

Manual de Celdas de Carga y Módulos de Pesaje

Una Amplia Guía a la Teoría de las
Celdas de Carga, su Construcción
e Instalación



RICE LAKE
WEIGHING SYSTEMS

www.ricelake.com
800-472-6703

Una Compañía con Registro ISO 9001
© Rice Lake Weighing Systems. Derechos Reservados.

Rice Lake Weighing Systems® es una marca industrial registrada por
Rice Lake Weighing Systems.
Todas las marcas o nombres de productos dentro de esta publicación son
marcas registradas por sus respectivas compañías.

Toda la información contenida en esta publicación es, a lo mejor de nuestro conocimiento,
completo y preciso al momento de la publicación. Rice Lake Weighing Systems se reserve
el derecho de realizar cambios a la tecnología, características,
especificaciones y diseño del equipo sin previo aviso.

La versión más reciente de esta publicación, software, firmware y la actualización de otros
productos puede localizarse en nuestra página web:

www.ricelake.com

Contenido

Introducción a las Celdas de Carga	1
1.0 Tipos de Celda de Carga	2
2.0 Construcción de la Celda de Carga	5
3.0 Selección de Celdas de Carga	5
4.0 Principios de Introducción de la Carga	8
5.0 Teoría del Circuito CD	11
6.0 Teoría Eléctrica de la Celda de Carga	23
7.0 Certificado de Calibración Rice Lake Weighing Systems	27
Módulos de Pesaje	29
8.0 Módulos de Pesaje: Tipo Viga (Single-Ended Beam)	30
9.0 Módulos de Pesaje: Tipo Viga de Doble Apoyo (Double-Ended Beam)	37
10.0 Módulos de Pesaje: Tipo Botella (Compression Canister)	43
11.0 Módulos de Pesaje: Tipo S (S-Beam)	45
Diseño de Sistemas de Pesaje de Recipientes	49
12.0 Sistemas de Pesaje de Materiales a Granel	50
13.0 Maximización de la Precisión del Sistema	56
14.0 Selección de Soportes y Capacidad de la Celda de Carga	58
15.0 Expansión Térmica de Recipiente y Barra Estabilizadora	59
16.0 Cálculo del Volumen de Tanques	61
17.0 Efectos de Viento y Sísmico en la Estabilidad de un Recipiente	69
Anexados del Recipiente	75
18.0 Tubería Anexada (Conectada) a Recipientes de Pesaje	76
19.0 Guías para Colocación de Tubería	81
20.0 Sistemas de Restricción de Recipientes	84
21.0 Sistemas de Baja Precisión: Montaje Parcial Sobre Muelle	87
Consejos de Instalación y Servicio	89
22.0 Determinación de Microvolts por Graduación	90
23.0 Guía de Seguridad Para Montaje de Celdas de Carga	91
24.0 Nivelación de Celdas de Carga	93
25.0 Solución de Problemas en Celdas de Carga	97
26.0 Guía de Calibración de Sistema de Recipiente de Pesaje	99
Apéndice	103
27.0 Unidades de Medición	104
28.0 Glosario	105



Seminarios de capacitación técnica están disponibles de Rice Lake Weighing Systems.
 Pueden ver las descripciones de los cursos y las fechas al www.ricelake.com
 o las pueden obtener por llamar al 715-234-9171 y preguntar por el
 Training Department [Departamento de Capacitación].



Rice Lake continuamente ofrece capacitación gratis a través de la web sobre una selección cada vez más grande de temas relacionados con nuestros productos. Visiten www.ricelake.com/webinars.

Introducción a las Celdas de Carga

1.0	Tipos de Celda de Carga	2
1.1	Tipo Botella (Canister)	2
1.2	Tipo Viga (Single-Ended Shear Beam)	2
1.3	Tipo Viga de Doble Apoyo (Double-Ended Shear Beam)	3
1.4	Tipo Viga en Cantiléver o de Ménsula (Cantilever Beam)	3
1.5	Tipo S (S-Beam)	4
1.6	Tipo Plataforma (Platform)	4
2.0	Construcción de la Celda de Carga	5
2.1	Materiales	5
2.1.1	Celdas de Carga de Aluminio	5
2.1.2	Celdas de Carga de Aleación de Acero	5
2.1.3	Celdas de Carga de Acero Inoxidable	5
3.0	Selección de Celdas de Carga	5
3.1	Protegidas Ambientalmente	6
3.2	Herméticamente Selladas	6
3.3	Guía de Clasificación para Protección de Ingreso (Ingress Protection, IP)	7
4.0	Principios de Introducción de la Carga	8
4.1	Carga Ideal	8
4.2	Carga Angular	8
4.3	Carga Excéntrica	9
4.4	Carga Lateral	9
4.5	Cargas de Torsión	10
5.0	Teoría del Circuito CD	11
5.1	Electrón	11
5.2	Corriente y Voltaje	11
5.3	Resistencia Eléctrica	11
5.4	Circuitos de Corriente Directa	11
5.4.1	Circuito de Resistencias en Serie	12
5.4.2	Circuito de Resistencias en Paralelo	14
5.4.3	Circuito de Resistencias en Serie-Paralelo	16
5.5	Tamaño del Conductor	20
5.6	Calibrador de Tensión	20
5.7	Puente de Wheatstone	20
5.8	Celda de Carga	21
6.0	Teoría Eléctrica de la Celda de Carga	23
6.1	Cableado	23
6.2	Datos de Calibración	23
6.3	Señal de Salida	24
7.0	Certificado de Calibración Rice Lake Weighing Systems	27

1.0 Tipos de Celda de Carga

Las celdas de carga están construidas en varios tipos y tamaños para diferentes aplicaciones. Esta sección analiza las diferentes celdas de carga disponibles.

1.1 Tipo Botella (*Canister*)

La celda de carga tipo botella es el diseño más reciente. Está sellada herméticamente y soldada para proteger los calibradores. Ver Figura 1-1. La popularidad de esta celda de carga ha disminuido debido a su costo, que es 2 y 3 veces mayor que la celda de carga de barra flexible. Estas celdas de carga son construidas de dos formas: columna sencilla y columna múltiple. Las de columna sencilla normalmente no soportan cargas laterales por arriba del 15%. Las de columna múltiple soportan mayor carga lateral que las de columna sencilla. Las capacidades de estas celdas de carga fluctúan desde 100 lb (45 kg) hasta 500,000 l (227 kg). No hay forma de identificar qué celdas de carga son de columna sencilla o múltiple con base en el etiquetado o inspección visual. Consulte las especificaciones del fabricante o la Guía de Celdas de Carga de Rice Lake Weighing Systems para determinar sus especificaciones.

Las celdas de carga tipo botella están construidas con acero inoxidable o acero de alta aleación con recubrimiento epóxico. Su clasificación de excitación va desde 5 VCD hasta 15 VCD. Los puentes de resistencias son de 350 Ω y 480 Ω .

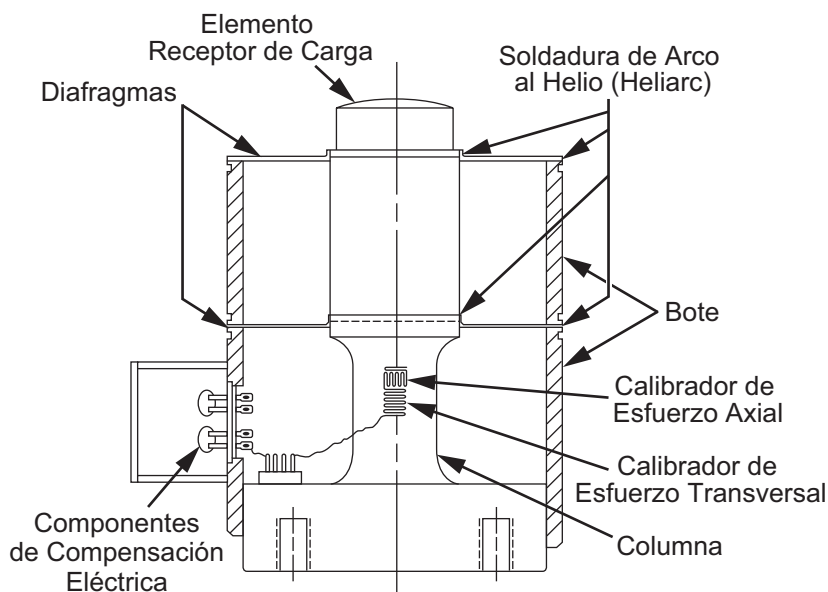


Figura 1-1. Celda de Carga Tipo Botella

1.2 Tipo Viga (*Single-Ended Shear Beam*)

La celda de carga tipo viga está diseñada para aplicaciones de básculas de perfil bajo y procesos. La cavidad del calibrador de tensión cuenta con un diafragma metálico delgado en donde están montados los calibradores. El rango normal de capacidades fluctúa desde 1,000 lb (454 kg) hasta 20,000 lb (9,072 kg), pero algunos fabricantes ofrecen hasta 40,000 lb (18,100 kg). Un extremo de la viga cuenta con las perforaciones de montaje y en el otro extremo se aplica la carga. La celda de carga deberá montarse en una superficie plana y lisa, con pernos de alta resistencia. Las mayores celdas de carga cuentan con más de 2 perforaciones de montaje para colocar pernos extra y guardar al herramental de elongaciones debidas a la tensión de la carga. Ver Figura 1-2. Estas celdas de carga operan mejor en un rango de temperaturas entre 15 a 115°F (-9a 46°C). Su rango de máxima operación segura con cambios mínimos de desempeño es de 0 a 150°F (-17 a 65°C). La salida en cero de estas celdas deberá verificarse frecuentemente cuando opera a altas temperaturas. Las sobrecargas que excedan el rango seguro de su clasificación, pueden afectar permanentemente su precisión y desempeño. Los golpes con cargas que excedan en 120% su clasificación, pueden afectar su calibración y deben evitarse. Estas celdas de carga pueden estar construidas en aleación de acero o en acero inoxidable para usarse en ambientes agresivos. Solo porque la celda de carga esté fabricada en acero inoxidable, no significa que pueda emplearse en ambientes de lavado intenso. Un sellado adecuado es importante.

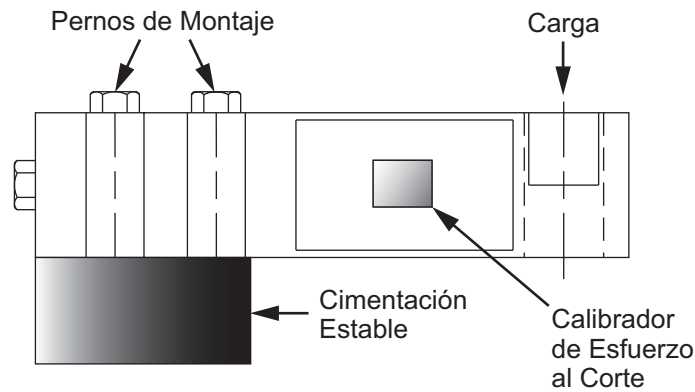


Figura 1-2. Celda de Carga Tipo Viga

1.3 Tipo Viga de Doble Apoyo (*Double-Ended Shear Beam*)

Las características de esta celda de carga son similares a las del tipo viga. El puente de resistencias más común es de 700 Ω . Se usa comúnmente en aplicaciones de básculas camioneras y en tanques y tolvas. En vez de apoyarse en un extremo y aplicar la carga en el otro, como en la tipo viga, esta celda de carga se apoya en ambos extremos y la carga se aplica en su centro. Como en los diseños de las tipo viga, los calibradores de tensión están montados en un diafragma metálico delgado en el centro de cada cavidad. Ver Figura 1-3.

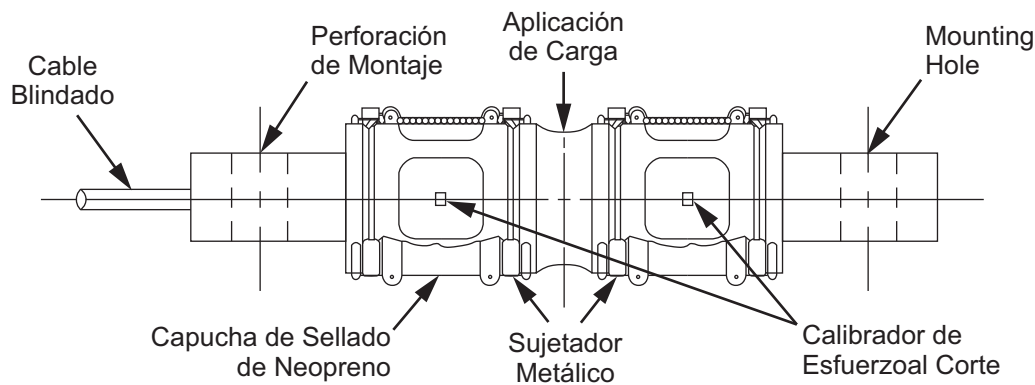


Figura 1-3. Celda de Carga Tipo Viga de Doble Apoyo

1.4 Tipo Viga en Cantiléver o de Ménsula (*Cantilever Beam*)

Este tipo de celda de carga es similar a la tipo viga. Sin embargo, la tipo viga en cantiléver no tiene los calibradores montados en un diafragma metálico en una cavidad. Esta celda de carga está maquinada de extremo a extremo. Los calibradores de tensión están montados al lado de los bordes interiores de la cavidad. La mayoría de este tipo de celda de carga tiene puente de resistencias de 350 Ω y salida a plena escala, ya sea de 3 mV/V o 2 mV/V. Sus capacidades oscilan entre 25 lb (11 kg) hasta 10,000 lb (4,536 kg). Sin embargo, pudieran estarse usando algunas celdas de carga cantiléver mayores. Pueden emplearse en aplicaciones de tensión o compresión.

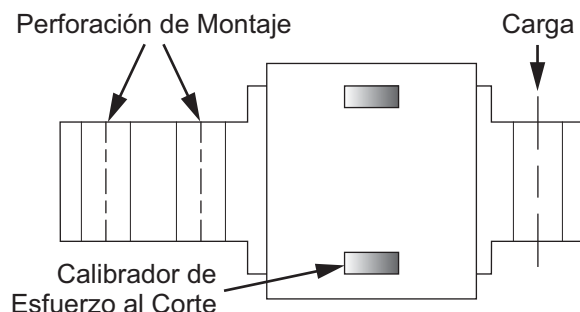


Figura 1-4. Celda de Carga Tipo Viga en Cantiléver o de Ménsula

1.5 Tipo S (S-Beam)

La celda de carga tipo S adquiere su nombre dada su forma como la letra S. Se emplea principalmente en conversiones de básculas mecánicas a electrónicas, en básculas de plataforma y aplicaciones generales de pesaje. Su capacidad varía desde 25 lb (11 kg) hasta 20,000 lb (9,072 kg). Al montar una celda de carga tipo S, recuerde que el extremo por donde sale el cable es la parte “muerta” del sistema. Los movimientos del cable estando en la parte “viva” son una fuente de errores de pesaje. Para minimizar la contorsión en la celda de carga tipo S, puede emplearse un pivote en la parte superior o inferior.

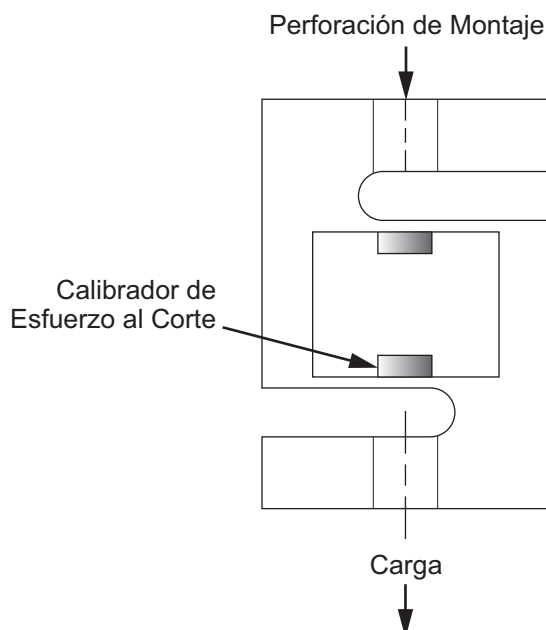


Figura 1-5. Celda de Carga Tipo S

1.6 Tipo Plataforma (Platform)

Este tipo de celdas de carga también se menciona como cantiléver dual o celda de carga de un solo punto. Se emplea en básculas de mesa de baja capacidad y a menudo fabricadas de aluminio. Las capacidades van de 2 a 1000 lb (1-500 kg), con un puente de resistencias de 350 Ω .

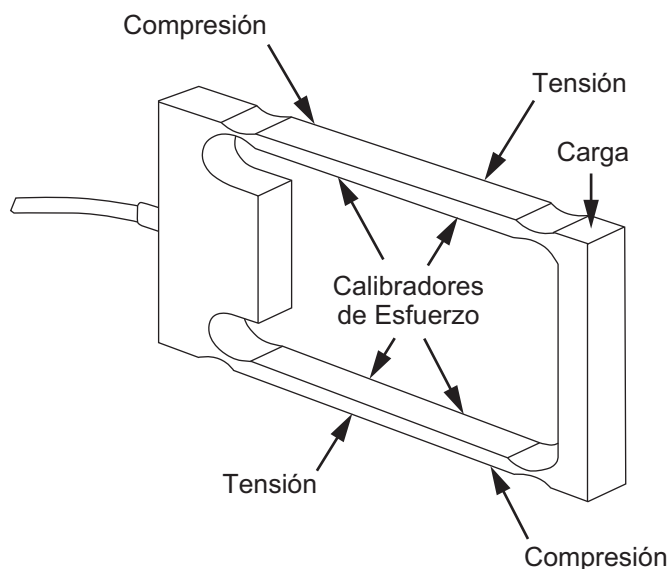


Figura 1-6. Celda de Carga Tipo Plataforma

2.0 Construcción de la Celda de Carga

Las celdas de carga se fabrican de una variedad de materiales

2.1 Materiales

2.1.1 Celdas de Carga de Aluminio

Los elementos de aluminio en celdas de carga se emplean principalmente en aplicaciones de un solo punto de baja capacidad. La aleación que se emplea es la 2023, dadas sus características de baja deformación e histéresis. Las celdas de carga de aluminio cuentan con secciones de entramado relativamente gruesos comparadas con celdas de acero de capacidades similares. Esto es necesario para aportar la deflexión adecuada en el elemento en su capacidad. Los costos de maquinado generalmente son menores, debido a la blandura del material. Los diseños de un solo punto pueden ser estimados por costos similares a los de barras de flexión.

2.1.2 Celdas de Carga de Aleación de Acero

Las celdas de carga de aleación de acero son, por mucho, las más populares en la actualidad. La relación costo/desempeño es mejor para los diseños de aleación de acero, comparándolos con los de acero inoxidable o de aluminio. Las aleaciones más populares son la 4330 y la 4340 ya que tienen características de baja deformación e histéresis. Este tipo de acero puede fabricarse a especificaciones en forma consistente, lo que significa que no deberán hacerse cambios en el diseño de la celda de carga cada vez que se seleccione un lote o un proveedor del acero.

2.1.3 Celdas de Carga de Acero Inoxidable

Las celdas de carga de acero inoxidable están hechas con aleación 17-4ph, que es la que cuenta con mejores características globales de desempeño entre todos los derivados. Las celdas de carga de acero inoxidable son más caras que las de aleación de acero. Algunas veces se acondicionan con ramales de cavidades selladas que las hacen ideales para aplicaciones de ambientes corrosivos de humedad elevada. Las celdas de carga de acero inoxidable que no están selladas tienen poca ventaja contra homólogos de aleación de acero, mas que mayor resistencia a la corrosión.

3.0 Selección de Celdas de Carga

El empleo incorrecto de celdas de carga puede generar problemas de seguridad y ser costoso. Las celdas de carga se categorizan en tres grupos principales:

- Protegidas Ambientalmente (*EP*, por sus siglas en Inglés)
- Sello de Soldadura (*WS*, por sus siglas en Inglés)
- Sello Hermético (*HS*, por sus siglas en Inglés)

Las celdas de carga herméticamente selladas se caracterizan por los números de Ingreso de Protección (*Ingress Protection, IP* por sus siglas en Inglés). Este sistema combina efectivamente a las celdas de carga con la aplicación, para resultados óptimos.

Para seleccionar adecuadamente los atributos de protección de la celda de carga, es necesario una comprensión fundamental de las diferencias entre celdas de carga protegidas ambientalmente y selladas herméticamente. El uso inadecuado de celdas de carga protegidas ambientalmente en condiciones severas es la receta para la falla de la celda de carga. Debido a los pasos extra en la fabricación, las celdas de carga herméticamente selladas cuestan más que las versiones de protegidas ambientalmente y son más apropiadas para condiciones severas. A pesar de su mayor costo inicial, las celdas de carga herméticamente selladas pueden ser la mejor elección a largo plazo para aplicaciones en ambientes químicos agresivos, lavado intenso y exteriores sin protección.

3.1 Protegidas Ambientalmente

Estas celdas están diseñadas para aplicaciones de pesaje en interiores y ambientes normales o en exteriores protegidos. Emplean estrategias como, encapsulado, embotado en hule o sellado redundante, ofreciendo protección para la humedad.

Las celdas de carga encapsuladas utilizan uno o varios materiales industriales de encapsulado. El material líquido de encapsulado llena la cavidad del calibrador y gela, cubriendo completamente al calibrador y superficies de cableado. A pesar que esto pudiera disminuir notablemente la contaminación por humedad, no garantiza un desempeño prolongado a prueba de agua, ni soporta ataque corrosivo. Un segundo método de protección emplea una placa de espuma con respaldo adhesivo. Esta estrategia brinda algo de protección a la humedad y objetos extraños. En muchos casos, los fabricantes emplean materiales de calafateo para sellar la placa y disminuir el potencial de contaminación de la cavidad. Una estrategia común entre los fabricantes para disminuir más a fondo la entrada de humedad al calibrador, combina ambas estrategias, el encapsulado y la placa de espuma, proceso que se denomina sellado redundante.

Otra estrategia de protección de la cavidad del calibrador es el embotado de hule. Se emplea comunmente en modelos de cantiléver o de barra flexible; la bota cubre la cavidad y se asegura con abrazaderas. Mientras esto provee un fácil acceso para reparaciones, la bota puede agrietarse si no se lubrica con regularidad, permitiendo la entrada de contaminantes a la cavidad. La lubricación de la bota durante las inspecciones rutinarias prolongará la vida de la celda de carga.

La protección de la cavidad del calibrador es un solo considerando. La mayoría de las celdas de carga que son protegidas ambientalmente incorporan un *O-ring* y un sello de compresión. Este diseño provee protección solo en aplicaciones de baja humedad. En áreas de alta humedad es más seguro instalar el cable en un *conduit*, protegiendo por humedad y mecánicamente.

Las celdas de carga soldadas tienen protección ambiental, agregando cubiertas del calibrador soldadas. Aunque cuentan con sellos soldados y mantienen alejada la contaminación, no son recomendables para aplicaciones con alta humedad, vapor o lavado intenso. La única estrategia para estas aplicaciones, son las celdas de carga selladas herméticamente.

3.2 Herméticamente Selladas

Estas celdas de carga ofrecen la mejor protección disponible en el mercado. Empleando técnicas de soldadura en avanzada y sellos metálicos ultra delgados, estas celdas de carga manipulan los extremos de ambientes químicos severos y lavado intenso. Lo que hace al sello único es el proceso de soldado de cubiertas con laser para proteger al calibrador y cámaras de compensación. Las cavidades se inyectan con líquido de encapsulado o, en el caso de sello vidrio-metal, se llenan con gas inerte presurizado, proveyendo un sello redundante. Como aseguramiento final, se realiza una prueba de fugas que revela cualquier fuga microscópica.

La protección hermética está dirigida tanto al calibrador como a la entrada del cable. El diseño de entrada del cable más avanzado emplea un sello vidrio-metal exclusivo, que hace a la entrada del cable impermeable a la humedad. Las terminales del cable van al punto de conexión de la celda de carga en donde se soldan a terminales herméticamente selladas que transportan las señales del calibrador a través de un sello vidrio-metal. El agua u otros contaminantes no pueden ingresar a la celda de carga. Este diseño permite el remplazo del cable ya que las conexiones están fuera de la celda de carga.

Advertencia: las celdas de carga de acero inoxidable no son sinónimo de sello hermético. Mientras que la celda de carga de acero inoxidable protegida ambientalmente es adecuada para ambientes químicos corrosivos secos, las celdas de carga de acero inoxidable herméticamente selladas son las adecuadas para aplicaciones de alta humedad y lavado intenso.

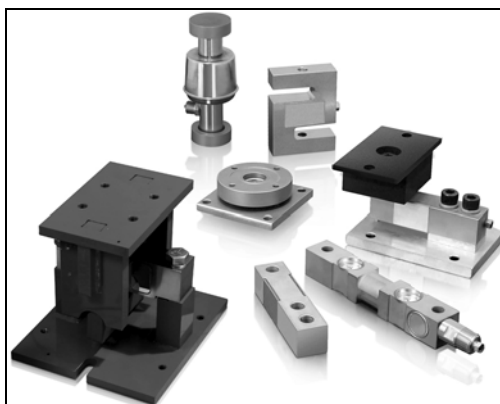


Figura 3-1. Celdas de Carga

3.3 Guía de Clasificación para Protección de Ingreso (*Ingress Protection, IP*)

Al persivir que es necesaria una celda de carga herméticamente sellada, se requiere una clasificación más extensa para asegurar el tipo de protección que ofrece una celda de carga en particular. Para las celdas de carga herméticamente selladas, Rice Lake Weighing Systems emplea el sistema de clasificación *Ingress Protection (IP)*. Localizamos los números IP y su definición y los adecuamos a la clasificación de herméticamente selladas y protegidas ambientalmente y se los aplicamos a la celda de carga en cuestión. Los números IP de una celda de carga herméticamente sellada especifican además el tratamiento que una celda de carga puede superar en ambientes más severos que solo el lavado intenso. La siguiente tabla define los números IP solos y en conjunto con la clasificación de sellado hermético.

Protección contra objetos sólidos

Primer número (en este caso 6)

- 0 Sin protección
- 1 Protegido de objetos sólidos hasta 50mm (vgr.: toque accidental por manos)
- 2 Protegido de objetos sólidos hasta 12mm (vgr.: los dedos)
- 3 Protegido de objetos sólidos hasta 2.5mm (vgr.: herramientas y pequeños cables)
- 4 Protegido de objetos sólidos hasta 1mm (vgr.: pequeños cables)
- 5 Protegido de polvo; ingreso limitado (sin depósito dañino)

6 Totalmente protegido de polvo

Protección contra líquidos

Segundo número (en este caso 7)

- 0 Sin protección
- 1 Protegido de goteo vertical de agua (vgr.: condensación)
- 2 Protegido de aspersión directa de agua, hasta 15° de la vertical
- 3 Protegido de aspersión directa de agua, hasta 60° de la vertical
- 4 Protegido de aspersión de agua en todas direcciones; se permite ingreso limitado
- 5 Protegido de chorros de agua a baja presión entodas direcciones; se permite ingreso limitado
- 6 Protegido de chorros fuertes nde agua (vgr.: áreas de emarque); se permite ingreso limitado

7 Protegido de efectos de inmersión, entre 15cm y 1m

8 Protegido de inmersión prolongada bajo presión

Números de Clasificación IP con Sellado Hermético (HS) o Protección Ambiental (EP, por sus siglas en Inglés)

Clasificación	Protection
EP	Protección de polvo, sin protección de agua o humedad
IP65	Protección de polvo y salpicaduras de agua a baja presión
IP66	Protección de polvo y fuertes chorros de agua
IP67	Protección de polvo e inmersión temporal en agua a 1m de profundidad por 30 min
IP68	Protección de polvo e inmersión continua en agua, bajo condiciones más severas que en IP67
IP66/68	Protección de polvo y fuertes chorros de agua o inmersión continua
IP69K	Hermético al polvo y soporta agua a alta presión y temperatura

Ejemplo:
Nivel de protección ofrecido
por un producto con
clasificación IP 67

IP 67

Los fabricantes pueden otorgar NEMA a las celdas de carga. Este sistema se estableció para gabinetes eléctricos y es difícil aplicarlo a las celdas de carga. Sin embargo, las celdas IP67 y NEMA 6 son compatibles y cumplen requerimientos similares. El tiempo invertido en una buena selección ofrece buenos rendimientos a largo plazo. Si duda sobre cual celda de carga usar, consulte Rice Lake Weighing Systems que le ofrezca experiencia y conocimiento para cada celda de carga.

4.0 Principios de Introducción de la Carga

Un claro conocimiento de la forma exacta en la cual debe colocarse una carga sobre la celda de carga ayudará, tanto en el diseño de un recipiente que será equipada con ella, como en seleccionar el tipo correcto para la aplicación deseada.

4.1 Carga Ideal

Las especificaciones de las celdas de carga provienen de condiciones de laboratorio en donde la carga se aplica a las celdas de carga bajo condiciones casi perfectas. El desempeño de las celdas de carga en la aplicación actual de pesaje puede ser altamente degradado si no se tiene cuidado en la forma en la cual se aplica la carga.

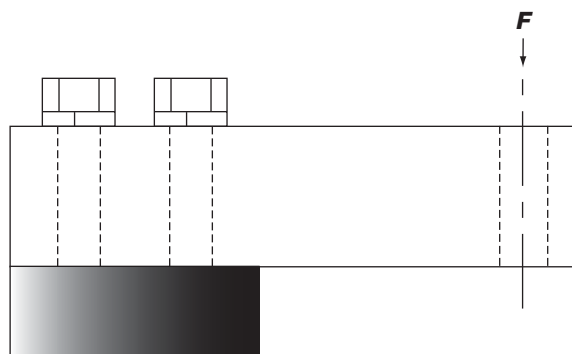


Figura 4-1. Carga Ideal

La Figura 4-1 muestra un arreglo de montaje para una celda de carga tipo viga. El extremo fijo se sujeta a una base rígida, mientras el extremo libre está en cantiléver para permitir una deflexión hacia abajo cuando se aplica la fuerza F . Bajo condiciones ideales, la superficie de montaje debe ser plana, horizontal y rígida. La carga F se introducirá verticalmente con un mínimo de fuerzas ajenas y la celda de carga será totalmente insensible a fuerzas diferentes a la vertical aplicada.

Sin embargo, en el mundo real el montaje de la celda de carga y las condiciones de carga distan de lo ideal. La carga incorrecta es, por mucho, la causa común de problemas de precisión en el campo. El entender la siguiente forma común de introducción de la carga, evitará errores de carga en la aplicación de pesaje de recipientes.

Aunque lo expuesto está confinado a celdas de carga tipo viga, muchos de los principios se aplican a otros tipos de celda de carga.

4.2 Carga Angular

Esta condición existe cuando la carga F se introduce a través de la perforación de carga, pero en ángulo a su línea de centro de la perforación, o línea central, Ver Figura 4-2. Esta fuerza angular se descompone en un componente vertical a lo largo de la línea central, lo que registra la celda de carga, y su componente horizontal a 90° de la línea central, a la cual, idealmente, la celda de carga es insensible. Por ejemplo, si la fuerza F se inclina 5° respecto a la línea central, la fuerza registrada se reducirá en un 0.4%, mientras se aplica una fuerza lateral igual a $0.01F$.

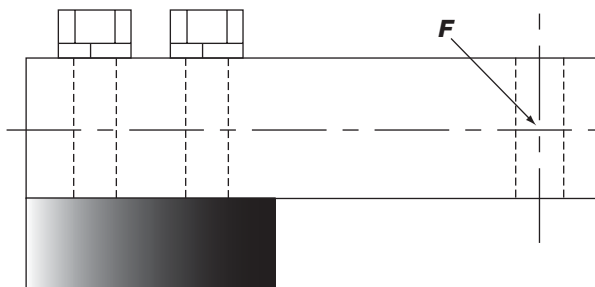


Figura 4-2. Carga Angular

Si la dirección de la fuerza es constante, la calibración la compensa y la báscula pesará con precisión. Sin embargo, si el ángulo cambia conforme se aplica la fuerza, causará falta de linealidad y si hay fricción en el sistema mecánico se presentará histéresis. Las cargas angulares pueden ser causadas por montajes desnivelados, fijaciones no rígidas expansión/contracción térmica, deflexión de la estructura bajo carga y la inevitable deflexión de la celda de carga en si.

4.3 Carga Excéntrica

Esta condición existe cuando la fuerza F se aplica verticalmente, pero su línea de acción está desplazada fuera de la línea vertical de la perforación de carga (Figura 4-3). Esta no es una condición perjudicial si la fuerza se aplica consistentemente en el mismo punto, ya que la calibración compensará este efecto. Sin embargo, si el punto de aplicación se mueve horizontalmente conforme se carga la báscula, se causará falta de linealidad y posible histéresis. Las cargas excéntricas pueden ser causadas por diseño de montaje pobre, expansión/contracción térmica de la báscula y partes dañadas.

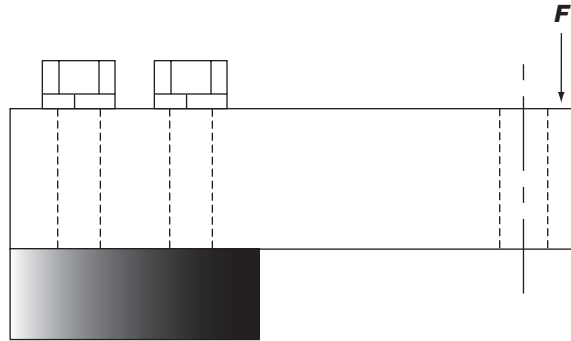


Figura 4-3. Carga Excéntrica

4.4 Carga Lateral

Esta condición existe cuando la fuerza F (que está por medirse) está acompañada de una fuerza lateral R aplicada a 90° de F (Figura 4-4). Esta fuerza puede ser constante, pero generalmente es una fuerza que varía con el tiempo y por tanto, afecta la linealidad y causa posible histéresis en la báscula. La celda de carga ideal debería ser totalmente insensible a cargas laterales. Sin embargo, en la práctica estas fuerzas extrañas afectan la señal de salida de la celda de carga y 2 celdas similarmente idénticas pueden reaccionar diferente a la misma carga lateral. Una condición conexas es la fuerza P que es similar a la fuerza R excepto que actúa sobre la cara del extremo de la celda (Figura 4-4). Las fuerzas laterales generalmente son causadas por expansión/contracción térmica, montajes fuera de nivel, y la dinámica de los recipientes (causada por mezcladoras, etc.).

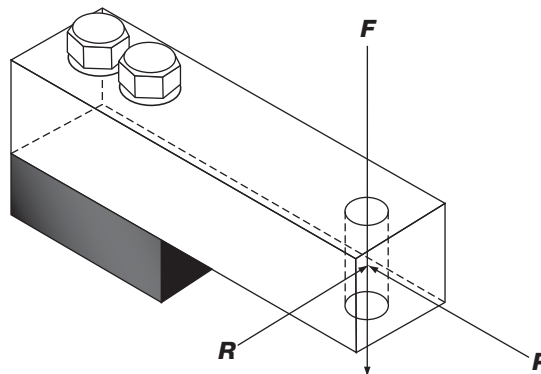


Figura 4-4. Carga Lateral

4.5 Cargas de Torsión

Generalmente una fuerza lateral no actúa exactamente en el eje neutro y por tanto, produce un par de torsión o efecto de torsión además de la fuerza lateral. Una celda de carga puede estar sujeta a un par de torsión T de diferentes maneras. La Figura 4-5(a) ilustra una condición en la que la línea de acción de una fuerza lateral se mueve fuera del eje neutro por una distancia h , resultando un par de torsión Rh . La Figura 4-5(b) ilustra una situación en la que la carga se cuelga de la celda de carga empleando un perno. Ninguna fuerza lateral aplicada de esta forma tiene mayor efecto de torsión en la celda de carga dado el incremento de la distancia h_1 al eje neutro.

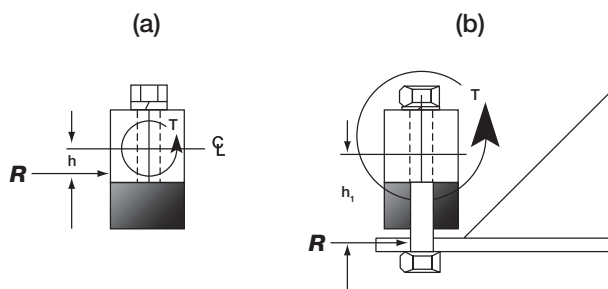


Figura 4-5. Cargas de Torsión

La Figura 4-6 ilustra un par de torsión Fy que se ejerce como resultado de la aplicación de la carga F a una distancia y de la línea central de la perforación de carga.

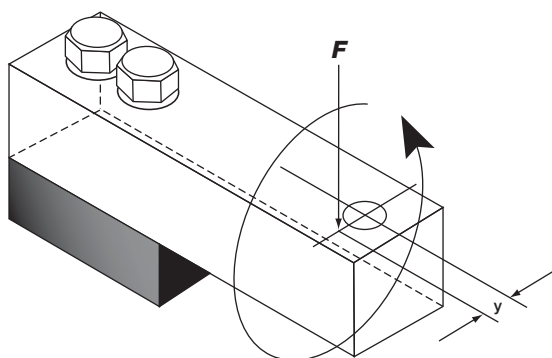


Figura 4-6. Cargas de Torsión

Las causas de la torsión en la celda de carga son los montajes fuera de nivelación, así como expansión/contracción térmica, deflexión de la estructura bajo carga y fuerzas dinámicas laterales (causadas por mezcladoras rotativas, etc.). Ya que estas fuerzas tienden a variar en magnitud en función del tiempo, la temperatura y/o la carga, los efectos no son predecibles y degradan la precisión del sistema.

5.0 Teoría del Circuito CD

5.1 Electrón

Un electrón es una partícula cargada negativamente y forma parte del átomo. Los electrones que se encuentran en órbitas cercanas al centro del núcleo del átomo, son retenidos en la estructura con más fuerza que los localizados en órbitas exteriores. Los conductores como el oro, cobre y plata tienen un solo electrón en su órbita exterior, conocida como nivel de valencia. Estos electrones de valencia escapan fácilmente y se mueven aleatoriamente a otro átomo. Se les llama electrones libres. Los electrones libres chocan con otros electrones de valencia causando más electrones libres. Los conductores tienen muchos electrones libres moviéndose aleatoriamente de átomo a átomo.

Los aislantes son opuestos a los conductores. Su nivel de valencia tiene muchos electrones que están firmemente retenidos a su átomo. Tienen pocos electrones libres y resultan conductores de electricidad muy pobres.

5.2 Corriente y Voltaje

La corriente eléctrica es un flujo ordenado de electrones. Cuando los electrones pasan por un punto a razón de 6.24×10^{18} electrones por segundo, se genera una corriente de un amperio (amp). El nombre dado al número 6.24×10^{18} es un coulomb. Por lo que podemos decir que un amperio es igual a un coulomb cruzando un punto dado en un segundo. Su símbolo es A.

Para mover electrones en un conductor y generar una corriente eléctrica, se debe ejercer una fuerza en el conductor. En los circuitos eléctricos esta fuerza es la diferencia en potencial eléctrico entre 2 puntos y se conoce como voltaje, por lo que la corriente eléctrica es el flujo de electrones y el voltaje es la fuerza que los impulsa. El símbolo para el voltaje es E.

5.3 Resistencia Eléctrica

La corriente que fluye a través de un conductor encuentra oposición en él. Esta oposición se le llama resistencia eléctrica. El símbolo para la resistencia eléctrica es R. La unidad de medición de la resistencia eléctrica es el ohm (Ω).

5.4 Circuitos de Corriente Directa

Un físico Alemán de nombre G.S. Ohm desarrolló una relación precisa entre voltaje, corriente y resistencia en un circuito cerrado. Un circuito consiste en una fuente de voltaje y una trayectoria completa para el flujo de la corriente. La trayectoria debe iniciar en un extremo de la fuente de voltaje y terminar en el otro extremo. Esto le da al circuito una trayectoria continua y establece un potencial entre ambos extremos, ya que un extremo tiene potencial positivo y el otro negativo. G.S. Ohm estipuló "La corriente eléctrica es directamente proporcional al voltaje e inversamente proporcional a la resistencia" A esta relación se le conoce como la Ley de Ohm.

La ecuación que expresa la Ley de Ohm es la siguiente:

$$\text{Corriente (en amps)} = \frac{\text{Voltaje (en volts)}}{\text{Resistencia (en ohms)}}$$

Empleando los símbolos para corriente, voltaje y resistencia, la expresión queda como $I = E/R$. Comunmente la Ley de Ohm se expresa como $E = IR$, o, el voltaje es igual al producto de la corriente y la resistencia.

Para indicar una corriente directa (CD) se emplea el símbolo $|||$ para representar a la fuente del potencial eléctrico. El símbolo para representar a la resistencia eléctrica es $\sim\sim\sim$. En la Figura 5-1 se muestra un diagrama simple de un circuito de corriente directa.

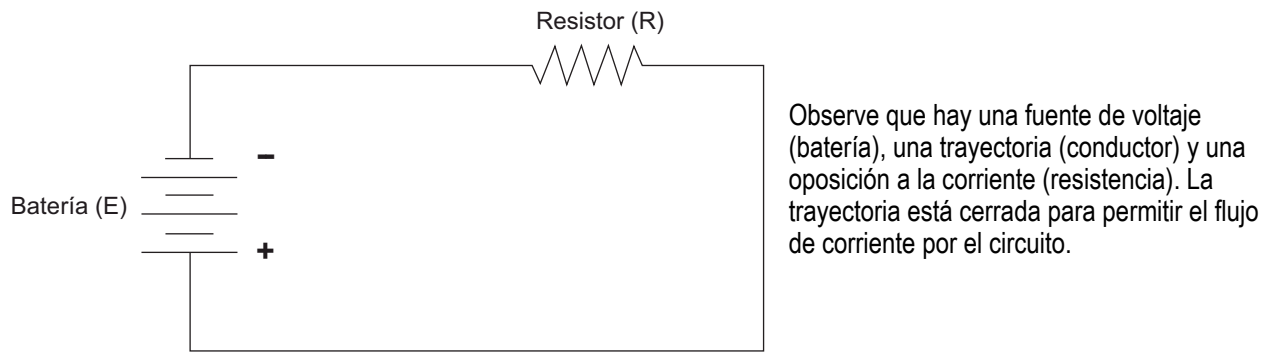


Figura 5-1. Circuito de Corriente Directa

La resistencia es la carga o sobre lo que actúa la corriente, puede ser un foco, un elemento de calefacción o cualquier otro tipo de elemento resistivo, como la celda de carga.

Echemos una mirada más a fondo a la Ley de Ohm, $I = E/R$. Ya que el voltaje y la corriente son directamente proporcionales, aumentando el voltaje aumentará la corriente. Así mismo, disminuyendo la resistencia se aumentará la corriente ya que la corriente y la resistencia son inversamente proporcionales.

5.4.1 Circuito de Resistencias en Serie

Un circuito en serie o de resistencias en serie, cuenta con una fuente de suministro eléctrico, una o más resistencias y solo una trayectoria para la corriente eléctrica. Veamos un circuito en serie con dos resistencias.



