

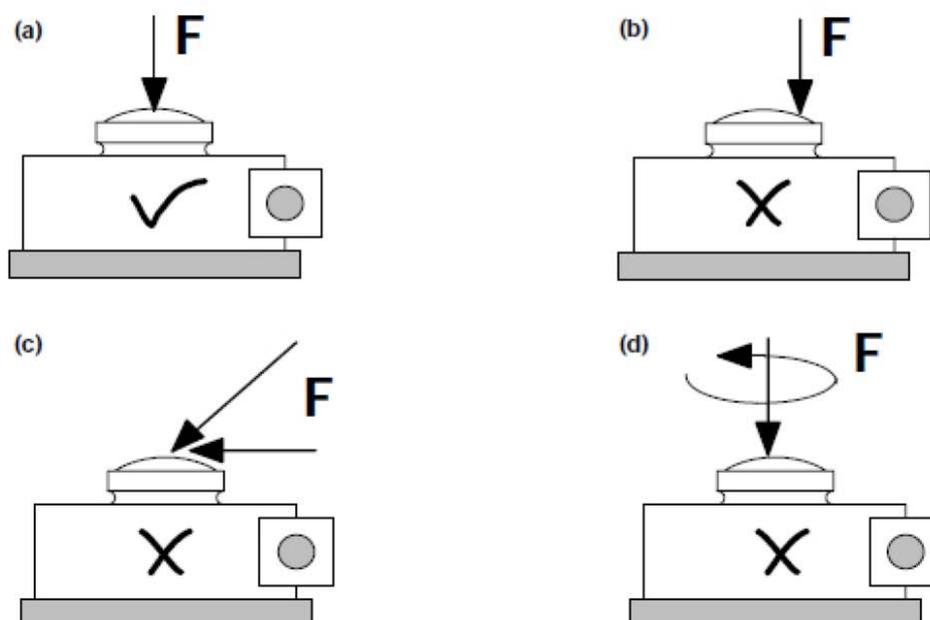
Introduzione del carico nelle celle di carico - Consigli per l'utente

Si deve dedicare particolare attenzione sia ai punti di applicazione del carico sulla cella di carico che ai punti di contatto fra la cella di carico e la massa da pesare, nonché fra la cella di carico e le relative superfici di contatto.

Le componenti di carico che non agiscono nella direzione di misura assegnata della cella di carico, falsano i risultati di misura e possono abbreviare la vita operativa della cella di carico.

Le celle di carico devono essere utilizzate esclusivamente nella direzione di carico specificata. In molte celle di carico la direzione di caricamento è contrassegnata da una freccia. Mantenendo questo asse di caricamento, in alcune celle di carico è consentito anche il carico alternato (+/-), nel caso di applicazioni non legali per il commercio.

Per quanto possibile si devono evitare le forze laterali ed i momenti flettenti o torcenti. La figura sottostante mostra il caricamento corretto di una cella di carico (a) nonché alcuni esempi selezionati di caricamento errato.



- (a) Central load application
- (b) Non-central load application
- (c) Non-axial load application or side forces
- (d) Moment-loading (torsion) load application

Caricamento corretto delle celle di carico ed alcuni esempi di caricamento errato

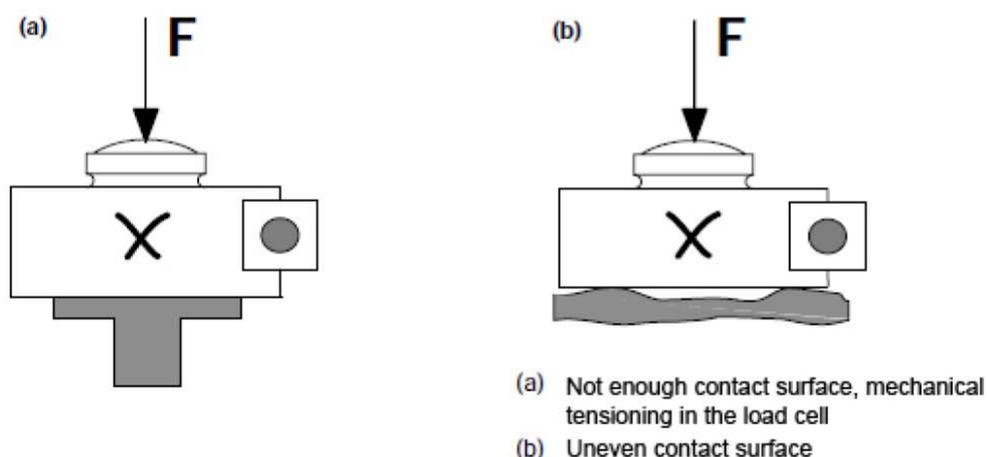
Struttura di supporto nella disposizione della cella di carico

