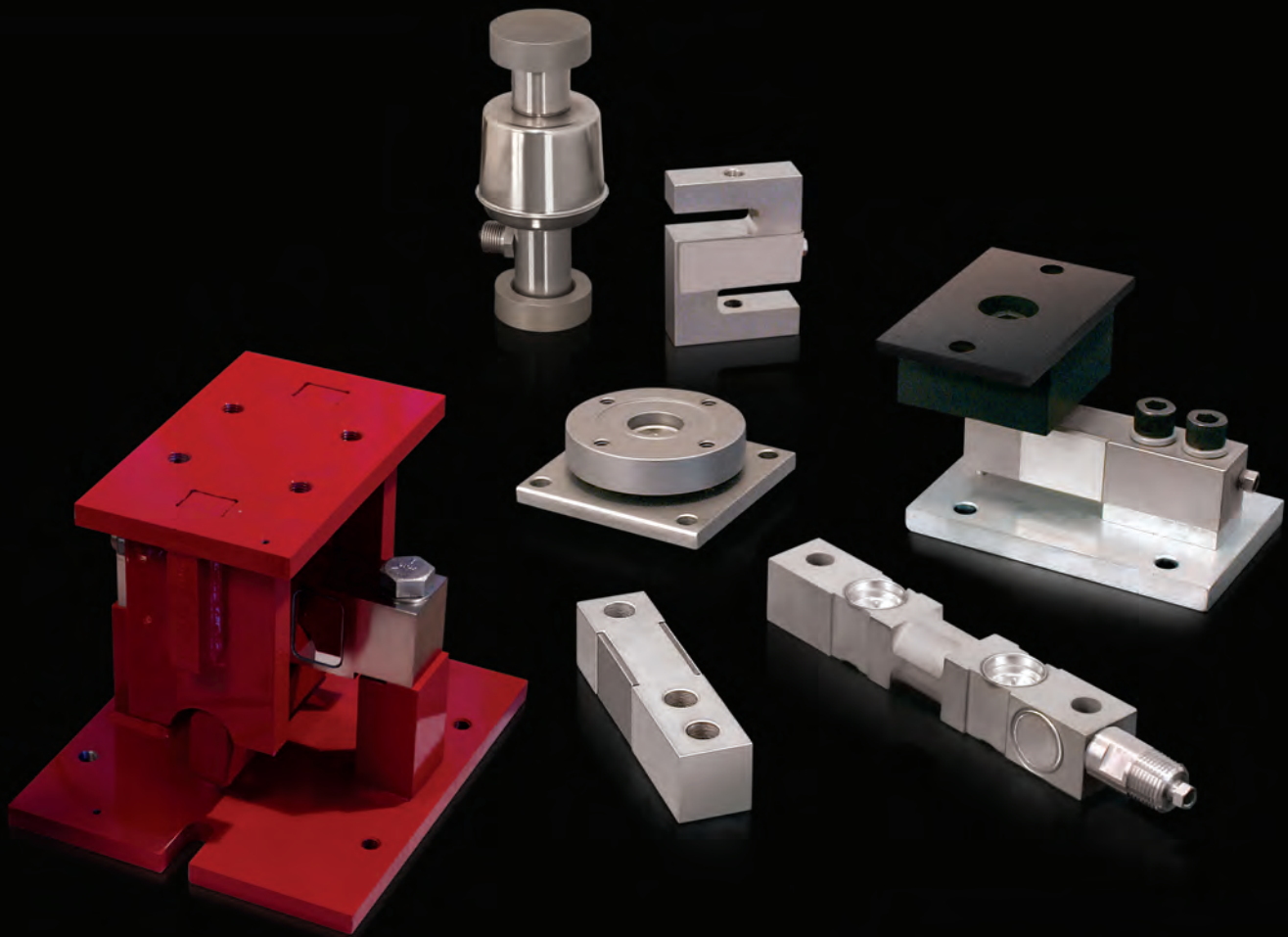


# Manual de celdas de carga y módulos de pesaje



**RICE LAKE**<sup>®</sup>  
WEIGHING SYSTEMS

[www.ricelake.com](http://www.ricelake.com)

800-472-6703

© Rice Lake Weighing Systems. Todos los derechos reservados.

Rice Lake Weighing Systems® es una marca comercial registrada de Rice Lake Weighing Systems. Cualquier otra marca o nombre de producto en este documento son marcas comerciales o registradas de sus empresas respectivas.

Todo información detallada en este documento es, según nuestro leal saber y entender, completa y fidedigna a la fecha de publicación. Rice Lake Weighing Systems se reserva el derecho de modificar la tecnología, características, especificaciones y diseño del equipo sin previo aviso.

La versión más reciente de esta publicación, software, firmware y cualquier otra actualización de productos está disponible en nuestro sitio web:

[www.ricelake.com](http://www.ricelake.com)

# Índice

<b>Introducción a las celdas de carga</b> .....	<b>1</b>
1.0 Tipos de celdas de carga .....	2
2.0 Construcción de la celda de carga .....	6
3.0 Selección de celdas de carga .....	7
4.0 Principios de introducción de cargas .....	11
5.0 Teoría de circuitos de CC .....	14
6.0 Teoría eléctrica de la celda de carga .....	18
7.0 Certificado de calibración de Rice Lake Weighing Systems .....	22
<b>Módulos de pesaje</b> .....	<b>24</b>
8.0 Módulos de pesaje: Barra de un extremo .....	25
9.0 Módulos de pesaje: Barra de doble extremo .....	32
10.0 Módulos de pesaje: Cartuchos de compresión .....	38
11.0 Módulos de pesaje: Montaje en tensión (barra en S) .....	40
<b>Diseño del sistema de pesaje de recipientes</b> .....	<b>45</b>
12.0 Sistemas de pesaje de materiales a granel .....	46
13.0 Maximizar la precisión del sistema .....	52
14.0 Selección del número de soportes y de la capacidad de la celda de carga .....	54
15.0 Cálculo de la dilatación térmica de recipientes y tirantes .....	55
16.0 Cálculo del volumen del tanque .....	57
17.0 Efectos eólicos y sísmicos en la estabilidad del recipiente .....	65
<b>Accesorios para recipientes</b> .....	<b>71</b>
18.0 Fijación de conductos a recipientes de pesaje .....	72
19.0 Pautas sobre conductos .....	77
20.0 Sistemas de retención de recipientes .....	80
<b>Consejos de instalación y mantenimiento</b> .....	<b>83</b>
21.0 Determinación de los microvoltios por graduación .....	84
22.0 Pautas de seguridad del equipo de montaje de la celda de carga .....	85
23.0 Recorte de la celda de carga .....	87
24.0 Solución de problemas de la celda de carga .....	91
25.0 Pautas de calibración para sistemas de pesaje de recipientes .....	94
<b>Apéndice</b> .....	<b>97</b>
26.0 Unidades de medida .....	98
27.0 Glosario .....	99



Rice Lake Weighing Systems ofrece seminarios de capacitación técnica. Puede consultar la descripción y las fechas de los cursos en [www.ricelake.com/training](http://www.ricelake.com/training) or obtained by calling 715-234-9171 and asking for the training department.

Página en blanco.



*Rice Lake ofrece continuamente videos de capacitación en web de un conjunto creciente de asuntos relacionados con productos sin costo alguno. Visite [www.ricelake.com/webinars](http://www.ricelake.com/webinars)*

# Introducción a las celdas de carga

<b>1.0</b>	<b>Tipos de celdas de carga</b>	<b>2</b>
1.1	Cartucho	2
1.2	Barra de cizallamiento de un solo extremo	2
1.3	Barra de cizallamiento de doble extremo	3
1.4	Barra en ménsula	4
1.5	Barras en S	4
1.6	Plataforma	5
<b>2.0</b>	<b>Construcción de la celda de carga</b>	<b>6</b>
2.1	Materiales	6
2.1.1	Celdas de carga en aluminio	6
2.1.2	Celdas de carga en acero aleado	6
2.1.3	Celdas de carga en acero inoxidable	6
<b>3.0</b>	<b>Selección de celdas de carga</b>	<b>7</b>
3.1	Protección ambiental	7
3.2	Sello soldado	7
3.3	Sellado hermético	8
3.4	Guía de clasificación de protección contra la penetración (IP)	9
3.5	Pintado	10
3.6	Protección contra rayos	10
<b>4.0</b>	<b>Principios de introducción de cargas</b>	<b>11</b>
4.1	Carga ideal	11
4.2	Carga angular	11
4.3	Carga excéntrica	12
4.4	Carga lateral	12
4.5	Cargas de torsión	13
<b>5.0</b>	<b>Teoría de circuitos de CC</b>	<b>14</b>
5.1	Electrón	14
5.2	Corriente y tensión	14
5.3	Resistencia	14
5.4	Tamaño del conductor	14
5.5	Galga extensométrica	15
5.6	Puente de Wheatstone	15
5.7	Celda de carga	16
<b>6.0</b>	<b>Teoría eléctrica de la celda de carga</b>	<b>18</b>
6.1	Cableado	18
6.2	Datos de calibración	18
6.3	Salida	19
<b>7.0</b>	<b>Certificado de calibración de Rice Lake Weighing Systems</b>	<b>22</b>

## 1.0 Tipos de celdas de carga

Las celdas de carga se fabrican en varios tamaños y tipos para muchas aplicaciones. Esta sección revisa las diferentes celdas de carga disponibles.

### 1.1 Cartucho

La celda de carga de cartucho es el diseño más antiguo. Está herméticamente sellada o soldada para proteger las galgas. Consulte la [Figura 1-1](#).

La popularidad de las celdas de carga de cartucho ha disminuido debido a que su costo es de dos a tres veces superior al de las celdas de carga de barra. Las celdas de carga de cartucho se construyen de dos formas, en una columna y en varias columnas. Los cartuchos de una sola columna no suelen admitir una carga lateral superior al 15%. Los cartuchos de varias columnas admiten más carga lateral que los de una sola columna. El tamaño de la celda de carga de cartucho oscila entre 100 y 500.000 lb. No hay forma de identificar qué celdas de carga son de una o varias columnas basándose en el etiquetado o en una inspección visual. Consulte las especificaciones del fabricante original o la Guía de celdas de carga de Rice Lake Weighing Systems para determinar las especificaciones de una celda de carga.

Las celdas de cartucho son de acero inoxidable o de acero de alta aleación con un revestimiento protector. Su excitación nominal oscila entre 5 VCC y 15 VCC. Las resistencias de puente habituales son 350  $\Omega$  y 480  $\Omega$ .

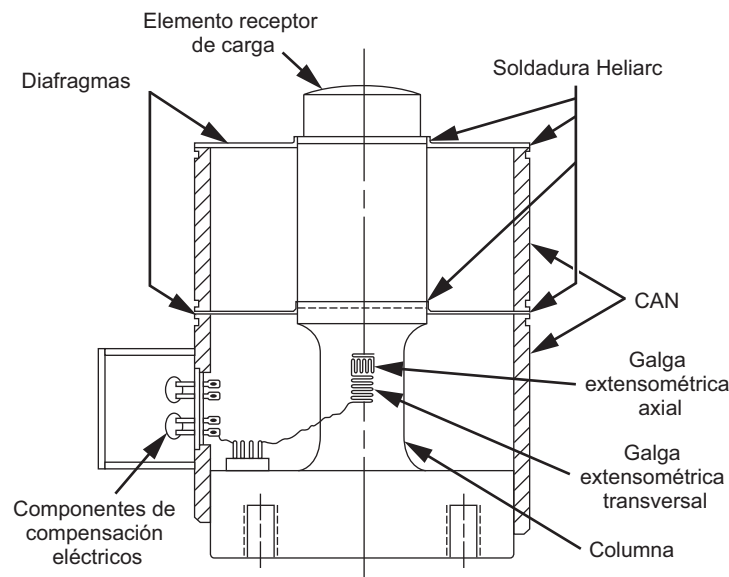


Figura 1-1. Celda de carga de cartucho

### 1.2 Barra de cizallamiento de un solo extremo

La celda de carga en barra de cizallamiento de un solo extremo está diseñada para aplicaciones de básculas y procesos de bajo perfil. La cavidad de la galga extensométrica de la celda de carga contiene un delgado diafragma metálico sobre el que se montan las galgas extensométricas.

Las capacidades típicas oscilan entre 1.000 y 20.000 lb, pero algunos fabricantes ofrecen barras de cizallamiento de hasta 40.000 lb.

Un extremo de la barra de cizallamiento contiene los orificios de montaje, mientras que el extremo opuesto es donde se aplica la carga.

La celda de carga debe montarse sobre una superficie plana y lisa con pernos endurecidos de alta resistencia.

Las celdas de carga en barra de cizallamiento más grandes tienen más de dos orificios de montaje para acomodar pernos adicionales y evitar que el equipo se estire bajo carga de tensión. Consulte la [Figura 1-2 página 3](#).

Las barras de cizallamiento funcionan mejor en un rango de temperaturas de 14 a 104 °F (-10 a 40 °C). Su rango de funcionamiento seguro máximo con un cambio de rendimiento mínimo es a 0 a 150 °F (-17 a 65 °C). Las salidas cero de la barra de cizallamiento deben comprobarse con frecuencia cuando se trabaja a altas temperaturas. Las sobrecargas superiores a la capacidad nominal de sobrecarga segura pueden afectar permanentemente a la precisión y el rendimiento de la celda de carga. Las cargas de choque, especialmente las repetidas o las de capacidad sobredimensionada, afectan a la calibración y deben evitarse.

Las barras de cizallamiento pueden construirse en acero aleado o acero inoxidable para su uso en entornos difíciles. El hecho de que una celda sea de acero inoxidable no significa que sea la mejor opción en entornos de lavado a presión. También es importante un sellado adecuado.

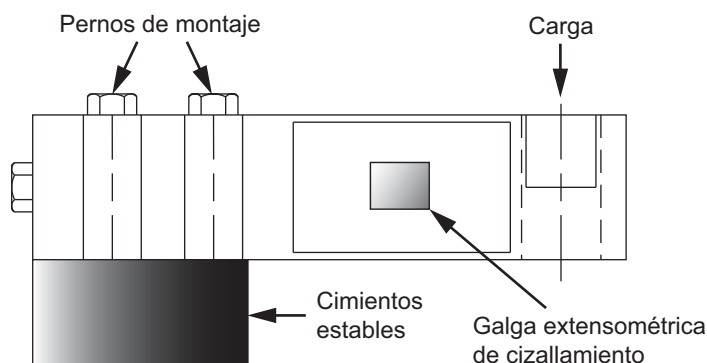


Figura 1-2. Barra de cizallamiento de un solo extremo

### 1.3 Barra de cizallamiento de doble extremo

Las características de la barra de cizallamiento de doble extremo son similares a las de la barra de cizallamiento de un solo extremo. La resistencia de puente más común para este tipo de celda de carga es de 700  $\Omega$ . La barra de cizallamiento de doble extremo es la más utilizada en las básculas de camiones. En lugar de estar asegurada en un extremo con la carga aplicada en el otro, como en la barra de cizallamiento de un solo extremo, la barra de cizallamiento de doble extremo está asegurada en ambos extremos con la carga aplicada en el centro de la celda de carga. Como en todos los diseños de barra de cizallamiento, las galgas extensométricas se montan en un alma delgada en el centro de la cavidad mecanizada de la celda de carga. Existen varios métodos para proteger las galgas extensométricas de las celdas de carga de barra de cizallamiento con doble extremo: caucho de neopreno con abrazadera metálica, cubiertas metálicas con sellante epoxi o cubiertas soldadas. Todos son específicos de la aplicación.

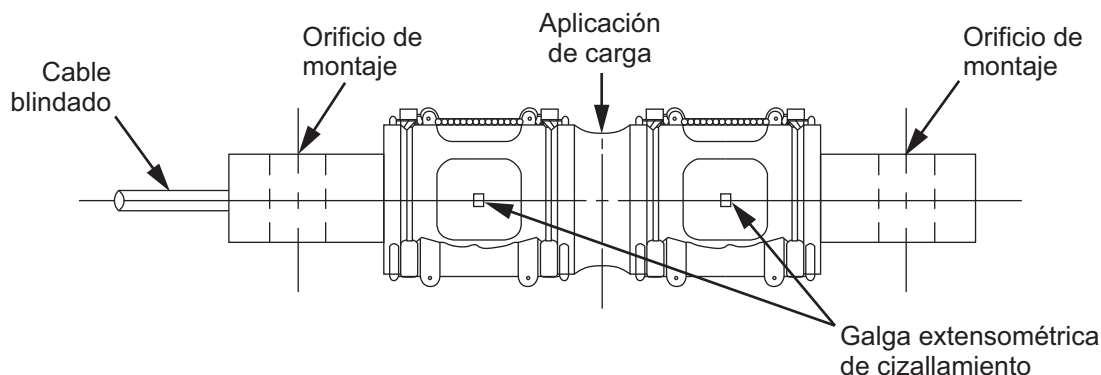


Figura 1-3. Barra de cizallamiento de doble extremo

## 1.4 Barra en ménsula

Las barras en ménsula, también llamadas barras de flexión, son similares a las barras de cizallamiento. Sin embargo, la barra en ménsula no tiene un alma delgada situada en la cavidad de la galga extensométrica. La barra en ménsula está mecanizada en toda su longitud. Las galgas extensométricas se montan a lo largo de los bordes interiores de la cavidad. La mayoría de las barras en ménsula tienen una resistencia de puente de  $350 \Omega$  y salidas a escala completa de  $3 \text{ mV/V}$  o  $2 \text{ mV/V}$ . Van desde capacidades de 25 hasta 10.000 lb. Sin embargo, puede haber algunas barras en ménsula más grandes que se utilicen hasta 20.000 lb. Pueden emplearse en aplicaciones de tracción o compresión.

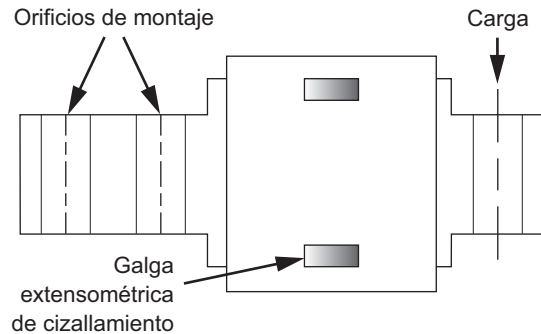


Figura 1-4. Barra en ménsula

## 1.5 Barras en S

Las celdas de carga de barra en S reciben su nombre de su forma, que es la forma de la letra S. La barra en S se utiliza normalmente en aplicaciones de tracción, sin embargo, hay barras en S disponibles que son bidireccionales. Se utilizan principalmente para conversiones de básculas mecánicas a electrónicas, básculas de plataforma y aplicaciones de pesaje de uso general. Varían en tamaño desde las 25 lb hasta las 20.000 lb. Cuando monte una barra en S, recuerde que el lado desde el que se extiende el cable es la parte muerta del sistema. El movimiento del cable en la parte viva del sistema puede ser una fuente de errores de pesaje. Para minimizar la torsión en una celda de carga de barra en S, se puede utilizar una rótula en la parte superior y/o inferior de la celda de carga.

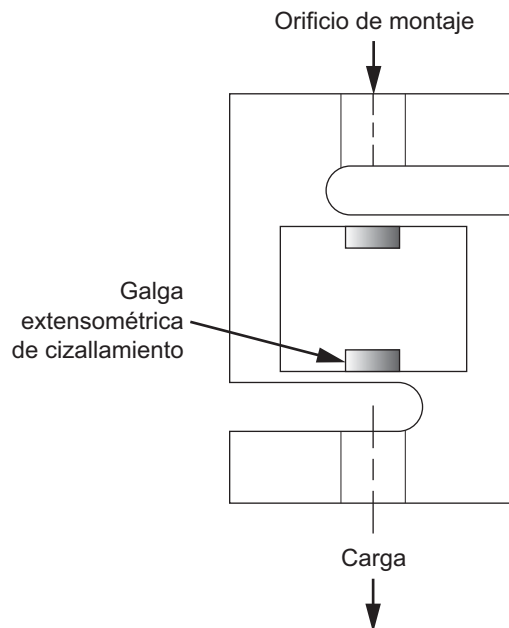


Figura 1-5. Barras en S



## 1.6 Plataforma

La celda de carga de plataforma también se denomina celda de carga de barra en ménsula de doble guía o celda de carga de punto único. Se utilizan en básculas de banco de capacidad ligera y suelen estar fabricadas en aluminio. Los tamaños habituales son de 2 a 1.000 lb con una resistencia de puente de 350  $\Omega$ .

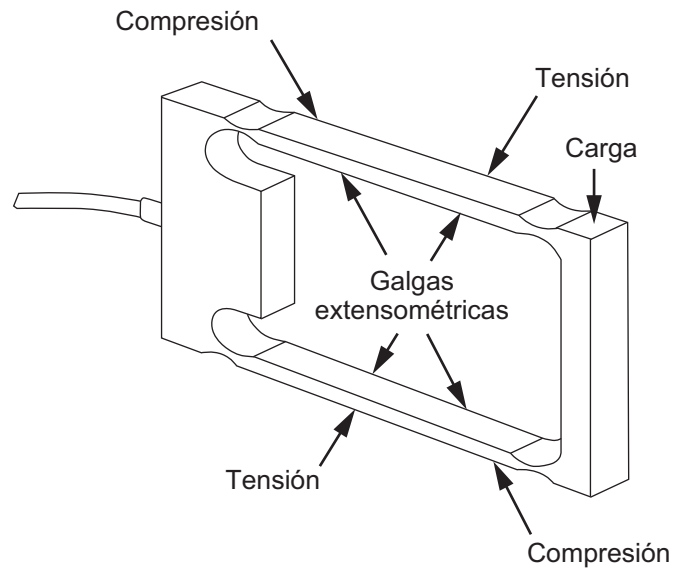


Figura 1-6. Celda de carga de plataforma

## 2.0 Construcción de la celda de carga

---

Las celdas de carga pueden construirse con diversos materiales.

### 2.1 Materiales

#### 2.1.1 Celdas de carga en aluminio

Los elementos de celda de carga en aluminio se utilizan principalmente en aplicaciones de un solo punto y baja capacidad. La aleación elegida es la 2023 por sus características de baja fluencia e histéresis. Las celdas de carga en aluminio tienen secciones de alma relativamente gruesas en comparación con las celdas en acero aleado de capacidades comparables. Esto es necesario para proporcionar la cantidad adecuada de deflexión en el elemento a su capacidad. Los costos de mecanizado suelen ser menores en los elementos de aluminio debido a la suavidad del material.

#### 2.1.2 Celdas de carga en acero aleado

Las celdas de carga fabricadas en acero aleado son, con diferencia, las más populares en la actualidad. La relación costo-rendimiento es mejor en los diseños de acero aleado que en los de aluminio o acero inoxidable. Las aleaciones más populares son la 4330 o la 4340 porque tienen características de baja fluencia y baja histéresis. Este tipo de acero puede fabricarse según las especificaciones de forma constante, lo que significa que no es necesario realizar cambios en el diseño de las celdas de carga cada vez que se selecciona un nuevo lote o un nuevo proveedor de acero.

#### 2.1.3 Celdas de carga en acero inoxidable

Las celdas de carga en acero inoxidable se fabrican a partir de 17-4ph o de una aleación inoxidable comparable, que es la aleación que presenta las mejores cualidades generales de rendimiento de cualquiera de los derivados inoxidables. Las celdas en acero inoxidable son más caras que las celdas de carga en acero aleado. A veces están equipadas con cavidades de alma herméticamente selladas, lo que las convierte en una opción ideal para aplicaciones de alta humedad. Las celdas de carga en acero inoxidable que no están selladas herméticamente tienen pocas ventajas sobre las celdas comparables construidas con acero aleado, aparte de una mayor resistencia a la corrosión.

## 3.0 Selección de celdas de carga

El uso incorrecto de las celdas de carga puede crear problemas de seguridad y resultar caro. Las celdas de carga se clasifican en tres grandes grupos:

- Protección ambiental (EP)
- Sello soldado (WS)
- Sellada herméticamente (HS)

Las celdas selladas herméticamente también se caracterizan por los números de protección contra la penetración (IP). Este sistema adapta eficazmente la celda de carga a la aplicación para obtener resultados óptimos.

Para seleccionar unas calidades de protección de la celda de carga adecuadas, es necesario un conocimiento fundamental de las diferencias entre las celdas de carga con protección ambiental y las herméticamente selladas. El uso inadecuado de celdas de carga con protección ambiental en condiciones difíciles es una garantía de falla de la celda de carga. Debido a los pasos de fabricación adicionales, las celdas de carga selladas herméticamente cuestan más que las versiones con protección ambiental y son más adecuadas para condiciones duras. A pesar del mayor costo inicial, las celdas de carga selladas herméticamente pueden ser la mejor opción a largo plazo para aplicaciones de lavado a presión y sin protección en exteriores.

### 3.1 Protección ambiental

Las celdas de carga con protección ambiental están diseñadas para entornos normales en aplicaciones de pesaje en interiores o en exteriores protegidos. Estas celdas de carga pueden emplear estrategias como el encapsulado, el revestimiento de goma o el sellado redundante para ofrecer cierta protección frente a la humedad.

Las celdas de carga encapsuladas utilizan uno de varios tipos de materiales de encapsulado industrial. El material de encapsulado líquido llena la cavidad de la galga extensométrica y luego se gelifica, cubriendo completamente la galga extensométrica y las superficies del cableado. Aunque esto puede disminuir significativamente la posibilidad de contaminación por humedad, no garantiza una protección prolongada, ni resiste los ataques corrosivos. Un segundo método de protección utiliza una placa adhesiva con respaldo de espuma. Esta protección ofrece cierta protección contra la humedad y los objetos extraños. En muchos casos, los fabricantes utilizarán un material de calafateo para sellar la placa y disminuir así la posibilidad de contaminación de la cavidad. Un enfoque común entre los fabricantes para disminuir aún más la entrada de humedad en la galga extensométrica combina tanto una cavidad encapsulada como una placa con respaldo de espuma, en un proceso denominado sellado redundante.

Otra estrategia de protección de la cavidad de la galga extensométrica es la funda de goma. Empleada habitualmente con modelos de barras en ménsula y de flexión, la funda cubre la cavidad y se sujeta con abrazaderas. Aunque esto facilita el acceso para las reparaciones, la funda puede agrietarse si no se lubrica con regularidad, permitiendo la entrada de contaminantes en la cavidad de la celda de carga. Lubricar la funda de goma durante las inspecciones rutinarias contribuirá a la durabilidad a largo plazo de la celda de carga.

Proteger la cavidad de la galga extensométrica es solo una de las consideraciones a tener en cuenta para proteger una celda de carga de la contaminación. Otra zona susceptible es la entrada del cable en el cuerpo de la celda de carga. La mayoría de las celdas de carga con protección ambiental incorporan una junta tórica y un accesorio de compresión del cable para sellar la zona de entrada. Este diseño proporciona protección solo en aplicaciones con una humedad mínima. En zonas de alta humedad, lo más seguro es instalar todo el cableado en conductos, que proporcionan tanto una barrera contra la humedad como una protección mecánica.

### 3.2 Sello soldado

Las celdas de carga de sello soldado están protegidas contra el ambiente, con la adición de cubiertas de galga soldadas. Aunque las celdas de carga con protección ambiental y sello soldado mantienen alejados los contaminantes no deseados, no son adecuadas para aplicaciones de alta humedad, vapor o lavado a presión directo. La única estrategia a largo plazo para estas aplicaciones es utilizar verdaderas celdas de carga herméticamente selladas.

### 3.3 Sellado hermético

Las celdas de carga selladas herméticamente ofrecen la mejor protección disponible para el mercado del pesaje. Utilizando técnicas avanzadas de soldadura y sellos metálicos ultrafinos, estas celdas de carga soportan las condiciones extremas de las aplicaciones químicas y de lavado a presión más exigentes. Lo que hace que el sello sea único es el proceso de soldadura por láser de las cubiertas metálicas para proteger la galga extensométrica y las cámaras de compensación. A continuación, las cavidades se inyectan con encapsulante o, en el caso de los sellos vidrio-metal, se rellenan con un gas inerte a presión, lo que proporciona un sellado redundante. Como garantía final de la integridad del sellado, se realiza una prueba de estanqueidad para revelar cualquier defecto microscópico en la soldadura de sellado.

La verdadera protección hermética se dirige tanto a la cavidad de la galga extensométrica como a la zona de entrada del cable. El diseño más avanzado de entrada de cables emplea un exclusivo sellado de unión vidrio-metal que hace que la zona de terminación del cable sea impermeable a la humedad. Los hilos del cable terminan en el punto de conexión con la celda de carga, donde se sueldan a clavijas herméticamente selladas que llevan las señales a la zona sellada de la galga extensométrica por medio de un sellado de vidrio a metal. El agua u otros contaminantes no pueden “subir” a la celda de carga, ya que el cable termina en el punto de entrada. Este diseño permite sustituir el cable en campo, ya que la conexión se encuentra fuera de la celda de carga.

Las celdas de carga en acero inoxidable no son sinónimo de celdas de carga herméticamente selladas. Mientras que las celdas de carga en acero inoxidable con protección ambiental pueden ser adecuadas para entornos corrosivos con productos químicos secos, los modelos de acero inoxidable sellados herméticamente son la elección adecuada para aplicaciones de alta humedad o de lavado a presión.

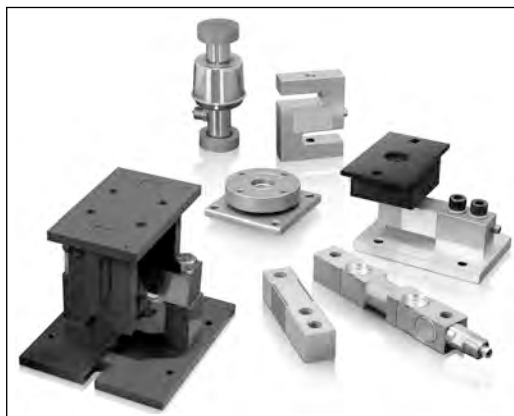


Figura 3-1. Celdas de carga

### 3.4 Guía de clasificación de protección contra la penetración (IP)

Si se necesita una celda herméticamente sellada, es necesario una clasificación más detallada para estar seguro del tipo de protección que ofrece una celda determinada. Para las celdas herméticamente selladas, Rice Lake Weighing Systems utiliza el sistema de clasificación de protección contra la penetración (IP). Consideramos que los números IP y sus definiciones son adecuados para la clasificación de celdas de carga herméticamente selladas y selladas para el ambiente, y solo aplicamos números IP a dichas celdas. Los números IP de una celda sellada herméticamente especifican además el tratamiento que puede soportar una celda concreta en entornos más severos que un simple lavado a presión. Las tablas siguientes definen los números IP solos y en combinación con la clasificación de hermeticidad.

**Protection against solid objects**

First number (in this case 6)

- 0 No protection
- 1 Protected from solid objects up to 50 mm (e.g., accidental touch by hands)
- 2 Protected from solid objects up to 12 mm (e.g., fingers)
- 3 Protected from solid objects more than 2.5 mm (e.g., tools and small wires)
- 4 Protected from solid objects more than 1 mm (e.g., small wires)
- 5 Protected from dust; limited entrance (no harmful deposit)

**6 Totally protected from dust**

**Protection against liquids**

Second number (in this case 7)

- 0 No protection
- 1 Protected from vertically-falling drops of water (e.g., condensation)
- 2 Protected from direct sprays of water up to 15° from vertical
- 3 Protected from direct sprays of water up to 60° from vertical
- 4 Protected from water sprayed from all directions; limited entrance allowed
- 5 Protected from low pressure jets of water from all directions; limited entrance allowed
- 6 Protected from strong jets of water (e.g., for use on ship decks); limited entrance allowed

**7 Protected from the effects of immersion between 15 cm and 1 m**

- 8 Protected from extended periods of immersion under pressure
- 9 Protected against high pressure and temperature water jets

**IP Numbers with Hermetically Sealed (HS) or Environmentally Protected (EP) Ratings**

Rating	Protection
EP	Dust proof, not protected from moisture or water
IP65	Dust proof, protected from splashes and low-pressure jets
IP66	Dust proof, protected from strong water jets
IP67	Dust proof, protected from temporary immersion in water 1 meter deep for 30 minutes
IP68	Dust proof, protected from continuous immersion in water under more severe conditions than IP67
IP66/68	Dust proof, protected from strong water jets and/or constant immersion
IP69K	Dust tight and withstands high-pressure, high-temperature water

Example:  
Protection level offered by an IP67 rated product

**IP 67**

Manufacturers may give a NEMA rating to cells. This system was established for electrical enclosures and is difficult to apply to load cells. However, in general IP67 and NEMA 6 cells are comparable and meet similar requirements.

Time invested in a well-considered choice offers large returns in the long run. If there is any doubt as to which cell to use, consult with Rice Lake Weighing Systems load cell specialists.

### 3.5 Pintado

Las celdas de carga pintadas (P) son la elección óptima para aplicaciones químicas exigentes. Estas celdas de carga están protegidas contra los efectos nocivos de muchas sustancias químicas gracias a la pintura aplicada durante su fabricación.

### 3.6 Protección contra rayos

Las celdas de carga con protección contra rayos (LP) están diseñadas para aplicaciones en las que podría producirse una tensión excesiva. Ningún dispositivo electrónico está diseñado para resistir el impacto directo de un rayo, sin embargo, con una toma de tierra de un solo punto puede proteger su báscula en caso de una sobretensión indirecta. Debido a las ventajas que proporciona la conexión a tierra de un solo punto, es obligatoria en todos los sistemas Rice Lake. Consulte los seminarios web de Rice Lake para más detalles.

Las celdas de carga LP se recomiendan para aplicaciones al aire libre, especialmente las básculas de camiones. Estas celdas de carga están diseñadas con protección contra rayos incorporada para soportar varias subidas de tensión sin dañar los componentes electrónicos críticos de las celdas de carga. En la mayoría de las celdas de carga, una subida de tensión dañaría inmediatamente las galgas extensométricas de la celda de carga, que son las más susceptibles. Las celdas de carga LP de Rice Lake ofrecen dos capas de protección al circuito eléctrico del puente.

- Los termistores (protección contra sobrecorriente) proporcionan protección contra el aumento de temperatura durante una subida de tensión.
- Un conducto de descarga de gas proporciona supresión de tensiones transitorias dirigiendo las grandes corrientes transitorias directamente a tierra protegiendo el puente de Wheatstone de las celdas de carga.

## 4.0 Principios de introducción de cargas

Una comprensión clara de la forma exacta en que se introduce una carga en una celda de carga ayudará tanto a diseñar un recipiente que vaya a equiparse con celdas de carga, como a elegir el tipo correcto de celdas de carga y soportes para la aplicación prevista.

### 4.1 Carga ideal

Las especificaciones de las celdas de carga se obtienen en condiciones de laboratorio, donde la carga se aplica a la celda en condiciones casi perfectas. El rendimiento de las celdas de carga en una aplicación real de pesaje de procesos puede degradarse enormemente si no se tiene cuidado en los medios por los que se aplica la carga a la celda.

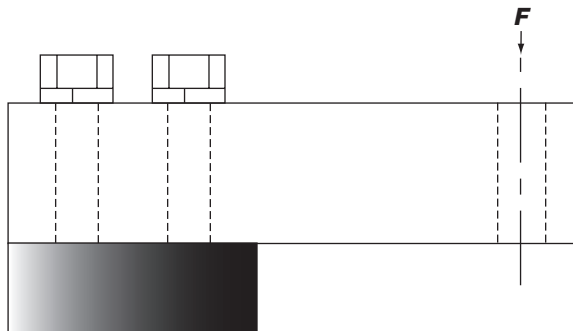


Figura 4-1. Carga ideal

La Figura 4-1 muestra una disposición de montaje típica para una barra de un solo extremo. El extremo fijo está sujeto a una cimentación rígida, mientras que el extremo libre está en ménsula para permitir la deflexión hacia abajo a medida que se aplica la carga (F). En condiciones ideales, la superficie de montaje sería plana, horizontal y perfectamente rígida. La carga F se introduciría verticalmente con la aplicación de fuerzas extrañas mínimas, y la celda de carga sería totalmente insensible a todas las fuerzas que no fueran precisamente verticales.

Sin embargo, en el mundo real, el montaje de la celda de carga y las condiciones de carga distan mucho de ser ideales. La carga incorrecta es, con diferencia, la causa más común de los problemas de precisión con los que se encuentran los técnicos de servicio. La comprensión de los siguientes problemas comunes de introducción de cargas evitará errores de carga en la aplicación de pesaje de recipientes.

Aunque la discusión se limita a las barras de un solo extremo, muchos de los principios se aplican igualmente a otros tipos de celdas de carga.

### 4.2 Carga angular

Se trata de una condición en la que la carga F se introduce a través del orificio de carga, pero en ángulo respecto a su línea central (véase la Figura 4-2). Esta fuerza angular puede descomponerse en su componente vertical a lo largo de la línea central del orificio de carga, que registrará la celda, y su componente horizontal a  $90^\circ$  de la línea central. Esta componente horizontal es una fuerza lateral a la que, idealmente, la celda de carga sería totalmente insensible. Por ejemplo, si la fuerza F está inclinada respecto a la línea central del orificio de carga en un ángulo de  $5^\circ$ , entonces la fuerza registrada por la celda se reduce en un 0,4% mientras que también se aplica una fuerza lateral de  $0,01F$ .

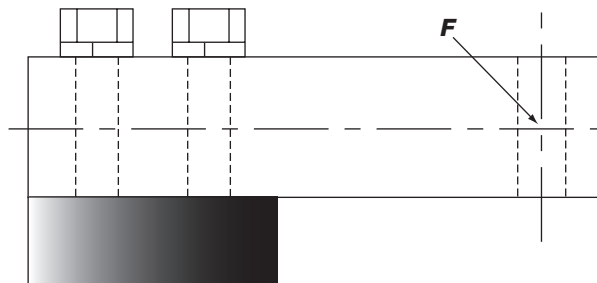


Figura 4-2. Carga angular

Si la dirección de la fuerza es constante, la calibración lo compensará y la báscula pesará con precisión. Sin embargo, si el ángulo cambia a medida que se aplica la fuerza, provocará no linealidad y si hay fricción en el sistema mecánico, también habrá histéresis. Las cargas angulares pueden estar causadas por soportes que están fuera de nivel, una cimentación no rígida, la expansión/contracción térmica, la deflexión de la estructura bajo carga y la inevitable deflexión de la propia celda de carga.

### 4.3 Carga excéntrica

Se trata de una condición en la que la carga  $F$  se aplica verticalmente a la celda, pero su línea de acción se desplaza fuera de la línea vertical a través del orificio de carga (véase la Figura 4-3). Esta condición no es perjudicial si la fuerza se aplica de forma constante en el mismo punto, ya que la calibración compensará este efecto. Sin embargo, si el punto de aplicación se desplaza horizontalmente a medida que se carga la báscula, provocará no linealidad y posiblemente histéresis. Las cargas excéntricas pueden deberse a disposiciones de montaje mal diseñadas, a la dilatación/contracción térmica de la báscula y a piezas dañadas.

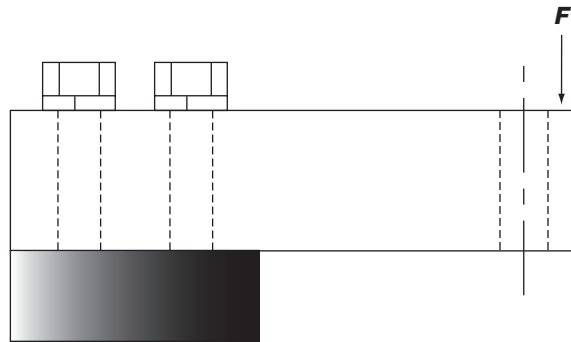


Figura 4-3. Carga excéntrica

### 4.4 Carga lateral

Se trata de una condición en que la carga vertical  $F$  (que debe medirse) va acompañada de una fuerza lateral  $R$  aplicada a  $90^\circ$  con respecto a  $F$  (véase la Figura 4-4). Esta fuerza puede ser constante, pero lo más típico es que sea una fuerza que varía con el tiempo y, por tanto, afecta a la linealidad y posiblemente a la histéresis de la báscula. La celda de carga ideal sería totalmente insensible a las cargas laterales. Sin embargo, en la práctica estas fuerzas extrañas afectan a la salida de la celda y dos celdas aparentemente idénticas pueden reaccionar de forma diferente a la misma carga lateral. Una condición relacionada es la fuerza extrema,  $P$ , que es similar a una fuerza lateral, salvo que actúa sobre la cara del extremo de la celda. Las fuerzas laterales suelen ser el resultado de la expansión/contracción térmica, de montajes que no están nivelados y de la dinámica del recipiente (causada por mezcladores, etc.).

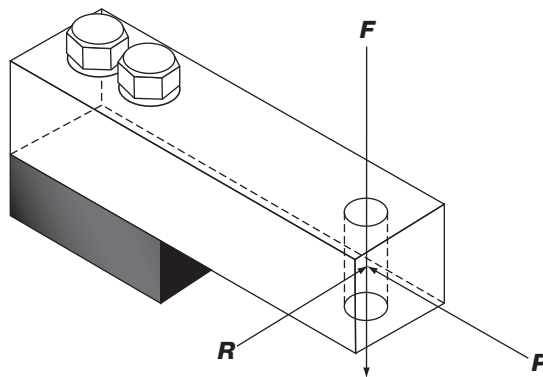


Figura 4-4. Carga lateral



## 4.5 Cargas de torsión

Normalmente, una fuerza lateral no actúa exactamente en el eje neutro y, por lo tanto, produce un par o efecto de torsión además de la fuerza lateral. Una celda de carga puede someterse a un par ( $T$ ) de varias maneras. La [Figura 4-5\(a\)](#) ilustra una condición en la que la línea de acción de una fuerza lateral se aleja del eje neutro una distancia ( $h$ ) dando lugar a un par de  $Rh$ . La [Figura 4-5\(b\)](#) ilustra una situación en la que la carga se cuelga de la celda mediante un perno. Cualquier fuerza lateral aplicada por esta disposición tiene un efecto de torsión mucho mayor sobre la celda debido a la mayor distancia ( $h_1$ ) al eje neutro.