Figura 5-2. Circuito de Resistencias en Serie

Observando el circuito encontramos una fuente de suministro eléctrico de 10V. Hay dos resistencias en el circuito y solo una trayectoria para el flujo de la corriente.

La resistencia total (R_T) en el circuito es la suma de las resistencias. ($R_T = R_1 + R_2 \dots$). La resistencia total del circuito es de 400 Ω . Usando la Ley de Ohm podemos encontrar el valor de la corriente: $I_T = E_T / R_T$, $I_T = 10 \text{ V} / 400 \Omega = 0.025 \text{ amps (A)}$ o 25 milliamps (mA). Ya que conocemos el valor de la corriente total, conocemos su valor a través de R_1 y R_2 (I_{R1} , I_{R2}). La corriente en un circuito en serie es constante, por tanto $I_T = I_{R1} = I_{R2}$. La suma de caídas de voltaje en un circuito en serie es igual al voltaje aplicado al circuito, V. ¿Que caída de voltaje hay a través de R_1 ? Empleando la Ley de Ohm, la caída de voltaje a través de R_1 (E_{R1}) es igual a la corriente a través de R_1 (I_{R1}) multiplicado por el valor de la resistencia R_1 .

En la ecuación vemos que: $E_{R1} = I_{R1}R_1$

$$E_{R1} = 0.025 \text{ A} \times 100 \Omega = 2.5 \text{ V}$$

$$E_{R2} = 0.025 \text{ A} \times 300 \Omega = 7.5 \text{ V}$$

$$E_T = E_{R1} + E_{R2}$$

$$E_T = 2.5 \text{ V} + 7.5 \text{ V} = 10 \text{ V}$$

Veamos otro ejemplo:

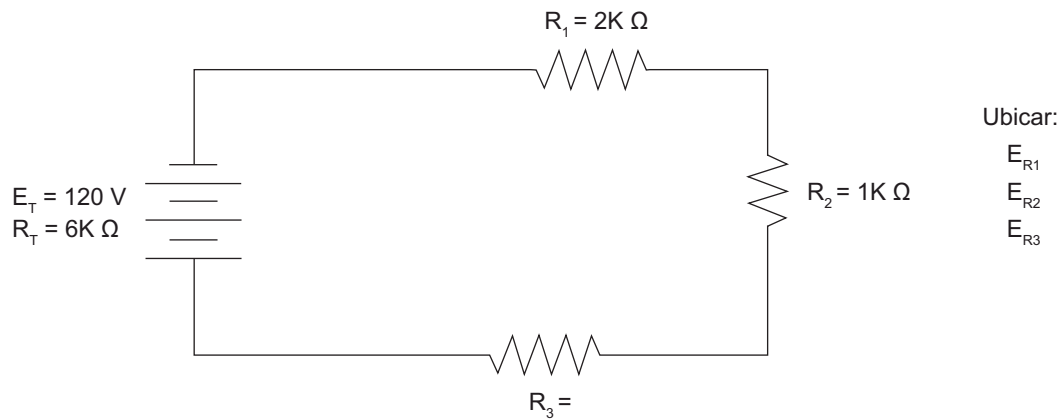


Figura 5-3. Circuito de Resistencias en Serie

Se requiere conocer las caídas de voltaje a través de cada resistencia. Primero, encontremos el valor total de la corriente en el circuito, el cual es igual al valor de la corriente a través de cada resistencia. Empleando la Ley de Ohm:

$$I_T = E_T / R_T$$

$$I_T = 120 \text{ V} / 6000 \Omega$$

$$I_T = 20 \text{ mA}$$

Sabemos que: $R_T = R_1 + R_2 + R_3$

Para conocer R_3 tenemos: $R_3 = R_T - R_1 - R_2$

$$R_3 = 6 \text{ K}\Omega - 2 \text{ K}\Omega - 1 \text{ K}\Omega$$

$$R_3 = 3 \text{ K}\Omega$$

Empleamos la Ley de Ohm para conocer E_{R1} , E_{R2} y E_{R3} :

$$E_{R1} = I_{R1} \times R_1$$

$$= 0.020 \text{ A} \times 2000 \Omega$$

$$= 40 \text{ V}$$

$$E_{R2} = I_{R2} \times R_2$$

$$= 0.020 \text{ A} \times 1000 \Omega$$

$$= 20 \text{ V}$$

$$E_{R3} = I_{R3} \times R_3$$

$$= 0.020 \text{ A} \times 3000 \Omega$$

$$= 60 \text{ V}$$

5.4.2 Circuito de Resistencias en Paralelo

Un circuito en paralelo tiene una fuente de suministro eléctrico y más de una trayectoria para el flujo de corriente.

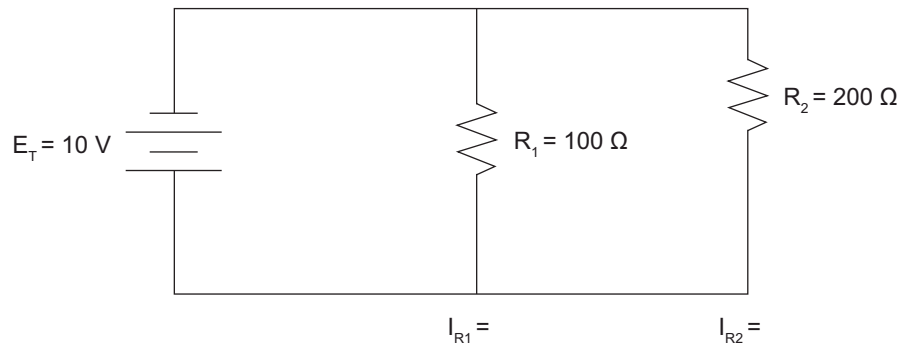


Figura 5-4. Circuito de Resistencias en Paralelo

En un circuito en paralelo, el voltaje total (E_T) se aplica a todos los ramales, por lo que el voltaje en un circuito en paralelo es constante. La corriente total es la suma de las corrientes por los ramales.

La resistencia total en este circuito es el recíproco de la suma de los recíprocos de las resistencias de cada ramal:

$$R_T = \frac{1}{1/R_1 + 1/R_2 \dots}$$

En nuestro circuito:

$$R_T = \frac{1}{1/100 + 1/200}$$

$$R_T = \frac{1}{0.015}$$

$$R_T = 66.67\ \Omega$$

Observe que la resistencia total es menor que el valor individual de la menor resistencia. Para 2 resistencias en paralelo la resistencia total se puede calcular empleando el "Producto dividido por la Suma":

$$R_T = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

$$R_T = \frac{100 \times 200}{100 + 200}$$

$$R_T = \frac{20000}{300}$$

$$R_T = 66.67\ \Omega$$

Si las resistencias en paralelo tienen el mismo valor, puede ser dividido por el número total de resistencias. Por ejemplo, para 5 resistencias de 100 ohm en paralelo, la resistencia total sería $100\ \Omega / 5$ o $20\ \Omega$.

En nuestro ejemplo podemos conocer el valor de la corriente total empleando la Ley de Ohm:

$$I_T = \frac{E_T}{R_T}$$

$$I_T = \frac{10\text{ V}}{66.67\ \Omega}$$

$$I_T = 0.15\text{ A or }150\text{ mA}$$

Aplique la Ley de Ohm para conocer los valores de I_{R1} e I_{R2} .

$$\begin{aligned} I_{R1} &= \frac{E_{R1}}{R_1} \\ &= \frac{10 \text{ V}}{100 \Omega} \\ &= 0.1 \text{ A o } 100 \text{ mA} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{R2} &= \frac{E_{R2}}{R_2} \\ &= \frac{10 \text{ V}}{200 \Omega} \\ &= 0.05 \text{ A or } 50 \text{ mA} \end{aligned}$$

Sumando I_{R1} e I_{R2} tenemos que el valor de la corriente total en el circuito es de 150 mA, como lo calculamos con la Ley de Ohm. Veamos otro ejemplo.

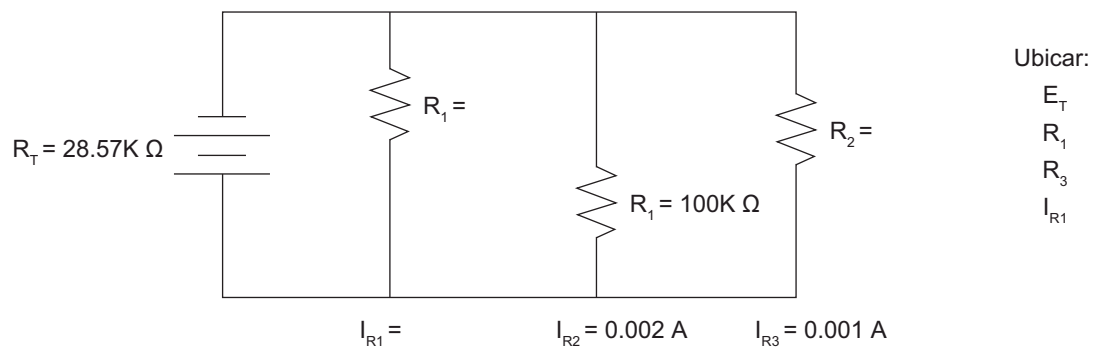


Figura 5-5. Circuito de Resistencias en Paralelo

Iniciemos conociendo el valor de E_T . Sabemos que E_T es el mismo que el aplicado a cada ramal. Ya que conocemos R_2 e I_{R2} aplicamos la Ley de Ohm para conocer E_{R2} el cual es el mismo que E_T .

$$\begin{aligned} E_{R1} &= R_1 \times I_{R1} \\ &= 100,000 \Omega \times 0.002 \text{ A} \\ &= 200 \text{ V} \end{aligned}$$

Ya que conocemos el valor de E_T podemos conocer el valor de R_3 .

$$\begin{aligned} R_3 &= \frac{E_T}{I_{R3}} \\ &= \frac{200 \text{ V}}{0.001 \text{ A}} \\ &= 200 \text{ K}\Omega \end{aligned}$$

Conocemos el valor de E_T y R_T . Use la Ley de Ohm para conocer el valor de I_T .

$$\begin{aligned} I_T &= \frac{E_T}{R_T} \\ &= \frac{200 \text{ V}}{28.57 \text{ K}\Omega} \\ &= 7 \text{ mA or } 0.007 \text{ A} \end{aligned}$$

Ya que $I_T = I_{R1} + I_{R2} + I_{R3}$ podemos calcular la corriente I_{R1} a través del ramal

$$\begin{aligned} I_{R1} &= I_T - I_{R3} - I_{R2} \\ &= 7 \text{ mA} - 1 \text{ mA} - 2 \text{ mA} \\ &= 4 \text{ mA or } 0.004 \text{ A} \end{aligned}$$

Ya que conocemos E_T e I_{R1} podemos encontrar el valor de R_1 empleando la Ley de Ohm.

$$\begin{aligned} R_1 &= \frac{E_T}{I_{R1}} \\ &= \frac{200 \text{ V}}{0.004 \text{ A}} \\ &= 50 \text{ K}\Omega \end{aligned}$$

5.4.3 Circuito de Resistencias en Serie-Paralelo

Un circuito con resistencias en serie-paralelo tiene, al menos, 2 circuitos en paralelo además, al menos, una resistencia en serie, a través de la cual fluye la corriente total. La resistencia por la cual fluye la corriente total es la resistencia en serie.

En seguida se muestra un ejemplo de un circuito en serie-paralelo, Figura 5-6.

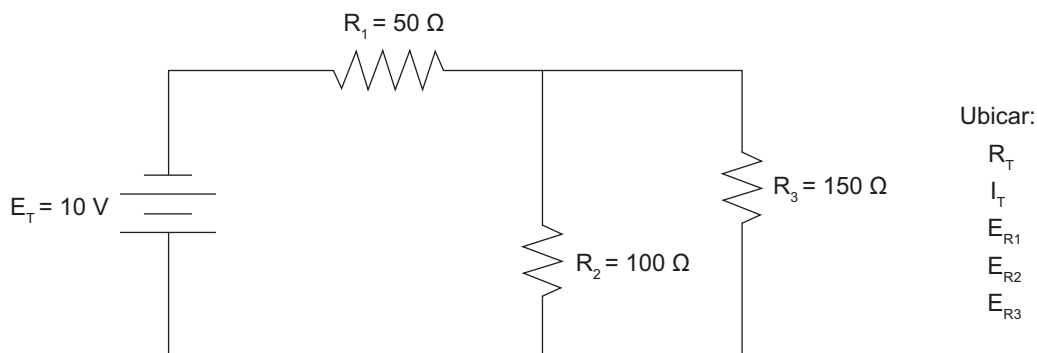


Figura 5-6. Circuito de Resistencias en Serie-Paralelo

Para evaluar la resistencia total del circuito, primero calcule la resistencia equivalente (R_{eq}) de R_2 y R_3 en paralelo.

$$\begin{aligned} R_{eq} &= \frac{1}{1/R_2 + 1/R_3} \\ &= \frac{1}{1/100 + 1/150} \\ &= 60 \Omega \end{aligned}$$

En la Figura 5-7 se muestra el circuito en serie con la resistencia equivalente:

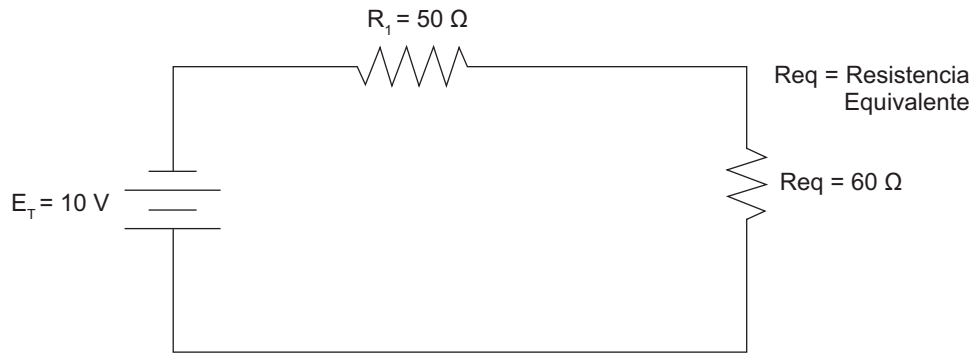


Figura 5-7. Circuito Equivalente Serie-Paralelo

Para calcular R_T sume el valor de las resistencias en serie. $R_T = R_1 + \text{Req}$.

$$\begin{aligned} R_T &= 50\ \Omega + 60\ \Omega \\ &= 110\ \Omega \end{aligned}$$

Para calcular la corriente total en el circuito, aplique la Ley de Ohm.

$$\begin{aligned} I_T &= \frac{E_T}{R_T} \\ &= \frac{10\text{ V}}{110\ \Omega} \\ &= 0.091\text{ A or } 91\text{ mA} \end{aligned}$$

Ya que la corriente total fluye a través de la resistencia R_1 decimos que $I_T = I_{R1}$. Aplicando la Ley de Ohm podemos calcular la caída de voltaje en R_1 .

$$\begin{aligned} E_{R1} &= I_{R1} R_1 \\ &= 0.091\text{ A} \times 50\ \Omega \\ &= 4.55\text{ V} \end{aligned}$$

Considerando que la caída de voltaje en R_1 es de 4.55V, sabemos que la caída de voltaje a través de la red en paralelo R_2 y R_3 es de 5.55V (10 V - 4.45 V). La corriente total se dividirá proporcionalmente entre R_2 y R_3 . En otras palabras, la corriente total será la suma de las corrientes I_{R2} e I_{R3} .

$$\begin{aligned} I_{R2} &= \frac{E_{R2}}{R_2} \\ &= \frac{5.45 \text{ V}}{100 \Omega} \\ &= 0.0545 \text{ A or } 54.5 \text{ mA} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{R3} &= \frac{E_{R3}}{R_3} \\ &= \frac{5.45 \text{ V}}{150 \Omega} \\ &= 0.0363 \text{ A or } 36.3 \text{ mA} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_T &= I_{R2} + I_{R3} \\ &= 54.5 \text{ mA} + 36.3 \text{ mA} \\ &= 90.8 \text{ mA} \end{aligned}$$

Redondeando el valor de 90.8 mA, tendremos 91 mA tal como lo calculamos anteriormente.

Recuerde que un circuito serie-paralelo deberá tener, al menos, un componente a través del cual pase la corriente total. El circuito en paralelo en la Figura 5-8, a veces se le nombra, incorrectamente, un circuito serie-paralelo.

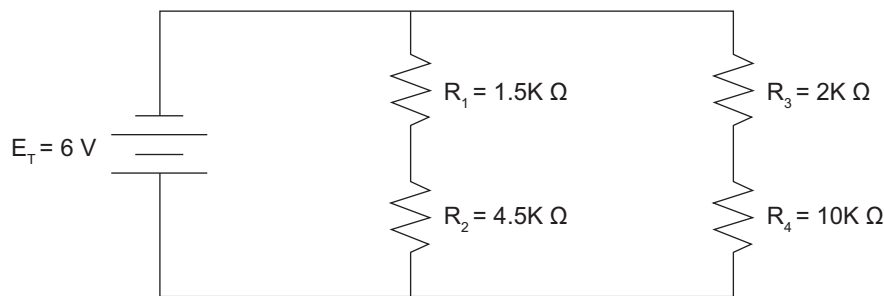


Figura 5-8. Circuito en Paralelo

Empleando nuestra definición, podemos ver que la corriente total no fluye a través de ninguno de sus componentes. Este circuito es un circuito en paralelo con dos ramificaciones en serie.

Para determinar la corriente a través de $R_1 + R_2$ necesitamos sumar el valor de estas resistencias, que es de 6 KΩ.

Empleando la Ley de Ohm podemos conocer el valor de la corriente a través de la ramificación $R_1 + R_2$.

$$\begin{aligned} I_{R1+R2} &= \frac{E_{R1} + E_{R2}}{R_1 + R_2} \\ &= \frac{6 \text{ V}}{6,000 \Omega} \\ &= 0.001 \text{ A or } 1 \text{ mA} \end{aligned}$$

Para determinar la corriente a través de $R_3 + R_4$ para obtener un valor de 12 K Ω . Empleando la Ley de Ohm calculamos el valor de la corriente total en esa ramificación.

$$\begin{aligned} I_{R3+R4} &= \frac{E_{R3} + E_{R4}}{R_3 + R_4} \\ &= \frac{6 \text{ V}}{12,000 \Omega} \\ &= 0.0005 \text{ A or } 0.5 \text{ mA or } 500 \mu\text{A} \end{aligned}$$

La corriente total del circuito será la suma de corrientes a través de a través de las ramificaciones $I_T = I_{R3 + R4} + I_{R1 + R2}$, o sea: 1 mA + 0.5 mA = 1.5 mA.

Para calcular la resistencia total del circuito, nuevamente empleamos la Ley de Ohm.

$$\begin{aligned} R_T &= \frac{E_T}{I_T} \\ &= \frac{6 \text{ V}}{0.0015 \text{ A}} \\ &= 4,000 \Omega \text{ or } 4 \text{ K}\Omega \end{aligned}$$

También podemos calcular la resistencia total empleando la ecuación de "el recíproco de la suma de recíprocos" o la de "producto dividido por la suma". Sabemos que la resistencia del ramal $R_1 + R_2$ es de 6.0 K Ω y el de ramal $R_3 + R_4$ es 12 K Ω .

$$\begin{aligned} R_T &= \frac{1}{\frac{1}{R_1 + R_2} + \frac{1}{R_3 + R_4}} & \text{OR} & & R_T &= \frac{(R_1 + R_2) \times (R_3 + R_4)}{(R_1 + R_2) + (R_3 + R_4)} \\ &= \frac{1}{1/6,000 + 1/12,000} & & & &= \frac{(6,000) \times (12,000)}{6,000 + 12,000} \\ &= \frac{1}{3/12,000} & & & &= \frac{72,000,000}{18,000} \\ &= \frac{1}{1/4,000} & & & &= 4,000 \Omega \text{ or } 4 \text{ K}\Omega \\ &= 4,000 \Omega \text{ or } 4 \text{ K}\Omega \end{aligned}$$

Si queremos conocer la caída de voltaje a través de cada resistencia, empleamos la Ley de Ohm. Observando R_1 sabemos que la corriente a través de ella es igual a la corriente a través de R_2 y la del ramal formado por $R_1 + R_2$, ya que estas resistencias se encuentran en serie. Empleando la Ley de Ohm multiplicamos el valor de R_1 por el valor de I_{R1} para conocer el valor de E_{R1} (la caída de voltaje a través de R_1).

$$\begin{aligned} E_{R1} &= R_1 I_{R1} \\ &= 1,500 \Omega \times 0.001 \text{ A} \\ &= 1.5 \text{ V} \end{aligned}$$

La Ley de Ohm se aplica para conocer el valor de caídas de voltaje en el resto del circuito.

Este circuito es la base para construir el puente de Wheatstone, mismo que es empleado en las celdas de carga. En la siguiente sección exploraremos este circuito.

5.5 Tamaño del Conductor

Un conductor o cable tienen cierta resistencia eléctrica dependiendo de su diámetro. Si lo estiramos, disminuye su diámetro y su área transversal, aumentando su resistencia eléctrica. Si lo comprimimos aumentamos su diámetro y su resistencia eléctrica disminuye. Ya que existe una fuerza para estirarlo o comprimirlo, el cable puede configurarse para medir una fuerza. A esta configuración se le conoce como calibrador de tensión.

5.6 Calibrador de Tensión

Un calibrador de tensión consiste de una longitud de cable muy fino entretejido de un lado a otro que yace sobre una pieza de papel o plástico, llamada base. Un alambre empleado comunmente es una aleación de cobre-níquel con un diámetro cercano a una milésima de pulgada (0.001"). El alambre es colocado en zig zag para formar una red que incrementa o disminuye su longitud efectiva al estar bajo la influencia de una fuerza. En los extremos del calibrador se colocan terminales del cable. Los calibradores pueden hacerse muy pequeños, algunas veces tan pequeños como 1/64". Estos calibradores se adhieren a un objeto metálico rígido, comunmente conocido como elemento receptor de carga, para integrar una celda de carga. Los calibradores se configuran en un circuito llamado Puente de Wheatstone.

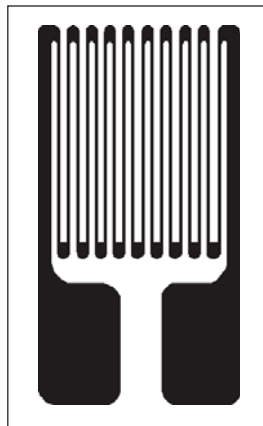
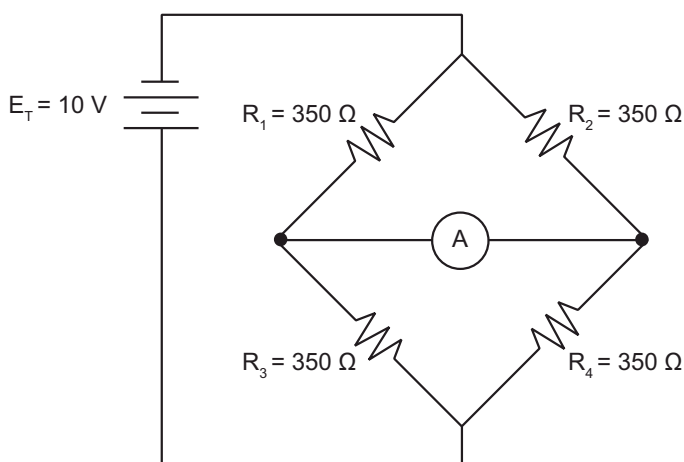


Figura 5-9. Calibrador de Tensión

5.7 Puente de Wheatstone

EL tipo de circuito que se emplea en una celda de carga es el Puente de Wheatstone.



Nota Todas las resistencias son iguales.

Ⓐ es un símbolo que representa a un amperímetro, dispositivo que mide la corriente y su dirección.

Figura 5-10. Puente de Wheatstone Balanceado

Al aplicar un potencial eléctrico al puente, la corriente que fluye por el ramal R_1 / R_3 es igual a la que fluye por el ramal R_2 / R_4 ya que todas sus resistencias son iguales. Ya que no existe diferencia de voltaje entre los puentes 1 y 2, no hay flujo de corriente a través del amperímetro. El puente se considera en condición de balanceado.

Incrementemos las resistencias R_1 and R_4 a 350.5 ohms, y disminuamos las resistencias R_2 y R_3 a 349.5 ohms.

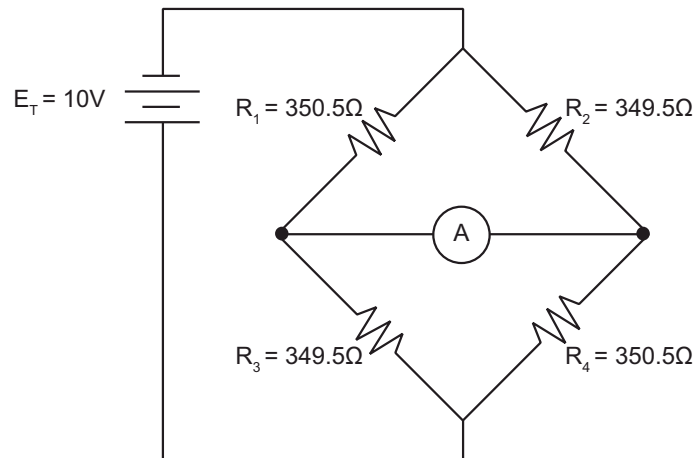


Figura 5-11. Puente de Wheatstone Desbalanceado

Observe que el puente aparece desbalanceado. Existen 3 trayectorias para el flujo de corriente:

- Trayectoria 1 De terminal negativa de la batería a través de R_2 y R_4 a terminal positiva de la batería.
- Trayectoria 2 De terminal negativa de la batería a través de R_1 y R_3 a terminal positiva de la batería.
- Trayectoria 3 De terminal negativa de la batería a través de R_2 , el amperímetro, y R_3 a terminal positiva de la batería.

Observe que en esta ocasión hay un flujo de corriente por el amperímetro. Esta corriente es el resultado de la diferencia de potencial entre los puntos 1 y 2. A mayor diferencia de potencial, mayor flujo de corriente a través del amperímetro.

5.8 Celda de Carga

Consideremos la teoría del calibrador de tensión y el puente de Wheatstone y construyamos una celda de carga. Usemos una columna de acero y le adherimos un calibrador de tensión en cada una de sus caras. Al colocarle un peso en la parte superior, su longitud disminuirá; la columna también “engordará” o se abombará hacia afuera. 2 de los calibradores estarán colocados opuestos uno del otro para responder proporcionalmente al cambio de longitud, los otros 2 al abombamiento.

Ya que un par de calibradores se reducirán, el diámetro de su alambre aumentará disminuyendo su resistencia eléctrica. En el otro par de calibradores el diámetro del alambre disminuirá aumentando su resistencia eléctrica. Si ese mismo peso lo colgamos a la columna, en vez de comprimir la columna la estiraremos y los calibradores actuarán en sentido opuesto, pero aún estirando y comprimiendo los calibradores por el mismo valor y con resultados similares en sus resistencias eléctricas. Figura 5-12.

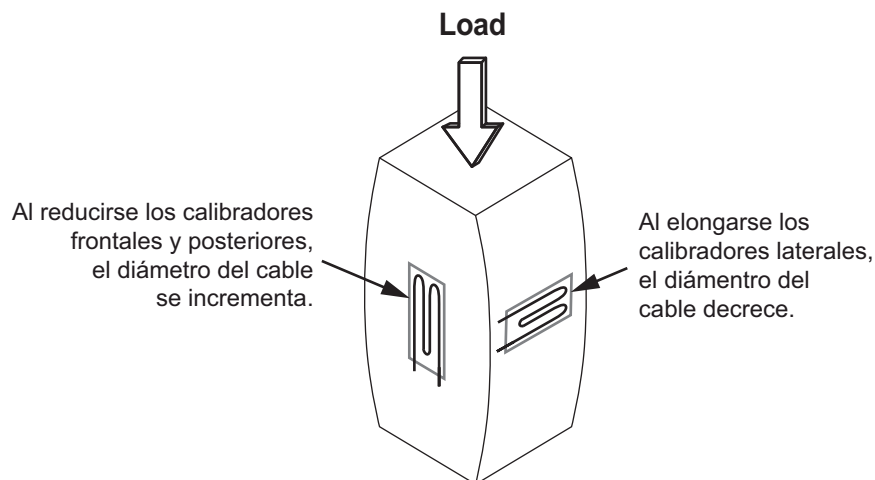


Figura 5-12. Calibrador de Tensión

Podemos conectar los calibradores en la configuración de un Puente de Wheatstone. Podemos calibrar el amperímetro para que muestre un peso (lb., kg.) en vez de amper. De hecho, tenemos una escala. Por supuesto que es una burda e imprecisa escala. La intención es mostrar el principio básico de una celda de carga. Las celdas de carga se fabrican en diferentes formas y configuraciones. Los calibradores de tensión se colocan en forma estratégica para obtener resultados óptimos. Figura 5-13.

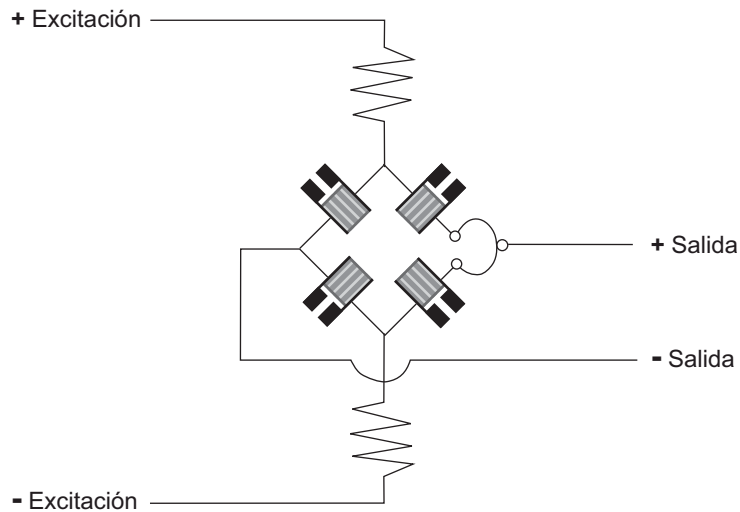


Figura 5-13. Celda de Carga

6.0 Teoría Eléctrica de la Celda de Carga

6.1 Cableado

Una celda de carga puede contar con un cable con 4 o 6 alambres. Una celda de carga con 6 alambres, además de tener señales + y -, líneas de excitación + y -, tiene líneas sensoras + y - sense lines; estas líneas están conectadas a las conexiones sensoras del indicador. Estas líneas le informan al indicador el voltaje en la celda de carga. Algunas veces existe una caída de voltaje entre el indicador y la celda de carga. Estas líneas sensoras retroalimentan al indicador. El indicador, ya sea que ajuste su voltaje para conformar la pérdida de voltaje o amplifique la señal de retorno para compensar la pérdida de potencial a la celda de carga.

Los alambres de la celda de carga están codificados con colores para auxiliar en la instalación correcta. Los datos de calibración para cada celda de carga contiene la información del código de colores para esa celda. Rice Lake Weighing Systems también le proporciona una guía de cableado por colores en la contraportada de la Guía de Celdas de Carga (*Load Cell Guide*) y una aplicación de teléfono para guía de cableado en el sitio www.ricelake.com/wireapp.

6.2 Datos de Calibración

La mayoría de las celdas de carga están provistas con una hoja de datos de calibración o certificado de calibración. Para un ejemplo de certificado de calibración ver la Sección 7.0. Esta hoja proporciona los datos pertinentes de la celda de carga. La hoja de datos está referida a la celda de carga por el modelo, número de serie y capacidad. Otra información que se encuentra en una hoja típica de datos es la señal expresada en mV/V, voltaje de excitación, no linealidad, histéresis, balance a cero, resistencia de entrada, resistencia de salida, efecto de la temperatura a la salida y balance a cero, resistencia del aislamiento y longitud del cable. También se incluye el código de colores para el cableado.

La Figura 6-1 ilustra una curva de calibración y muestra cuantos de los términos de la celda de carga se relacionan entre ellos.

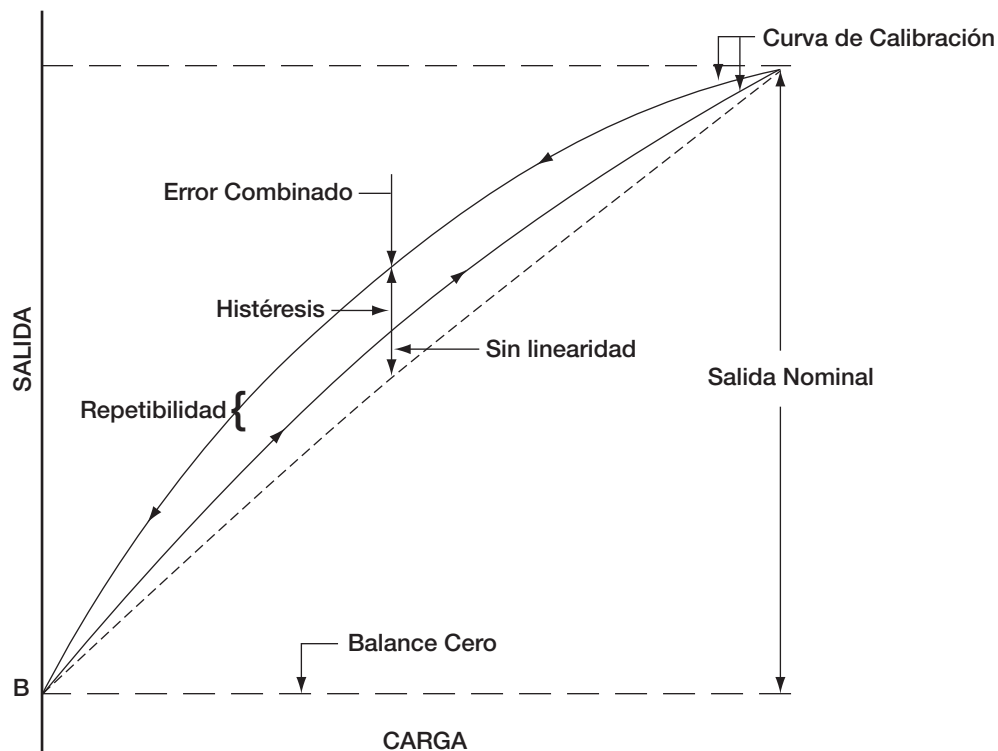


Figura 6-1. Curva de Calibración

6.3 Señal de Salida

La señal de salida de una celda de carga se determina, no solamente por el peso que se les aplica, sino también por la fuerza del voltaje de excitación y su tasa de sensibilidad mV/V a plena escala. Una tasa típica de señal de salida es de 3 milivolt/volt (mV/V). Esto significa que por cada volt de excitación que se aplica a plena escala, habrá 3mV de señal de salida. Esto es $10\text{ V} \times 3\text{ mV/V} = 30\text{ mV}$. Ahora apliquemos 50 lb. a esa celda de carga manteniendo nuestro voltaje de excitación en 10V. Ya que 50 lb. es el 50%, o la mitad a plena escala, la intensidad de la señal de salida será de 15 mV.

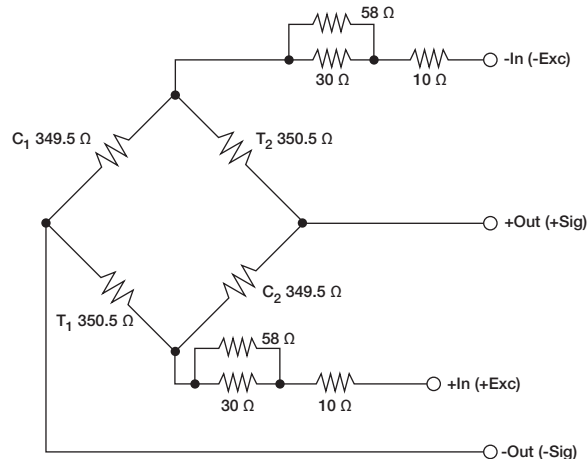


Figura 6-2. Puente de Wheatstone

El Puente de Wheatstone que se muestra en la Figura 6-2 es un simple diagrama de una celda de carga. Las resistencias eléctricas marcadas T_1 y T_2 representan los calibradores sometidos a tensión al aplicar una carga a la celda de carga. Las resistencias eléctricas C_1 y C_2 representan los calibradores sometidos a compresión.

Las terminales +In y -In se refieren a las terminales de Excitación + (+Exc) y Excitación - (-Exc). El potencial eléctrico se aplica a la celda de carga desde el indicador de peso a través de estas terminales. Los voltajes de excitación más comunes son: 10 VDC, y 15 VDC dependiendo del indicador y las celdas de carga. Las terminales +Out y -Out se refieren a las terminales de Señal+ (+Sig) y Señal - (-Sig). La señal obtenida de la celda de carga es enviada a las entradas de señal del indicador de peso para ser procesadas y representar un valor de peso en la pantalla del indicador.

Conforme se aplica un peso a la celda de carga, los calibradores C_1 y C_2 se comprimen. El alambre del calibrador decrece y su diámetro aumenta, disminuyendo su resistencia eléctrica. Simultáneamente los calibradores T_1 y T_2 se tensionan. Estos se elongan y decrece su diámetro, incrementando su resistencia eléctrica. Estos cambios en resistencia eléctrica causan que fluya más corriente eléctrica a través de C_1 and C_2 y menos a través de T_1 and T_2 . En este momento se establece una diferencia de potencial eléctrico entre las terminales de salida de señal de la celda de carga.

Ahora, rastree el flujo de corriente a través de la celda de carga. El indicador suministra una corriente eléctrica a través de la terminal -In. La corriente fluye desde -In a través de C_1 y de -Out al indicador. Desde el indicador la corriente fluye a través de la terminal +Out, a través de C_2 y regresa al indicador en +In. Para tener un circuito completo necesitamos obtener una corriente eléctrica desde el lado -In de la fuente de suministro (el indicador) al lado +In y así se logra. La corriente eléctrica también necesita pasar a través del circuito lector del indicador. Logramos que, conforme la corriente eléctrica pasara desde la terminal -Out regresara a la celda de carga a través de la terminal +Out. Dada la alta impedancia interna (resistencia) del indicador, muy poca corriente fluye entre -Out y +Out.

Ya que existe una diferencia de potencial entre las terminales -In e +In, aún hay una corriente fluyendo de -In a través de T_2 y C_2 de regreso a +In, y desde -In a través de C_1 y T_1 de regreso a +In. La mayoría de la corriente en el circuito es a través de estas trayectorias en paralelo. Se agregan resistencias eléctricas en serie en las líneas de entrada. Estas resistencias compensan a la celda de carga por temperatura, corrección a cero y linealidad.

Observemos al circuito de la celda de carga en términos matemáticos para ayudarnos a entenderlo en la condición de balanceado y en la de desbalanceado. Nuestro Puente de Wheatstone se puede mostrar en la forma convencional de diamante o como se muestra en la Figura 6-3. Cualquier forma representa al mismo circuito.

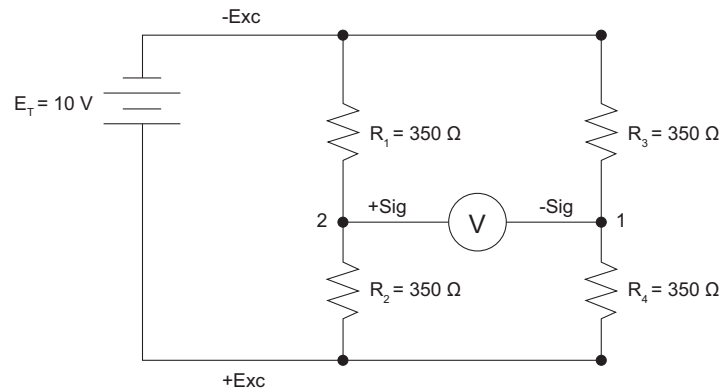


Figura 6-3. Puente de Wheatstone

Se ha remplazado el amperímetro por un voltímetro que representará a la pantalla en el indicador de peso. También, las terminales conectadas al indicador están designadas como +Sig y -Sig. Estas representan a nuestras terminales positiva y negativa de señal. Una batería de 10V representa a la fuente de potencial eléctrico que provee el voltaje preciso para excitar la celda de carga. Las resistencias eléctricas con sus valores representan a los cuatro calibradores que integran la celda de carga.

Ya que no existe peso en nuestra celda de carga, las resistencias de todos los calibradores tienen el mismo valor. Empleando la Ley de Ohm podemos calcular las caídas de voltaje en los puntos 1 y 2. Cada ramificación tiene una resistencia eléctrica de $350\ \Omega + 350\ \Omega = 700\ \Omega$. El flujo de corriente eléctrica en la ramificación es igual al voltaje en la ramificación dividida por el valor de la resistencia.

$$\begin{aligned}
 I_{R1 + R2} &= \frac{E_{R1 + R2}}{R_1 + R_2} & I_{R3 + R4} &= \frac{E_{R3 + R4}}{R_3 + R_4} \\
 &= \frac{10\text{ V}}{700\ \Omega} & &= \frac{10\text{ V}}{700\ \Omega} \\
 &= 14.3\text{ mA or }0.0143\text{ A} & &= 14.3\text{ mA or }0.0143\text{ A}
 \end{aligned}$$

Para calcular el voltaje en el punto 1, aplicamos la Ley de Ohm.

$$\begin{aligned}
 E_{R3} &= I_{R3} R_3 \\
 &= 0.0143\text{ A} \times 350\ \Omega \\
 &= 5\text{ V}
 \end{aligned}$$

Ya que todas las resistencias eléctricas son iguales, el voltaje en el punto 2 también es de 5V. No existe diferencia de voltaje entre los puntos 1 y 2 por lo que, se mostrará un valor de 0 en la pantalla de nuestro indicador (.voltímetro).

Ahora, coloquemos un peso a nuestra celda de carga. Esto causa que las resistencias R_1 y R_4 estén bajo esfuerzo, lo que incrementa las resistencias eléctricas en la celda de carga. R_2 y R_3 están bajo compresión, lo que decrementa sus resistencias eléctricas. Estos cambios se representan en el siguiente diagrama (Figura 6-4).

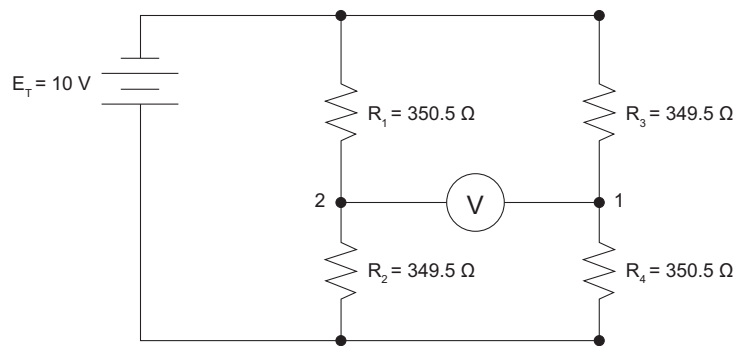


Figura 6-4. Puente de Wheatstone

Observe que el valor de resistencia eléctrica individual de cada ramificación es de 700Ω , por lo que aún existe una corriente eléctrica de 0.0143 A en cada ramificación.