Le celle di carico per caricamento in compressione devono essere appoggiate con la loro base su strutture di supporto piane. La superficie non deve essere deformata dal carico. Per assicurare l'uniforme trasferimento del carico dalla base della cella alla struttura di supporto, la cella di carico deve essere fissata su una piastra di basamento rigida. Ciò è strettamente necessario se, ad esempio, le celle di carico sono poste su profilati portanti sostenuti principalmente da cinghie. La struttura di supporto delle celle di carico deve essere in grado di esercitare una forza di contrasto corrispondente al carico applicato.

Sebbene in alcune circostanze la struttura di supporto possa essere notevolmente deformata dall'effetto del carico, la stabilità deve risultare completamente garantita.

Tali deformazioni possono anche causare il contemporaneo abbassamento del supporto. Se i supporti si abbassano, la deflessione deve essere per tutti della medesima entità, in modo da evitare l'inclinazione provocata dalla variazione della ripartizione proporzionale del carico e dalle forze laterali.

Normalmente una struttura rigida di supporto è più indicata di una struttura flessibile. Una struttura flessibile rende molto difficile ottenere l'abbassamento identico di tutti i supporti, provocando così sollecitazioni su tutta la struttura.



Accessori per il montaggio delle celle di carico

Pesando serbatoi o monitorando livelli, si devono prendere in considerazione le dilatazioni termiche ed i movimenti orizzontali ad esse associati, sia per i serbatoi che per la struttura di supporto. L'installazione rigida impedisce questi movimenti, ma provoca forze orizzontali che sono spesso sufficienti a falsare il risultato di misura. Le celle di carico vengono talvolta danneggiate o perfino distrutte da questi effetti. Si hanno conseguenze analoghe introducendo carichi a cui sono sovrapposti momenti torcenti o componenti di forze laterali. Ne sono esempio i carichi eccentrici o l'introduzione angolata delle forze. Di conseguenza si devono scegliere conformazioni strutturali che considerino o, meglio ancora, annullino le forze orizzontali generate dalla dilatazione termica o da altre sorgenti.

Gli elementi utilizzati per questo scopo e qui descritti forniscono una soluzione specifica per ogni problema dipendente dalla forma del serbatoio. Gli accessori di montaggio assicurano la conformità alle direttive per l'installazione delle celle di carico. I punti di attenzione per eliminare le grandezze di disturbo sono straordinariamente diversi uno dall'altro e richiedono un approccio specifico all'applicazione. In ultima analisi è il progettista che, conoscendo profondamente il prodotto, determina il peso delle singole grandezze di disturbo. Non solo si dispone di una larga gamma di modalità per l'introduzione del carico a seconda dei diversi modelli di celle di carico, ma si dispone anche di numerosi tipi di accessori di montaggio.

Supporti ad elastomero

I supporti ad elastomero sono tipicamente costituiti da una serie di piastre di acciaio interposte a strati di gomma, connessi mediante vulcanizzazione. È sufficiente una minima forza per spostare le superfici superiore ed inferiore di applicazione del carico, le quali rimangono parallele fra loro. Ciò consente lo spostamento della piastra di supporto superiore applicando una forza laterale, senza trasferire alcuna forza peso addizionale alla piastra inferiore connessa alla cella di carico. In tal modo si può ottenere una corsa orizzontale fino a 15 mm fra il serbatoio e le celle di carico. Questa deflessione è consentita dal supporto ad elastomero, ma la massima deflessione comporta la notevole riduzione della precisione di pesatura.

Durante la deflessione si sviluppa contemporaneamente la forza di reazione per riportare il serbatoio alla sua posizione originale. Questa forza agisce in modo proporzionale alla deflessione ed è indipendente dal carico. A seconda del tipo di appoggio ad elastomero, si possono esercitare forze fino a 800 N. Il supporto compensa la posizione del serbatoio fino ad inclinazioni di 1,7°.