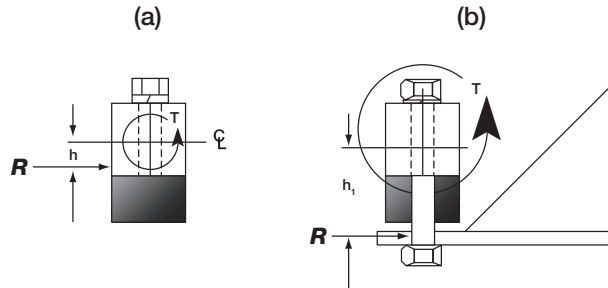


Figura 4-5. Cargas de torsión

La [Figura 4-6](#) ilustra un par de magnitud ( $Fy$ ) ejercido como resultado de la aplicación de la carga ( $F$ ) a una distancia ( $y$ ) de la línea central del orificio de carga.

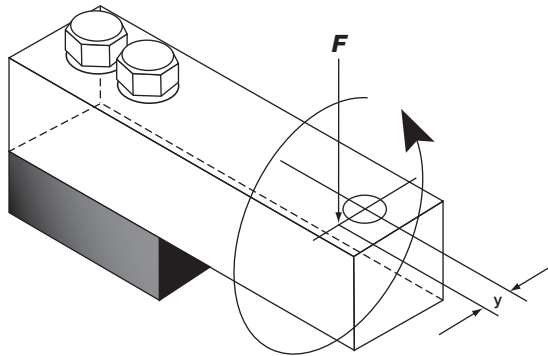


Figura 4-6. Cargas de torsión

Los montajes que están fuera de nivel, así como la expansión/contracción térmica, la deflexión de la estructura bajo carga y las fuerzas laterales dinámicas (causadas por mezcladoras giratorias, etc.) provocan la torsión de la celda de carga. Dado que estas fuerzas tienden a variar en magnitud en función del tiempo, la temperatura y/o la carga, los efectos no son predecibles y degradarán la precisión del sistema.

## 5.0 Teoría de circuitos de CC

---

### 5.1 Electrón

Un electrón es una partícula cargada negativamente que forma parte de todos los átomos. Los electrones que se encuentran en las órbitas más cercanas al centro del átomo, o núcleo, se sujetan a la estructura atómica más estrechamente que los electrones de la órbita más externa. Los conductores como el oro, el cobre y la plata tienen un electrón en su órbita exterior, también llamada envoltura de valencia. Estos electrones de valencia pueden escapar fácilmente de su átomo y desplazarse al azar hacia otro átomo. Estos electrones se denominan electrones libres. Los electrones libres chocan con otros electrones de valencia, provocando más electrones libres. Los conductores tienen muchos electrones libres que se mueven aleatoriamente de un átomo a otro.

Los aislantes son lo contrario de los conductores. Sus envolturas de valencia contienen muchos electrones que están fuertemente adheridos a sus átomos. Los aislantes tienen pocos electrones libres y son muy malos conductores de la electricidad.

### 5.2 Corriente y tensión

La corriente eléctrica es el flujo ordenado de electrones. Cuando los electrones pasan por un punto determinado a razón de  $6,24 \times 10^{18}$  electrones por segundo, existe un amperio (amp) de corriente. El nombre dado al número  $6,24 \times 10^{18}$  es un culombio. Por tanto, podemos decir que un amperio de corriente equivale a un culombio que pasa por un punto determinado en un segundo. El símbolo utilizado para los amperios es A.

Para mover los electrones de un conductor y producir un flujo de corriente, debe ejercerse una fuerza sobre el conductor. En los circuitos eléctricos esta fuerza es una diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos y se denomina tensión. Así pues, la corriente es el flujo real de electrones y la tensión eléctrica es la fuerza que hace que los electrones fluyan. El símbolo utilizado en electrónica para la corriente es I, y se mide en amperios (A). El símbolo de la tensión es E.

### 5.3 Resistencia

La corriente que circula por un conductor encuentra la oposición de este. Esta oposición al flujo de corriente se denomina resistencia. El símbolo utilizado para denotar la resistencia es R. La unidad de medida de la resistencia se denomina ohmio ( $\Omega$ ).

### 5.4 Tamaño del conductor

Un conductor o cable tiene una cierta resistencia en función de su diámetro. Cuanto mayor sea el diámetro, menor será la resistencia. Si estiramos el cable habremos disminuido su diámetro, o área de sección transversal, aumentando así su resistencia. Lo contrario también es cierto. Si comprimimos el alambre, su diámetro aumenta y su resistencia disminuye. Dado que es necesaria una fuerza que actúe sobre el cable para comprimirlo o estirarlo, este puede configurarse para medir la fuerza. Esta configuración de cableado se denomina galga extensométrica.

## 5.5 Galga extensométrica

Una galga extensométrica consiste en una longitud muy fina de cable que se teje de un lado a otro en una rejilla y se coloca sobre un soporte flexible llamado portador. Un cable comúnmente utilizado es una aleación de cobre y níquel con un diámetro de aproximadamente una milésima de pulgada (0,001 pulg.). El cable se coloca en zigzag formando una rejilla para aumentar la longitud efectiva del cable que queda bajo la influencia de la fuerza que se le aplica. Los cables se fijan a los extremos de la galga. Las galgas extensométricas pueden fabricarse muy pequeñas, a veces tan pequeñas como 1/64 pulg. Estas galgas se unen adhesivamente a un objeto metálico resistente, comúnmente denominado elemento receptor de la carga, para constituir una celda de carga. El tipo de metal utilizado para un elemento receptor de carga debe tener una elasticidad óptima para volver a su forma original cuando se retira la carga. Las galgas se configuran en un circuito llamado puente de Wheatstone.

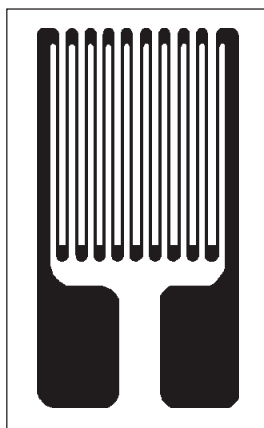
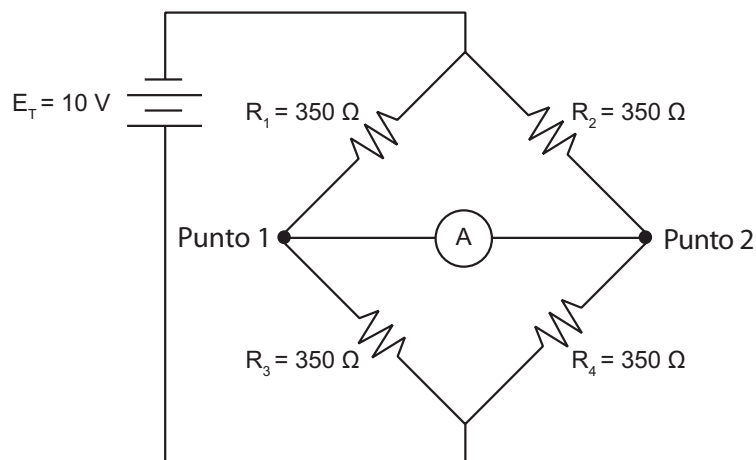


Figura 5-1. Galga extensométrica

## 5.6 Puente de Wheatstone

El tipo de circuito resistivo utilizado en las celdas de carga es un puente de Wheatstone.



**NOTA:** Todas las resistencias son iguales.

Ⓐ es el símbolo de un amperímetro, un dispositivo utilizado para medir el flujo y la dirección de la corriente.

Figura 5-2. Puente de Wheatstone equilibrado

Cuando se aplica corriente a este puente, la corriente que circula por el ramal  $R_1 / R_3$  es igual a la que circula por el ramal  $R_2 / R_4$ . Esto es cierto porque todas las resistencias son iguales. Como no hay diferencia de tensión entre los puntos 1 y 2, no hay flujo de corriente a través del amperímetro. Este puente se encuentra en un estado equilibrado.

Ahora aumentemos la resistencia de  $R_1$  y  $R_4$  a 350,5 ohmios, y disminuyamos la resistencia de  $R_2$  y  $R_3$  a 349,5 ohmios.

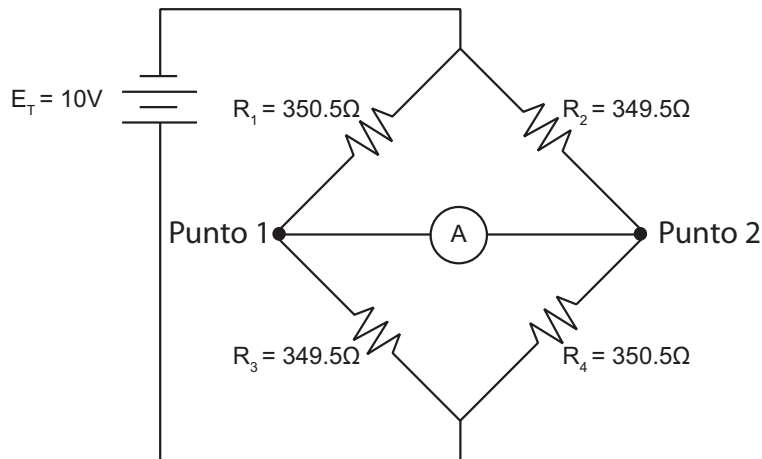


Figura 5-3. Puente de Wheatstone desequilibrado

Observe que el puente se desequilibra. En realidad hay tres vías para el flujo de corriente en este circuito.

- Ruta 1 Borne negativo de la batería a través de  $R_2$  y  $R_4$  de vuelta al borne positivo de la batería.
- Ruta 2 Borne negativo de la batería a través de  $R_1$  y  $R_3$  de vuelta al borne positivo de la batería.
- Ruta 3 Borne negativo de la batería a través de  $R_2$ , el amperímetro,  $R_3$  y de vuelta al borne positivo de la batería.

Observe que esta vez hay flujo de corriente a través del amperímetro. Este flujo de corriente es el resultado de una diferencia de potencial entre los puntos 1 y 2. Cuanto mayor sea la diferencia de potencial, mayor será el flujo de corriente a través del amperímetro.

## 5.7 Celda de carga

Podemos tomar nuestras teorías de la galga extensométrica y del puente de Wheatstone y utilizarlas para construir una celda de carga. Utilizaremos una columna de acero y pegaremos una galga extensométrica en cada uno de los cuatro lados de la columna. A medida que se coloca peso en la parte superior de la columna, la longitud de esta disminuiría. La columna también “engordaría”, o sobresaldría. Se colocan dos galgas extensométricas opuestas para que respondan proporcionalmente al cambio de longitud.

Otras dos galgas se colocan en lados opuestos de la columna y responden al cambio en el abombamiento de la columna. Dado que un par de galgas extensométricas se acorta, sus diámetros de cable se hacen mayores y su resistencia disminuye. El otro par de galgas extensométricas se colocan de modo que sus cables se alargan, disminuyendo su diámetro y aumentando su resistencia. Si colgáramos el mismo peso de la parte inferior de la columna en lugar de comprimirla, estaríamos ejerciendo tensión sobre ella. La columna y las galgas extensométricas actuarían en sentido opuesto pero seguirían estirando y comprimiendo los cables en la misma medida. Consulte la [Figura 5-4](#).

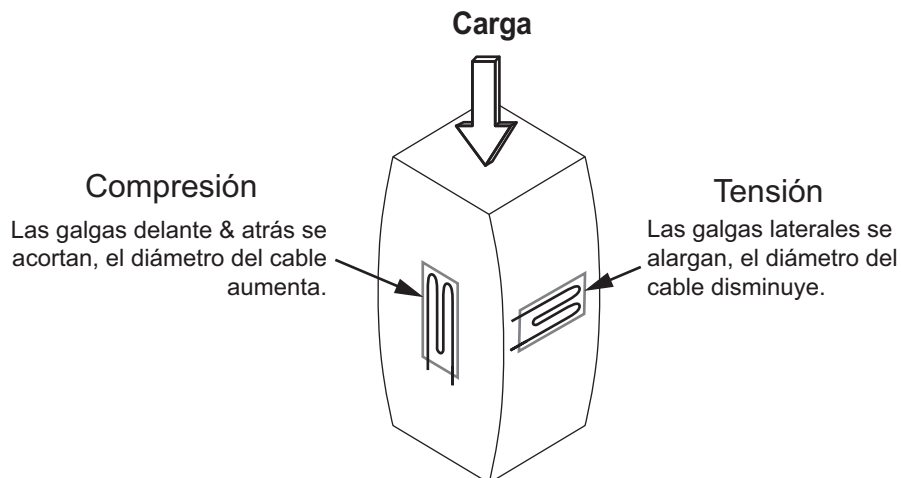


Figura 5-4. Galga extensométrica

Podemos cablear nuestras galgas extensométricas en una configuración de puente de Wheatstone. Podemos calibrar el amperímetro para que lea en libras en lugar de en amperios. En efecto, tenemos una báscula. Por supuesto, se trata de una báscula rudimentaria y muy inexacta. Su objetivo es mostrar el principio básico de la celda de carga. Las celdas de carga se fabrican en diferentes formas y configuraciones. Las galgas extensométricas están colocadas estratégicamente para obtener el máximo rendimiento. Consulte la [Figura 5-5](#).

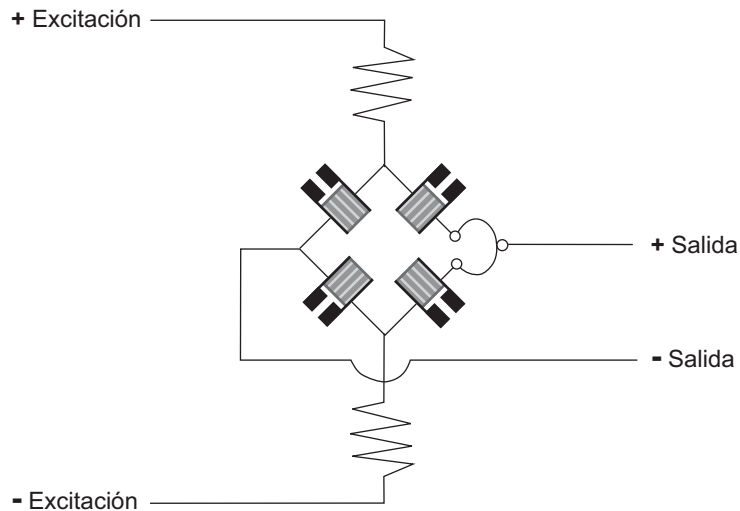


Figura 5-5. Celda de carga

## 6.0 Teoría eléctrica de la celda de carga

### 6.1 Cableado

Una celda de carga puede tener un cable con cuatro o seis hilos. Una celda de carga de seis hilos, además de tener líneas de señal + y - y de excitación + y -, también tiene líneas sensoras + y -. Estas líneas sensoras se conectan a las conexiones sensoras del indicador. Estas líneas indican al indicador cuál es la tensión real en la celda de carga. A veces se produce una caída de tensión entre el indicador y la celda de carga. Las líneas sensoras retroalimentan la información al indicador. El indicador ajusta su tensión para compensar la pérdida de tensión o amplifica la señal de retorno para compensar la pérdida de potencia de la celda.

Los cables de la celda de carga están codificados por colores para facilitar las conexiones adecuadas. La hoja de datos de calibración de la celda de carga para cada celda de carga contiene la información del código de color para esa celda. Rice Lake Weighing Systems también proporciona una guía de colores para el cableado de las celdas de carga en la contraportada de la Guía de celdas de carga y una aplicación telefónica de guía de cableado en [www.ricelake.com/wireapp](http://www.ricelake.com/wireapp).

### 6.2 Datos de calibración

La mayoría de las celdas de carga se suministran con una ficha de datos de calibración o un certificado de calibración. Consulte la [Sección 7.0 página 22](#) para ver un ejemplo de certificado de calibración. Esta ficha proporciona datos pertinentes sobre la celda de carga. La ficha de datos se corresponde con la celda de carga por el número de modelo, el número de serie y la capacidad. Otra información que se encuentra en una ficha de datos de calibración típica es la salida expresada en mV/V, la tensión de excitación, la no linealidad, la histéresis, el balance cero, la resistencia de entrada, la resistencia de salida, el efecto de la temperatura tanto en la salida como en el balance cero, la resistencia de aislamiento y la longitud del cable. El código de colores del cableado también se incluye en la ficha de datos de calibración.

La [Figura 6-1](#) ilustra una curva de calibración y muestra cómo se relacionan entre sí muchos de los términos importantes de la celda de carga mencionados anteriormente.

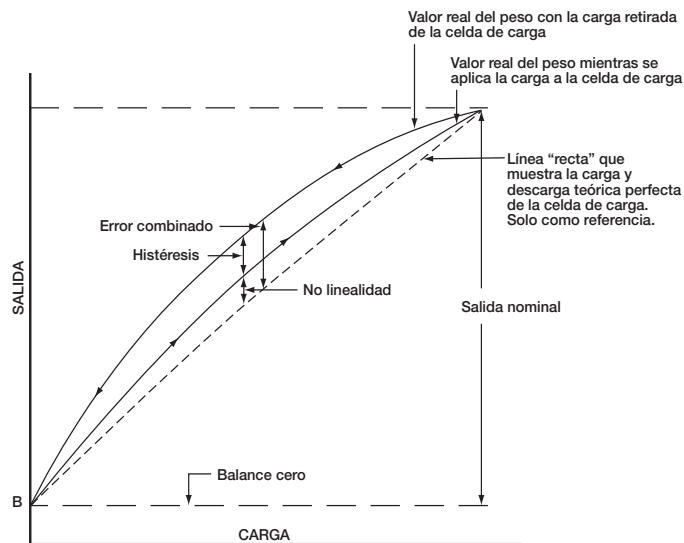


Figura 6-1. Curva de calibración

### 6.3 Salida

La salida de una celda de carga no solo viene determinada por el peso aplicado, sino también por la intensidad de la tensión de excitación y su sensibilidad nominal de salida de milivoltios/voltios (mV/V) de escala completa. Por ejemplo, supongamos que la salida de escala completa de una celda de carga es de 3 mV/V. Esto significa que por cada voltio de tensión de excitación aplicado a escala completa, habrá 3 milivoltios de señal de salida. Si tenemos 100 lb aplicadas a una celda de carga de 100 lb de capacidad, con 10 voltios de excitación aplicados, la intensidad de la señal de la celda de carga será de 30 mV. Es decir,  $10 \text{ V} \times 3 \text{ mV/V} = 30 \text{ mV}$ . Ahora apliquemos solo 50 lb a la celda, manteniendo nuestra tensión de excitación a 10 voltios. Dado que 50 lb es el 50% o la mitad de la carga completa, la intensidad de la señal de la celda sería de 15 mV.

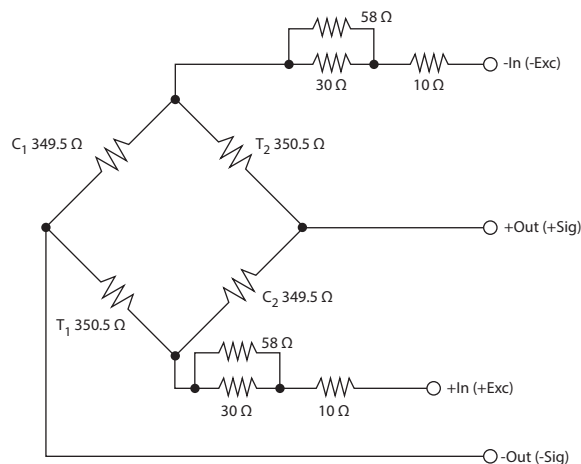


Figura 6-2. Puente de Wheatstone

El puente de Wheatstone que se muestra en la [Figura 6-2](#) es un diagrama sencillo de una celda de carga. Las resistencias marcadas con  $T_1$  y  $T_2$  representan galgas extensométricas que se colocan en tensión cuando se aplica carga a la celda. Las resistencias marcadas con  $C_1$  y  $C_2$  representan galgas extensométricas que se colocan en compresión cuando se aplica la carga.

Los cables +In e -In se denominan cables de +Excitación (+Exc) y -Excitación (-Exc). La alimentación se aplica a la celda de carga desde el indicador de pesaje a través de estos cables. Las tensiones de excitación más comunes son 10 VCC, y 15 VCC dependiendo del indicador y de las celdas de carga utilizadas. Las derivaciones +Salida y -Salida se denominan derivaciones +Señal (+Sig) y -Señal (-Sig). La señal obtenida de la celda de carga se envía a las entradas de señal del indicador de pesaje para ser procesada y representada como un valor de peso en la pantalla digital del indicador.

Al aplicar peso a la celda de carga, las galgas  $C_1$  y  $C_2$  se comprimen. El cable de la galga se acorta y su diámetro aumenta. Esto disminuye las resistencias de  $C_1$  y  $C_2$ . Simultáneamente, las galgas  $T_1$  y  $T_2$  se estiran. Esto alarga y disminuye el diámetro de  $T_1$  y  $T_2$ , aumentando sus resistencias. Estos cambios en la resistencia hacen que fluya más corriente a través de  $C_1$  y  $C_2$  y menos corriente a través de  $T_1$  y  $T_2$ . Ahora se percibe una diferencia de potencial entre los cables de salida o de señal de la celda de carga.

Ahora trace el flujo de corriente a través de la celda de carga. El indicador suministra corriente a través del cable -In. La corriente fluye desde -In a través de  $C_1$  y a través de -Out hacia el indicador. Desde el indicador la corriente fluye a través del conductor +Out, a través de  $C_2$  y de vuelta al indicador en +In. Para tener un circuito completo, necesitábamos llevar corriente del lado -In de la fuente de alimentación (Indicador) al lado +In y lo conseguimos. También es necesario que pase corriente a través del circuito de lectura de señales del indicador. Conseguimos que la corriente pasara del cable -Out a través del indicador y de vuelta a la celda de carga a través del cable +Out. Debido a la alta impedancia (resistencia) interna del indicador, fluye muy poca corriente entre -Out y +Out.

Dado que existe una diferencia de potencial entre los cables -In y +In, sigue habiendo flujo de corriente desde -In a través de  $T_2$  y  $C_2$  de vuelta a +In, y desde -In a través de  $C_1$  y  $T_1$  de vuelta a +In. La mayor parte del flujo de corriente en el circuito se realiza a través de estas trayectorias paralelas. Se añaden resistencias en serie con las líneas de entrada. Estas resistencias compensan la temperatura de la celda de carga, corrigen el cero y la linealidad.

Veamos un circuito de puente de celda de carga en términos matemáticos para ayudar a comprender el circuito de puente tanto en una condición equilibrada como desequilibrada. Nuestro puente de Wheatstone puede dibujarse en forma de diamante convencional o como se muestra en la [Figura 6-3](#). De cualquier forma, se trata del mismo circuito.

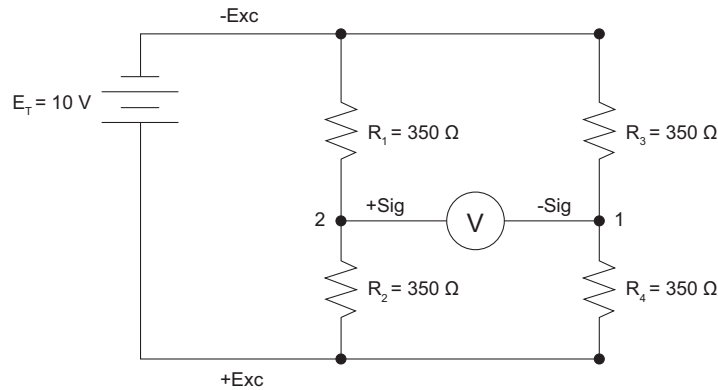


Figura 6-3. Puente de Wheatstone

Hemos sustituido el amperímetro por un voltímetro que representará la pantalla de nuestro indicador de pesaje. Además, los cables conectados a nuestro indicador se designan +Sig y -Sig. Estos representan nuestros cables de señal positiva y negativa. Una batería de 10 voltios representa la fuente de alimentación de nuestro indicador que proporciona la tensión precisa para excitar o alimentar la celda de carga. Los valores de resistencia representan las cuatro galgas extensométricas que componen nuestra celda de carga.

Como no hay carga en nuestra celda, todas las resistencias de las galgas extensométricas son iguales. Utilizando la Ley de Ohm podemos calcular las caídas de tensión en los puntos 1 y 2. Cada ramal contiene  $350 \Omega + 350 \Omega = 700 \Omega$  de resistencia. El flujo de corriente en el ramal es la tensión del ramal dividida por la resistencia del ramal.

$$\begin{aligned}
 I_{R1 + R2} &= \frac{E_{R1 + R2}}{R_1 + R_2} & I_{R3 + R4} &= \frac{E_{R3 + R4}}{R_3 + R_4} \\
 &= \frac{10 \text{ V}}{700 \Omega} & &= \frac{10 \text{ V}}{700 \Omega} \\
 &= 14,3 \text{ mA o } 0,0143 \text{ A} & &= 14,3 \text{ mA o } 0,0143 \text{ A}
 \end{aligned}$$

Para calcular la tensión en el punto 1 podemos utilizar la Ley de Ohm.

$$\begin{aligned}
 E_{R3} &= I_{R3} R_3 \\
 &= 0,0143 \text{ A} \times 350 \Omega \\
 &= 5 \text{ V}
 \end{aligned}$$

Como todas las resistencias son iguales, la tensión en el punto 2 es también de 5 V. No hay diferencia de tensión entre los puntos 1 y 2, por lo que aparece una lectura cero en nuestro indicador.



Ahora vamos a colocar una fuerza en nuestra celda de carga. Nuestra fuerza hizo que  $R_1$  y  $R_4$  entraran en tensión, lo que aumentó sus resistencias.  $R_2$  y  $R_3$  entraron en compresión, lo que disminuyó sus resistencias. Estos cambios se representan en la siguiente figura.

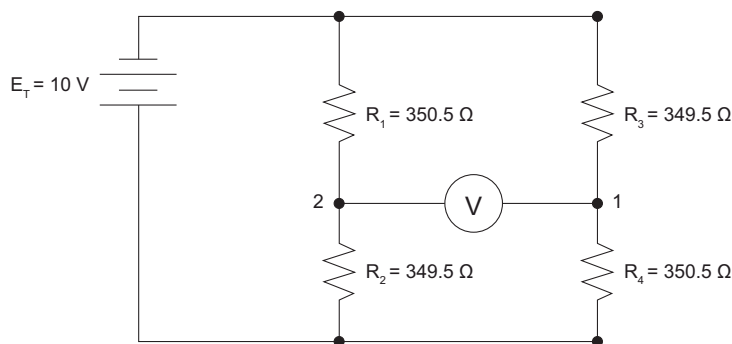


Figura 6-4. Puente de Wheatstone

Observe que las resistencias individuales de las ramas siguen sumando  $700 \Omega$ , por lo que sigue habiendo  $0,0143 \text{ A}$  de corriente en cada ramal de nuestro circuito.

Sin embargo, existe una diferencia de potencial entre los puntos 1 y 2, por lo que aparece una lectura en nuestro indicador. Calculemos la diferencia de potencial.

Para hallar la tensión en el punto 1 calcularemos la caída de tensión a través de  $R_3$ . Sabemos que la corriente a través de  $R_3$  es de  $0,0143 \text{ A}$ .

$$\begin{aligned} E_{R3} &= I_{R3}R_3 \\ &= 0,0143 \text{ A} \times 349,5 \Omega \\ &= 4,9979 \text{ V} \end{aligned}$$

Para hallar la tensión en el punto 2 calcularemos la caída de tensión a través de  $R_1$ . De nuevo, sabemos que la corriente a través de  $R_1$  es de  $0,0143 \text{ A}$ .

$$\begin{aligned} E_{R1} &= I_{R1}R_1 \\ &= 0,0143 \text{ A} \times 350,5 \Omega \\ &= 5,0122 \text{ V} \end{aligned}$$

Para hallar la diferencia de potencial entre los puntos 1 y 2, reste  $E_{R3}$  de  $E_{R1}$  y hallará que la diferencia es de  $0,0143 \text{ V}$  o  $14,3 \text{ mV}$ .

Vemos que nuestro puente se ha desequilibrado y la diferencia de potencial a través del puente es de  $14,3 \text{ mV}$ . El indicador está calibrado para que una determinada lectura en milivoltios corresponda a una determinada medida de peso. Como hemos dicho anteriormente, el indicador consume corriente. Pero su resistencia interna es tan alta que la corriente que consume es insignificante y no afecta al funcionamiento de la celda de carga.

## 7.0 Certificado de calibración de Rice Lake Weighing Systems

1.	N.º de modelo	50210-25
2.	N.º de serie	37647
3.	Capacidad	25 lb
4.	Salida	3,0678 mV/V
5.	Excitación	10 Voltios
6.	No linealidad	< 0,010 % Salida de escala completa
7.	Histéresis	< 0,010 % Salida de escala completa
8.	Balance cero	- 0,0230 mV/V
9.	Resistencia de entrada	375 Ohmios nominal
10.	Resistencia de salida	350 Ohmios
11.	Efecto de temperatura	
	Salida	< 0,0005 % / F
	Cero	< 0,0010 % / F
	Resistencia de aislamiento	5000 Megaohmios a 50 VCC
	Longitud del cable	20 pies
	N.º de certificado NTEP	****
	Carga muerta mínima	****
	Clase	****
	V mín	****
	n Máximo	****
	Uso de celda de carga	****
	Límite de carga segura	****

Cableado	
Rojo	+ Entrada
Verde	+ Salida
Blanco	- Salida
Negro	- Entrada

Tabla 7-1. Código de colores del cableado

Página en blanco.

## Módulos de pesaje

<b>8.0</b>	<b>Módulos de pesaje: Barra de un extremo</b>	<b>25</b>
8.1	Introducción	25
8.1.1	Principios generales de montaje	25
8.1.2	Orientación de la barra de un extremo	25
8.2	Módulos de pesaje SURVIVOR® Serie RL1700 HE	26
8.3	Módulos de pesaje RL50210TA	27
8.4	Módulos de pesaje RL1800 / SURVIVOR RL1855 HE-HS	28
8.5	Módulos de pesaje RL1900	29
8.6	Paramounts® HS y Paramounts® EP	30
<b>9.0</b>	<b>Módulos de pesaje: Barra de doble extremo</b>	<b>32</b>
9.1	Introducción	32
9.1.1	Principios generales de montaje	32
9.1.2	Orientación de la barra de doble extremo	32
9.2	Módulos de pesaje RL1600	33
9.3	Módulos de pesaje SURVIVOR RL2100 HE	34
9.4	Módulos de pesaje EZ Mount 1	35
9.5	Módulos de pesaje para básculas de camiones Translink™	36
9.6	Módulos de báscula de camiones MVS	37
<b>10.0</b>	<b>Módulos de pesaje: Cartuchos de compresión</b>	<b>38</b>
10.1	Introducción	38
10.1.1	Principios generales de montaje	38
10.2	Módulos de pesaje RLC	39
<b>11.0</b>	<b>Módulos de pesaje: Montaje en tensión (barra en S)</b>	<b>40</b>
11.1	Introducción	40
11.1.1	Principios generales de montaje	40
11.2	Soportes ITCM	41

## 8.0 Módulos de pesaje: Barra de un extremo

Rice Lake Weighing Systems ofrece una amplia variedad de estilos de módulos de pesaje, incluyendo los únicos módulos de protección medioambiental de la industria. Esta sección incluye solo algunos de los módulos de pesaje ofrecidos por Rice Lake Weighing Systems, junto con información sobre el diseño, construcción, características y aplicaciones de estos módulos de pesaje. Para una lista completa de los módulos de pesaje ofrecidos por Rice Lake Weighing Systems y especificaciones adicionales, visite nuestro sitio web en [www.ricelake.com/lcwm](http://www.ricelake.com/lcwm).

Consulte la Guía de celdas de carga para conocer las opciones de celdas de carga de todos los módulos de pesaje de Rice Lake Weighing Systems.

### 8.1 Introducción

Las celdas de carga en barra de un solo extremo ofrecen muchas ventajas cuando se utilizan en módulos de pesaje bien diseñados. Los módulos que utilizan celdas de carga en barra de un solo extremo tienen un perfil bajo y suelen ser autocomprobables. La sustitución de la celda de carga es posible en la mayoría de los sistemas de montaje en barra de un solo extremo elevando el recipiente solo lo suficiente para eliminar la presión de la celda.

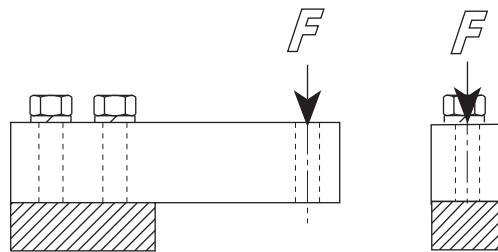


Figura 8-1. Barra de un extremo

#### 8.1.1 Principios generales de montaje

- La superficie de montaje debe ser plana y estar nivelada.
- Los pernos de montaje deben apretarse según los valores especificados.
- El bloque de montaje debe ser lo suficientemente grueso como para proporcionar roscas adecuadas para los tornillos de montaje.
- La esquina de la superficie de montaje (donde la celda sobresale) debe estar endurecida para evitar el desconchado.
- Los pernos de montaje deben ser al menos de grado cinco para evitar el estiramiento o la posibilidad de rotura.
- La carga debe aplicarse verticalmente por la línea central del orificio de carga (la carga puede aplicarse desde arriba, como se ilustra en la Figura 8-1, o puede colgarse desde abajo).
- La introducción de la carga debe proporcionar flexibilidad para evitar la transmisión de fuerzas extrañas y tolerar la inevitable deflexión de la propia celda de carga.

#### 8.1.2 Orientación de la barra de un extremo

La Figura 8-2 ilustra cuatro recipientes diferentes y las configuraciones de montaje recomendadas para los módulos de pesaje de barra de un solo extremo. Los recipientes de la izquierda ilustran un recipiente cilíndrico vertical. Observe que el eje longitudinal a través de cada celda de carga apunta hacia el centro del recipiente.

Este principio también podría utilizarse para los recipientes de la derecha, si fuera conveniente montar las celdas en cada esquina con el eje longitudinal apuntando hacia el centro. Sin embargo, puede resultar más cómodo, y es aceptable, montar las celdas como se ilustra. Como estas celdas son relativamente inmunes a las fuerzas extrañas aplicadas a lo largo del eje longitudinal de la celda, estas deben apuntar en la dirección de cualquier fuerza lateral predominante (por ejemplo, en un transportador de rodillos, las celdas de carga deben apuntar en la dirección de desplazamiento).

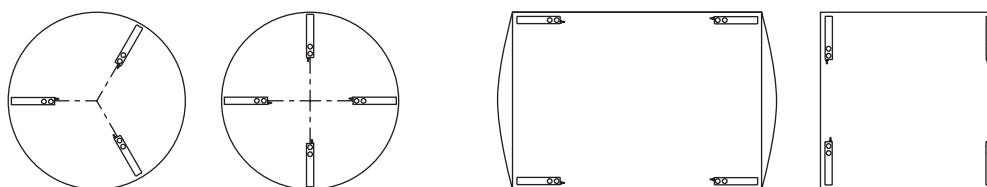


Figura 8-2. Orientación de la barra de un extremo

## 8.2 Módulos de pesaje SURVIVOR® Serie RL1700 HE

Estos módulos de capacidad ligera a media utilizan celdas de carga en barra de un solo extremo y ofrecen una construcción mecanizada de precisión y sin soldaduras para maximizar la eficacia de la limpieza por lavado a presión. Este diseño, junto con los pernos integrales de elevación/envío, facilita la instalación y minimiza los costos de mantenimiento. Las celdas de carga con certificación OIML C3 en capacidades de 5 a 5.000 kg proporcionan pesajes precisos y consistentes. El diseño exclusivo del módulo de pesaje RL1700 HE aísla la celda de carga contra cargas laterales y sobrecargas, minimizando los daños mecánicos de la celda de carga y eliminando la necesidad de equipo extraño. El módulo de pesaje RL1700 HE ofrece una clasificación IP66/68 para garantizar un rendimiento fiable en entornos cargados de humedad.

### Movimiento permitido

La [Figura 8-3](#) ilustra la capacidad de movimiento del módulo RL1700 HE. La carga puede comprobarse en una de las dos direcciones. Esto permite la colocación en una de las dos orientaciones para una comprobación adecuada.

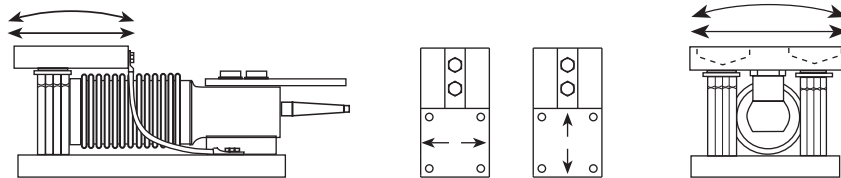


Figura 8-3. SURVIVOR RL1700 HE

### Construcción y características

- Construcción totalmente de acero inoxidable.
- Celdas de carga herméticas de acero inoxidable, IP66/68.
- Celdas de carga con certificación OIML de 5 a 5.000 kg.
- Diseño atornillado; el módulo se atornilla directamente a la pata del tanque sin necesidad de botones de carga o placas de montaje adicionales.
- Autocomprobación con protección contra el levantamiento/vuelco y pernos de elevación/envío.
- La celda de carga está aislada de la sobrecarga en todas las direcciones.
- Su construcción sin soldaduras retiene menos residuos y permite una limpieza rápida y a fondo.
- Las celdas de carga con certificación NTEP están disponibles bajo pedido. Visite nuestro sitio web en [www.ricelake.com/lcwm](http://www.ricelake.com/lcwm) para más información.

### Aplicaciones típicas

Una aplicación típica de la SURVIVOR RL1700 HE es la microdosificación de varios ingredientes, como se muestra en la [Figura 8-4](#). Otras aplicaciones incluyen el procesado de carne y aves de corral, la dosificación/mezcla de productos químicos y la mezcla de tintes/tinta.

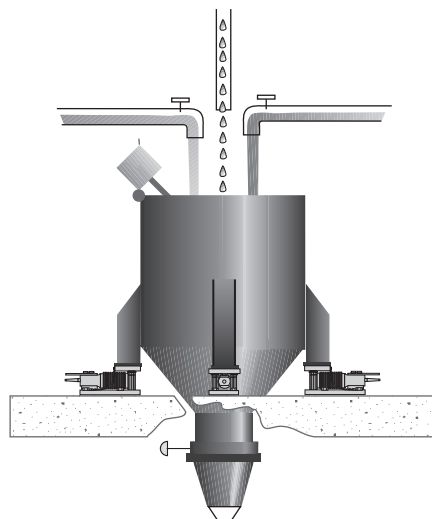


Figura 8-4. SURVIVOR RL1700 HE en microdosificación de ingredientes

### 8.3 Módulos de pesaje RL50210TA

Estos módulos de baja capacidad utilizan celdas de carga en barra de un solo extremo y proporcionan una alternativa rentable para las necesidades de pesaje de bajo alcance con capacidades de 50 a 2.500 lb. Una variedad de características hace que este módulo sea fácil de instalar y una opción excepcional para diversas aplicaciones de pesaje en interiores en las que los requisitos de comprobación son bajos. Las celdas de carga con protección medioambiental, los soportes de aislamiento/compresión de neopreno y otros componentes de Rice Lake son la clave del excelente rendimiento de este módulo. La conexión directa del recipiente con la almohadilla flexible de neopreno también actúa para amortiguar las cargas de choque.

#### Movimiento permitido

La [Figura 8-5](#) ilustra la capacidad del módulo RL50210TA para manejar el movimiento. Las flechas indican los diversos medios por los que la placa de introducción de la carga puede moverse con respecto a la celda para minimizar la transferencia de fuerzas extrañas.

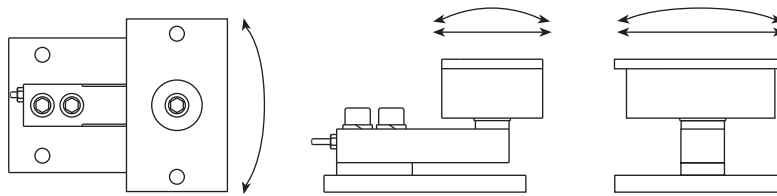


Figura 8-5. RL50210TA

#### Construcción y características

- Placa base grande y arandela distanciadora, la celda de carga se fija o atornilla directamente a la placa base.
- Celdas de carga con protección ambiental.
- La introducción de la carga a través de una placa de acero unida a una almohadilla de neopreno acomoda el movimiento del recipiente en todas las direcciones.
- Los soportes de aislamiento/compresión de neopreno permiten pequeñas desalineaciones, dilataciones térmicas y absorción de impactos.
- Módulos de acero templado disponibles en capacidades de 50 a 2.500 lb. Módulos de acero inoxidable disponibles en capacidades de 500 a 2.500 lb.
- Las capacidades de 500 a 2.500 lb incorporan un tope de sobrecarga bajo el extremo libre de la celda para mayor durabilidad.
- Algunas capacidades cuentan con la certificación NTEP. Visite nuestro sitio web en [www.ricelake.com/lcwm](http://www.ricelake.com/lcwm) para más información.