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

Para calcular el valor del voltaje en el punto 1, calcularemos la caída de voltaje a través de R_3 . Sabemos que el valor de la corriente a través de R_3 es de 0.0143 A .

$$\begin{aligned} E_{R3} &= I_{R3} R_3 \\ &= 0.0143 \text{ A} \times 349.5 \Omega \\ &= 4.9979 \text{ V} \end{aligned}$$

Para conocer el valor de la diferencia de potencial en el punto 2 calcularemos la caída de voltaje a través de R_1 . Nuevamente, conocemos que el valor de la corriente a través de R_1 es 0.0143 A .

$$\begin{aligned} E_{R1} &= I_{R1} R_1 \\ &= 0.0143 \text{ A} \times 350.5 \Omega \\ &= 5.0122 \text{ V} \end{aligned}$$

Para conocer el valor de la diferencia de potencial entre los puntos 1 y 2, restemos el valor de E_{R3} del valor de E_{R1} y encontramos que la diferencia es de 0.0143 V o 14.3 mV .

Vemos que nuestro puente se ha convertido en desbalanceado y que la diferencia de potencial eléctrico de un extremo al otro del puente es de 14.3 mV . El indicador está calibrado de tal manera que cierta lectura en mV corresponderá a cierto valor de peso (lb , kg). Como establecimos anteriormente, el indicador drena corriente, pero su resistencia eléctrica interna es tan grande que la corriente que drena es imperceptible y no causa efecto en la operación de la celda de carga.

7.0 Certificado de Calibración Rice Lake Weighing Systems

1. Modelo No.	50210-25
2. Número de Serie	37647
3. Capacidad	25 lb
4. Señal de Salida	3.0678 mV/V
5. Excitación	10 Volts
6. No-Linealidad	< 0.010 % FSO
7. Histéresis	< 0.010 % FSO
8. Balance de Cero	-0.0230 mV/V
9. Resistencia de Entrada	375 Ohms Nominales
10. Resistencia de Salida	350 Ohms
11. Efecto de Temperatura	
Salida	< 0.0005 % / °F
Cero	< 0.0010 % / °F
Resistencia del Aislante	5000 Mega Ohms a 50 VDC
Longitud del Cable	20 (6) ft (m)
No. de Certificado NTEP.	****
Carga Muerta Mínima (lb)	****
Clase	****
V min	****
n Máxima	****
Uso de la Celda de Carga	****
Límite de Carga Segura (lb)	****

Cableado	
Rojo	+ Input
Verde	+ Output
Blanco	- Output
Negro	- Input

Table 7-1. Código de Colores de Cableado

Esta Página intencionalmente en blanco.



Módulos de Pesaje

8.0	Módulos de Pesaje: Tipo Viga (Single-Ended Beam)	30
8.1	Introducción	30
8.1.1	Principios Generales de Montaje	30
8.1.2	Orientación de la Celda de Carga Tipo Viga	30
8.2	Módulos de Pesaje SURVIVOR® RL1700 Series5056	31
8.3	Módulos de Pesaje RL50210 TA	32
8.4	Módulos de Pesaje RL1800 / SURVIVOR RL1855 HE	33
8.5	Módulos de Pesaje RL1900	34
8.6	Paramounts® HS y Paramounts® EP	35
9.0	Módulos de Pesaje: Tipo Viga de Doble Apoyo (Double-Ended Beam)	37
9.1	Introducción	37
9.1.1	Principios Generales de Montaje	37
9.1.2	Orientación de la Celda de Carga Tipo Viga de Doble Apoyo	37
9.2	Módulos de Pesaje RL1600	38
9.3	Módulos de Pesaje SURVIVOR RL2100 HE	39
9.4	Módulos de Pesaje EZ Mount 1	40
9.5	Módulos de Pesaje Translink™ para Báscula Camionera	41
9.6	Módulos MVS para Básculas Camioneras	42
10.0	Módulos de Pesaje: Tipo Botella (Compression Canister)	43
10.1	Introducción	43
10.1.1	Principios Generales de Montaje	43
10.2	Módulos de Pesaje RLC	44
11.0	Módulos de Pesaje: Tipo S (S-Beam)	45
11.1	Introducción	45
11.1.1	Principios Generales de Montaje	45
11.2	Montajes ITCM	45

8.0 Módulos de Pesaje: Tipo Viga (Single-Ended Beam)

Rice Lake Weighing Systems ofrece una amplia variedad de módulos de pesaje, incluyendo los únicos módulos industriales a prueba de agua. Esta sección incluye solamente algunos de los módulos ofrecidos por Rice Lake Weighing Systems, junto con información sobre su diseño, construcción, características y aplicaciones. Una lista completa de módulos de pesaje que ofrece Rice Lake Weighing Systems and any additional specifications, las encontrará en www.ricelake.com/lcwm.

Favor de consultar la Guía de Celdas de Carga (*Load Cell Guide*) para las opciones de las celdas de carga de todos los módulos de pesaje de Rice Lake Weighing Systems.

8.1 Introducción

Las celdas de carga tipo viga ofrecen muchas ventajas al emplearse en módulos bien diseñados. Los módulos que emplean las celdas de carga tipo viga tienen perfil bajo y, generalmente, son autoverificables. El remplazo de este tipo de celda de carga es posible en la mayoría de los sistemas con este tipo de celda de carga, con elevar el recipiente lo suficiente para liberar presión sobre ella.

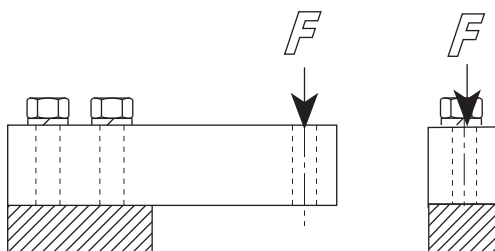


Figura 8-1. Celda de Carga Tipo Viga (Single-Ended Beam)

8.1.1 Principios Generales de Montaje

- La superficie de montaje deberá ser plana y nivelada.
- Los pernos de montaje deberán apretarse a valores de par de torsión especificados.
- El *block* de montaje deberá tener un espesor adecuado para permitir un roscado adecuado para las tuercas.
- La esquina de la superficie de montaje (viga de la celda hacia afuera) deberá endurecerse para evitar se desmorone.
- Los pernos de montaje deberán ser, al menos, Grado 5 para evitar elongaciones o roturas
- La carga deberá aplicarse verticalmente a través de la perforación de carga (puede aplicarse desde arriba, como se muestra en la Figura 8-1, o colgada por debajo).
- La introducción de la carga deberá aportar flexibilidad para evitar la transmisión de fuerzas extrañas y tolerar la deflexión de la celda de carga.

8.1.2 Orientación de la Celda de Carga Tipo Viga

La Figura 8-2 ilustra 4 diferentes recipientes y la configuración de montaje recomendada para la celda de carga tipo viga. Los recipientes a la izquierda son recipientes cilíndricos verticales. Observe que el eje longitudinal de la celda apunta al centro del recipiente. Este principio pudiera aplicarse a los recipientes a la derecha si fuera conveniente montar las celdas de carga en cada esquina con el eje longitudinal apuntando al centro del recipiente. Sin embargo, pudiera ser más conveniente, y es aceptable, montar las celdas como se ilustra. Ya que este tipo de celda de carga es relativamente inmune a fuerzas extrañas aplicadas a lo largo de su eje longitudinal, deberán apuntarse en dirección de la fuerza extraña. (por ejemplo, en una banda transportadora en dirección al movimiento).

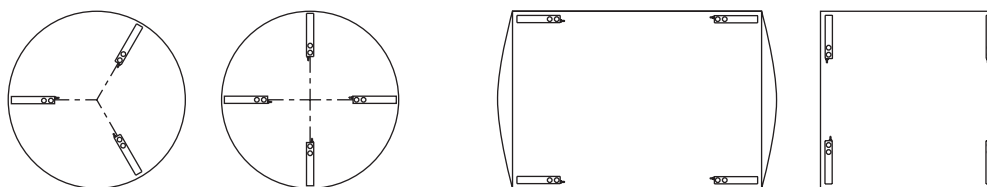


Figura 8-2. Orientación de la Celda de Carga Tipo Viga

8.2 Módulos de Pesaje SURVIVOR® RL1700 Series5056

Estos módulos con celdas de carga tipo viga ofrecen un maquinado de precisión, construcción sin soldaduras para mantener la efectividad en lavado intenso. Este diseño, acoplado con pernos de nivelación/embarque integrados, facilita la instalación y minimiza los costos de mantenimiento. Las celdas de carga con certificado OIML C3 con capacidades que van de 5 a 5,000 kg (11-11,023 lb) proporcionan pesajes precisos y consistentes. EL diseño exclusivo del módulo de pesaje RL1700 HE aísla a la celda de cargas laterales y sobrecargas, minimizando los daños mecánicos a las celdas, eliminando la necesidad de herramienta ajena. El módulo de pesaje RL1700 HE ofrece una clasificación de garantía a prueba de agua para asegurar un desempeño confiable aún en ambientes de humedad intensa.

Movimiento Admisible

La Figura 8-3 ilustra la capacidad del módulo RL1700 HE para manejar movimientos. La carga puede ser verificada en una o dos direcciones. Esto permite el posicionamiento en una o dos orientaciones para una verificación adecuada.

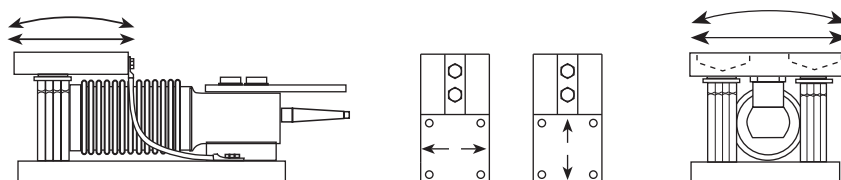


Figura 8-3. SURVIVOR RL1700 HE

Construcción y Características

- Construcción total en acero inoxidable.
- Celdas de carga de acero inoxidable selladas herméticamente, con garantía a prueba de agua IP66/68.
- Celdas de carga con certificado OIML y capacidades desde 5 a 5,000 kg (11-11,023 lb).
- Diseño de pernos integrados; los pernos del tanque directamente en las patas sin requerir aditamentos adicionales.
- Auto verificación con protección de volcadura y pernos de nivelación/embarque
- Las celdas de carga están aisladas de sobrecargas en todas direcciones.
- La construcción sin soldaduras retiene menos residuos y permite limpieza más a fondo.
- Celdas de carga con certificado NTEP disponibles bajo pedido. Para mayor información visite www.ricelake.com/lcwm.

Aplicaciones Típicas

Una aplicación típica para SURVIVOR RL1700 HE es para la preparación de micro lotes con varios ingredientes, como se muestra en la Figura 8-4. Otras aplicaciones están en el procesamiento de carnes y aves, mezclado de lotes químicos y mezclado de tintas y colorantes.

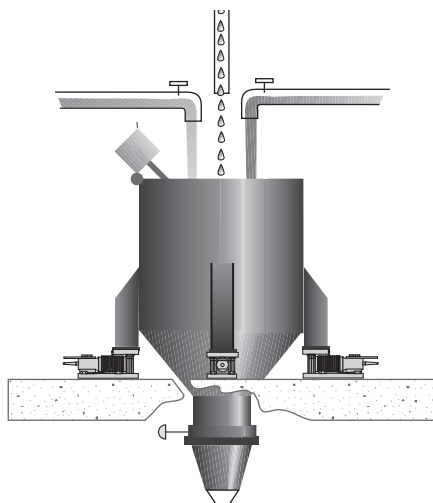


Figura 8-4. SURVIVOR RL1700 HE en la Preparación de Micro Lote con Varios Ingredientes

8.3 Módulos de Pesaje RL50210 TA

Estos módulos emplean celdas de carga tipo viga y ofrecen una alternativa económica para pesajes ligeros con capacidades desde 50 hasta 2,500 lb (23-1,134 kg). Una variedad de características hacen de este módulo fácil de instalar y una alternativa ideal para varias aplicaciones bajo techo en donde los requisitos de verificación son bajos. Las celdas de carga protegidas ambientalmente, montajes aislados/compresión y otros componentes de Rice Lake son la clave para el desempeño sobresaliente de este módulo. La conexión directa del recipiente y la carpeta flexible de neopreno también actúan como amortiguadores de la carga.

Movimiento Admisible

La Figura 8-5 ilustra la capacidad de manejo de movimiento del módulo RL50210 TA. Las flechas indican varios medios por los cuales la placa de introducción de la carga puede moverse con relación a la celda de carga para minimizar la transferencia de fuerzas extrañas.

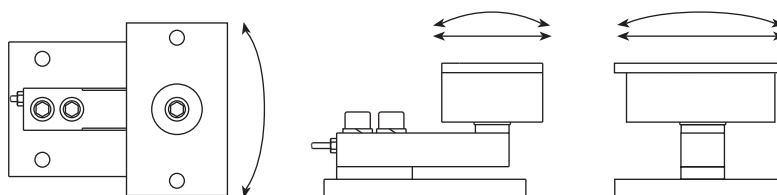


Figura 8-5. RL50210 TA

Construcción y Características

- Placa base grande, arandela espaciadora, la celda de carga está fijada o atornillada directamente a la placa base.
- Celdas de carga protegidas ambientalmente.
- Introducción de la carga por medio de una placa de acero adherida a una carpeta de neopreno, adecúa los movimientos del recipiente en todas direcciones.
- Montajes de neopreno aislado/compresión permiten un mínimo de desalineación, expansión térmica y absorción de impactos.
- Este módulo está disponible en capacidades desde 50 hasta 2,500 lb (23-1,134 kg) en acero dulce e inoxidable.
- Las capacidades de 500 a 2,500 lb (227-1,134 kg) incorporan un paro por sobrecarga por debajo del extremo libre de la celda, por durabilidad.
- Algunas capacidades cuentan con certificado NTEP. Visite el sitio web www.ricelake.com/lcwm para más información.

Aplicaciones Típicas

Estos módulos deben fijarse de tal manera que su eje longitudinal esté en dirección del movimiento mayormente esperado del recipiente o banda transportadora. En una transportadora de rodillos, esto sería normalmente a lo largo del tránsito en el transportador. Ver Figura 8-6. Las aplicaciones típicas incluyen el pesaje en movimiento en transportadoras, tanques/tolvas pequeños en donde impactos pequeños pudieran ser problema.

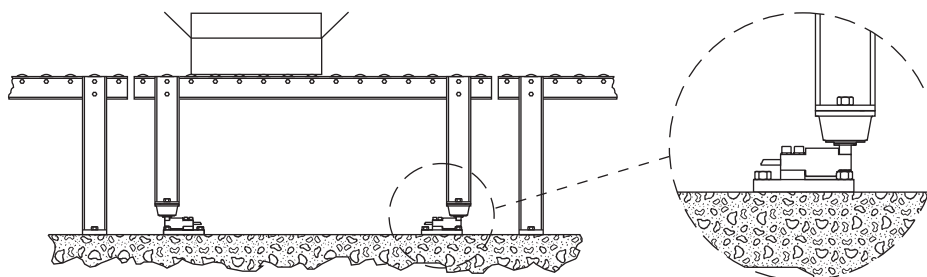


Figura 8-6. RL50210 TA en Banda Transportadora

8.4 Módulos de Pesaje RL1800 / SURVIVOR RL1855 HE

Estos módulos de pesaje emplean celdas de carga tipo viga en módulos pivoteados al centro, con capacidades hasta de 10,000 lb (4,536 kg) por módulo. Mientras estos módulos son de estilo compresión, la celda de carga está montado a tensión ya que la carga se introduce a través de la línea de carga a un perno en un muñón colgante por debajo de la celda. El muñón pivotea en todas direcciones permitiendo que la placa superior (adherida al recipiente) gire sin torcer la celda. Este arreglo hace al módulo auto centrante, capaz de acomodarse al movimiento en todas direcciones. El módulo es auto verificable y provee protección contra brincos. Los módulos RL1800 y RL1855 HE le permiten al instalador hacer un ajuste total de altura con facilidad, con un perno de carga central que está adherido al muñón colgante. Esta característica acelera el proceso de nivelación de carga entre módulos. Estos módulos permiten el remplazo de celda de carga sin levantar el tanque, consideración importante en algunas instalaciones.

Movimiento Admisible

En la Figura 8-7 se ilustra con flechas el movimiento admisible en los módulos RL1800 y RL1855 HE.

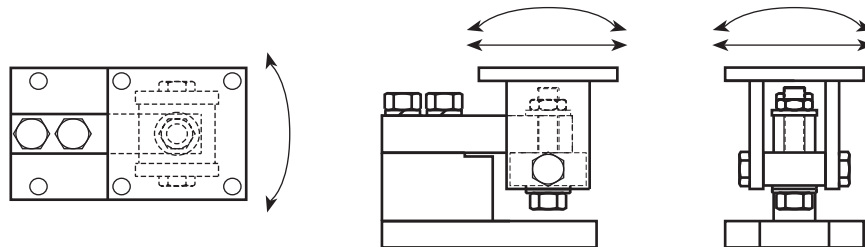


Figura 8-7. Módulos RL1800 y RL1855 HE en un Tanque Cilíndrico Horizontal

Construcción y Características

- Una placa base y un espaciador soportan a la celda de carga.
- Un muñón suspendido por debajo del extremo libre de la celda de carga está adherido a la celda por un perno a tensión atornillado en la perforación de carga de la celda. Hay un cojinete entre la cabeza del perno y el block del muñón.
- Un arreglo tipo “silla” se une al block del muñón por medio de tornillos de pivoteo y la carga se aplica a la parte superior. Este arreglo permite a la “silla” moverse como se indica en la Figura 8-7
- Diseño de auto verificación con protección de brincoteo/volcadura y limitación lateral.
- El módulo permite ajuste de altura.
- Amplio rango de aleaciones de acero, acero inoxidable y celdas de carga de acero inoxidable herméticamente selladas.
- RL1800 disponible en capacidades desde 250 hasta 10,000 lb (113-4,536 kg) en acero dulce e inoxidable; RL1855 HE disponible en capacidades desde 1,000 hasta 10,000 lb (454-4,536 kg), en acero inoxidable.
- RL1855 HE cuenta con cable PTFE enchaquetado y adaptador conduit para elevar la resistencia a químicos y humedad.
- Algunas capacidades tienen certificado NTEP. certified. Para mayor información, visite www.ricelake.com/lcwm.

Aplicaciones Típicas

Las aplicaciones típicas para RL1800 son bandas transportadoras, tanques y tolvas de capacidad media. Para el RL1855 HE se incluyen loteo/mezclado de químicos, mezclado de fertilizantes y tanques y tolvas de capacidad media.

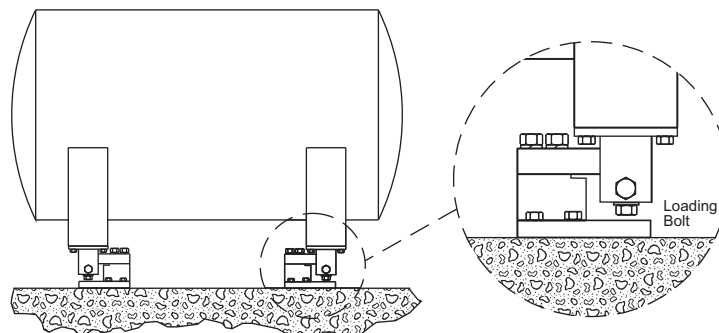


Figura 8-8. Módulos RL1800 y RL1855 HE en un Tanque Cilíndrico Horizontal

8.5 Módulos de Pesaje RL1900

El módulo de pesaje RL1900 es un diseño similar al del RL1800, pero incorpora un poco de mayor movimiento lateral. Este módulo es ideal para operaciones de pesaje de tanques, tolvas y contenedores en el rango de capacidades medias. Cada módulo combina potenciales de movimiento multi direccional y auto verificación.

Movimiento Admisible

La Figura 8-9 ilustra con flechas el movimiento admisible para el módulo RL1900.

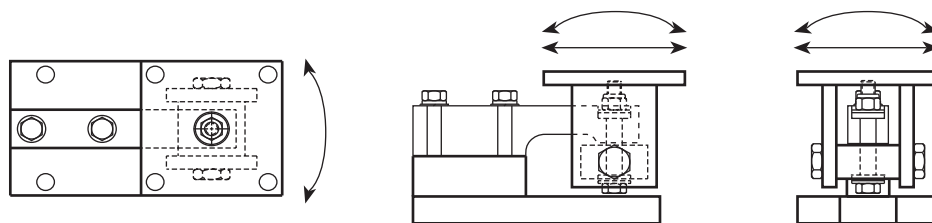


Figura 8-9. Módulos RL1900

Construcción y Características

- La celda de carga se apoya en una placa base y espaciador.
- Un muñón está suspendido por debajo del extremo libre de la celda de carga. Se adhiere a la celda de carga por medio de un perno que pasa por la perforación en la celda de carga y es retenido por una tuerca en la parte superior. Se emplean 2 cojinetes; uno se acomoda entre la cabeza del perno y el muñón, y el otro entre la tuerca y la parte superior de la celda de carga (la cual está escariada para asentar al cojinete).
- Un arreglo de asiento se une al block del muñón por medio de tornillos de pivoteo y la carga se aplica a la parte superior. Este arreglo permite al asiento moverse como se indica en la Figura 8-9.
- Este módulo permite mayor movimiento lateral en virtud que el perno de suspensión cuenta con cojinetes arriba y abajo.
- Diseño de auto verificación, con protección de brincoteo/volcadura y limitación lateral.
- El módulo provee ajuste de altura
- Disponible en capacidades desde 1,000 hasta 10,000 lb (454-4,536 kg), en acero inoxidable.
- A este módulo se le pueden adaptar celdas de carga ambientalmente protegidas, así como herméticamente selladas.
- Celdas de carga con certificado NTEP. Visite la página www.ricelake.com/lcwm para mayor información.

Aplicaciones típicas

Las aplicaciones típicas para el módulo RL1900 son tanques, contenedores y tolvas de capacidad media y aplicaciones en lavado intenso y ambientes químicos.

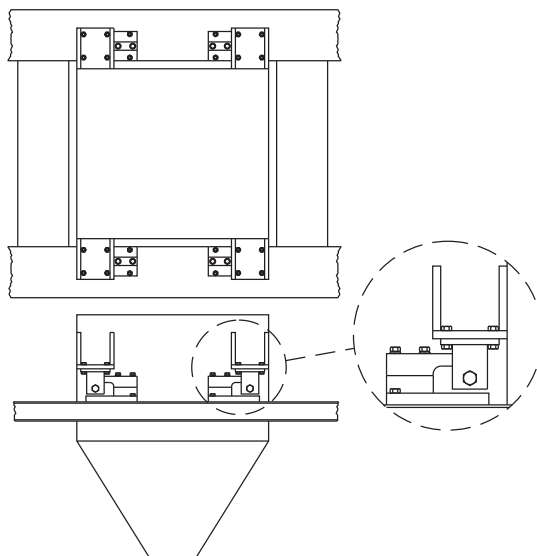


Figura 8-10. Módulos RL1900 en Báscula de Tolva

8.6 Paramounts® HS y Paramounts® EP

El versátil sistema de pesaje de recipientes Paramounts, consiste en 3 diferentes módulos de pesaje, que en unidad hacen un sistema completo de módulos fijos y deslizantes con celdas de carga tipo viga. Este sistema exclusivo le permite al recipiente expandirse libremente en los módulos deslizantes, permaneciendo el sistema auto verificable. Todos los modelos están disponibles en capacidades hasta de 22,500 lb (10,206 kg).

Movimiento Admisible

a. **Módulo de Aguja Fija** – Con este módulo, la carga se transfiere de la parte superior de la placa a la celda de carga por vía de una aguja que ingresa a un escariado en la placa y celda de carga. La aguja actúa como pivote y permite que solo gire la placa mientras se fija la esquina del recipiente.

b. **Módulo de Deslizamiento Libre** – Con este módulo, la aguja de carga tiene una parte superior plana sobre la cual se desliza libremente, en todas direcciones, la placa superior. Para minimizar la fricción, la parte superior de la aguja está cubierta con PTFE y se desliza suavemente en una placa de acero inoxidable. La limpieza de estas superficies se asegura con un sello de succión de neopreno.

c. **Módulo de Paro Lateral** – Este módulo emplea la misma aguja recubierta con PTFE y la placa de deslizamiento de acero inoxidable, pero además cuenta con barreras laterales. Estas barreras verifican el movimiento lateral de la placa superior. A la placa superior se le permite solamente moverse en dirección del eje longitudinal de la celda de carga.

Un sistema de 3 módulos emplea un módulo de cada estilo. Los módulos adicionales son de libre deslizamiento.

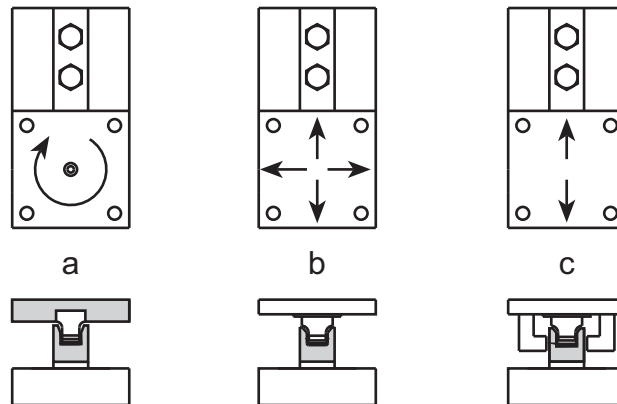


Figura 8-11. En el Diseño de Tres Módulos para el Sistema Paramounts, se Incluyen: (a) Módulo Fijo, (b) Módulo de Deslizamiento Libre, (c) Módulo de Paro Lateral.

Construcción y Características

- Sin efectos de torsión: Las celdas de carga SB4, SB10 y SB5 tienen un ojo ciego para recibir la carga, la que se introduce vía una aguja convexa. La superficie convexa le permite a la placa superior del módulo balancearse sin torcer la celda. La aguja se centra en la perforación por medio de un "O ring" flexible. El fondo de la perforación se ubica en el eje neutro de la sección sensora Flintec. Por consiguiente, los efectos de torsión son virtualmente eliminados.
- Perno de Nivelación y Protección de Brincoteo: Cada módulo consiste de una placa base, a la cual se fija la celda de carga y una placa superior en la que se introduce la carga. Un perno de seguridad está rigidamente fijado a la placa separadora fijada a la placa base. Este perno evita brincoteo y puede emplearse para elevar el recipiente vacío al remplazar la celda de carga.
- Permite Movimiento: Hay 3 diferentes estilos de módulos, resultado de diferencias de diseño de la placa superior y de la aguja de carga. Cada uno como parte de un sistema completo que le permite libre movimiento al recipiente adjunto.
- Señales de Salida Igualadas: SB4, SB10 y SB5 son celdas de carga con señal de salida igualada, en acero inoxidable. Todos los equipos Paramounts usan celdas de carga SB4, SB10 y SB5 con señal de salida igualada a $\pm 0.07\%$. Esto elimina el ajuste de esquinas en la instalación inicial o re calibración al remplazar una celda de carga.
- Soporta Ambientes Hostiles: Paramounts HS están disponibles en acero dulce o inoxidable, con celdas de carga en acero inoxidable. Paramounts EP models come standard with stainless steel, environmentally protected load cells.
- Capacidades disponibles hasta 22,250 lb (10,206 kg) ya sea en acero dulce o inoxidable.
- Algunas capacidades cuentan con certificado NTEP. Visite el sitio web www.ricelake.com/lcwm para mayor información.

Aplicaciones Típicas

Un sistema de 3 módulos suele tener uno de cada tipo. Las básculas que requieren más de 3 módulos usan los adicionales del tipo de libre deslizamiento. La Figura 8-12 es un ejemplo típico de un sistema de 6 módulos. El módulo de aguja fija retiene al recipiente en la esquina, permitiéndole girar solo alrededor de la aguja. El recipiente se expandirá hacia afuera desde esta esquina. El módulo de paro lateral, ubicado en la esquina opuesta, mantiene al recipiente en verificación, pero no restringe la expansión. El empleo de 4 módulos de libredeslizamiento asegura que la expansión/contracción del recipiente sea irrestricta en cualquier dirección.

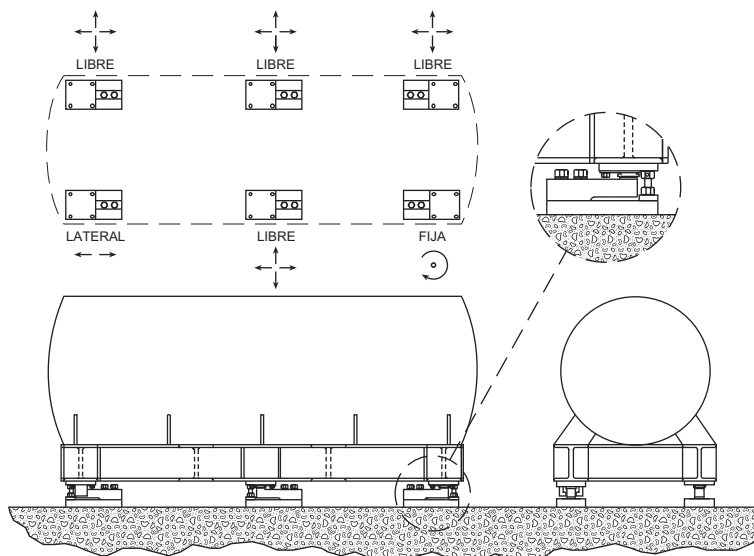


Figura 8-12. Sistema de Montaje Paramounts en Tanque Cilíndrico

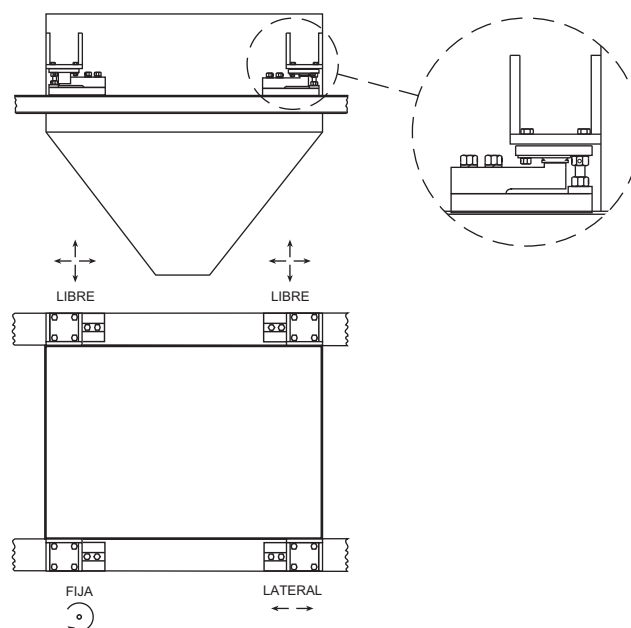


Figura 8-13. Paramounts en Tolva Suspendida

9.0 Módulos de Pesaje: Tipo Viga de Doble Apoyo (Double-Ended Beam)

9.1 Introducción

Los módulos tipo viga de doble apoyo son caballos de batalla para capacidades media y alta, resistentes, estables y capaces de manejar bien cargas laterales. Los módulos se presentan en 2 versiones: celda de carga soportada en los extremos y cargada al centro, y celda de carga soportada al centro y cargada en los extremos. El módulo cargado en los extremos se emplea en la báscula camionera Translink, suspendido de cadena, que será descrito más adelante. La versión más común, la cargada al centro, se emplea en los sistemas de montaje RL1600, RL2100 HE, EZ Mount 1, y MVS.

La Figura 9-1 muestra directrices importantes para aplicar carga a un módulo cargado al centro con celda de carga tipo viga de doble apoyo y la orientación del módulo.

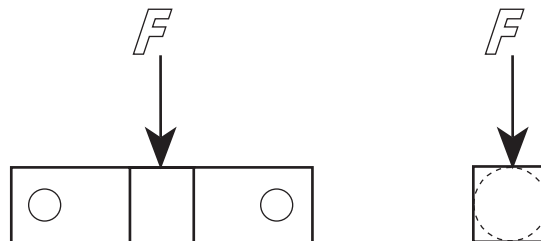


Figura 9-1. Celda de Carga Tipo Viga de Doble Apoyo

9.1.1 Principios Generales de Montaje

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

9.1.2 Orientación de la Celda de Carga Tipo Viga de Doble Apoyo

En la Figura 9-2 se ilustran las mejores posiciones de montaje para una celda de carga tipo viga de doble apoyo, en donde una línea desde el centro del recipiente está en ángulo recto con respecto al eje longitudinal de la celda de carga. Los montajes para estas celdas de carga restringen al mínimo el movimiento del recipiente. Esto resulta importante cuando se esperan expansiones/contracciones térmicas importantes.

Algunos módulos tipo viga de doble apoyo deberán orientarse con el eje longitudinal de la celda de carga en línea con el movimiento esperado. En una báscula camionera, esto será normalmente en la dirección del viaje del camión

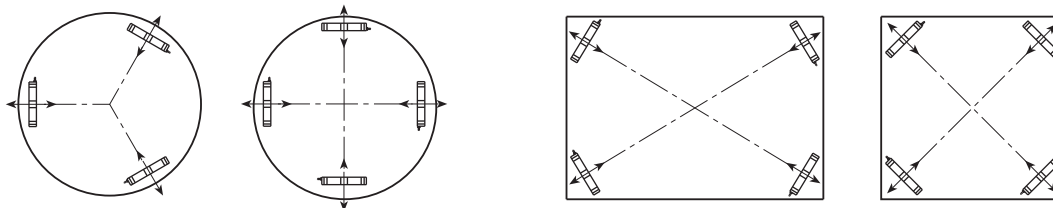


Figura 9-2. Orientación de la Celda de Carga Tipo Viga de Doble Apoyo

9.2 Módulos de Pesaje RL1600

Este ensamble es el adecuado para aplicaciones de media y alta capacidad, debido a la inherente estabilidad y resistencia de la celda de carga tipo viga de doble apoyo, cargada al centro, que está soportada en sus extremos sobre pernos. Los módulos son auto verificables en todas direcciones, permitiendo alguna libertad para el movimiento de expansión/contracción del recipiente en una sola dirección, deslizándose en los pernos de soporte. Los módulos también ofrecen protección a brincoteo para prevenir al tanque de ladeo accidental.

El módulo RL 1600 es económico y resistente, para emplearse en donde se espera un mínimo de expansión/contracción. Para este módulo es crítica una alineación precisa, ya que queda poco lugar para falta de alineación con la horquilla de sujeción que retiene a la placa de carga de la celda. El remplazo de la celda de carga requiere levantar el recipiente 1" (25 mm) para retirar la celda de carga.

Los módulos serie RL1600 están disponibles en acero dulce maquinado, en acero vaciado y en acero inoxidable maquinado en donde se requiera de protección extra a la carrosión.

Movimiento Admisible

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

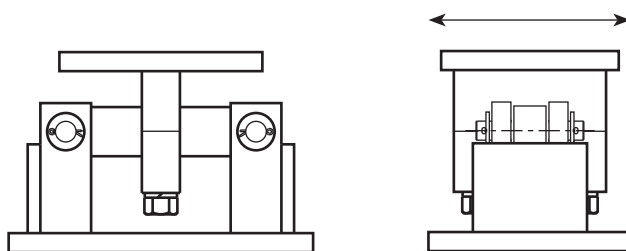


Figura 9-3. Módulo de Pesaje RL1600

Construcción y Características

- Placa base rígida con 4 perforaciones verticales para soportar los pernos de agarre de la celda de carga.
- Abrazaderas de asiento alrededor del centro de la celda. Esto le da libertad a la celda para desplazarse lateralmente sobre los pernos en distancia corta.
- El módulo es auto verificable en todas direcciones.
- Disponible en acero dulce y acero inoxidable maquinados en capacidades desde 1,000 hasta 75,000 lb (454-34,020 kg), y en acero vaciado desde 1,000 hasta 25,000 lb (454-11,340 kg).

Aplicaciones Típicas

Las aplicaciones típicas para el módulo RL 1600 son tanques de capacidades media a alta, contenedores y tolvas, así como manejo de materiales a granel.

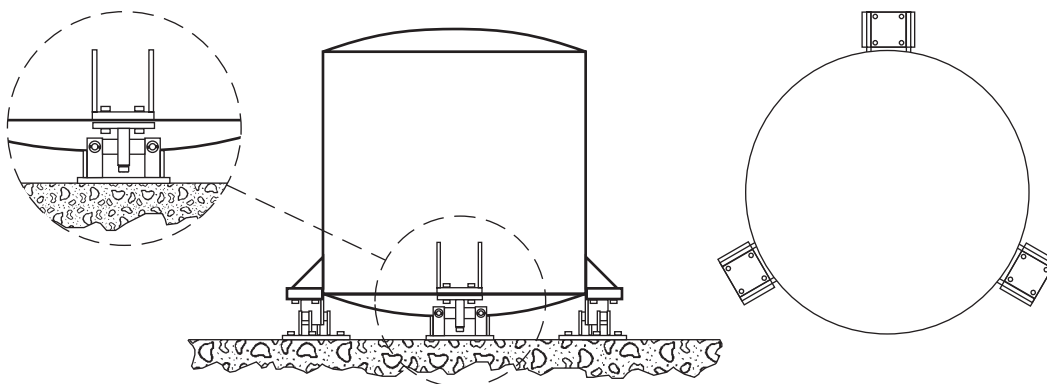


Figura 9-4. Módulo de Pesaje RL1600 en Tanque de Perfil Bajo

9.3 Módulos de Pesaje SURVIVOR RL2100 HE

Estos módulos, en capacidades media y alta, están disponibles en 2 tamaños, en capacidades que van desde 20,000 lb hasta 100,000 lb (9,072-45,359 kg). SURVIVOR RL2100 HE emplea la celda de carga tipo viga de doble apoyo y es idealmente adecuada para tanques, tolvas y reactores que están sujetos a ambientes agresivos y hostiles. Este módulo provee protección superior a corrosión, ingreso de humedad y mecánico. En la mayoría de las aplicaciones los ensambles son auto verificables y se mantienen resguardados sin pernos de verificación o estabilizadores. Los módulos cuentan con certificado NTEP, con garantía a prueba de agua, utilizando la celda de carga RL75060S de acero inoxidable.

Movimiento Admisible

La Figura 9-5 ilustra la capacidad de manejo de movimiento del módulo RL2100 HE

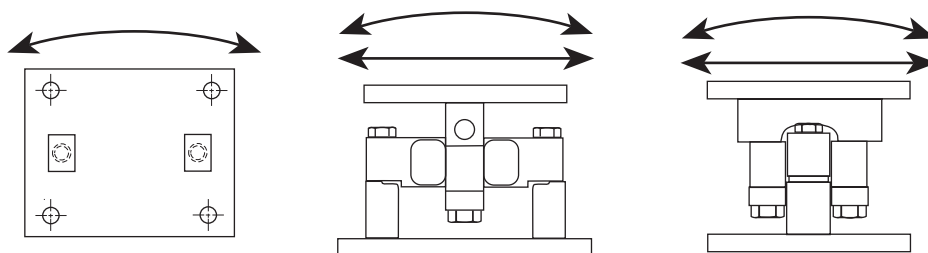


Figura 9-5. Módulo SURVIVOR RL2100 HE

Construcción y Características

- Sellado por soldadura, celda de carga de acero inoxidable, IP67, con garantía a prueba de agua
- Diseño de pernos propios que se atornillan directo a las patas del tanque, sin requerir tornillos o placas adicionales.
- Tolerancia de cargas excéntricas o laterales hasta 100% su capacidad.
- Cable PTFE enchaquetado como estándar para máxima resistencia química.
- Construcción total en acero inoxidable.
- Diseño de auto verificación con protección de brincoteo/volcadura.
- Certificado NTEP. Visite el sitio web www.ricelake.com/lcwm para mayor información.

Aplicaciones Típicas

Las aplicaciones típicas para el módulo SURVIVOR RL2100 HE incluyen tanques de alta capacidad, mezcladoras, reactores y manejo de inventarios a granel, así como control de procesos de refinerías y mezclado/loteo de productos químicos.

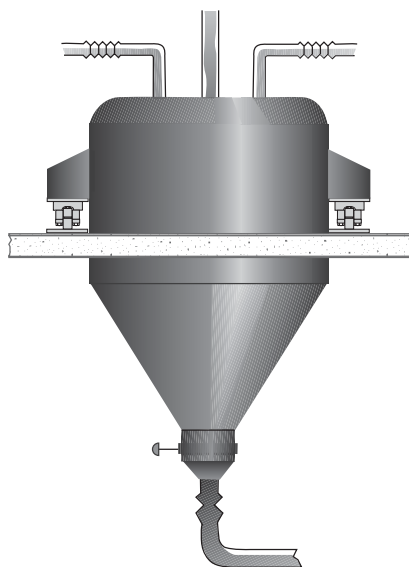


Figura 9-6. Módulo SURVIVOR RL2100 HE en Aplicación de Alta Capacidad

9.4 Módulos de Pesaje EZ Mount 1

En aplicaciones en donde la expansión/contracción térmica o no hay espacio significativo para elevar el recipiente lo suficiente para el remplazo de una celda de carga, el módulo EZ Mount 1, empleando celda de carga tipo viga de doble apoyo, es una excelente elección para manejar los requerimientos de movimiento y espacio. EZ Mount 1 una celda de carga cilíndrica que permite que la placa superior pivotee y corrija pequeños problemas de alineación. También aloja movimiento considerable en la dirección perpendicular al eje longitudinal de la celda de carga. La celda de carga está soportada por espaciadores circulares endurecidos asegurada a la placa base por tornillos. La silla superior se mantiene cautiva por pernos removibles en la parte superior y base de la celda de carga. Esto permite el remplazo de la celda de carga sin elevar el recipiente, extrayendo la celda de carga simplemente.

El módulo EZ Mount 1 está disponible en aleación de acero o acero inoxidable, en capacidades desde 5,000 hasta 250,000 lb (2,268-113,398 kg).

Movimiento Admisible

La Figura 9-7 ilustra con flechas el movimiento admisible del módulo EZ Mount 1

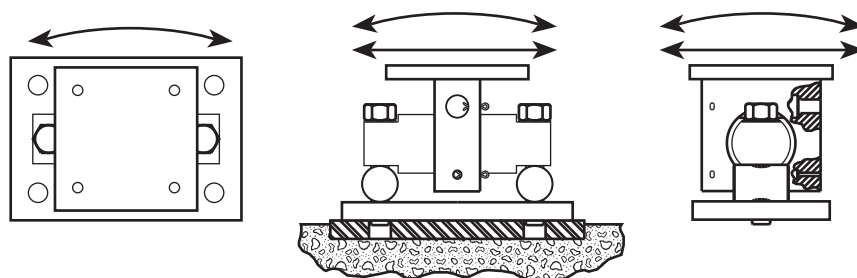


Figura 9-7. Módulo de Pesaje EZ Mount 1

Construcción y Características

- Diseño simplificado que permite atornillarlo directamente al tanque y al piso.
- Diseño exclusivo de perno deslizante compensa el movimiento por expansión/contracción.
- Este arreglo le permite al asiento moverse en todas direcciones, como se ilustra en la Figura 9-7, proveyendo verificación en todas direcciones.
- La celda de carga puede ser retirada fácilmente elevando ligeramente el recipiente.
- Diseño de perfil bajo.
- Disponible en capacidades desde 5,000 hasta 250,000 lb (2,268-113,398 kg) en acero dulce y en capacidades desde 5,000 hasta 150,000 lb (2,268-68,039 kg) en acero inoxidable.
- La mayoría de capacidades tiene certificado NTEP. Visite el sitio web www.ricelake.com/lcwm para más información.

