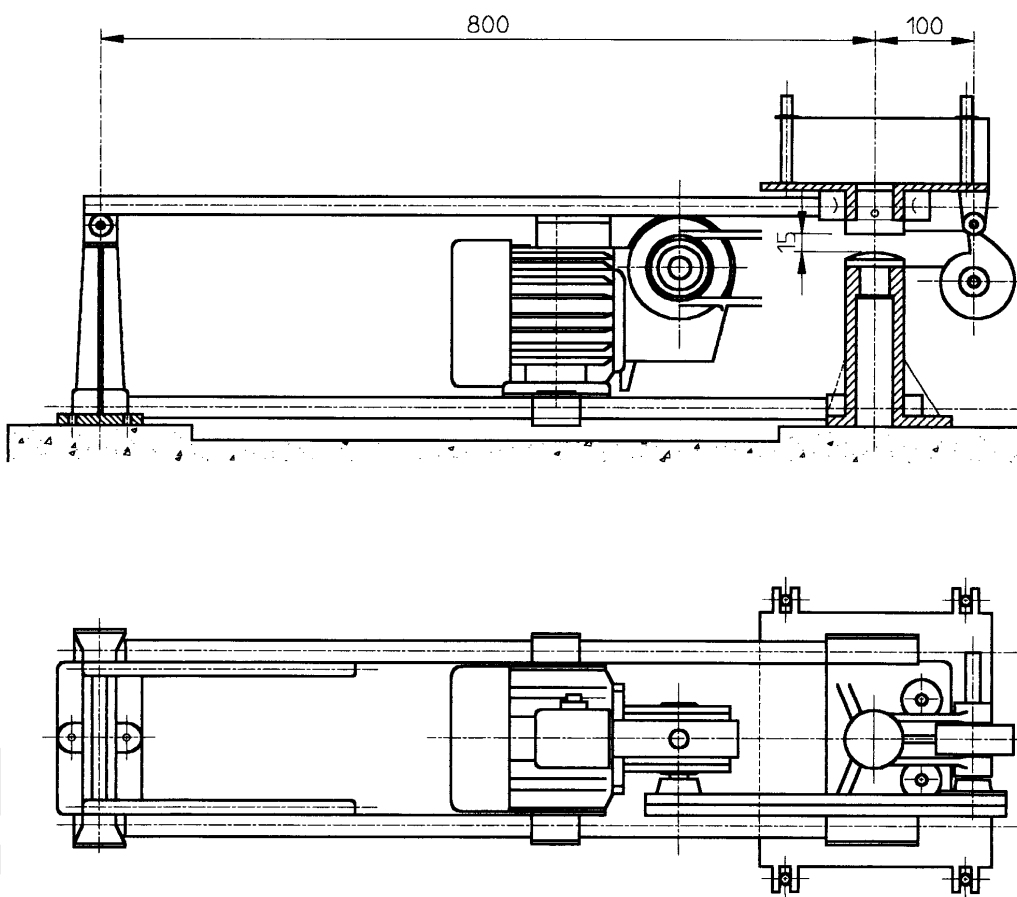


Figura A.1 - Mesa de compactación

## Cementos - Ensayo de flexión y compresión de morteros de cemento

*Compressive and flexural strengths of cement mortar*

Primera edición : 1968

Reimpresión : 1999

**Descriptor:** *materiales de construcción, cemento, mortero de cemento, ensayos, ensayos de compresión, ensayos de doblado*

---

CIN 91.100.10

COPYRIGHT © 1982 : INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION - INN

\* Prohibida reproducción y venta \*

Dirección : Matías Cousiño N° 64, 6° Piso, Santiago, Chile

Casilla : 995 Santiago 1 - Chile

Teléfonos : + (56 2) 441 0330 • Centro de Documentación y Venta de Normas (5° Piso) : + (56 2) 441 0425

Telefax : + (56 2) 441 0427 • Centro de Documentación y Venta de Normas (5° Piso) : + (56 2) 441 0429

Web : [www.inn.cl](http://www.inn.cl)

Miembro de : ISO (International Organization for Standardization) • COPANT (Comisión Panamericana de Normas Técnicas)