#### Aplicaciones típicas

Estos módulos deben fijarse de modo que su eje longitudinal se alinee con la dirección del mayor movimiento previsto del recipiente o del transportador. En un transportador de rodillos, esto sería normalmente a lo largo de la línea de recorrido del transportador. Consulte la [Figura 8-6](#). Las aplicaciones típicas incluyen el pesaje en transportadores/en movimiento, pequeños tanques/tolvas y pequeñas básculas de plataforma en que una pequeña carga de choque puede suponer un problema.

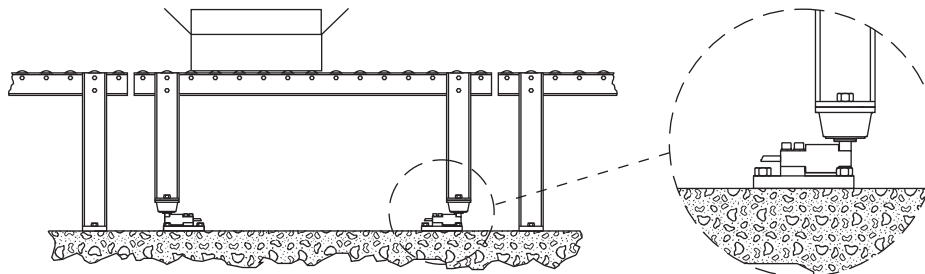


Figura 8-6. RL50210TA en el transportador

## 8.4 Módulos de pesaje RL1800 / SURVIVOR RL1855 HE-HS

Estos módulos de pesaje utilizan celdas de carga en barra de un solo extremo en módulos pivotantes centrales con capacidades de 250 a 10.000 lb por módulo. Aunque se trata de módulos de tipo compresión, en realidad la celda está montada en tensión, ya que la carga se introduce a través de un perno de carga central en un muñón colgante suspendido bajo la celda de carga. El muñón puede pivotar en todas las direcciones sobre un conjunto de arandelas esféricas, lo que permite que la placa superior (unida al recipiente) se balancee sin que se tuerza la celda de carga. Esta disposición hace que los módulos se autocentren y puedan acomodarse al movimiento en todas las direcciones. Este módulo se autocompueba y proporciona protección contra despegue.

Los módulos HE-HS RL1800 y RL1855 permiten al instalador ajustar fácilmente la altura total con un perno de carga central que se fija al muñón de suspensión. Esta función de ajuste acelera el proceso de igualación de la carga entre todos los módulos. Estos módulos permiten retirar y sustituir la celda de carga sin levantar el tanque—una consideración importante en algunas instalaciones.

### Movimiento permitido

La [Figura 8-7](#) ilustra los módulos HE-HS RL1800 y RL1855 con flechas que indican el movimiento permitido.

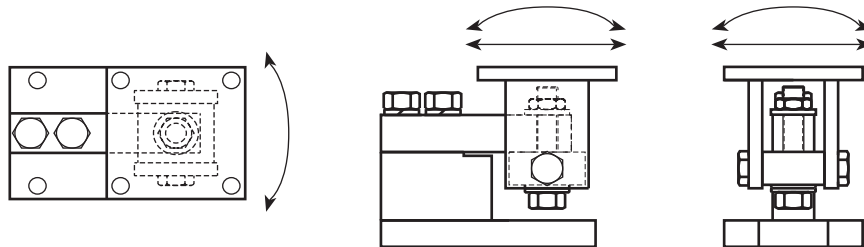


Figura 8-7. Módulos HE RL1800 y RL1855 en tanque cilíndrico horizontal

### Construcción y características

- Una placa base y un espaciador soportan la celda de carga.
- Un bloque de muñón se suspende por debajo del extremo libre de la celda y se fija a esta mediante un perno en tensión que se enrosca en un orificio de carga roscado. Se coloca un juego de arandelas esféricas entre la cabeza del perno y el bloque.
- Una disposición de sileta se fija al bloque de muñón mediante tornillos de pivote, y la carga se aplica a la placa superior de esta sileta. Esta disposición permite que la sileta se mueva en las direcciones indicadas en la [Figura 8-7](#).
- Diseño autocontrolado con protección antivuelco y retención lateral.
- El módulo permite ajustar la altura.
- Admite una amplia gama de celdas de carga de acero aleado, acero inoxidable y acero inoxidable herméticamente sellado, incluidas las celdas de carga en acero aleado e inoxidable pintadas.
- El módulo RL1800 está disponible en capacidades de 500 a 10.000 lb tanto en acero templado como en acero inoxidable, mientras que el módulo RL1855 HE-HS está disponible en capacidades de 1.000 a 10.000 lb en acero inoxidable.
- El módulo RL1855 HE-HS tiene un cable revestido de PTFE y un adaptador de conducto integral para aumentar la resistencia a los productos químicos y la humedad.
- Algunas capacidades cuentan con la certificación NTEP. Visite nuestro sitio web en [www.ricelake.com/lcwm](http://www.ricelake.com/lcwm) para más información.

### Aplicaciones típicas

Las aplicaciones típicas del RL1800 son las cintas transportadoras y los tanques y tolvas de capacidad media.

Las aplicaciones del RL1855 HE incluyen la dosificación/mezcla de productos químicos, la mezcla de fertilizantes y también tanques y tolvas de capacidad media.

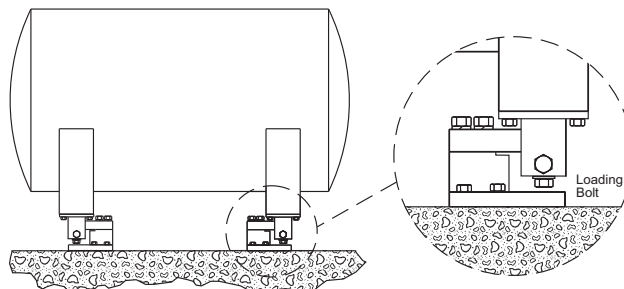


Figura 8-8. Módulos RL1800 y RL1855 HE en un tanque cilíndrico horizontal



## 8.5 Módulos de pesaje RL1900

El módulo de pesaje RL1900 tiene un diseño similar al RL1800, pero admite un movimiento lateral ligeramente mayor que este. Este módulo de pesaje es adecuado para operaciones de pesaje de tanques, tolvas y recipientes con capacidades medias. Cada módulo combina el movimiento multidireccional y la capacidad de autocontrol.

### Movimiento permitido

La [Figura 8-9](#) ilustra los módulos RL1900 con flechas que indican el movimiento permitido.

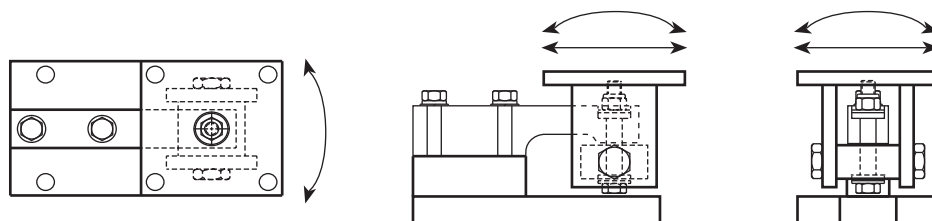


Figura 8-9. Módulos RL1900

### Construcción y características

- Una placa base y un espaciador soportan la celda de carga.
- Por debajo del extremo libre de la celda de carga se suspende un bloque de muñón. Se fija a la celda de carga mediante un perno que pasa por el orificio de carga libre y se sujeta con una tuerca en la parte superior de la celda. Se utilizan dos juegos de arandelas esféricas; una se coloca entre la cabeza del perno y el bloque del muñón, la otra se coloca entre la tuerca y la parte superior de la celda de carga (que está avellanada para aceptar el juego de arandelas).
- Una disposición de silleta se fija al bloque de muñón mediante tornillos de pivote; la carga se aplica a la placa superior de esta silleta. Esta disposición permite que la silleta se mueva en las direcciones indicadas en la [Figura 8-9](#).
- Este módulo permite un movimiento lateral ligeramente mayor que el RL1800 en virtud del hecho de que el perno de suspensión pasa a través de un orificio de carga de holgura en la celda y tiene conjuntos de arandelas esféricas en la parte superior e inferior.
- Diseño autocontrolado con protección antivuelco y retención lateral.
- El módulo permite ajustar la altura.
- Disponibles en capacidades de 1.000 a 10.000 lb en acero inoxidable.

### Aplicaciones típicas

Las aplicaciones típicas de la unidad RL1900 son tanques, silos y tolvas de capacidad media, así como aplicaciones de lavado a presión o corrosivas.

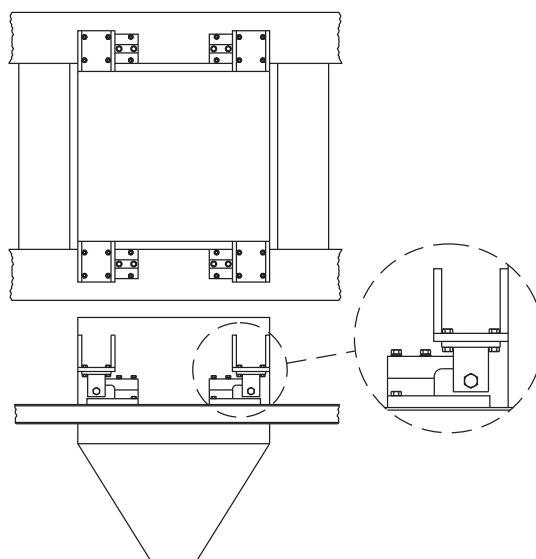


Figura 8-10. Módulos RL1900 en báscula de tolva

## 8.6 Paramounts® HS y Paramounts® EP

El versátil sistema de pesaje de recipientes Paramounts consta de tres módulos de pesaje diferentes, que juntos forman un sistema completo de módulos fijos y deslizantes con celdas de carga de un solo extremo. Este sistema único permite que un recipiente se expanda libremente sobre módulos deslizantes, aunque el sistema es autocontrolable. Todos los modelos están disponibles en capacidades de hasta 2,3 a 100 kN (500 a 22.500 lb).

### Movimiento permitido

- Módulo de pasador fijo** – Con el módulo de pasador fijo, la carga se transfiere de la placa superior a la celda de carga a través de un pasador de carga que entra en un avellanado de la placa superior y la celda de carga. El pasador actúa como punto de giro y solo permite que la placa superior gire mientras fija la esquina del recipiente.
- Módulo de deslizamiento libre** – Con el módulo de deslizamiento libre, el pasador de carga tiene una superficie superior plana sobre la que la placa superior es libre de deslizarse en todas direcciones. Para minimizar la fricción, la superficie superior del pasador está recubierta de PTFE y se desliza sobre una placa deslizante lisa de acero inoxidable. La limpieza de estas dos superficies está garantizada por una junta de succión de neopreno.
- Módulo de tope lateral** – El módulo de tope lateral utiliza el mismo pasador recubierto de PTFE y la misma placa deslizante de acero inoxidable, pero además tiene topes laterales. Estos topes controlan el movimiento lateral de la placa superior. Se comprueba que la placa superior solo se mueve en la dirección del eje longitudinal de la celda de carga.

Un sistema de tres celdas utiliza uno de cada estilo de módulo; todos los módulos adicionales son de deslizamiento libre.

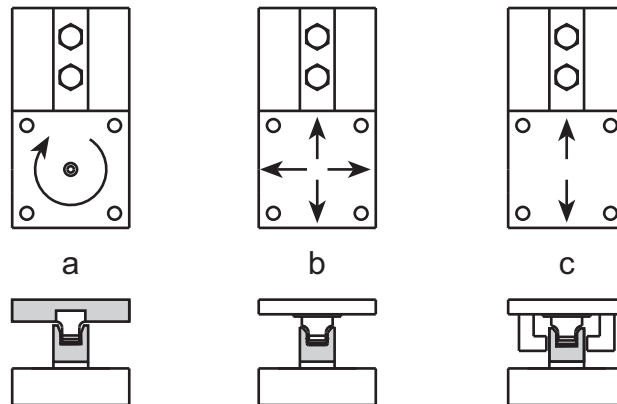


Figura 8-11. Los tres diseños de módulo del sistema Paramounts incluyen el (a) Módulo de pasador fijo, (b) Módulo de deslizamiento libre y (c) Módulo de tope lateral

### Construcción y características

- Sin efectos de torsión: Todas las celdas de carga SB4, SB10 y SB5 incorporan un orificio ciego para la introducción de la carga. La carga se introduce a través de un pasador de carga convexo. La superficie convexa permite que la placa superior del módulo se balancee sin retorcer la celda. El pasador de carga está centrado en el orificio de carga por una junta tórica de polímero flexible. El fondo del orificio ciego está situado en el eje neutro de la sección de detección Flintec. Por lo tanto, los efectos de torsión quedan prácticamente eliminados.
- Tornillo de elevación y protección antielevación: Cada módulo consta de una placa base a la que se fija la celda de carga y una placa superior por la que se introduce la carga. Un tornillo de control de seguridad se fija rigidamente a la placa superior y pasa a través de un gran orificio de paso en la placa de la arandela fijada a la placa base. Este tornillo evita el levantamiento y también puede utilizarse para levantar el recipiente vacío para sustituir la celda de carga.
- Permite el movimiento: Existen tres estilos diferentes de módulos, resultado de las diferencias en el diseño de la placa superior y el pasador de carga. Cada uno de ellos forma parte de un sistema completo que permite el movimiento libre del recipiente acoplado.
- Salidas emparejadas: Todos los kits de celdas de carga Paramounts utilizan celdas de carga de acero inoxidable SB4 y SB5 con salidas ajustadas a  $\pm 0,07\%$ . Esto elimina el recorte de esquinas en la instalación inicial o la recalibración cuando se sustituye una celda de carga.
- Los soportes Paramounts HS están contruidos en acero templado y los Paramounts HE en acero inoxidable. Ambas vienen con celdas de carga de acero inoxidable herméticamente selladas. Los modelos Paramounts EP vienen de serie con soportes de acero templado y celdas de carga de acero inoxidable protegidas del ambiente.

- Disponibles en capacidades de 2,3 a 100 kN (500 a 22.500 lb) en acero templado o acero inoxidable.
- Algunas capacidades cuentan con la certificación NTEP. Visite nuestro sitio web en [www.ricelake.com/lcwm](http://www.ricelake.com/lcwm) para más información.

### Aplicaciones típicas

Un sistema de tres módulos utilizaría uno de cada módulo. Las básculas que requieren más de tres módulos utilizan módulos adicionales de deslizamiento libre. La **Figura 8-12** es un ejemplo típico de sistema de seis módulos. El módulo de pasador fijo fija el recipiente en la esquina, permitiéndole girar únicamente en torno al pasador de carga. El recipiente se expandirá hacia el exterior desde esta esquina. El módulo de tope lateral colocado en el extremo opuesto mantiene el recipiente bajo control pero no restringe la expansión. El uso de cuatro módulos de deslizamiento libre garantiza que la expansión/contracción del recipiente no tenga restricciones en ninguna dirección.

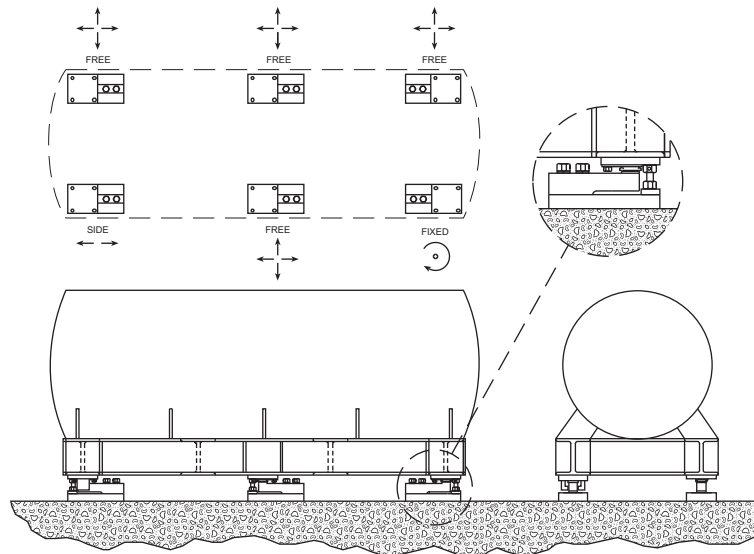


Figura 8-12. Sistema de montaje Paramounts en tanque cilíndrico

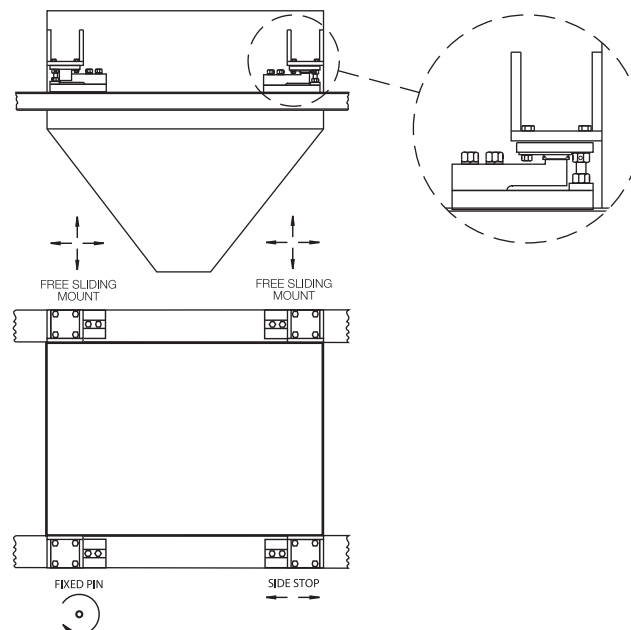


Figura 8-13. Paramounts en tolva suspendida

## 9.0 Módulos de pesaje: Barra de doble extremo

### 9.1 Introducción

Las barras de cizallamiento de doble extremo son 'caballos de batalla' de capacidad media y alta, resistentes, estables y capaces de soportar bien las cargas laterales. Los módulos vienen en dos variedades, una celda con soporte en los extremos cargada en el centro y una celda con soporte en el centro cargada en los extremos. La celda con carga en el extremo se utiliza en el módulo de báscula para camiones de eslabones colgantes Translink que se describe más adelante en esta sección. La versión más común con carga central que se describe a continuación se utiliza en los sistemas de montaje RL1600, RL2100 HE, EZ Mount 1 y MVS.

La [Figura 9-1](#) muestra algunas pautas importantes para aplicar la carga a una barra de cizallamiento de doble extremo con carga central y para orientar un módulo utilizando este tipo de celda de carga.

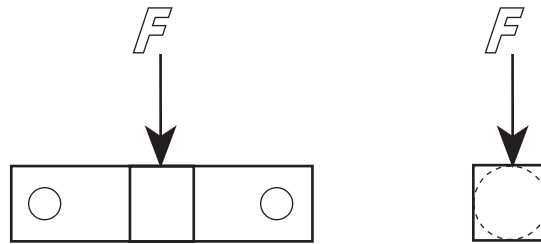


Figura 9-1. Barra de doble extremo

#### 9.1.1 Principios generales de montaje

- La celda de carga debe estar horizontal en ambas direcciones.
- La carga debe aplicarse verticalmente a través del centro de la celda.
- La carga debe introducirse sin producir un efecto de torsión alrededor del centro.
- La carga no debe moverse a lo largo de la celda.

#### 9.1.2 Orientación de la barra de doble extremo

En la [Figura 9-2](#), ilustramos la mejor posición de montaje de barras de doble extremo para varias formas de recipiente, en las que una línea desde el centro del recipiente forma un ángulo recto con el eje longitudinal a través de la celda de carga. Los soportes para estas celdas permiten el movimiento menos restringido del recipiente. Esto es especialmente importante cuando se espera una expansión/contracción térmica significativa.

Algunos módulos de barra de doble extremo deben orientarse con el eje longitudinal de la celda de carga en línea con el movimiento previsto. En una báscula de camiones, normalmente será en el sentido de la marcha del camión.

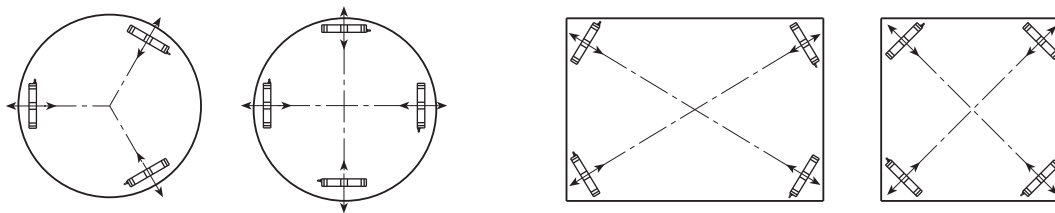


Figura 9-2. Orientación de la barra de doble extremo

## 9.2 Módulos de pesaje RL1600

Estos conjuntos son adecuados para aplicaciones de capacidad media a pesada debido a la resistencia y estabilidad inherentes de la celda de doble extremo con carga central que se apoya en ambos extremos sobre pasadores. Los módulos se autocomprueban en todas las direcciones al tiempo que permiten cierta libertad para que el recipiente se expanda/contraiga en una sola dirección deslizando sobre los pasadores de montaje. Los módulos también ofrecen protección contra el levantamiento para evitar que el tanque vuelque accidentalmente.

El módulo RL1600 es un módulo robusto y económico para su uso donde se espera un movimiento mínimo de expansión/contracción. La alineación precisa es fundamental con estos módulos, ya que hay poco margen para la desalineación con la horquilla de sujeción que sujeta la placa de carga a la celda de carga. La sustitución de la celda de carga requiere elevar el recipiente solo una pulgada para extraer la celda.

Los módulos de la serie RL1600 están disponibles en acero templado fabricado o hierro fundido, y en acero inoxidable fabricado cuando se requiere una protección adicional contra la corrosión.

### Movimiento permitido

Este módulo permite un movimiento limitado en dirección perpendicular al eje longitudinal de la celda de carga.

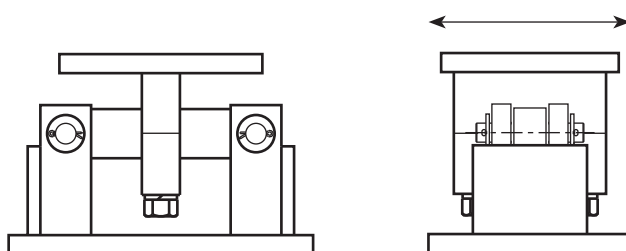


Figura 9-3. Módulo de pesaje RL1600

### Construcción y características

- Una placa base rígida con cuatro montantes perforados en cruz para soportar los pernos que sujetan la celda de carga.
- Una silleta se sujeta alrededor del centro de la celda de carga. Esta disposición permite que la celda se deslice lateralmente una corta distancia sobre los pasadores.
- El módulo se autocomprueba en todas las direcciones.
- Disponibles en acero templado y acero inoxidable en capacidades de 1.000 a 75.000 lb, y en hierro fundido de 1.000 a 25.000 lb.
- Las celdas de carga utilizadas no están aprobadas por NTEP.

### Aplicaciones típicas

Las aplicaciones típicas del RL1600 son los tanques, silos y tolvas de capacidad media a pesada, así como la gestión de materiales a granel.

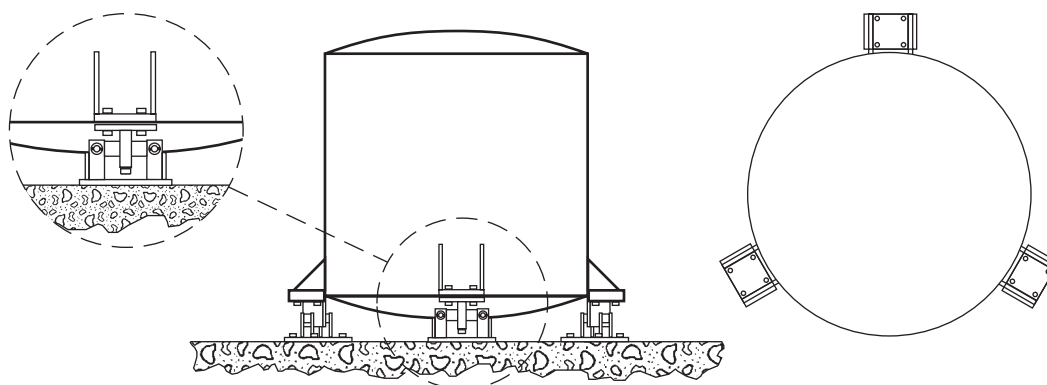


Figura 9-4. Módulos de pesaje RL1600 en tanque de perfil bajo

### 9.3 Módulos de pesaje SURVIVOR RL2100 HE

Estos módulos de capacidad media a pesada están disponibles en dos tamaños con capacidades que van de 25.000 a 100.000 lb. La unidad SURVIVOR RL2100 HE utiliza una celda de carga en barra de cizallamiento de doble extremo y es ideal para tanques, tolvas y reactores sometidos a entornos duros y hostiles. Este módulo proporciona una protección superior contra la corrosión, la entrada de humedad y la mecánica. En la mayoría de las aplicaciones, los conjuntos son autocomprobables y se mantienen cautivos sin necesidad de varillas de control o de tirantes.

Las celdas de carga disponibles para los módulos de pesaje RL2100 HE cuentan con la aprobación NTEP y están disponibles con las características que mejor se adaptan a los requisitos de la aplicación, como la construcción y la protección medioambiental, y contra la penetración. Las celdas de carga disponibles incluyen RL75060S, RL75058S-LP, RL75058-LP, RL75058I, 65058A y 65058S.

#### Movimiento permitido

La [Figura 9-5](#) ilustra la capacidad de movimiento del módulo RL2100 HE.

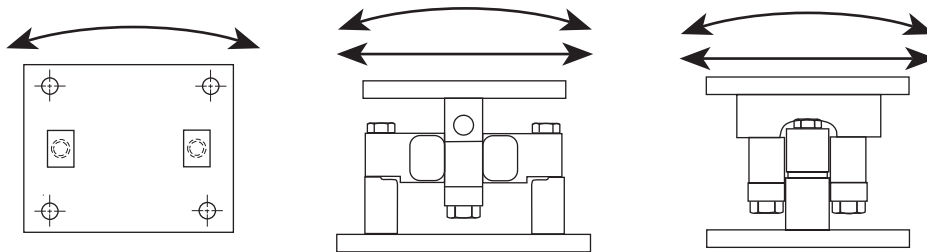


Figura 9-5. SURVIVOR RL2100 HE

#### Construcción y características

- Se atornilla directamente a la pata del tanque con un diseño de módulo atornillado sin necesidad de botones de carga o placas de montaje adicionales.
- Tolera cargas excéntricas y cargas laterales de hasta el 100% de su capacidad.
- Hay disponible cable con revestimiento de PTFE para una máxima resistencia química.
- Construcción totalmente de acero inoxidable.
- Diseño autocontrolado con protección antivuelco y levantamiento.
- Las celdas de carga utilizadas cuentan con la aprobación NTEP.

#### Aplicaciones típicas

Las aplicaciones típicas del SURVIVOR RL2100 HE incluyen tanques de gran capacidad, mezcladores, reactores y gestión de inventarios a granel, así como control de procesos de refinado de petróleo y mezcla/dosificación de productos químicos.

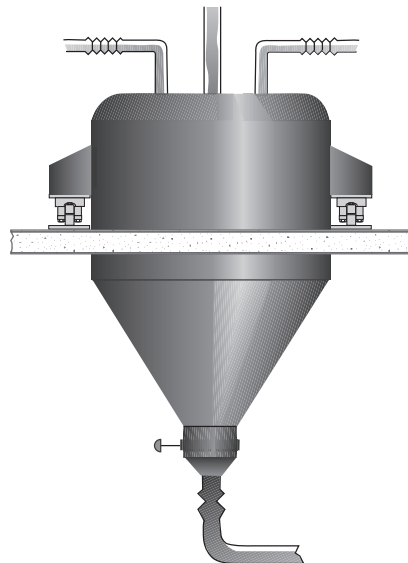


Figura 9-6. SURVIVOR RL2100 HE en aplicación de gran capacidad

## 9.4 Módulos de pesaje EZ Mount 1

En aplicaciones en las que se espera una expansión/contracción térmica sustancial o no se dispone de espacio para elevar un recipiente de forma significativa para sustituir la celda de carga, el EZ Mount 1, que también utiliza un módulo de pesaje de carga central de doble extremo, es una opción excelente para gestionar el movimiento del recipiente y los requisitos de espacio limitados.

El módulo EZ Mount 1 utiliza una celda de carga redonda que permite pivotar la placa de carga superior y corregir pequeños problemas de alineación. El módulo también puede acomodar un movimiento sustancial en la dirección perpendicular al eje longitudinal de la celda de carga.

La celda de carga del EZ Mount 1 se apoya en separadores circulares endurecidos. Los tornillos lo fijan a la placa base.

La silleta superior está sujeta por pasadores desmontables en la parte superior e inferior de la celda de carga. Esto permite la sustitución de la celda de carga sin elevar el recipiente, sino simplemente retirando la carga del módulo.

Los módulos de pesaje EZ Mount 1 están disponibles en acero aleado o acero inoxidable en capacidades de 5.000 a 250.000 lb.

### Movimiento permitido

La [Figura 9-7](#) ilustra el módulo de pesaje EZ Mount 1 con flechas que indican el movimiento permitido.

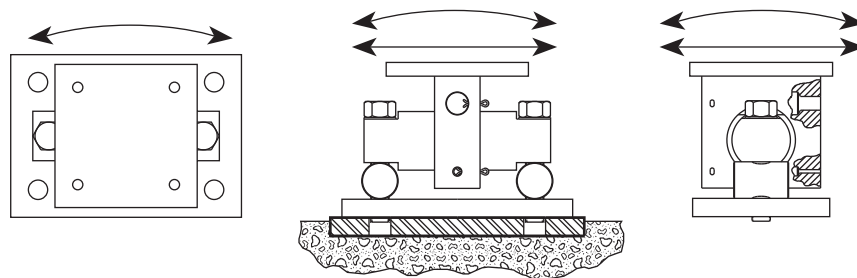


Figura 9-7. Módulo de pesaje EZ Mount 1

### Construcción y características

- Su diseño simplificado permite atornillarlo directamente al tanque y al suelo.
- El exclusivo diseño del pasador deslizante compensa la dilatación/contracción térmica.
- Esta disposición permite que la silleta se mueva prácticamente en todas las direcciones, como se ilustra en la [Figura 9-7](#), al tiempo que proporciona control en todas las direcciones.
- La celda de carga puede retirarse fácilmente levantando el recipiente solo lo suficiente para aliviar la carga de la celda.
- Diseño de perfil bajo.
- Disponible en capacidades de 5.000 a 250.000 lb en acero templado y en capacidades de 5.000 a 250.000 lb en acero inoxidable.
- La mayoría de las capacidades cuentan con la certificación NTEP. Visite nuestro sitio web en [www.ricelake.com/lcwm](http://www.ricelake.com/lcwm) para más información.

### Aplicaciones típicas

Las aplicaciones típicas del EZ Mount 1 incluyen aplicaciones de pesaje de tanques y tolvas de capacidad media a pesada.

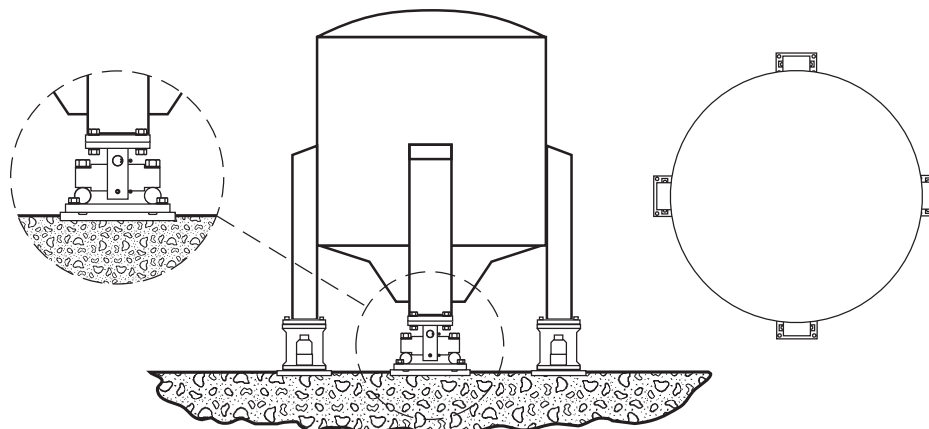


Figura 9-8. Disposición del módulo de pesaje EZ Mount 1

## 9.5 Módulos de pesaje para básculas de camiones Translink™

Los montajes autocentrantes, como el Translink, se clasifican como montajes de tipo compresión que aplican la carga a sus celdas de forma tensora mediante un mecanismo de péndulo colgante situado debajo de la celda de carga. La acción pendular les confiere su capacidad única de autocentrado.

Los módulos se utilizan habitualmente para soportar una plataforma flotante como una báscula de camiones. La flotación horizontal de la plataforma está limitada por parachoques en todos los lados. La plataforma volverá siempre a una posición central tras el movimiento lateral y no permanecerá en contacto con las almohadillas del parachoques.

A diferencia de las otras barras de doble extremo descritas hasta ahora, el conjunto de montaje Translink utiliza una barra de cizallamiento con carga en los extremos que se apoya en un inserto cóncavo o convexo en el centro que permite el giro de la celda.

### Movimiento permitido

La [Figura 9-9](#) ilustra el módulo de pesaje Translink con flechas que indican el movimiento permitido.

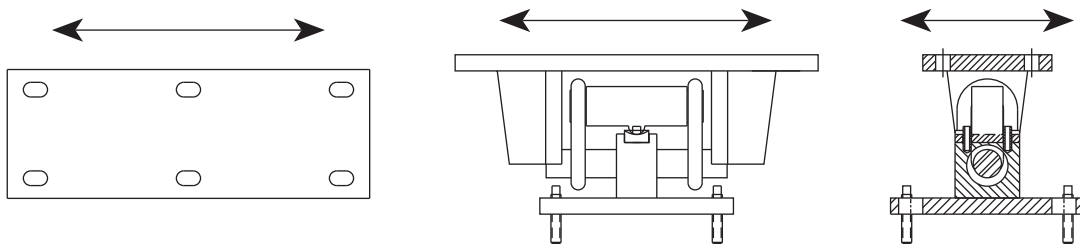


Figura 9-9. Módulo de pesaje Translink

### Construcción y características

- Un montante está soldado a una placa base. El montante aloja un inserto convexo o cóncavo endurecido sobre el que se asienta la celda de carga. Dos pasadores de rodillo impiden que la celda se deslice lateralmente.
- Un eslabón forjado cuelga de cada extremo de la celda de carga, soportando una barra de carga tratada térmicamente que pasa a través del montante. La barra de carga tiene ranuras circulares (correspondientes a las ranuras de carga de la celda de carga) en las que se asientan los eslabones, y la silleta superior se asienta en cada extremo de la barra de carga.
- Movimiento libre en todas las direcciones en el plano horizontal sin apenas fricción.
- Completamente autocentrante, este módulo tiene una acción pendular que devuelve la cubierta a su posición original después de haber sido perturbada longitudinal o lateralmente.
- Este módulo es ideal para básculas de vehículos o básculas de recipientes de gran capacidad.
- Este módulo requiere el control de la báscula en el plano horizontal. Pueden utilizarse tirantes o, debido a la acción autocentrante, también son suficientes los pernos de tope. El soporte no proporciona protección contra el despegue, que debe proporcionarse externamente si se requiere a báscula de recipiente.
- El módulo Translink está disponible en acero templado en capacidades de 25.000 a 100.000 lb.

### Aplicaciones típicas

Entre las aplicaciones típicas del módulo de pesaje Translink se incluyen los montajes de básculas para camiones y los tanques horizontales de gran capacidad.

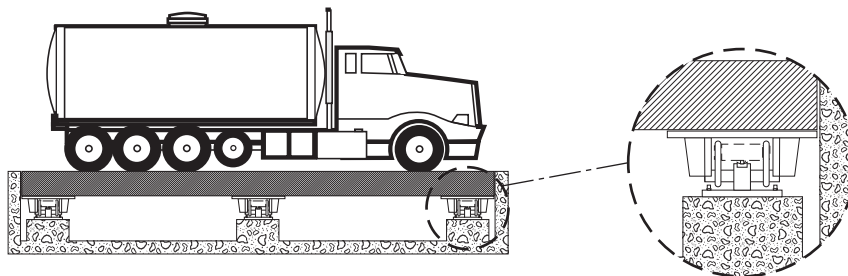


Figura 9-10. Disposición de la báscula de camiones Translink



## 9.6 Módulos de báscula de camiones MVS

El módulo de celda de carga MVS se utiliza principalmente para básculas de camiones y en determinadas aplicaciones de pesaje de recipientes. Los módulos están contruidos en hierro fundido y están disponibles en capacidades de celda de carga de 10.000 a 125.000 lb. El diseño de eslabón central proporciona libertad de movimiento en dirección longitudinal a la vez que autocentrado, lo que hace que este módulo sea ideal para básculas de vehículos.

A diferencia de las barras de doble extremo utilizadas para las unidades RL1600 o EZ Mount 1, el módulo MVS debe montarse con el mayor movimiento previsto alineado con el eje longitudinal de la celda de carga. En una báscula de camiones, normalmente es en el sentido de la marcha del camión.

### Movimiento permitido

La [Figura 9-11](#) ilustra el módulo de pesaje MVS con flechas que indican el movimiento permitido.

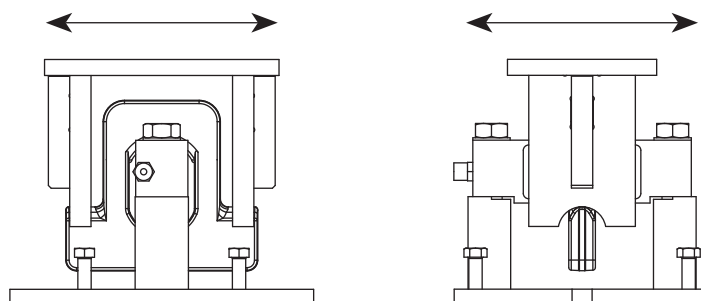


Figura 9-11. Módulo de pesaje MVS

### Construcción y características

- Los extremos de la celda de carga se atornillan a una placa base rígida en forma de U.
- Un eslabón se asienta sobre el centro de la celda que tiene una ranura radiada. La parte inferior de este eslabón tiene dos bloques de montura que sobresalen hacia fuera. El conjunto de silleta de la barra superior se asienta sobre estas orejas.
- El módulo puede moverse libremente.
- Como la carga está suspendida por un eslabón, la báscula es libre de balancearse hacia delante y hacia atrás a lo largo del eje longitudinal de la celda de carga. Debido a la acción pendular del eslabón, la báscula volverá a su posición original tras ser desplazada a lo largo del eje longitudinal de la celda.
- Cuando se fijan varios módulos a una cubierta, se impide que los módulos se balanceen lateralmente.
- Una báscula que utilice este módulo debe ser controlada a lo largo del eje longitudinal de la celda de carga para evitar un exceso de recorrido. Pueden utilizarse tirantes o pernos de parachoques.
- El módulo no proporciona protección contra el despegue que, si se requiere en una aplicación de pesaje de recipientes, debe proporcionarse externamente.

### Aplicaciones típicas

Las aplicaciones típicas del módulo de pesaje MVS incluyen la conversión de básculas de camión a básculas de vía y tanques horizontales de gran capacidad.

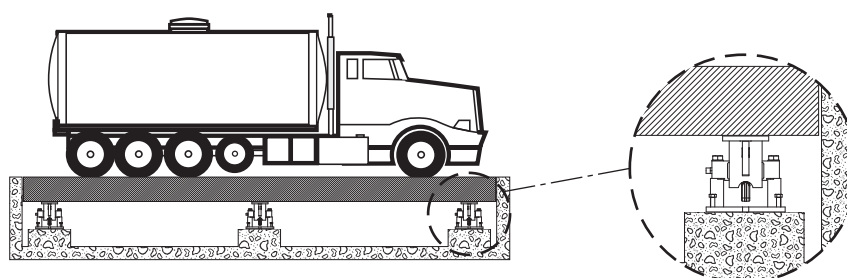


Figura 9-12. Disposición de la báscula de camiones MVS

## 10.0 Módulos de pesaje: Cartuchos de compresión

### 10.1 Introducción

Cuando se necesitan montajes con capacidades superiores a las 100.000 lb, los montajes de celdas de carga en cartuchos son una de las opciones disponibles. Estas celdas son buenas en condiciones severas y han demostrado su rendimiento durante décadas en aplicaciones de camiones, ferrocarriles y tanques de gran capacidad. Disponibles en capacidades de hasta 500.000 lb por conjunto de montaje, la mayoría de los conjuntos de montaje de cartuchos requieren más componentes que los montajes que utilizan celdas de carga de barra, especialmente si los montajes están diseñados para adaptarse a la expansión.

La carga se transfiere a la celda a través de un botón de carga endurecido y convexo que se acopla a una placa de carga plana endurecida. El botón de carga redondeado y la placa plana tienden a favorecer la carga puntual, minimizando las fuerzas extrañas.

#### 10.1.1 Principios generales de montaje

- Un cartucho de compresión debe montarse sobre una placa plana de grosor suficiente para evitar la deflexión. Los cimientos deben ser rígidos.
- La carga debe introducirse a través de un botón de carga de radio esférico endurecido.
- La carga debe introducirse verticalmente a lo largo de la línea central de la celda.
- La placa superior que entra en contacto con el botón de carga debe endurecerse para evitar el desconchado del punto de contacto.
- Puede ser necesario algún método externo de comprobación tanto horizontal como vertical.