Aplicaciones Típicas

Las aplicaciones típicas para EZ Mount 1 incluyen aplicaciones de pesaje de tanques de capacidades media y alta y tolvas.

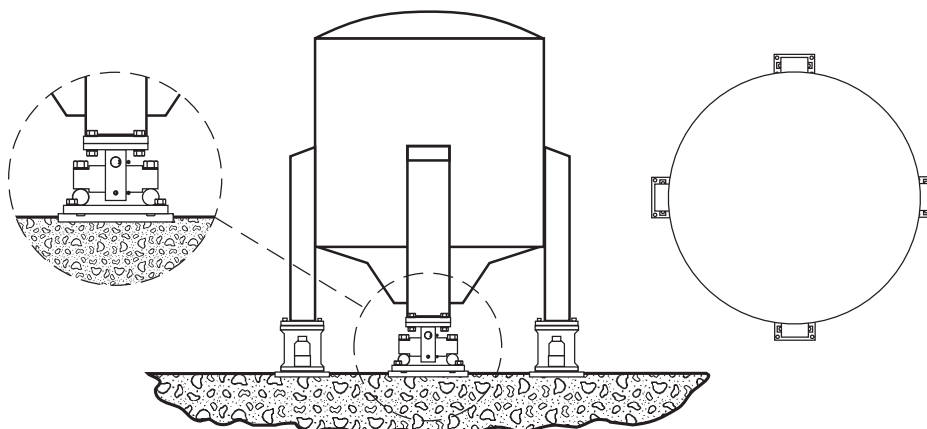


Figura 9-8. Arreglo del Módulo de Pesaje EZ Mount 1

9.5 Módulos de Pesaje Translink™ para Báscula Camionera

Los ensambles de montaje auto centrables, como el Traslink, están clasificados como montajes a compresión, aunque realmente la carga se aplica a las celdas de carga a modo de tensión a través de un mecanismo de péndulo colgante por debajo de la celda de carga. La acción del péndulo le otorga su exclusiva capacidad de auto centrado.

Estos módulos son empleados comúnmente para soportar una plataforma flotante, como la de una báscula camionera. La flotación horizontal de la plataforma está limitada por amortiguadores laterales. La plataforma siempre regresa a su posición central después de un movimiento lateral sin permanecer en contacto con los amortiguadores.

A diferencia de otras celdas de carga tipo viga de doble apoyo, hasta ahorita descritas, el ensamble Traslink emplea una viga de doble apoyo soportada por un inserto cóncavo o convexo en el centro, que le permite pivotear a la celda de carga.

Movimiento Admisible

La Figura 9-9 ilustra con flechas el movimiento admisible para Traslink.

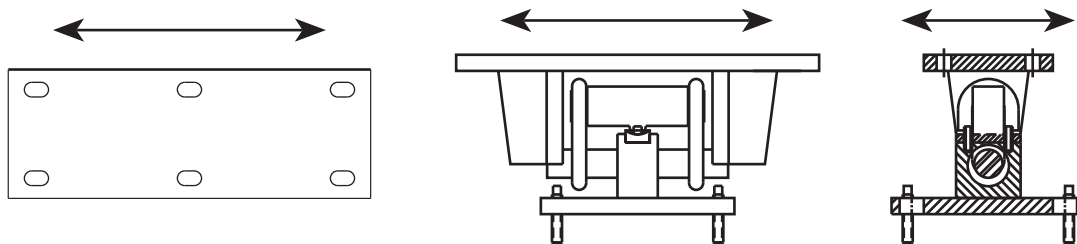


Figura 9-9. Módulo de Pesaje Translink

Construcción y Características

- Un puente está soldado a la placa base. El puente aloja un inserto cóncavo o convexo sobre el cual se asienta la celda de carga. Dos pernos de rodaje evitan que la celda de carga se deslice lateralmente.
- Un eslabón forjado cuelga en cada extremo de la celda de carga, soportando una barra de carga tratada térmicamente que pasa por debajo del puente. La barra de carga tiene surcos circulares (correspondientes a los surcos en la celda de carga), en los cuales se asientan los eslabones y el asiento superior se asienta en cada extremo de la barra de carga.
- Movimiento libre en todas direcciones en el plano horizontal, virtualmente sin fricción.
- Totalmente auto centrable, este módulo tiene acción pendular que regresa la plataforma a su posición original después que ha sido alterada longitudinal o lateralmente.
- Este módulo es idealmente recomendable para básculas camioneras o básculas de recipiente de alta capacidad
- Este módulo requiere que la báscula se verifique en el plano horizontal. Pueden emplearse pernos estabilizadores o, dada su acción de centrado, son suficientes los amortiguadores laterales. No provee protección de brincoteo que deberá proporcionarse externamente, al requerirse, en básculas de recipientes.
- El módulo Traslink está disponible en acero dulce en capacidades desde 25,000 hasta 100,000 lb (11,340-45,359 kg).

Aplicaciones Típicas

Las aplicaciones típicas para el módulo de pesaje Translink incluye básculas camioneras y tanques horizontales de alta capacidad

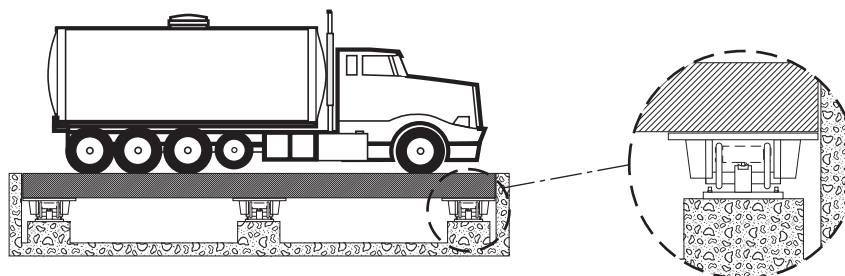


Figura 9-10. Arreglo Translink en Báscula Camionera

9.6 Módulos MVS para Básculas Camioneras

El módulo MVS se emplea principalmente en básculas camioneras y en ciertas aplicaciones de pesaje de recipientes. El módulo es construido en acero vaciado con celdas de carga con capacidades desde 10,000 hasta 75,000 lb (4,536-34,019 kg). El diseño de eslabón central proporciona libertad de movimiento en dirección longitudinal, siendo también auto centrable haciendo del módulo ideal para básculas camioneras.

A diferencia de las celdas de carga tipo viga de doble apoyo, empleadas en los módulos RL 1600 o EZ Mount 1, el módulo MVS deberá montarse, en una báscula camionera, con el eje longitudinal de la celda de carga alineado al sentido del mayor movimiento esperado; esto es normalmente en dirección del tráfico.

Movimiento Admisible

EN la Figura 9-11 se ilustra con flechas el movimiento admisible en un módulo MVS.

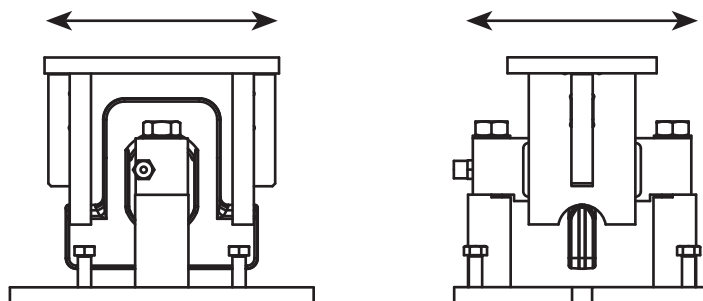


Figura 9-11. Módulo de Pesaje MVS

Construcción y Características

- Los extremos de la celda de carga están atornillados a una placa base rígida en forma de “U”.
- Un eslabón se asienta sobre el centro de la celda de carga, la cual tiene un zurco radial al centro. La parte inferior del eslabón cuenta con 2 *blcks* tipo silla que están orientados hacia afuera. El travesaño superior de la silla se asienta en estas orejas.
- EL módulo tiene movimiento libre.
- Ya que la carga se suspende del eslabón, la báscula tiene libertad de mecerse de un lado a otro a lo largo del eje longitudinal de la celda de carga. Debido a esta acción de péndulo del eslabón, la báscula regresa a su posición original después de haber sido desplazada a lo largo del eje longitudinal de la celda de carga.
- Cuando se aseguran a la plataforma de la báscula varios módulos, estos quedan restringidos de mecerse lateralmente.
- Una báscula empleando este módulo deberá ser verificada a lo largo del eje longitudinal de la celda de carga para evitar viaje excesivo. Pueden emplearse pernos estabilizadores o amortiguadores laterales.
- Este módulo no proporciona protección de brincoteo el cual, si se encuentra en una aplicación de pesaje de recipientes, deberá proporcionarse externamente.

Aplicaciones Típicas

Las aplicaciones típicas para el módulo de pesaje MVS incluyen básculas camioneras/ferrocarrileras y tanques horizontales de alta capacidad.

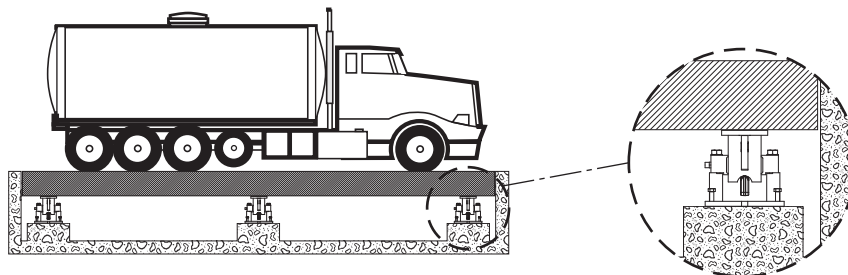


Figura 9-12. Arreglo MVS en Báscula Camionera

10.0 Módulos de Pesaje: Tipo Botella (Compression Canister)

10.1 Introducción

Cuando se requieren capacidades superiores a 100,000 lb (45,359 kg), las celdas de carga tipo botella son una elección disponible. Estas celdas de carga son buenas en condiciones severas y han proporcionado probado desempeño, por décadas, en aplicaciones camioneras, ferrocarrileras y en tanques de alta capacidad. Están disponibles en capacidades hasta de 500,000 lb (226,726 kg) por montaje; la mayoría de los montajes con esta celda de carga requieren de más componentes que los empleados en las celdas de carga tipo viga, especialmente si los montajes están diseñados para alojar movimiento por expansión/contracción.

La carga se transfiere a la celda por medio de un botón convexo, endurecido, que encaja en una placa plana. El botón redondeado y la placa tienden a formar un punto de carga, minimizando fuerzas extrañas.

10.1.1 Principios Generales de Montaje

- Una celda de carga tipo botella deberá estar montada sobre una placa plana, de espesor suficiente para evitar deflexión. La cimentación deberá ser rígida.
- La carga deberá introducirse a través de un botón de corte esférico, endurecido.
- La carga deberá introducirse verticalmente a lo largo de la línea central de la celda.
- La placa superior que hace contacto con el botón de carga, deberá estar endurecida para evitar abocardado en el punto de contacto.
- Podrá requerirse algún método externo para verificación horizontal y vertical.

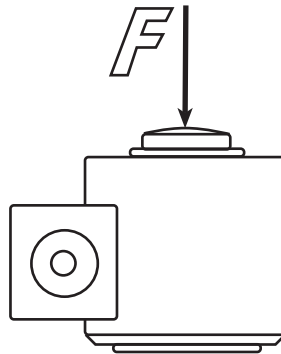


Figura 10-1. Módulo de Pesaje Tipo Botella (Compression Canister)

10.2 Módulos de Pesaje RLC

El montaje de silo auto alineable RLC, en conjunto con la familia de celdas de carga RLC, es una solución ideal para aplicaciones de control de procesos de capacidad media, pesaje de lotes, silos, tolvas y bandas transportadoras.

El montaje RLC incorpora un diseño de aguja de balancín desmontable, que emplea componentes de acero inoxidable en todas las superficies de apoyo de la carga. La construcción integral en acero inoxidable garantiza confiabilidad prolongada, aún en los ambientes más agresivos.

Movimiento Admisible

El montaje RLC que se muestra en la Figura 10-2 tolera movimientos controlados en todas direcciones. El silo o tolva se mantienen cautivos, eliminando la necesidad de pernos de verificación adicionales, al menos que se anticipe un movimiento mayor de carga. El diseño exclusivo permite retirar con facilidad la celda de carga al ser remplazada.

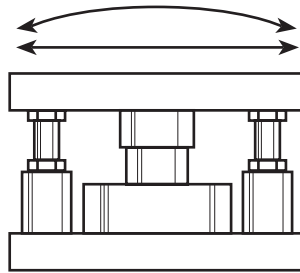


Figura 10-2. Módulo de Pesaje RLC

Construcción y Características

1. La celda de carga RLC consiste de 3 anillos concéntricos maquinados de una sola pieza en acero inoxidable. El anillo exterior descansa en la placa base. El anillo intermedio contiene 4 calibradores de tensión circulares. El anillo inferior acepta la carga y se deflexiona verticalmente, activando los calibradores en el anillo intermedio.
2. Una aguja de carga por separado se acomoda en el anillo interior de la celda y en cojinete de copa en la placa superior. El viaje vertical del anillo interior está limitado por la placa base, proporcionando protección de sobrecarga a un 150% de su capacidad.
3. La celda de carga RLC se mantiene cautiva en el montaje por medio de 3 agujas en el exterior de la circunferencia de la celda de carga. Para instalar o remplazar la celda de carga, se requiere elevar ligeramente la placa superior con los pernos de elevación integrados por arriba de las agujas.
4. Los pernos de elevación proporcionan protección de brincoteo, así como la capacidad de auto verificación lateral, eliminando la necesidad de pernos de verificación.

Aplicaciones Típicas

Las aplicaciones típicas para el módulo de pesaje RLC incluyen tanques de capacidad media, contenedores y tolvas, así como aplicaciones de lavado intenso o ambientes corrosivos. Puede emplearse en control de procesos o pesaje de lotes.

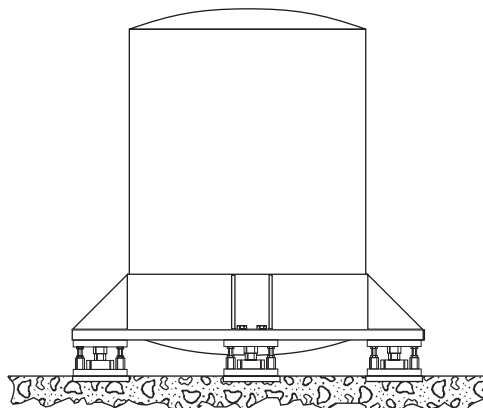


Figura 10-3. Arreglo de Módulo de Pesaje RLC

11.0 Módulos de Pesaje: Tipo S (S-Beam)

11.1 Introducción

A menudo se emplea el montaje tipo S suspendido para recipientes con capacidades ligera y media en donde existe una estructura elevada de la cual colgar el recipiente.

11.1.1 Principios Generales de Montaje

La Figura 11-1 ilustra la forma correcta de aplicar una carga a una celda de carga tipo S.

- La superficie de la cual se suspende la celda de carga tipo S debe ser rígida y tener mínima deflexión bajo ella.
- Toda la suspensión deberá ser lo más larga posible, con la celda de carga colocada al centro aproximadamente.
- La línea de centro de los pernos superior e inferior deberá pasar por el centro de las perforaciones de carga de la celda y ser vertical.
- El cable de la celda de carga deberá emerger de la parte fija de esta, de modo que no afecte su precisión.
- Los extremos de la suspensión deberán fijarse a la estructura y recipiente de modo que se tenga libertad de movimiento. Como mínimo emplear baleros como se ilustra en la Figura 11-1.
- Use herramental adecuado tal como armellas ciegas o el sistema ITCM en la celda de carga para minimizar la transmisión de fuerzas ajenas.

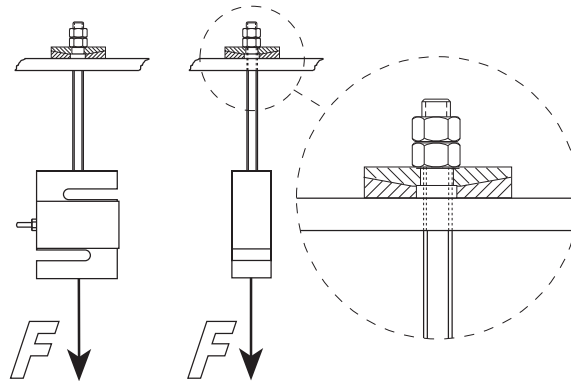


Figura 11-1. Módulo de Pesaje Tipo S (S-Beam)

11.2 Montajes ITCM

El ensamble ITCM es conveniente para suspender un recipiente. La combinación de grilletes y articulaciones de rótula aseguran que se aíslan las fuerzas que perjudican la precisión del sistema. Además, el aislamiento especial que se provee a la celda de carga, por medio de este ensamble, ayuda a evitar daños por corrientes parásitas.

Movimiento Admisible

La Figura 11-2 ilustra el uso del ensamble ITCM. Este montaje previene la mayoría de los problemas potenciales causados por fuerzas ajenas que actúan sobre la celda de carga tipo S.

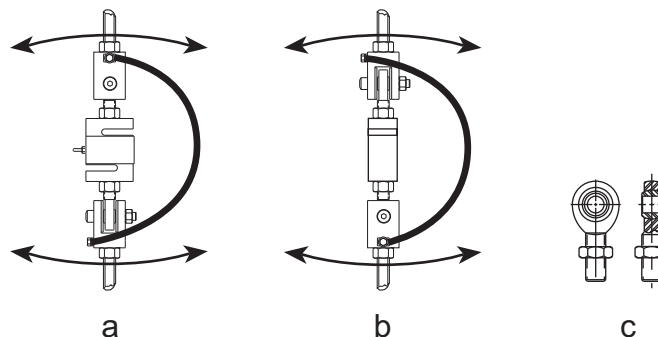


Figura 11-2. Módulo de Pesaje ITCM

Construcción y Características

- El ensamble ITCM consiste de una articulación de rótula de alta precisión, atornillada a cada extremo de la celda de carga tipo S. La articulación de rótula gira libremente en un balero PTEF, ver Figura 11-2(c). Un grillete se fija a la articulación de rótula empleando un tornillo de ajuste.
- Este arreglo aporta una excelente alineación entre las líneas de centro de las barras y las líneas de centro de las perforaciones de carga de la celda.
- Este arreglo permite movimiento en las direcciones que se indican con flechas, permitiendo, al mismo tiempo, rotación, asegurando así que no se transmitan fuerzas ajenas a la celda de carga.
- El ensamble ITCM también incorpora un sistema de aislamiento que no permite el flujo de corrientes parásitas a través de la celda de carga. La cinta paralela de aterrizado aporta una trayectoria más extensa a tierra.
- El ensamble ITCM está disponible en acero dulce en capacidades desde 100 hasta 20,000 lb (45 a 9,072 kg) empleando la celda de carga RL20000. En acero inoxidable está disponible en capacidades desde 100 hasta 5,000 lb (45 a 2,268 kg)
- Los ensambles ITCM de 20,000 lb. no cuentan con articulación de rótula PTFE.



Nota

A menudo se emplea un ensamble ITCM para convertir una báscula camionera o de tolva, mecánicas, en electrónicas. Esto permite aventajar en el control de procesos o recolección de datos con el pesaje electrónico. La conversión puede llevarse a cabo instalando un ensamble ITCM en la báscula romana sin afectar la operación del brazo mecánico o del indicador, que puede permanecer como respaldo

Aplicaciones Típicas

La Figura 11-3 ilustra lo que quizás es el pesaje suspendido más sencillo de un recipiente. Trabaja bien bajo las siguientes condiciones:

- Solo pesajes de materiales que se nivelen por si mismos.
- Que el recipiente sea simétrico respecto al punto de suspensión, de modo que el centro de gravedad esté siempre en la misma línea.

Estas restricciones aseguran que el centro de gravedad del contenido esté siempre en la línea vertical de la celda de carga, eliminando la tendencia del recipiente a pegarse a los retenes laterales. Los retenes laterales se emplean para limitar el movimiento producido si el recipiente es golpeado accidentalmente o sujeto a fuerzas ajenas. Los retenes solo pueden emplearse con un montaje auto centrable, ya que el recipiente no puede estar en contacto con ellos sin causar error en el pesaje. El recipiente también debe estar restringido de rotación, para evitar que el herramental del ensamble se desarme.

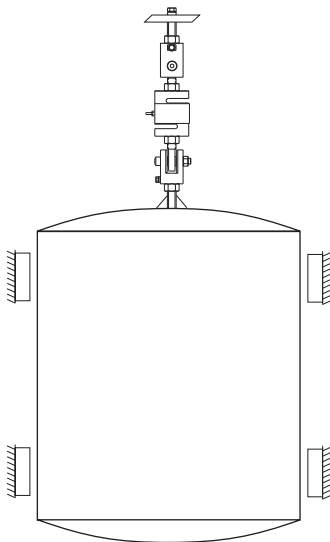


Figura 11-3. Arreglo de Módulo de Pesaje ITCM

El pesaje suspendido de un recipiente desde una sola celda de carga, podrá usarse para el pesaje de sólidos si se emplean retenes laterales que limiten el movimiento lateral causado por el desplazamiento del centro de gravedad del contenido.



El sistema de pesaje en suspensión que se muestra en la Figura 11-4 emplea 3 celdas de carga tipo S colocadas a 120° una de otra en un recipiente cilíndrico. Esto evita los problemas de tener que ajustar el peso soportado por cada celda de carga, y la inherente estabilidad en un sistema de suspensión de 3 puntos asegura cargas iguales en cada celda de carga. Para asegurar estabilidad, los pernos de suspensión deberán estar enganchados al recipiente en o por arriba del centro de gravedad del recipiente lleno. Por medio de esta configuración se logra estabilidad, requiriéndose especial atención cuando existen posibles vibraciones significativas, agitación, vientos o actividad sísmica. En estos casos deberán emplearse retenes laterales.

Cada punto de soporte deberá ser igualmente rígido y desplazarse la misma distancia al ser cargados. Si no es así, la carga puede ser transferida desigualmente, lo que pudiera sobre cargar una o más de las celdas de carga.

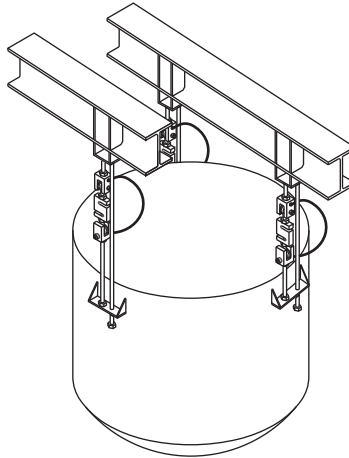


Figura 11-4. Sistema de Suspensión con Tres Celdas de Carga

El sistema de pesaje en suspensión que se muestra en la Figura 11.5 con 4 celdas de carga, es más común en tolvas rectangulares. Como se mencionó anteriormente, habrá necesidad de ajustes para igualar la carga soportada por cada celda de carga dentro de un 10% una de otra.

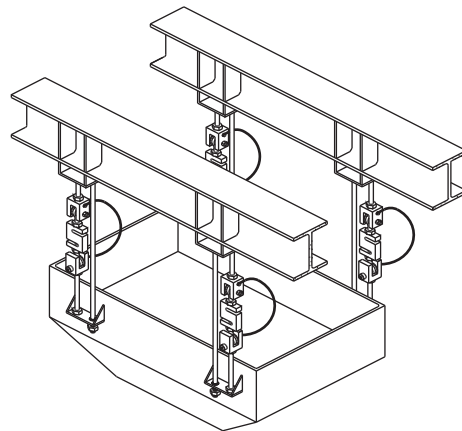


Figura 11-5. Sistema de Suspensión con Cuatro Celdas de Carga



Nota

Observe el empleo de barras de seguridad en las ilustraciones de montajes de suspensión. Cada barra pasa a través de una perforación amplia en el extremo inferior, con las tuercas separadas de la estructura para que no haya interferencia en la precisión del pesaje. Todo recipiente suspendido deberá estar protegido por barras o cadenas de seguridad para evitar daños en el caso de alguna falla.

Esta página intencionalmente en blanco.



Diseño de Sistemas de Pesaje de Recipientes

12.0	Sistemas de Pesaje de Materiales a Granel	50
12.1	Transferencia Confinada	50
12.2	Racionamiento de Materiales	50
12.3	Pérdida de Peso	51
12.4	Arreglos Comunes de Básculas de Tolva	51
13.0	Maximización de la Precisión del Sistema	56
13.1	Medio Ambiente	56
13.2	Celda de Carga y Montaje	56
13.3	Consideraciones Mecánicas y Estructurales	57
13.4	Calibración	57
13.5	Consideraciones de Operación	57
14.0	Selección de Soportes y Capacidad de la Celda de Carga	58
14.1	Número de Soportes	58
14.1.1	Recipientes Suspendidos	58
14.1.2	Recipientes Cilíndricos Verticales Montados a Compresión	58
14.1.3	Recipientes Rectangulares o Cilíndricos Horizontales Montados a Compresión	58
14.2	Capacidad de la Celda de Carga	58
15.0	Expansión Térmica de Recipiente y Barra Estabilizadora	59
15.1	Expansión/Contracción de la Barra Estabilizadora	59
15.2	Expansión/Contracción del Recipiente	60
16.0	Cálculo del Volumen de Tanques	61
16.1	Ecuaciones para Formas de Tanques y Secciones	61
16.1.1	Cilindro	61
16.1.2	Sección de un Cilindro	61
16.1.3	Cilindro Horizontal (Llenado Parcialmente)	61
16.1.4	Cono Truncado	62
16.1.5	Extremo Hemisférico	62
16.1.6	Segmento Esférico	62
16.1.7	Extremo Hemisférico (Llenado Parcialmente)	62
16.1.8	Prisma Rectangular (Sección Transversal Rectangular)	63
16.1.9	Prisma Cuadrado (Sección Transversal Cuadrada)	63
16.1.10	Cuña I	63
16.1.11	Cuña II	64
16.1.12	Pirámide Truncada	64
16.2	Ángulo de Reposo	64
16.3	Ejemplos de Cálculos	65
17.0	Efectos de Viento y Sísmico en la Estabilidad de un Recipiente	69
17.1	Resumen	69
17.2	Norma para Efecto de Viento y Sísmico en un Módulo de Pesaje	71
17.3	Fuerzas del Viento	72
17.4	Fuerzas Sísmicas	74

12.0 Sistemas de Pesaje de Materiales a Granel

Los materiales a granel son pesados por varias razones. A pesar que este tema se enfoque al pesaje de sólidos a granel, muchos de los principios se aplican igualmente a líquidos a granel. Por conveniencia, hemos clasificado el pesaje de materiales a granel en 3 tipos en general:

12.1 Transferencia Confinada

El pesaje de material a granel en una báscula camionera es un ejemplo típico de pesaje de transferencia confinada, en donde los materiales son considerados dinero. El camión cargado con el material se pesa y se resta la tara del camión para determinar el peso neto de la carga. Esto se hace por razones de facturación o control de inventarios. Normalmente el adquirir un peso no es importante en esta situación. Lo que importa es conocer cuanto material entra o sale de la instalación.

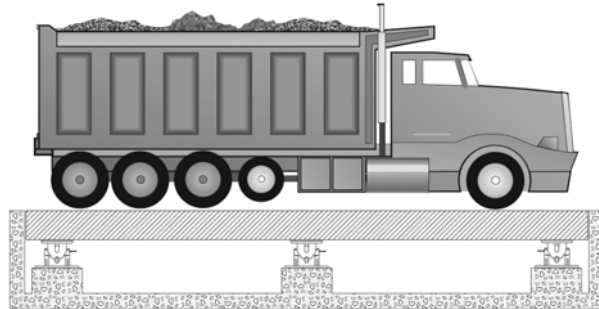


Figura 12-1. Aplicación en Báscula Camionera

12.2 Racionamiento de Materiales

La Figura 12-2 muestra el pesaje de ingredientes en básculas separadas y posteriormente se mezclan. Cada báscula debe ser precisa o pueden tenerse resultados nocivos en el producto terminado.

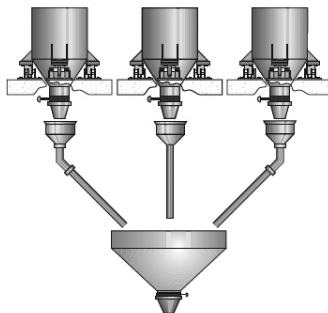


Figura 12-2. Pesaje en Tolvas Separadas

La Figura 12-3 muestra el mezclado de varios materiales de acuerdo a una receta, dosificados uno a la vez en una tolva de pesaje. Ya que todos los ingredientes se pesan en la misma tolva, el sistema de pesaje deberá ser lineal para adquirir las proporciones correctas. No hay necesidad de calibración precisa si el peso final del producto no es crítico.

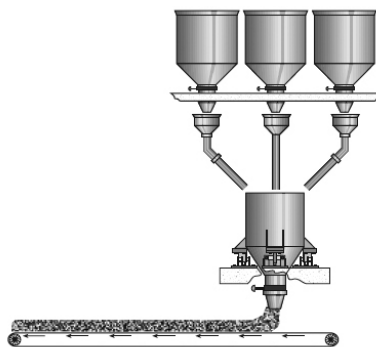


Figura 12-3. Tolva de Pesaje Sencilla

12.3 Pérdida de Peso

La Figura 12-4 muestra un ejemplo en donde la tolva de pesaje se llena, y cuando el proceso de llenado termina, el material es alimentado a una velocidad controlada. El material total alimentado al proceso puede ser importante, pero la velocidad a la cual se alimenta el producto en el proceso desde la tolva, es, normalmente, más importante.

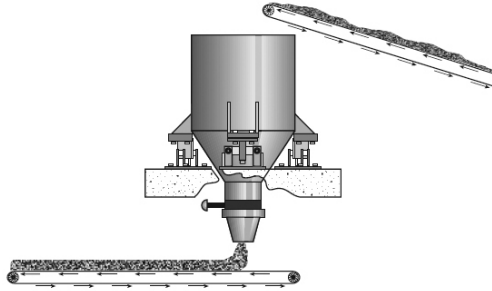


Figura 12-4. Tolva de Pesaje con Velocidad Controlada

12.4 Arreglos Comunes de Básculas de Tolva

Arreglo A

Uno de los más sencillos sistemas de tolva de pesaje es el ilustrado en la Figura 12-5. La tolva se llena por medio de banda transportadora, pala mecánica, caracol alimentador, etc., y el material se descarga por medio de una banda transportadora.

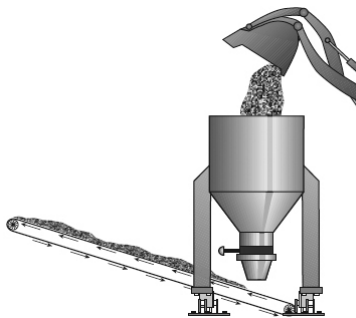


Figura 12-5. Tolva de Pesaje Alimentadora

Ventajas del sistema:

- Bajo costo, comparado con otros sistemas.
- Baja altura total.

Desventajas del sistema:

- Carga y descarga lentas (bajo rendimiento).
- Dificultad para adquirir un peso prescrito debido a la inconsistencia del flujo del material alimentado

Arreglo B

La Figura 12.6 ilustra una tolva de pesaje posicionada directamente abajo de un silo de almacenaje.

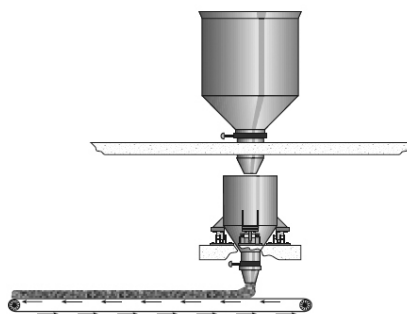


Figura 12-6. Un Silo de Almacenaje Alimenta una Tolva de Pesaje

Ventajas del sistema:

- La tolva se alimenta por gravedad, simplificando el proceso de alimentación y proporcionando un flujo más uniforme.
- Ciclo de llenado más rápido y mayor rendimiento.
- Se pueden emplear 2 velocidades de alimentación para mayor precisión del peso objetivo

Desventajas del sistema:

- Mayor altura total.
- El material deberá transportarse a mayor altura al silo de almacenaje.

Arreglo C

Un sistema de banda transportadora de alimentación se mejora agregando una tolva superior de compensación, como se muestra en la Figura 12-7. La tolva de compensación permite que la banda transportadora opere continuamente y aísla a la tolva de pesaje de flujo errático del material en la banda transportadora de alimentación.

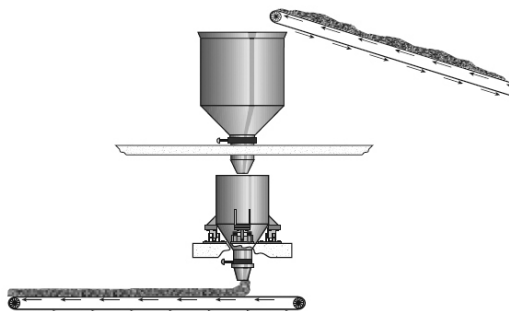


Figura 12-7. Una Tolva de Compensación Alimenta una Tolva de Pesaje

Ventajas del sistema:

- Tolva de pesaje aislada de la banda transportadora.
- La banda transportadora opera continuamente.
- La tolva de compensación sirve como amortiguador para homogeneizar la descarga de la tolva de pesaje.
- Son posibles 2 velocidades de llenado.
- Posibilita llenado más rápido y mayor eficiencia.

Desventajas del sistema:

- Altura total más elevada.
- Costo más elevado.
- Arreglos mecánicos y controles más complejos.

Arreglo D

Este arreglo es similar al Arreglo C, sin embargo, se ha agregado una tolva inferior de compensación para acelerar el ciclo de descarga. Este sistema, mostrado en la Figura 12-8, se usa normalmente en sistemas de descarga de granos en donde se requiere de múltiples registros para llenar un furgón o barcaza. El peso de cada registro se puede acumular y el peso total objetivo se ajusta para lograr la carga neta deseada.

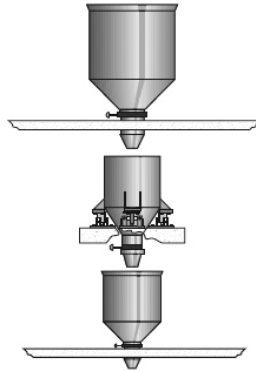


Figura 12-8. Sistema de Tolva de Pesaje de Registro Múltiple

Ventajas del sistema:

- Tolva de pesaje aislada de la banda transportadora de alimentación.
- La tolva de compensación sirve como amortiguador para homogeneizar la descarga de la tolva de pesaje.
- Son posibles 2 velocidades de llenado.
- Posibilita llenado más rápido y mayor eficiencia.

Desventajas del sistema:

- Altura total más elevada.
- Costo más elevado.
- Arreglos mecánicos y controles más complejos.

Arreglo E

La Figura 12-9 ilustra un arreglo de un silo de almacenaje sencillo con 2 tolvas de pesaje por debajo. Este arreglo puede emplearse para suministrar material continuamente a un proceso. Mientras una tolva de pesaje se descarga, la otra se llena. Si el sistema se dimensiona correctamente, el flujo de material a la banda transportadora de descarga no se interrumpe.

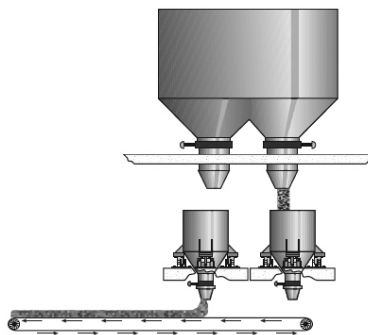


Figura 12-9. Sistema de Doble Tolva de Pesaje

Ventajas del sistema:

- Flujo continuo de material.
- Alta eficiencia.

Desventajas del sistema

- Altura total más elevada.
- Costo más elevado que los sistemas de descarga pulsada.
- Arreglos mecánicos y controles más complejos

Arreglo F

La Figura 12-10 ilustra un sistema de pérdida de peso. Este se emplea en donde el proceso requiere un lote de material (no mayor a la capacidad de la tolva de pesaje) y se requiere que la alimentación sea a una velocidad controlada.

El proceso inicia con el llenado de la tolva con, al menos, suficiente material para el proceso por iniciar. El llenado se detiene e inicia la descarga. La velocidad a la cual se descarga está controlada por un monitoreo de “pérdida de peso” de la tolva, modulando la descarga para mantener el flujo deseado. La descarga se termina al completar el paso del proceso o cuando la cantidad de material especificado ha sido descargado.

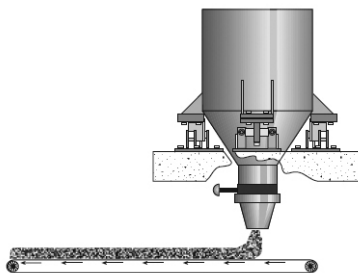


Figura 12-10. Sistema de Pérdida de Peso

Ventajas del sistema:

- Otorga la capacidad de suministrar material a velocidad constante.

Desventajas del sistema:

- Arreglos mecánicos y controles complejos.
- Costo más elevado que los sistemas de descarga pulsada.

Arreglo G

La Figura 12-11 ilustra un sistema de lotes con varios ingredientes, en donde los ingredientes se pesan uno a la vez en una tolva de pesaje.

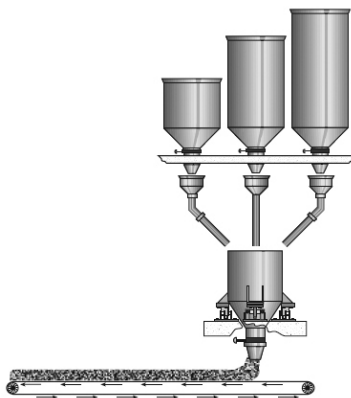


Figura 12-11. Sistema de Preparación de Lotes con Varios Ingredientes y Una Sola Tolva de Pesaje

Ventajas del sistema:

- Menor costo que el de varias tolvas de pesaje.
- La calibración de la báscula de la tolva de pesaje pudiera no ser crítica, ya que los ingredientes se pesan en una sola báscula, asumiendo proporciones correctas.

Desventajas del sistema:

- La precisión de los ingredientes menores puede sufrir cuando la capacidad de la báscula es grande comparada con el peso del ingrediente.
- El sistema es algo lento, dado que los ingredientes se surten uno a la vez y el ciclo no se repite hasta descargar la tolva de pesaje.

**Nota**

No recomendamos pesar un material del lote cuyo peso es menor a 20 divisiones de la báscula, ya que la precisión sería dudosa.

Por ejemplo, si la báscula de la tolva tiene divisiones de 0.5 lb., recomendamos no pesar un ingrediente menor a 10 lb. Es mejor pesar el ingrediente en una báscula para tal propósito y agregarlo al lote en forma manual. Por ejemplo, si se hacen galletas de avena, no será problema pesar la avena en el lote. Sin embargo, sería prudente pesar la sal en una báscula de mesa, más precisa, y agregarla manualmente a la tolva de pesaje al terminar el ciclo de pesaje.

Arreglo H

La Figura 12-12 muestra un sistema de preparación de lotes con varios ingredientes y cuenta con una tolva de pesaje para cada ingrediente.

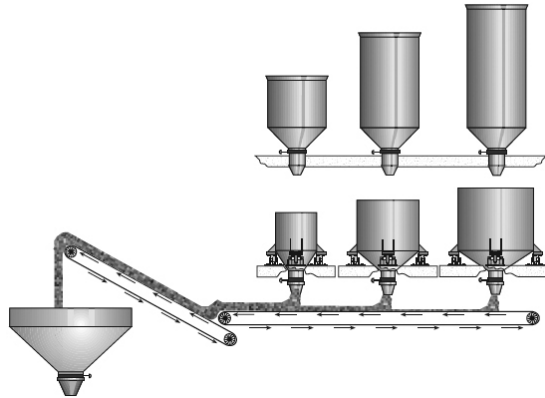


Figura 12-12. Sistema de Preparación de Lotes con Varios Ingredientes y Tolvas de Pesaje Separadas

Ventajas del sistema:

- Las capacidades de las tolvas de pesaje pueden adecuarse para cada material, de tal manera que cada pesaje está cercano a la capacidad de la báscula, proporcionando mayor precisión.
- Mayor velocidad de producción, ya que los materiales pueden pesarse y descargarse simultáneamente

Desventajas del sistema:

- Costo más elevado.
- Cada báscula deberá ser precisa para una dosificación correcta.



13.0 Maximización de la Precisión del Sistema

Generalmente se consideran sistemas de alta precisión cuando el error es de $\pm 0.25\%$ o menor; los sistemas de menor precisión tienen un error de $\pm 0.50\%$ o mayor. La mayoría de los indicadores de peso normalmente tienen un error de $\pm 0.01\%$, por tanto, la principal fuente de error serán las celdas de carga y, más importante, el arreglo mecánico de la báscula en sí. En el pesaje de recipientes, cada instalación es única en términos de los factores de su arreglo mecánico, condiciones del lugar y medio ambiente. Por consiguiente, es imposible ser específicos en este manual respecto a la precisión que puede lograrse para un sistema. El primer requisito es determinar los requerimientos y expectativas del cliente y con ello diseñar el sistema. Enseguida se mencionan recomendaciones que contribuyen a alta precisión. Tal vez no será posible cumplir con todas ellas, sin embargo, deberán mantenerse en mente al diseñar el sistema.

13.1 Medio Ambiente

- Instale el recipiente en un medio ambiente controlado, en donde se minimicen las fluctuaciones térmicas estacionales. Si esto no es posible, use celdas de carga con compensación por temperatura que permitirán un desempeño satisfactorio sobre el rango de temperaturas esperado.
- Use un blindaje metálico para proteger las celdas de carga de fuentes de radiación. Use un aislante entre el recipiente y el montaje de la celda de carga si el calor es conducido.
- Si se espera una expansión/contracción térmica del recipiente, elija un montaje que permita un movimiento lateral sin obstáculos. Si se requieren pernos estabilizadores, posícionelos de tal manera que se minimice la inducción térmica. Ver la Sección 20.0 para mayor información.
- Si es posible, coloque el recipiente en interiores, en donde estará protegido de viento y corrientes de aire.
- No coloque el recipiente en ambientes en donde la estructura de soporte estará sujeta a vibraciones. Asegúrese que las vibraciones no serán transmitidas vía tubería adjunta o pernos estabilizadores.
- Seleccione las celdas de carga y montajes que le brindarán el grado de protección a la corrosión requerido.
- Use celdas de carga que cuenten con el grado de protección ambiental requerido para la aplicación. Por ejemplo, evite posibles problemas de filtración con celdas de carga estándar en aplicaciones de lavado intenso, especificando celdas de carga herméticamente selladas.

