



PINZUAR LTDA

EQUIPOS PARA LABORATORIO DE  
ENSAYOS Y CONTROL DE CALIDAD

## VIGA BENKELMAN DOBLE BRAZO Ref. PA-74

La Viga Benkelman es un equipo diseñado para determinar las deformaciones elásticas de un pavimento flexible, cuando es cargado con un peso normalizado. El equipo consta de 2 brazos con longitudes normalizadas y diales de 0,01 mm los cuales registran las deformaciones que se presentan al momento del ensayo. Además tiene otras partes que facilitan la nivelación, el transporte y la estabilidad del equipo.

Nota: Al ensamblar el equipo dejar bien fijos los tornillos y rosarlos correctamente.



### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Equipado con dos brazos multiplicadores. Relación de palanca 1:4
  - Doble brazo con dos comparadores de carátula análogos
- Rango de comparadores de 0,1" división de escala de 0,001"
  - Longitud del brazo de prueba inicial de 2,44 m
  - Longitud total cuando se encuentra armada de 3,68 m
- Incluye caja de madera para almacenamiento y transporte.

#### BOGOTÁ. COLOMBIA - SURAMÉRICA

SEDE PRINCIPAL :: Dirección: Carrera 108 No. 18 - 31 Conmutador: (57) (1) 548 20 00  
SEDE LABORATORIO DE METROLOGÍA :: Dirección: Calle 18 No. 103B - 72 Teléfono: (57) (1) 415 70 20  
WWW.PINZUAR.COM.CO E-mail: ventas@pinzuar.com.co comercio.exterior@pinzuar.com.co  
metrologia@pinzuar.com.co

#### LIMA, PERU - SURAMÉRICA

SUCURSAL  
Dirección: Calle Ricardo Palma No. 998.  
Urbanización San Joaquín. Bellavista - Callao  
Teléfono: (51) (1) 562 12 63



**PINZUAR** LTDA  
ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

# MANUAL DE USUARIO

## VIGA BENKELMAN DOBLE



Referencia: PA-74  
Versión: M.PA-74.02



**PINZUAR** LTDA  
ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVIDOR DEL MUNDO

**Estimado Cliente:**

Le damos una cordial bienvenida a Pinzuar Ltda. Aprovechamos la ocasión para agradecer la compra de este producto. En adelante cuente con nuestra amplia experiencia y equipo humano que estará presto a brindarle la ayuda que necesite. Lea atentamente este manual de usuario y téngalo a su alcance para futuras consultas.

<u>CONTENIDO</u>	<u>Página</u>
1. Descripción	3
2. Percusiones y mantenimiento	3
3. Ensayo	3
4. Procedimiento	3
5. Cálculos	5
6. Informe	5
Garantía	6

*Somos una empresa que exporta tecnología,  
investigación y talento colombiano.*

### 1. DESCRIPCIÓN.

La viga benkelman es un equipo diseñado para determinar las deformaciones elásticas de un pavimento flexible cuando es cargado con un peso normalizado.

El equipo consta de 2 brazos con longitudes normalizadas y diales de 0,01 mm que registran las deformaciones que se presentan al momento del ensayo. Además, tiene otras partes que facilitan la nivelación, el transporte y la estabilidad del equipo.

Al ensamblar el equipo se deben dejar bien fijos los tornillos y rosarlos correctamente.

### 2. PERCUSIONES Y MANTENIMIENTO

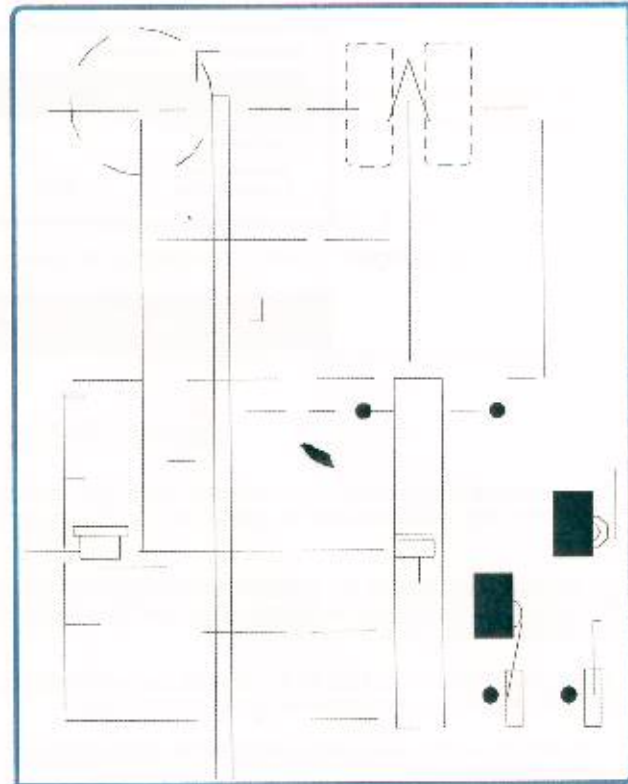
- Ensamblar cuidadosamente la viga, teniendo en cuenta no averiar las roscas o golpearlas.