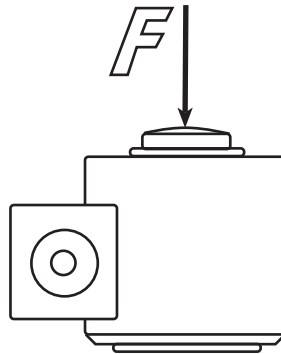


Figura 10-1. Módulo de pesaje con cartucho de compresión

## 10.2 Módulos de pesaje RLC

El soporte de silo autoalineable RLC, junto con la familia de celdas de carga RLC, es una solución ideal para aplicaciones de control de procesos de capacidad media, pesaje por lotes, silo/tolva y básculas de cinta.

El soporte RLC incorpora un diseño de balancín desmontable que utiliza componentes de acero inoxidable endurecido en todas las superficies de apoyo de la carga. La construcción íntegra en acero inoxidable garantiza una fiabilidad a largo plazo, incluso en los entornos más duros.

### Movimiento permitido

El soporte RLC que se muestra en la [Figura 10-2](#) tolera movimientos controlados en todas las direcciones. El silo o la tolva se mantienen cautivos, lo que elimina la necesidad de varillas de control adicionales, a menos que se prevea un movimiento importante de la carga. Su diseño exclusivo permite desmontar fácilmente la celda de carga para sustituirla.

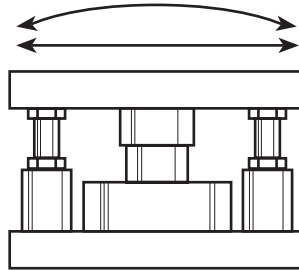


Figura 10-2. Módulo de pesaje RLC

### Construcción y características

1. La celda de carga RLC consta de tres anillos concéntricos mecanizados a partir de una única pieza de acero inoxidable. El anillo exterior descansa sobre la placa base. El anillo central contiene cuatro galgas extensométricas circulares. El anillo interior acepta la carga y se desvía verticalmente, activando las galgas extensométricas del anillo central.
2. Un pasador de carga independiente encaja en el anillo interior de la celda de carga y en una copa de cojinete endurecida en la placa superior del soporte. El recorrido vertical del anillo interior está limitado por la placa base, lo que proporciona una protección positiva contra sobrecargas al 150% de la capacidad.
3. La celda de carga RLC se mantiene cautiva en el soporte mediante tres pasadores situados en la circunferencia exterior de la celda. Para instalar o sustituir la celda de carga, solo es necesario elevar la placa superior del soporte con los tornillos de elevación integrados una fracción más allá de la altura de los pasadores.
4. Los tornillos de elevación proporcionan protección contra el levantamiento, así como capacidad de autocontrol lateral para eliminar la necesidad de varillas de control.

### Aplicaciones típicas

Entre las aplicaciones típicas del módulo de pesaje RLC se encuentran los tanques, recipientes y tolvas de capacidad media, así como las aplicaciones de lavado a presión o corrosivas. También puede utilizarse en el control de procesos y el pesaje por lotes.

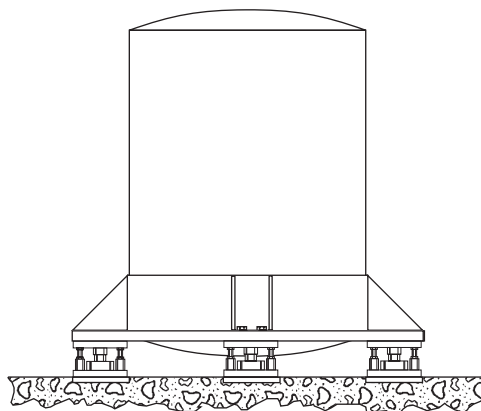


Figura 10-3. Disposición del módulo de pesaje RLC

## 11.0 Módulos de pesaje: Montaje en tensión (barra en S)

### 11.1 Introducción

El montaje en suspensión con celdas de carga de barra en S se utiliza a menudo para recipientes ligeros y medianos en que puede utilizarse una estructura aérea existente para suspender el recipiente.

#### 11.1.1 Principios generales de montaje

La [Figura 11-1](#) ilustra la forma correcta de aplicar la carga a una celda de carga de barra en S.

- La superficie de la que se suspende la celda debe ser rígida y proporcionar una deflexión mínima bajo las cargas.
- Toda la suspensión debe ser lo más larga posible con la celda de carga colocada aproximadamente en el centro.
- La línea central de las varillas superior e inferior debe pasar por los orificios de carga de la celda de carga. La línea central a través del conjunto debe ser vertical.
- El cable de la celda de carga debe salir del extremo fijo de la celda para que no afecte a la precisión. Coloque la celda de carga en forma de "S" con el cable saliendo por el lado izquierdo.
- Los extremos de la suspensión deben fijarse a la estructura y al recipiente de forma que queden libres para moverse. Como mínimo, utilice un juego de arandelas esféricas como se ilustra en la [Figura 11-1](#).
- Utilice un conjunto de equipos adecuado, como cáncamos o el sistema ITCM en la celda de carga, para minimizar la transmisión de fuerzas extrañas.
- Rice Lake recomienda que todos los equipos tengan la resistencia suficiente para soportar condiciones de carga axial excéntrica máxima con un factor de seguridad mínimo de 5:1.

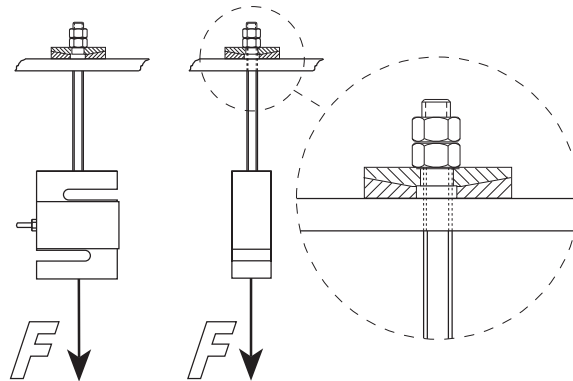


Figura 11-1. Módulo de pesaje con barra en S

## 11.2 Soportes ITCM

El conjunto ITCM es un método especialmente cómodo para suspender un recipiente de pesaje. La combinación de horquillas y rótulas de extremo de varilla garantiza que las fuerzas perjudiciales para el rendimiento preciso del sistema queden aisladas de la celda de carga. Además, el aislamiento eléctrico único que proporciona este conjunto a la celda de carga ayuda a evitar daños por corrientes parásitas.

### Movimiento permitido

La [Figura 11-2](#) ilustra el uso del módulo de pesaje ITCM. Esta disposición de montaje evita la mayoría de posibles problemas causados por fuerzas extrañas que actúan sobre las celdas de carga de barra en S.

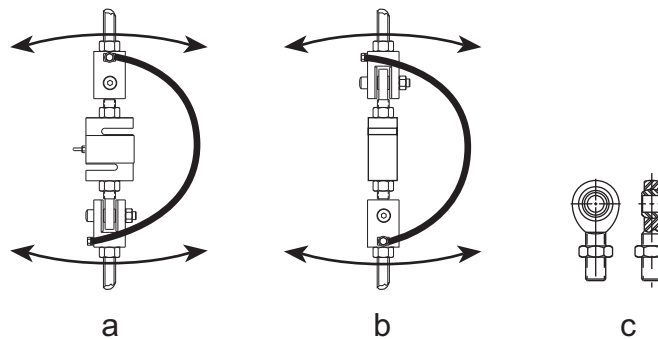


Figura 11-2. Módulo de pesaje ITCM

### Construcción y características

- El ITCM consiste en una rótula de alta precisión que se atornilla en cada extremo de la barra en S. La rótula del extremo de la varilla tiene una "bola" que gira libremente en un cojinete de PTFE; véase la [Figura 11-2\(c\)](#). La horquilla se fija a la rótula del extremo de la varilla mediante un tornillo de tope. El extremo de la varilla debe enroscarse en la celda de carga asegurando el contacto con todas las roscas, sin tocar el cuerpo principal de la barra en S.
- Esta disposición proporciona una alineación excelente entre las líneas centrales de las varillas y la línea central a través de los orificios de carga de la celda.
- Esta disposición permite el movimiento en las direcciones indicadas por las flechas y también la rotación, garantizando así que no se transmitan fuerzas extrañas a la celda de carga.
- El ITCM también incorpora un sistema aislante que no permitirá el flujo de corrientes eléctricas parásitas a través de la celda de carga. La correa de tierra paralela proporciona una protección adicional con una ruta alternativa a tierra.
- Los ITCM están disponibles en acero templado en capacidades de 100 a 20.000 lb utilizando la celda de carga RL20000I o RL20001. Las versiones de acero inoxidable están disponibles en capacidades de 100 a 5.000 lb utilizando la celda de carga RL20000ST, RL20000SS o RL20001HE.
- Los conjuntos ITCM de 20.000 lb no tienen rótulas de extremo de varilla con revestimiento de PTFE.



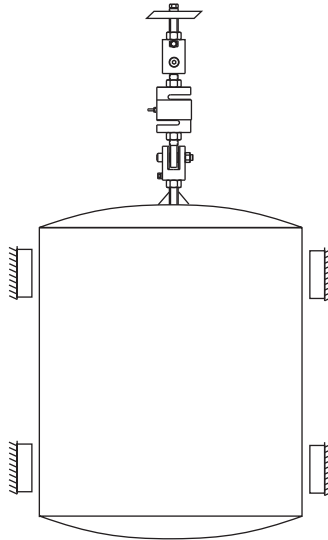
**NOTA:** A menudo se utiliza un solo ITCM para convertir una báscula mecánica de camión o tolva en electrónica. De este modo se aprovechan las opciones de control del proceso o de recopilación de datos disponibles con el pesaje electrónico. La conversión puede realizarse insertando un conjunto ITCM en la varilla de acero sin afectar al funcionamiento de la barra mecánica o del indicador, que puede retenerse como respaldo.

## Aplicaciones típicas

La [Figura 11-3](#) ilustra el que quizá sea el recipiente de pesaje más sencillo. Esto funciona bien en las siguientes condiciones:

- Pesar únicamente materiales autonivelantes.
- El recipiente es simétrico respecto al punto de suspensión, de modo que el centro de gravedad se eleva siempre a lo largo de la misma línea vertical.

Estas restricciones garantizan que el centro de gravedad del contenido esté siempre verticalmente por debajo de la celda de carga, eliminando la tendencia del recipiente a atascarse contra los topes. Los topes se proporcionan para limitar la cantidad de balanceo producido si el tanque fuera golpeado accidentalmente o sometido a otras fuerzas externas. Los topes solo pueden utilizarse con una disposición de montaje de recipiente autocentrante, ya que el recipiente no puede permanecer en contacto con los topes sin provocar errores en la lectura del peso. También debe impedirse que el recipiente gire para evitar que se desenrosquen los equipos de suspensión.



*Figura 11-3. Disposición del módulo de pesaje ITCM*

Se puede utilizar un recipiente de pesaje suspendido de una sola celda de carga para pesar sólidos si se emplean tirantes horizontales para eliminar el movimiento lateral causado por los desplazamientos del centro de gravedad del contenido.

El sistema de suspensión de tres celdas de carga que se muestra en la [Figura 11-4](#) utiliza tres celdas de carga de barra en S colocadas a 120° de distancia en un recipiente cilíndrico. Esto evita el problema de tener que ajustar el peso soportado por cada celda, ya que la estabilidad inherente de un sistema de suspensión de 3 puntos garantizará una carga igual en cada punto. Para garantizar la estabilidad, las varillas de suspensión deben fijarse al recipiente a la altura o por encima del centro de gravedad del recipiente lleno. Aunque esta configuración es intrínsecamente estable, se requiere una atención especial cuando es posible que se produzcan vibraciones significativas, agitación, viento o actividades sísmicas. En este caso, también deben emplearse topes o barras de retención horizontales.

Cada punto de soporte debe ser igual de rígido y desviarse la misma cantidad cuando esté cargado. De lo contrario, la carga podría transferirse de forma desigual, lo que podría sobrecargar una o varias de las celdas.

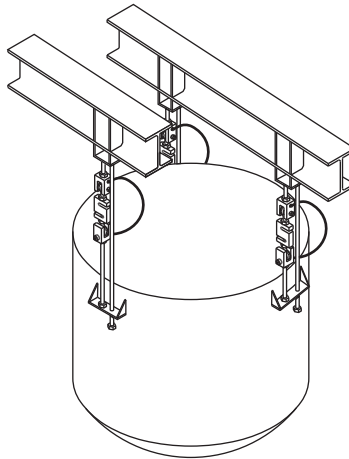


Figura 11-4. Sistema de suspensión con tres celdas de carga

El sistema de suspensión de cuatro celdas de carga que se muestra en la [Figura 11-5](#) es el más común para las tolvas rectangulares. Como se ha mencionado anteriormente, será necesario realizar ajustes para igualar la carga soportada por cada celda de carga con una diferencia del 10% entre ellas.

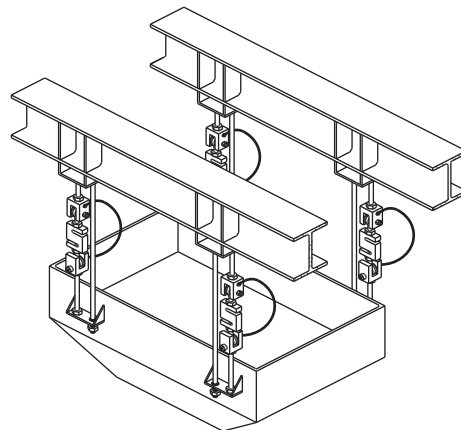


Figura 11-5. Sistema de suspensión con cuatro celdas de carga



**NOTA:** Cada varilla pasa por un gran orificio de holgura en el extremo inferior y las tuercas están sueltas para que no haya interferencias con la precisión del pesaje. Todos los sistemas de pesaje de recipientes suspendidos deben estar protegidos por varillas o cadenas de control de seguridad para evitar daños o lesiones en caso de avería.

Página en blanco.



## Diseño del sistema de pesaje de recipientes

<b>12.0</b>	<b>Sistemas de pesaje de materiales a granel</b>	<b>46</b>
12.1	Transferencia de custodia	46
12.2	Dosificación de materiales	46
12.3	Pérdida de peso	47
12.4	Disposiciones comunes de la báscula de tolva	47
<b>13.0</b>	<b>Maximizar la precisión del sistema</b>	<b>52</b>
13.1	Ambientales	52
13.2	Celda de carga y soporte	52
13.3	Consideraciones mecánicas/estructurales	53
13.4	Calibración	53
13.5	Consideraciones operativas	53
<b>14.0</b>	<b>Selección del número de soportes y de la capacidad de la celda de carga</b>	<b>54</b>
14.1	Número de soportes	54
14.1.1	Recipientes suspendidos	54
14.1.2	Recipientes cilíndricos verticales en compresión	54
14.1.3	Recipientes cilíndricos cuadrados, rectangulares u horizontales montados en compresión	54
14.2	Capacidad de la celda de carga	54
<b>15.0</b>	<b>Cálculo de la dilatación térmica de recipientes y tirantes</b>	<b>55</b>
15.1	Expansión/contracción del tirante	55
15.2	Expansión/contracción del recipiente	56
<b>16.0</b>	<b>Cálculo del volumen del tanque</b>	<b>57</b>
16.1	Fórmulas para formas y secciones de tanques	57
16.1.1	Cilindro	57
16.1.2	Porción de cilindro	57
16.1.3	Cilindro horizontal (parcialmente lleno)	57
16.1.4	Tronco de cono	58
16.1.5	Extremo hemisférico	58
16.1.6	Segmento esférico	58
16.1.7	Extremo hemisférico (parcialmente relleno)	58
16.1.8	Prisma cuadrado (sección transversal rectangular)	59
16.1.9	Prisma cuadrado (sección transversal cuadrada)	59
16.1.10	Cuña I	59
16.1.11	Cuña II	60
16.1.12	Tronco de pirámide	60
16.2	Ángulo de reposo	60
16.3	Ejemplos de cálculo	61
<b>17.0</b>	<b>Efectos eólicos y sísmicos en la estabilidad del recipiente</b>	<b>65</b>
17.1	Generalidades	65
17.2	Política de módulos de pesaje eólico y sísmico	67
17.3	Fuerzas eólicas	68
17.4	Fuerzas sísmicas	69

## 12.0 Sistemas de pesaje de materiales a granel

Los materiales a granel se pesan por varias razones. Aunque esta discusión se centra en el pesaje de sólidos a granel, muchos de los principios son igualmente aplicables al pesaje de líquidos a granel. Por comodidad, hemos clasificado el pesaje de materiales a granel en tres tipos generales: transferencia de custodia, dosificación de materiales y pérdida de peso.

### 12.1 Transferencia de custodia

El pesaje de material a granel en una báscula de camión es un ejemplo típico de pesaje de transferencia de custodia en el que el material se intercambia por dinero. Se pesa el camión lleno y se resta la tara conocida del camión para determinar el peso neto del producto. Esto puede hacerse con fines de facturación o de control de inventario. Normalmente, alcanzar un peso predeterminado no es importante en esta situación. Lo importante es saber cuánto material entró o salió de las instalaciones.

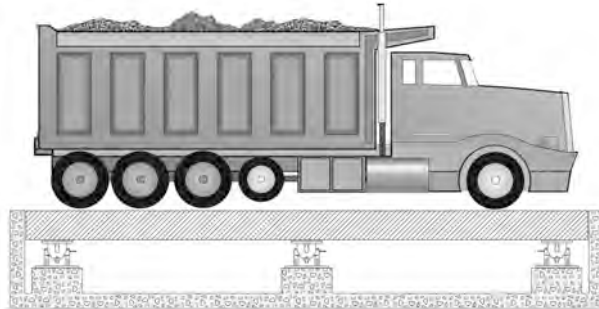


Figura 12-1. Aplicación de báscula de camiones

### 12.2 Dosificación de materiales

La Figura 12-2 muestra cómo se pesan los ingredientes en básculas separadas y luego se mezclan. Cada báscula debe ser exacta, o podría haber un efecto perjudicial en las proporciones de cada ingrediente en el producto acabado.

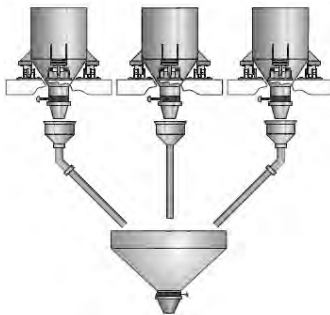


Figura 12-2. Tolvas de pesaje separadas

La Figura 12-3 muestra varios materiales que se mezclan según una receta determinada y se dosifican de uno en uno en una única tolva de pesaje. Como todos los ingredientes se pesan en la misma tolva de pesaje, el sistema de pesaje debe ser lineal para lograr una dosificación correcta. No es necesario calibrarlo con precisión si el peso neto final del producto no es crítico.

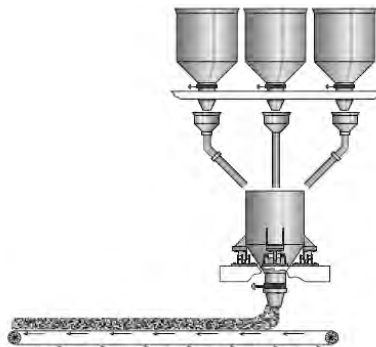
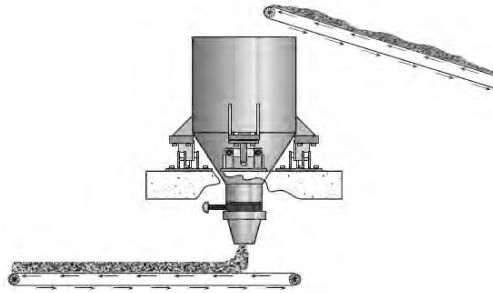


Figura 12-3. Tolva de pesaje simple

## 12.3 Pérdida de peso

La [Figura 12-4](#) muestra un ejemplo en el que la tolva de pesaje se llena y, cuando el proceso de llenado se detiene, el material sale a una velocidad controlada. La cantidad total de material suministrado al proceso puede ser importante, pero suele serlo más la velocidad a la que se introduce el producto en el proceso de dosificación desde la tolva de pesaje.



*Figura 12-4. Tolva de pesaje de tasa controlada*

## 12.4 Disposiciones comunes de la báscula de tolva

### Disposición A

Uno de los sistemas de pesaje de tolvas más sencillos se ilustra a continuación en la [Figura 12-5](#). La tolva de pesaje puede llenarse mediante un transportador de alimentación, un cargador frontal, un sinfín, etc., y el material puede extraerse de la tolva mediante un transportador de descarga.



*Figura 12-5. Tolva de pesaje alimentada por cargador*

### Las ventajas de este sistema son:

- Bajo costo en comparación con otros sistemas.
- Altura total baja.

### Las desventajas de este sistema son:

- Llenado y vaciado lentos (bajo rendimiento).
- Es difícil conseguir un peso prescrito exacto debido a la inconsistencia del flujo de material de entrada.

## Disposición B

La Figura 12-6 a continuación se ilustra una tolva de pesaje colocada directamente debajo del silo de almacenamiento.

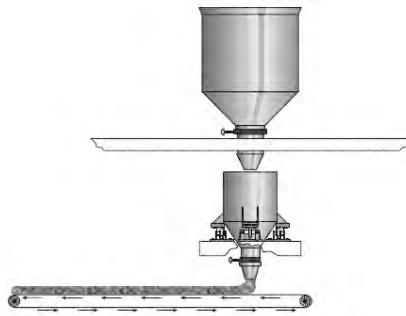


Figura 12-6. Tolva de pesaje alimentada por silo de almacenamiento

### Las ventajas de este sistema son:

- La tolva de pesaje se alimenta por gravedad, lo que simplifica el proceso de alimentación y proporciona un flujo más uniforme.
- Ciclo de llenado más rápido y mayor rendimiento.
- Se pueden utilizar dos velocidades de llenado para una mayor precisión del objetivo.

### Las desventajas de este sistema son:

- Mayor altura total.
- El material debe transportarse más alto hasta el silo de almacenamiento.

## Disposición C

Un sistema alimentado por cinta transportadora puede mejorarse añadiendo una tolva de alimentación superior, como se muestra en la Figura 12-7. La tolva de sobrecarga permite que el transportador funcione de forma continua y aísla la tolva de pesaje del flujo, a veces errático, de material procedente del transportador.

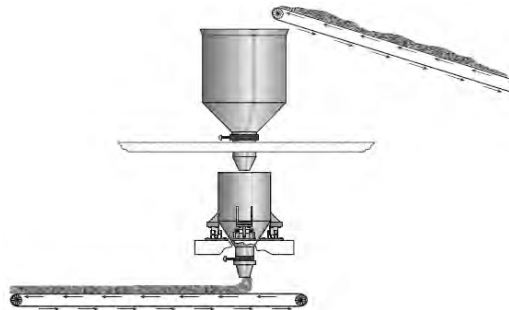


Figura 12-7. Tolva de sobrecarga y tolva de pesaje alimentada

### Las ventajas de este sistema son:

- Tolva de pesaje aislada del transportador de alimentación.
- El transportador de entrada puede funcionar de forma continua.
- La tolva de sobrecarga sirve de amortiguador para suavizar la demanda.
- Es posible el llenado a dos velocidades.
- Es posible un llenado más rápido y un mayor rendimiento.

### Las desventajas de este sistema son:

- Mayor altura total.
- Mayor costo.
- Controles y disposición mecánica más complejos.

### Disposición D

Esta disposición es similar a la disposición C, sin embargo, se ha añadido una tolva de alimentación inferior para acelerar el ciclo de descarga. Este sistema, que se muestra en la [Figura 12-8](#), se utiliza normalmente en sistemas de carga de grano en que se requieren múltiples calados para llenar un vagón de ferrocarril o una barcaza. El peso de cada calado puede acumularse y el peso objetivo del calado final puede ajustarse para lograr la carga neta deseada del vehículo.

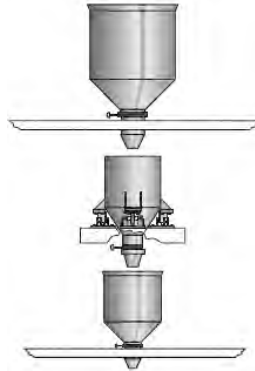


Figura 12-8. Sistema de tolva de pesaje con calado múltiple

#### Las ventajas de este sistema son:

- Tolva de pesaje aislada del transportador de alimentación.
- La tolva de sobrecarga sirve de amortiguador para suavizar la demanda.
- Es posible el llenado a dos velocidades.
- Posibilidad de llenado, descarga y rendimiento más rápidos.

#### Las desventajas de este sistema son:

- Mayor altura total.
- Mayor costo.
- Controles y disposición mecánica más complejos.

### Disposición E

La [Figura 12-9](#) ilustra un único silo de almacenamiento con dos tolvias de pesaje suspendidas por debajo. Esta disposición puede utilizarse para suministrar material de forma continua a un proceso. Mientras una tolva se vacía, la otra puede estar llenándose. Si el sistema está correctamente dimensionado, no se interrumpe el flujo de material en la cinta de descarga.

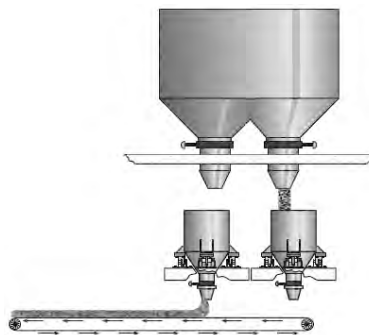


Figura 12-9. Sistema de doble tolva de pesaje

#### Las ventajas de este sistema son:

- Flujo continuo de material.
- Alto rendimiento posible.

#### Las desventajas de este sistema son:

- Mayor altura total.
- Costo más elevado que los sistemas de descarga por impulsos.
- Controles y disposición mecánica más complejos.

## Disposición F

La [Figura 12-10](#) ilustra un sistema de pérdida de peso. Se utiliza cuando un proceso necesita un lote de material (no superior a la capacidad de la tolva de pesaje), pero ese material debe alimentarse al proceso a una velocidad controlada.

El proceso comienza llenando la tolva con al menos suficiente material para el proceso siguiente. A continuación se detiene el llenado y comienza la descarga. La velocidad a la que se produce la descarga se controla vigilando la “pérdida de peso” de la tolva y, a continuación, modulando las velocidades de descarga para mantener el caudal deseado. La descarga puede finalizar al término de la etapa del proceso o cuando se haya descargado una cantidad específica de material.

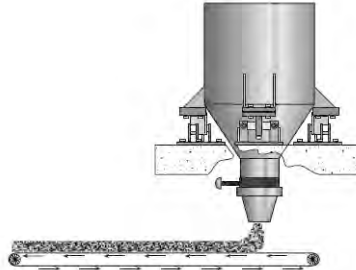


Figura 12-10. Sistema de pérdida de peso

### Las ventajas de este sistema son:

- Ofrece la posibilidad de suministrar material a un ritmo constante.

### Las desventajas de este sistema son:

- Controles complejos y disposición mecánica.
- Costo más elevado que los sistemas de descarga por impulsos.

## Disposición G

La [Figura 12-11](#) ilustra un sistema de dosificación de varios ingredientes en el que todos los ingredientes se pesan de uno en uno en una sola tolva de pesaje.

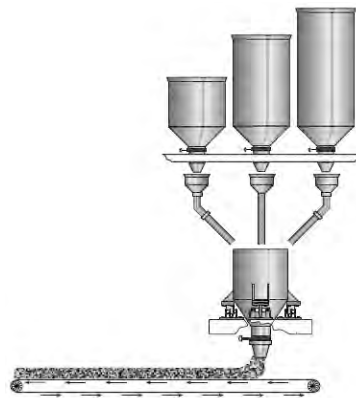


Figura 12-11. Sistema de dosificación de varios ingredientes con una sola tolva de pesaje

### Las ventajas de este sistema son:

- Menor costo que las tolvas de pesaje múltiple.
- La calibración de la báscula puede no ser crítica, ya que todos los ingredientes se pesan en una sola báscula, lo que garantiza unas proporciones correctas.

### Las desventajas de este sistema son:

- La precisión de los ingredientes menores puede resentirse cuando la capacidad de la báscula es grande en comparación con el peso del ingrediente.
- El sistema es algo lento porque cada material debe dosificarse de uno en uno y el ciclo no puede repetirse hasta que se haya descargado la tolva de pesaje.



**NOTA: No intente pesar un lote de material que tenga menos de 20 divisiones de báscula, ya que la precisión será cuestionable.**

Por ejemplo, si una báscula de tolva tiene un tamaño de división de 0,5 lb, recomendamos no pesar menos de un lote de 10 lb en esa báscula. Es mejor pesar los ingredientes menores con exactitud en una báscula adecuada para ello, y luego añadir esos ingredientes al lote a mano. Por ejemplo, si va a hacer galletas de avena con pasas, puede que no suponga demasiado problema pesar por lotes las pasas junto con la avena. Sin embargo, puede ser prudente pesar la sal en una báscula de banco más sensible y añadirla a mano a la tolva al finalizar el ciclo de pesaje.

### Disposición H

El sistema ilustrado en la [Figura 12-12](#) es un sistema de dosificación de varios ingredientes que dispone de una tolva de pesaje independiente para cada ingrediente.

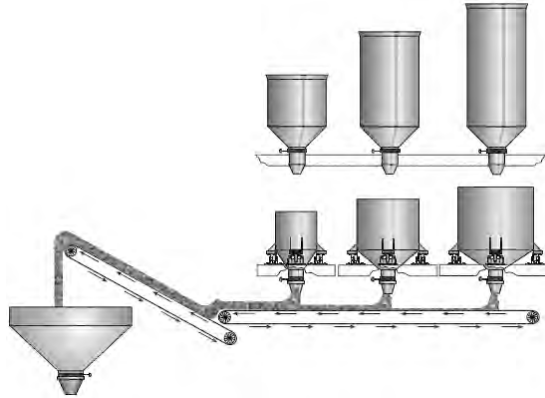


Figura 12-12. Tolvas de pesaje separadas, sistema de dosificación de varios ingredientes

#### Las ventajas de este sistema son:

- La capacidad de la tolva de pesaje puede dimensionarse adecuadamente para cada material, de modo que cada pesada se aproxime a la capacidad de la báscula, lo que proporciona una mayor precisión.
- Rendimiento más rápido, ya que todos los materiales pueden pesarse y descargarse simultáneamente.

#### Las desventajas de este sistema son:

- Mayor costo.
- Cada báscula debe ser precisa para garantizar una dosificación correcta.

## 13.0 Maximizar la precisión del sistema

Por lo general, se considera que los sistemas de alta precisión tienen errores de sistema de  $\pm 0,25\%$  o menos; los sistemas de menor precisión tendrán errores de sistema de  $\pm 0,50\%$  o más. La mayoría de los indicadores de pesaje suelen tener un error de  $\pm 0,01\%$ , por lo que la principal fuente de error serán las celdas de carga y, lo que es más importante, la disposición mecánica de la propia báscula. En el pesaje de recipientes, cada instalación es única en cuanto a la disposición mecánica, las condiciones del emplazamiento y los factores ambientales. Por lo tanto, es imposible ser específico en esta publicación sobre la precisión del sistema que puede alcanzarse. El primer requisito es determinar cuáles son las expectativas/requisitos de precisión del cliente y, a continuación, diseñar el sistema en consecuencia. Agrupadas bajo los siguientes apartados se encuentran las recomendaciones que contribuyen a una alta precisión. No será posible cumplir todas estas recomendaciones; sin embargo, deben tenerse en cuenta a la hora de diseñar un sistema.

### 13.1 Ambientales

- Instale el recipiente en un entorno controlado donde las fluctuaciones estacionales de temperatura sean mínimas. Si esto no es factible, utilice celdas de carga con especificaciones de compensación de temperatura que permitan un rendimiento satisfactorio en el rango de temperatura previsto.
- Utilice un escudo metálico para proteger las celdas de carga de las fuentes de calor radiante. Utilice una almohadilla aislante entre el recipiente y el soporte de la celda de carga si se está conduciendo calor.
- Si se prevé una dilatación/contracción térmica del recipiente, elija un soporte que permita un movimiento lateral sin obstáculos. Si se requieren tirantes, colóquelos de forma que se minimice el movimiento inducido térmicamente. Consulte la [Sección 20.0 página 80](#) para obtener más información.
- Si es posible, coloque el recipiente en el interior, donde esté protegido del viento y las corrientes de aire.
- No coloque el recipiente en un entorno en que su estructura de soporte esté sometida a vibraciones. Asegúrese de que las vibraciones no se transmiten a través de conductos o tirantes acoplados.
- Seleccione celdas de carga y soportes que le proporcionen el grado de protección contra la corrosión requerido.
- Utilice celdas de carga que tengan el grado de protección ambiental requerido para la aplicación. Por ejemplo, evite posibles problemas de humedad con las celdas de carga estándar en aplicaciones de lavado a presión especificando celdas selladas herméticamente.

### 13.2 Celda de carga y soporte

- Elija celdas de carga con una precisión coherente con la precisión deseada del sistema.
- No sobredimensione excesivamente las celdas de carga; consulte la [Sección 14.2 página 54](#). La mayor precisión se conseguirá al pesar cargas cercanas a la capacidad del recipiente. Como regla general, no intente pesar una carga de menos de 20 graduaciones.
- Apoye el recipiente totalmente sobre las celdas de carga; no utilice celdas ficticias ni flexores que dificulten una buena calibración.
- Utilice soportes de celda de carga probados que le proporcionarán unas condiciones de carga óptimas.
- Oriente los soportes como se recomienda en el manual de instalación.



### 13.3 Consideraciones mecánicas/estructurales

- Apoye los soportes de la celda de carga sobre una estructura rígida; esto garantizará una frecuencia natural elevada y reducirá la cantidad de rebotes e inestabilidad. Todos los puntos de soporte deben ser igualmente rígidos para evitar el vuelco del recipiente al aplicar la carga.
- Minimizar la interacción entre recipientes de pesaje adyacentes montados en la misma estructura.
- El tráfico vehicular no debe provocar la deflexión de la estructura de soporte del recipiente.
- No debe permitirse que escaleras, conductos y varillas de control, etc., desplacen el peso que debe descansar sobre las celdas de carga.
- Cuando haya que fijar conductos o conductos al recipiente, utilice el diámetro más pequeño aceptable para la aplicación. Utilice la longitud horizontal de conducto sin soporte más larga posible para conectar al recipiente.
- Utilice un indicador con protección EMI/RFI. Proporcione conexión a tierra y protección contra transitorios de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. En general, tome medidas para reducir las interferencias eléctricas.
- Utilice una caja de unión de buena calidad que se mantenga estable con los cambios de temperatura. Busque una placa de unión que tenga como mínimo una máscara de soldadura y que preferiblemente también tenga un revestimiento de conformación. Asegúrese de que la carcasa es adecuada para el entorno.

### 13.4 Calibración

- Cuelgue pesas de las esquinas del recipiente para recortar las salidas de la celda de carga al calibrar. Utilice pesas como las descritas anteriormente o un peso conocido de material para realizar la calibración. Consulte la [Sección 25.0 página 94](#).

### 13.5 Consideraciones operativas

- Mantenga un flujo de material uniforme y coherente.
- Evite el llenado/vaciado simultáneo del recipiente de pesaje.
- Ralentice al máximo el ciclo de llenado y/o utilice un ciclo de llenado de dos velocidades.
- Reduzca al mínimo la cantidad de material “en vuelo”.
- Utilice el aprendizaje preactivo para predecir el punto de corte óptimo basándose en los resultados anteriores.
- Utilice Auto Jog para rellenar el contenido tras el llenado.
- Si es posible, apague cualquier equipo vibratorio o mezclador mientras se determina el peso.
- Reduzca al mínimo el surgimiento de líquidos mientras se realiza la lectura del peso.

## 14.0 Selección del número de soportes y de la capacidad de la celda de carga

### 14.1 Número de soportes

El número de soportes que recomendar depende de la geometría, el peso bruto, la resistencia estructural y la estabilidad del recipiente. El número de soportes elegidos para un recipiente influye en la capacidad de las celdas de carga necesarias. En general, no deben utilizarse más de ocho soportes. Se hace más difícil conseguir una distribución uniforme del peso en todos los soportes a medida que el número aumenta más allá de tres. A continuación le mostramos algunos ejemplos.

#### 14.1.1 Recipientes suspendidos

Muy a menudo, estos recipientes se suspenden de una estructura existente, lo que a veces dictará cuántos soportes se utilizarán. En general, pueden utilizarse uno o varios soportes. Utilizar tres soportes o menos tiene la ventaja de no requerir el ajuste de la longitud de los eslabones de soporte para distribuir la carga por igual entre todos los soportes (suponiendo que las celdas estén dispuestas simétricamente en el recipiente).

#### 14.1.2 Recipientes cilíndricos verticales en compresión

El método más conveniente de montaje es con tres soportes dispuestos a intervalos de 120°. La distribución correcta del peso es inherente al soporte en tres puntos y se prefiere siempre que sea posible. En el caso de recipientes altos y esbeltos o sometidos a salpicaduras de fluidos, viento o cargas sísmicas, la estabilidad frente al vuelco se convierte en una consideración a tener en cuenta. En estas situaciones, deben considerarse cuatro o más soportes. Consulte la [Sección 17.0 página 65](#).

#### 14.1.3 Recipientes cilíndricos cuadrados, rectangulares u horizontales montados en compresión

Debido a la geometría, lo más conveniente suele ser montar estos recipientes sobre cuatro soportes, cerca de cada esquina. Las capacidades superiores pueden requerir más de cuatro.

### 14.2 Capacidad de la celda de carga

Es vital para el rendimiento de un sistema de pesaje seleccionar celdas de carga de la capacidad correcta. He aquí algunas pautas:

- Todas las celdas de carga seleccionadas deben tener la misma capacidad y salida de mV. Se recomienda utilizar celdas de carga del mismo modelo y capacidad.
- Calcule el peso muerto del recipiente, incluyendo todos los conductos, bombas, agitadores, aislamiento y fluidos de calentamiento del recipiente.
- Añada al peso muerto el peso vivo máximo del producto a pesar. Se trata del peso bruto del recipiente y su contenido.
- Divida el peso bruto por el número de patas o puntos de soporte. Este es el peso nominal que soportará cada celda de carga.
- Seleccione una celda de carga con una capacidad algo superior al peso nominal. Para determinar la capacidad de la celda de carga debe tenerse en cuenta lo siguiente:
  - ¿Es exacto el peso muerto?
  - ¿La carga se distribuirá uniformemente en todas las celdas?
  - ¿Está el recipiente equipado con un agitador o sometido a una carga de choque?
  - ¿Es posible que el recipiente se llene en exceso, superando el valor del peso vivo?
  - ¿Estará el recipiente sometido a cargas de viento o sísmicas? Para más información, consulte la [Sección 17.0 página 65](#).

Una buena regla es seleccionar una celda de carga con una capacidad entre un 25 y un 50% superior a la carga nominal calculada por celda. Una vez determinada la capacidad de la celda de carga, compruebe que la señal de peso vivo es adecuada para la instrumentación seleccionada. Consulte la [Sección 21.0 página 84](#) para obtener información sobre cómo determinar esto para el sistema. Esto es especialmente importante cuando la proporción entre peso muerto y peso vivo es elevada.

Factores adicionales que tener en cuenta:

- Material de construcción de la celda de carga—En un entorno corrosivo, las celdas de carga pintadas ofrecen una protección superior, mientras que el acero inoxidable supera al acero aleado niquelado.
- Protección de la celda de carga—El máximo grado de protección contra la entrada de humedad puede lograrse con celdas de carga herméticamente selladas que garantizan la integridad de la sección de galgas extensométricas de la celda en aplicaciones de lavado a presión.
- Longitud del cable—Compruebe que la longitud estándar del cable será adecuada para la instalación. En algunos casos se dispone de longitudes de cable más largas bajo pedido especial.

## 15.0 Cálculo de la dilatación térmica de recipientes y tirantes

### 15.1 Expansión/contracción del tirante

Los tirantes fijados a recipientes sometidos a cambios térmicos pueden introducir fuerzas significativas que afectan a la precisión del sistema. El método de fijación y la longitud de los tirantes afectan directamente a estas fuerzas.

La [Figura 15-1](#) ilustra un tirante rígidamente sujeto a un soporte en cada extremo: un soporte está rígidamente montado y el otro está desacoplado, lo que permite que el tirante se expanda y contraiga libremente. A medida que la temperatura aumente o disminuya, la longitud del tirante aumentará o disminuirá respectivamente. El cambio de longitud ( $\Delta L$ ) es proporcional a la longitud original ( $L$ ), al cambio de temperatura ( $\Delta T$ ) y al coeficiente de dilatación lineal ( $\alpha$ ), que es una característica del material del tirante.

$\Delta L$  puede calcularse a partir de la siguiente ecuación:

$$\Delta L = \alpha \times L \times \Delta T$$

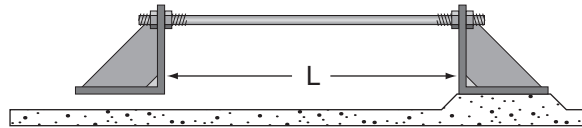


Figura 15-1. Tirante

El coeficiente de dilatación térmica ( $\alpha$ ) de diversos materiales se utiliza para construir recipientes y tirantes.