13.2 Celda de Carga y Montaje

- Seleccione las celdas de carga con la precisión congruente con la precisión deseada en el sistema.
- No sobredimensione las celdas de carga. Ver Sección 14.2. La mejor precisión se logra cuando las cargas son cercanas a la capacidad del recipiente. Como regla, no intente pesar una carga menor a 20 divisiones de la báscula.
- Si no es posible ajustar las esquinas, use celdas de carga con señal de salida igualada, particularmente si el recipiente no es simétrico y/o el material no es auto nivelable. De lo contrario, use caja de unión pre nivelada.
- Asiente el recipiente totalmente sobre las celdas de carga; no use celdas de carga simuladas o dispositivos flexibles. Ver Sección 21.0.
- Use montajes de celda de carga comprobados, que le proporcionarán condiciones óptimas de carga.
- Oriente los montajes como se recomienda en este manual.



13.3 Consideraciones Mecánicas y Estructurales

- Soporte los montajes de las celdas de carga sobre una estructura rígida; esto asegurará la alta frecuencia natural y reduce el brincoteo e inestabilidad. Todos los puntos de soporte deben contar con la misma rigidez para evitar la volcadura del recipiente en el momento de aplicarle la carga. Minimice la interacción entre recipientes adyacentes montados en la misma estructura. El tráfico vehicular no debe causar deflexión en la estructura de soporte del recipiente.
- No deberá permitirse que, escaleras de mano, tuberías, pernos de verificación, etc., desvíen el peso que debe descansar sobre las celdas de carga.
- Cuando deba adjuntarse tubería o *conduit* al recipiente, use el diámetro menor posible para la aplicación. Use la longitud horizontal mayor sin soporte para conectar al recipiente.
- Use un indicador con protección EMI/RFI. Procure aterrizado y protección a corrientes parásitas de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. En general, tome las medidas necesarias para reducir interferencia eléctrica.
- Use una caja de unión de buena calidad que permanezca estable con cambios de temperatura. Busque un tablero de unión que cuente con enmascarado de soldaduras como mínimo, y que preferiblemente cuente también con recubrimiento protector. Asegúrese que el gabinete sea el adecuado para el medio ambiente.

13.4 Calibración

- Al calibrar, coloque pesas fuera de las esquinas del recipiente para nivelar la señal de salida de las celdas de carga. Use pesas como se describió arriba, o pesos conocidos de material para realizar la calibración. Ver Sección 26.0.

13.5 Consideraciones de Operación

- Mantenga un flujo de material uniforme y consistente.
- Evite un llenado/descarga simultáneos en el pesaje de un recipiente.
- Disminuya la velocidad de llenado lo más posible y/o use un ciclo de llenado de 2 velocidades.
- Reduzca a lo mínimo la cantidad de material al aire.
- Haga uso del “preactuado” para predecir el punto óptimo de corte, con base en ejecuciones anteriores.
- Use el “auto sacudido” para rebasar el contenido al finalizar el llenado.
- Si es posible, mientras se determina el peso, apague cualquier equipo de vibración o mezclado.
- Reduzca al mínimo el oleaje de líquidos mientras se toma la lectura del peso.

14.0 Selección de Soportes y Capacidad de la Celda de Carga

14.1 Número de Soportes

El número de soportes recomendable depende de la geometría, resistencia estructural, y estabilidad del recipiente. El número de soportes elegido influye en la capacidad requerida de las celdas de carga. En general, no deberán emplearse más de 8 soportes. Se torna más difícil de obtener una distribución uniforme del peso bruto en todos los soportes conforme se incrementa el número por arriba de 3. Enseguida un número de ejemplos.

14.1.1 Recipientes Suspendedos

Estos recipientes a menudo se suspenden de una estructura existente, la cual, algunas veces, dictará el número de soportes por emplear. En general, se emplearán uno o más soportes. Empleando 3 soportes, o menos, tiene la ventaja de no requerirse ajuste en la longitud de las conexiones de soporte para distribuir uniformemente la carga entre todos los soportes (asumiendo que las celdas de carga están distribuidas simétricamente en el recipiente).

14.1.2 Recipientes Cilíndricos Verticales Montados a Compresión

El método de montaje más conveniente en este caso es con 3 soportes distribuidos a 120° uno de otro. La distribución correcta del peso es inherente con 3 puntos de soporte y es preferible siempre que sea posible. Con recipientes altos y esbeltos, sujetos a cargas por chapoteo de líquidos, viento o sismos, la estabilidad se torna considerable. En estos casos, se deberán considerar 4 o más soportes. Ver Sección 17.0.

14.1.3 Recipientes Rectangulares o Cilíndricos Horizontales Montados a Compresión

Dada la geometría, usualmente es más conveniente montar estos recipientes en 4 soportes, cercanos a cada esquina. En altas capacidades, se requerirán más de 4 soportes.

14.2 Capacidad de la Celda de Carga

Para el desempeño de un sistema de pesaje es vital la selección de celdas de carga con la capacidad correcta. Algunas guías:

- Todas las celdas de carga deberán ser de la misma capacidad.
- Calcule el peso muerto del recipiente, incluyendo tubería, bombas, agitadores, aislamiento, calefacción, etc..
- Agregue al peso del recipiente el peso máximo del contenido por pesarse; es el peso bruto de recipiente y contenido.
- Divida el peso bruto entre el número de soportes; es el peso nominal soportado por cada celda de carga.
- Seleccione una celda de carga con una capacidad un poco mayor al peso nominal. Deberá considerarse lo siguiente al determinar qué tanto mayor deberá ser la capacidad de la celda de carga:
 - ¿El peso muerto es correcto?
 - ¿La carga se distribuirá uniformemente entre todas las celdas de carga?
 - ¿El recipiente está equipado con agitador o una carga de golpeteo?
 - ¿Es posible que el recipiente se llene más allá del valor de peso bruto calculado?
 - ¿El recipiente estará expuesto a cargas de viento o sísmicas? Para mayor información ver la Sección 17.0.

Una buena regla para seleccionar la capacidad de las celdas de carga, es considerar un 25-50% en exceso al peso nominal por celda de carga. Ya determinada la capacidad de las celdas de carga, verifique que la señal del peso bruto es la adecuada para la instrumentación seleccionada. Ver Sección 22.0 por información de cómo determinar esto para el sistema. Esto es particularmente importante cuando la relación de peso bruto a peso muerto es muy grande.

Factores adicionales por considerar:

- Material de Construcción de la Celda de Carga—En ambientes corrosivos el acero inoxidable supera al acero niquelado.
- Protección de la Celda de Carga—El máximo grado de protección se adquiere con celdas de carga herméticamente selladas, que aseguran la integridad del calibrador de la celda de carga en ambientes corrosivos o de lavado intenso.
- Longitud del Cable—Verifique que la longitud del cable estándar sea la adecuada para la instalación. Hay disponibles cables de mayor longitud bajo orden especial en algunos casos.

15.0 Expansión Térmica de Recipiente y Barra Estabilizadora

15.1 Expansión/Contracción de la Barra Estabilizadora

Las barras estabilizadoras anexadas a los recipientes, sujetas a cambios térmicos, introducen fuerzas significativas que pueden afectar la precisión del sistema. El método para anexarlas y su longitud afectan directamente a esas fuerzas.

La Figura 15-1 ilustra una barra estabilizadora sujeta a soportes en cada extremo—un soporte está montado rigidamente y el otro no está sujeto al recipiente, permitiendo que la barra se expanda o contraiga libremente. Conforme la temperatura cambia, la longitud de la barra aumenta o disminuye. El cambio en longitud (ΔL) es proporcional a la longitud original (L), el cambio en temperatura (ΔT), y el coeficiente de expansión lineal (α) que es característico del material de la barra.

ΔL puede calcularse con la siguiente ecuación:

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

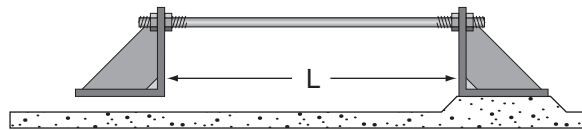


Figura 15-1. Barra Estabilizadora

Coeficiente de expansión lineal (α) de materiales empleados en la construcción de recipientes y barras estabilizadoras.

Material		Coeficiente de Expansión Lineal (pulgadas/°F)
Acero	Low Carbon (1018)	6.5×10^{-6}
	302	9.6×10^{-6}
Acero inoxidable	303	
	304	8.9×10^{-6}
	316	
Aluminio	6061	13.0×10^{-6}

Tabla 15-1. Coeficientes de Expansión Lineal

Ejemplo:

Si la barra en la Figura 15-2 está hecha de acero 1018:

$\alpha = 6.5 \times 10^{-6}$, si la longitud de la barra es de 48" y el incremento en temperatura es de 60°F, la longitud de la barra se incrementa en:

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

$$\Delta L = 6.5 \times 10^{-6} \times 48 \times 60$$

$$\Delta L = 0.019$$

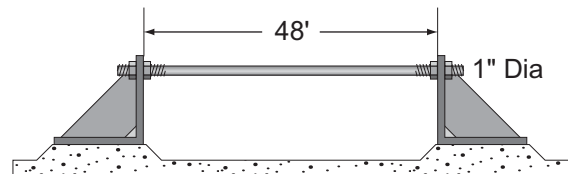


Figura 15-2. Barra Estabilizadora

Se demuestra que una barra de acero de 48" crece 0.019" como resultado del incremento de temperatura en 60°F. Pudiera parecer insignificante hasta que se consideren las fuerzas resultantes en la barra si está sujeta en ambos extremos como se muestra en la Figura 15-2

En la Figura 15-2 una barra de acero de 1" y longitud de 48" se anexa a soportes en cada extremo y ambos soportes están sujetos rigidamente. Si la barra se ajusta de tal manera que no haya tensión, un posterior incremento de 60°F causará que ejerza una fuerza de 9,000 lb. sobre cada soporte. Por consiguiente, los sistemas de control deberán diseñarse e instalarse adecuadamente de manera que no se muevan y/o apliquen grandes fuerzas laterales al recipiente de pesaje.

15.2 Expansión/Contracción del Recipiente

Las fluctuaciones de temperatura causarán que el recipiente se expanda o contraiga, como se muestra en la Figura 15-3.

Se muestra una vista superior de un recipiente. La línea sólida representa su tamaño a 70°F y las líneas punteadas, interior y exterior, representan su tamaño a 40°F y 100°F respectivamente. El monto que los laterales incrementan/decrecen su longitud puede calcularse mediante la siguiente ecuación.

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

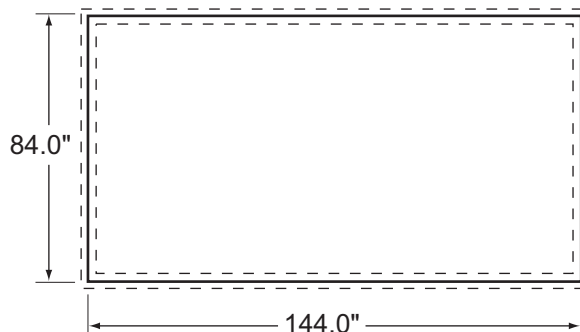


Figura 15-3. Expansión/Contracción de un Recipiente

Si el recipiente es de acero dulce, su longitud variará $\pm 0.028''$ ($6.5 \times 10^{-6} \times 144 \times 30$), y el ancho $\pm 0.016''$ ($6.5 \times 10^{-6} \times 84 \times 30$) ya que la temperatura fluctúa $\pm 30^\circ\text{F}$. Será obvio que si la celda de carga está sostenida rígidamente por el montaje, se aplicarán tremendas fuerzas a la celda de carga, por consiguiente, la necesidad de emplear montajes que puedan alojar la expansión o contracción del recipiente debidos a los cambios de temperatura.

En el caso de un recipiente cilíndrico, Figura 15-4, el cambio en diámetro (ΔD) resultante del cambio en temperatura (ΔT) se obtiene de la siguiente ecuación:

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

Ejemplo:

Si un recipiente cilíndrico tiene 96" de diámetro y está hecho de acero inoxidable 304 y se sujeta a un incremento de 80°F , como resultado de llenarlo con un líquido caliente, su diámetro se incrementará:

$$\begin{aligned}\Delta D &= 9.6 \times 10^{-6} \times 96 \times 80 \\ &= 0.074''\end{aligned}$$

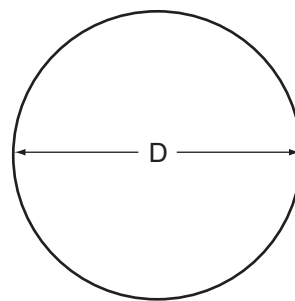


Figura 15-4. Recipiente Cilíndrico

Los recipientes con tubería anexada se sujetan a fuerzas laterales severas como resultado de variaciones en temperatura si las conexiones no se realizan adecuadamente. Vale la pena observar que los recipientes se expanden y contraen verticalmente así como horizontalmente. La tubería anexada rígidamente magnifica los efectos como se señala en la Figura 15-5. Ver Anexo de Tubería a Recipientes, Sección 18.0 para una guía detallada al respecto.

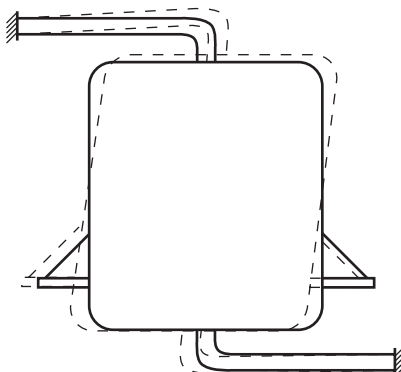
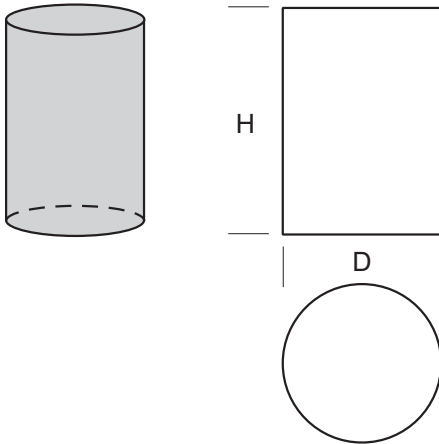


Figura 15-5. Recipiente de Pesaje con Tubería Anexada Rígidamente

16.0 Cálculo del Volumen de Tanques

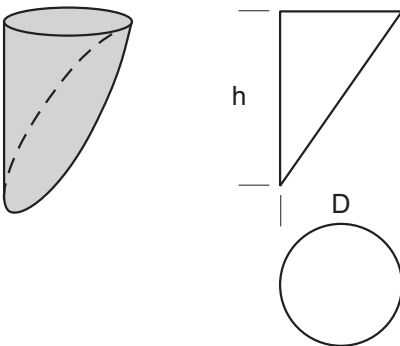
16.1 Ecuaciones para Formas de Tanques y Secciones

16.1.1 Cilindro



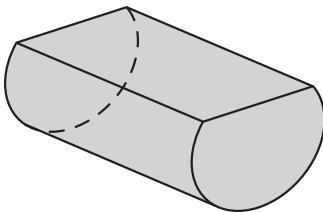
$$\text{Volumen} = \frac{\pi}{4} D^2 H$$

16.1.2 Sección de un Cilindro



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

16.1.3 Cilindro Horizontal (Llenado Parcialmente)



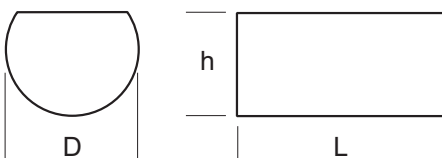
$$\text{Volumen} = \frac{\pi}{4} D^2 L - \frac{\pi}{720} D^2 L \cos^{-1} \frac{(2h - D)}{D} + \left(h - \frac{D}{2} \right) L \sqrt{hD - h^2}$$

Si el recipiente se llenara totalmente ($h = D$), la ecuación se reduce a:

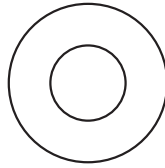
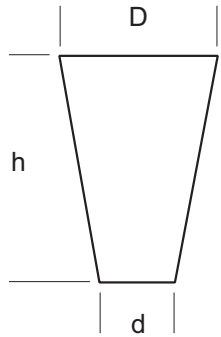
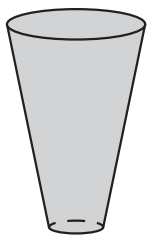
$$\text{Volumen} = \frac{\pi}{4} D^2 L$$

Si el recipiente se llenara a la mitad ($h = D/2$), la ecuación se reduce a:

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

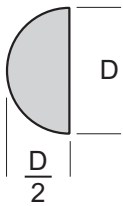


16.1.4 Cono Truncado



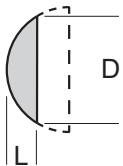
$$\text{Volumen} = \frac{\pi}{12} h (D^2 + dD + d^2)$$

16.1.5 Extremo Hemisférico



$$\text{Volumen} = \frac{\pi D^3}{12}$$

16.1.6 Segmento Esférico



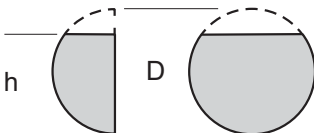
$$\text{Volumen} = \pi L \left(\frac{D^2}{8} + \frac{L^2}{6} \right)$$

El radio de la esfera de la cual se corta el segmento, es:

$$r = \frac{D^3 + 4L^2}{8L}$$

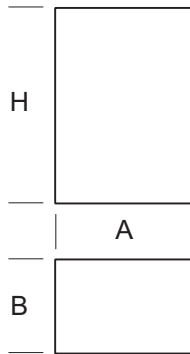
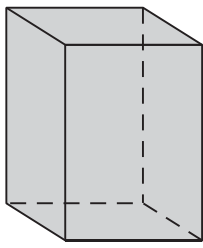
Nota: $r \neq D/2$ (D es el diámetro del recipiente)

16.1.7 Extremo Hemisférico (Llenado Parcialmente)



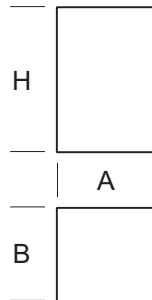
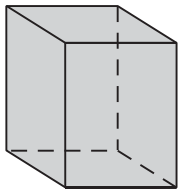
$$\text{Volumen} = \frac{\pi (3h^2 D - 2h^3)}{12}$$

16.1.8 Prisma Rectangular (Sección Transversal Rectangular)



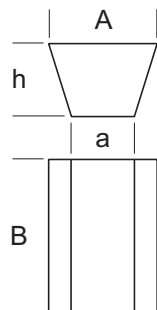
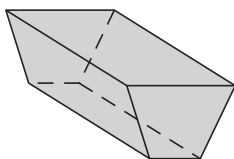
$$\text{Volumen} = ABH$$

16.1.9 Prisma Cuadrado (Sección Transversal Cuadrada)



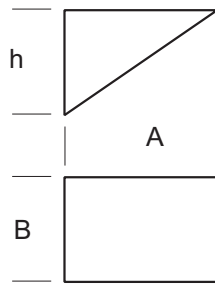
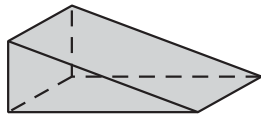
$$\text{Volumen} = A^2 H$$

16.1.10 Cuña I



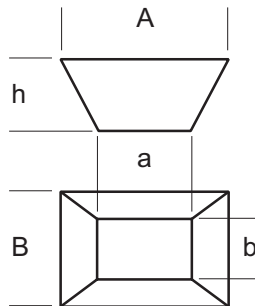
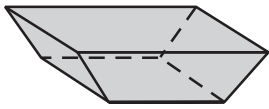
$$\text{Volumen} = \left(\frac{a + A}{2} \right) Bh$$

16.1.11 Cuña II



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

16.1.12 Pirámide Truncada



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

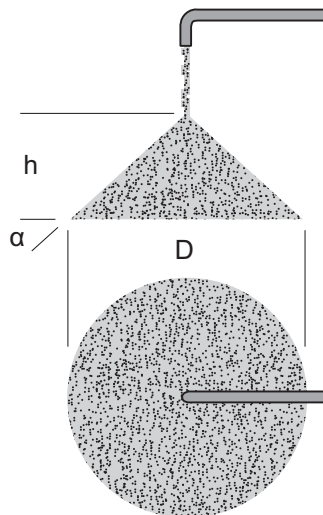
16.2 Ángulo de Reposo

Cuando un material granulado se deja caer sobre una superficie plana, tiende a formar un cono. La forma de este cono se describe como ángulo de reposo (α), que es característico del material. El ángulo de reposo varía un poco con el tamaño de la partícula, contenido de humedad, etc.. La relación entre α , h , and D está dada por:

$$\text{Volume} = \frac{D \tan \alpha}{2}$$

El volumen de un cono está dado por:

$$\frac{\text{altura}}{3} \times \text{área de base}$$

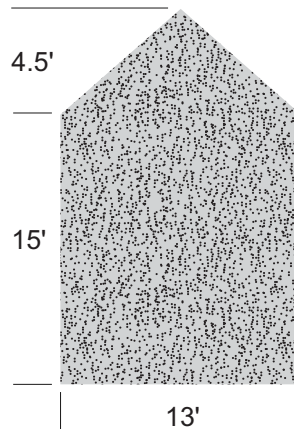


Al calcular el volumen del material en el recipiente, una aproximación válida es agregar 1/3 de la altura del cono a la altura del material hasta la base del cono.

Por ejemplo, asumamos que la altura total del material en el recipiente es de $15' + 1.5' = 16.5'$.

El volumen se calcula empleando la siguiente ecuación:

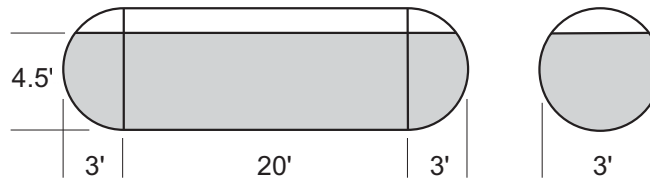
$$\text{Volumen} = \frac{\pi}{4} D^2 h = \frac{3.14}{4} \times (13)^2 \times 16.5 = 2190 \text{ pies}^3$$



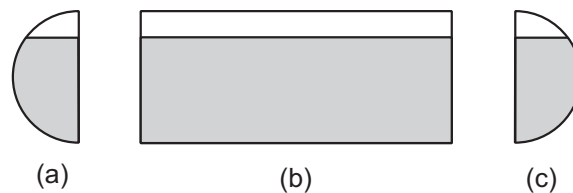
16.3 Ejemplos de Cálculos

Ejemplo 1

Calcule el volumen del líquido en un tanque horizontal que se muestra enseguida. Cuenta con cabeceras semiesféricas y está llenado hasta 4.5' de altura.



Para facilitar el cálculo, puede dividirse en 3 secciones:



Paso 1

El volumen de las secciones (a) o (c) está dado por la ecuación:

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

$$\text{Donde } \pi = 3.14, h = 4.5, D = 6$$

$$\begin{aligned} \text{Volumen} &= \frac{3.14}{12} \left((3 \times 4.5^2 \times 6) - (2 \times 4.5^3) \right) \\ &= \frac{3.14}{12} (182.25) \\ &= 47.7 \text{ pies}^3 \end{aligned}$$

Paso 2

El volumen de (b) está dado por la ecuación:

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

$$\text{Donde } \pi = 3.14, h = 4.5, D = 6, L = 20$$

$$\begin{aligned} \text{Volumen} &= \frac{3.14 \times 6^2 \times 20}{4} - \frac{3.14 \times 6^2 \times 20 \cos^{-1} \left(\frac{2 \times 4.5 - 6}{6} \right)}{720} + \left(4.5 - \frac{6}{2} \right) 20 \sqrt{4.5 \times 6 - 4.5^2} \\ &= 565.2 - 3.14 \cos^{-1}(0.5) + 30 \sqrt{6.75} \\ &= 565.2 - 188.4 + 77.94 \\ &= 454.7 \text{ pies}^3 \end{aligned}$$

Paso 3

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

$$= 47.7 + 454.7 + 47.7$$

$$= 550.1 \text{ pies}^3$$



Ejemplo 2

Si en el ejemplo anterior el recipiente se llenara totalmente, 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 en el Ejemplo 2 se llenara con aceite de linaza, calcule el peso del material al llenarse el recipiente.

La densidad del aceite de linaza es 58.5 lb/pie³. Del Ejemplo 2 sabemos que el volumen del recipiente es 678.2 pies³.

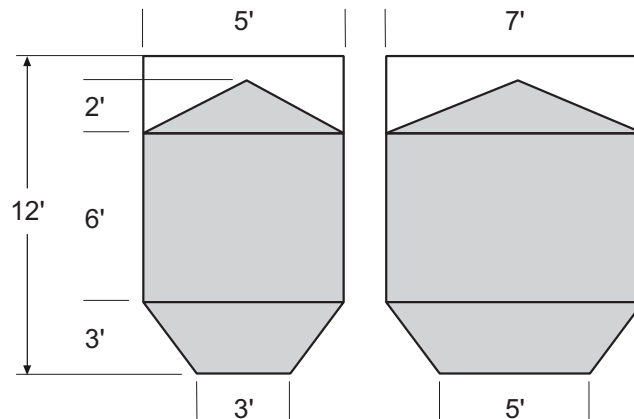
$$\text{Peso del Material} = \text{Volumen} \times \text{Densidad}$$

$$\text{Peso del Material} = 678.2 \times 58.5$$

$$\text{Peso del Material} = 39,675 \text{ lb}$$

Ejemplo 4

Calcule el volumen del material en las tolvas que se muestran ensguida:



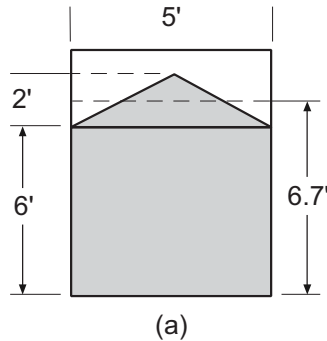
Para facilitar los cálculos deben considerarse 2 secciones:

Paso 1

El volumen de la sección (a) es:

$$\begin{aligned}\text{Volumen} &= ABh \\ &= 5 \times 7 \times 6.7 \\ &= 234.5 \text{ pies}^3\end{aligned}$$

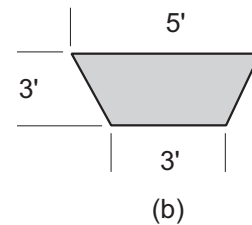
Donde la altura nivelada se asume 6.7'



Paso 2

El volumen de la sección (b) es:

$$\begin{aligned}\text{Volumen} &= \frac{h}{6} (2AB + Ab + aB + 2ab) \\ \text{Volumen} &= \frac{3}{6} ((2 \times 5 \times 7) + (5 \times 5) + (3 \times 7) + (2 \times 3 \times 5)) \\ &= \frac{3}{6} (146) \\ &= 73.0 \text{ pies}^3\end{aligned}$$



Paso 3

Volumen Total = Volumen (a) + Volumen (b)

$$= 234.5 + 73.0$$

$$= 307.5 \text{ pies}^3$$

Ejemplo 5

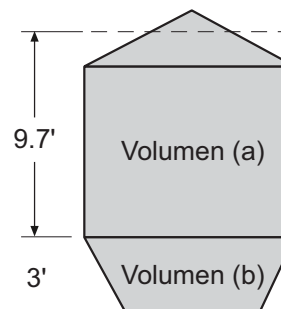
Si en el ejemplo anterior el recipiente se llenara rebosado, el volumen sería:

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

$$\text{Volumen (b)} = 73.0 \text{ pies}^3 \text{ (igual que en el ejemplo anterior)}$$

$$\text{Volumen (a)} = 5 \times 7 \times 9.7 = 339.5 \text{ pies}^3$$

$$\begin{aligned}\text{Volumen Total} &= 339.5 + 73.0 \\ &= 412.5 \text{ pies}^3\end{aligned}$$



17.0 Efectos de Viento y Sísmico en la Estabilidad de un Recipiente

17.1 Resumen

Además de la fuerza resultante del impacto de un vehículo, las fuerzas del viento y sísmica son las fuerzas externas más importantes que pudieran afectar a un recipiente de pesaje. La amenaza del tráfico vehicular puede evitarse con protecciones debidamente diseñadas. Los efectos de las fuerzas del viento y sísmicas, que representan un factor, deberán ser consideradas en el diseño del recipiente de pesaje. Al menos, deberá considerarse el efecto de estas fuerzas en la capacidad de las celdas de carga seleccionadas. En casos extremos se pudiera requerir el uso de restrictores adicionales en el recipiente. En general, los módulos de pesaje tienen una capacidad de desprenderse de 150% de su capacidad y una lateral de 100%.

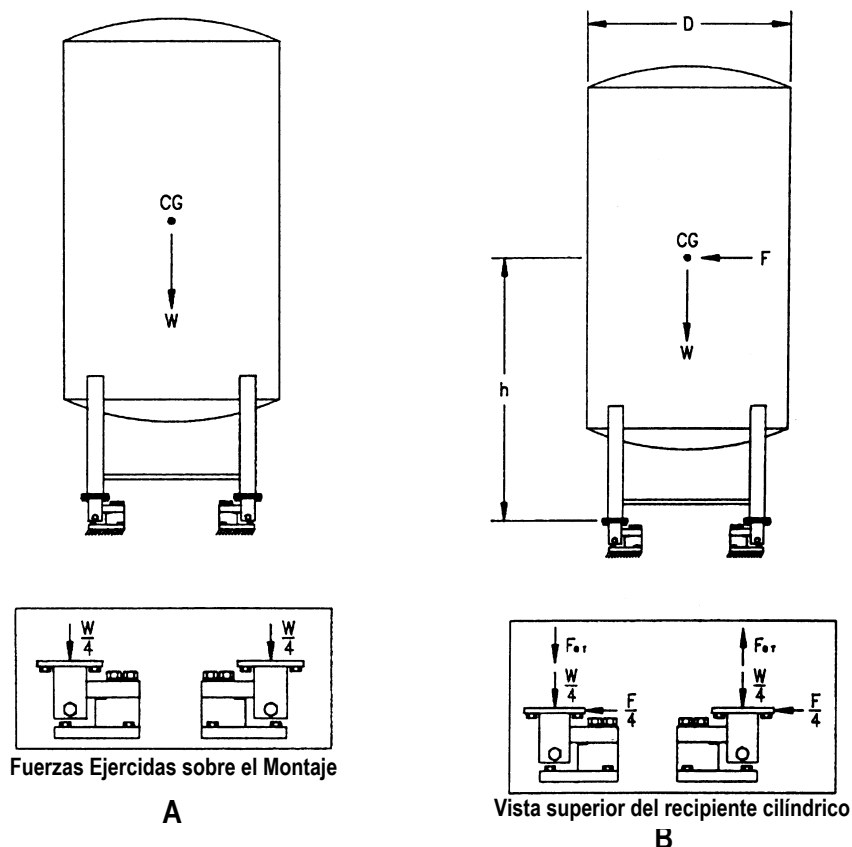


Figura 17-1. Fuerzas Exteriores en un Recipiente de Pesaje

En general, estas fuerzas actúan horizontalmente en el centro de gravedad (CG) del recipiente. La Figura 17-1-A. ilustra un recipiente cilíndrico vertical soportado en 4 puntos y fuerzas actuando sobre él en ausencia de viento o fuerza sísmica. **W** es el peso del recipiente (deberá considerarse por separado un recipiente lleno o uno vacío, ya que cualquiera puede ser el caso limitante) y actúa en el centro de gravedad del recipiente. Asumiendo que los 4 puntos de soporte están distribuidos simétricamente, entonces cada soporte recibirá una carga de 1/4 del peso ($1/4W$).

La Figura 17-1-B ilustra el mismo recipiente sumando una fuerza horizontal **F** (viento o sismos). El recipiente ejerce una fuerza horizontal $1/4F$ en cada montaje de celda de carga. Existe una fuerza adicional F_{OT} actuando del lado izquierdo de los montajes, lo que significa que cada uno soporta una carga $1/4W + F_{OT}$. En los montajes del lado derecho se induce una fuerza F_{OT} provocada por **F**, sin embargo, esta fuerza está en dirección opuesta a la existente $1/4F$ y la fuerza total aquí se reduce a $1/4W - F_{OT}$. Por consiguiente, la carga está siendo transferida de los montajes de un lado del recipiente a los opuestos. La capacidad de las celdas de carga seleccionadas deberá ser capaz de soportar esta fuerza adicional de viento o sismo. Si **F** se incrementara hasta que F_{OT} fuera igual a $W/4$, entonces habría carga cero en los montajes derechos y la carga se duplicaría a $W/2$ en los izquierdos. Un incremento posterior en **F** causaría que el recipiente se eleve del lado derecho y, en caso extremo, se vuelque.

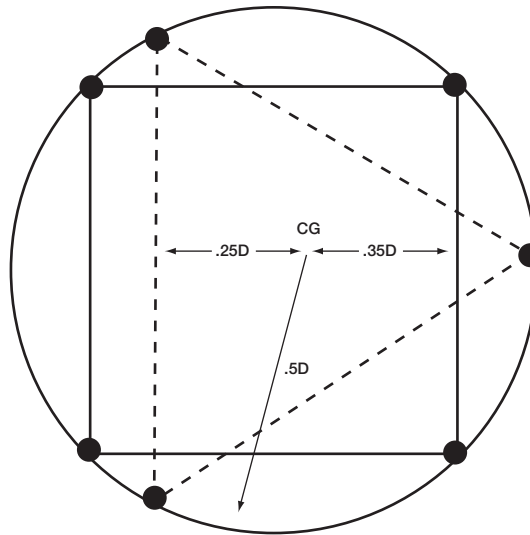
La relación entre F_{0T} y F puede establecerse, para el recipiente de la Figura 17-1, como:

$$F_{0T} = 0.7 Fh/D$$

En donde h = altura del centro de gravedad y D = diámetro del recipiente.

Es deseable reducir F_{0T} ; esto puede hacerse al reducir F o h , o incrementar D . La altura h puede reducirse al reducir la altura del recipiente (no siempre práctico), o colocando los montajes en el centro de gravedad del recipiente, como se ilustró anteriormente. En este caso $h = 0$ y por tanto $F_{0T} = 0$.

Es interesante comparar la estabilidad de un recipiente soportado por 3 o 4 montajes de celda de carga. La Figura 17-2 muestra una vista superior de un recipiente cilíndrico vertical soportado en 3 y 4 puntos (líneas punteadas y sólidas respectivamente). El recipiente tenderá a volcarse sobre una línea trazada entre soportes adyacentes; a mayor distancia desde el centro de gravedad a esta línea, mayor estabilidad para el recipiente. El recipiente montado en 3 puntos será un 29% menos estable que si estuviera montado en 4 puntos.



**Vista superior de un
recipiente cilíndrico**

D = Diámetro
CG = Centro de Gravedad
----- = Soporte de 3 puntos
———— = Soporte de 4 puntos

Figura 17-2. Vista Superior de un Recipiente Cilíndrico Vertical

Ya que existen muchas variables en el diseño de un recipiente y condiciones del lugar, es imposible tratar ampliamente, en este texto, los cálculos de fuerzas de viento y sísmicas. Sin embargo, en las siguientes sub secciones se tratará con estas fuerzas, en términos generales, y se mostrará la información necesaria para un análisis completo. Consulte *Uniform Building Code (UBC)* para mayores detalles.

Mientras que los efectos de las fuerzas de viento y sísmicas deben considerarse, es aceptable hacerlo aisladamente,.

17.2 Norma para Efecto de Viento y Sísmico en un Módulo de Pesaje

El viento y sismos son fuerzas externas que pueden afectar el pesaje de un recipiente y deben considerarse importantes al diseñar la aplicación de un recipiente de pesaje. Con recipientes altos y esbeltos, sujetos a viento y sismos, la estabilidad se convierte en preocupación primordial.

Para asegurar que el recipiente y su montaje son del tamaño y diseño adecuados para un lugar con probabilidades de viento o sismos, se requiere de un ingeniero en estructuras (ver Figura 17-4 y Figura 17-5). Existen muchas variables a considerar al determinar si un sistema es estructuralmente sólido; como ejemplos, la conformación geológica del lugar y el diseño de cimentación del recipiente.

Los efectos de las fuerzas del viento y sismos deberán considerarse al diseñar un recipiente de pesaje con base en instalación individual. Además de la capacidad de las celdas de carga y el uso de restrictores adicionales del recipiente, deben ser parte del diseño preventivo del recipiente las condiciones del suelo y el alcance de las fuerzas del viento y sismos deberán revisarse cuidadosamente. Dada la diversidad de variables en la carga de un recipiente, la política de Rice Lake Weighing Systems le incentiva a seguir las mejores prácticas y revisar las aplicaciones del recipiente con un ingeniero en estructuras reconocido que esté familiarizado con viento y sismos.

Rice Lake Weighing Systems le puede proporcionar los límites de fuerzas recomendados para celdas de carga o módulos de pesaje basados en el factor de seguridad (SF) del 1 al 5 para los módulos de pesaje fabricados por Rice Lake. Además, las especificaciones de las celdas de carga que un ingeniero en estructuras necesitará para determinar un análisis completo de viento/sismos para su aplicación. Rice Lake Weighing Systems recomienda emplear un factor de seguridad de 5 para aplicaciones en zonas sísmicas, pero, finalmente, el sistema deberá ser revisado y certificado por un ingeniero en estructuras certificado para verificar si es lo necesario.

Si tiene alguna duda o pregunta acerca de las fuerzas de viento y/o sísmicas y cómo afectan su aplicación de recipiente de pesaje, siéntase en la libertad de contactar al departamento de ingeniería al teléfono 800-472-6703.

17.3 Fuerzas del Viento

Deberán considerarse los efectos de carga por el viento cuando el recipiente de pesaje se instale en el exterior. Esto es particularmente importante para recipientes altos y esbeltos instalados frente a continentes de agua o aquellos expuestos a alto venteo. Al analizar las cargas por viento, deberá asumirse que el viento puede provenir de cualquier dirección.

En la Figura 17-3 se ilustra el efecto del viento soplando sobre un recipiente cilíndrico vertical. Observe que no solo existe una fuerza ejercida en dirección del viento, sino que existen fuerzas de succión en el lado opuesto al flujo de aire. Estas fuerzas son sumatorias y tienden a volcar al recipiente en dirección al flujo de aire. En ángulo recto al flujo de aire hay fuerzas de succión tirando en cada lado debido al incremento en velocidad del viento. Ya que estas fuerzas son iguales y en dirección opuesta, no tienen efecto en la estabilidad del recipiente.

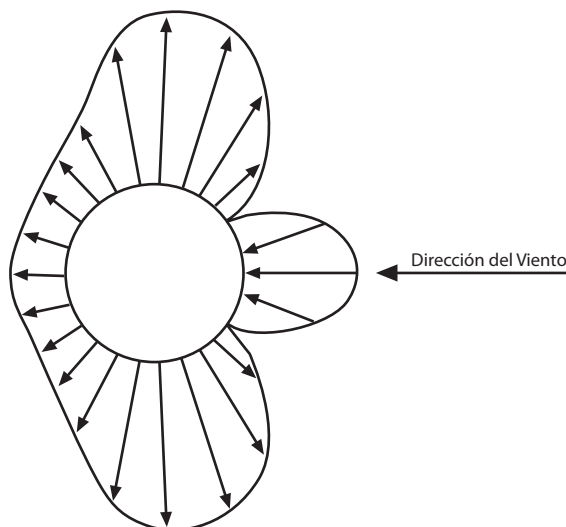


Figura 17-3. Fuerzas del Viento Sobre un Recipiente Cilíndrico Vertical

Para llevar a cabo un análisis completo de la fuerza del viento, se requiere la siguiente información:

- Recipiente: Peso muerto y bruto, número de soportes, dimensiones generales como altura, longitud de soportes diámetro, etc.
- Velocidad mínima del viento dominante: Se puede tomar del la Figura 17-4, mapa de USA con áreas de velocidad de viento. Este mapa se basa en una media en 50 años, para tomar las velocidades más altas. El mapa no considera efecto de tornados.
- Exposición: Deberán conocerse las condiciones de exposición en el lugar. Un terreno urbanizado o irregular puede causar una disminución substancial de la velocidad del viento. El código *The United Building Code* (UBC) define 3 categorías:
 - Exposición B: terreno con edificios, bosques o superficie irregular con 20' (6 m) de altura, o más, cubriendo, al menos, 20% del área que se extienda 1 milla (1.6 km) o más del lugar.
 - Exposición C: terreno plano y generalmente abierto, que se extiende 1/2 milla (800 m), o más, del lugar en cualquier cuadrante.
 - Exposición D: es la exposición más severa en áreas con vientos dominantes de 80 mph (130 km/h) o más, con terreno plano, sin obstrucciones, con cara a grandes continentes de agua en 1 milla (1.6 km) o más con relación a cualquier cuadrante del lugar del recipiente. La Exposición D se prolonga tierra adentro de la costa 1/4 milla (400 m) o 10 veces la altura del recipiente o el que resulte mayor
- Factor Prioritario: Se emplea un factor de 1.15 para instalaciones prioritarias, el cual debe ser seguro y útil para propósitos de emergencia después de un vendaval para preservar la salud y seguridad del público en general. Tales instalaciones incluyen enfermerías que incluyan cirugía de emergencia o áreas de emergencia médica, estaciones de bomberos o policía. Se emplea un factor de 1.0 para otras instalaciones.

Con esta información, se pueden calcular las fuerzas del viento de acuerdo con el Código UBC. Esta información puede emplearse para verificar la estabilidad del recipiente empleando los montajes estándar, o diseñar restrictores adicionales si se considera necesario.