- Cuando la viga deje de usarse por un largo período, se debe aplicar aceite al eje del pivote de la viga.

- Retirar siempre los diales de los soportes de la viga para evitar que sean golpeados.

### 3. ENSAYO

#### APARATOS Y MATERIALES



a) Una viga benkelman con sus correspondientes diales (con divisiones de 1/100 mm) y las siguientes dimensiones fundamentales:

- Longitud de los brazos de ensayo, desde el pivote hasta el extremo de prueba = 2 440 mm y 2 190 mm
- Longitud del brazo de ensayo, desde el pivote hasta el punto del contacto con el vástago del dial registrador 610 y 548 mm.

b) Un vehículo de carga con las siguientes características:

- Debe ser un camión de 2 ejes, con una capacidad aproximada de 5 ton, cargado de manera que el eje trasero pese en la balanza 8175 kilogramos, igualmente distribuidos en sus 2 ruedas, cada una de las cuales debe tener dos llantas.

Las llantas deben ser de 10 pulg. x 20 pulg. y 12 lonas e infladas a una presión de 55.6 kg / cm<sup>2</sup> (80 psi). Deben encontrarse en buen estado. La presión de inflado debe verificarse cuando menos dos veces al día.

- Condiciones de humedad con las variaciones climáticas. La carga debe estar protegida por una carpa.

c) Un medidor de presión de inflado con capacidad mínima de 7 kg/cm<sup>2</sup> (100 psi).

d) Un termómetro de 0 a 100°C, con divisiones cada grado.

e) Un cincel pequeño, un martillo y una escobilla.

f) Decámetro, pintura y brocha.

g) Aceite.

h) Cartera para anotaciones.

i) Banderines guías para el tránsito.

### 4. PROCEDIMIENTO

El tramo de pavimento a ser ensayado debe marcarse previamente con líneas transversales a la vía, sobre el borde del carril izquierdo. Las marcas deben localizarse en los sitios elegidos para la medida de la deflexión (generalmente cada 50 m) y deben relacionarse con el absidado de la carretera.

Se coloca el vehículo de carga de manera que su rueda exterior quede sobre la abscisa escogida para el ensayo. Esta rueda debe, además colocarse a una distancia prefijada al borde del pavimento.

A. Teniendo en cuenta que las deflexiones deben referirse a la temporada del año en que la estructura es más débil, los valores de Dcs deben corregirse de acuerdo a la época del año en que se han tomado las deflexiones, para lo cual deben emplearse los siguientes coeficientes:

## B. CUADRO DE COEFICIENTES

Coeficiente de corrección			
TIPO DE SUELO DE SUBRASANTE	PERÍODO LLUVIOSO	PERÍODO INTERVEDIO	PERÍODO SECO
Suelos arenosos y permeables	1.0	1.0 - 1.1	1.1 - 1.3
Suelos arcillosos e impermeables	1.0	1.2 - 1.5	1.5 - 1.8

Y : Dcs corregida = Dcs x coeficiente de corrección

Ancho del carril (m)	Distancia desde el borde del pavimento (m)
2.70	0.45
3.00	0.60
3.30	0.75
3.60 o +	0.90

Tabla I

C. Se coloca la viga sobre el pavimento, detrás del camión y perpendicularmente al eje de la carga, de modo que el extremo de prueba quede en medio de las dos llantas exteriores y exactamente debajo del centro del eje de la rueda.

D. Se aflojan los tornillos de seguridad de la viga y se ajusta la base de ésta por medio del tornillo trasero de manera tal que el brazo de medida quede en contacto con el vástago del Deformímetro asegurándose que éste tenga un recorrido libre de unos 5 mm (0,20").