Specialmente nel caso di urti, vibrazioni proprie e vibrazioni indotte esternamente, l'effetto di smorzamento del supporto ad elastomero ha dimostrato di essere molto vantaggioso. I supporti ad elastomero isolano anche dal calore, dato che la struttura a strati minimizza il trasferimento indesiderato del calore fra il serbatoio e la cella di carico.

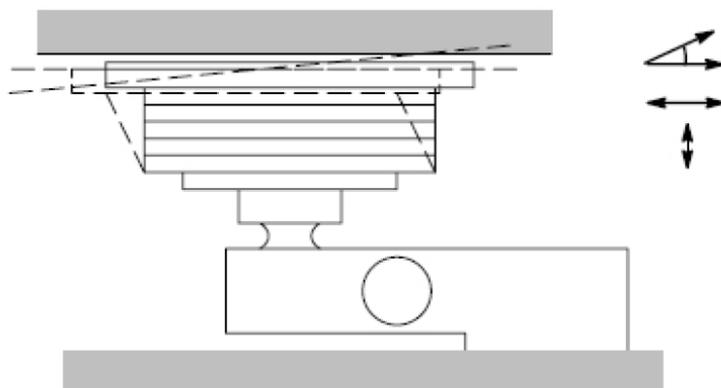
La corsa laterale può essere limitata semplicemente con delle battute di arresto. Non occorrono elementi di ancoraggio.



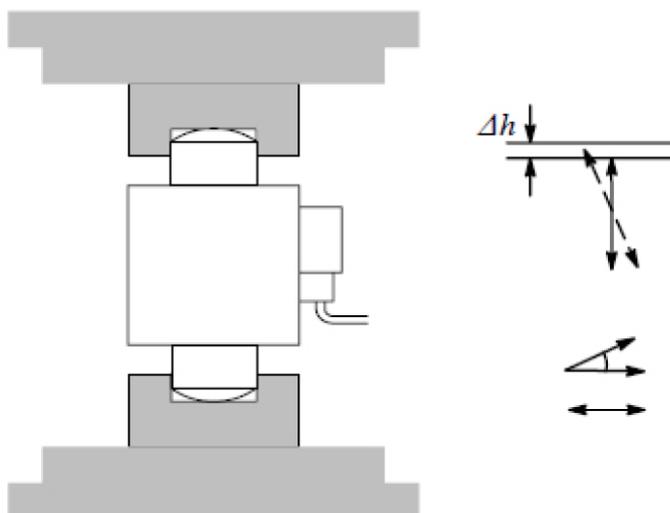
Attenzione

Connettendo un serbatoio, il supporto ad elastomero si abbassa di circa 1 mm allorché si applica il pieno carico. Ciò è considerevolmente maggiore della deflessione effettiva della cella di carico e potrebbe comportare gravi errori di misura.

Sebbene non vengano usati vincoli a tirante, si devono prendere precauzioni per fissare il serbatoio sul posto, specialmente se la posizione del baricentro è sfavorevole. Gli appoggi ad elastomero sono componenti economici da utilizzare nella pesatura dei serbatoi. Data la loro struttura essi sono facili da usare e sono adatti per esigenze di precisione basse o medie.



Celle di carico a pendolo



Cella di carico a pendolo autocentrante

Nel caso di introduzione laterale del carico (posizione inclinata), queste celle di carico riportano automaticamente la struttura soprastante alla sua posizione originale. Il processo utilizza un ben noto principio di fisica, lo stato di equilibrio stabile. La cella di carico, che agisce come il corpo di un pendolo, ha le superfici di applicazione del carico con raggio di curvatura totale maggiore della sua altezza. Una deflessione causa perciò il sollevamento del carico che, a sua volta, provoca il ritorno alla posizione originale.