Material		Coefficiente de dilatación lineal (mm por °C)
Acero	Bajo en carbono (1018)	$12,0 \times 10^{-6}$
Acero inoxidable	302	$17,3 \times 10^{-6}$
	303	
	304	
	316	$16,0 \times 10^{-6}$
Aluminio	6061	$24,0 \times 10^{-6}$

Table 15-1. Coeficientes de dilatación térmica

#### Ejemplo:

Si el tirante en la [Figura 15-2](#) es de acero 1018, entonces  $\alpha = 12,0 \times 10^{-6}$ . Si el tirante mide 48 pulg. y la temperatura aumenta 60 °F, la longitud de la varilla aumentará en:

$$\Delta L = \alpha \times L \times \Delta T$$

$$\Delta L = 12,0 \times 10^{-6} \times 48 \times 60$$

$$\Delta L = 0,019 \text{ pulg.}$$

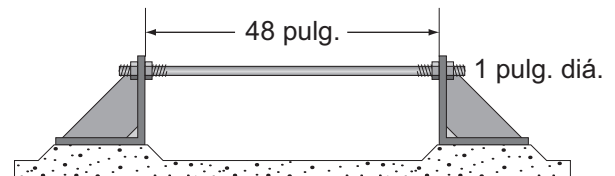


Figura 15-2. Tirante

Esto muestra que una varilla de acero de 48 pulg. aumentará 0,019 pulg. como resultado de un aumento de temperatura de 60 °F. Esto puede parecer insignificante, hasta que se consideran las fuerzas que pueden resultar si el tirante está confinado rígidamente en cada extremo, como en la [Figura 15-2](#).

En la [Figura 15-2](#), una varilla de acero de 1 pulg. y 48 pulg. de longitud está unida a un soporte en cada extremo, y ambos soportes están unidos rígidamente. Si la varilla se ajusta inicialmente de modo que no haya tensión, un aumento posterior de 60 °F en la temperatura hará que la varilla ejerza una fuerza de 9.000 lb en cada soporte. Por lo tanto, los sistemas de sujeción del recipiente deben diseñarse e instalarse correctamente para que no se muevan y/o apliquen grandes fuerzas laterales al recipiente de pesaje.

## 15.2 Expansión/contracción del recipiente

Las fluctuaciones de temperatura harán que los recipientes de pesaje crezcan y se contraigan. La [Figura 15-3](#) ilustra esto.

### Ejemplo de recipiente rectangular

Se muestra una vista superior de un recipiente rectangular. La línea continua representa su tamaño a 70 °F y las líneas discontinuas interior y exterior representan su tamaño a 40 °F y 100 °F respectivamente. La cantidad que los lados aumentarán/disminuirán en longitud se puede encontrar utilizando la fórmula de expansión discutida anteriormente.

Por lo tanto:  $\Delta L = \alpha \times L \times \Delta T$

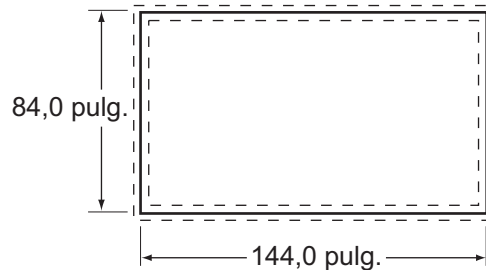


Figura 15-3. Expansión/contracción del recipiente de pesaje

Si el recipiente es de acero templado, la longitud variará en  $\pm 0,028$  pulg. ( $6,5 \times 10^{-6} \times 144 \times 30$ ), y la anchura variará en  $\pm 0,016$  pulg. ( $6,5 \times 10^{-6} \times 84 \times 30$ ) cuando la temperatura fluctúe en  $\pm 30$  °F. Será evidente que si la celda de carga se sujeta rígidamente por el soporte, se aplicarán enormes fuerzas laterales a la celda, de ahí la necesidad de utilizar un soporte que pueda acomodar la expansión/contracción del recipiente debido a los cambios de temperatura.

### Ejemplo de recipiente cilíndrico

En el caso de un recipiente cilíndrico, [Figura 15-4](#), el cambio de diámetro ( $\Delta D$ ) resultante de un cambio de temperatura ( $\Delta T$ ) viene dado por:

$$\Delta D = \alpha \times D \times \Delta T$$

Si un recipiente cilíndrico de 96 pulg. de diámetro y fabricado en acero inoxidable 304 se somete a un aumento de temperatura de 80 °F como resultado de llenarse con un líquido caliente, entonces el diámetro aumentará en:

$$\begin{aligned} \Delta D &= 9,6 \times 10^{-6} \times 96 \times 80 \\ &= 0,074 \text{ pulg.} \end{aligned}$$

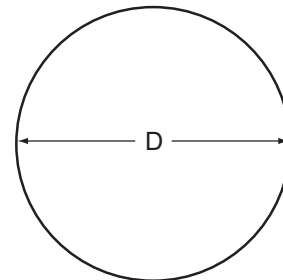


Figura 15-4. Recipiente cilíndrico

Los recipientes con conductos acoplados pueden verse sometidos a fuerzas laterales severas como resultado de las variaciones de temperatura si las conexiones no se ejecutan correctamente. Cabe señalar que los recipientes se dilatan y contraen tanto vertical como horizontalmente con los cambios de temperatura. Los conductos rígidos pueden magnificar los efectos de esta dilatación, como puede verse en la [Figura 15-5](#). Consulte la sección Fijación de conductos a recipientes de pesaje, en la [Sección 18.0 página 72](#), para obtener pautas detalladas sobre este tema.

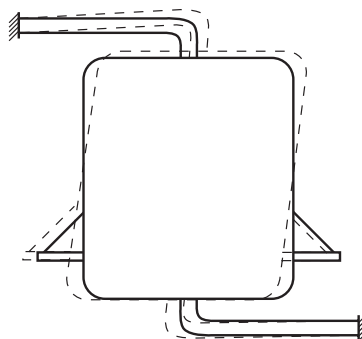
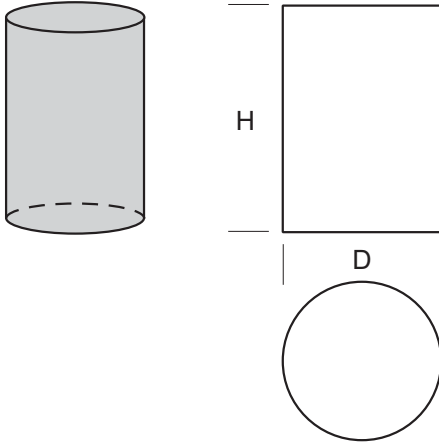


Figura 15-5. Recipiente de pesaje con conductos acoplados rígidamente

## 16.0 Cálculo del volumen del tanque

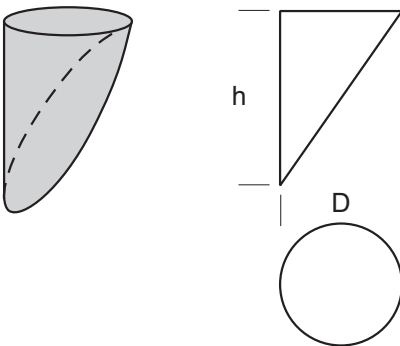
### 16.1 Fórmulas para formas y secciones de tanques

#### 16.1.1 Cilindro



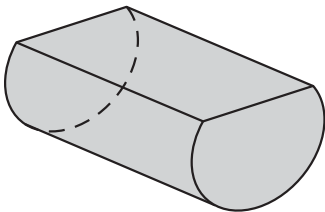
$$\text{Volumen} = \frac{\pi}{4} D^2 H$$

#### 16.1.2 Porción de cilindro



$$\text{Volumen} = \frac{\pi}{8} h D^2$$

#### 16.1.3 Cilindro horizontal (parcialmente lleno)



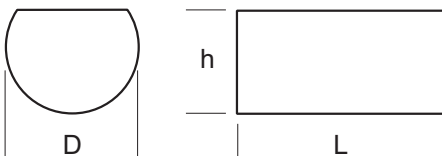
$$\text{Volumen} = \frac{\pi}{4} D^2 L - \left[ \frac{\pi}{720} D^2 L \cos^{-1} \frac{(2h - D)}{D} + \left( h - \frac{D}{2} \right) L \sqrt{hD - h^2} \right]$$

Si el recipiente está completamente lleno ( $h = D$ ), entonces esta fórmula se reduce a:

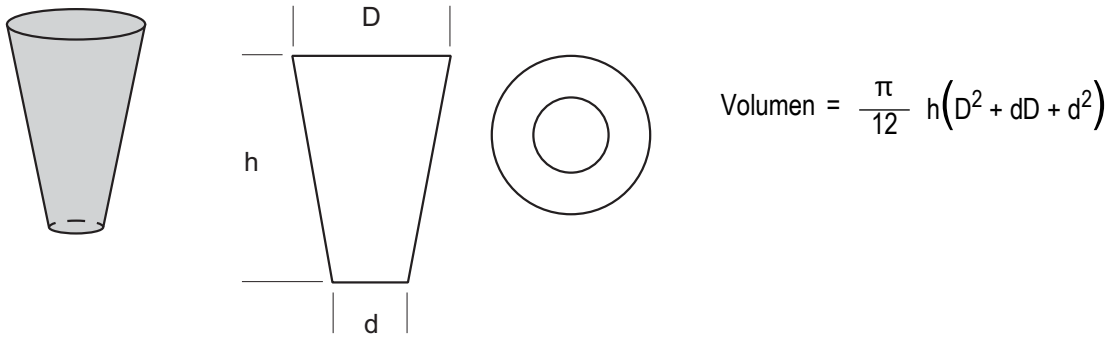
$$\text{Volumen} = \frac{\pi}{4} D^2 L$$

Si el recipiente se llena hasta la mitad ( $h = D/2$ ), entonces esta fórmula se reduce a:

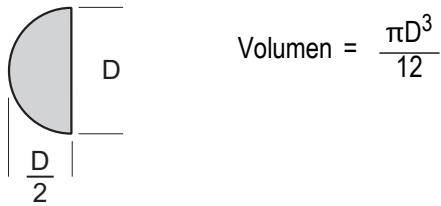
$$\text{Volumen} = \frac{\pi}{8} D^2 L$$



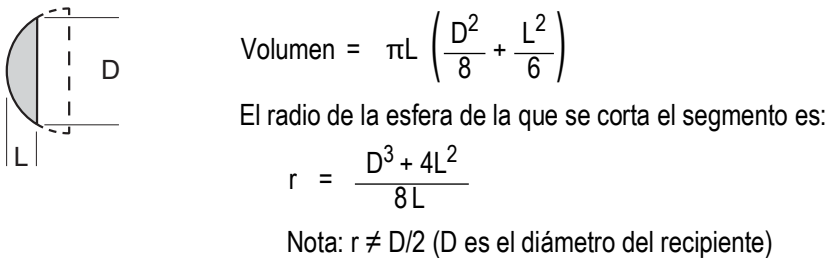
### 16.1.4 Tronco de cono



### 16.1.5 Extremo hemisférico



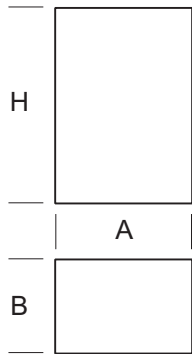
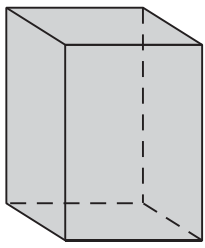
### 16.1.6 Segmento esférico



### 16.1.7 Extremo hemisférico (parcialmente relleno)

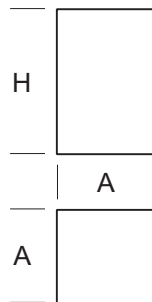
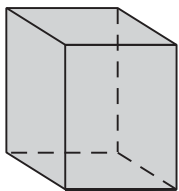


**16.1.8 Prisma cuadrado (sección transversal rectangular)**



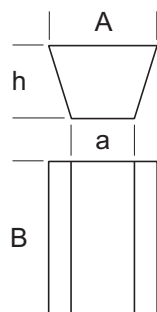
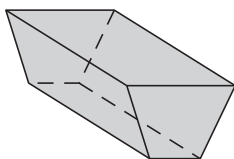
Volumen = ABH

**16.1.9 Prisma cuadrado (sección transversal cuadrada)**



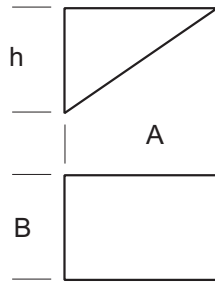
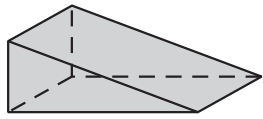
Volumen = A<sup>2</sup>H

**16.1.10 Cuña I**



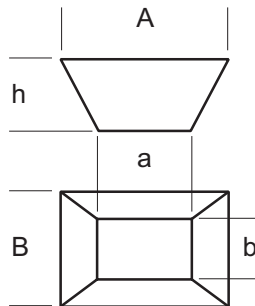
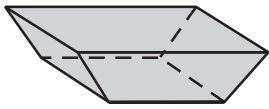
Volumen =  $\left(\frac{a+A}{2}\right) Bh$

### 16.1.11 Cuña II



$$\text{Volumen} = \frac{hAB}{2}$$

### 16.1.12 Tronco de pirámide



$$\text{Volumen} = \frac{h}{6} (2AB + Ab + aB + 2ab)$$

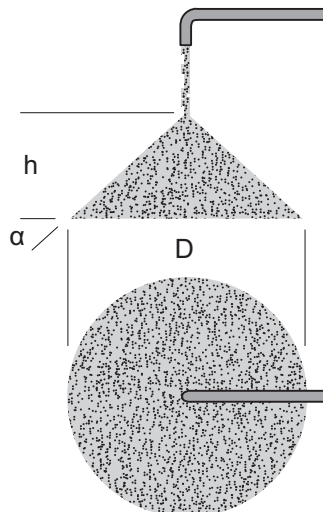
## 16.2 Ángulo de reposo

Cuando un material granular se deja caer desde arriba sobre una superficie plana tiende a formar un cono. La forma de este cono se describe mediante el ángulo de reposo ( $\alpha$ ), que es una característica del material. El ángulo de reposo varía algo con el tamaño de las partículas, el contenido de humedad, etc. La relación entre  $\alpha$ ,  $h$  y  $D$  es:

$$\text{Volumen} = \frac{D^3 \tan \alpha}{2}$$

El volumen de cualquier cono es:

$$\frac{\text{altura}}{3} \times \text{superficie de la base}$$

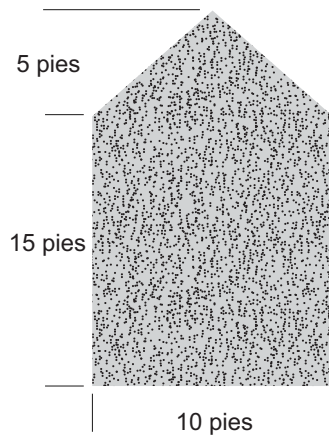




### Ejemplo de cálculo del ángulo de reposo

Para calcular el volumen de material en un recipiente, se puede hacer una aproximación adecuada sumando  $1/3$  de la altura del cono a la altura del material hasta el cono. Por ejemplo, suponga que la altura del material en el recipiente cilíndrico es de 15 pies + 1,666 pies = 16,666 pies. El volumen se calcula mediante la siguiente fórmula:

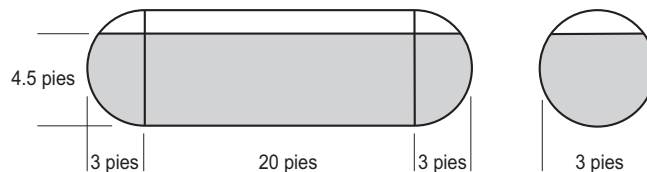
$$\text{Volumen} = \frac{\pi}{4} D^2 h = \frac{3,14}{4} \times (10)^2 \times 16,666 = 1308,28 \text{ pies}^3$$



## 16.3 Ejemplos de cálculo

### Ejemplo 1

Calcule el volumen de líquido en los tanques horizontales que se muestran a continuación. Tiene extremos semiesféricos y se llena hasta una altura de 4,5 pies.



Para facilitar el cálculo, se puede dividir en 3 secciones:



### Paso 1

El volumen de la sección (a) o (c) viene dado por la fórmula:

$$\text{Volumen} = \frac{\pi}{12} (3h^2D - 2h^3)$$

$$\text{Donde } \pi = 3,14 \quad h = 4,5 \quad D = 6$$

$$\begin{aligned} \text{Volumen} &= \frac{3,14}{12} [(3 \times 4,5^2 \times 6) - (2 \times 4,5^3)] \\ &= \frac{3,14}{12} (182,25) \\ &= 47,7 \text{ pies}^3 \end{aligned}$$

**Paso 2**

El volumen de (b) viene dado por la fórmula:

$$\text{Volumen} = \frac{\pi}{4} D^2 L - \left[ \frac{\pi}{720} D^2 L \cos^{-1} \frac{(2h - D)}{D} + \left( h - \frac{D}{2} \right) L \sqrt{hD - h^2} \right]$$

Donde  $\pi = 3,14$ ,  $h = 4,5$ ,  $D = 6$ ,  $L = 20$

$$\begin{aligned} \text{Volumen} &= \frac{3,14 \times 6^2 \times 20}{4} - \left[ \frac{3,14 \times 6^2 \times 20 \cos^{-1} \left( \frac{2 \times 4,5 - 6}{6} \right) + \left( 4,5 - \frac{6}{2} \right) 20 \sqrt{4,5 \times 6 - 4,5^2}}{720} \right] \\ &= 565,2 - [ 3,14 \cos^{-1}(0,5) + 30 \sqrt{6,75} ] \\ &= 565,2 - [188,4 + 77,94] \\ &= 454,7 \text{ pies}^3 \end{aligned}$$

**Paso 3**

Volumen total = Volumen (a) + Volumen (b) + Volumen (c)

$$\begin{aligned} &= 47,7 + 454,7 + 47,7 \\ &= 550,1 \text{ pies}^3 \end{aligned}$$

**Ejemplo 2**

Si, en el último ejemplo, el recipiente se llenara por completo, entonces el volumen sería:

Volumen total = Volumen (a) + Volumen (b) + Volumen (c)

$$\begin{aligned} \text{Volumen} &= \frac{\pi D^3}{12} + \frac{\pi D^2 L}{4} + \frac{\pi D^3}{12} \\ &= \frac{3,14(6^3)}{12} + \frac{3,14(6^2) \times 20}{4} + \frac{3,14(6^3)}{12} \\ &= 56,5 + 565,2 + 56,5 \\ &= 678,2 \text{ pies}^3 \end{aligned}$$

**Ejemplo 3**

Si el recipiente del ejemplo 2 se llena con aceite de linaza, calcule el peso del material cuando el recipiente esté lleno.

La densidad del aceite de linaza es de 2.066 lb/pies cúbicos. Por el ejemplo 2, sabemos que el volumen del recipiente es de 678,2 pies cúbicos.

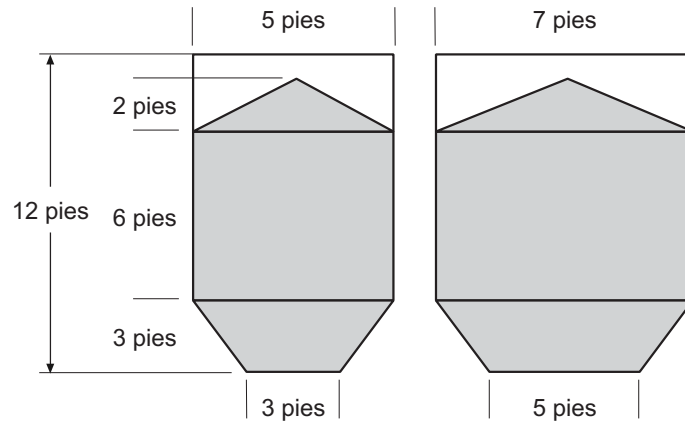
$$\text{Peso del material} = \frac{\text{Volumen} \times \text{Densidad}}{\text{Densidad}}$$

$$\text{Peso del material} = 678,2 \times 2066$$

$$\text{Peso del material} = 39.675 \text{ lb}$$

### Ejemplo 4

Calcule el volumen de material en la tolva que se muestra a continuación:

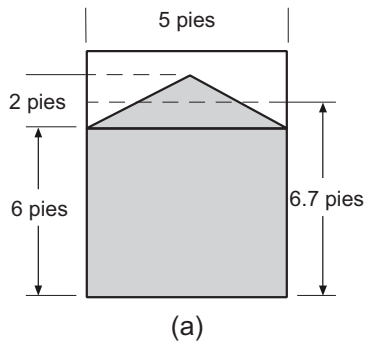


Los pasos de cálculo para este ejemplo se encuentran en la página siguiente.  
Para facilitar el cálculo, se puede dividir en 2 secciones de la siguiente manera:

#### Paso 1

El volumen de la sección (a) viene dado por:

$$\begin{aligned} \text{Volumen} &= ABh \\ &= 5 \times 7 \times 6,7 \\ &= 234,5 \text{ pies}^3 \end{aligned}$$

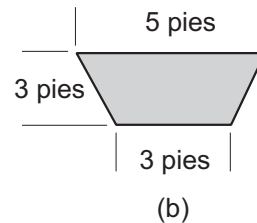


Donde se supone que la altura nivelada es de 6,7 pies.

#### Paso 2

El volumen de la sección (b) viene dado por:

$$\begin{aligned} \text{Volumen} &= \frac{h}{6} (2AB + Ab + aB + 2ab) \\ \text{Volumen} &= \frac{3}{6} [(2 \times 5 \times 7) + (5 \times 5) + (3 \times 7) + (2 \times 3 \times 5)] \\ &= \frac{3}{6} (146) \\ &= 73,0 \text{ pies}^3 \end{aligned}$$



### Paso 3

$$\begin{aligned}\text{Volumen total} &= \text{Volumen (a)} + \text{Volumen (b)} \\ &= 234,5 + 73,0 \\ &= 307,5 \text{ pies}^3\end{aligned}$$

### Ejemplo 5

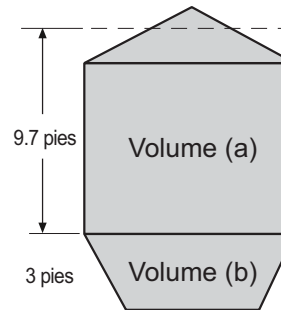
Si, en el último ejemplo, el recipiente se llenara hasta rebosar, entonces el volumen sería:

$$\text{Volumen total} = \text{Volumen (a)} + \text{Volumen (b)}$$

$$\text{Volumen (b)} = 73,0 \text{ pies}^3 \text{ (igual que en el ejemplo anterior)}$$

$$\text{Volumen (a)} = 5 \times 7 \times 9,7 = 339,5 \text{ pies}^3$$

$$\begin{aligned}\text{Volumen total} &= 339,5 + 73,0 \\ &= 412,5 \text{ pies}^3\end{aligned}$$



## 17.0 Efectos eólicos y sísmicos en la estabilidad del recipiente

### 17.1 Generalidades

Aparte de las fuerzas resultantes del impacto de un vehículo, las fuerzas eólicas y sísmicas son las fuerzas externas más importantes que pueden afectar a un recipiente de pesaje. La amenaza del tráfico vehicular puede protegerse utilizando barandillas adecuadamente diseñadas. Los efectos del viento y las fuerzas sísmicas, cuando son un factor, deben tenerse en cuenta en el diseño de un recipiente de pesaje. Como mínimo, la consideración de estas fuerzas podría afectar a la capacidad de las celdas de carga seleccionadas. En casos más extremos pueden dictar el uso de sujeciones adicionales en un recipiente. Consulte las especificaciones concretas del módulo de pesaje para conocer los valores nominales de elevación y carga lateral.

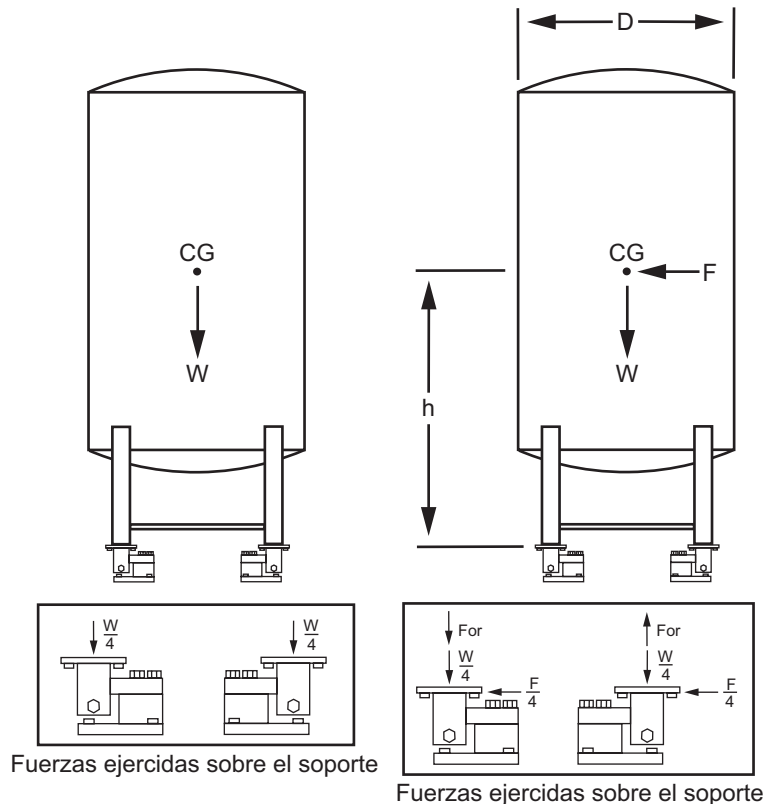


Figura 17-1. Fuerzas externas sobre un recipiente de pesaje

En general, estas fuerzas actúan horizontalmente en el centro de gravedad (CG) del recipiente de pesaje. La [Figura 17-1-A](#) ilustra un recipiente cilíndrico vertical de cuatro patas y las fuerzas que actúan sobre él en ausencia de fuerzas eólicas o sísmicas.  $W$  es el peso del recipiente (un recipiente vacío y uno lleno deben considerarse por separado, ya que cualquiera de los dos puede ser el caso límite), y actúa a través del centro de gravedad del recipiente. Suponiendo que las cuatro patas estén dispuestas simétricamente, entonces cada pata ejercerá una fuerza de  $1/4W$  sobre cada soporte.

La [Figura 17-1-B](#) ilustra el mismo recipiente con la adición de una fuerza horizontal  $F$  (resultado del viento o de la actividad sísmica). El recipiente ejerce una fuerza horizontal de  $1/4F$  sobre cada soporte de la celda de carga. Además, hay una fuerza adicional de  $F_{0T}$  que actúa sobre los soportes de la celda de carga del lado izquierdo, lo que significa que cada uno soporta ahora una carga de  $1/4W + F_{0T}$ . En los soportes de la celda de carga del lado derecho, también se induce una fuerza de  $F_{0T}$  como resultado de  $F$ , sin embargo, esta fuerza está en la dirección opuesta a la existente  $1/4W$  y la fuerza total aquí se reduce a  $1/4W - F_{0T}$ . Por lo tanto, la carga se está transfiriendo de los soportes de un lado del recipiente a los del otro. La capacidad de la celda de carga seleccionada debe ser capaz de soportar esta fuerza adicional para las fuerzas extremas de viento o sísmicas previstas. Si se aumentara  $F$  hasta un punto en el que  $F_{0T}$  fuera igual a  $W/4$ , entonces habría una carga nula en los soportes derechos y la carga se habría duplicado hasta  $W/2$  en los soportes izquierdos. Un mayor aumento de  $F$  hará que el recipiente se levante sobre los soportes derechos y puede, en el caso extremo, provocar su vuelco.

La relación entre  $F_{0T}$  y  $F$  puede establecerse como sigue para el recipiente mostrado en la [Figura 17-1](#):

$$F_{0T} = 0,7 Fh/D$$

Donde  $h$  = altura al centro de gravedad y  $D$  = diámetro del recipiente.

Es deseable reducir  $F_{0T}$ ; esto puede hacerse reduciendo  $F$  o  $h$  o aumentando  $D$ . La dimensión  $h$  puede reducirse reduciendo la altura del recipiente (no siempre es práctico) o colocando los soportes en el centro de gravedad del recipiente como se ha ilustrado antes. En este caso  $h = 0$  y por tanto  $F_{0T} = 0$ .

Es interesante comparar la estabilidad de un recipiente apoyado sobre 3 y 4 soportes de celda de carga. La [Figura 17-2](#) muestra una vista superior de un recipiente cilíndrico vertical apoyado en 3 y 4 puntos (líneas discontinuas y sólidas respectivamente). El recipiente tenderá a inclinarse alrededor de una línea recta trazada entre los puntos de soporte adyacentes; cuanto mayor sea la distancia del centro de gravedad a esta línea, más estable será el recipiente. Un recipiente apoyado en 3 puntos será aproximadamente un 29% menos estable que si estuviera apoyado en 4 puntos.

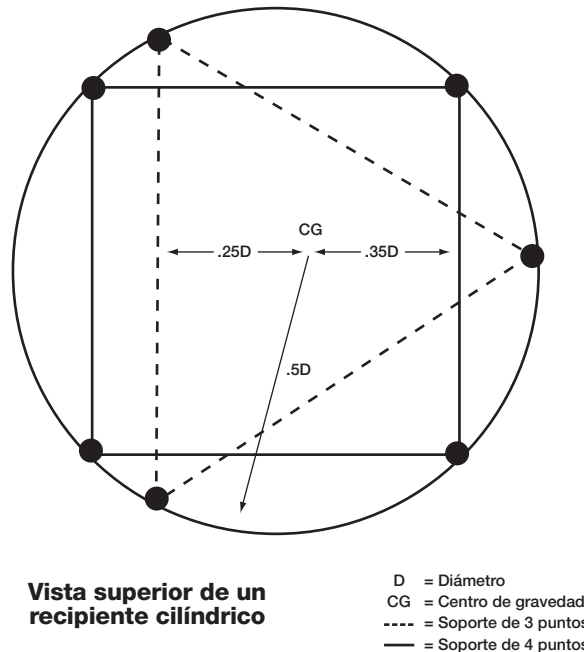


Figura 17-2. Vista superior del recipiente cilíndrico vertical

Debido a las numerosas variables en el diseño de los recipientes y las condiciones del emplazamiento, es imposible tratar de forma exhaustiva el cálculo de las fuerzas del viento y sísmicas en este texto. Sin embargo, las siguientes subsecciones tratan estas fuerzas en términos generales y señalan la información necesaria para un análisis completo. Consulte el Código Internacional de la Construcción (IBC) para más información.

Aunque deben tenerse en cuenta los efectos tanto de las fuerzas del viento como de las sísmicas, es aceptable considerar estas fuerzas de forma aislada.

## 17.2 Política de módulos de pesaje eólico y sísmico

Las fuerzas del viento y sísmicas son fuerzas externas que pueden afectar a un recipiente de pesaje y son consideraciones sustanciales a la hora de diseñar una aplicación de pesaje de recipientes. Con recipientes altos y esbeltos, o sometidos a cargas de viento o sísmicas, la estabilidad se convierte en una preocupación primordial.

Se necesita un ingeniero estructural para garantizar que el recipiente y los soportes tienen el tamaño y el diseño adecuados para la probabilidad de que se produzcan daños en la ubicación específica debido a las fuerzas del viento y sísmicas. Hay muchas variables a tener en cuenta a la hora de determinar si un sistema es estructuralmente sólido; por ejemplo, la composición geológica del lugar de aplicación y el diseño de los cimientos del recipiente.

Los efectos del viento y de las fuerzas sísmicas deben tenerse en cuenta en el diseño de un recipiente de pesaje sobre la base de una instalación individual. Aunque la capacidad de la celda de carga y el uso de retenciones adicionales para el recipiente pueden formar parte del diseño preventivo, también deben revisarse a fondo las condiciones del emplazamiento y el alcance de las fuerzas eólicas y sísmicas para la ubicación geográfica. Debido a las muchas variables en la carga de recipientes, es política de Rice Lake Weighing Systems animarle a seguir las mejores prácticas y revisar las aplicaciones de pesaje de recipientes con un ingeniero estructural licenciado que esté familiarizado con las fuerzas del viento y sísmicas.

A petición, Rice Lake Weighing Systems puede proporcionar clasificaciones de carga individuales de celda de carga/módulo de pesaje para cargas descendentes, cargas ascendentes (levantamiento) y cargas laterales (cizallamiento). Si tiene alguna pregunta sobre las fuerzas eólicas y/o sísmicas y cómo afectan a su aplicación de pesaje de recipientes, no dude en ponerse en contacto con el departamento de ingeniería de Rice Lake llamando al 800-472-6703.

## 17.3 Fuerzas eólicas

**NOTA:** Esta sección remite al Código Internacional de la Construcción (IBC) para una explicación conceptual de las fuerzas del viento. Consulte siempre el código de construcción local para los cálculos de la fuerza del viento específicos del emplazamiento.

Hay que tener en cuenta los efectos de la carga del viento cuando un recipiente de pesaje se instala al aire libre. Esto es especialmente importante en el caso de los recipientes altos y esbeltos, los instalados en lugares expuestos (por ejemplo, frente a una gran masa de agua) o los instalados en un lugar donde el viento sopla a gran velocidad. Al analizar los efectos de la carga del viento, debe asumirse que el viento puede soplar sobre un recipiente en cualquier dirección horizontal.

La Figura 17-3 ilustra el efecto del viento que sopla contra un recipiente cilíndrico vertical. Observe que no solo hay una fuerza ejercida contra el lado de barlovento del recipiente, sino que también hay una fuerza de succión en el lado de sotavento. Estas fuerzas son aditivas y tienden a inclinar el recipiente en la dirección del viento. En ángulo recto con la dirección del viento hay fuerzas de succión que tiran de cada lado debido a la mayor velocidad del viento en estos puntos. Como son iguales y de sentido opuesto, no tienen ningún efecto neto sobre la estabilidad del recipiente.

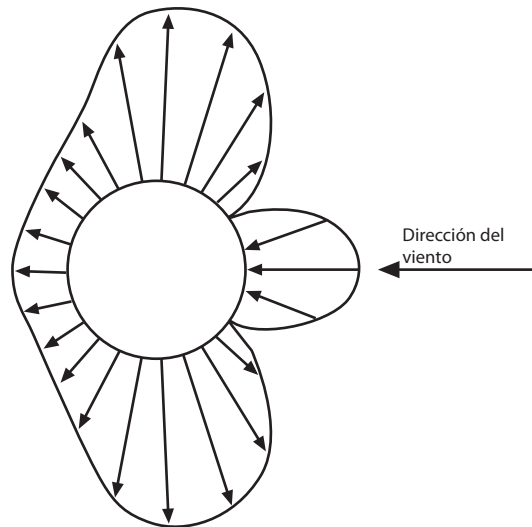


Figura 17-3. Fuerzas eólicas sobre un recipiente cilíndrico vertical

Para realizar un análisis completo de la fuerza del viento, es necesaria la siguiente información:

- Recipiente: Los pesos muerto y vivo del recipiente, el número de soportes y las dimensiones totales como la altura, la longitud de las patas, el diámetro, etc.
- Velocidad básica mínima del viento: Consulte las normas locales.
- Exposición: Deben conocerse las condiciones de exposición en el lugar. Los terrenos edificados o accidentados pueden provocar una reducción sustancial de la velocidad del viento. El Código Internacional de la Construcción (IBC) define tres categorías de exposición:
  - Exposición B: Tiene un terreno con edificios, bosques o irregularidades superficiales de 20 pies o más de altura que cubren al menos el 20% del área que se extiende a una milla o más del lugar.
  - Exposición C: El terreno es llano y generalmente abierto, extendiéndose media milla o más desde el emplazamiento en cualquier cuadrante completo.
  - Exposición D: Representa la exposición más severa en áreas con velocidades básicas del viento de 80 mph o mayores y tiene un terreno plano y sin obstáculos frente a grandes masas de agua de más de una milla de ancho en relación con cualquier cuadrante del emplazamiento del recipiente. La exposición D se extiende tierra adentro desde la línea de costa 1/4 de milla o 10 veces la altura del recipiente, lo que sea mayor.
- Factor de importancia: Se utiliza un factor de importancia de 1,15 para las instalaciones esenciales que deben ser seguras y utilizables con fines de emergencia tras una tormenta de viento con el fin de preservar la salud y la seguridad del público en general. Dichas instalaciones incluyen centros médicos con áreas de cirugía o tratamiento de emergencia, estaciones de bomberos y de policía. Para todas las demás instalaciones se utiliza un factor de 1.0.

Con esta información, se pueden calcular las fuerzas del viento de acuerdo con los métodos descritos en el IBC. Esta información puede utilizarse para verificar la estabilidad del recipiente utilizando montajes estándar, o para diseñar sujeciones adicionales si se considera necesario.



## 17.4 Fuerzas sísmicas

**NOTA:** Esta sección remite al Código Internacional de la Construcción (IBC) para una explicación conceptual de las fuerzas sísmicas. Consulte siempre el código de construcción local para los cálculos de fuerzas sísmicas específicos del emplazamiento. Un ingeniero estructural y un geólogo tendrán que examinar el diseño del recipiente y la ubicación del emplazamiento para determinar la capacidad correcta de las celdas de carga que deben utilizarse.

En el Código Internacional de la Construcción (IBC), las zonas sísmicas están numeradas del 0 (poca probabilidad de daños) al 4 (probabilidad de daños importantes) que indican, en una escala ascendente, la gravedad de los daños probables como consecuencia de los terremotos. Deben tenerse en cuenta los efectos de las fuerzas sísmicas en los recipientes que se instalen en las zonas 1 a 4.

La siguiente información es necesaria para realizar un análisis sísmico completo.

- Recipiente: Los pesos muerto y vivo del recipiente, el número de soportes y las dimensiones totales como la altura, la longitud de las patas, el diámetro, etc.
- La zona sísmica en la que se instalará el recipiente.
- ¿El recipiente es autónomo o está montado sobre una estructura o en el tejado de un edificio?
- Función de la estructura. El recipiente:
  - ¿Contiene material o equipos necesarios para la protección de instalaciones esenciales (hospitales, estaciones de bomberos y policía), instalaciones peligrosas o estructuras de ocupación especial (escuelas, cárceles y servicios públicos)?
  - ¿Contiene cantidades suficientes de sustancias tóxicas o explosivas como para ser peligrosas para la seguridad del público en general si se liberan?
  - ¿Apoya el funcionamiento de las instalaciones de servicios públicos?
  - Realiza una función que no figura en la lista anterior.
- Geología del emplazamiento/características del suelo y periodo estructural del recipiente, si están disponibles.

Con esta información, las fuerzas resultantes de la actividad sísmica pueden calcularse según los métodos descritos en el Código Internacional de la Construcción (IBC).

Página en blanco.

## Accesorios para recipientes

---

<b>18.0</b>	<b>Fijación de conductos a recipientes de pesaje</b> .....	<b>72</b>
18.1	Ejemplo 1 .....	73
18.2	Ejemplo 2 .....	75
<b>19.0</b>	<b>Pautas sobre conductos</b> .....	<b>77</b>
<b>20.0</b>	<b>Sistemas de retención de recipientes</b> .....	<b>80</b>
20.1	Tirantes .....	80
20.2	Varillas de control de seguridad .....	81

## 18.0 Fijación de conductos a recipientes de pesaje

Los conductos acoplados son, con mucho, la mayor fuente de error en el pesaje de recipientes; por lo tanto, la disposición de los conductos debe planificarse cuidadosamente en el diseño de cualquier recipiente de pesaje.

La [Figura 18-1](#) muestra un recipiente montado sobre celdas de carga y apoyado en una estructura de barra en I. Un conducto horizontal adosado se apoya rigidamente a una distancia " $l$ " del recipiente.

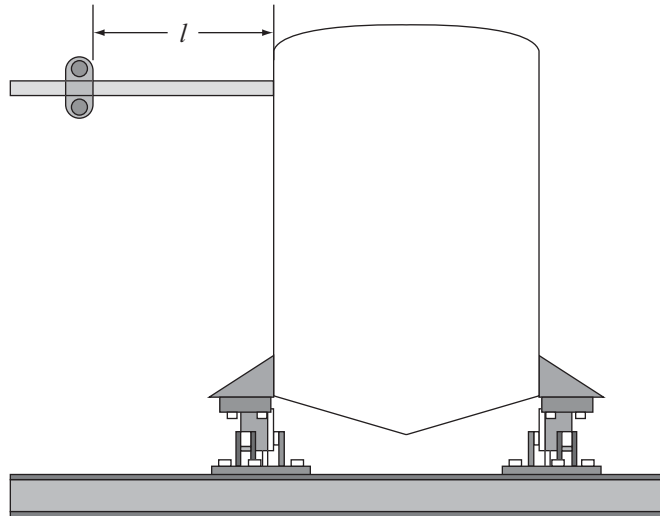


Figura 18-1. Aplicación de recipiente

Cuando el recipiente está cargado, se desplaza hacia abajo como se muestra en la [Figura 18-2](#) como resultado de:

- La deflexión de la celda de carga, de 0,005 a 0,015 pulg. a plena carga
- La deflexión de la estructura de soporte

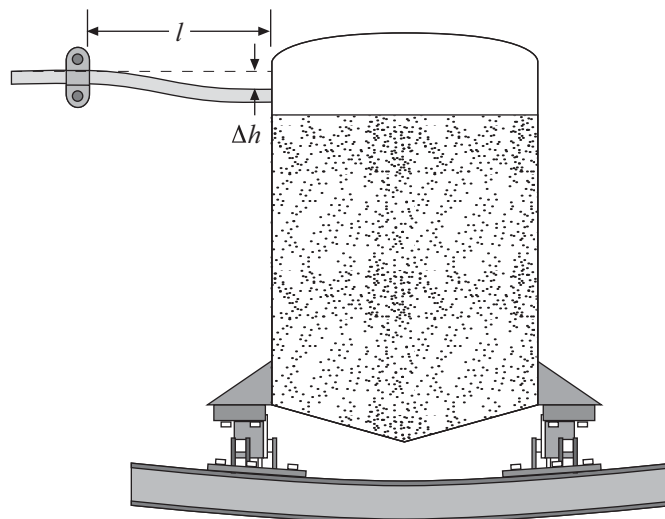


Figura 18-2. Aplicación de deflexión del recipiente

El conducto acoplado también se desvía hacia abajo en la misma cantidad  $\Delta h$  y aplica una fuerza hacia arriba al tanque.