E. Se gira el disco móvil de la escala del Deformímetro hasta que la aguja quede marcando cero y se verifica la lectura golpeando suavemente el dial con un lápiz.

F. Se hace avanzar el camión lentamente hacia adelante hasta una distancia de por lo menos 5 metros desde el punto de ensayo.

G. Se registra la lectura final del dial cuando la rata de recuperación sea igual o menor a 0.025 mm/minuto (1/1000"/minuto) (di). Esta lectura debe multiplicarse por la llamada constante de la viga para determinar la deflexión real del pavimento (di).

- La constante de la viga es la relación entre la longitud del brazo de ensayo desde el pivote hasta el extremo de prueba.

- La carga del camión debe consistir en lo posible, en bloques de concreto u otros materiales que no cambien.

H. Se anota en la cartera la deflexión real (di), poniendo atención a su exactitud y a las unidades del cuadrante del dial.

I. Se ajusta el dispositivo de seguridad de la viga y se levanta.

J. Se repite el procedimiento en los siguientes puntos elegidos para el ensayo. Generalmente las medidas se toman cada 50 m en forma alterna a cada lado de la calzada, de manera que sean representativas de las condiciones generales del pavimento.

K. Cada 500 metros debe determinarse también la deflexión bajo la rueda interna trasera.

L. También cada 500 metros debe tomarse la temperatura del pavimento de la siguiente manera:

Se hace un orificio de unos 3 ó 4 cm de profundidad y 2 cm de diámetro el cual se llena con aceite. Cuando se considere que se ha alcanzado el equilibrio térmico, se introduce en él un termómetro durante dos minutos y se anota la temperatura antes de extraerlo nuevamente.

Se aconseja hacer el orificio entre el punto de ensayo y el borde de la calzada.

## NOTAS:

1. La temperatura del pavimento debe determinarse sólo en carreteras asfálticas de 3 o más cm de espesor (mezclas en planta y en vía), cuyo módulo de elasticidad es afectado significativamente por los cambios de temperatura.

2. Las deflexiones sólo deben medirse cuando la temperatura del pavimento no supere los 40 ° C.

## 5. CÁLCULOS

Divídase el tramo de pavimento objeto del estudio en secciones de 500 metros cada una y para cada sección calcúlese la deflexión promedio ( $\bar{D}$ ) la desviación estándar ( $s$ ) y el coeficiente ( $V$ ) según las siguientes fórmulas:

$$D = \frac{\sum d_i}{n} \quad s = \frac{\sqrt{\sum (D - d_i)^2}}{n - 1} \quad V = \frac{s}{\bar{D}} \times 100$$

Siendo  $n$  el número de deflexiones que se han medido en la sección.

Para el cálculo de estos índices pueden descartarse, a criterio del calculista uno o dos valores de deflexión cuya desviación, con respecto a los demás, sea muy alta.

Calcúlese la deflexión característica de la sección ( $D_c$ ) mediante la expresión:

$$D_c = \bar{D} + s$$

Valor que es representativo del 85 % de la longitud de la sección.

Si la capa de rodadura no es un tratamiento superficial, la deflexión característica de la sección debe corregirse por efecto de la temperatura del pavimento, con el objeto de que la deflexión quede referida a una temperatura estándar de 20 ° C:

$$D_{c 20} = D_c = (20 - t) 0.01 D_c$$

$$D_{c 20} = \frac{D_{c t}}{1 + 8 \times 10^{-5} (t - 20)}$$

$D_c$  = Es la deflexión característica de la sección calculada en 4 .

$t$  = Es la temperatura promedio del pavimento (°C) en la sección ensayada.

Cuando varias secciones presenten características similares (en cuanto a topografía, estructura del pavimento, tipo de suelo de subrasante, tránsito y condiciones climáticas) se agrupan en lo que se denomina un sector, para el cual debe calcularse su deflexión característica ( $D_{cs}$ )

$$D_{cs} = \frac{\sum D_{c 20}}{m}$$

Donde  $m$  es igual al número de secciones que compone el sector.

## 6. INFORME

El informe debe comprender:

- Una descripción general del trayecto de carretera ensayado, con la identificación de los diferentes sectores, el clima y la época que se efectuaron las medidas, el tránsito, la condición general del pavimento y las posibles causas de los valores de deflexión obtenidos.