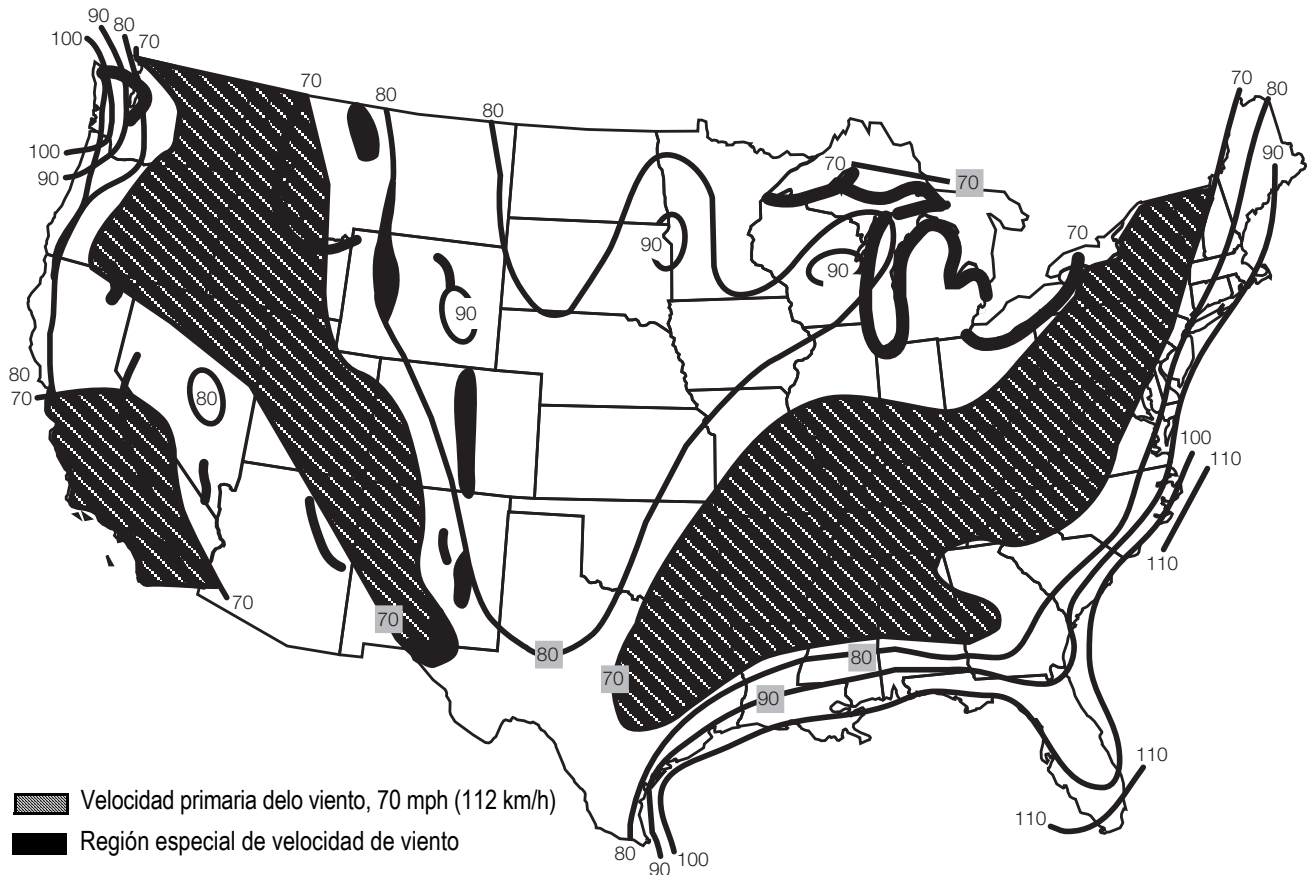


Figura 17-4. Mapa de Contornos de Velocidades del Viento

- Los valores de la velocidad del viento son más altos a 33' (10 m) por arriba del nivel del piso en la Categoría de Exposición C, y están asociados con una probabilidad anual de 0.02.
- La interpolación lineal entre contornos de velocidades del viento, son aceptables.
- Se recomienda precaución en el empleo de los contornos de velocidades del viento en zonas montañosas de las regiones de Alaska
- La velocidad del viento para Hawái es de 80 mph (130 km/h) y para Puerto Rico es de 95 mph (150 km/h).
- La velocidades del viento para Alaska varía desde 70mph (110 km/h) tierra adentro., hasta más de 110 mph (175 km/h) en áreas costeras.
- En donde se indiquen records locales de velocidades del viento mayores a la media de 50 años, estos deberán ser empleados.
- Deberá considerarse que la velocidad del viento es constante entre la costa y el contorno inmediato tierra adentro.

17.4 Fuerzas Sísmicas

El mapa de la Figura 17-5 muestra la zona sísmica de USA. Las zonas están enumeradas del 0 (baja probabilidad de daños) al 4 (mayor probabilidad de daños), lo que indica, en una escala ascendente, la posible intensidad de daños como resultado de un terremoto. Los efectos de las fuerzas sísmicas deberán considerarse en un recipiente instalado en estas zonas

Para realizar un análisis completo sobre sismos, se requiere de la siguiente información:

- Recipiente: Peso muerto y bruto, número de soportes, altura, longitud de soportes, diámetro, etc...
- Zona sísmica (Figura 17-5) en donde se instalará el recipiente.
- ¿El recipiente está sin apoyos, montado en una estructura o en el techo de un edificio?
- Función de la estructura. El recipiente:
 - ¿Cuenta con material o equipo necesario para la protección de instalaciones prioritarias (hospitales, estaciones de bomberos y policía), instalaciones peligrosas o estructuras de ocupación especial (escuelas, cárceles, y servicios públicos)?
 - ¿Contiene cantidades suficientes de tóxicos o explosivos peligrosos para la comunidad, en caso de ser liberados?
 - ¿Respalda las operaciones de los servicios públicos?
 - ¿Realiza alguna función no mencionada anteriormente?.
- Características del lugar, geológicas y de suelo y el periodo estructural si está disponible.

Con esta información, se pueden calcular las fuerzas resultantes de la actividad sísmica, de acuerdo con los métodos descritos en el código *Uniform Building Code* (UBC). Un ingeniero en estructuras y un geólogo necesitarán examinar el diseño del recipiente y el lugar de ubicación para determinar la capacidad correcta de las celdas de carga por emplear.

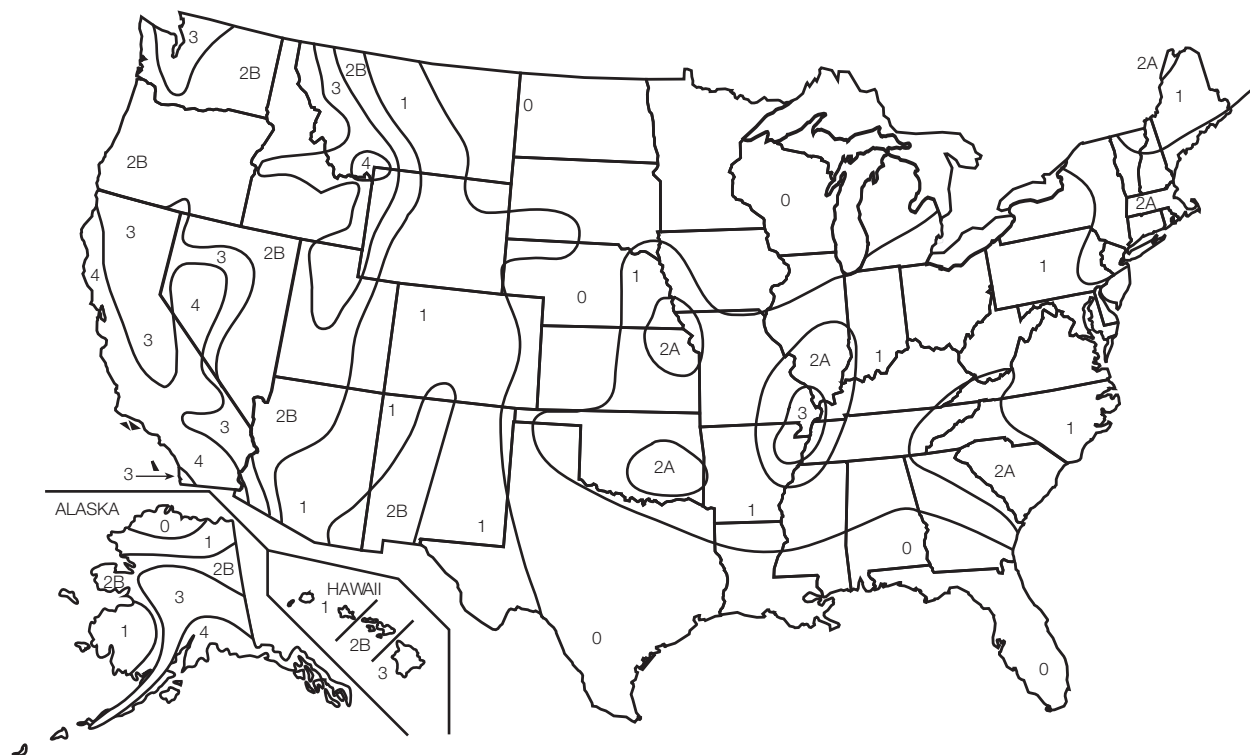


Figura 17-5. Mapa de Zonas Sísmicas

Anexados del Recipiente

18.0	Tubería Anexada (Conectada) a Recipientes de Pesaje	76
18.1	Ejemplo 1	77
18.2	Ejemplo 2	79
19.0	Guías para Colocación de Tubería	81
20.0	Sistemas de Restricción de Recipientes	84
20.1	Pernos Estabilizadores o Barras Estabilizadoras	84
20.2	Pernos de Verificación (Barras de Verificación) de Seguridad	85
21.0	Sistemas de Baja Precisión: Montaje Parcial Sobre Muelle	87

18.0 Tubería Anexada (Conectada) a Recipientes de Pesaje

Por mucho, la tubería que se conecta a un recipiente de pesaje es la mayor fuente de error en el pesaje, por tanto, la conexión de tubería debe ser planeada cuidadosamente en el diseño del recipiente.

La Figura 18-1 muestra un recipiente montado sobre celdas de carga y soportado sobre una estructura de viga "I". Un tubo horizontal conectado al recipiente está soportado rígidamente a una distancia " l ".

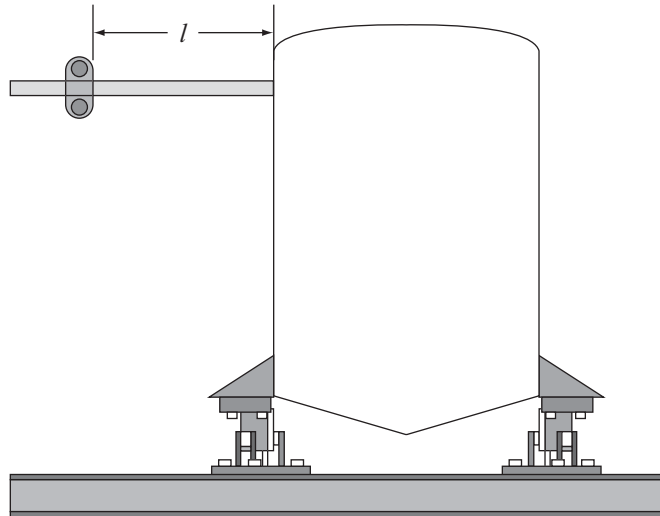


Figura 18-1. Aplicación del Recipiente

Al cargar el recipiente, este se mueve hacia abajo como se muestra en la Figura 18-2, como resultado de:

- La deflexión de la celda de carga (0.005" a 0.015" a plena carga).
- La deflexión de la estructura sobre la que está montado (Δh).

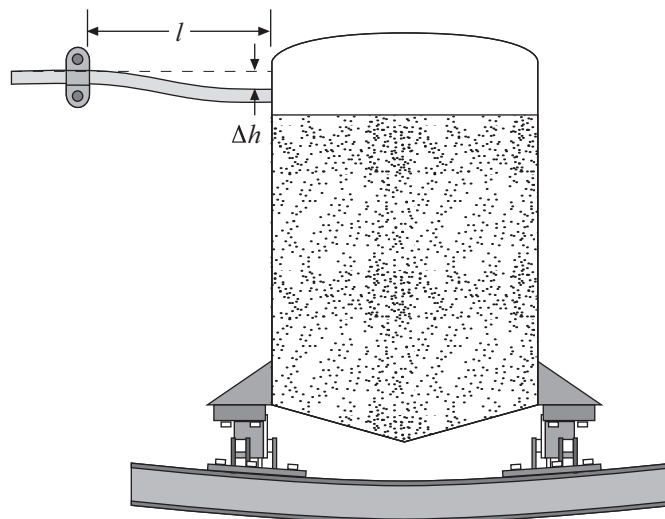


Figura 18-2. Deflexión de la Aplicación del Recipiente

La tubería también se deflexiona hacia abajo en el mismo valor Δh y le aplica al recipiente una fuerza hacia arriba.

Los efectos de la tubería anexada son particularmente severos cuando se conecta a recipientes de pesaje de baja capacidad. A través de un diseño adecuado, las fuerzas ejercidas hacia arriba pueden ser reducidas a un % pequeño del peso bruto del recipiente. Por tanto, calibrando el recipiente con pesas, los efectos remanentes pueden ser compensados. La calibración, empleando un simulador de celda de carga, no producirá resultados precisos, ya que no hay manera de simular los efectos de la tubería anexada.

Considere como reglas generales en el diseño de tubería para recipientes de pesaje:

- Reducir a un mínimo la deflexión de la estructura de soporte del recipiente.
- Emplear el menor diámetro de tubería y los espesores más ligeros posibles.
- Toda la tubería conectada al recipiente deberá correr horizontalmente.
- Colocar el primer soporte de la tubería alejado del recipiente a 20-30 veces el diámetro de la tubería (por ejemplo, para una tubería de 2" de diámetro, el primer soporte deberá estar, al menos, a 40" del recipiente y preferiblemente a 60").



Nota Los diámetros y espesores de la tubería, intervalos de soporte, etc., deberán seleccionarse de acuerdo a los requerimientos de funcionalidad y estructurales del sistema, además de las recomendaciones en esta sección.

Para ser más rigurosos, la fuerza F_1 ejercida en el recipiente, se puede calcular con la siguiente ecuación:

$$F_1 = \frac{0.59(D^4 - d^4) \times (\Delta h) \times E}{l^3}$$

En donde:

D = diámetro exterior del tubo

d = diámetro interior del tubo

Δh = deflexión del tubo desde el punto de conexión con el recipiente al primer punto de apoyo.

E = módulo de Young

=29,000,000 para acero dulce

=28,000,000 para acero inoxidable

=10,000,000 para aluminio

l = longitud de la tubería desde la conexión con el recipiente hasta el primer punto de apoyo.

Esto aporta resultados conservadores, ya que se asume que la tubería está soportada rígidamente en ambos extremos. En la práctica existe alguna cedencia en ambos puntos, el de primer soporte y el de conexión con el recipiente. El siguiente ejemplo ilustra el empleo de la ecuación.

18.1 Ejemplo 1

Un recipiente de acero soportado en celdas de carga sobre una estructura de acero, se deflexiona 0.008" y 0.250" respectivamente bajo una carga. Un tubo de 4", cédula 40, se conecta al recipiente horizontalmente, con un espacio de 36" del recipiente al primer punto de apoyo. ¿Qué fuerza F_1 se ejerce hacia arriba en el recipiente?

Con esta información:

$$\Delta h = 0.008" + 0.250" = 0.258"$$

$$E \text{ (acero dulce)} = 29,000,000$$

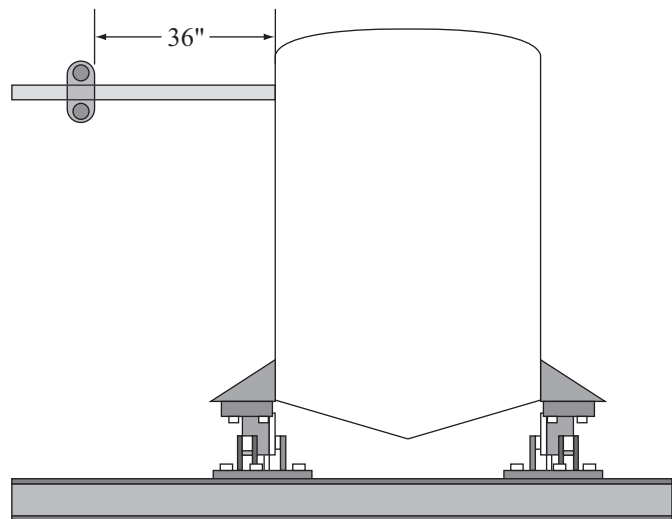
$$D = 4.50, d = 4.03 \text{ (Para cédula 40)}$$

$$l = 36"$$

Por 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	Tubería	Longitud del Tubo (l)	Deflexión (Δh)	Fuerza Hacia Arriba (F_1)	% de Reducción (F_1)
1	4" cédula 40	36"	0.258	13,840	–
2	4" cédula 40	72"	0.258	1,730	87%
3	4" cédula 40	36"	0.133	7,130	48%
4	4" cédula 10S*	36"	0.258	7,630	45%
5	2" cédula 40†	36"	0.258	976	93%
* Para 4" Cédula 10S, D=4.50, d=4.26; †Para 2" Cédula 40, D=2.38; d=2.16					

Tabla 18-1. Ejemplos

- **EL Ejemplo 1** resume los resultados anteriores. Los siguientes casos (**Ejemplos 2–5**) son el resultado del cambio de un parámetro. La columna a la derecha indica el % en cambio de F_1 con relación al Ejemplo 1 (13,840 lb).
- **El Ejemplo 2** muestra el efecto de doblar la distancia de tubería entre recipiente y primer punto de apoyo. La reducción en 87% muestra que F_1 puede reducirse grandemente al incrementar la distancia al primer punto de apoyo de tubería.
- **El Ejemplo 3** muestra el efecto de recortar la deflexión de la estructura a la mitad, de 0.250" a 0.125" (la deflexión de las celdas de carga permanece en 0.008"). Es obvio que a partir del 48% de reducción que F_1 pueda reducirse moderadamente al reducir la deflexión del recipiente.
- **El Ejemplo 4** muestra el efecto de emplear una tubería de paredes más delgadas, cédula 10S en vez de cédula 40.
- **El Ejemplo 5** muestra el efecto de reducir la tubería, de 4" cédula 40 a 2" cédula 40. De la reducción en 93%, queda claro que es mejor el empleo de una tubería de menor diámetro apropiada a la aplicación.

Estas y otras pautas para la tubería anexada se resumen en la Sección 19.0. Observe que, mientras se enfatiza aquí sobre tubería anexada, estas recomendaciones se aplican de igual manera a conexiones eléctricas en tubo conduit y cables.

Si se conectan varias tuberías al recipiente, la fuerza vertical ejercida verticalmente sobre él, puede calcularse para cada caso individual, como se indicó anteriormente, y sumando todas las fuerzas para calcular la fuerza F total actuando verticalmente sobre el recipiente.

Esto es:

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

En donde F_1 es la fuerza ejercida por el tubo 1, F_2 la fuerza ejercida por el tubo 2, etc.

Una práctica aceptada en la industria del pesaje para asegurar que la tubería no afecta adversamente la precisión requerida, es la de asegurar que se satisface la siguiente relación:

$$F \leq 0.1 \times [(\%) \text{ precisión del sistema}] \times [\text{peso bruto (lb)}]$$

Por ejemplo, si el peso bruto del recipiente es de 50,000 lb. y se requiere de una precisión de 0.25%, entonces

$$F \leq 0.1 \times 0.25 \times 50,000$$

$$F \leq 1,250 \text{ lb}$$

en este caso, la suma de todas las fuerzas verticales ejercidas por la tubería deberán ser iguales o menores de 1,250 lb



18.2 Ejemplo 2

El recipiente que se muestra tiene las siguientes características:

- 40,000 lb de peso bruto
- Montado sobre 4 celdas de carga tipo viga de 20,000 lb c/u y deflexión total de 0.010"
- Deflexión de la estructura de 0.375"
- Precisión requerida de 0.5%
- El material es totalmente de acero inoxidable

1. Determine el valor permisible de F :

$$F \leq 0.1 \times [\text{precisión del sistema (\%)}] \times [\text{peso bruto (lb)}]$$

$$F \leq 0.1 \times 0.5 \times 40,000$$

$$\leq 2,000 \text{ lb}$$

La suma total de fuerzas verticales de la tubería deberá ser menor o igual a 2,000 lb.

2. Determine la deflexión total. Ya que el peso bruto representa solo $\frac{1}{2}$ de la capacidad de celdas, la deflexión en celdas será:

$$\frac{0.010}{2} = 0.005"$$

$$\begin{aligned} \text{Deflexión total } \Delta h &= \text{deflexión en celdas} + \text{deflexión de estructura} \\ &= 0.005 + 0.375 \\ &= 0.380" \end{aligned}$$

3. Determine F_X para cada tubería, empleando la ecuación:

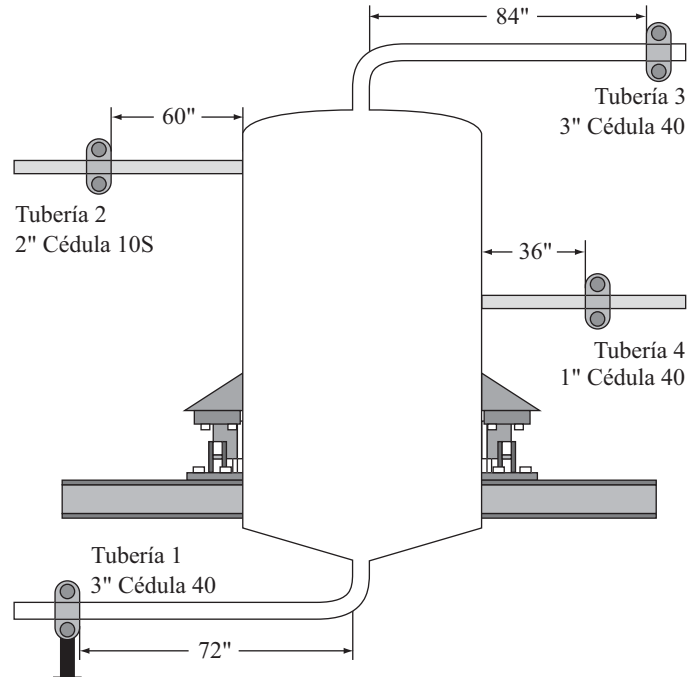
$$F_X = \frac{0.59(D^4 - d^4) \times (Dh) \times E}{l^3}$$

$$\begin{aligned} F_1 &= \frac{0.59(3.50^4 - 3.07^4) \times 0.380 \times 28,000,000}{72^3} \\ &= 1,029 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_2 &= \frac{0.59(2.375^4 - 2.07^4) \times 0.380 \times 28,000,000}{60^3} \\ &= 391 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_3 &= \frac{0.59(3.50^4 - 3.07^4) \times 0.380 \times 28,000,000}{84^3} \\ &= 648 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_4 &= \frac{0.59(1.315^4 - 1.049^4) \times 0.380 \times 28,000,000}{36^3} \\ &= 239 \text{ lb} \end{aligned}$$



4. Determine F empleando la ecuación:

$$\begin{aligned} F &= F_1 + F_2 + F_3 + F_4 \\ &= 1,029 + 391 + 648 + 239 \\ &= 2,307 \text{ lb} \end{aligned}$$

Ya que la fuerza F calculada es mayor que el valor determinado en el paso 1, esto no es aceptable. Existen varias soluciones:

- Aceptar una precisión menor (tal vez 1%, en vez de 0.5%)
- Reducir la deflexión de la estructura de soporte
- Mejorar la tubería:
 - empleando tubos con menores diámetros, más ligeros
 - emplear mangueras flexibles o fuelles
 - aumentar la distancia desde la conexión al primer punto de apoyo

Si aplicamos el tercer punto, aumentar la distancia desde la conexión al primer punto de apoyo, entonces enfocaremos la atención al principal causante del problema, el tubo #1. El problema puede resolverse simplemente al incrementar la distancia al primer punto de apoyo de 72" a 82", resultando una fuerza $F_1 = 697$ lb.

Por tanto, $F = 697 + 391 + 648 + 239 = 1,975$ lb.

Este valor es menor a 2,000 lb, y ahora el diseño resulta aceptable.



19.0 Guías para Colocación de Tubería

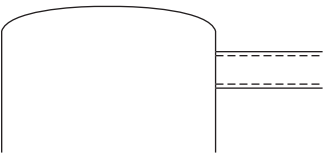
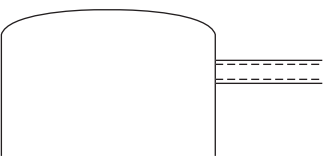
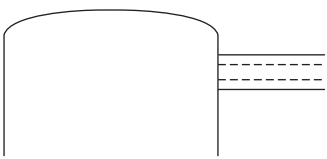
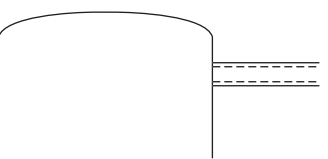
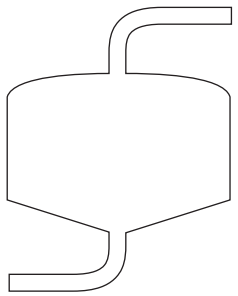
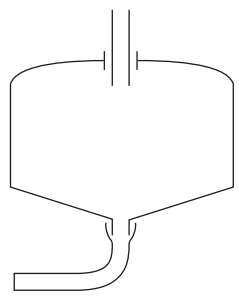
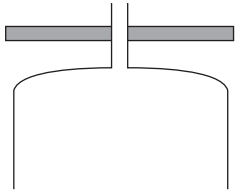
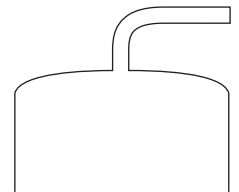
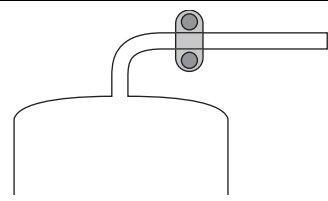
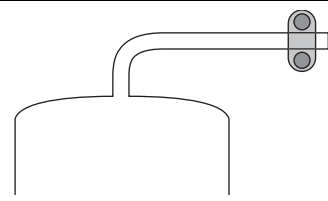
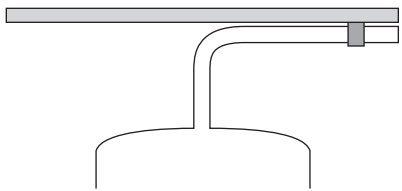
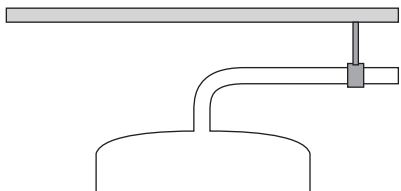
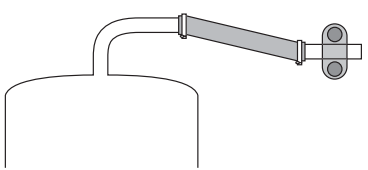
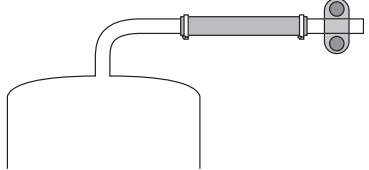
Incorrecto	Guía para Colocación de Tubería	Correcto
	Emplee tubería con el menor diámetro apropiada a la aplicación	
	Emplee tubería con las paredes más delgadas apropiada a la aplicación.	
	Si es posible, no conecte tuberías directamente al recipiente. Ingrésela a través de perforaciones. Pueden emplearse mangas flexibles para sellar contra polvo.	
	No tienda tubería cuyo primer punto de apoyo está en la vertical inmediata. Esto destruye la precisión. Toda la tubería deberá tenderse horizontalmente del recipiente al primer punto de apoyo.	
	Incremente la distancia entre el recipiente y el primer punto de apoyo de la tubería.	
	Evite tendidos largos de tubería, particularmente cuando están limitados de movimiento vertical. Esto es debido a que expansiones/contracciones térmicas se traducirán en fuerzas verticales sobre el recipiente, afectando directamente la precisión.	
	Emplee mangueras flexibles para conectar la tubería al recipiente. No use las mangueras para compensar el defasamiento inicial de tubos	

Tabla 19-1. Guías para Colocación de Tubería

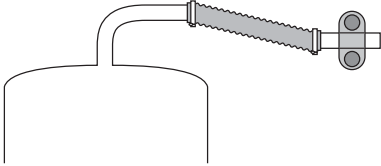
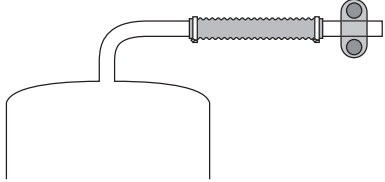
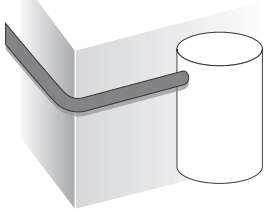
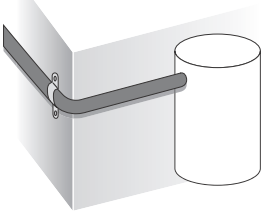
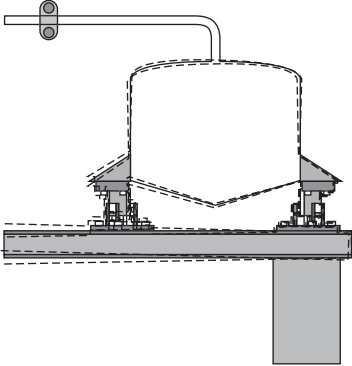
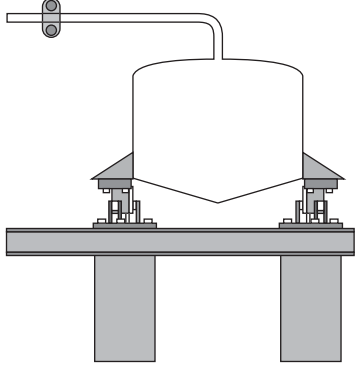
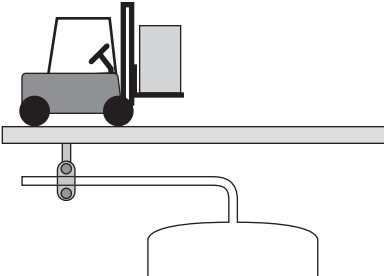
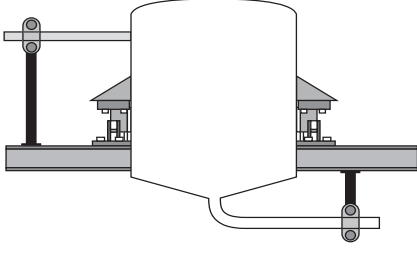
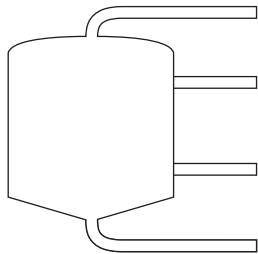
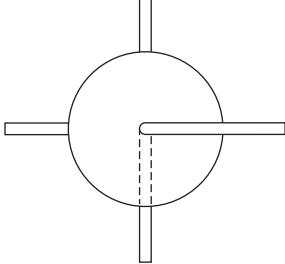
Incorrecto	Guía para Colocación de Tubería	Correcto
	Si es posible, emplee fuelles flexibles para conectar la tubería al recipiente. No use los fuelles para compensar el defasamiento inicial de tubos. Pueden emplearse 2 fuelles en serie en donde se deberán alojar grandes deflexiones.	
	Al doblar la tubería en ángulos horizontales, se reduce grandemente la rigidez de esta. Deberán colocarse apoyos para reforzar el posicionamiento de la tubería.	
	Evite reclinamientos del recipiente de pesaje como resultado de falta de uniformidad en la rigidez de soportes. Pequeñas rotaciones del recipiente pueden amplificarse en grandes movimientos en el primer apoyo.	
	No soporte tubería en estructuras que puedan flexionarse en forma independiente del recipiente. Soporte la tubería en la estructura de soporte del recipiente, de modo que el punto de apoyo se mueva con el recipiente, reduciendo la deflexión relativa.	
	No conecte todas las tuberías del mismo lado del recipiente. Colóquelas simétricamente alrededor del recipiente en todo lo que sea posible.	

Tabla 19-1. Guías para Colocación de Tubería

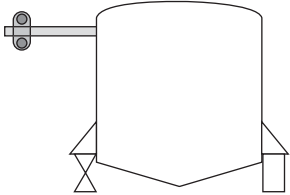
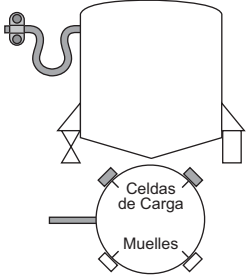
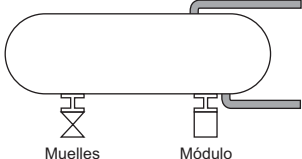
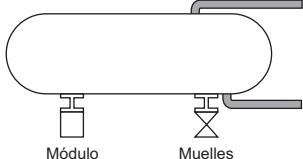
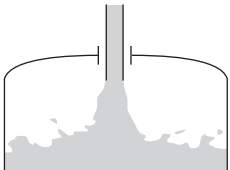

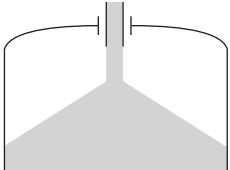
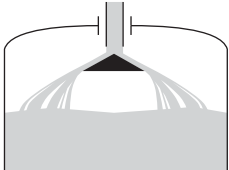
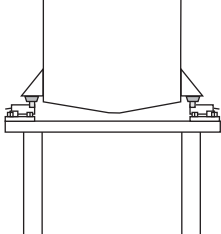
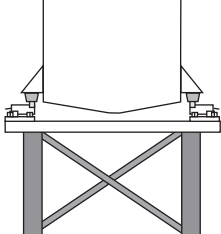
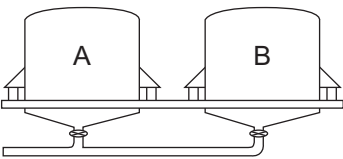
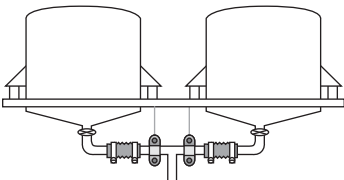
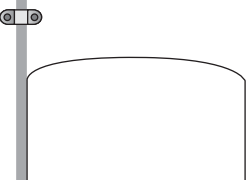
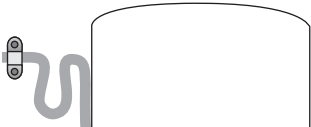
Incorrecto	Guía para Colocación de Tubería	Correcto
	<p>Al conectar tubería a un recipiente montado parcialmente sobre muelles, deberá tenerse cuidado extra para evitar fuerzas laterales inducidas por expansión/contracción térmica. Use mangueras flexibles, fuelles, rizados y conecte la tubería con relación a celdas/fuelles como se muestra a la derecha, para minimizar la transferencia de peso de las celdas a muelles o vice versa.</p>	
	<p>Con recipientes horizontales montados parcialmente sobre muelles, no conecte la tubería al extremo "vivo". Si es posible, conecte la tubería sobre las muelles, ya que cualquier fuerza vertical que se ejerza no la detectarán las celdas de carga.</p>	
	<p>La tubería de llenado de líquidos deberá ingresar horizontalmente, de manera que el impacto del líquido tenga el efecto mínimo en la lectura del peso.</p>	
	<p>Con materiales granulados, llene el recipiente en forma simétrica, empleando una mampara que ayude a distribuir y nivelar el material</p>	
	<p>No empleé tapetes de hule u otros dispositivos que incrementen la deflexión del recipiente bajo carga. Refuerce la estructura de soporte para reducir la deflexión.</p>	
	<p>No permita que tubería común de descarga cuelgue directamente de los recipientes. En el ejemplo a la izquierda, la descarga del recipiente B agregará temporalmente peso al recipiente A. Una mejor instalación soportará la tubería en forma independiente.</p>	
	<p>El cableado eléctrico flexible no deberá tenders verticalmente a un recipiente de pesaje, deberá tenders horizontalmente o proveer rizados como se muestra a la derecha.</p>	

Tabla 19-1. Guías para Colocación de Tubería

20.0 Sistemas de Restricción de Recipientes

Mientras muchos de los montajes que ofrece Rice Lake Weighing Systems son auto verificables, hay situaciones en donde pudieran requerirse restricciones adicionales para estabilizar el recipiente sujeto a vibraciones, o restringir al recipiente de volcadura o caída en el caso de un evento inesperado. Existen 2 tipos de sistemas de restricción: pernos o barras estabilizadoras y pernos o barras de verificación.

20.1 Pernos Estabilizadores o Barras Estabilizadoras

Las barras estabilizadoras se emplean para restringir rígidamente un recipiente en dirección horizontal. Estas barras se instalan en tensión entre un soporte instalado en el recipiente y otro instalado en la estructura de soporte o cimentación. Dada la imperceptible deflexión de las celdas de carga, las barras estabilizadoras tendrán muy poco efecto en la precisión del sistema cuando son instaladas adecuadamente. Es necesario instalar un número de barras estabilizadoras que restrinjan al recipiente en el plano horizontal, ver Figura 20-1. En un recipiente circular, las barras siempre deberán ser tangenciales. Esto evita que el recipiente se deslice en cualquier dirección, pero le permite libre expansión/contracción térmica.

La Figura 20-2 ilustra barras estabilizadoras instaladas en un recipiente suspendido. Las barras deberán ser horizontales, de modo que no afecten la precisión del pesaje. Las tuercas de sujeción están apretadas de modo que la barra esté cómoda y no sobre apretada. El ajuste de estas tuercas asegura que las barras estén en tensión y nunca sujetas a compresión o fuerzas de doblamiento.

Las barras estabilizadoras se emplean:

- Para mejorar la estabilidad del sistema y la precisión, al limitar la oscilación o vibración del recipiente.
- Proteger a la tubería de fatiga debida a movimiento constante del recipiente.
- Asegurar la estabilidad de recipientes esbeltos o recipientes con equipo pesado montado excéntricamente.
- Asegurar la estabilidad de recipientes contra fuerzas de viento y sísmicas o amenazas de tráfico vehicular.
- Mantener al recipiente en su lugar cuando se monta en celdas de carga tipo botella. Estas celdas de carga tienen poca tolerancia a fuerzas laterales y deben estar posicionadas solo en dirección vertical.

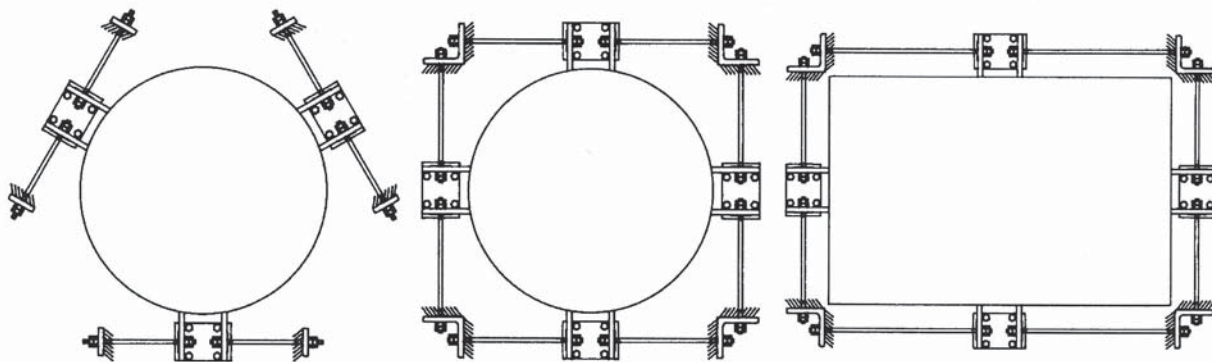


Figura 20-1. Aplicaciones de Barras Estabilizadoras

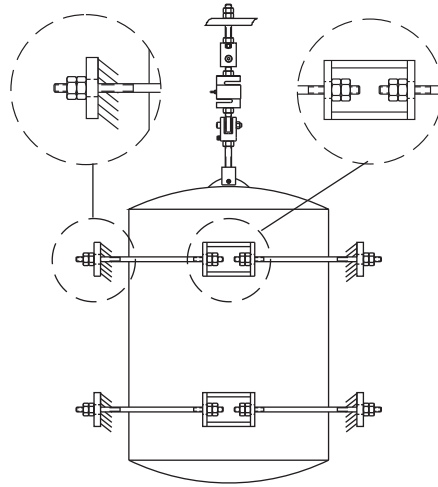


Figura 20-2. Aplicaciones de Barras Estabilizadoras

**Nota**

Al emplear barras estabilizadoras para proporcionar estabilidad al recipiente, estas son más efectivas si se colocan en o por arriba del centro de gravedad del recipiente lleno. Las barras estabilizadoras deben ser tan largas como sea práctico, ya que serán de beneficio para reducir fuerzas en la dirección vertical. Deberá hacerse énfasis en que estas barras deben ser horizontales, por esta razón uno de los puntos de fijación debe ser ajustable en dirección vertical.

20.2 Pernos de Verificación (Barras de Verificación) de Seguridad

Las barras de verificación de seguridad son similares a las estabilizadoras, en que pueden adaptarse al recipiente en forma similar. Sin embargo, son ajustadas en forma holgada y pueden colocarse en dirección vertical.

Las barras de verificación de seguridad se dejan holgadas de manera que en una operación normal no apliquen fuerzas axiales al recipiente. No son parte activa del sistema de pesaje. Estas barras de verificación muestran un agregado a la tara del recipiente, pero este es constante y no afecta la precisión del pesaje. Las barras de verificación de seguridad, como su nombre lo indica, son un dispositivo de seguridad con intención de restringir al recipiente si se sujeta a fuerzas interiores o exteriores o si ocurre una falla mecánica en el mecanismo normal de soporte del recipiente.

Las barras de verificación de seguridad, horizontales, deberán emplearse para:

- Asegurar la estabilidad de recipientes altos y esbeltos con equipo pesado montado excéntricamente.
- Asegurar la estabilidad de recipientes contra fuerzas de viento y sísmicas y amenazas de tráfico vehicular.

Como se muestra en la Figura 20-3 (a), para mayor efectividad las barras de verificación de seguridad deberán colocarse en o por arriba del centro de gravedad del recipiente lleno. Observe que las barras estabilizadoras realizan estas funciones y más, sin embargo, las barras de verificación son menos críticas para la operación del sistema y por tanto no requieren de la misma atención para una instalación exitosa.

Las barras de verificación de seguridad, verticales, deberán emplearse:

- En recipientes montados a tensión en donde una falla de los medios de suspensión normal permita que el recipiente caiga y cause heridas o daños, ver Figura 20.3 (b).
- En lugar de barras de verificación horizontales cuando no es práctico emplear estas, para asegurar la estabilidad de recipientes altos y esbeltos o aquellos sujetos a fuerzas de viento o sísmicas, ver Figura 20.3 (c).

Las barras de verificación de seguridad verticales deberán ser instaladas en una perforación sobredimensionada en el soporte inferior, de modo que no interfiera de algún modo con el movimiento vertical del recipiente.

Para mayor información vea la Sección 15.0

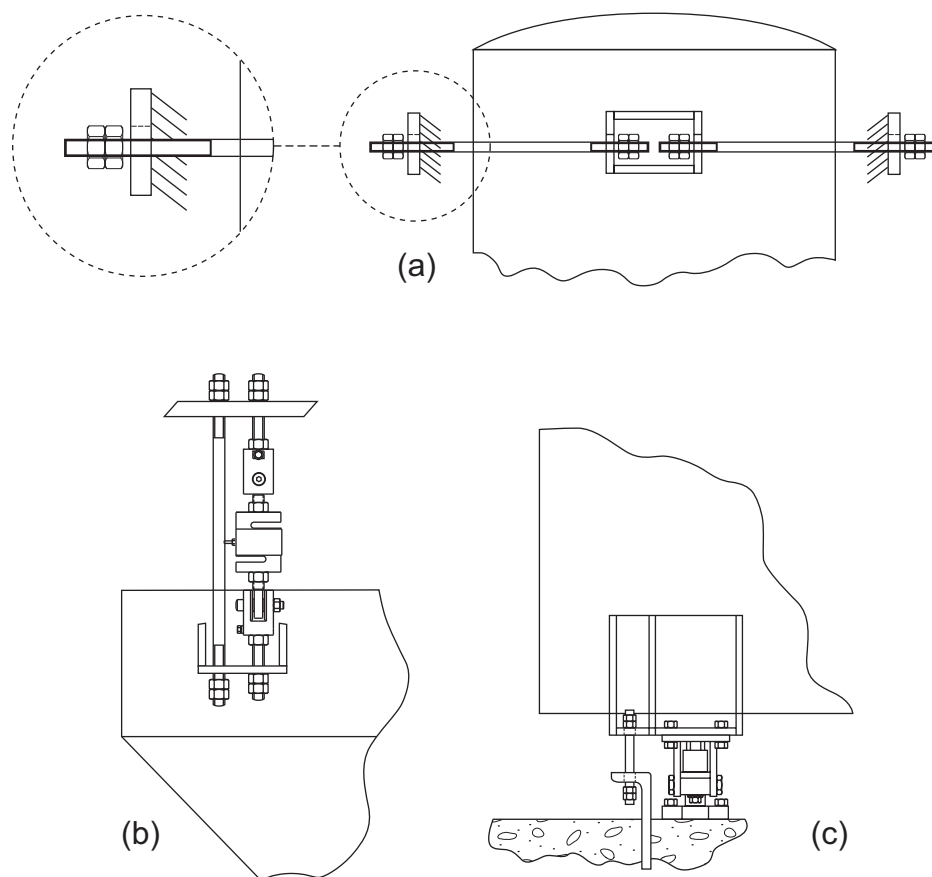


Figura 20-3. Pernos de Verificación o Barras de Verificación

21.0 Sistemas de Baja Precisión: Montaje Parcial Sobre Muelle

Cómo se observó anteriormente, los sistemas de baja precisión pueden soportarse parcialmente sobre muelles, si se cumplen las siguientes condiciones:

- El contenido del recipiente es auto nivelable.
- El recipiente es simétrico alrededor de una línea vertical que pasa por el centro de gravedad del contenido

Estas restricciones aseguran que, conforme se llena el recipiente, el centro de gravedad del contenido se eleva a lo largo de una línea vertical cuya ubicación está fija con relación a los puntos de soporte. Esto asegura que las celdas de carga siempre lean la misma proporción de la carga.