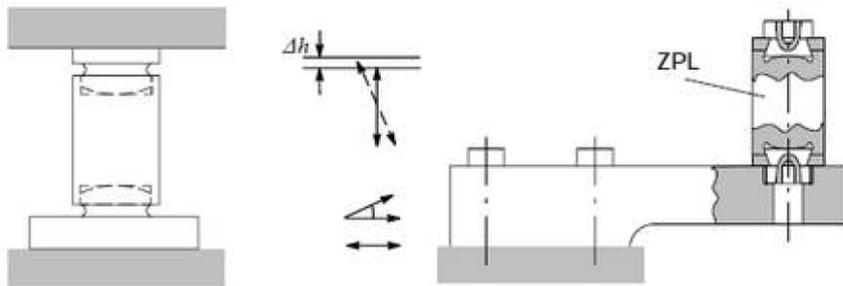
Non si deve mai superare la massima deflessione consentita specificata nei dati tecnici (per esempio $13 \text{ mm} / 5^\circ$). Ciò potrebbe danneggiare le celle di carico od i punti di applicazione del carico. Il problema viene facilmente risolto con idonee battute di arresto per la struttura soprastante. Tuttavia, in molti casi, per tale installazione sarà necessario l'impiego di tiranti. Due appoggi, uno superiore ed uno inferiore, sono economici, facili da installare ed adeguati allo scopo. Un blocco antirotazione impedisce i movimenti rotatori non ammessi sull'asse stesso dell'oggetto.

Le celle di carico a pendolo autocentranti sono attualmente disponibili con capacità massima da 20 t a 200 t. Esse sono adatte per necessità di precisione da moderate alle più elevate.

Appoggio a pendolo e supporto a pendolo

Gli appoggi ed i supporti a pendolo, consentono alle celle di carico standard a trave ed a colonna di assumere caratteristiche simili a quelle autocentranti. In tal modo la configurazione di pesatura del serbatoio può soddisfare i requisiti di alta precisione. La struttura dell'appoggio a pendolo consente deflessioni di circa 3° senza errori di misura significativi. È così possibile, entro certi limiti, la deflessione dei punti di supporto. L'appoggio a pendolo è solitamente costituito da due pezzi di contrasto e da un corpo cilindrico.

Quando il supporto a pendolo viene deflesso, il carico viene leggermente sollevato rispetto alla sua posizione originale. Ciò provoca una forza di reazione che riporta il sistema alla sua posizione originale. Gli appoggi ed i supporti a pendolo si possono pertanto considerare autocentranti. Essi sono facili da maneggiare quali accessori di montaggio durante l'installazione. Per mantenere la piattaforma al suo posto non sono necessari i tiranti. Tuttavia si consigliano le battute di arresto per limitare la deflessione laterale. Nel caso di serbatoi con agitatori si devono prevedere vincoli a tirante. Come già precedentemente notato per l'uso dei supporti ad elastomero, per ragioni di sicurezza il serbatoio deve essere assicurato contro il sollevamento o la caduta.

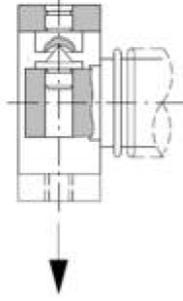


Piedini di carico

Il piedino di carico è particolarmente utile con le celle di carico allorché esse vengano impiegate in configurazione per bilancia a piattaforma. Il carico viene introdotto mediante un perno (a rocker pin). La mobilità del perno consente di compensare i movimenti dovuti ai diversi stati di caricamento ed alle variazioni termiche della bilancia. Il piedino può essere regolato in altezza, consentendo così il livellamento della piattaforma durante l'installazione. Non sono necessari altri vincoli od elementi di montaggio. I piedini di carico consentono una struttura molto semplice e piatta per questo tipo di bilancia a piattaforma. Grazie alle caratteristiche sopra descritte, i sistemi di questo tipo vengono usati frequentemente quando il luogo di installazione della bilancia è soggetto a cambiare.



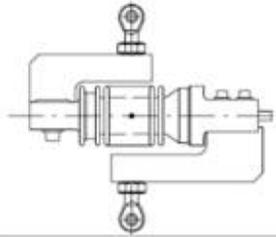
Componenti strutturali aggiuntivi



Cono e controcono

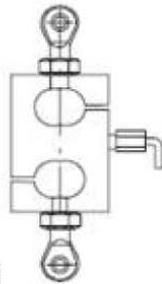
I produttori di bilance tradizionali erano in grado di ottenere precisioni estremamente elevate con le bilance meccaniche. Anche con le bilance ibride si possono utilizzare i "coltelli" ed i "coni" e "controconi" sulle singole celle di carico per sfruttare la loro collaudata funzione.