- Un perfil longitudinal de las deflexiones, indicando además las características de cada sección, referidas a 20 ° C y la deflexión característica de cada sector determinada. longitud del mismo brazo desde el pivote hasta el punto de contacto con el vástago del dial. Para las vigas fabricadas en el país esta constante es 4.

Felicitaciones, Usted acaba de adquirir un producto fabricado por PINZUAR LTDA. Diseñado y fabricado bajo las más estrictas normas y especificaciones de calidad con el fin de satisfacer y exceder los requisitos para el cual fue elaborado.

Para que esta garantía sea aplicable, se recomienda al momento de la entrega, verificar que el equipo esté completo, es decir, que su contenido corresponde a lo solicitado por usted y que se encuentra libre de daños tales como golpes, roturas, deterioro en acabados, etc., ya que una vez se reciba y/o comience a dar uso al producto se entenderá que fue recibido a satisfacción. La presente garantía no se extiende a aquellos daños o defectos derivados de errores de instalación o del no acatamiento a las indicaciones de uso y/o de operación. Al presentarse el reclamo, PINZUAR LTDA podrá enviar un técnico especializado para verificar el cumplimiento de los anteriores requerimientos.

Uno de los grandes beneficios que se obtienen por adquirir productos PINZUAR LTDA es que estos se encuentran cubiertos por una garantía tanto de sus componentes y elementos funcionales como de sus acabados. De esta forma nuestra Organización le demuestra el permanente compromiso de servicio que hemos adquirido con Usted.

#### 1. Garantía de partes y componentes del Producto

Esta garantía respalda las condiciones de calidad e idoneidad del producto, sus componentes y elementos funcionales contra defectos de fabricación hasta por un (1) año contado a partir de la fecha de compra o fecha de instalación y no se extiende a aquellas piezas que sufren desgaste por el funcionamiento normal del producto. Es importante tener en cuenta que esta garantía podrá hacerse efectiva siempre y cuando las condiciones de uso, instalación y mantenimiento del producto sean las especificadas en el Manual de usuario. Por lo anterior, nuestra Organización reparará o reemplazará aquellos productos que presenten estos defectos.

#### 2. Servicio de Mantenimiento

Nuestra empresa ofrece el servicio de mantenimiento preventivo así como los repuestos necesarios para su producto, con ello se asegura nuestro compromiso de servicio y atención al cliente. Por favor contáctenos a nuestra línea de atención al cliente (+571) 5482000 en la ciudad de Bogotá - Colombia y (+511) 5621263 en la ciudad de Lima - Perú, para recibir asesoría al respecto. (Este servicio no está incluido dentro de esta garantía)

Condiciones para hacer efectiva esta garantía:

- Haber seguido las indicaciones presentadas en el presente certificado de garantía y en el manual de usuario del producto.
- No haber realizado ajustes o modificaciones al producto que hayan alterado su adecuado funcionamiento.
- Comunicarse con la línea de atención al cliente (+571) 5482000 en la ciudad de Bogotá - Colombia y (+511) 5621263 en la ciudad de Lima - Perú.
- Consevar copia de este documento y factura de compra original del producto para hacer efectiva la garantía.

Condiciones excluyentes de esta Garantía

- La garantía NO incluye el costo de transporte para recoger y enviar el producto (dentro y fuera de la ciudad).
- La garantía se limita solamente a reemplazar aquellos productos que nuestra organización compruebe que hay defectos de fabricación, ensamble y/o en el no cumplimiento de los requisitos especificados.
- Nuestra empresa no será responsable por lucro cesante, indemnización por perjuicios o cualquier otro cargo.

Condiciones que anulan esta Garantía:

- Daño resultante por causas de mala aplicación, mala operación o fallas en la instalación del producto, o por problemas técnicos del lugar donde se utiliza el producto.
- Daños originados por deficiencias en las instalaciones eléctricas y/o fallas en el suministro de energía, tales como sobrecargas o descargas eléctricas.
- Fallas ocasionadas por defectos en la puesta a tierra de la instalación eléctrica.
- Cuando el producto no es transportado, almacenado ni es protegido debidamente por parte del cliente, durante el período contado desde la fecha de despacho o la fecha de instalación.
- Hay daño del producto después de la entrega, ocasionado por el transporte o mal manejo del producto.
- Cualquier daño al producto como resultado de una utilización incorrecta, accidente o instalación defectuosa o como consecuencia de no haber seguido las instrucciones de operación previstas en el manual de operación, dejarán sin efecto esta garantía.
- Daños derivados por exceder los límites estructurales o de diseño del producto.