El tanque ilustrado en la Figura 21-1 está montado en 2 muelles en un extremo y en 2 celdas de carga en el otro.

Es importante que el recipiente esté nivelado y sea igual en ambos extremos. Este es un sistema de bajo costo que opera satisfactoriamente cuando se requiere baja precisión.

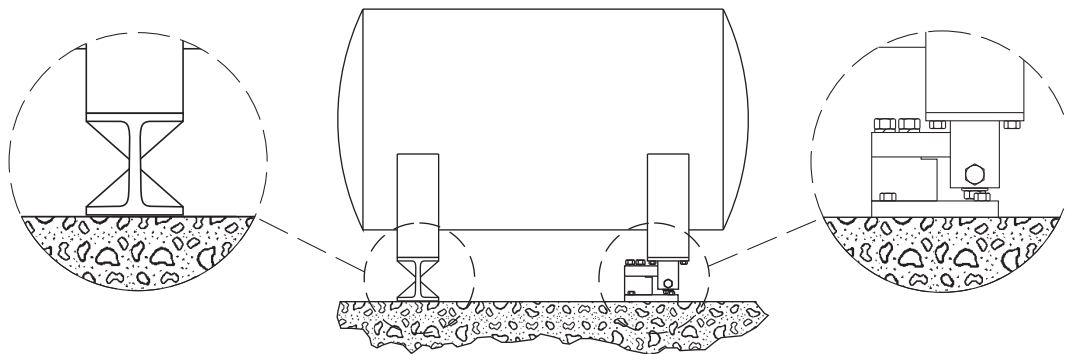


Figura 21-1. Aplicación en un Tanque Cilíndrico Horizontal

Las muelles también pueden emplearse en aplicaciones a tensión. La Figura 21-2 es un ejemplo de un recipiente circular suspendido de una celda de carga y 2 muelles (o barras de tensión en este caso).

Deberá tenerse cuidado de separar las muelles en lado opuesto a las celdas de carga. En la Figura 21-2 las muelles no pueden colocarse en diagonal y la celda de carga en el otro.

Si estos recipientes serán calibrados eléctricamente, deberá conocerse con precisión su geometría. Esto permite calcular el % de carga en las celdas. Una alternativa práctica es calibrar con un peso conocido de líquido. No es práctico calibrar con pesas ya que no pueden colocarse con precisión en el centro del recipiente.

Deberán evitarse estos arreglos cuando existe el riesgo potencial de transferencia de peso de un soporte a otro. Esto puede ser causado por viento, expansión/contracción térmica de tubería, etc.

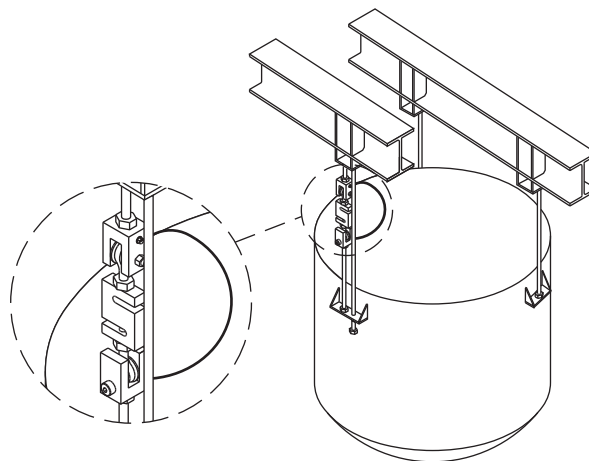


Figura 21-2. Aplicación en un Recipiente Circular Suspendido

Esta página intencionalmente en blanco.



Consejos de Instalación y Servicio

22.0	Determinación de Microvolts por Graduación	90
23.0	Guía de Seguridad Para Montaje de Celdas de Carga	91
23.1	Contingencias de Seguridad	91
23.2	Estimación de Carga Bruta	91
23.3	Carga Segura	91
23.4	Distribución de la Carga	91
23.5	Conexiones Roscadas	91
23.6	Contratuercas	91
23.7	Ensamblajes de Cables	91
23.8	Puntos de Acoplamiento del Herramental de las Celdas de Carga	91
23.9	Balanceo de la Báscula de un Recipiente Suspendido	91
23.10	Básculas de Tolva: Protección Contra Contaminación	91
23.11	Selección de Barras de Acero y Otros Componentes de Pesaje	92
24.0	Nivelación de Celdas de Carga	93
24.1	Nivelación de la Celda de Carga	93
24.2	Nivelación por Excitación	93
24.2.1	Procedimiento de la Nivelación por Excitación	93
24.3	Nivelación por Señal	94
24.4	¿Qué es la Calibración mV/V/Ohm?	95
24.4.1	Enfoque Tradicional	95
24.4.2	De Suma Importancia	96
25.0	Solución de Problemas en Celdas de Carga	97
25.1	Inspección Física	97
25.2	Balance a Cero	97
25.3	Puente de Resistencias	98
25.4	Resistencia a Tierra	99
26.0	Guía de Calibración de Sistema de Recipiente de Pesaje	99
26.1	Calibración con Pesas de Prueba Certificadas	99
26.2	Calibración Empleando Material Pesado Previamente	100
26.3	Calibración Empleando el Método de Substitución de Material	100
26.4	Calibración Empleando un Simulador de Celda de Carga	101

22.0 Determinación de Microvolts por Graduación

Ya sea que se aplen celdas de carga a una conversión mecánica, se remplacen en una báscula camionera o se diseñe un sistema de pesaje, resulta tentador seleccionarlas sobredimensionadas, por aquello de “seguro de sobrecarga”. Esta práctica puede crear problemas que cuestan muchas horas para resolver problemas y rediseñar. Si la capacidad está demasiado sobredimensionada, la señal de salida pudiera cortarse en un punto en donde el sistema no opera como estaba planeado. Determinando los microvolts por graduación que requiere el sistema ($\mu\text{V}/\text{grad}$) permitirá dimensionar adecuadamente la celda de carga, asegurando una señal adecuada y protección a sobrecargas.

La sensibilidad de la señal de los indicadores de peso digitales está especificada como el valor mínimo de $\mu\text{V}/\text{grad}$. Un microvolt (μV) es la millonésima de un Volt. El valor de $\mu\text{V}/\text{grad}$ es el valor de la señal de salida de la báscula requerida para cambiar la escala en pantalla una graduación. Si la señal de salida de la báscula está por debajo de este valor, la escala en la pantalla no funciona adecuadamente.

El siguiente procedimiento ayudará a determinar el valor de $\mu\text{V}/\text{grad}$ requerido para el sistema:

1. Determine el valor de la señal de salida a plena escala para la celda de carga (señal de salida al 100% de la capacidad). Por ejemplo: Una celda de carga clasificada en 3.0 mV/V, cuando se suministra un voltaje de excitación de 10 V desde un indicador de peso, suministrará una señal de salida de 30 mV a plena escala.

$$3.0 \text{ mV/V} \times 10 \text{ V} = 30 \text{ mV.}$$

2. Determine la señal de salida que causará la carga viva en la aplicación. Si la celda de carga tiene una capacidad de 500 lb., y la carga viva colocada sobre ella es de 300 lb., entonces el 60% de la capacidad total de la celda de carga es carga viva.

$$\frac{300}{500} = 0.60 \text{ o } 60\%$$

3. Determine cuanto representa la señal de la carga viva, multiplicando la señal de salida a plena escala por el valor actual de la carga viva a plena escala.

$$30\text{mV} \times 0.5 = 15 \text{ mV}$$

4. La valoración actual de $\mu\text{V}/\text{grad}$ se determina dividiendo la señal de la carga viva por el número de graduaciones programadas en el indicador. Si el indicador establece 5,000 divisiones, entonces:

$$\frac{15 \text{ mV}}{5000 \text{ grads}} = 3.0 \mu\text{V}/\text{grad}$$

Si la valoración de $\mu\text{V}/\text{grad}$ es menor que la sensibilidad en el indicador, el sistema no operará correctamente. La señal de la carga viva requiere ser incrementada. ¿Cómo hacerlo?

Incremente el valor de excitación. En el punto 1 tenemos que si se emplearan 15 V de excitación en vez de 10 V, entonces tendremos $15 \times 3.0 \text{ mV/V} = 45 \text{ mV}$. Completando la ecuación, el valor de $\mu\text{V}/\text{grad}$ sería 4.5 μV .

Use una celda de carga con mayor señal de salida. Esto opera si la celda de carga original fuera menor que 3.0 mV/V; generalmente pocas celdas de carga estándar están disponibles con señal de salida mayor de 3.0 mV/V.

Compense la carga muerta fuera de las celdas de carga. Esto puede permitirle usar celdas de carga de menor capacidad y elevar la valoración de μV , ya que una parte mayor de la señal de salida es la señal de salida de la carga viva.



Si se experimenta un problema en la señal, usar una celda de carga sobredimensionada empeora la valoración de $\mu\text{V}/\text{grad}$. Esto se debe a que aún menos de la señal de salida a plena escala sería señal de carga viva. Como ejemplo, si tuviéramos una celda de carga de 1,000 lb., en el ejemplo dado, en vez de una de 500 lb., solo el 25% de la capacidad se emplearía.

Esto daría una $\mu\text{V}/\text{grad}$ de:

$$\frac{30 \text{ mV} \times 25\%}{5000 \text{ grads}} = 1.5 \mu\text{V}/\text{grad}$$



23.0 Guía de Seguridad Para Montaje de Celdas de Carga

Solo instale montajes de celda de carga y ensambles diseñados específicamente para ser empleados en aplicaciones de recipientes, tolvas o sistemas suspendidos. A menudo, el empleo de un producto de baja calidad resulta en falla de componente que pone en riesgo el equipo y al personal. Estas sencillas sugerencias se proporcionan para minimizar el riesgo de instalación de básculas de recipientes.

23.1 Contingencias de Seguridad

Si la falla de un ensamble, o más, de una celda de carga puede causar heridas o daños, deberán aplicarse contingencias de seguridad (cedenas o barras de seguridad, etc.). Los ensambles deberán inspeccionarse rutinariamente por daños, desgaste excesivo, corrosión, etc., y remplazarse si es necesario.

23.2 Estimación de Carga Bruta

Para elegir la celda de carga correcta y su herramental para una aplicación dada, es necesario conocer el peso total sobre la báscula, incluyendo el peso neto del producto, la tara del recipiente, peso de la plataforma, recipiente o tolva, como convenga.

23.3 Carga Segura

No exceda los valores de carga segura, listados en este catálogo, para ningún herraje de celda de carga. Cuando exista golpeteo de carga, pudiera requerirse reconsiderar estos valores, dependiendo de la severidad del golpe.

23.4 Distribución de la Carga

En muchas aplicaciones de celdas de carga, asegúrese que el peso está distribuido uniformemente entre celdas.

23.5 Conexiones Roscadas

Asegúrese que todas las roscas están bien conectadas. Por ejemplo, la armella atornillada en una celda de carga Tipo S, debe sobresalir ligeramente en el lado opuesto.

23.6 Contratuercas

Coloque contratuercas en los ensambles. Si una carga está suspendida de una celda de carga sencilla, asegúrese que la carga no gire y esta pueda aflojar la contratuercas.

23.7 Ensamblajes de Cables

No tuerza los cables de acero al ensamblar o desensamblar. Por ejemplo, no retire una tuerca inmovilizada desde el extremo de un ensamble de cable reteniendo el extremo opuesto. No emplee cables de acero para suspender una carga sin emplear cadenas o barras de seguridad.

23.8 Puntos de Acoplamiento del Herramental de las Celdas de Carga

Asegúrese que los puntos de fijación del herramental de las celdas de carga estén alineadas adecuadamente y que el ensamble es totalmente vertical.

23.9 Balanceo de la Báscula de un Recipiente Suspendido

Si hay excesivo balanceo de un recipiente suspendido, coloque verificación horizontal para reducir la amplitud.

23.10 Básculas de Tolva: Protección Contra Contaminación

Con básculas de tolva, proteja contra contaminación el producto por pesar, como resultado de una falla de la celda de carga o el ensamble del herramental. Por ejemplo, no coloque cables de acero por encima de una tolva en donde pudiera caer pedacería de cable dentro de la tolva, contaminando el producto.

23.11 Selección de Barras de Acero y Otros Componentes de Pesaje

Seleccione la barra de acero, o cualquier otro componente de pesaje, de tal manera que su mínima resistencia a la tensión sea, al menos, 4 veces el valor total del peso soportado por el componente. Observe que las barras de acero dulce roscadas están generalmente hechas con acero dulce con una resistencia a la tensión baja, las cuales deberán verificarse por resistencia a la tensión antes de ser empleadas en aplicaciones de recipientes suspendidos.

Diámetro de Tuerca	Par de Torsión Recomendado (ft lb)			
	Cabeza hexagonal SAE Grado 5 tratamiento térmico 1038		Cabeza hexagonal SAE Grado 5 Aleación	
	UNC	UNF	UNC	UNF
1/4"	11	13	12	15
5/16"	21	23	25	30
3/8"	38	40	50	60
7/16"	55	60	85	95
1/2"	85	95	125	140
9/16"	125	140	175	195
5/8"	175	210	245	270
3/4"	300	330	425	460
7/8"	450	490	660	700
1"	680	715	990	1050
1-1/8"	885	990	1470	1655
1-1/4"	1255	1380	2100	2310
1-3/8"	1635	1875	2750	3110
1 1/4"	11	13	12	15

Tabla 23-1. Resistencia a la Tensión de Barras de Acero



Nota

Con base en ensambles secos. Las variables como lubricación, cromado, etc., pueden reducir los valores listados arriba, tanto como en 20% y deberá tomarse en consideración. Una forma general de calcular el par de torsión es la siguiente: Par de torsión en plg/lb = $0.2 \times \text{diámetro nominal} \times \text{carga en lb}$, en donde la carga es igual al 80% de la resistencia de cedencia expresada en lb., no en lb/plg.². La tensión inducida en una tuerca puede verificarse midiendo la longitud total antes del apriete.



24.0 Nivelación de Celdas de Carga

Pudiera ser necesario nivelar las señales de salida de las celdas de carga antes de iniciar el proceso de calibración. La nivelación se lleva a cabo en la caja de unión para igualar las lecturas de peso de todas las celdas de carga del sistema. Esto asegura que la báscula pesa correctamente sin importar en donde se aplique la carga en la báscula.

La nivelación es necesaria si:

1. La aplicación es para comercialización legal.
- *2. La ubicación del centro de gravedad del contenido no esté fijo; por ejemplo, material en polvo que se acumula en un lado.
- *3. Cuando se requiere un sistema de pesaje de alta precisión.

La nivelación no es necesaria si

4. Se emplean celdas de carga con señal de salida igualada (como en *Paramounts Vessel Weighing System*).
5. Se pesan materiales auto nivelables (líquidos).
6. El recipiente está soportado parcialmente en muelles.

*(Puntos 2 y 3) Asuma que, conforme se llena el recipiente, el centro de gravedad de este se eleva a lo largo de la misma línea vertical. Cada celda de carga siempre estará sujeta al mismo porcentaje del peso.

La nivelación involucra colocar el mismo peso sobre cada celda de carga en turno y ajustar el potenciómetro de nivelación correspondiente en la caja de unión, hasta que el indicador lea lo mismo para todas las celdas de carga. Para mayor ilustración, revise los siguientes ejemplos de procedimientos de nivelación de señal y excitación.

24.1 Nivelación de la Celda de Carga

Muchos sistemas de pesaje emplean varias celdas de carga y por consiguiente se requiere que una caja de unión sume las señales de las celdas, dejando que un indicador digital de peso muestre una sola señal del sistema. El proceso de suma actualmente conecta varias celdas de carga de modo que sus líneas de señal y excitación están en paralelo, proveyendo una suma instantánea de señales electrónicas.

La nivelación de las celdas de carga es necesaria ya que:

- La distribución de peso en un sistema de múltiples celdas de carga no es igual para cada celda. El proceso de llenado de un recipiente, presencia de agitadores, características de los materiales y muchos otros factores, afectan la distribución de peso sobre las celdas de carga.
- Es virtualmente imposible fabricar celdas de carga exactamente iguales. Las tolerancias de fabricación permiten variancia en las especificaciones. Esta variancia, si no se verifica, no permitirá la clase de precisión requerida en las aplicaciones de los procesos modernos.

Existen 2 métodos de nivelación: nivelación por excitación y nivelación por señal.

24.2 Nivelación por Excitación

Este es el método más antiguo para nivelar la señal de salida en una celda de carga. La nivelación por excitación agrega series de resistencias al circuito de excitación de la celda de carga, reduciendo el voltaje de excitación en la celda. La celda de carga con la señal mV/V más baja recibe el voltaje total de excitación. Las otras celdas de carga en el sistema con mayores señales de salida mV/V reciben proporcionalmente menores voltajes de excitación. Esto resulta en señales de salida igualadas para todas las celdas de carga en el sistema.

La Figura 24-1 es un diagrama de excitación en una caja de unión. Observe que la resistencia variable o potenciómetro se inserta en la terminal + de excitación de la celda de carga. Si el potenciómetro se abre de modo que la resistencia sea 0, se aplica el voltaje total. Conforme se incrementa la resistencia el voltaje disminuye.

24.2.1 Procedimiento de la Nivelación por Excitación

El método más sencillo de nivelación por excitación es, girando todos los potenciómetros a "abierto" y evaluar cada esquina del sistema con pesas de prueba. Al localizar la esquina con la menor señal de salida, se nivelan las otras esquinas igualando las señales de salida con la misma carga, ajustando los potenciómetros. Este procedimiento es práctico si se usa en remplazo de celdas de carga en campo en básculas de piso de baja capacidad. Normalmente no se emplea en básculas de alta capacidad en donde la aplicación de pesas de prueba no sea práctica.

Otro método de pre nivelado. Las celdas de carga se nivelan calculando matemáticamente el voltaje de excitación y midiéndolo con un voltímetro al ajustar con el potenciómetro el voltaje requerido. Los próximos 5 pasos recorren este procedimiento.

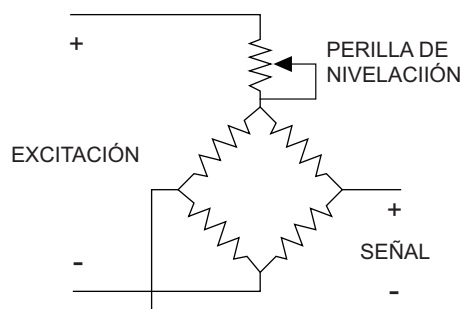


Figura 24-1. Nivelación de Celdas de Carga por Excitación

1. Determine el voltaje de excitación que el indicador digital suministra a la celda de carga. Esto se mide por medio de un voltímetro colocado en las terminales de excitación de la celda de carga. Por ejemplo, use 10 VCD.



Nota La celda de carga de referencia es aquella con menor valor mV/V, como se muestra en el certificado de calibración.

2. Determine el valor exacto de mV/V para cada celda de carga y localice la celda con el menor valor. El valor exacto de mV/V se encuentra en el certificado de calibración suministrado con la celda de carga o en su etiqueta. Solo porque esté clasificada como 3 mV/V, no se asegura que sea exactamente 3 mV/V.
 #1 = 2.997 mV/V #3 = 2.999 mV/V
 #2 = 3.003 mV/V #4 = 3.002 mV/V
 La celda de carga # 1 tiene el menor valor en 2.997 mV/V.
3. Calcule el factor de nivelación, multiplicando el menor valor mV/V por el valor del voltaje de excitación
 $2.997 \text{ mV/V} \times 10\text{V} = 29.970 \text{ mV}$
4. Calcule el voltaje de excitación ajustado para el resto de las celdas de carga y ajuste cada una de ellas con su respectivo potenciómetro al nivel de voltaje apropiado:
 Celda de carga #1 = déjelo tal cual, el menor valor mV/V
 Celda de carga #2 = $29.97 \text{ mV} \div 3.003 \text{ mV/V} = 9.980 \text{ volts}$
 Celda de carga #3 = $29.97 \text{ mV} \div 2.999 \text{ mV/V} = 9.993 \text{ volts}$
 Celda de carga #4 = $29.97 \text{ mV} \div 3.002 \text{ mV/V} = 9.983 \text{ volts}$
 Ahora la báscula está nivelada.
5. Verifique los resultados con pesas de prueba certificadas o pesos de material conocidos.

24.3 Nivelación por Señal

Esta forma de nivelación apareció como una alternativa al método por excitación, para indicadores con suministro eléctrico bloqueado. Dada la compatibilidad que este método tiene con, virtualmente, todos los indicadores y su relativa inmunidad con problemas de temperatura y vibración, ha ganado popularidad. Involucra el agregado de resistencias en paralelo relativamente altas entre terminales de las celdas de carga; ver Figura 24-2. Estas resistencias crean una "ruta de filtrado" que desvía algunas señales disponibles, fuera del indicador. A mayor resistencia en paralelo, mayor señal disponible para el indicador desde la celda de carga. Inversamente, a menor resistencia, menor señal disponible.

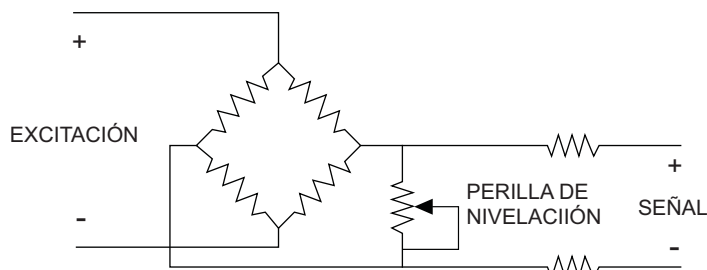


Figura 24-2. Procedimiento de Nivelación por Señal



24.4 ¿Qué es la Calibración mV/V/Ohm?

Paramounts Vessel Weighing System utiliza un sistema exclusivo de calibración mV/V/Ohm para asegurar que todas las señales de salida de las celdas de carga se igualan con precisión. Mientras otros fabricantes ofrecen un concepto similar, existen importantes diferencias técnicas suministradas por los productos Flintab. Para comprender estas diferencias, revisemos primero el método “tradicional” de igualar las señales de salida de las celdas de carga.

24.4.1 Enfoque Tradicional

El enfoque tradicional ajusta la corriente en corto circuito (mV/V/Ohm) de cada celda de carga a un valor estándar dentro de una tolerancia estrecha. Esto asegura, por supuesto, que un sistema de múltiples celdas de carga sea “ajustado por esquinas” sin nivelación posterior, siempre y cuando no haya asimetrías mecánicas inducidas. También asegura que el sistema de ajuste por esquinas se guarde, aún cuando posteriormente se remplace la celda de carga. Sin embargo, no se guarda la calibración del sistema. Veámoslo con 2 celdas de carga idénticas. Emplearlo hasta el número “n” de celdas de carga es directo. En la Figura 24-3 se utilizan 2 celdas de carga idénticas y la ecuación correspondiente es:

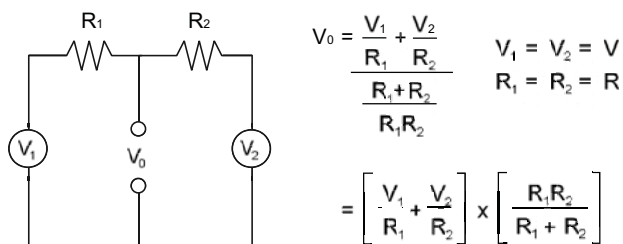


Figura 24-3. Ejemplo con 2 Celdas de Carga

En donde V_1 y V_2 son las fuentes de voltaje, R_1 y R_2 son resistencias. Es más fácil entenderlo usando el circuito equivalente Norton. Tenemos 2 fuentes de corriente a través de la combinación en paralelo de las fuentes de impedancia de la celda de carga. Las corrientes (I) de la celda de carga (mV/V/ohm) están establecidas iguales, a un valor estándar. Observe que la señal de salida mV/V es la misma que en arreglo anterior.

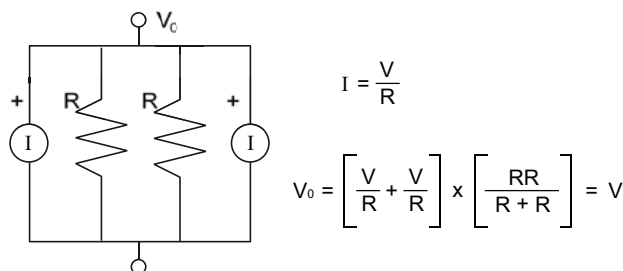


Figura 24-4. Circuito Equivalente Norton

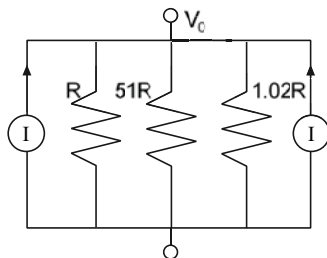
En ambos casos el sistema está “arrinconado”. Esto es, la señal de salida del sistema es la misma, ya sea que las celdas de carga estén igualmente cargadas o que toda la carga esté sobre una de ellas. Ahora, cambiemos la celda de carga derecha por una con resistencia 2% mayor que la remplazada. Ya que deben tener la misma corriente (mV/V/Ohm), su voltaje de señal de salida se establece en 2% mayor.

$$I = \frac{1.02 V}{1.02 R} = \frac{V}{R} \quad V_0 = \left[\frac{V}{R} + \frac{V}{R} \right] \times \left[\frac{1.02 RR}{2.02 R} \right] = 1.01 V$$

Ahora tenemos 2 generadores de corriente conduciéndola por la combinación en paralelo de las fuentes de impedancia como anteriormente. El sistema aún está “arrinconado”, pero su señal de salida es 1% mayor, ya que la combinación en paralelo es ahora 1% mayor, o que el voltaje de salida del circuito abierto de la celda de remplazo es 2% mayor. Por tanto, el sistema debe ser recalibrado. Esto puede ser una tarea difícil, especialmente en básculas de recipientes de alta capacidad. Desafortunadamente, el enfoque tradicional no evita la necesidad de recalibración posterior al remplazo.

24.4.2 De Suma Importancia

Dadas las mismas circunstancias con respecto al remplazo de celda de carga (fuente de impedancia 2% mayor), la corriente se fija en un valor estándar, como anteriormente, pero el voltaje de circuito abierto se ajusta al valor estándar cargando las terminales de salida con una resistencia que hace caer el voltaje de la señal de salida de la celda de carga remplazada al valor estándar. En este ejemplo una resistencia 51R se coloca entre terminales de salida de la celda de carga remplazada y esa resistencia adicional se muestra agregada a las resistencias en paralelo en la Figura 24-5.



$$V_o = \left[\frac{V}{R} + \frac{V}{R} \right] \times \left[\frac{(1.02)(51)R^3}{(1.02)(51)R^2 + 1.02R^2 + 51R^2} \right] = \frac{2V}{R} \times \frac{R}{2} = V$$

Figura 24-5. Circuito Equivalente Norton con Resistencia Adicional

Ahora las fuentes de corriente estandarizada conducen sus corrientes a través de resistencias en paralelo; la tercer resistencia, la combinación en paralelo de tres resistencias, ahora iguala el valor original de $R/2$. Por tanto, el voltaje de salida con la celda de carga de remplazo es el mismo que el anterior al remplazo. No solo el sistema aún está “arrinconado”, sino que el sistema se ha mantenido calibrado. No se requiere calibrar el sistema después del remplazo. Todas las celdas de carga Finlab SB4 y UB1 están calibradas en fábrica en la forma indicada anteriormente.

25.0 Solución de Problemas en Celdas de Carga

Le indicamos unos pasos fáciles de seguir para ayudarlo a solucionar problemas en las celdas de carga. Antes de iniciar, se requerirá un multímetro digital de alta calidad y un medidor digital de resistencia (Ohmetro) al menos de 4½. Las pruebas consisten en: inspección visual, balance a cero, resistencia del puente y resistencia a tierra.

25.1 Inspección Física

¿Cómo se observa? Si está cubierta de herrumbre, corroída u oxidada, probablemente la corrosión también haya alcanzado el área del calibrador de tensión. Si las condiciones, en general, lucen bien, entonces busque en áreas específicas de sellado, el elemento en sí y el cable.

La mayoría de las celdas de carga están selladas para protegerlas de contaminantes como el agua o productos químicos. Para ver si algún sello ha sido degradado, observe los sellos del área del calibrador (Figura 25-1, puntos A). ¿La oxidación se concentra en las soldaduras? Si no hay cubierta, vea si hay poros en la carcasa. Estos son indicios de contaminación en el área del calibrador. Verifique la entrada del cable (Figura 25-1, punto B) por señales de contaminación.

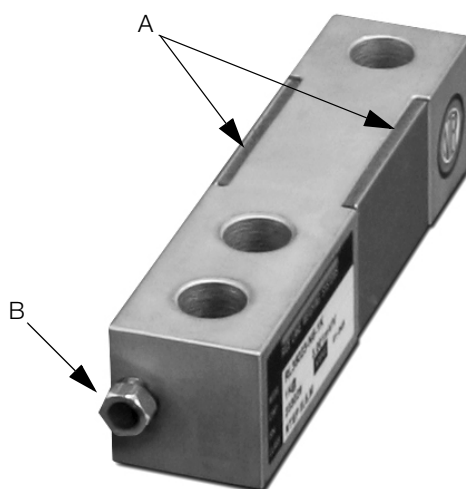


Figura 25-1. Celda de Carga

Otros puntos de búsqueda: deformaciones metálicas o grietas, ondulaciones metálicas, soldaduras agrietadas o abrasión en el metal. Pudiera ser necesario retirar la celda de carga y verificarla por torceduras.

Ninguna inspección está completa sin la inspección del cable. El cable deberá estar libre de cortaduras, pellizcos y abrasión. Si el cable tiene cortaduras y está en ambiente húmedo, el agua o productos químicos se pueden encaminar hacia el área del calibrador, causando la falla de la celda de carga.

Si la inspección física falla para identificar daños, se requiere de una evaluación más detallada.

25.2 Balance a Cero

Esta prueba es efectiva para determinar si la celda de carga ha estado sujeta a torcedura física por sobrecarga, golpes de carga o fatiga metálica. Antes de iniciar la prueba, la celda de carga deberá estar en condición de "sin carga". Esto es, la celda de carga deberá retirarse de la báscula o la carga muerta deberá contra balancearse.

Ahora que la celda se encuentra sin carga, desconecte las terminales de señal y mida el voltaje entre la terminal positiva y la negativa. El código de colores para identificar estas terminales se suministra en el certificado de calibración con cada celda de carga. La señal de salida deberá estar dentro de las especificaciones del fabricante para balance a cero, generalmente $\pm 1\%$ a plena señal de salida de la báscula. Durante la prueba, las terminales de excitación deberán permanecer conectadas al voltaje de excitación suministrado por el indicador digital de peso. Asegúrese de emplear el mismo indicador que es empleado en la operación diaria de las celdas de carga, para obtener una lectura apegada a la aplicación.

El valor usual de 1% de desplazamiento en balance a cero es 0.3 mV, asumiendo un voltaje de excitación de 10 V en una celda de carga con señal de salida de 3 mV/V. Para determinar el desplazamiento cero de la aplicación, multiplique el valor del voltaje de excitación por el valor mV/V de la celda de carga. Al realizar una prueba de campo, recuerde que las celdas de carga se pueden desplazar hasta un 10% de la plena escala y aún funcionen correctamente. Si la prueba muestra un desplazamiento por debajo del 10%, pudiera haber otro problema con la celda de carga y se requieran pruebas posteriores. Si la celda de carga muestra un desplazamiento por arriba del 10%, probablemente ha sido distorsionada físicamente y deberá remplazarse.

25.3 Puente de Resistencias

Antes de probar el puente de resistencias (puente de Wheatstone), desconecte la celda de carga del indicador. Localice las terminales de excitación, positiva y negativa, y con un multímetro mida la resistencia entre ellas. No se alarme si la lectura excede el valor estipulado. No es extraño tener lecturas de 375 Ω para una celda de 350 Ω . La diferencia estriba en resistencias de compensación para balancear las diferencias causadas por temperatura o imperfecciones de fabricación. Sin embargo, si se tienen lecturas que exceden el 10% del valor establecido (385 Ω para 350 Ω , o 770 Ω para 700 Ω), la celda de carga pudiera estar dañada y deberá inspeccionarse más a fondo. **

Si la resistencia de excitación cae dentro de especificaciones, mida la resistencia entre terminales de Señal.

Esta lectura es más delicada y deberá ser $\pm 1\%$ del valor en Ω establecido. Valores fuera de esta tolerancia indican celda de carga dañada.

Aquí la parte delicada. Aún si el valor de la resistencia de salida estuviera dentro de especificaciones, la celda de carga pudiera estar dañada. A menudo, cuando una celda de carga se daña por sobrecarga o golpes de carga, el par de resistencias opuestas se deforman por esfuerzo - igual pero en sentido opuesto. La única forma de determinar esto es probando cada resistencia en forma individual. El diagrama de Puente de Wheatstone en la Figura 25-2 ilustra el puente de resistencias y muestra el procedimiento de pruebas y resultados en una muestra de celda de carga dañada de esa forma. Llamaremos a las ramificaciones en tensión bajo carga T_1 y T_2 , y a las ramificaciones bajo compresión C_1 y C_2 .

Con el multímetro se obtuvieron las siguientes lecturas para cada ramificación:

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

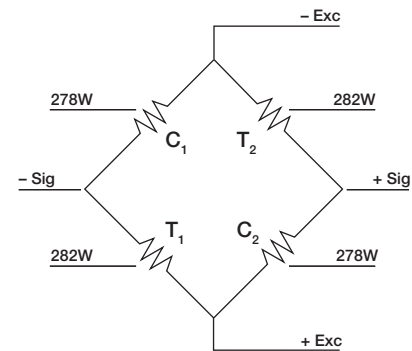


Figura 25-2. Puente de Wheatstone



Nota Al probar la ramificación, lecturas de 0 Ω o ∞ indican cable roto o conexión floja dentro de la celda de carga.

En una celda de carga buena, en condición de “sin carga”, las ramificaciones no necesariamente tienen la misma resistencia, pero deberán mantener la siguiente relación:

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

En la celda de carga de este ejemplo, ambas ramificaciones a tensión tuvieron lecturas de 4 Ω por arriba que sus correspondientes ramificaciones a compresión. El daño igual imita un puente balanceado en la resistencia de salida (3 arriba), pero la prueba individual de ramificaciones (1 y 2 arriba) muestran que la celda de carga deberá ser remplazada.



Nota En una aplicación de múltiples celdas de carga para mV de salida igualados, los valores de resistencia de excitación pudieran ser mayores a 10% del valor estipulado.

25.4 Resistencia a Tierra

Si la celda de carga ha pasado todas las pruebas hasta el momento y aún no cumple con especificaciones, verifique por fugas o pérdidas eléctricas, o cortos. Las fugas por contaminación de agua dentro de la celda o el cable. Los cortos eléctricos causados por agua generalmente se detectan primeramente en el indicador con lecturas inestables, como si la báscula estuviera en movimiento. Una celda de carga equivocada en lugar equivocado es la principal causa de contaminación por agua. Casi siempre estas celdas con fugas son modelos “protegidos ambientalmente”, no los modelos “herméticamente sellados” que se habrán de mantener en aplicaciones de lavado intenso o en otras aplicaciones rudas.

Otra causa son las conexiones flojas o con soldaduras rotas o quebradas. Estas conexiones aportan lecturas inestables solo cuando la báscula es perturbada o se mueve lo suficiente para que el cableado flojo haga contacto con el cuerpo de la celda de carga. Cuando la báscula cargada está en reposo, la lectura es estable.

Sin embargo, para precisar los problemas de fuga eléctrica, se requiere de probar la resistencia a tierra con un megohmetro de bajo voltaje. Sea precavido, un medidor de alto voltaje que suministra más de 50 VCD a la celda de carga puede destruir los calibradores internos. Si la armadura está atada a la carcasa, sesgue todas las terminales juntas y haga la prueba entre ellas y el cuerpo de la celda de carga. Si el resultado no es mayor de 5000 MΩ, existe una fuga de corriente en algún lugar.

Si la celda de carga no pasa esta prueba, retire el cable blindado y haga la prueba solo con las terminales al cuerpo metálico. Si esta prueba sobrepasa los 5000 MΩ, se puede asegurar, razonablemente, que no hay fuga a través del cable o dentro de la cavidad de la celda de carga.

Los mínimos problemas de infiltración de agua pueden resolverse fuera de la fábrica. Si, aparentemente, ha ocurrido una infiltración de agua y se asegura que el punto es la entrada del cable, intente esta solución: retire la celda de carga a un lugar seco y caliente por unos días, permitiendo que se seque el calibrador. Antes de regresar a servicio la celda de carga, selle con silicón la entrada del cable. Esto evitará la entrada de agua a la celda de carga.

26.0 Guía de Calibración de Sistema de Recipiente de Pesaje

Existen varios métodos para calibrar un sistema. Esta sección resume algunas de las más comunes. Sin embargo, se aplican las siguientes recomendaciones sin importar el método aplicado.

- Si la báscula se emplea en pesaje para Comercialización Legal, verifique con las autoridades locales de Pesas y Medidas por requerimientos específicos en su área.
- El indicador de peso deberá estar encendido 20 o 30 minutos (o cómo lo recomiende el fabricante) antes de iniciar la calibración.
- El sistema de pesaje deberá ser operado varias veces según la aplicación y se retirará cualquier peso antes de la calibración.
- Mientras opera el sistema de pesaje, verifique el retorno a cero después de descargar la báscula. Asegúrese de apagar cualquier función Auto Cero (*Auto Zero*) que pudiera tener el indicador. Si el retorno a cero es pobre, verifique cualquier retén mecánico antes de iniciar.
- Para mayor precisión en la calibración, use pesas con el 80 a 100% de la capacidad de la báscula.

26.1 Calibración con Pesas de Prueba Certificadas

Este método generará los resultados más precisos, sin embargo, pudiera ser difícil colocar las pesas de prueba dentro del recipiente y obtenerlos. Estas dificultades se han vencido en algunas instalaciones colgando las pesas del recipiente por medio de cadenas.

1. Retire del recipiente cualquier peso.
2. Ponga el indicador digital de peso en Cero (bajo las instrucciones del fabricante).
3. Coloque las pesas dentro del recipiente, distribuidas uniformemente, con un peso 80 a 100% de la capacidad.
4. Ajuste el indicador hasta el valor de las pesas dentro del recipiente.
5. Retire las pesas de prueba y verifique el retorno a Cero; ajuste si es necesario.
6. Coloque nuevamente las pesas dentro del recipiente para verificar la calibración.



Nota Este método no puede emplearse en recipientes parcialmente montados en muelles, ya que las pesas de prueba no pueden colocarse con precisión en el centro de gravedad.



26.2 Calibración Empleando Material Pesado Previamente

En este método se emplea como peso de prueba un peso conocido de material (a menudo agua o arena). Este material a menudo se carga en un camión de tara conocida, pesado en una báscula camionera y transportado al lugar de trabajo. Es importante que no haya pérdidas de material o se altere en tránsito. Haga uso del mismo procedimiento descrito anteriormente en Calibración con Pesas de Prueba Certificadas, usando el material pesado previamente en lugar de las pesas de prueba.

26.3 Calibración Empleando el Método de Substitución de Material

Este método se emplea para calibrar con precisión básculas de alta capacidad cuando se cuenta con un número limitado de pesas de prueba. Permite la substitución con peso conocido de material en forma escalonada.

1. Retire del recipiente cualquier peso.
2. Ponga en Cero el indicador digital de peso.
3. Coloque en el recipiente pesas de prueba con un peso equivalente, al menos, igual al 5% de la capacidad de la báscula.
4. Ajuste el indicador de peso hasta que exhiba el peso aplicado al recipiente.
5. Retire las pesas de prueba y replácelas con material, hasta que el indicador de peso exhiba, con precisión, el valor de las pesas de prueba.
6. Nuevamente coloque en el recipiente las pesas de prueba con el material cargado previamente. Registre la lectura en el indicador.
7. Retire las pesas de prueba y remplace su valor con material hasta que el indicador exhiba el total de peso registrado hasta el momento.
8. Nuevamente coloque en el recipiente las pesas de prueba con el material cargado previamente. Registre la lectura en el indicador.
9. Repita el proceso hasta que el peso aplicado (pesas certificadas y material agregado) esté entre el 80 y 100% de la capacidad de la báscula.
10. El peso aplicado ahora a la báscula es el peso de las pesas de prueba certificadas mas el peso del material agregado. (Por ejemplo, si el peso de las pesas de prueba es de 5,000 lb. y se substituyeron en 8 ocasiones, entonces el peso total es igual a: $5000 + (8 \times 5000) = 45,000 \text{ lb}$).



Nota Este método no puede ser empleado en recipientes parcialmente montados sobre muelles.



26.4 Calibración Empleando un Simulador de Celda de Carga

Este es el método más sencillo y rápido para calibrar una báscula, particularmente en básculas de alta capacidad. Es menos preciso que los métodos descritos anteriormente. La mayor desventaja es que la báscula no se evalúa mecánicamente o toma en cuenta la influencia de la fricción, tubería, deflexión del soporte, etc.. Sin embargo, el método algunas veces es suficiente para aplicaciones de procesos de pesaje que no requieren cumplir con los requisitos de Comercialización Legal.

El siguiente ejemplo se basa en la premisa que el suministro eléctrico que se emplea es de 10 VCD exactamente. Mida el suministro eléctrico para el voltaje exacto de excitación para obtener resultados específicos.

Calibración con el simulador:

1. Desconecte el cable de la caja de unión en el indicador.
2. Conecte una celda de carga de simulación al indicador. El simulador deberá contar con un Vernier para ajustes finos.
3. Ajuste el simulador a 0.0 mV/V y el indicador a Cero.
4. Ajuste la señal de salida del simulador (en mV/V) para simular la señal de salida de la celda de carga a plena capacidad de la báscula (ignorando por ahora la carga muerta). Para conocer la señal de salida simulada total, haga uso de la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{mV/V de Salida Total de la Celda}}{\text{Capacidad Total de la Celda}} = \frac{\text{Ajuste de mV/V en Simulador}}{\text{Peso Exhibido}}$$

For example:

Si se emplean 4 celdas de carga de 5,000 lb., 3 mV/V en una báscula de 10,000 lb. de capacidad, el ajuste esperado del simulador cuando se coloquen 10,000 lb. de peso sobre la báscula, se determinan de la siguiente manera:

$$\frac{3.0 \text{ mV/V}}{20,000 \text{ lb}} = \frac{\text{Ajuste de mV/V en Simulador}}{10,000 \text{ lb}}$$

Por consiguiente, el simulador deberá ajustarse a 1.5 mV/V.