Questi accessori di montaggio vengono forniti principalmente per applicazioni di tecnologia di pesatura con le massime esigenze di precisione e per il campo di pesatura legale per il commercio. In ogni caso, il carico dinamico o le vibrazioni sono incompatibili con questo genere di applicazione.



Bracci di ritorno

I bracci di ritorno vengono impiegati con le celle di carico a doppia trave di flessione. Essi consentono il caricamento esente da momenti delle forze di trazione o compressione agenti sulla loro linea d'azione. Gli impieghi possibili sono generalmente limitati ad applicazioni con solo una cella di carico all'interno di una piattaforma, oppure con dei golfari snodati situati alle due estremità per i carichi sospesi.

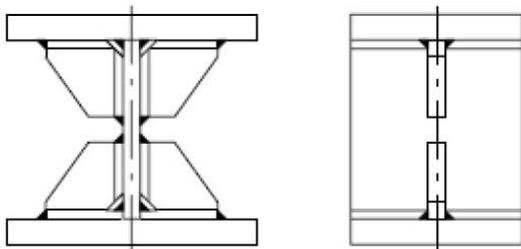


Golfari snodati

I golfari snodati sono adatti all'impiego con forze di trazione statiche o quasi statiche (ciclo di carico ≤ 10 Hz). L'attacco restante è solitamente effettuato da pezzi a forcella. Per carichi dinamici di frequenza più alta si devono usare barre di trazione flessibili.

Supporti fissi ed oscillanti

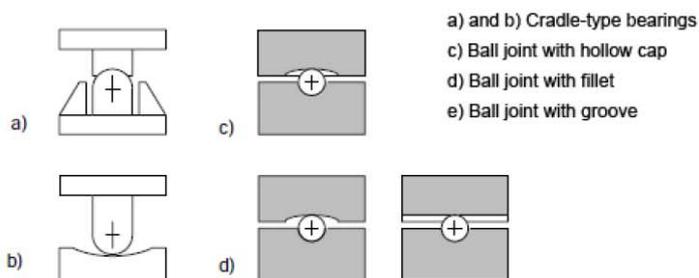
Se non tutte le staffe del serbatoio sono munite di celle di carico, al loro posto si possono usare supporti fissi od oscillanti. Usando supporti fissi, si possono utilizzare in parte componenti già disponibili in commercio. L'illustrazione mostra i supporti fissi consistenti da una trave a doppio T munita di rinforzi. I rinforzi formano una zona definita di flessione. I supporti fissi vincolano il serbatoio in direzione orizzontale, consentendo così di eliminare i tiranti. Notare che la deflessione della cella di carico provoca la leggera flessione del supporto, col risultato di falsare il segnale di misura. Tuttavia, l'errore può essere notevolmente ridotto effettuando l'aggiustamento con pesi definiti.



Supporto fisso

Con supporti oscillanti l'errore del segnale di misura è praticamente assente, perché in tal caso si ha una leggera frizione volvente invece di una sollecitazione di flessione (トルッ). Tuttavia il vincolamento orizzontale è notevolmente inferiore a quello con supporti fissi per cui, a seconda dell'applicazione, possono rendersi necessari i tiranti di ancoraggio. In pratica, si sono dimostrati efficaci dei coperchi sui supporti oscillanti per prevenire la contaminazione ed il seguente degrado della funzione oscillante.

L'impiego di supporti fissi ed oscillanti è consigliata solo se la precisione richiesta non è molto alta e se la posizione del baricentro varia solo in direzione orizzontale. Ciò accade principalmente per liquidi e media molto fluidi.