Nuestra empresa no se hará, bajo ninguna circunstancia, responsable de daños causados a otros bienes, por efectos de reparación o instalación de los productos.



ventas@pinzuar.com.co  
labmetrologia@pinzuar.com.co  
peru.comercial@pinzuar.com.co  
www.pinzuar.com.co

Sede Principal - Carrera 108 N° 18-31  
Teléfono 57(1) 5482000  
Bogotá, D.C. Colombia

Laboratorio de metrología - Calle 18 N° 103 B-72  
Teléfonos 57(1) 5401515 - 4157020  
Bogotá, D.C. Colombia

Calle Ricardo Palma N° 998 Urbanización San Joaquín. Bellavista - Callao  
Teléfonos 51(1) 5621263 - 5380077 Fax 4641686  
Lima, Perú





**PINZUAR LTDA**  
ALTA TECNOLOGÍA CON TRADICIÓN URBANA AL SERVICIO DEL PAÍSES

## PINZUAR LTDA. PRODUCE :

### ■ Máquinas universales para ensayos:

manuales, digitales, automatizadas y computarizadas. Máquinas universales para ensayos a compresión, a tensión, a flexión, a cizalla, etc., máquinas para ensayos de suelos, asfaltos, elementos, concretos, acero y otros metales, maderas, textiles, plásticos, pegantes, calzado, ensayos especiales.



### ■ Equipos para laboratorios de suelos:

Equipos para perforación, toma de muestras, análisis granulométrico, clasificación, cartas de colores, densidades, equipos para ensayos Triaxial, CBR, de laboratorio y de campo, próctor, corte directo y residual, consolidación, permeabilidad, expansión, cono dinámico, límite plástico y límite líquido, densidades, medidores de humedad (humedómetros análogos y digitales), etc.



### ■ Equipos para laboratorios de rocas:

Sacónucleos eléctricos, Equipos para corte directo, medición de la resistencia y del módulo de elasticidad, etc.

### ■ Equipos para laboratorios de asfaltos y pavimentos:

Equipos para perforación y toma de muestras, medición de contenido de asfalto, extractores centrífugos, destilación, densidad, penetración, punto de ablandamiento, punto de ignición, recuperación elástica por torsión, hornos para película y fina y rodante, máquinas y accesorios para ensayos Marshall, Lottman, ductilidad, círculo de arena, viga Benkelman análoga y digital, péndulo TRRL, etc.



### ■ Equipo para laboratorios de agregados, cementos y concretos:

Máquinas de los ángeles, de desgaste acelerado, micro Deval, molde triple cubo, cono de asentamiento slump, aparato de Vicat, mesa de flujo, contenido de aire, refrentado, máquinas para ensayos de cilindros, núcleos, vigas, cubos, tensión indirecta, módulo de elasticidad y relación de Poisson, moldes para muestras cilíndricas, cubos y vigas, etc.



### ■ Equipo para granulometría:

Tamizadoras, tamices certificados en bronce y acero inoxidable. Balanzas mecánicas y electrónicas.

### ■ Software especializado:

Automatización y sistematización de máquinas de ensayo, registro y procesamiento de datos de ensayos, presentación de Informes de laboratorio.

### ■ Instrumentación:

Balanzas mecánicas y electrónicas. Hornos digitales, cámaras climáticas, Comparadores de carátula, micrómetros, pie de rey y reglas análogas y digitales, Lvdt, cintas métricas, celdas de carga, transductores de fuerza y presión, interfaces y multicanales con conexión a PCs.



### ■ Servicio de mantenimiento y calibración:

Para equipos de laboratorio, máquinas de ensayo, balanzas.

### ■ Asistencia Técnica y Asesoría:

En instrumentación, software y metrología – Capacitación y formación.



## LABORATORIO DE METROLOGÍA

Acreditación en Masa y Balanzas, Longitud, Fuerza, Par torsional (Torque) y Temperatura



Sede Principal Carrera 108 N° 18-31 Teléfono 57(1) 5482000. Bogotá, Colombia  
Laboratorios - Calle 18 N° 103 B-72 Teléfonos 57(1) 4157020 - 5454957. Bogotá, Colombia  
Sede Lima, Perú Calle Ricardo Palma N° 998 Urbanización San Joaquín. Bellavista - Callao.  
Teléfonos 51(1) 5621263 - 4641606. Lima, Perú  
[www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)