5. Adjust the indicator to display the capacity of the scale (10,000 lb in our example) and set the indicator's span.
6. Ajuste el indicador para mostrar la capacidad de la báscula (10,000 lb. en el ejemplo) y verifique la linealidad del indicador y regrese a Cero.
7. Retire el simulador y conecte nuevamente las celdas de carga. Calibre nuevamente el Cero del indicador para tomar en cuenta el peso muerto actual del recipiente.
8. La precisión de este método puede incrementarse grandemente al emplear un voltímetro digital de alta resolución de 5 1/2 dígitos para medir el voltaje de excitación actual y modificar la señal de salida actual en mV del simulador. Esos números más precisos pueden emplearse en el procedimiento citado arriba.

Esta página intencionalmenmte en blanco.



Apéndice

27.0	Unidades de Medición	104
28.0	Glosario	105

27.0 Unidades de Medición

El Voltaje, la Corriente y la Resistencia son propiedades eléctricas y cada una tiene sus propias unidades como se muestra en la Tabla 27-1

Unidad	Medición de:	Abreviatura
Volt	Voltaje	V
Ohm	Resistencia	Ω
Amper	Corriente	A

Tabla 27-1. Unidades de Medición

En lugar de escribir 25 volts escriba 25 V, en vez de 1 amper 1 A y en vez de 100 ohms 100 Ω . Muchas veces estas unidades son muy grandes o pequeñas para su uso fácil. Para estos casos podemos usar prefijos para renombrar cada unidad de medición. Consulte la Tabla 27-2 para 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}
Milli	m	.001	10^{-3}
Micro	μ	.000001	10^{-6}

Tabla 27-2. Prefijos de Unidades de Medición

Los números enteros se representan con letras mayúsculas, mientras que los números fraccionarios con minúsculas. El símbolo para micro es la letra Griega " μ ", no la letra minúscula "u." Los valores de resistencia pueden fluctuar desde millonésimas de ohm a millones de ohm. Veamos un ejemplo de 60,000 ohm y encontremos otra forma de expresarlo. El prefijo para 1,000 es "kilo" y su símbolo en K. El símbolo para ohm es Ω . Por tanto, 60,000 ohm lo podemos escribir como 60 K Ω . Esencialmente hacemos el valor 1,000 veces mayor (ohm a kilohm).

Al trabajar con sistemas electrónicos de pesaje, es muy común encontrar niveles muy bajos de corriente y voltaje. Un valor muy común es 3 mV; también podemos representarlo como:

0.003 V

3 mV

3×10^{-3} V



Nota 10^{-3} es lo mismo que 0.001, 1/1000, $1/10^3$ o $1/(10 \times 10 \times 10)$.

Algunas veces es deseable convertir milivolts (mV) a microvolts (μ V). EL milivolt es 1,000 veces mayor que el microvolt, por tanto, para cambiar milivolts a microvolts, necesitamos multiplicar el valor de milivolts por 1,000. Por ejemplo:

3 millivolts = $3 \times 1,000$ microvolts

3 mV = 3000 μ V

Ambos números representan el mismo valor.



28.0 Glosario

A

A LA DERIVA (*Drift*)

Cambio aleatorio en señal de salida bajo carga constante.

ABANDONO (*Dropout*)

Pérdida temporal de energía eléctrica normalmente causada por funciones cambiantes de servicio y mantenimiento antes de emplear estrategias para impedirlo

A/D (*Análoga a Digital*)

Conversión de niveles de voltaje variando continuamente (análogo) a números binarios discretos (digital). (vgr.: la salida de una celda de carga puede alimentarse a través de un convertidor A/D para generar una transmisión continua de información digitalizada a un indicador digital.

ACUMULADOR

Un circuito o dispositivo de registro en una computadora, que recibe, totaliza y almacena números.

ADMINISTRACIÓN PÚBLICA (*Board of Governors*)

Cuerpo oficial de la Conferencia Nacional de Pesas y Medidas que establece la política NTEP y última palabra en disputas.

AIT (*Temperatura de Auto Ignición*)

Temperatura mínima requerida para que un material inicie su combustión, independientemente del equipo de calefacción, conocida también como "temperatura de ignición".

AMPERE

Unidad de intensidad de corriente eléctrica, igual a 6.24×10^{18} electrones por segundo pasando por un punto; abreviado como "amp".

AMPLITUD

Diferencia entre un valor alto y uno menor.

ANÁLOGO

Cualquier cosa que corresponda punto por punto, valor por valor a otra cantidad diferente sin relación, datos representados por valores continuos más que en forma discreta.

APARATOS ASOCIADOS

Aparatos en los cuales los circuitos no necesariamente son seguros per se, pero pueden afectar la energía en los circuitos seguros per se y son dependientes para mantener la seguridad. Un aparato asociado tiene conexiones seguras identificadas para aparatos seguros per se y pueden tener también conexiones para aparatos no seguros per se.

APAGÓN PARCIAL (*Brownout*)

Una disminución deliberada de voltaje por la empresa suministradora, para reducir las cargas de demanda.

APAGÓN (*Blackout*)

Suspensión repentina de suministro eléctrico, generalmente provocado por sobrecargas o fallas de suministro.

APERTURA

Rango total (en %) de la capacidad a plena escala, sobre la cual operarán las funciones "Mantenimiento Automático de Cero" (AZM) y "Botón de Auto Cero" (PAZ) de un indicador digital de peso. Para Handbook 44 el máximo es 2% de plena escala.

APILADO (*Stack*)

Área temporal de almacenado en la memoria de una computadora, consistente en un pequeño grupo de registros. Los datos almacenados en el apilado se extraen en orden inverso al alimentado.

APROBADO

Aceptable para la autoridad con jurisdicción sobre el área en la cual se empleará el sistema o el equipo.

ASCII (*Código Estándar Americano para Intercambio de Información*)

Se pronuncia "asqui". Código de paridad de 7-bit plus establecido por la American National Standards Institute (ANSI) para adquirir compatibilidad entre servicios de datos.

ATERRIZADO A TUBERÍA

Conexión a tierra hecha con un cable conectado a la tubería de agua.

AUTORIDAD CON JURISDICCIÓN

Cuando la seguridad pública es primordial, la "Autoridad con Jurisdicción" puede ser federal, estatal, local o regional. Como ejemplos: el jefe de bomberos, el jefe de policía, director de protección civil, salubridad y asistencia, desarrollo urbano, trabajo y previsión social, etc. Para fines de aseguranza, un departamento o un módulos de inspección y calificación puede ser la "Autoridad con Jurisdicción".

AZM (*Por sus siglas en Inglés*) (*Mantenimiento Automático de Cero*)

Medios electrónicos que procuran, en una escala digital, un "Cero Verdadero" en todo momento. AZM compensa para condiciones tales como; indicador o celda de carga a la deriva, suciedad en la plataforma de la báscula, registrando pequeñas variaciones alrededor del Cero, conocido como "zero tracking".

B

BAUD

Unidad de velocidad de procesamiento de comunicación en sistemas de comunicación digital de datos. La velocidad Baud es el número de eventos de condición discreta por segundo. Si cada señal del evento representa solo un bit, la velocidad Baud es igual a bit por segundo (BPS).

BALANCE A CERO

La señal de salida de la celda de carga con excitación estipulada y sin carga aplicada, generalmente expresado en porcentaje de señal de salida estipulada.

BARRERA DE SEGURIDAD PER SE

Red diseñada para limitar la energía disponible (voltaje y corriente) al circuito protegido en la ubicación peligrosa (clasificada) bajo condiciones específicas de falla.

BÁSCULA

Dispositivo para pesaje, comparación y determinación de peso o masa.

BÁSCULA LATENTE

Báscula incorporada que tiene estructura autónoma.

BCD

(por sus siglas en Inglés)
(Decimal Binaria Codificada)

Sistema de código de datos en el cual 4 bits binarios representan un número decimal del 0 al 9. El BCD de 187 es 0001 1000 0111.

BRAZO DE LECTURA

Dispositivo de indicación en una báscula romana.

BEZEL O ENGASTE

Soporte diseñado para recibir y posicionar los filamentos de lentes, medidores o pantallas.

BIDIRECCIONAL

Flujo de datos en ambas direcciones en un cable entre piezas del equipo. Cada pieza del equipo puede recibir o transmitir datos.

BIT

La unidad de información más pequeña en un sistema binario consistente en "0" o en "1" (formado de un Dígito Binario).

BUS DE TIERRA SEGURA PER SE

Sistema de aterrizado que tiene un conductor destinado, separado del suministro eléctrico, de manera que las corrientes a tierra no fluyen normalmente y el cual está conectado confiablemente al electrodo a tierra de acuerdo al Artículo 200 de NEC.

C

CAIDA DE VOLTAJE

Decremento temporal del voltaje con duración, al menos, de un ciclo de la corriente alterna.

CALIBRADOR DE TENSIÓN

Dispositivo para detectar el esfuerzo que determinada fuerza produce en un cuerpo. El medidor consiste en uno o más cables finos adheridos a la superficie bajo prueba. Conforme la superficie resulta tensionada, los cables se tensionan o comprimen, cambiando su resistencia eléctrica. Para fabricar una celda de carga se emplean varios calibradores de tensión.

CAJA DE UNIÓN (J-BOX)

Caja o gabinete que se emplea para unir diferentes tendidos de cables; cuenta con terminales para ello.

CAPACIDAD NOMINAL DE CARGA

Capacidad normal máxima diseñada para una celda de carga. La sensibilidad de la señal de salida de la celda de carga se basa en esta capacidad, al menos que se especifique otra cosa.

CAPACIDAD DE SOBRECARGA ESTÁTICA

La capacidad, como porcentaje del límite de la capacidad nominal con la cual la celda puede cargarse con

seguridad sin afectar su desempeño, cambio en el balance a cero u otras especificaciones.

CARGA

Peso o fuerza aplicadas a una celda de carga.

CARGA ANGULAR CONCÉNTRICA (Centro Común)

Carga aplicada concéntrica con el eje primario en el punto de aplicación y con ángulo respecto al eje primario.

CARGA ANGULAR EXCÉNTRICA (Fuera de Centro)

Carga aplicada excéntrica con el eje primario en el punto de aplicación y con ángulo respecto al eje primario.

CARGA AXIAL

Carga aplicada a lo largo de la línea concéntrica con el eje primario.

CARGA ELECTROESTÁTICA

Carga eléctrica en la superficie de un objeto aislado.

CARGA EXCÉNTRICA

Carga aplicada paralela a, pero no concéntrica, al eje primario.

CARGA LATERAL

Carga actuando a 90° al eje primario en el punto de aplicación de carga axial.

CARGA MUERTA

Carga fija del puente de pesaje, plataforma u otras estructuras de soporte de la báscula, valor que permanentemente está balanceado o eliminado en el pesaje o sistemas de medición.

CARGA MUERTA MÍNIMA

Se especifica por NTEP. En una aplicación dada, la carga muerta aplicada a cada celda de carga debe ser mayor o igual que la especificada por el fabricante.

CARGA VIVA

Carga aplicada a la báscula que actualmente se dimensiona por el sistema de pesaje.



CALIBRACIÓN

Comparación de las señales de salida de la celda de carga contra pesas de prueba estándar.

CAPACITANCIA

Capacidad de un componente o material para almacenar carga electroestática, medida en farads. Dado que el farad es un valor muy elevado, en aplicaciones electrónicas se expresa en millonésimas de farad (*microfarad*) o en millonésimas de microfarad (*pico*farad).

CC

(Certificado de Conformidad NTEP)

Certificación de que un dispositivo cumple con los requerimientos de Handbook 44.

CELDA DE CARGA

Dispositivo que genera una señal de salida proporcional al peso o fuerza aplicadas. Los tipos de celda de carga incluyen: Tipo Viga, Tipo S, Tipo Plataforma, a Compresión, a Tensión.

CELDA DE CARGA TIPO VIGA

Celda de carga con viga flexible en la que se montan calibradores en una capa delgada de material en una cavidad maquinada.

CELDA DE CARGA SELLADA

Celda de carga sellada ambientalmente, llenando la cavidad del calibrador con material que lo proteja contra riesgos ambientales, como la humedad. El material de relleno no debe interferir con el movimiento normal del calibrador y permitir que regrese a su posición normal en señal de salida cero.

CERMET

Acrónimo de metal cerámico, aleación de cerámica y metal, generalmente carburo de titanio y níquel, usado como elemento de resistencia eléctrica en algunas resistencias variables.

CIRCUITO EN PARALELO

Circuito eléctrico en el que sus componentes están conectados uno frente a otro. El voltaje aplicado a cada componente es el mismo.

CIRCUITO EN PUENTE

Red de 4 ramales conectados de tal manera que la señal de entrada puede aplicarse sobre 2 ramales en paralelo y la señal de salida tomarse entre 2 puntos, uno en cada lado del ramal en paralelo. En algún grado de la resultante de los 4 ramales del circuito, los puntos de señal de salida son el mismo potencial y el voltaje de salida es cero. Entonces se dice que el puente está balanceado o es nulo.

CIRCUITO SEGURO PER SE

Circuito en el cual cualquier chispa o efecto térmico es incapaz de causar ignición en una mezcla de material flamable o combustible al aire, bajo condiciones de prueba prescritas, en su condición de concentración más fácil de ignición.

CLASE III

Básculas empleadas en pesaje comercial, si no se especifica lo contrario; para prueba de granos, para menudeo de metales preciosos, de animales, postales y para determinar cargos de lavandería.

CLASE IIIL

Básculas de vehículos, de ejes, ganaderas, ferrocarrileras, de grúa y de tolva (diferentes a las de silos).

CLASIFICACIÓN DE SOBRECARGA MÁXIMA

La carga máxima en % de la capacidad clasificada que puede aplicarse a una celda de carga sin falla estructural.

CLASIFICACIÓN DE SOBRECARGA SEGURA

La carga máxima en % de la capacidad clasificada que puede aplicarse sin producir desvío permanente en cumplimiento de características, más allá de lo especificado. Una sobrecarga común es 150% F.S.

CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN (IP)

Sistema de clasificación que define la protección de gabinetes para productos contra ingreso de objetos sólidos o líquidos. Ver pag. 257 para Tabla de Definición de IP.

CLC

(Capacidad de Carga Concentrada)

Máxima carga, designada por el fabricante, que puede colocarse en un lugar de una báscula camionera, ganadera o de ejes, empleando el patrón de pruebas (área al menos 4' de largo por el ancho de la plataforma).

CMOS

(Óxido Metálico Semiconductor Complementario)

Tecnología de *Chip* caracterizada por bajo requerimiento de energía eléctrica y alta inmunidad a ruido. Los *Chips* CMOS son susceptibles a daños por descargas electroestáticas (ESD).

COEFICIENTE DE TEMPERATURA

Cifra que establece el alcance a la que una cantidad se desvía bajo la influencia de la temperatura.

COMPENSACIÓN

Utilización de dispositivos suplementarios, materiales o procesos para minimizar fuentes de error conocidas.

COMPONENTE PROTECTOR

Componente o ensamble que es improbable que se torne defectuoso de modo que disminuya la seguridad intrínseca del circuito, que puede considerarse no sujeto a falla cuando se haga una prueba de seguridad per se.

COMPRESIÓN

Fuerza aplicada a un calibrador que causa que los cables se compriman y su área transversal aumente, disminuyendo su resistencia eléctrica.

COMUNICACIÓN EN PARALELO

Tipo de comunicación de datos en el que todos los elementos de una sección de información (bits) actúan simultáneamente, más que uno a la vez como en las comunicaciones seriales.

CONDICIONES AMBIENTALES

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

CONDICIONES ESTÁNDAR DE PRUEBA

Condiciones ambientales bajo las cuales deben efectuarse las mediciones, en el caso que puedan variar entre observadores en diferente tiempo y lugar. Las condiciones son:
 Temperatura: $72^{\circ}\text{F} \pm 3.6$ ($23^{\circ}\text{C} \pm 2$)
 Presión Barométrica: 28 to 32 pulgadas de Hg

CORRIENTE

Flujo de electrones que pasan por un punto en un tiempo determinado: su medición es en amperios o amperes.

CORRIENTE ERRÁTICA

Un pico momentáneo en la señal o línea de suministro eléctrico. Puede producir señales falsas o disparar impulsos y causar averías y fallas.

CPU**(Unidad Central de Procesamiento)**

Módulo de la computadora o chip que controla búsqueda, decodificado y ejecución de instrucciones, controla el procesamiento de operaciones para el dispositivo.

CURVA DE CALIBRACIÓN

Registro (gráfica) para la comparación de señales de salida de una celda de carga, contra cargas estándar de prueba

D**d (División)**

Valor del mínimo incremento indicado (mostrado) por la escala.

DEFLEXIÓN

Cambio en longitud a lo largo del Eje Primario de la celda de carga entre condiciones de "No Carga" y Carga Valorada.

DESLIZAMIENTO (Creep)

Cambio de señal de salida de la celda de carga que ocurre en el tiempo, estando con carga y con condiciones ambientales y otras variables constantes, generalmente medido con Carga Valorada y expresado como % de Señal de Valorada en un tiempo dado

DESLIZAMIENTO DE CERO**Permanente**

A permanent change in no-load output.

DETECCIÓN DE MOVIMIENTO

Circuito empleado en un indicador para detectar cuando el peso mostrado cambia a mayor velocidad que la establecida (o es inestable) y para inhibir ciertas funciones durante ese tiempo. Las funciones inhibidas pueden ser datos de señal de salida, botón de Auto Cero, entrada de valor de Auto Tara o activación de Rastreo de Cero.

DETECCIÓN REMOTA

Método de regulación del voltaje de excitación de las celdas de carga. Algunos indicadores compensan por caída de voltaje que ocurren entre el indicador y la celda, incrementando el voltaje de salida del indicador, otros lo hacen amplificando la señal de retorno de la celda de carga.

DIGITAL

Sistema de representación de señal empleando valores discretos más que variables continuas (análogas).

DIODO ZENER

Diodo semiconductor que se emplea en condición opuesta parcial. Muestra una avería no destructiva a un voltaje invertido predeterminado, de modo que mientras el diodo opera en esta región averiada, un incremento en corriente a través del diodo no resultará en un incremento de voltaje en esta región a través del diodo. Se emplea en circuitos de regulación de voltaje y como limitante de voltaje en barreras de seguridad per se.

DIP (Dual Inline Package)

Circuito integrado contenido dentro de una carcasa estándar, caracterizada por su perfil bajo, cuerpo rectangular y ubicación simétrica de terminales a lo largo de lados opuestos.

DUPLEX COMPLETO

Transmisión de datos en ambas direcciones, simultánea e independiente.

DUPLEX DIVIDIDO

Transmisión de datos en ambas direcciones, pero no simultánea

E**e (División de Lectura en la Escala)**

Valor de lectura de la división de una escala dada por el fabricante; establece valor para tolerancias y clase de precisión.

e_{min} (División Mínima de Lectura en la Escala)

Valor de lectura de la mínima división en la escala, para la que un dispositivo cumple con los requerimientos aplicables, vgr.: báscula de mesa, báscula de conteo.

EEPROM**(Memoria Solo Lectura, Programable, Borrable Eléctricamente)**

Componente de almacenamiento de datos que pueden leerse repetidamente, pueden borrarse por señal eléctrica y programarse nuevos datos.

EFECTO DE TEMPERATURA (En Balance a Cero)

Cambio en Balance a Cero debido a cambio en temperatura ambiental. Usualmente se expresa como % en cambio de señal de salida valorada para balance a cero por 100°F de cambio en ambiente.

EFECTO DE TEMPERATURA (En Señal de salida valorada)

Cambio en Señal de Salida Valorada debido a cambio en temperatura ambiental. Usualmente se expresa como % en cambio de señal de salida por 100°F de cambio en ambiente.

EJE PRIMARIO

Eje a lo largo del cual se le diseña la carga a la celda de carga, normalmente la línea geométrica de centro.

ELECTRÓN

Partícula sub atómica cargada negativamente que orbita el núcleo del átomo. La corriente eléctrica es el flujo de electrones.



EMI

(Interferencia Electromagnética)

Interferencia causada por cambios eléctricos debidos a par capacitivo o campos magnéticos debidos a induc-tancia mutua de campos electromag-néticos (ondas de radio).

ERROR

Diferencia algebraica entre lo indicado y el valor real de la carga medida.

ERROR COMBINADO

(No Linealidad e Histéresis)

Desviación máxima desde la línea trazada entre las señales de "No Carga" y "Carga Valorada" y medida en cargas crecientes y decrecientes.

ESD (Descarga Electroestática)

Descarga súbita de un potencial electroestático que puede causar daños a circuitos integrados.

ESTABILIDAD DE CERO

Grado en que una celda de carga mantiene su Balance a Cero, permaneciendo constantes las condiciones ambientales y otras variables

EXCITACIÓN

Voltaje o corriente aplicadas a las terminales de la celda de carga. La mayoría de las celdas de carga cuentan con una tasa de excitación de 10VCD. Hay celdas de carga con excitación de 15, 20 y 25 VCD y algunas operan con CA y CD.

F

FACTOR DE SEGURIDAD

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

FACTORES DE INFLUENCIA

Elementos ambientales que pueden aalterar o interrumpir una señal electrónica o mecánica (.vgr.: radio frecuencia, temperatura, humedad, presión barométrica, suministro eléctrico)

FILTRO DE ALTA FRECUENCIA

Filtro que pasa frecuencia arriba de la designada y rechaza componentes por debajo de ella.

FILTRO DE BAJA FRECUENCIA

Filtro que pasa frecuencia por debajo de la designada y rechaza componentes por arriba de ella.

G

GABINETE A PRUEBA DE EXPLOSIÓN

Gabinete que es capaz de soportar una explosión de un gas o vapor especificados, que pudiera ocurrir dentro de él y de prevenir la ignición del gas en sus alrededores. El gabinete también debe operar a tal temperatura externa de modo que sea incapaz de incendiar su contorno.

GOLPE DE CARGA

Incremento repentino de carga causado por caída de pesos sobre la báscula. Puede causar daño permanente a las celdas de carga.

GOTEÓ (Dribble)

En operaciones de llenado, el peso con que se maneja el material lentamente para proveer un corte preciso.

GRADUACIÓN

Marca en un instrumento o recipiente indicando grados o cantidad.

H

HANDBOOK 44 (H-44)

Amplio conjunto de requerimientos para dispositivos de pesaje y medición, que se emplea en actividades comerciales y aplicación de leyes, no como ley federal, pero desarrollada y actualizadas anualmente por la *National Conference on Weights and Measures* (Conferencia Nacional de Pesas y Medidas) Su título completo es: "*Specifications, Tolerances, and Other Technical Requirements for Weighing and Measuring Devices.*"

HANDSHAKING

(Sincronización de Señales)

Intercambio de predeterminadas señales entre 2 dispositivos con propósitos de control.

HERMÉTICO A AGUA

Gabinete estructurado de tal manera que la humedad no ingresa en él, bajo condiciones específicas de prueba.

HISTÉRESIS

Diferencia máxima entre las lecturas de señal de salida de una celda de carga. Una lectura se obtiene incrementando la carga desde Cero y la otra decrementando la carga desde la carga clasificada. Las lecturas deben tomarse lo más pronto posible para minimizar el deslizamiento Se mide como % de la señal de salida a plena escala (%FS). Los valores más comunes son: 0.02% F.S., 0.03% F.S. y 0.05% F.S.

I

INTERFAZ

Dispositivo o circuito que permite que 2 unidades se comuniquen. Los más empleados en la industria del pesaje son: circuito de 20 mA, BCD, RS-232, RS-422 y RS-485.

I/O

(Input/Output) (Entrada/Salida)

Circuitos o dispositivos que le permiten a una unidad digital enviar datos (salida) o recibir datos (entrada).

L

LED (Light Emitting Diode)

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

LEY DE OHM

Relación entre voltaje, corriente y resistencia eléctrica ($I = E/R$, en donde I = Corriente, E = Voltaje y R = Resistencia eléctrica).

LÓGICA NEGATIVA

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

LOOP DE CORRIENTE

Método de comunicación serial entre dispositivos basado en corriente; una lógica "alta" está representada por corriente fluyendo en un circuito; una lógica "baja" está representada por ausencia de corriente fluyendo.

M

MASA

Cantidad de materia en un cuerpo.

MATRIZ DE PUNTOS (Dot Matrix)

Método de impresión en el cual un arreglo rectangular de espacios (matriz) se llena para formar caracteres alfa numéricos y *pucon* *carganctuation*.

MEGAOHMETRO

Ohmetro especial para medir resistencias eléctricas en el rango de magahom, conocido como *megger*.

MEMORIA INESTABLE

Medio de almacenaje en una computadora cuyo contenido se pierde al interrumpirse el suministro eléctrico.

MEMORIA PERMANENTE

Medio de almacenaje en una computadora cuyo contenido permanece inalterado cuando se interrumpe el suministro eléctrico; el contenido permanece disponible al encender nuevamente la computadora.

MICRO

Prefijo indicando millonésimas (10^{-6}); su símbolo es " μ ".

MICROVOLTS POR GRADUACIÓN

Microvolts provenientes de una señal de carga viva, necesarios para cambiar lo indicado en pantalla.

MODO CONTINUO

Transmisión de salida serial de datos en la cual se transmiten automáticamente, siguiendo una actualización de pantalla, generalmente empleado para interfaz de indicadores a computadoras, pizarrones de anotación y otros dispositivos remotos que requieren actualización constante.

MODO DE DEMANDA

Transmisión de salida serial de datos que requiere el comando "*Print*" (imprimir) para iniciar la salida de datos, generalmente empleado en interfaz de indicadores a impresoras.

MOV

(Metal Oxide Varistor)

Resistor dependiente de voltaje cuya resistencia cambia en forma predecible con el voltaje aplicado; empleado en protectores de corrientes erráticas como dispositivo de protección por desvío.

MUELLES

Bandas de acero o plástico, o placas que remplazan los pivotes y cojinetes en una báscula convencional, permitiendo menos movimiento y reduciendo fricción

N

n_{\max}

(Número Máximo de Divisiones en la Escala)

Número máximo de divisiones de la escala para el cual el producto ha sido aprobado. n_{\max} deberá ser igual o mayor al número de divisiones para el cual fue configurada la escala.

NEMA

National Electrical Manufacturers Association.

NCWM

(Conferencia Nacional de Pesas y Medidas)

Asociación estatal o local. Representantes federales e industriales adoptan leyes homogéneas (modelo) y reglamentos. (vgr.: NIST Handbook 44).

NIST

(Instituto Nacional de Estándares y Tecnología)

Agencia del gobierno federal hacia la cual todas las mediciones de precisión son trazables. Anteriormente el *National Bureau of Standards* (NBS)

NIVELACIÓN

Ajustes finos a partir de las señales de salida en un sistema de varias celda de carga.

NIVELACIÓN DE EXCITACIÓN

Método de igualación de señales de salida en un sistema de varias celdas de carga. El ajuste se hace cambiando el ajuste de un resistor variable en serie con la entrada de excitación.

NIVELACIÓN DE SEÑAL

Método de igualación de señales de salida en un sistema de varias celdas de carga, ajustando el voltaje de señal de salida por medio de un resistor variable entre terminales de señal de salida.

NIVELADOR

Herramienta que transfiere fuerzas iguales con reducción o multiplicación

NTEP

(Programa Nacional de Tipo de Evaluación)

Programa de cooperación entre NIST y el sector privado, para determinar el cumplimiento de equipo de pesaje, con apoyo de Handbook 44 (H-44).



O

OEM

(Fabricante de Equipo Original)

Fabricante que produce equipo para ser usado o incluido por otro fabricante en su equipo.

OHM

Unidad de resistencia eléctrica. Resistencia a través de la cual fluiría una corriente de 1 amp al aplicar un voltaje de 1 volt. Su símbolo es "Ω".

OWM (por sus siglas en Inglés)

Oficina de Pesas y Medidas en NIST.

OIML

(Organización Internacional de Metrología Legal)

Organización de tratado que recomienda requerimientos técnicos para equipo de pesaje y medición, antes de la venta o distribución de un modelo o tipo dentro de un estado, nación, etc...

P

PARIDAD

Método de verificación de error en donde se envía un bit extra para establecer un número par o non de unos en los datos de un caracter.

PAZ

(Botón para Auto Cero)

Extensión de la función AZM de un indicador digital de peso a través de un botón en el panel frontal.

PERIODO DE ESTABILIZACIÓN

Tiempo requerido para asegurar que es tolerable cualquier cambio extra en el parámetro que es medido.

PERNOS O BARRAS DE VERIFICACIÓN

Pernos que se instalan para evitar que un recipiente u otro componente de pesaje caiga en bruto o viaje en forma amplia. No interfiere con viaje normal o expansiones

PERNO O BARRA ESTABILIZADORA

Pernos o barras que se instalan para restringir un recipiente u otro componente de pesaje en posición horizontal. Al instalarlos adecuadamente, tienen un pequeño efecto en la precisión del sistema.

PESO

Fuerza gravitacional con la que un objeto es atraído hacia el centro de la tierra.

PESO PROMEDIO (APW)

En una báscula de conteo, es el peso total dividido por el número de piezas pesadas. Se emplea en una báscula de conteo para contar piezas en una operación normal.

PICO DE VOLTAJE

Pulso grande de voltaje causado por rayos al caer en línea de distribución eléctrica, de comunicación o de señal, o aún en tierra circundante.

PISTA

Canal cerrado diseñado para albergar cables, alambres o barras colectoras.

PLANOS DE CONTROL

Plano o documento que suministra el fabricante, de la seguridad per se o aparatos asociados, que detalla las interconexiones permitidas entre la seguridad per se y el aparato asociado

POISE

(Pesa de equilibrio)

Pesa movable que contrabalancea la carga en la báscula.

POTENCIÓMETRO

Resistencia eléctrica variable que se emplea como divisor del voltaje.

PREACTUADO

Valor de peso que se establece para considerar el material en suspensión durante una operación de llenado.

PRECISIÓN

Precisión en la medición de cantidades o la declaración de características físicas. Se expresa en términos de error como % del valor especificado (10 volts \pm 1%), como % de un rango (2% de plena escala), o como partes (100 partes por millón, 100 ppm).

PRESURIZACIÓN

Proceso de suministro de aire limpio o gas inerte a un gabinete, con o sin flujo continuo, con presión suficiente para evitar la entrada de polvo combustible

PROMEDIO DIGITAL

Capacidad de un indicador digital para allanar lecturas erráticas o flexibles, promediándolas antes de enviar la señal a la pantalla. Al aumentar el promediado digital, se disminuye la velocidad de actualización del indicador

PROTEGIDA AMBIENTALMENTE

Celda de carga que tiene cavidad para calibrador rellena con un compuesto. La apertura de la cavidad está protegida con placas laterales o plástico moldeado contra daño físico. Estas celdas de carga están protegidas contra factores ambientales normales en aplicaciones bajo techo y al exterior. No deben sumergirse en agua o lavarse intensamente

(A) PRUEBA DE AGUA

Gabinete construido de tal manera que el exponerla al ambiente no interfiere en el desempeño esperado del equipo que contiene.

(A)PRUEBA DE LLUVIA

Gabinete construido de tal manera que el exponerla a la lluvia no interfiere en el desempeño esperado del equipo que contiene.

PRUEBA DE DESLIZAMIENTO

Prueba dirigida a revelar el desempeño de una báscula bajo carga fuera de centro.

PUERTO

Punto en el cual se introducen o extraen las señales de un circuito, dispositivo o sistema.

PUNTO DE APOYO

Punto pivote para una palanca

PURGADO

Proceso para suministrar aire limpio o gas inerte con suficiente flujo y presión positiva, para reducir, a un nivel aceptable, la concentración de gases inflamables y mantener el nivel de seguridad con presión positiva, con o sin flujo continuo.

R

RANGO DE TEMPERATURAS

Compensadas

Rango en el cual la celda de carga es compensada para mantener la señal de salida estipulada y el balance a cero dentro de los límites especificados

RANGO DE TEMPERATURAS

Seguras

The extremes of temperatures within which the load cell will operate without permanent adverse change to any of its performance characteristics.

RAM

(Acceso Aleatorio a la Memoria)

Dispositivo de memoria que se accesa en cualquier orden. Memoria de lectura/escritura ya que puede escribirse en ella y leerse por un microprocesador. El contenido en RAM se pierde al apagar el sistema.

REACTANCIA

Oposición que se ofrece al flujo de corriente alterna por capacitancia, inductancia o la combinación de estas. Su unidad es el "ohm".

RECUBRIMIENTO CONFORMADO

Celdas de carga con recubrimiento aplicado sobre los calibradores, terminales, etc., dentro de la cavidad del calibrador. La apertura de la cavidad está protegida con placas laterales para protección contra daños físicos. Estas celdas son ideales para aplicaciones en el interior y no deben usarse en ambientes húmedos o de lavado.

RECIPIENTE DE VACIADO

Dispositivo de vaciado que se emplea para reducir oscilaciones en la báscula

.RECUPERACIÓN DE DESLIZAMIENTO (Creep Recovery)

Cambio en señal de salida sin carga que ocurre con tiempo, después de retirar una carga que ha sido aplicada por un tiempo, generalmente medido sobre un tiempo específico inmediato al retiro de una carga valorada y expresado en % de la señal de salida valorada.

REFERENCIA ESTÁNDAR

Dispositivo de medición de fuerza cuyas características son conocidas con precisión con relación a un estándar primario.

REGRESO A CERO

Diferencia en Balance a Cero medido inmediatamente antes de la aplicación de Carga Valorada, de duración especificada, medida después de retirar la carga y cuando la señal de salida se ha estabilizado.

RELEVADOR DE RETÉN

Relevador que cierra en el modo que se energiza (*On* u *Off*); requiere de un botón inicio/paro; una vez activado permanece en acción hasta que se alcanza el *setpoint* o se presiona el botón de paro.

RELEVADOR SIN RETÉN

Relevador que permanece al nivel establecido basado en la corriente del dato *setpoint*; Este relevador alterna de energizado a no energizado, dependiendo de la señal que se envíe.

REPETIBILIDAD

Diferencia máxima entre señal de salida de la celda de carga en cargas sucesivas bajo condiciones idénticas ambientales y de carga; habilidad de un instrumento, sistema o método para brindar ejecución o resultados idénticos en ocasiones sucesivas.

RESISTENCIA ELÉCTRICA

Oposición al flujo de corriente eléctrica por un componente resistivo; simple oposición al flujo de corriente. Medida en Ohm.

RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

Resistencia eléctrica en CD entre el circuito de la celda de carga y su estructura; generalmente medida a 50VCD y bajo condiciones estándar de prueba.

RESISTENCIA DE ENTRADA EN EL PUENTE

Resistencia eléctrica en la señal de entrada de la celda de carga. Medida con un Ohmetro entre terminales de excitación. Generalmente es mayor que la resistencia de salida debido a las resistencias de compensación.

RESISTENCIA DE PELÍCULA METÁLICA

Resistor fijo o variable en el cual la resistencia es una película de aleación metálica, delgada o gruesa, en un sustrato de material plástico o cerámico.

RESISTENCIA DE SEÑAL DE SALIDA

Resistencia eléctrica en la señal de salida de una celda de carga. Medida con un Ohmetro entre terminales de salida. Las resistencias más comunes son: 350 Ω , 480 Ω , 700 Ω , 750 Ω y 1,000 Ω .

RESISTENCIA EN TERMINALES (Esquina a Esquina)

Resistencia eléctrica en el circuito de una celda de carga entre terminales adyacentes específicas, a temperatura estándar, sin carga en la celda y con las terminales de excitación y salida en circuito abierto

RESISTENCIA EN TERMINALES (Entrada de Excitación)

Resistencia eléctrica en el circuito de una celda de carga entre terminales de excitación, a temperatura estándar, sin carga en la celda y con las terminales de señal de salida abiertas.

RESISTENCIA EN TERMINALES (Señal de Salida)

Resistencia eléctrica en el circuito de una celda de carga entre terminales de señal de salida, a temperatura estándar, sin carga en la celda y con las terminales de excitación abiertas

RESISTIVIDAD

Resistencia que ofrece un cubo unitario de material al flujo de corriente eléctrica entre caras opuestas. Su medición está dada en: "ohm-centímetro"

RESOLUTION

Variación mecánica más pequeña que produce una variación de señal detectable.

RETÉN (LATCH)

Pasador que mantiene en estado cerrado (energizado) un par de contactos de un relevador, después de haber sido energizado por un solo pulso eléctrico

RFI

(Interferencia de Radio Frecuencia)

Energía de radio frecuencia de magnitud suficiente para, posiblemente, afectar la operación de equipo eléctrico

ROM

(Memoria de Solo Lectura)

Unidad de memoria cuyos datos o instrucciones permanecen almacenados para uso en una máquina o referencia para el usuario. La información almacenada se lee sin ser destruida y ninguna información puede escribirse posteriormente en la memoria

RS-232

Método de comunicación serial de datos, basado en voltaje, usado para transferir datos entre dispositivos digitales. Dos cables conducen los datos; un cable es señal a tierra y varios cables de control pueden ser empleados para sincronización de señales (*handshaking*). Una lógica "alta" va desde -3 a -25 volts y una lógica "baja" va desde +3 a +25 volts. La distancia de transmisión debe restringirse a 50' (15 m).

RUIDO ELÉCTRICO (Perturbación Eléctrica)

Corrientes eléctricas y voltajes extraños indeseables que interfieren con valores eléctricos deseables. Algunas causas son: tormentas eléctricas distantes, transmisiones de radio, equipo de soldadura, conexión eléctrica de equipo, contacto pobre de escobillas en motores y otros dispositivos electrónicos utilizando conexión de suministro eléctrico.

S

SELLADO A LLUVIA

Gabinete construido o protegido de tal manera que la lluvia no penetra en él, bajo condiciones específicas de prueba.

SELLADO HERMÉTICAMENTE

Se refiere a celdas de carga las cuales tienen una cubierta metálica de protección soldada para proteger la cavidad del calibrador. Algunas celdas de carga de este tipo tienen protección adicional a la entrada del cable, tal como el sellado vidrio a metal. Este tipo de celdas proporcionan la mejor protección en ambientes agresivos de químicos y lavado intenso.

SENSIBILIDAD

Razón de cambio en señal de salida a cambio en señal de entrada mecánica.

SEÑAL DE SALIDA

Señal producida por una celda de carga en donde la señal de salida es directamente proporcional a la excitación y la carga aplicada. Deberá estar en términos tales como mV/V o V/A.

SEÑAL DE SALIDA, Clasificada

Diferencia algebraica entre las señales de salida sin carga y la de carga valorada.

SETPOINT

En un ciclo de control de retroalimentación, es el punto en el cual el valor deseado de la cantidad que es controlada.

SIN LINEALIDAD

Desviación máxima de la curva de calibración desde una línea recta trazada entre las señales de salida de "no carga" y "carga valorada". Se expresa como % de la señal de salida a plena escala (FS). Se mide solo con incrementos de carga. Los valores "sin linealidad" más comunes son 0.02% F.S. y 0.03% F.S

SIP (Paquete de Señal en Línea)

Circuito plano moldeado con terminales en un extremo, la mitad que en un paquete DIP.

SISTEMA RECÍPROCO DE APROBACIÓN (FM)

Los productos que ostentan este símbolo han sido aprobados para ser usados en lugares agresivos (clasificados) al cumplir con planos y procedimientos de instalación y utilizando las barreras de seguridad per se.

SOBRECARGA DE VOLTAJE

Incremento temporal de voltaje con duración, al menos, de un ciclo de CA.

SISTEMA SEGURO PER SE

Ensamble de aparatos con seguridad intrínseca interconectados, aparatos asociados y cables de interconexión en el cual las partes del sistema, las cuales pueden usarse en lugares peligrosos (clasificados), son circuitos con seguridad intrínseca; pueden incluirse más de un circuito seguro per se.

SUMINISTRO ELÉCTRICO LIMITADO

Suministro eléctrico que permite la alimentación solo cuando la magnitud de señal está dentro de los límites.

T

TARA

Peso del contenedor vacío, o la asignación o deducción al peso bruto que se hace a cuenta del mismo.

TOLERANCIA

Error permitido a un valor.

Generalmente se expresa como % del valor nominal \pm una cantidad de unidades de medición

TRANSMISIÓN ASINCRÓNICA

Transmisión de datos en la cual los intervalos de tiempo entre caracteres transmitidos puede ser no uniforme. La transmisión se controla por *bits* de inicio de cada caracter y *bits* de paro al final de estos.

TRANSDUCTOR

Dispositivo que convierte energía de una forma a otra.

TRANSMISIÓN SERIAL

Método de transmisión de datos en el cual cada *bit* de información se envía secuencialmente en un solo canal.

TRAZABILIDAD

Paso a paso el proceso de transferencia por el cual la calibración de una celda de carga se refiere a estándares primarios.

TRIAC

Dispositivo interruptor de silicón de 3 terminales, de salida controlada, que interrumpe corriente tanto alterna (CA), como directa (CD).

U

UBICACIÓN PELIGROSA (CLASIFICADA)

Lugar en donde puede existir peligro de fuego o explosión debido a la presencia de vapores o gases, líquidos o polvo inflamables o fibras o material en el aire de fácil ignición.

V

VERIFICADOR DE PESO

Báscula empleada para verificar pesos predeterminados dentro de límites prescritos.

VIGA CANTILEVER

Celda de carga tipo viga que cuenta con una perforación maquinada al centro. Los elementos sensores de carga (calibradores) están montados en el perímetro interior de esta cavidad.

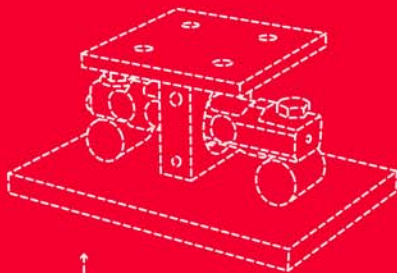
VOLT

Unidad de medición del voltaje, diferencia de potencial eléctrico o fuerza electromotriz. 1 volt impulsa una corriente de 1 amp a través de una resistencia de 1 ohm.

VOLTAJE

Diferencia de potencial eléctrico que existe entre dos puntos y es capaz de producir un flujo de corriente eléctrica cuando un circuito cerrado se conecta a esos dos puntos.

Esta página intencionalmenmte en blanco.



Verifique nuestro sitio web
www.ricelake.com/lcwm
para este manual y más información útil sobre celdas
de carga y módulos de pesaje



230 W. Coleman St. • Rice Lake, WI 54868 • USA

USA: 800-472-6703 • Canada/Mexico: 800-321-6703 • Direct: 715-234-9171 • FAX: 715-234-6967 • **www.ricelake.com**

Una Compañía con Registro ISO 9001 • © 2018 Rice Lake Weighing Systems • PN 119672 Rev A • April 2, 2018
Especificaciones sujetas a cambio sin previo aviso