Los efectos de los conductos son especialmente graves cuando varios de ellos están unidos a un recipiente de pesaje de poca capacidad. Mediante un diseño adecuado, las fuerzas ascendentes ejercidas por los conductos pueden reducirse a un pequeño porcentaje de la carga viva del recipiente. Después, calibrando el recipiente con peso, se pueden compensar los efectos restantes. La calibración mediante un simulador de celda de carga no producirá resultados precisos, ya que no hay forma de simular los efectos de los conductos acoplados.

Algunas reglas comunes para el diseño de conductos son las siguientes:

- Reduzca al mínimo la deflexión de la estructura de soporte del recipiente.
- Utilice el conducto de menor diámetro y pared más ligera posible.
- Todos los conductos deben discurrir horizontalmente alejados del recipiente.
- Coloque el primer soporte de conducto a una distancia de 20 a 30 veces el diámetro del conducto del recipiente.  
Ejemplo: Para un conducto de 2 pulg. de diámetro, coloque el primer soporte a una distancia mínima de 40 pulg. (preferiblemente 60 pulgadas) del recipiente.



**NOTA:** Los diámetros de los conductos y el grosor de las paredes, los intervalos de soporte de los conductos, etc., deben elegirse de acuerdo con los requisitos funcionales, estructurales y de fiabilidad del sistema, además de las recomendaciones de esta sección.

Para un tratamiento más riguroso del tema, la fuerza  $F_1$  ejercida sobre el recipiente puede calcularse mediante la siguiente ecuación:

$$F_1 = \frac{0,59(D^4 - d^4) \times (\Delta h) \times E}{l^3}$$

Donde:

Para ejemplos en medidas imperiales

$D$  = diámetro exterior del conducto (pulgadas)

$d$  = diámetro interior del conducto (pulgadas)

$\Delta h$  = deflexión total del conducto en el recipiente, respecto al punto fijo

$E$  = módulo de Young

= 29.000.000 para el acero templado

= 28.000.000 para el acero inoxidable

= 10.000.000 para el aluminio

$l$  = longitud del conducto desde el recipiente hasta el primer punto de soporte

Donde:

Esto arroja resultados conservadores, ya que supone que el conducto se mantiene rígido en ambos extremos. En la práctica, habrá cierta holgura tanto en el punto de soporte como en su fijación al recipiente. El siguiente ejemplo ilustra el uso de esta fórmula.

## 18.1 Ejemplo 1

Un tanque de acero se apoya sobre celdas de carga y una estructura de acero con deflexiones de 0,008 pulg. y 0,250 pulg. respectivamente bajo carga. Un conducto de 4 pulg. de catálogo 40 se fija horizontalmente con una luz libre de 36 pulg. entre el recipiente y el primer punto de soporte. ¿Qué fuerza  $F_1$  se ejerce hacia arriba sobre el recipiente?

De la información anterior:

$$\Delta h = 0,008 \text{ pulg.} + 0,250 \text{ pulg.} = 0,258 \text{ pulg.}$$

$$E \text{ (acero templado)} = 29.000.000$$

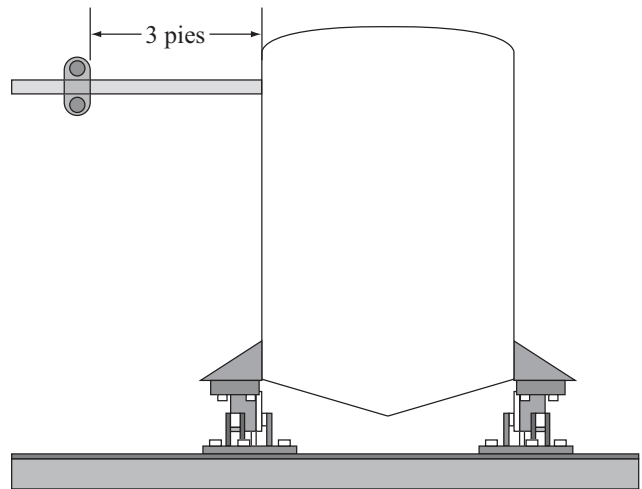
$$D = 4,50, d = 4,03 \text{ (Para conducto de catálogo 40)}$$

$$l = 36 \text{ pulg.}$$

Por lo tanto:

$$F_1 = \frac{0,59(4,50^4 - 4,03^4) \times (0,258) \times 29.000.000}{36^3}$$

$$= 13.840 \text{ lb}$$



Ejemplo	Conducto	Longitud del conducto (l)	Deflexión ( $\Delta h$ )	Fuerza ascendente ( $F_1$ )	Porcentaje de reducción ( $F_1$ )
1	4 pulg. catálogo 40	36 pulg.	0,258	13,840	-
2	4 pulg. catálogo 40	72 pulg.	0,258	1,730	87%
3	4 pulg. catálogo 40	36 pulg.	0,133	7,130	50%
4	4 pulg. catálogo 10S*	36 pulg.	0,258	7,630	45%
5	2 pulg. catálogo 40†	36 pulg.	0,258	976	93%

\* Para 4 pulg. de catálogo 10S, D=4,50, d=4,26; † Para 2 pulg. de catálogo 40, D=2,38; d=2,16

Tabla 18-1. Ejemplos en unidades métricas

- El **ejemplo 1** resume el resultado anterior. Las otras líneas (**Ejemplos 2-5**) representan el resultado cuando se cambia un parámetro. La última columna de la derecha expresa el cambio porcentual en  $F_1$  con respecto al ejemplo 1 (13.840 lb).
- El **ejemplo 2** muestra el efecto de duplicar la longitud del conducto entre el recipiente y el primer punto de soporte. La reducción del 87% demuestra que  $F_1$  puede reducirse en gran medida aumentando la distancia al primer punto de soporte.
- El **ejemplo 3** muestra el efecto de reducir la deflexión estructural a la mitad, de 0,250 a 0,125 pulg. (la deflexión de la celda de carga de 0,008 pulg. permanece igual). De la reducción del 50% se desprende que  $F_1$  puede disminuir moderadamente reduciendo la deflexión del recipiente.
- El **ejemplo 4** muestra el efecto de utilizar un conducto de catálogo 10S de pared más ligera en lugar de catálogo 40.
- El **ejemplo 5** muestra el efecto de reducir el tamaño del conducto de 4 pulg. de catálogo 40, a 2 pulg. de catálogo 40. A partir de la gran reducción del 93%, queda claro por qué debe utilizarse el conducto de menor diámetro adecuado para la aplicación.

Estas y otras directrices sobre conductos se resumen en la [Sección 19.0 página 77](#). Tenga en cuenta que, aunque aquí se hace hincapié en los conductos acoplados, estas recomendaciones se aplican igualmente a los conductos y cables eléctricos unidos.

Si hay varios conductos unidos a un recipiente, la fuerza vertical ejercida sobre el recipiente puede calcularse para cada uno individualmente, como se ha descrito anteriormente, y luego sumarse para obtener la fuerza total  $F$  que actúa verticalmente sobre el recipiente.

Es decir:

$$F = F_1 + F_2 + F_3 \dots$$

Donde  $F_1$  es la fuerza ejercida por el conducto 1,  $F_2$  es la fuerza ejercida por el conducto 2, etc.

La práctica aceptada en la industria de las básculas para garantizar que los conductos no afecten negativamente a la precisión requerida consiste en asegurarse de que se cumple la siguiente relación:

$$F \leq 0,1 \times [\text{precisión del sistema (\%)}] \times [\text{carga viva (lb)}]$$

Por ejemplo, si la carga viva de un recipiente es de 50.000 lb y se requiere una precisión del sistema del 0,25%, entonces

$$F \leq 0,1 \times 0,25 \times 50.000$$

$$F \leq 1.250 \text{ lb}$$

Es decir, la suma de todas las fuerzas verticales del conducto debe ser inferior o igual a 1.250 lb.

## 18.2 Ejemplo 2

El recipiente mostrado tiene las siguientes características:

- Carga viva de 40.000 lb
- Montaje en 4 barras de un solo extremo de 20.000 lb cada una con deflexiones a escala completa de 0,010 pulg.
- Deflexión de la estructura de 0,375 pulg.
- Exigencia de precisión del 0,5%
- Todo el material es de acero inoxidable

1. Determine el valor  $F$  admisible:

$$F \leq 0,1 \times [\text{precisión del sistema (\%)}] \times [\text{carga viva (lb)}]$$

$$F \leq 0,1 \times 0,5 \times 40.000$$

$$\leq 2.000 \text{ lb}$$

La suma de todas las fuerzas verticales del conducto debe ser inferior o igual a 2.000 lb.

2. Determine la deflexión total. Dado que la carga viva representa solo  $\frac{1}{2}$  de la capacidad de la celda de carga, la deflexión de la celda de carga será:

$$\frac{0,010}{2} = 0,005 \text{ pulg.}$$

Deflexión total  $\Delta h =$  deflexión de la celda de carga + deflexión de la estructura

$$= 0,005 + 0,375$$

$$= 0,380 \text{ pulg.}$$

3. Determine  $F_X$  para cada conducto utilizando la fórmula:

$$F_X = \frac{0,59(D^4 - d^4) \times (Dh) \times E}{l^3}$$

$$F_1 = \frac{0,59(3,50^4 - 3,07^4) \times 0,380 \times 28.000.000}{72^3}$$

$$= 1.029 \text{ lb}$$

$$F_2 = \frac{0,59(2,375^4 - 2,07^4) \times 0,380 \times 28.000.000}{60^3}$$

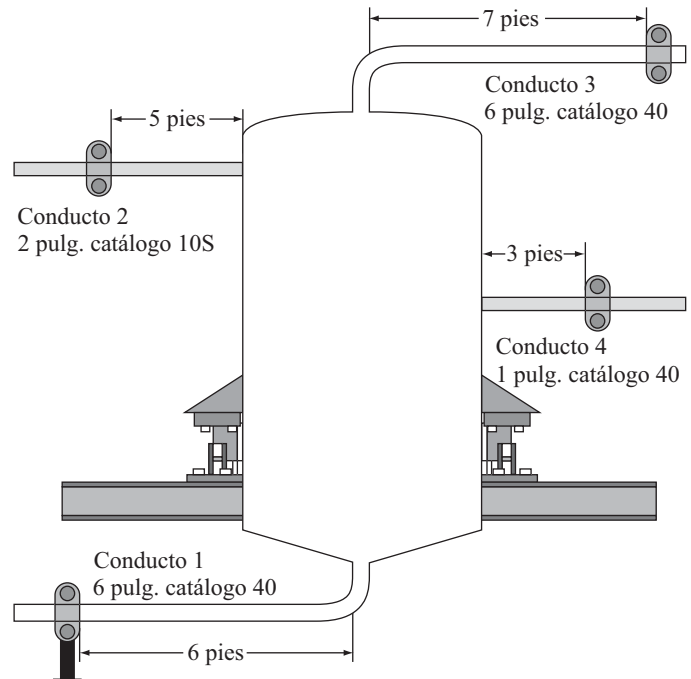
$$= 391 \text{ lb}$$

$$F_3 = \frac{0,59(3,50^4 - 3,07^4) \times 0,380 \times 28.000.000}{84^3}$$

$$= 648 \text{ lb}$$

$$F_4 = \frac{0,59(1,315^4 - 1,049^4) \times 0,380 \times 28.000.000}{36^3}$$

$$= 239 \text{ lb}$$



4. Determine  $F$  utilizando la fórmula:

$$\begin{aligned} F &= F_1 + F_2 + F_3 + F_4 \\ &= 1.029 + 391 + 648 + 239 \\ &= 2.307 \text{ lb} \end{aligned}$$

Dado que  $F$  calculado para el recipiente es mayor que el valor determinado en el paso 1, esto no es aceptable. Existen varias soluciones.

- Acepte una precisión menor (quizás del 1%, en lugar del 0,5%)
- Reduzca la deflexión de la estructura de soporte
- Mejore los conductos:
  - utilice conductos más pequeños y ligeros
  - utilice manguera flexible o fuelle
  - aumente la distancia a los primeros puntos de soporte del conducto

Si aplicamos el tercer punto, mejorar los conductos aumentando la distancia a los primeros puntos de soporte de estos conductos, entonces centraríamos nuestra atención en el principal infractor, el conducto 1. El problema puede resolverse simplemente aumentando la distancia al primer apoyo de 72 pulg. a 82 pulg., con lo que se obtiene  $F_1 = 697$  lb

Por lo tanto,  $F = 697 + 397 + 648 + 239 = 1.975$  lb

Esto es menos de 2.000 lb y el diseño es ahora aceptable.



## 19.0 Pautas sobre conductos

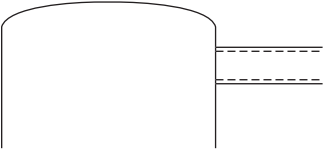
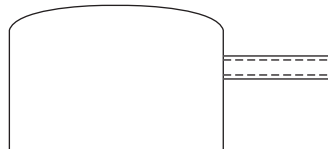
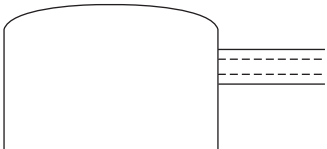
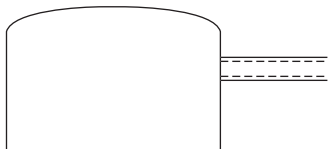
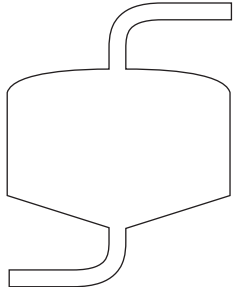
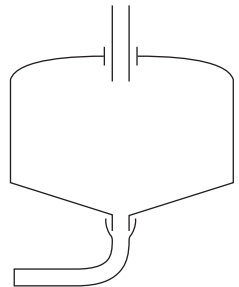
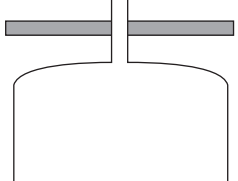
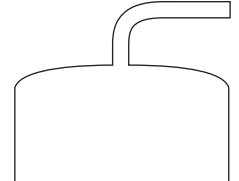
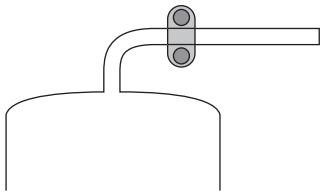
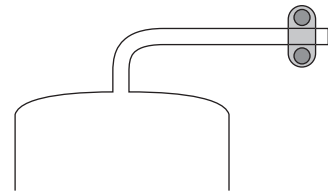
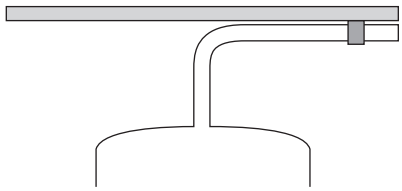
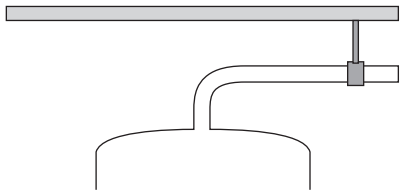
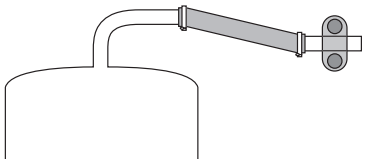
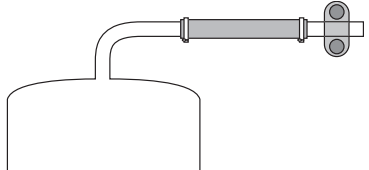
Incorrecto	Pautas sobre conductos	Correcto
	<p>Utilice el conducto de menor diámetro adecuado para la aplicación.</p>	
	<p>Utilice el conducto de pared más ligera adecuado para la aplicación.</p>	
	<p>No fije los conductos directamente al recipiente si es posible (sistemas ventilados). Deje que entren por grandes orificios de paso. En caso necesario, pueden utilizarse mangas flexibles para sellar el polvo.</p>	
	<p>No coloque un conducto en posición vertical hasta su primer punto de soporte. Esto suspenderá el recipiente y destruirá la precisión. Todos los conductos deben colocarse horizontalmente alejados del recipiente.</p>	
	<p>Aumente la distancia entre el recipiente y el primer soporte de conducto.</p>	
	<p>Evite los largos tramos verticales de conductos, sobre todo cuando estén sujetos a movimientos verticales. Esto se debe a que cualquier expansión/contracción del conducto vertical inducida térmicamente se traducirá en fuerzas verticales perjudiciales para el recipiente, lo que afectará directamente a la precisión.</p>	
	<p>Utilice una manguera flexible para realizar la conexión al recipiente. No utilice la manguera flexible para compensar un desplazamiento inicial de los conductos.</p>	

Tabla 19-1. Pautas sobre conductos

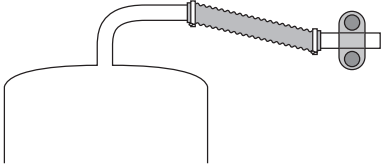
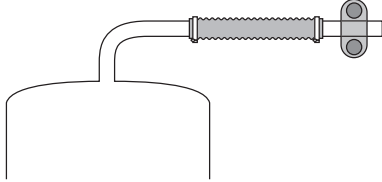
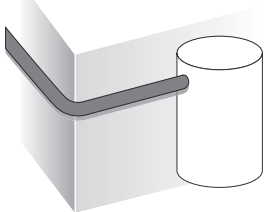
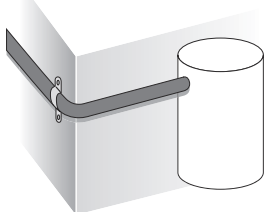
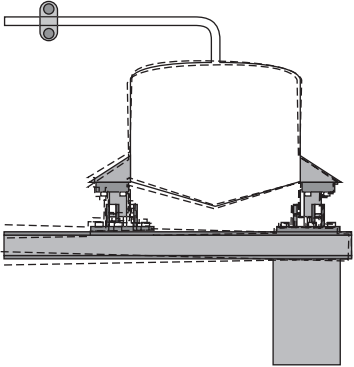
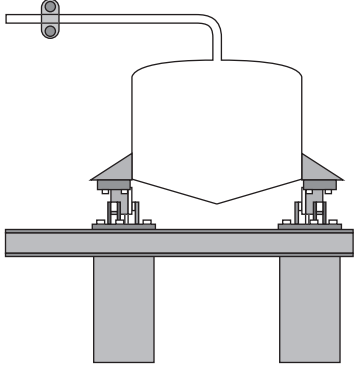
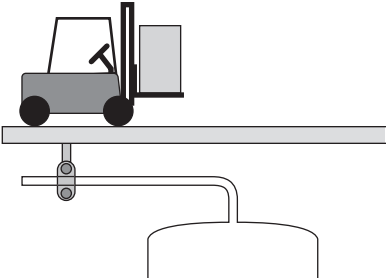
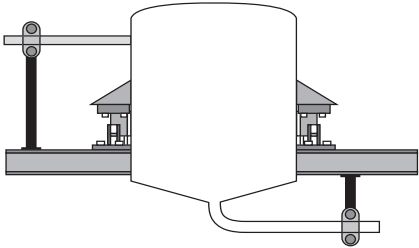
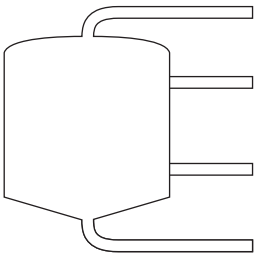
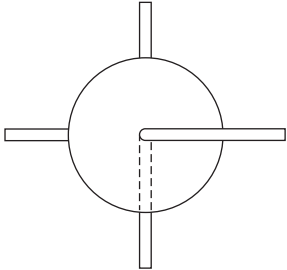
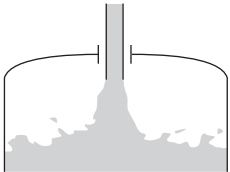
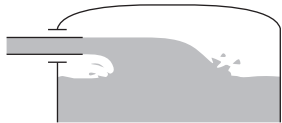
Incorrecto	Pautas sobre conductos	Correcto
	<p>Si es posible, utilice fuelles flexibles para realizar la conexión con el recipiente. No utilice el fuelle para compensar un desplazamiento inicial de los conductos. Se pueden utilizar dos fuelles en serie cuando se deban acomodar grandes deflexiones.</p>	
	<p>La colocación de una curva en ángulo recto en el conducto en un plano horizontal reduce en gran medida la rigidez del conducto. Deben utilizarse soportes para reforzar la colocación del conducto.</p>	
	<p>Evite la inclinación del recipiente de pesaje como consecuencia de una rigidez no uniforme del soporte. Las pequeñas rotaciones del recipiente pueden amplificarse en grandes movimientos en el primer soporte.</p>	
	<p>No sostenga los conductos en una estructura que pueda desviarse independientemente del recipiente. Sostenga los conductos desde la estructura de soporte del recipiente para que el punto de soporte se mueva con el recipiente, reduciendo así la deflexión relativa.</p>	
	<p>No fije todos los conductos al mismo lado del recipiente. Dispóngalos simétricamente alrededor de su diámetro, en la medida de lo posible.</p>	
	<p>Los conductos de llenado para líquidos deben entrar horizontalmente para que el impacto del material en vuelo tenga un efecto mínimo en la lectura del peso.</p>	

Tabla 19-1. Pautas sobre conductos (Continued)

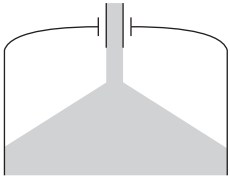
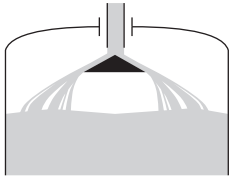
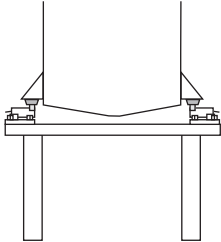
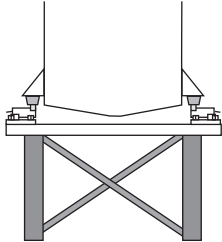
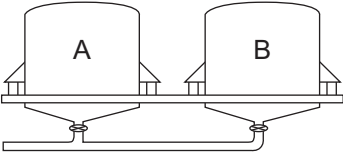
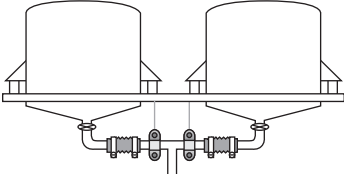
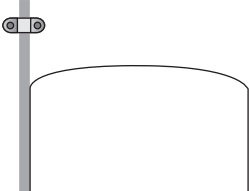

Incorrecto	Pautas sobre conductos	Correcto
	<p>Con materiales granulares, llene el recipiente simétricamente. Utilice un cono deflector para ayudar a distribuir/nivelar el material.</p>	
	<p>No utilice almohadillas de goma ni otros dispositivos que aumenten la deflexión del recipiente bajo carga. Refuerce la estructura de soporte para reducir la deflexión.</p>	
	<p>No permita que un conducto de descarga común cuelgue directamente de los recipientes. En el ejemplo de la izquierda, la descarga del tanque B añadirá peso temporalmente al tanque A. Para una mejor instalación, sostenga los conductos de forma independiente.</p>	
	<p>Los cables eléctricos flexibles no deben pasar verticalmente hasta un recipiente de pesaje; deben pasar horizontalmente o formar un bucle como se muestra.</p>	

Tabla 19-1. Pautas sobre conductos (Continued)

## 20.0 Sistemas de retención de recipientes

Aunque muchas de las disposiciones de montaje ofrecidas por Rice Lake Weighing Systems son autocomprobables, hay situaciones en que pueden ser necesarias sujeciones adicionales del recipiente para estabilizar un recipiente sometido a vibraciones constantes, o para impedir que un recipiente vuelque o se caiga en caso de alguna circunstancia imprevista. Los dos tipos principales de sistemas de retención son los tirantes y los retenedores.

### 20.1 Tirantes

Los tirantes se utilizan para retener rígidamente un recipiente en dirección horizontal. Estos tirantes se instalan horizontalmente en tensión entre un soporte en el recipiente y un soporte fijado a la estructura de soporte o a los cimientos del recipiente. Debido a la deflexión insignificante de las celdas de carga bajo carga, los tirantes tendrán poco efecto en la precisión del sistema cuando se instalen correctamente. Es necesario instalar varios tirantes para restringir totalmente un recipiente en un plano horizontal; consulte la [Figura 20-1](#). En un recipiente circular, los tirantes deben ser siempre tangenciales. Esto impide que el recipiente se desplace en cualquier dirección, pero lo deja libre para la expansión/contracción térmica.

La [Figura 20-2](#) ilustra los tirantes fijados a un recipiente suspendido. Los tirantes deben estar horizontales para que no afecten a la precisión del pesaje. Las tuercas de fijación se aprietan de modo que el tirante quede ajustado; no apriete demasiado. Esta colocación de las tuercas garantiza que los tirantes funcionen en tensión y nunca estén sometidos a una carga de compresión o pandeo.

#### Los tirantes se utilizan para:

- Mejore la estabilidad y la precisión del sistema limitando las oscilaciones o vibraciones del recipiente.
- Proteja los conductos de fatiga debida al movimiento constante de los recipientes.
- Garantizar la estabilidad de los recipientes altos y esbeltos o de los recipientes con equipos pesados montados excéntricamente.
- Garantizar la estabilidad de los recipientes frente al viento, las fuerzas sísmicas o la amenaza de tráfico vehicular.
- Sujeta un recipiente en su sitio cuando se monta en celdas de cartucho. Estas celdas tienen muy poca tolerancia a las fuerzas laterales y deben cargarse únicamente en dirección vertical.

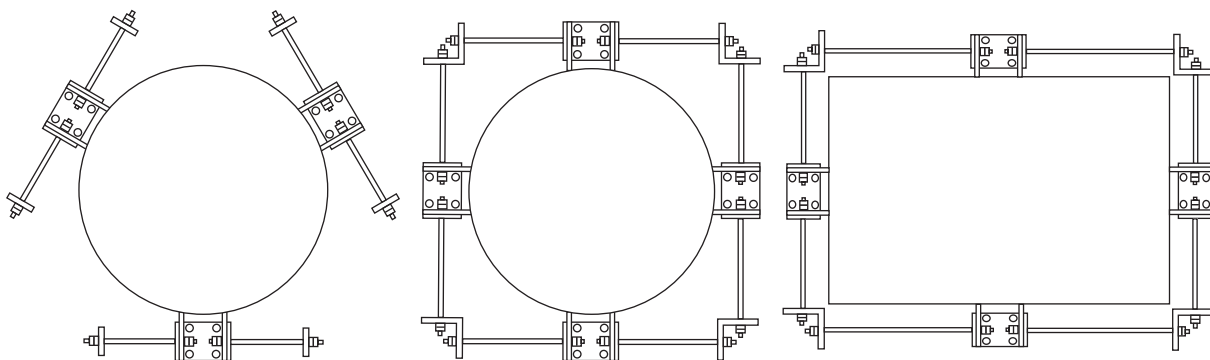


Figura 20-1. Aplicaciones del tirante

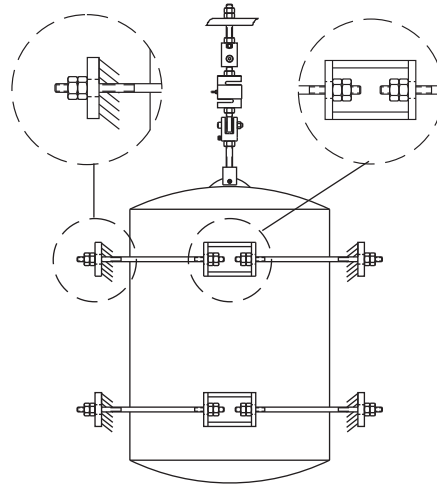


Figura 20-2. Aplicación del tirante



**NOTA:** Cuando se utilizan tirantes para proporcionar estabilidad al recipiente, son más eficaces cuando se fijan en o por encima del centro de gravedad del recipiente lleno. Los tirantes deben hacerse tan largos como sea práctico, ya que esto será beneficioso para reducir las fuerzas en dirección vertical. Hay que destacar que los tirantes deben estar horizontales; por esta razón, uno de los puntos de fijación debe ser ajustable en sentido vertical.

## 20.2 Varillas de control de seguridad

Las varillas de control de seguridad son similares a los tirantes en el sentido de que pueden aplicarse a un recipiente de forma similar a los tirantes. Sin embargo, se ajustan sin apretar al recipiente y también pueden aplicarse en sentido vertical.

Las varillas de control de seguridad se dejan sueltas para que, en condiciones normales de funcionamiento, no apliquen ninguna fuerza axial al recipiente de pesaje. No forman parte activa del sistema de pesaje. Las varillas de control de seguridad que se muestran sí añaden peso a la tara del recipiente, pero esto es constante y no afecta a la precisión del pesaje.

Las varillas de control de seguridad son, como su nombre indica, un elemento de seguridad destinado a sujetar el recipiente en caso de que se vea sometido a grandes fuerzas externas o internas o si se produce una falla mecánica en el mecanismo de soporte normal del recipiente.

### Las varillas de control de seguridad horizontales deben utilizarse para:

- Garantizar la estabilidad de los recipientes altos y esbeltos o de los recipientes con equipos pesados montados excéntricamente.
- Garantizar la estabilidad de los recipientes frente al viento, las fuerzas sísmicas o la amenaza de tráfico vehicular.

Como se muestra en la [Figura 20-3 página 82 \(a\)](#), para que sean más eficaces, las varillas de control de seguridad deben colocarse en el centro de gravedad del recipiente lleno o por encima del mismo. Tenga en cuenta que los tirantes realizarán todas estas funciones y más; sin embargo, las varillas de control de seguridad son menos críticas para el funcionamiento del sistema y, por lo tanto, no requieren la misma atención al detalle para una instalación satisfactoria.

**Deben utilizarse varillas de control de seguridad verticales:**

- En todos los recipientes montados en tensión en los que una falla de los medios de suspensión normales permitiría la caída del recipiente y causaría lesiones o daños, consulte la [Figura 20-3 \(b\)](#).
- En lugar de las varillas de control horizontales cuando no resulte práctico utilizar estas para garantizar la estabilidad de los recipientes altos y esbeltos o de los sometidos a fuerzas eólicas o sísmicas, consulte la [Figura 20-3 \(c\)](#).

Las varillas de seguridad verticales deben instalarse en un orificio sobredimensionado del soporte inferior para que no interfieran en modo alguno con el movimiento vertical del recipiente.

Para más información, consulte la [Sección 15.0 página 55](#).

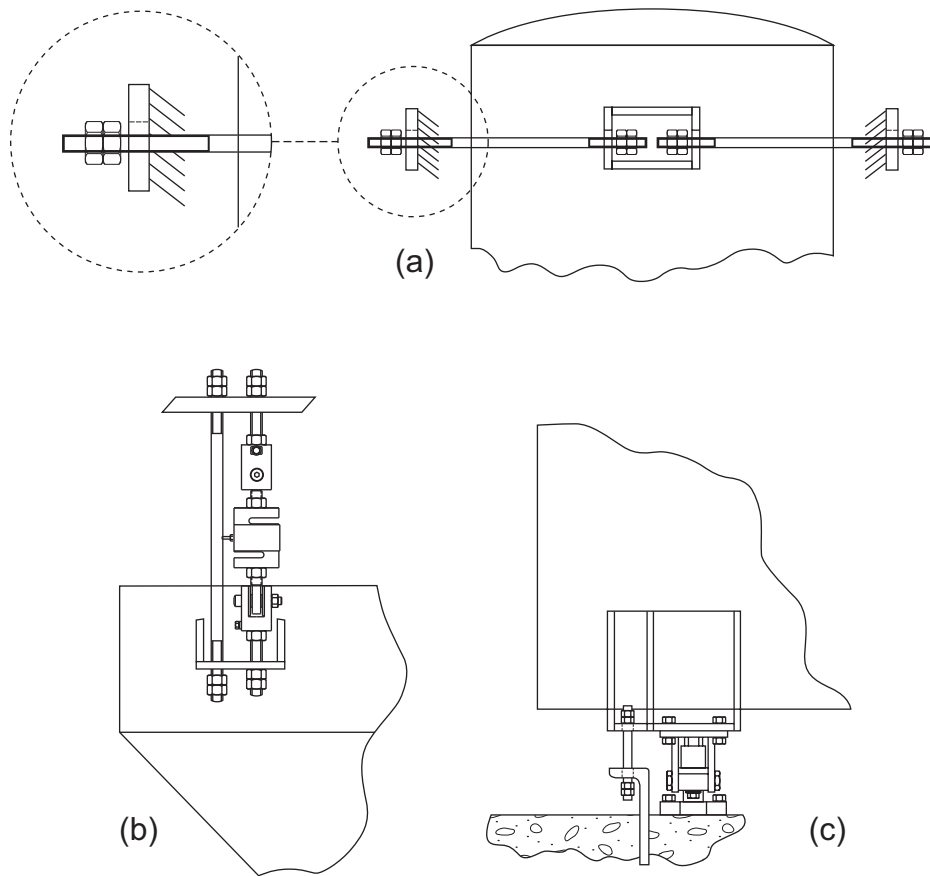


Figura 20-3. Varillas de control de seguridad

## Consejos de instalación y mantenimiento

<b>21.0</b>	<b>Determinación de los microvoltios por graduación</b>	<b>84</b>
<b>22.0</b>	<b>Pautas de seguridad del equipo de montaje de la celda de carga</b>	<b>85</b>
22.1	Respaldo de seguridad	85
22.2	Estimación de la carga bruta	85
22.3	Carga segura	85
22.4	Distribución de la carga	85
22.5	Conexiones roscadas	85
22.6	Contratuercas	85
22.7	Conjuntos de cables metálicos	85
22.8	Puntos de fijación del conjunto de equipos de una celda de carga	85
22.9	Balanceo en una báscula de recipiente suspendido	85
22.10	Básculas de tolva: Protección contra la contaminación	85
22.11	Selección de la varilla de acero o de cualquier otro componente portante	86
<b>23.0</b>	<b>Recorte de la celda de carga</b>	<b>87</b>
23.1	Recorte de la celda de carga	87
23.2	Recorte de excitación	87
23.2.1	Procedimiento de recorte de excitación	88
23.3	Recorte de señal	89
23.4	¿Qué es la calibración mV/V/Ohmios?	89
23.4.1	Método tradicional	89
23.4.2	Paramounts	90
<b>24.0</b>	<b>Solución de problemas de la celda de carga</b>	<b>91</b>
24.1	Inspección física	91
24.2	Balance cero	91
24.3	Resistencia del puente	92
24.4	Resistencia a tierra	93
<b>25.0</b>	<b>Pautas de calibración para sistemas de pesaje de recipientes</b>	<b>94</b>
25.1	Calibración mediante pesas de prueba certificadas	94
25.2	Calibración con material pesado	94
25.3	Calibración mediante el método de sustitución de material	94
25.4	Calibración mediante un simulador de celda de carga	95

## 21.0 Determinación de los microvoltios por graduación

Ya sea dimensionando celdas de carga para una conversión mecánica, sustituyendo celdas de báscula de camión o diseñando un recipiente de pesaje, resulta tentador elegir una celda de carga excesivamente sobredimensionada para tener un “seguro de sobrecarga”. Esta práctica puede crear un problema que costaría muchas horas en solución de problemas y rediseño. Si la capacidad se sobredimensiona demasiado, la salida de señal puede cortarse hasta un punto en el que el sistema no funcione según lo previsto. Determinar los microvoltios por graduación ( $\mu\text{V}/\text{grad}$ ) necesarios para la aplicación permitirá dimensionar correctamente una celda de carga, garantizando una señal adecuada y una protección contra sobrecargas.

La sensibilidad de la señal de los indicadores de peso digitales electrónicos se especifica como un valor mínimo de microvoltios por graduación. Un microvoltio ( $\mu\text{V}$ ) es la millonésima parte de un voltio. El valor de  $\mu\text{V}$  por graduación es la cantidad de cambio de señal de salida de escala necesaria para cambiar la visualización del medidor una graduación. Si la señal de salida de escala está por debajo de este valor, el medidor no funcionará correctamente.

El siguiente proceso le ayudará a determinar los  $\mu\text{V}$  por graduación del sistema de pesaje:

1. Determine la salida a escala completa de la celda de carga (señal de salida al 100% de su capacidad).  
Por ejemplo: Una celda de 3,0 mV/V, cuando se alimenta con 10 V de excitación de un indicador digital de pesaje, proporcionará 30 mV de salida de escala completa.

$$3,0 \text{ mV/V} \times 10 \text{ V} = 30 \text{ mV.}$$

2. Determine qué parte de la salida será causada por la carga viva en la aplicación. Si la celda tiene una capacidad de 500 kg y la carga viva colocada sobre ella es de 300 kg, entonces el 60% de la capacidad total de la celda es carga viva.

$$\frac{250}{500} = 0,50 \text{ o } 50\%$$

3. Determine cuánta señal representa la carga viva multiplicando la salida de la celda de carga a escala completa por la cantidad real de carga viva a escala completa.

$$30 \text{ mV} \times 0,5 = 15 \text{ mV}$$

4. El valor real de  $\mu\text{V}/\text{graduación}$  se determina dividiendo la señal de carga viva por el número de graduaciones que el indicador digital de pesaje electrónico está programado para leer. Si el indicador está ajustado para 5.000 graduaciones entonces:

$$\frac{15 \text{ mV}}{5.000 \text{ grad}} = 3,0 \mu\text{V}/\text{graduación}$$

Si la clasificación  $\mu\text{V}/\text{graduación}$  era inferior a la clasificación de sensibilidad mínima del indicador, la instalación no funcionará. Es necesario aumentar la señal de carga viva.

Esto puede hacerse aumentando el nivel de excitación. En el n.º 1, si se utilizaran 15 V de excitación en lugar de 10 V, entonces  $15 \times 3,0 \text{ mV/V} = 45 \text{ mV}$ . Completando el resto de la fórmula, los  $\mu\text{V}/\text{graduación}$  serían 4,5  $\mu\text{V}$ .

Utilice una celda con una salida de escala completa superior. Esto funciona si la celda original tenía menos de 3,0 mV/V; por lo general, se dispone de pocas celdas estándar con más de 3,0 mV/V de salida.

Contrarreste la carga muerta de la celda de carga. Esto puede permitir el uso de una celda de carga de menor capacidad, aumentando así la clasificación en  $\mu\text{V}$ , ya que una mayor parte de la salida total será señal de carga viva.



**PRECAUCIÓN:** Si se experimenta un problema de señal, el uso de una celda de carga sobredimensionada empeorará la clasificación en  $\mu\text{V}/\text{graduación}$ . Esto se debe a que incluso una parte menor de la salida a escala completa sería señal de carga viva. A modo de ejemplo, si en lugar de una celda de 500 kg se utilizara una de 1.000 kg, solo se aprovecharía el 25% de la capacidad.

Esto daría un  $\mu\text{V}/\text{graduación}$  de:

$$\frac{30 \text{ mV} \times 25\%}{5,000 \text{ grad}} = 1,5 \mu\text{V}/\text{graduación}$$



**NOTA:** Encontrará un calculador de microVoltios por grad en la sección de herramientas de báscula Rice Lake en <https://scaletools.ricelake.com/#/uv-graduation>.



## **22.0 Pautas de seguridad del equipo de montaje de la celda de carga**

Instale únicamente equipos y conjuntos de montaje de celdas de carga que hayan sido diseñados específicamente para su uso en aplicaciones de tanques, tolvas o básculas colgantes. A menudo, el uso de un producto de calidad inferior provoca fallas en los componentes, con el consiguiente riesgo de daños en el equipo y lesiones personales. Estas sencillas sugerencias se ofrecen para ayudar a minimizar la exposición a los peligros de la instalación de recipiente-báscula.

### **22.1 Respaldo de seguridad**

Si la falla de uno o más conjuntos de equipos de la celda de carga pudiera causar lesiones o daños, deberá utilizarse un refuerzo de seguridad (cadenas de seguridad, varillas de seguridad, etc.). Los conjuntos deben inspeccionarse rutinariamente en busca de daños, desgaste excesivo o corrosión, y sustituirse si es necesario.

### **22.2 Estimación de la carga bruta**

Para seleccionar la celda de carga o el equipo de celda de carga correctos para una aplicación determinada, es necesario conocer el peso total de la báscula, incluido el peso neto del producto, la tara del recipiente y el peso de la plataforma, el tanque o la tolva, según corresponda.

### **22.3 Carga segura**

No supere las cifras de carga segura indicadas en este catálogo para ningún equipo de celda de carga. Cuando existan cargas de choque, puede ser necesario reducir estas cifras de carga segura en función de la severidad de la carga de choque.

### **22.4 Distribución de la carga**

En aplicaciones con varias celdas de carga, asegúrese de que el peso se distribuye uniformemente entre todas las celdas.

### **22.5 Conexiones roscadas**

Asegúrese de que todas las roscas de una conexión roscada están engranadas. Por ejemplo, un cáncamo atornillado en una celda de carga tipo S debe sobresalir ligeramente por el lado opuesto.