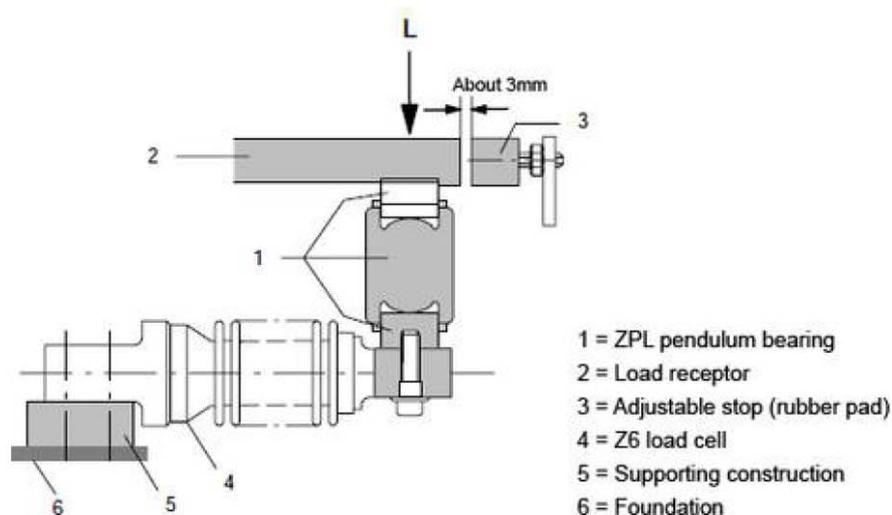


Esempi di supporto oscillante

Vincoli del serbatoio

Battute di arresto

La struttura della bilancia per serbatoi si basa su celle di carico, le quali consentono una traslazione esse stesse o mediante gli appropriati accessori di montaggio. In funzione del loro principio meccanico, gli accessori di montaggio sono in qualche misura autocentranti od autoripristinanti. Ciò rende necessario l'impiego di una battuta meccanica di arresto alla distanza del massimo spostamento laterale permesso. In tal caso si sono dimostrati efficaci le battute angolari di arresto ed i cuscinetti di gomma.

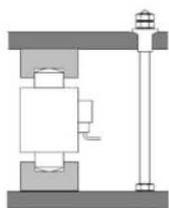


Battute di arresto

Dispositivi antiribaltamento

Se il baricentro del serbatoio è sopra i punti di supporto e non si possono escludere gli effetti del vento o di altre forze esterne, il serbatoio deve essere assicurato contro il sollevamento od il ribaltamento.

Ciò può essere ottenuto con arresti su un secondo livello o da appositi dispositivi antiribaltamento. Ad esempio, si può implementare un dispositivo antiribaltamento mediante una barra filettata verticale posta nella vicinanza dei punti di supporto. Dal lato del serbatoio, la barra filettata è guidata senza contatto in un foro della staffa. La massima distanza fra il supporto e la staffa del serbatoio è regolata dai controdadi della barra filettata. Il diametro del foro nella staffa del serbatoio consente anche di determinare il massimo movimento laterale permesso.



Dispositivo antiribaltamento

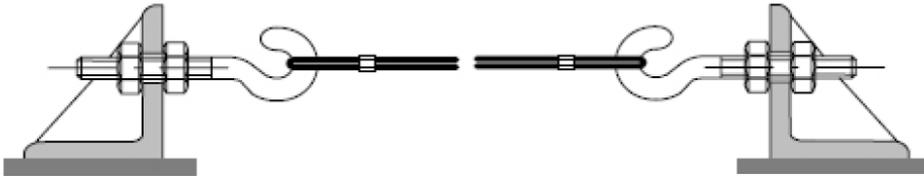
Tiranti

Utilizzando supporti non autoallineanti, si consigliano dei tiranti per vincolare il serbatoio. I tiranti devono essere dimensionati ed allineati in modo tale che contrastino le forze agenti dall'esterno, ma che applichino la minima forza possibile in opposizione al movimento del serbatoio nel senso di misura.

Per i tiranti si sono dimostrate efficaci le seguenti forme:

Funi di tensionamento:

Le funi di tensionamento non trasferiscono alcuna forza in direzione verticale, risultando così eccellenti per prevenire derivazioni (shunt) indesiderate delle forze.