### **22.6 Contratuercas**

Bloquee cualquier conexión roscada con una contratuerca para evitar un desmontaje involuntario. Si se suspende una carga de una sola celda de carga, asegúrese de que la carga no puede girar, ya que esto podría aflojar la contratuerca.

### **22.7 Conjuntos de cables metálicos**

Con los montajes de cable metálico, no retuerza el cable durante el montaje o desmontaje. Por ejemplo, no retire una tuerca congelada de un extremo de un conjunto de cables sujetando el extremo opuesto. No utilice cables metálicos para suspender una carga sin utilizar cadenas o varillas de seguridad.

### **22.8 Puntos de fijación del conjunto de equipos de una celda de carga**

Asegúrese de que los puntos de fijación del conjunto de equipos de una celda de carga están alineados correctamente y de que el conjunto es esencialmente vertical.

### **22.9 Balanceo en una báscula de recipiente suspendido**

Si se produce un balanceo excesivo en una báscula de recipiente suspendido, aplique una comprobación horizontal para reducir el movimiento.

### **22.10 Básculas de tolva: Protección contra la contaminación**

Con las básculas de tolva, protéjase contra la contaminación del producto que se pesa como consecuencia de la falla de la celda de carga o del conjunto de equipos. Por ejemplo, no coloque un conjunto de cables metálicos sobre una báscula de tolva donde los hilos rotos de cable podrían caer en el recipiente de pesaje, contaminando el producto que se está pesando.

## 22.11 Selección de la varilla de acero o de cualquier otro componente portante

Seleccione la varilla de acero o cualquier otro componente que soporte peso de forma que su resistencia mínima a la tracción sea al menos cuatro veces el peso total soportado por dicho componente. Tenga en cuenta que la varilla roscada se fabrica generalmente con un acero templado de baja resistencia a la tracción, cuya resistencia a la tracción debe comprobarse antes de utilizarla en cualquier báscula de recipiente suspendido.



**NOTA:** Basado en montaje en seco. Variables como la lubricación, el chapado, etc. pueden reducir los valores indicados hasta un 20% y deben tenerse en cuenta. La fórmula general para calcular el par es la siguiente:  $\text{Par en Nm} = 0,2 \times \text{Diámetro nominal del tornillo} \times \text{Carga en lb}$ , donde carga = 80% del límite elástico, expresado en lb, no en libras por pulgada cuadrada. La tensión inducida en un tornillo de sombrerete puede comprobarse midiendo la longitud total antes de apretarlo.

Diámetro del tornillo	UNC	UNF
1/4"	10,8	13,5
5/16"	23,0	25,7
3/8"	40,6	47,4
7/16"	67,7	88,1
1/2"	101,6	122,0
9/16"	149,1	162,7
5/8"	203,3	244,0
3/4"	352,5	406,7
7/8"	583,0	637,2
1"	867,7	962,6
1-1/8"	1084,7	1193,1
1-1/4"	1518,5	1681,2
1-3/8"	1979,5	2278,0

Tabla 22-1. Resistencia a la tracción de la varilla de acero - Par de apriete recomendado para el grado SAE 5 (Nm)

## 23.0 Recorte de la celda de carga

Puede ser necesario recortar las salidas de la celda de carga como primer paso antes de iniciar el proceso de calibración. El recorte se realiza en la caja de unión para igualar la lectura del peso de todas las celdas de un sistema. Esto garantiza que la báscula pese correctamente independientemente de dónde se aplique la carga a esta.

### El recorte es necesario si:

1. Se trata de una aplicación de pesaje legal para el comercio.
- \*2. La ubicación del centro de gravedad del contenido no es fija, por ejemplo, el material en polvo que puede acumularse en un lado.
- \*3. Se requiere un sistema de pesaje de alta precisión.

### El recorte no es necesario si:

4. Se utilizan celdas de carga de salida emparejada (como en las Paramounts).
5. Pesaje de materiales autonivelantes (líquidos).

\*Supongamos que el centro de gravedad del recipiente (véanse los puntos 2 y 3 anteriores) se eleva a lo largo de la misma línea vertical a medida que se llena el recipiente. Cada celda de carga está siempre sometida al mismo porcentaje del peso.

El recorte consiste en colocar el mismo peso sobre cada celda de carga sucesivamente y ajustar el potenciómetro de recorte correspondiente en la caja de unión hasta que el indicador dé la misma lectura en todas las celdas. Para ilustrar mejor el recorte de la celda de carga, revise los siguientes ejemplos de procedimientos de recorte de señal y recorte de excitación.

### 23.1 Recorte de la celda de carga

Muchos sistemas de pesaje utilizan varias celdas de carga y, por lo tanto, requieren una caja de unión sumadora para enlazar o “sumar” las señales de las celdas de carga, permitiendo que un indicador digital de pesaje lea una única señal del “sistema”. En realidad, el proceso de suma cablea varias celdas de carga de modo que todas sus líneas de señal y de excitación estén en paralelo, lo que proporciona una suma electrónica instantánea de las señales.

La suma de celdas de carga es necesaria porque:

- La distribución del peso en los sistemas de celdas de carga múltiples no es igual en cada celda de carga. El proceso de carga del recipiente, la presencia de agitadores, las características del material y muchos otros factores afectan a la distribución del peso en las celdas de carga.
- Es prácticamente imposible hacer que cada celda de carga sea exactamente igual. Las tolerancias del proceso de fabricación de las celdas de carga permiten cierta variación en las especificaciones de cada celda. Esta desviación, si no se controla, no permitiría los tipos de precisión requeridos en las aplicaciones de proceso modernas.

Existen dos métodos de suma: el recorte de excitación y el recorte de señal.

### 23.2 Recorte de excitación

Este es el método más antiguo de recortar la salida de una celda de carga con galgas extensométricas. El recorte de excitación añade una resistencia en serie al circuito de excitación de la celda de carga, reduciendo así la tensión de excitación en la celda. La celda de carga con la salida mV/V más baja recibe toda la tensión de excitación. Todas las demás celdas de carga del sistema con una salida mV/V superior reciben tensiones de excitación proporcionalmente menores. De este modo, se obtienen salidas de plena carga igualadas para todas las celdas de carga del sistema.

La [Figure 23-1 on page 88](#) es un diagrama funcional de una caja J de recorte de excitación. Observe que una resistencia variable o potenciómetro (pot), se inserta en el conductor de excitación + de cada celda de carga. Si se abre el potenciómetro para que la resistencia sea cero, se aplica a la celda de carga toda la tensión de excitación. A medida que aumenta la resistencia, disminuye la tensión de excitación.

### 23.2.1 Procedimiento de recorte de excitación

El método más sencillo para recortar con excitación consiste en configurar el sistema, girar todos los potenciómetros de recorte al ajuste “abierto” o de excitación total y probar cada esquina del sistema con una pesa de prueba calibrada o cualquier peso muerto. Una vez localizada la esquina de salida más baja, se recortan las demás celdas para igualarlas cargando físicamente con los mismos pesos y ajustando los potenciómetros. Este procedimiento puede resultar práctico si se utiliza en la sustitución en campo de celdas de carga en básculas de suelo de poca capacidad. No se suele utilizar en básculas de gran capacidad en que la aplicación de pesas de prueba a las esquinas de tal manera no resulta práctica.

Otro método es el recorte previo. Aquí, las celdas de carga se recortan calculando matemáticamente la tensión de excitación para la celda de carga y midiendo después la tensión de excitación con un voltímetro, mientras se ajusta el potenciómetro a la tensión requerida. Los cinco pasos siguientes transitan este procedimiento.

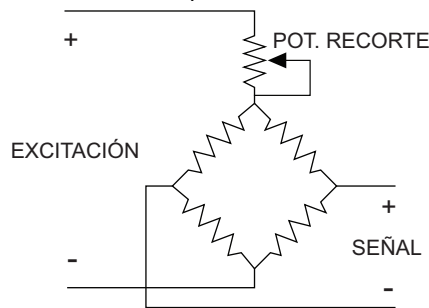


Figura 23-1. Celdas de carga con recorte de excitación

1. Determine cuánta tensión de excitación está suministrando el indicador digital de pesaje electrónico a las celdas de carga. Esto se averigua midiendo, con un voltímetro, la tensión de excitación real presente en los cables de excitación de la celda de referencia. Para este ejemplo, utilice 10 voltios CC.



**NOTA:** La celda de referencia es la celda con el valor mV/V más bajo, como se indica en su certificado de calibración.

2. Determine el valor nominal mV/V exacto de cada celda de carga y localice la celda con el valor nominal más bajo. El valor mV/V exacto se encuentra en el certificado de calibración suministrado con la celda de carga o en la propia etiqueta. Solo porque una celda esté clasificada a 3 mV/V, no asuma que es exactamente 3 mV/V.  
 N.º 1 = 2,997 mV/V N.º 3 = 2,999 mV/V  
 N.º 2 = 3,003 mV/V N.º 4 = 3,002 mV/V  
 La celda número 1 tiene el valor más bajo con 2,997 mV/V.
3. Calcule el factor de recorte multiplicando el mV/V más bajo por la tensión de excitación.  
 $2,997 \text{ mV/V} \times 10\text{V} = 29,970 \text{ mV}$
4. Calcule la tensión de excitación ajustada para las celdas de carga restantes y ajuste cada potenciómetro de recorte respectivo al nivel de tensión adecuado.  
 N.º 1 = dejar solo, mV/V más bajo  
 $N.º 2 = 29,97 \text{ mV} \div 3,003 \text{ mV/V} = 9,980 \text{ voltios}$   
 $N.º 3 = 29,97 \text{ mV} \div 2,999 \text{ mV/V} = 9,993 \text{ voltios}$   
 $N.º 4 = 29,97 \text{ mV} \div 3,002 \text{ mV/V} = 9,983 \text{ voltios}$   
 Ahora la báscula está recortada.
5. Verifique los resultados con pesas de prueba certificadas o con una cantidad conocida de material.

### 23.3 Recorte de señal

Esta forma de recorte apareció por primera vez como alternativa al recorte de excitación para los indicadores con fuentes de alimentación conmutadas. Debido a la compatibilidad que tiene el recorte de señal con prácticamente todos los indicadores y a su relativa inmunidad a los problemas de temperatura y vibración, el recorte de señal está ganando popularidad en todas las instalaciones. Consiste en añadir una resistencia paralela relativamente alta entre los cables de señal de cada celda de carga, como se muestra en la [Figura 23-2](#). La resistencia paralela añadida crea una “vía de fuga” que desvía parte de la señal disponible de la celda de carga fuera del indicador. Cuanto mayor sea esta resistencia paralela, mayor será la señal disponible para el indicador procedente de la celda de carga. Por el contrario, cuanto menor sea esta resistencia paralela, menor será la señal disponible para el indicador procedente de la celda de carga.

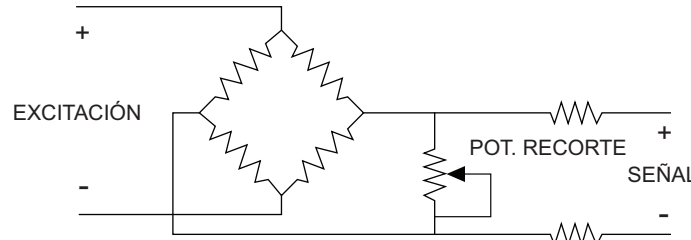


Figura 23-2. Procedimiento de recorte de señal

### 23.4 ¿Qué es la calibración mV/V/Ohmios?

Las unidades Paramounts, junto con varias celdas de carga de la marca Rice Lake, utilizan un sistema único de calibración mV/V/ohmios para garantizar que todas las salidas de sus celdas de carga coincidan con precisión. Aunque hay otros fabricantes que ofrecen un concepto de calibración similar, los productos Flintec presentan importantes diferencias técnicas.

#### 23.4.1 Método tradicional

Este enfoque ajusta la corriente de cortocircuito (mV/ V/ohmio) de cada celda de carga a un valor estándar, dentro de una estrecha tolerancia. Esto garantiza que los sistemas de celdas de carga múltiples se “ajustarán a las esquinas” sin más recortes, siempre que no haya asimetrías mecánicas de introducción de carga. También garantiza la conservación del ajuste de las esquinas del sistema, incluso cuando se sustituye posteriormente una celda de carga. Sin embargo, no conserva la calibración del sistema.

Veámoslo con un ejemplo sencillo de una celda de dos cargas. La ampliación al caso de “n” celdas de carga es sencilla.

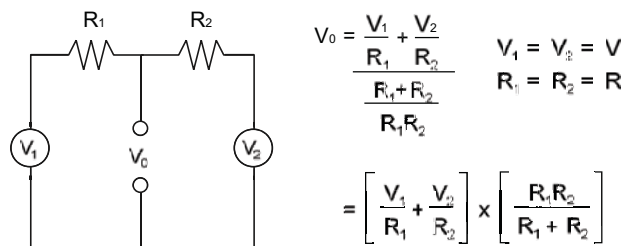


Figura 23-3. Ejemplo de celda de dos cargas

Donde  $V_1$  y  $V_2$  son fuentes de tensión,  $R_1$  y  $R_2$  son resistencias. Es más fácil comprender los conceptos utilizando el circuito equivalente Norton. Aquí, tenemos dos fuentes de corriente que conducen corrientes por la combinación paralela de las impedancias de la fuente de la celda de carga. Las corrientes son las corrientes de cortocircuito ( $I$ ) de la celda de carga respectiva (mV/V/ohmio) y se ajustan igual a algún valor estándar. Observe que la salida mV/V es la misma que en la disposición anterior.

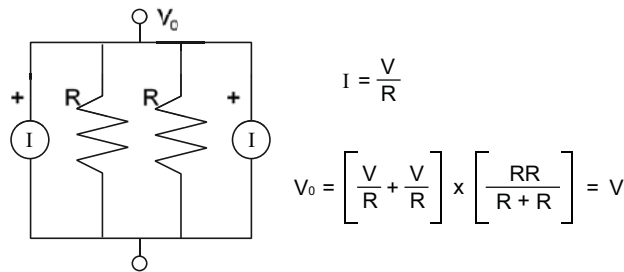


Figura 23-4. Circuito equivalente Norton

En cualquier caso, el sistema está "esquinado". Es decir, la salida del sistema es la misma tanto si las celdas de carga están cargadas por igual como si toda la carga está en una u otra celda de carga. Ahora sustituyamos la celda de carga de la derecha por una unidad cuya resistencia de origen sea un 2% superior a la de la celda de carga a la que sustituyó. Dado que debe tener la misma corriente de cortocircuito (mV/V/ohmio), su tensión de salida en circuito abierto se fijará en un 2%.

$$I = \frac{1.02 V}{1.02 R} = \frac{V}{R} \quad V_o = \left[ \frac{V}{R} + \frac{V}{R} \right] \times \left[ \frac{1.02 RR}{2.02 R} \right] = 1.01 V$$

Ahora tenemos los dos generadores de corriente conduciendo sus corrientes por la combinación en paralelo de sus impedancias fuente como antes. El sistema sigue "esquinado", pero la salida del sistema es un 1% mayor, porque la combinación en paralelo de las dos impedancias de la fuente es ahora un 1% mayor, o la tensión de salida en circuito abierto de la celda de carga de sustitución es un 2% mayor. Por lo tanto, hay que recalibrar el sistema. Esto puede ser una tarea difícil, especialmente con básculas de recipientes de gran capacidad. Desgraciadamente, el enfoque convencional no hace nada para evitar la necesidad de recalibración tras la sustitución de la celda de carga.

### 23.4.2 Paramounts

Dadas las mismas circunstancias con respecto a la celda de carga de sustitución (impedancia de la fuente un 2% superior), la corriente de cortocircuito se ajusta al valor estándar, como antes, pero la tensión de circuito abierto se ajusta a un valor estándar cargando los terminales de salida con una resistencia que hace caer la tensión de salida de la celda de carga de sustitución al valor estándar. En este ejemplo, se coloca una resistencia de  $51R$  a través de los terminales de salida de la celda de carga de sustitución y esa resistencia adicional se muestra añadida a las resistencias de la fuente en paralelo en la figura siguiente.

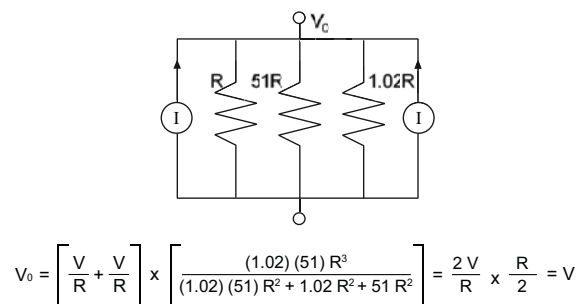


Figura 23-5. Circuito equivalente Norton con resistencia adicional

Ahora las fuentes de corriente normalizadas están conduciendo sus corrientes de cortocircuito por las resistencias de las fuentes en paralelo; la tercera resistencia, la combinación en paralelo de las tres resistencias, es ahora igual al valor original de  $R/2$ . Por lo tanto, la tensión de salida con la celda de carga de sustitución colocada es la misma que antes de la sustitución. No solo el sistema sigue "esquinado", sino que se ha mantenido la calibración del sistema. No es necesario recalibrar el sistema tras la sustitución de la celda de carga. Todas las celdas de carga Flintec se calibran en fábrica de la forma indicada anteriormente.

## 24.0 Solución de problemas de la celda de carga

He aquí algunos pasos fáciles de seguir para ayudar a solucionar posibles problemas de la celda de carga. Antes de empezar, necesitará un multímetro digital de alta calidad. Las pruebas son: inspección física, balance cero, resistencia de puente y resistencia a tierra.

### 24.1 Inspección física

¿Qué aspecto tiene? Si está cubierta de óxido, corroída o muy oxidada, lo más probable es que la corrosión se haya abierto camino también en la zona de la galga extensométrica. Si el estado general y físico parece bueno, fíjese en los aspectos específicos: las zonas de sellado, el propio elemento y el cable.

En la mayoría de las celdas de carga, las zonas de la celda están selladas para proteger el contenido de la contaminación por agua y productos químicos. Para ver si alguna junta se ha degradado, acérquese a la celda y mire los sellos de las galgas extensométricas (Figura 24-1 puntos A). ¿El óxido se concentra en una parte de la soldadura de la cubierta? Si no hay cubierta, mire a ver si hay pequeños orificios en el encapsulado. Son indicios de que ha habido contaminación en la zona de la galga. Compruebe si la entrada del cable de la celda de carga (Figura 24-1 punto B) presenta signos de contaminación.

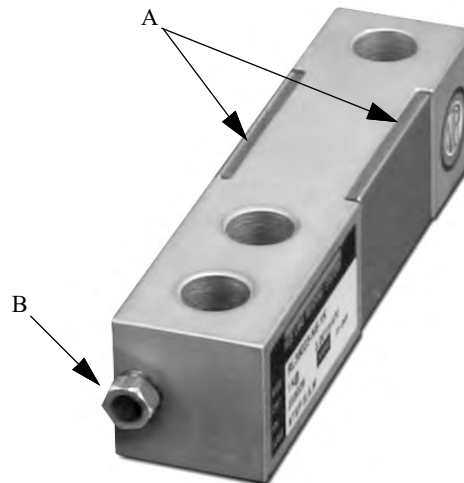


Figura 24-1. Celda de carga

Otros elementos que debe buscar: distorsión o grietas en el metal, ondulación del metal, grietas en la soldadura o abrasiones en el metal. Puede ser necesario desmontar la celda de carga y comprobar que no está deformada físicamente contra una escuadra.

Ninguna inspección estaría completa sin inspeccionar a fondo el cable. El cable debe estar libre de cortes, engarces y abrasiones. Si el cable está cortado y se encuentra en un entorno húmedo, el agua o los productos químicos pueden “absorber” el cable hasta la zona de la galga extensométrica, provocando la falla de la celda de carga.

Si su inspección física no descubre ningún daño identificable, será necesaria una evaluación más detallada.

### 24.2 Balance cero

Esta prueba es eficaz para determinar si la celda de carga ha sido sometida a una distorsión física, posiblemente causada por una sobrecarga, una carga de choque o la fatiga del metal. Antes de comenzar la prueba, la celda de carga debe estar en estado “sin carga”. Es decir, la celda debe retirarse de la báscula o la carga muerta debe contrapesarse.

Ahora que la celda no está sometida a ninguna carga, desconecte los cables de señal y mida la tensión a través de la señal negativa y la señal positiva. El código de colores para determinar los cables de señal negativa y positiva se proporciona en la certificación de calibración con cada celda de carga. La salida debe estar dentro de las especificaciones del fabricante para el balance cero, normalmente  $\pm 1\%$  de la salida a escala completa. Durante la prueba, los cables de excitación deben permanecer conectados con la tensión de excitación suministrada por el indicador digital de pesaje. Asegúrese de utilizar exactamente el mismo indicador que se utiliza en el funcionamiento diario de la celda para obtener una lectura precisa para la aplicación.

El valor habitual para un desplazamiento del 1% en el balance cero es de 0,3 mV, suponiendo una excitación de 10 voltios en una celda de carga con salida de 3 mV/V. Para determinar el desplazamiento del cero de la aplicación, multiplique los voltios de excitación suministrados por el indicador por el valor nominal mV/V de la celda de carga. Cuando realice una prueba de campo, recuerde que las celdas de carga pueden desplazarse hasta un 10% de la báscula total y seguir funcionando correctamente. Si la celda de prueba muestra un desplazamiento inferior al 10%, es posible que haya otro problema con la celda sospechosa y que sea necesario realizar más pruebas. Si la celda de prueba muestra un desplazamiento superior al 10%, es probable que se haya deformado físicamente y deba sustituirse.

## 24.3 Resistencia del puente

Antes de probar la resistencia del puente, desconecte todos los cables de la celda de carga del indicador digital de pesaje. Encuentre los cables de excitación positivo y negativo y mida a través de ellos con un multímetro para hallar la resistencia de entrada. No se alarme si la lectura supera la salida nominal de la celda de carga. No son infrecuentes lecturas tan altas como 375  $\Omega$  para una celda de carga de 350  $\Omega$ . La diferencia se debe a las resistencias de compensación incorporadas en las líneas de entrada para equilibrar las diferencias causadas por la temperatura o las imperfecciones de fabricación. Sin embargo, si el multímetro muestra una resistencia de entrada superior al 110% del valor de salida indicado (385  $\Omega$  para una celda de 350  $\Omega$  o 770  $\Omega$  para una celda de 700  $\Omega$ ), la celda puede haberse dañado y debe inspeccionarse más a fondo. Se trata de pautas generales. Algunas celdas de carga pueden variar; consulte el certificado de calibración de la celda de carga para conocer la resistencia de entrada real teniendo en cuenta una variación de  $\pm 10\%$ .

Si la comprobación de la resistencia de excitación está dentro de las especificaciones, pruebe la resistencia de salida a través de los cables de señal positiva y negativa.

Se trata de una lectura más delicada, y debe ser de 350  $\Omega \pm 1\%$  (celda de 350  $\Omega$ ). Las lecturas fuera de la tolerancia del 1% suelen indicar una celda dañada.

Ahora viene la parte complicada. Aunque la prueba de resistencia de salida global estuviera dentro de las especificaciones normales, la celda de carga podría estar dañada. A menudo, cuando una celda de carga resulta dañada por una sobrecarga o una carga de choque, los pares opuestos de resistencias se deforman por la tensión, por igual, pero en direcciones opuestas. La única manera de determinarlo es probando cada pata individual del puente. El diagrama del puente de Wheatstone, en la [Figura 24-2](#), ilustra un puente de resistencia de una celda de carga y muestra el procedimiento de prueba y los resultados de una celda de muestra dañada de este modo. Llamaremos  $T_1$  y  $T_2$  a las patas en tensión bajo carga, y  $C_1$  y  $C_2$  a las patas en compresión.

Con el multímetro, probamos cada pata y obtuvimos las siguientes lecturas:

- $T_1(-Sig, +Exc) = 282 \Omega$
- $C_1(-Sig, -Exc) = 278 \Omega$
- $T_2(+Sig, -Exc) = 282 \Omega$
- $C_2(+Sig, +Exc) = 278 \Omega$



**NOTA:** Al comprobar la resistencia del tramo, una lectura de 0  $\Omega$  o  $\infty$  significa un cable roto o una conexión floja dentro de la celda.

En una buena celda de carga en estado "sin carga", no es necesario que todos los tramos tengan exactamente la misma resistencia, pero las siguientes relaciones deben ser ciertas:

1.  $C_1 = T_2$
2.  $T_1 = C_2$
3.  $(C_1 + T_1) = (T_2 + C_2)$

En esta celda de carga dañada, ambos tramos de tensión leen 4  $\Omega$  más que sus correspondientes tramos de compresión. El daño igual imita un puente equilibrado en la prueba de resistencia de salida (3 arriba), pero las pruebas de tramo individual (1, 2 arriba) muestran que la celda debe ser sustituida.

Hay un pequeño porcentaje de celdas de carga que están diseñadas específicamente con más resistencia de compensación en los tramos de entrada positiva o negativa. Al probar los tramos individuales del puente, esto dará la apariencia inicial de una celda de carga en mal estado debido a la gran variación de las lecturas de resistencia. Sin embargo, la resistencia adicional estará solo en los tramos +Ex o en los tramos -Ex, no en ambos.

Ejemplo:  $T_1=250,3$  ohmios,  $C_1=381,1$  ohmios,  $T_2=381,6$  ohmios,  $C_2=251,3$  ohmios

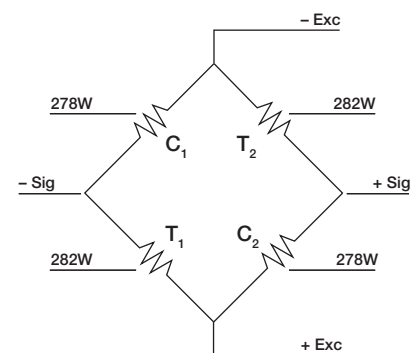


Figura 24-2. Puente de Wheatstone



Este tipo de celda de carga sería una comprobación de resistencia de puente para una celda de carga dentro de la tolerancia.



**NOTA:** En las aplicaciones de varias celdas para una salida de milivoltios ajustada, los valores de resistencia de excitación pueden ser superiores al 110%.

## 24.4 Resistencia a tierra

Si la celda de carga ha superado todas las pruebas hasta el momento pero sigue sin funcionar según las especificaciones, compruebe si hay fugas eléctricas o cortocircuitos. Las fugas se deben casi siempre a la contaminación por agua dentro de la celda de carga o del cable, o a un cable dañado o cortado. El cortocircuito eléctrico causado por el agua suele detectarse primero en una lectura del indicador siempre inestable, como si la báscula estuviera constantemente “en movimiento”. El tipo incorrecto de celda en la aplicación incorrecta es la principal causa de contaminación del agua. Casi siempre, estas celdas con fugas son modelos “protegidos contra el ambiente” diseñados para un uso normal sin lavado a presión, no los modelos “sellados herméticamente” que resisten el lavado a presión y otras aplicaciones exigentes.

Otra causa son las conexiones de soldadura sueltas o rotas. Las conexiones de soldadura sueltas o rotas solo dan una lectura inestable cuando la celda se golpea o se mueve lo suficiente como para que el cable suelto entre en contacto con el cuerpo de la celda de carga. Cuando la báscula cargada está en reposo, la lectura es estable.

Para detectar realmente los problemas de fugas eléctricas, compruebe la resistencia a tierra con un megóhmetro de baja tensión. Tenga cuidado; un medidor de alta tensión que introduzca más de 50 VCC en la celda puede dañar las galgas extensiométricas. Si la pantalla está unida a la carcasa, retuerza los cuatro cables y realice una prueba entre ellos y el cuerpo metálico de la celda de carga. Si el apantallamiento no está unido a la carcasa, retuerza los cuatro cables y el cable de apantallamiento juntos y realice una prueba entre ellos y el cuerpo. Si el resultado no supera los 5.000 MΩ, la corriente se está filtrando al cuerpo por alguna parte.

Si la celda no supera esta prueba, retire el cable de apantallamiento y realice la prueba solo con los cuatro cables vivos hacia el cuerpo metálico. Si la prueba es correcta (más de 5.000 MΩ), puede estar razonablemente seguro de que la corriente no se está filtrando a través de una rotura en el aislamiento del cable o en el interior de la cavidad de la galga.

Los problemas menores de infiltración de agua a veces pueden solucionarse fuera de la fábrica. Si es evidente que se ha producido una contaminación por agua y está seguro de que la junta de entrada del cable es el punto de entrada, pruebe este remedio: retire la celda a un lugar cálido y seco durante unos días, dejando que se seque el encapsulado de la galga extensométrica. Antes de volver a poner la celda en servicio, séllela con silicona flexible alrededor del punto de entrada del cable en el cuerpo de la celda de carga. Esto impide la reentrada de vapor de agua en la celda.

## 25.0 Pautas de calibración para sistemas de pesaje de recipientes

Existen varios métodos para calibrar un sistema. En esta sección se describen algunos de los más comunes. Sin embargo, las siguientes recomendaciones se aplican independientemente del método adoptado.

- Si la báscula se va a utilizar en pesaje legal para el comercio, consulte con la autoridad estatal o local de Pesos y Medidas los requisitos específicos de su zona.
- El indicador de pesaje debe encenderse durante 20 o 30 minutos (o según recomiende el fabricante) antes de iniciar la calibración.
- El sistema de pesaje debe ejercitarse varias veces mediante la aplicación y retirada de peso antes de iniciar la calibración. Esto garantiza que todo esté bien asentado en su sitio.
- Mientras ejercita el sistema de pesaje, compruebe el retorno a cero cada vez que descargue la báscula. Asegúrese de desactivar cualquier función de puesta a cero automática que pueda tener el indicador. Si el retorno a cero es deficiente, compruebe si hay atascos mecánicos antes de continuar.
- Para una mayor precisión, utilice un peso del 80 al 100% de la capacidad de la báscula para la calibración.

### 25.1 Calibración mediante pesas de prueba certificadas

Este método arrojará los resultados más precisos, sin embargo, puede ser difícil colocar pesas de prueba en o sobre el recipiente y obtener lecturas precisas. Estas dificultades se han superado en algunas instalaciones proporcionando un medio para colgar las pesas de prueba del recipiente mediante cadenas.

1. Retire todos los pesos del recipiente.
2. Ponga a cero el indicador (siga las instrucciones del fabricante).
3. Coloque pesas de prueba en el recipiente equivalentes al 80-100% de la capacidad de la báscula, distribuidos uniformemente.
4. Ajuste el indicador hasta que lea el peso aplicado al recipiente.
5. Retire las pesas de prueba, compruebe el retorno a cero, ajuste si es necesario.
6. Vuelva a aplicar los pesos una vez más para verificar la calibración.

### 25.2 Calibración con material pesado

Este método utiliza un peso conocido de material (a menudo agua o arena) como pesa de prueba. Este material suele cargarse en un camión de tara conocida, pesarse en una báscula de camiones y transportarse al lugar de trabajo. Es importante que el material no se pierda ni se altere durante el transporte. Utilice el mismo procedimiento de calibración que el descrito en Calibración mediante pesas de prueba certificadas cuando se utilice el material pesado en lugar de las pesas de prueba certificadas.

### 25.3 Calibración mediante el método de sustitución de material

Este método se utiliza para calibrar con precisión básculas de gran capacidad cuando se dispone de una cantidad limitada de pesas de prueba certificadas. Permite sustituir el peso conocido de material de forma escalonada.

1. Retire todo el peso del recipiente.
2. Ponga a cero el indicador digital de pesaje.
3. Coloque pesas de prueba en el recipiente equivalentes al menos al 5% de la capacidad de la báscula.
4. Ajuste el indicador hasta que lea el peso aplicado al recipiente.
5. Retire las pesas de prueba y sustitúyalas por material hasta que el indicador muestre con precisión el peso de las pesas de prueba certificadas.
6. Coloque de nuevo las pesas de prueba en el recipiente con el material. Registre la lectura del indicador del peso total del material y las pesas de prueba.
7. Retire las pesas de prueba y sustitúyalas por material adicional hasta que el indicador marque el peso total registrado.
8. Coloque de nuevo las pesas de prueba en el recipiente cargado. Registre la lectura del indicador.
9. Repita este proceso hasta que el peso aplicado (pesas de prueba certificadas y material añadido) esté entre el 80 y el 100% de la capacidad total de la báscula.

10. El peso aplicado ahora a la báscula es el peso de las pesas certificadas más el múltiplo de material. (Por ejemplo, si los pesos certificados suman 5.000 kg y se han realizado 8 sustituciones de material, entonces el peso total en la báscula es ahora = 5.000 + (8 x 5.000) = 45.000 kg).

## 25.4 Calibración mediante un simulador de celda de carga

Este es el método más sencillo y rápido de calibración de básculas, sobre todo en básculas de gran capacidad. Sin embargo, es menos preciso que los otros métodos descritos. Una desventaja importante es que no prueba la báscula mecánicamente ni tiene en cuenta la influencia de la fricción, los conductos, la deflexión del soporte, etc. Este método es a veces suficiente para aplicaciones de pesaje de procesos que no necesitan cumplir los requisitos de legal para el comercio.

*El siguiente ejemplo se basa en la premisa de que se utiliza una fuente de alimentación de exactamente 10 VCC. Mida la tensión de excitación exacta de la fuente de alimentación para obtener resultados específicos.*

### Para calibrar con un simulador:

1. Desconecte el cable de la caja de unión del indicador.
2. Conecte un simulador de celda de carga al indicador. El simulador debe tener un vernier para los ajustes finos.
3. Ajuste el simulador a 0,0 mV/V y ponga a cero el indicador.
4. Ajuste la salida del simulador (en mV/V) para simular la salida de las celdas de carga a plena capacidad (ignorando por ahora la carga muerta). Para hallar la salida de escala completa simulada, utilice la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Salida mV/V de la celda de carga total}}{\text{Capacidad total de la celda de carga}} = \frac{\text{Ajuste mV/V del simulador}}{\text{Peso mostrado}}$$

Por ejemplo:

Si se utilizan cuatro celdas de carga de 5.000 kg, 3 mV/V para una báscula de 10.000 kg de capacidad, el ajuste del simulador previsto cuando se coloquen 10.000 kg en la báscula puede determinarse de la siguiente manera:

$$\frac{3,0 \text{ mV/V}}{20.000 \text{ kg}} = \frac{\text{Ajuste mV/V del simulador}}{10.000 \text{ kg}}$$

Por lo tanto, el simulador debe ajustarse a 1,5 mV/V.

5. Ajuste el indicador para que muestre la capacidad de la báscula (10.000 kg en nuestro ejemplo) y fije el intervalo del indicador.
6. Ajuste la salida del simulador en pasos (1,0 mV/V, 0,5 mV/V, 0,0 mV/V) y verifique la linealidad del indicador y el retorno a cero.
7. Retire el simulador y vuelva a conectar las celdas de carga. Recalibre el punto cero del indicador para tener en cuenta el peso muerto real del recipiente.
8. La precisión de este método puede aumentarse en gran medida utilizando un voltímetro de alta resolución de 5 1/2 dígitos para medir la tensión de excitación real del indicador y verificar la salida real de mV del simulador. Esas cifras más exactas pueden utilizarse entonces en el procedimiento anterior.

Página en blanco.

## Apéndice

---

26.0	Unidades de medida .....	98
27.0	Glosario .....	99

## 26.0 Unidades de medida

La tensión, la corriente y la resistencia son propiedades eléctricas. Cada una de estas propiedades tiene sus propias unidades de medida, como se muestra en la siguiente tabla.

Unidad	Medición de	Abreviatura
Voltios	Tensión	V
Ohmios	Resistencia	$\Omega$
Amperios	Corriente	A

Table 26-1. Unidades de medida

En lugar de escribir 25 voltios, escriba 25 V; 1 amperio puede escribirse como 1 A; y 100 ohmios pueden escribirse como 100  $\Omega$ . A menudo estas unidades son demasiado grandes o pequeñas para facilitar su uso. Para estos casos, podemos utilizar prefijos para calificar aún más cada unidad de medida. Consulte la tabla siguiente para conocer los prefijos más comunes.

Prefijo	Símbolo	Valor	Factor
Mega	M	1,000,000	$10^6$
Kilo	K	1,000	$10^3$
Centi	c	,01	$10^{-2}$
Mili	m	,001	$10^{-3}$
Micro	$\mu$	,000001	$10^{-6}$

Table 26-2. Prefijos de unidades de medida

Los símbolos de números enteros se representan con letras mayúsculas, mientras que los símbolos de números fraccionarios se representan con letras minúsculas. El símbolo de micro es la letra griega “ $\mu$ ”, NO una “u” minúscula. Las lecturas de resistencia pueden oscilar entre millonésimas de ohmios y varios millones de ohmios. Veamos un ejemplo de 60.000 ohmios y busquemos otra forma de escribirlo. El prefijo para 1.000 es kilo y su símbolo es K. El símbolo para ohmios es  $\Omega$ . Así que podemos escribir 60.000 ohmios como 60 K $\Omega$ . Esencialmente, hicimos nuestro valor 1.000 veces mayor. (De ohmios a kilohmios.)

Cuando se trabaja con sistemas electrónicos de pesaje, es muy frecuente encontrar niveles de corriente y tensión muy bajos. Un valor común es 3 mV. También podemos escribir 3 mV como:

0,003 voltios

3 mV

$3 \times 10^{-3}$  voltios



**NOTA:**  $10^{-3}$  es lo mismo que 0,001, 1/1000,  $1/10^3$  o  $1/(10 \times 10 \times 10)$ .

A veces es conveniente convertir los milivoltios (mV) en microvoltios ( $\mu$ V). Los milivoltios son 1.000 veces mayores que los microvoltios. Así que para pasar de milivoltios a microvoltios tenemos que multiplicar el número de milivoltios por 1.000. Por ejemplo:

3 milivoltios =  $3 \times 1.000$  microvoltios

3 mV = 3000  $\mu$ V

Estos dos números representan los mismos valores.

## 27.0 Glosario

### A

#### A/D (analógico a digital)

La conversión de niveles de tensión con variación continua (analógico) a valores binarios discretos (digital) (p.ej., se puede suministrar la salida de una celda de carga a un convertidor A/D para generar un flujo continuo de información digitalizada a un indicador digital).

#### ACUMULADOR

Circuito o dispositivo de registro de una computadora que recibe, totaliza y almacena números.

#### PRECISIÓN

Precisión en la medición de cantidades y en la declaración de características físicas. La precisión se expresa en términos de error como porcentaje del valor especificado (por ejemplo, 10 voltios  $\pm$  1%), como porcentaje de un rango (por ejemplo, 2% de la escala completa) o en partes (por ejemplo, 100 partes por millón).

#### CONDICIONES AMBIENTALES

Las condiciones (humedad, presión, temperatura, etc.) del medio que rodea a la celda de carga.

#### AMPERIOS

Unidad de intensidad de corriente eléctrica. Un amperio de corriente son  $6,24 \times 1.018$  electrones que pasan por un punto en un segundo; a menudo se abrevia como "amp".

#### ANALÓGICO

Cualquier cosa que corresponda, punto por punto o valor por valor, a una cantidad que de otro modo no estaría relacionada; datos representados por valores continuos en lugar de pasos discretos.

#### CARGA ANGULAR, CONCÉNTRICA (Centro común)

Una carga aplicada concéntrica con el eje primario en el punto de aplicación, y en cierto ángulo con respecto al eje primario.

#### CARGA ANGULAR, EXCÉNTRICA (Descentrada)

Una carga aplicada excéntrica con el eje primario en el punto de aplicación y en cierto ángulo con respecto al eje primario.

#### APERTURA

El rango total (en porcentaje) de la capacidad total de la báscula sobre el que operarán las funciones "Mantenimiento automático del cero" (AZM) y "Autocero por botón" (PAZ) de un indicador digital de pesaje; el máximo de catálogo 44 es +2% de la báscula total.

#### APROBADO

Aceptable para la autoridad con jurisdicción sobre la zona en la que se utilizará un sistema o equipo.

#### ASCII (Código Estándar Americano para el intercambio de información)

Se pronuncia "askee" Código de siete bits más paridad establecido por el Instituto Nacional Estadounidense de Normalización (ANSI) para lograr la compatibilidad entre los servicios de datos.

#### APARATO ASOCIADO

Aparatos en los que los circuitos no son necesariamente intrínsecamente seguros, pero pueden afectar a la energía de los circuitos intrínsecamente seguros y en los que se confía para mantener la seguridad intrínseca. Un aparato asociado ha identificado conexiones intrínsecamente seguras para aparatos intrínsecamente seguros y también puede tener conexiones para aparatos no intrínsecamente seguros.

#### TRANSMISIÓN ASÍNCRONA

Transmisión de datos en que los intervalos de tiempo entre los caracteres transmitidos pueden ser de longitud desigual. La transmisión se controla mediante bits de inicio al principio de cada carácter y bits de parada al final de cada carácter.

#### AUTORIDAD COMPETENTE

Cuando la seguridad pública es primordial, la "Autoridad competente" puede ser un individuo o institución o departamento federal, estatal, local o regional. Algunos ejemplos son el jefe de bomberos, el jefe de una oficina de protección contra incendios, el departamento de trabajo, el departamento de sanidad, el funcionario de la construcción, el inspector eléctrico u otro que tenga autoridad legal. A efectos de seguros, una oficina de calificación del departamento de inspección de seguros u otro representante de una compañía de seguros puede ser la "Autoridad competente".

#### AIT (Temperatura de ignición automática)

La temperatura mínima necesaria para que una sustancia inicie o provoque una combustión autosostenida independientemente del calentamiento o del equipo calentado. También denominada temperatura de ignición.

#### AZM (Mantenimiento automático de cero)

Un medio electrónico para proporcionar en todo momento el "cero verdadero" en una báscula digital. AZM compensa condiciones como la deriva del indicador o de la celda de carga, o los residuos en la plataforma de la báscula mediante el seguimiento electrónico de pequeñas variaciones en torno al cero; también se denomina "seguimiento del cero".

#### PESO MEDIO POR PIEZA (APW)

En una báscula de conteo, la cantidad de peso dividida entre el número de muestras que componen ese peso. APW es utilizado por la báscula de conteo para contar las piezas durante el funcionamiento normal.

#### CARGA AXIAL

Una carga aplicada a lo largo de una línea concéntrica con el eje primario.

## B

### BAUDIO

Unidad de velocidad de procesamiento de las comunicaciones en los sistemas digitales de comunicación de datos. La velocidad en baudios es el número de condiciones discretas de eventos de señal por segundo. Si cada evento de señal representa solo una condición de bit, la velocidad en baudios equivale a bits por segundo (BPS).

### BCD (Decimal codificado en binario)

Un sistema de codificación de datos en que cuatro bits binarios representan los números decimales del 0 al 9. El equivalente BCD del número decimal 187 es 0001 1000 0111.

### BARRA

El dispositivo indicador de una báscula de palanca.

### BISEL

Un soporte diseñado para recibir y colocar los bordes de una lente, un medidor, una ventana o una pantalla.

### BIDIRECCIONAL

Flujo de datos en cualquier dirección por un cable entre equipos. Cada elemento del equipo puede tanto recibir como transmitir datos.

### BIT

La unidad más pequeña de información en un sistema binario, que consiste en un "0" o un "1" (formado a partir de un dígito binario).

### APAGÓN

Una pérdida repentina de la alimentación de la línea de CA, normalmente como resultado de una sobrecarga u otra falla eléctrica.

### JUNTA DE GOBERNADORES

Conferencia Nacional de Pesos y Medidas, órgano de funcionarios que establece la política del NTEP y tiene la última palabra en los litigios.

## CIRCUITO PUENTE

Una red de cuatro componentes de "tramo" conectados de modo que la señal de entrada pueda aplicarse a través de dos ramas en paralelo y la señal de salida tomarse entre dos puntos, uno a cada lado de las ramas en paralelo. En alguna relación de los cuatro brazos resultantes del circuito, los puntos de salida están al mismo potencial, y la tensión de salida es cero. Se dice entonces que el puente está equilibrado o ajustado a cero.

## APAGÓN PARCIAL

Disminución deliberada de la tensión de línea por parte de una compañía eléctrica para reducir la demanda de carga.

## C

### CALIBRACIÓN

La comparación de las salidas de celdas de carga con cargas de prueba estándar.

### CURVA DE CALIBRACIÓN

Un registro (gráfico) de la comparación de las salidas de las celdas de carga con las cargas de prueba estándar.

### BARRA EN MÉNSULA

Una celda de carga de tipo barra que tiene el centro mecanizado. Los elementos sensores de carga (galgas extensométricas) se montan en el perímetro interior de este centro mecanizado.

### CAPACITANCIA

Capacidad de un componente o material para almacenar una carga electrostática; se mide en faradios. Dado que el faradio es una cantidad muy grande, la capacitancia en aplicaciones electrónicas suele expresarse en millonésimas de faradio (microfaradios) o millonésimas de millonésima de faradio (picofaradios).

### CERMET

Aleación de cerámica y metal, normalmente carburo de titanio y níquel, utilizada como elemento de resistencia en algunas resistencias variables; acrónimo de metal cerámico.

## VARILLAS DE CONTROL

Varillas instaladas para evitar que un recipiente u otro componente del sistema de pesaje vuelque bruscamente o se desplace exageradamente. No interfieren con el desplazamiento normal ni con la expansión.

## VERIFICADOR DE PESO

Una báscula utilizada para verificar el peso predeterminado dentro de los límites prescritos.

## CLASE III

Clases de básculas utilizadas en el pesaje comercial no especificadas de otro modo; básculas para pruebas de grano, pesaje al por menor de metales preciosos y gemas semipreciosas, básculas para animales, básculas postales y básculas utilizadas para determinar los gastos de lavandería.

## CLASE IIII

Básculas de vehículos, de carga por eje, de ganado, de vías férreas, de grúas y de tolvas (que no sean tolvas de grano).

## CLC (Capacidad de carga concentrada)

Carga máxima designada por el fabricante que puede colocarse en cualquier lugar de la plataforma de una báscula para vehículos, carga por eje o ganado utilizando el patrón de prueba prescrito (un área de al menos 4 pies de largo y tan ancha como la plataforma de la báscula).

## CMOS (Semiconductor de óxido metálico complementario)

Tecnología de chip caracterizada por un bajo consumo y una elevada inmunidad al ruido. Los chips CMOS son susceptibles de sufrir daños por descargas electrostáticas (ESD).

## CC (Certificado de conformidad NTEP)

Certificación de que un dispositivo cumple todos los requisitos aplicables del catálogo 44



**ERROR COMBINADO (No linealidad e histéresis)**

La desviación máxima de la línea recta trazada entre las salidas originales en vacío y con carga nominal, expresada como porcentaje de la potencia nominal y medida tanto con cargas crecientes como decrecientes.

**COMPENSACIÓN**

La utilización de dispositivos, materiales o procesos suplementarios para minimizar las fuentes de error conocidas.

**COMPRESIÓN**

Una fuerza aplicada a una galga extensométrica que hace que los hilos de la galga se compriman y aumente su sección transversal, disminuyendo así la resistencia de esta.

**REVESTIMIENTO DE CONFORMACIÓN**

Se refiere a las celdas de carga que tienen un revestimiento protector aplicado sobre las galgas extensométricas, la regla de terminales, etc., dentro de la cavidad calibrada. La abertura de la cavidad puede cubrirse adicionalmente con placas laterales para protegerla de daños físicos. Estas celdas son adecuadas para aplicaciones normales en interiores; no deben utilizarse en aplicaciones húmedas o de lavado a presión.

**MODO CONTINUO**

Transmisión de datos de salida en serie en la que los datos se transmiten automáticamente tras cada actualización de la pantalla del indicador; suele utilizarse para interconectar indicadores con computadoras, marcadores y otros dispositivos remotos que requieren una actualización constante de los datos.

**PLANO DE CONTROL**

Un dibujo o documento proporcionado por el fabricante del aparato intrínsecamente seguro o asociado que detalla las interconexiones permitidas entre el aparato intrínsecamente seguro y el asociado.

**CPU (Unidad central de procesamiento)**

El módulo o chip informático que controla la obtención, descodificación y ejecución de instrucciones; controla las operaciones de procesamiento del dispositivo.

**FLUENCIA**

El cambio en la salida de la celda de carga que se produce con el tiempo, mientras está sometida a carga, y permaneciendo constantes todas las condiciones ambientales y otras variables; normalmente se mide con la carga nominal aplicada y se expresa como un porcentaje de la salida nominal durante un periodo de tiempo específico.

**RECUPERACIÓN DE FLUENCIA**

El cambio en la salida en vacío que se produce con el tiempo, tras la retirada de una carga que se ha aplicado durante un periodo de tiempo específico; normalmente se mide durante un periodo de tiempo específico inmediatamente después de la retirada de la carga nominal y se expresa como un porcentaje de la salida nominal.

**CORRIENTE**

Flujo de electrones que pasan por un punto en un periodo de tiempo determinado; se mide en amperios.

**CIRCUITO DE CORRIENTE**

Un método de comunicaciones en serie entre dispositivos digitales basado en la corriente; un "alto" lógico está representado por la corriente que fluye en el circuito; un "bajo" lógico está representado por la falta de corriente que fluye en el circuito.

**D****d (División)**

Valor del incremento más pequeño indicado (visualizado) por una báscula.

**AMORTIGUADOR**

Un dispositivo de amortiguación utilizado para reducir las oscilaciones de la báscula.

**CARGA MUERTA**

La fuerza fija de la báscula puente, la plataforma y otras estructuras de soporte de carga de la báscula, cuyo valor debe equilibrarse o anularse permanentemente en el sistema de pesaje o medición.

**DEFLEXIÓN**

Es el cambio de longitud a lo largo del eje primario de la celda de carga entre las condiciones en vacío y con carga nominal.

**MODO DEMANDA**

Transmisión de datos de salida en serie que requiere un comando manual "Imprimir" para iniciar los datos de salida. Suele utilizarse para conectar los indicadores a las impresoras.

**DIGITAL**

Sistema de representación de señales que emplea valores discretos en lugar de variables continuas (analógicas).

**PROMEDIO DIGITAL**

La capacidad de un indicador digital de suavizar las lecturas erráticas o con rebotes tomando varias lecturas y promediándolas entre sí antes de enviar la señal a la pantalla. Aumentar el promedio digital ralentiza la velocidad de actualización del indicador.

**DIP (Paquete doble en línea)**

Circuito integrado contenido en una carcasa estándar caracterizado por su bajo perfil, su cuerpo rectangular y la colocación simétrica de los conductores a lo largo de dos lados opuestos del dispositivo.

**BÁSCULA EN REPOSO**

Una báscula empotrada con una estructura inferior autónoma.

**MATRIZ DE PUNTOS**

Método de impresión en el que se rellena una matriz rectangular de espacios para formar caracteres alfanuméricos y de puntuación.

**DRIBLE**

En las operaciones de llenado, el valor del peso sobre el que se manipula lentamente el material para proporcionar un corte más preciso.

## DERIVA

Un cambio aleatorio en la producción en condiciones de carga constante.

## PÉRDIDA DE TENSIÓN

Pérdida temporal de energía eléctrica causada normalmente por funciones de conmutación de servicios públicos y de mantenimiento en las que se utilizan estrategias de conmutación de interrupción antes de la realización.

## E

### e (División de báscula de verificación)

Valor de una división de báscula de verificación especificado por el fabricante; establece el valor de las tolerancias y la clase de precisión.

### $e_{\min}$ (Divisiones mínimas de la báscula de verificación)

La división o valor mínimo de la báscula para la que un dispositivo cumple los requisitos aplicables, por ejemplo, una báscula de banco o de mostrador.

## CARGA EXCÉNTRICA

Cualquier carga aplicada paralela al eje primario, pero no concéntrica con él.

## EEPROM (Memoria de solo lectura programable y borrable eléctricamente)

Componente de almacenamiento de datos cuyos datos pueden leerse repetidamente; los datos almacenados pueden borrarse mediante una señal eléctrica y entonces pueden programarse nuevos datos en el componente.

## RUIDO ELÉCTRICO

Corrientes o tensiones extrañas indeseables que interfieren con las magnitudes eléctricas deseables. Algunas causas son los rayos lejanos, los radiotransmisores, los equipos de soldadura, los equipos de conmutación eléctrica, el mal contacto de las escobillas en los motores y otros dispositivos electrónicos que utilizan fuentes de alimentación conmutadas.

## ELECTRÓN

Partícula subatómica cargada negativamente que orbita alrededor del núcleo de un átomo. La corriente eléctrica es el flujo de electrones.

## CARGA ELECTROSTÁTICA

Carga eléctrica en la superficie de un objeto aislado.

## EMI (Interferencia electromagnética)

Interferencias causadas por campos eléctricos debidos al acoplamiento capacitivo, o campos magnéticos debidos a la inductancia mutua de campos electromagnéticos (ondas de radio).

## PROTECCIÓN AMBIENTAL

Se refiere a las celdas de carga que tienen una cavidad de galga extensométrica rellena con un compuesto de encapsulado. La abertura de la cavidad también suele protegerse con placas laterales sueltas o plástico moldeado para protegerla de daños físicos. Estas celdas están protegidas de los factores ambientales normales en aplicaciones de interior o exterior. No deben sumergirse ni lavarse.

## EPROM (Memoria de solo lectura programable y borrable)

Un componente de almacenamiento de datos cuyos datos pueden leerse repetidamente; los datos almacenados pueden borrarse aplicando luz ultravioleta, y entonces pueden programarse nuevos datos en el componente.

## ERROR

La diferencia algebraica entre el valor indicado y el verdadero de la carga que se está midiendo.

## ESD (Descarga electrostática)

Una descarga rápida de un potencial electrostático que puede causar daños en los circuitos integrados.

## EXCITACIÓN

La tensión o corriente aplicada a los terminales de entrada de la celda de carga. La mayoría de las celdas de carga tienen una tensión nominal de excitación de 10 VCC. Hay celdas de carga disponibles con valores nominales de 15, 20 y 25 VCC y también algunas que tienen valores nominales de excitación tanto de CA como de CC.

## RECORTE DE EXCITACIÓN

Método para igualar las salidas de las celdas de carga en un sistema multicelda ajustando la tensión de excitación a cada celda de carga individual. El ajuste se realiza modificando la configuración de una resistencia variable en serie con la entrada de excitación.

## CAJA ANTIDFLAGRANTE

Una carcasa capaz de resistir una explosión de un gas o vapor específico que pueda producirse en su interior, y de impedir la ignición del gas que rodea la carcasa. La carcasa también debe funcionar a una temperatura exterior tal que sea incapaz de inflamar la atmósfera que la rodea.

## F

## SISTEMA DE FÁBRICA MUTUO (FM) APROBADO

Todos los productos que muestran este símbolo han sido aprobados para su uso en ubicaciones peligrosas (clasificadas) cuando se siguen los procedimientos y planos de instalación adecuados y se utilizan barreras de seguridad intrínseca.

## FLEXORES

Finas bandas o placas de acero o plástico que sustituyen a los pivotes y cojinetes de una báscula convencional, lo que permite un menor movimiento y reduce la fricción.

## FULCRO

Un punto de giro para una palanca.

## DÚPLEX COMPLETO

Transmisión de datos simultánea, bidireccional e independiente en ambas direcciones.

## G

### FUENTE DE ALIMENTACIÓN CONMUTADA

Una fuente de alimentación que permite la conducción solo cuando la magnitud de la señal está dentro de los límites especificados.

### GRADUACIÓN

Marca en un instrumento o recipiente que indica grados o cantidad.

## H

### MEDIO DÚPLEX

Transmisión de datos en ambas direcciones, pero no simultáneamente (véase Dúplex completo).

### CATÁLOGO 44 (H-44)

Un conjunto completo de requisitos de dispositivos de medición y pesaje utilizados en actividades comerciales y de aplicación de la ley; no es una ley federal, sino que se elabora y actualiza de forma anual por la Conferencia Nacional de Pesos y Medidas (NCWM). Su nombre completo es "Specifications, Tolerances, and Other Technical Requirements for Weighing and Measuring Devices" (Especificaciones, tolerancias y otros requisitos técnicos de dispositivos de medición y pesaje).

### PROTOCOLO DE ENLACE

Intercambio de señales predeterminadas entre dos dispositivos con fines de control.

### LUGAR PELIGROSO (CLASIFICADO)

Lugar en el que pueden existir riesgos de incendio o explosión debido a la presencia de gases o vapores inflamables, líquidos inflamables, polvo combustible o fibras o volantes fácilmente inflamables.

### SELLADO HERMÉTICO

Se refiere a las celdas de carga que tienen una cubierta protectora metálica soldada en su lugar para proteger la cavidad de la galga extensométrica. Algunas celdas de este tipo tienen una protección adicional en la entrada del cable, como un sello de vidrio-metal. Estas celdas de carga ofrecen la mejor protección posible en entornos químicos o de lavado a presión exigentes.

### FILTRO DE PASO ALTO

Un filtro que pasa componentes de frecuencia por encima de una frecuencia designada y rechaza componentes por debajo de esa frecuencia.

### HISTÉRESIS

La diferencia máxima entre las lecturas de salida de la celda de carga para la misma carga aplicada. Una lectura se obtiene aumentando la carga desde cero y la otra disminuyendo la carga desde la carga nominal. Las mediciones deben realizarse lo más rápidamente posible para minimizar la fluencia. La histéresis se mide como porcentaje de la salida nominal a escala completa (% F.S.). Los valores habituales de histéresis de las celdas de carga son 0,02% F.S., 0,03% F.S. y 0,05% F.S.

## I

### FACTORES DE INFLUENCIA

Elementos ambientales que pueden alterar o interrumpir una indicación electrónica o mecánica (por ejemplo, temperatura, humedad, interferencias de radiofrecuencia, presión barométrica, energía eléctrica).

### RESISTENCIA DEL PUENTE DE ENTRADA

La resistencia de entrada de la celda de carga. Se mide colocando un óhmetro a través de los cables de entrada o de excitación. Suele ser mayor que la resistencia del puente de salida debido a la presencia de resistencias de compensación en el circuito de excitación.

### INTERFAZ

Dispositivo o circuito que permite la comunicación entre dos unidades. Algunas de las interfaces estándar utilizadas en la industria de las básculas son circuitos de corriente de 20 mA, BCD, RS-232, RS-422 y RS-485.

### CIRCUITO INTRÍNECAMENTE SEGURO

Circuito en el que cualquier chispa o efecto térmico es incapaz de provocar la ignición de una mezcla de material inflamable o combustible en el aire en las condiciones de prueba prescritas en su concentración más fácilmente inflamable.

### SISTEMA INTRÍNECAMENTE SEGURO

Conjunto de aparatos de seguridad intrínseca interconectados, aparatos asociados y cables de interconexión en el que las partes del sistema, que pueden utilizarse en lugares peligrosos (clasificados), son circuitos de seguridad intrínseca; puede incluir más de un circuito de seguridad intrínseca.

### BARRERA DE SEGURIDAD INTRÍNECA

Una red diseñada para limitar la energía (tensión y corriente) disponible para el circuito protegido en el lugar peligroso (clasificado) en condiciones de falla especificadas.

### BUS DE TIERRA DE SEGURIDAD INTRÍNECA

Un sistema de puesta a tierra que tiene un conductor dedicado, separado del sistema de alimentación, para que las corrientes de tierra no fluyan normalmente, y que está conectado de forma fiable a un electrodo de tierra de acuerdo con el artículo 200 de NEC.

### RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

La resistencia de CC medida entre el circuito de la celda de carga y la estructura de la celda de carga; normalmente se mide a 50 VCC y en condiciones de prueba estándar.

## GRADO DE PROTECCIÓN CONTRA INTEMPERIE (IP)

Sistema de clasificación que define la protección de un producto o carcasa contra la entrada de objetos sólidos y líquidos. En la página 9 encontrará un gráfico que define el sistema de clasificación IP.

## E/S (Entrada/Salida)

Los circuitos o dispositivos que permiten a una unidad digital enviar (salida) datos y recibir (entrada) datos.

## J

### CAJA EN J (Caja de unión)

Una caja o carcasa utilizada para unir diferentes tramos de cable o cableado; contiene espacio y terminales para conectar y derivar los conductores encerrados y ajustes para proporcionar el recorte de la celda de carga.

## L

### ENCLAVAMIENTO

Para mantener un estado cerrado (energizado) en un par de contactos de relé tras la energización inicial a partir de un solo impulso eléctrico.

### RELÉ DE ENCLAVAMIENTO

Un relé que se bloquea en el modo para el que está activado (Encendido o Apagado); requiere un botón de arranque-parada; una vez activado permanece así hasta que se alcanza el punto de ajuste o se pulsa el botón de parada.

### LED (Diodo emisor de luz)

Fuente de luz semiconductor que emite luz visible o radiación infrarroja invisible.

### PALANCA

Una herramienta que transfiere la fuerza por igual con reducción o multiplicación.

### CARGA VIVA

La carga aplicada a la base de una báscula que está siendo medida realmente por el sistema de pesaje.

## CARGA

El peso o la fuerza aplicada a la celda de carga.

### CELDA DE CARGA

Un dispositivo que genera una señal de salida proporcional a la fuerza o peso aplicada. Los tipos de celdas de carga son los de barra, barra en S, plataforma, compresión y tensión.

### FILTRO DE PASO BAJO

Filtro que deja pasar los componentes de frecuencia por debajo de una frecuencia determinada y rechaza los componentes por encima de esa frecuencia.

## M

### MASA

La cantidad de materia de un cuerpo.

### MEGÓHMETRO

Un óhmetro especial para medir resistencias en el rango de los megaohmios (10<sup>6</sup> ohmios); también llamado megger.

### RESISTENCIA DE PELÍCULA METÁLICA

Resistencia fija o variable en la que el elemento de resistencia es una película fina o gruesa de una aleación metálica depositada sobre un sustrato de material plástico o cerámico.

### MICRO

Prefijo que significa millonésimas (10<sup>-6</sup>); su símbolo es "μ".

### MICROVOLTIOS POR GRADUACIÓN

El número de microvoltios de señal de carga viva que se necesitan para cambiar la visualización.

### CARGA MUERTA MÍNIMA - Celdas de carga

Se especifica una carga muerta mínima para las celdas de carga NTEP. En una aplicación determinada, la carga muerta aplicada a cada celda debe ser superior o igual a la carga muerta mínima especificada por el fabricante de la celda de carga.

## DETECCIÓN DE MOVIMIENTO

Circuito utilizado en un visor para detectar cuándo los datos de peso visualizados están cambiando a un ritmo superior a los límites preestablecidos (o son inestables) y para inhibir determinadas funciones durante este tiempo. Las funciones inhibidas pueden ser la salida de datos, la introducción de un autocero por botón, la introducción de un valor de autotara o la activación del seguimiento del cero.

### MOV (Varistor de óxido metálico)

Resistencia dependiente de la tensión cuya resistencia cambia previsiblemente con la tensión aplicada; se utiliza en los protectores contra transitorios como dispositivo de protección en derivación.

## N

### $n_{\text{máx}}$ (Número máximo de divisiones de báscula)

El número máximo de divisiones de báscula para las que se ha aprobado un producto. El  $n_{\text{máx}}$  debe ser mayor o igual que el número de divisiones para las que se configurará la báscula.

### LÓGICA NEGATIVA

Lógica binaria en la que un estado negativo alto representa una condición "1" y un estado negativo bajo representa un estado "0".

### NEMA

Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos.

### NCWM (Conferencia Nacional de Pesos y Medidas)

Una asociación de funcionarios estatales y locales. Representantes federales y de la industria que adoptan leyes y reglamentos uniformes (modelo) (por ejemplo, el Catálogo 44 de NIST).

### NIST (Instituto Nacional de Normas y Tecnología)

Una agencia del Gobierno federal para la que son trazables todas las mediciones de precisión. Antes, Oficina Nacional de Normalización (NBS).

**CAPACIDAD DE CARGA NOMINAL**

La capacidad máxima normal diseñada de la celda de carga. La sensibilidad de la celda de carga de salida se basa en esta capacidad a menos que se especifique lo contrario.

**RELÉS SIN ENCLAVAMIENTO**

Relés que se mantendrán en el nivel lógico en función de los datos del punto de ajuste actual. Estos relés “conmutarán” de los estados activado a desactivado en función de la señal que se les envíe.

**NO LINEALIDAD**

La desviación máxima de la curva de calibración respecto a una línea recta trazada entre las salidas en vacío y con carga nominal. Se expresa en porcentaje de la salida nominal a escala completa. Se mide solo con una carga creciente. Los valores comunes de no linealidad son 0,02% F.S. y 0,03% F.S.

**MEMORIA NO VOLÁTIL**

Medio de almacenamiento informático cuyo contenido permanece inalterado cuando se desconecta la alimentación; el contenido está disponible cuando se vuelve a conectar la alimentación.

**NTEP (Programa Nacional de Evaluación de Tipos)**

Un programa de cooperación entre la Conferencia Nacional de Pesos y Medidas (NCWM), NIST, funcionarios públicos de pesos y medidas y el sector privado para determinar la conformidad de un equipo de pesaje con las disposiciones del H-44.

**O****OEM (Fabricante de equipo original)**

Un fabricante que produce equipos para ser utilizados o incluidos por otro fabricante en su producto.

**OHMIOS**

La unidad de resistencia eléctrica. La resistencia a través de la cual circulará una corriente de un amperio cuando se aplique una tensión de un voltio.

**LEY DE OHM**

La relación entre corriente, tensión y resistencia. La corriente varía directamente con la tensión e inversamente con la resistencia ( $I = E/R$ , donde  $I$  = corriente,  $E$  = tensión y  $R$  = resistencia).

**SALIDA**

La señal producida por la celda de carga en la que la salida es directamente proporcional a la excitación y a la carga aplicada. La señal debe estar en términos como milivoltios por voltio (mV/V) o voltios por amperio (V/A).

**RESISTENCIA DEL PUENTE DE SALIDA**

La resistencia de salida de la celda. Se mide colocando un óhmetro entre los cables de señal o de salida. Las resistencias de puente habituales son 350  $\Omega$ , 480  $\Omega$ , 700  $\Omega$ , 750  $\Omega$  y 1000  $\Omega$ .

**SALIDA, nominal**

La diferencia algebraica entre las salidas en vacío y con carga nominal.

**SOBRECARGA NOMINAL, segura**

La carga máxima, en porcentaje de la capacidad nominal, que puede aplicarse sin producir un cambio permanente en las características de funcionamiento más allá de las especificadas.

**SOBRECARGA NOMINAL, máxima**

La carga máxima, en porcentaje de la capacidad nominal, que puede aplicarse sin producir una falla estructural.

**OWM**

Oficina de Pesos y Medidas del NIST.

**OIML (Organización Internacional de Metrología Legal)**

Un organismo de tratados que recomienda requisitos técnicos para equipos de medición y pesaje antes de la venta o distribución de un modelo o tipo dentro de una región, nación, etc.

**P****CIRCUITO PARALELO**

Un circuito en el que los componentes están conectados entre sí. La tensión aplicada a cada componente es la misma.

**COMUNICACIONES PARALELAS**

Tipo de comunicación de datos en la que se actúa sobre todos los elementos de un elemento de información (bits, en una palabra) simultáneamente, en lugar de uno a la vez como en las comunicaciones en serie.

**PARIDAD**

Método de comprobación de errores en que se envía un bit adicional para establecer un número par o impar de unos en los datos de un carácter.

**PAZ (Autocero por botón)**

Ampliación de la función AZM de un indicador digital de pesaje mediante el uso de un pulsador frontal.

**PESA CORREDIZA**

Un peso móvil que contrapesa la carga en una báscula.

**PUERTO**

Punto en el que se pueden introducir o extraer señales de un circuito, dispositivo o sistema.

**POTENCIÓMETRO**

Una resistencia variable empleada como divisor de tensión.

**CELDA ENCAPSULADA**

Una celda de carga que está sellada al ambiente rellenando la cavidad de la galga extensométrica con un material que protege las galgas de riesgos ambientales como la humedad. El material de encapsulado no debe interferir con el movimiento normal de las galgas extensométricas y debe permitir que estas vuelvan a su posición normal de salida cero.

**PRACT**

Valor de peso que se fija para tener en cuenta el material en suspensión durante una operación de llenado.

## **PRESURIZACIÓN**

El proceso de suministrar a una carcasa aire limpio o un gas inerte con o sin flujo continuo a una presión suficiente para evitar la entrada de polvo combustible.

## **EJE PRIMARIO**

El eje a lo largo del cual la celda de carga está diseñada para ser cargada; normalmente su línea central geométrica.

## **COMPONENTE PROTECTOR**

Un componente o conjunto que tiene tan pocas probabilidades de resultar defectuoso de forma que disminuya la seguridad intrínseca del circuito que puede considerarse no sujeto a fallas cuando se realizan análisis o pruebas de seguridad intrínseca.

## **PURGA**

El proceso de suministrar a una carcasa aire limpio o un gas inerte con un caudal y una presión positiva suficientes para reducir, hasta un nivel seguro aceptable, la concentración de cualquier gas o vapor inflamable inicialmente presente, y mantener este nivel seguro mediante presión positiva con o sin flujo continuo.

# **R**

---

## **CONDUCTO PARA CABLES**

Un canal cerrado diseñado para sujetar alambres, cables o barras colectoras.

## **IMPERMEABLE**

Una carcasa construida, protegida o tratada de forma que impida que la lluvia interfiera en el buen funcionamiento del aparato en las condiciones de prueba especificadas.

## **HERMÉTICO A LA LLUVIA**

Una carcasa construida o protegida de tal forma que la exposición a una lluvia batiente no provoque la entrada de agua en las condiciones de prueba especificadas.

## **RAM (Memoria de acceso aleatorio)**

Un dispositivo de almacenamiento de datos al que se puede acceder en cualquier orden. Se conoce como memoria de lectura/escritura, ya que la información puede escribirse en la memoria y, a continuación, el microprocesador puede leerla cuando la necesite. El contenido de la RAM se pierde cuando se apaga el sistema.

## **REACTANCIA**

La oposición ofrecida al flujo de corriente alterna por la capacitancia pura, la inductancia pura o una combinación de ambas. Su unidad es el "ohmio".

## **NORMA DE REFERENCIA**

Dispositivo de medición de fuerza cuyas características se conocen con precisión en relación con un patrón primario.

## **DETECCIÓN REMOTA**

Un método para regular la tensión de excitación de las celdas de carga. Algunos indicadores compensan las caídas de tensión que se producen entre el indicador y las celdas de carga aumentando la tensión de salida de excitación del indicador; otros indicadores compensan esta caída de tensión amplificando la señal de retorno de la celda de carga.

## **REPETIBILIDAD**

La diferencia máxima entre las lecturas de salida de la celda para cargas repetidas en condiciones de carga y ambientales idénticas; la capacidad de un instrumento, sistema o método para dar un rendimiento o resultados idénticos en instancias sucesivas.

## **RESISTENCIA**

Oposición al flujo de corriente ofrecida por un componente puramente resistivo; simple oposición al flujo de corriente. Medida en ohmios. Véase REACTANCIA.

## **RESISTIVIDAD**

La resistencia eléctrica que ofrece un cubo unitario de material al flujo de corriente continua entre las caras opuestas del cubo. Se mide en "ohmicentímetros".

## **RESOLUCIÓN**

El cambio más pequeño en la entrada mecánica que produce un cambio detectable en la señal de salida.

## **RFI (Interferencias de radiofrecuencia)**

Energía de radiofrecuencia de magnitud suficiente para afectar posiblemente al funcionamiento de otros equipos eléctricos.

## **ROM (Memoria de solo lectura)**

Unidad de memoria en la que se almacenan permanentemente instrucciones o datos para su uso por la máquina o para su consulta por el usuario. La información almacenada se lee de forma no destructiva y no se puede escribir posteriormente ninguna información en la memoria.

## **RS-232**

Método de comunicación de datos en serie basado en la tensión que se utiliza para transferir datos entre dispositivos digitales. Dos hilos transportan los datos; un hilo es la masa de la señal, y pueden utilizarse varios hilos de control para el protocolo. Un "alto" lógico es de -3 a -25 voltios y un "bajo" lógico es de +3 a +25 voltios. La distancia de transmisión debe limitarse a 50 pies.

# **S**

---

## **CAPACIDAD DE SOBRECARGA SEGURA**

La carga máxima, en porcentaje de la capacidad nominal, que puede aplicarse sin producir un cambio permanente en las características de funcionamiento más allá de las especificadas. Una sobrecarga segura común es del 150% F.S.

## **FACTOR DE SEGURIDAD**

Cifra que indica la sobrecarga (y su tolerancia) que puede soportar un dispositivo antes de averiarse.

## **BÁSCULA**

Un dispositivo para pesar, comparar y determinar el peso o la masa.

**SENSIBILIDAD**

La relación entre el cambio en la producción y el cambio en la entrada mecánica.

**TRANSMISIÓN SERIAL**

Método de transmisión de datos en el que cada bit de información se envía secuencialmente por un único canal.

**PUNTO DE AJUSTE**

En un bucle de control de realimentación, el punto que determina el valor deseado de la cantidad que se controla.

**BARRA DE CIZALLAMIENTO**

Una celda de carga en barra de flexión en que las galgas extensométricas están montadas sobre un alma delgada de material en una cavidad mecanizada en la celda de carga.

**PRUEBA DE CAMBIO**

Prueba destinada a revelar el rendimiento de pesaje de una báscula bajo carga descentrada.

**CARGA DE CHOQUE**

Un aumento repentino de la carga provocado generalmente por la caída de peso sobre la báscula. Puede causar daños permanentes en la celda de carga.

**CARGA LATERAL**

Cualquier carga que actúe a 90° respecto al eje primario en el punto de aplicación de la carga axial.

**RECORTE DE SEÑAL**

Un método para igualar las salidas de las celdas de carga en un sistema multicelda ajustando la tensión de la señal de salida mediante una resistencia variable colocada a través de los cables de señal.

**SIP (Paquete de señal en línea)**

Un encapsulado plano moldeado para componentes que tiene orejetas terminales a lo largo de un lado; la mitad de un paquete doble en línea (DIP).

**AMPLITUD**

La diferencia entre el valor más alto y el más bajo.

**PERIODO DE ESTABILIZACIÓN**

El tiempo necesario para garantizar que cualquier cambio posterior en el parámetro que se está midiendo es tolerable.

**PILA**

Un área de almacenamiento temporal en la memoria de una computadora que consiste en un pequeño grupo de registros. Los datos almacenados en la pila se recuperan de ella en orden inverso al que se almacenaron.

**CONDICIONES DE ENSAYO ESTÁNDAR**

Las condiciones ambientales en las que deben realizarse las mediciones, cuando las mediciones en cualquier otra condición pueden dar lugar a desacuerdos entre observadores en diferentes momentos y lugares. Las condiciones son las siguientes:  
Temperatura: 72 °F ± 3,6 (23 °C ± 2)  
Presión barométrica: 28 a 32 pulg. Hg.

**CAPACIDAD DE SOBRECARGA ESTÁTICA**

Capacidad como porcentaje de la capacidad límite de carga nominal, en que la celda de carga puede cargarse con seguridad hasta este límite sin que ello afecte negativamente a su rendimiento ni modifique su balance cero u otras especificaciones.

**TIRANTES**

Varillas instaladas para sujetar rígidamente un recipiente u otro componente del sistema de pesaje en posición horizontal. Tendrán poco efecto en la precisión del sistema si se instalan correctamente.

**GALGA EXTENSOMÉTRICA**

Dispositivo para detectar la tensión que una determinada fuerza produce en un cuerpo. La galga consta de uno o varios cables finos cementados a la superficie sometida a prueba. A medida que la superficie se tensa, los alambres se estiran o comprimen, cambiando su resistencia. Una celda de carga se compone de varias galgas extensométricas.

**T****TARE**

El peso de un recipiente o vehículo vacío, o el valor de sustracción del peso bruto.

**COEFICIENTE DE TEMPERATURA**

Cifra que indica el grado de deriva de una cantidad bajo la influencia de la temperatura.

**EFECTO DE TEMPERATURA, en salida nominal**

El cambio en la salida nominal debido a un cambio en la temperatura ambiente. Suele expresarse como el porcentaje de cambio en la salida nominal por cada 100 °F (37 °C) de cambio en la temperatura ambiente.

**EFECTO DE TEMPERATURA, en balance cero**

El cambio en el balance cero debido a un cambio en la temperatura ambiente. Suele expresarse como el cambio en el balance cero en porcentaje de la potencia nominal por cada 100 °F (37 °C) de cambio en la temperatura ambiente.

**RANGO DE TEMPERATURA, compensado**

El rango de temperatura sobre el que se compensa la celda de carga para mantener la salida nominal y el balance cero dentro de unos límites específicos.

**RANGO DE TEMPERATURA, seguro**

Las temperaturas extremas dentro de las cuales la celda de carga funcionará sin cambios adversos permanentes en ninguna de sus características de rendimiento.

**RESISTENCIA DE TERMINAL, esquina a esquina**

La resistencia del circuito de la celda de carga medida en terminales de puente adyacentes específicos a temperatura estándar sin carga aplicada y con los terminales de excitación y salida en circuito abierto.

### **RESISTENCIA DE TERMINAL, entrada (excitación)**

La resistencia del circuito de la celda de carga medida en los terminales de excitación a temperatura estándar sin carga aplicada y con los terminales de salida (señal) en circuito abierto.

### **RESISTENCIA DE TERMINAL, salida (señal)**

La resistencia del circuito de la celda de carga medida en los terminales de la señal de salida a temperatura estándar sin carga aplicada y con los terminales de excitación en circuito abierto.

### **TOLERANCIA**

La cantidad de error que se permite en un valor. Suele expresarse como un porcentaje del valor nominal, más o menos tantas unidades de medida.

### **TRAZABILIDAD**

El proceso de transferencia paso a paso mediante el cual se puede relacionar la calibración de la celda de carga con normas primarias.

### **TRANSDUCTOR**

Dispositivo que convierte la energía de una forma a otra.

### **TRANSITORIO**

Una sobretensión momentánea en una señal o línea eléctrica. Puede producir señales falsas o impulsos de disparo y provocar averías y fallas en el aislamiento o en los componentes.

### **TRIAC**

Dispositivo de conmutación bidireccional de silicio de tres terminales, controlado por compuerta, que puede conmutar corrientes alternas o continuas.

### **RECORTE**

Para realizar un ajuste fino, como el de las salidas de las celdas de carga en un sistema multicelda.

## **U**

---

### **CAPACIDAD DE SOBRECARGA MÁXIMA**

La carga máxima, en porcentaje de la capacidad nominal, que puede aplicarse a una celda de carga sin producir una falla estructural.

## **V**

---

### **$v_{\min}$ (División mínima de la báscula de verificación/celda de carga)**

Parámetro utilizado para seleccionar celdas de carga para aplicaciones aprobadas por NTEP. Para las aplicaciones de una sola celda,  $v_{\min}$  debe ser menor o igual que el tamaño de división de la báscula; para las conversiones de báscula mecánica que utilizan una celda de carga,  $v_{\min}$  debe ser menor o igual que el tamaño de división de la báscula dividido por el múltiplo de la báscula. Para una báscula que utilice más de una celda de carga,  $v_{\min}$  debe ser menor o igual que la división de la báscula dividida por la raíz cuadrada del número de celdas.

### **MEMORIA VOLÁTIL**

Un medio de almacenamiento informático cuyo contenido se pierde cuando hay una pérdida de energía.

### **VOLTIOS**

La unidad de tensión, diferencia de potencial y fuerza electromotriz. Un voltio enviará una corriente de un amperio a través de una resistencia de un ohmio.

### **TENSIÓN**

La diferencia de potencial eléctrico que existe entre dos puntos y que es capaz de producir un flujo de corriente cuando se conecta un circuito cerrado entre los dos puntos.

### **CAÍDA DE TENSIÓN**

Disminución temporal del nivel de tensión que dura al menos un ciclo de corriente alterna.

### **PICO DE TENSIÓN**

Gran impulso de tensión dañino causado cuando un rayo cae sobre una línea eléctrica, una línea de comunicación, una línea de señal o de detección, o incluso sobre el suelo cercano.

### **SOBRETENSIÓN**

Un aumento temporal del nivel de tensión que dura al menos un ciclo de corriente alterna.

## **W**

---

### **MASA DE CONDUCTO DE AGUA**

Una conexión a tierra realizada pasando un cable resistente hasta el conducto de agua fría más cercano.

### **ESTANCO AL AGUA**

Una carcasa construida de tal forma que la humedad no penetre en ella en las condiciones de prueba especificadas.

### **A PRUEBA DE INTEMPERIE**

Una carcasa construida o protegida de forma que la exposición a la intemperie no interfiera con el buen funcionamiento del equipo que contiene.

### **PESO**

La fuerza o cantidad de atracción gravitatoria por la que un objeto o cuerpo es atraído hacia el centro de la tierra.

## **Z**

---

### **DIODO ZENER**

Un diodo semiconductor que se utiliza en la condición de polarización inversa. Presenta una ruptura no destructiva a una tensión inversa predeterminada, por lo que mientras el diodo esté funcionando en esta región de ruptura, un aumento del flujo de corriente a través del diodo no provocará un aumento de la caída de tensión a través del diodo. Se utiliza en circuitos de regulación de tensión y como dispositivo limitador de tensión en barreras de seguridad intrínseca.



**BALANCE CERO**

La señal de salida de la celda de carga con excitación nominal y sin carga aplicada, normalmente expresada en porcentaje de la salida nominal.

**RETORNO A CERO**

La diferencia en el balance cero medida inmediatamente antes de la aplicación de la carga nominal de duración especificada, medida después de la retirada de la carga, y cuando la salida se ha estabilizado.

**CAMBIO DE CERO, permanente**

Un cambio permanente en la salida en vacío.

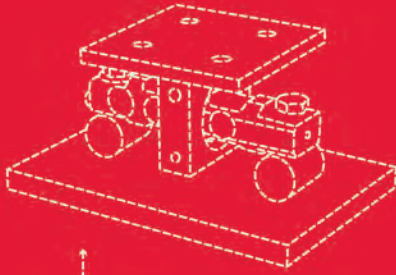
**ESTABILIDAD DE CERO**

El grado en que la celda de carga mantiene su balance cero con todas las condiciones ambientales y otras variables constantes.



Rice Lake ofrece continuamente videos de capacitación en web de un conjunto creciente de asuntos relacionados con productos sin costo alguno.

[www.ricelake.com/webinars](http://www.ricelake.com/webinars)



Visite nuestro sitio web  
**[www.ricelake.com/lcwm](http://www.ricelake.com/lcwm)**

para este manual y otra información  
útil sobre celdas de carga y  
módulos de pesaje



**RICE LAKE**<sup>®</sup>  
WEIGHING SYSTEMS

230 W. Coleman St. • Rice Lake, WI 54868 • EE.UU.

EE.UU.: 800-472-6703 • Canadá/México: 800-321-6703 • Directo: 715-234-9171 • FAX: 715-234-6967 • [www.ricelake.com](http://www.ricelake.com)

© 2024 Rice Lake Weighing Systems • PN 119672 es-LA Rev D • 24 de enero, 2024  
Especificaciones sujetas a cambio sin previo aviso.