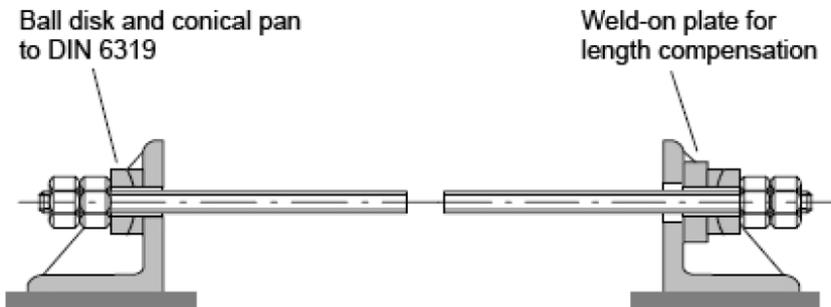


Fune di tensionamento

Tiranti a barra tonda:

I tiranti tondi sono soggetti a carico in trazione nella direzione longitudinale per forze orizzontali.

Pertanto, per garantire il completo vincolamento occorrono due tiranti tondi per ciascun asse.



Tirante a barra tonda

Tiranti a barra piatta:

Con i tiranti piatti lo spostamento orizzontale che viene ricevuto è convertito in una forza longitudinale. La deflessione verticale causa un momento flettente e provoca la derivazione della forza (shunt). Tuttavia, poiché il tirante piatto si piega nella sua direzione di flessione, gli effetti sono relativamente minori perfino nel caso di torsione delle grandi sezioni trasversali e con bloccaggio ad ambedue le estremità. È essenziale tener conto delle derivazioni della forza che si verificano quando si effettua l'aggiustamento.

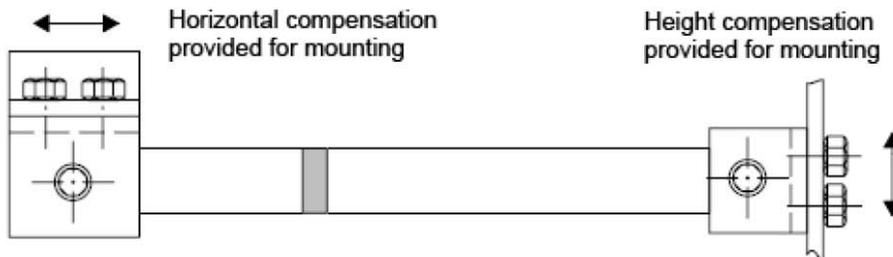


Tirante a barra piatta

Nel caso di eccitazione dinamica del sistema di pesatura, si consiglia particolarmente un bloccaggio simmetrico con viti di serraggio (sopra e sotto), in modo che la freccia di flessione resti la stessa anche sotto caricamento ripetuto.

Tiranti a bulloni:

I tiranti a bulloni provocano derivazioni molto basse delle forze in direzione verticale. Tuttavia, anche inclinazioni molto piccole dei tiranti possono provocare effetti di serraggio e pertanto forze di frizione, le quali comportano derivazioni verticali della forza. Ne consegue che il montaggio richiede un accurato lavoro di allineamento. Inoltre, gli ancoraggi del serbatoio devono essere effettuati in modo tale che gli spostamenti che si verificano non possano causare l'inclinazione dei tiranti.

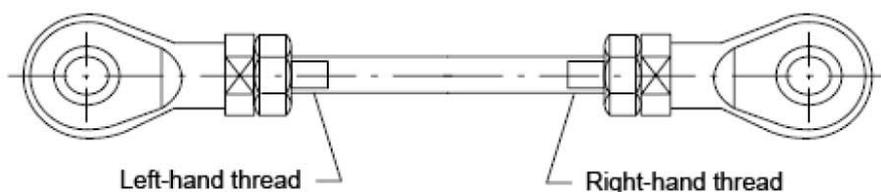


Tirante a bulloni

Tiranti con golfari alle estremità:

I tiranti con golfari alle estremità si comportano in modo simile a quelli a bulloni ma, grazie al cuscinetto dei golfari libero di muoversi in ogni direzione, si evita l'effetto di inclinazione. A prescindere dall'allineamento orizzontale dei tiranti richiesto durante l'installazione, i tiranti con golfari alle estremità sono insensibili alle tolleranze di fabbricazione e d'installazione della struttura del serbatoio.

Per evitare il pericolo di grippaggio delle articolazioni nel caso di impiego all'aperto, i cuscinetti dei golfari devono essere adeguatamente protetti.



Tirante con golfari alle estremità

A differenza di quanto mostrato nella soprastante figura, nella posizione di montaggio definitiva i due golfari devono risultare sfasati di 90 ° fra loro.