



EN 1299

Isolamento vibrazionale dei macchinari

estratto sintesi

Il **pericolo dell'isolamento vibrazionale dei macchinari** e del relativo rischio di cedimenti strutturali diretti e indiretti, rotture, proiezioni di parti, rumore, vibrazioni corpo intero per stazionamento operatore, ecc, **si presenta in molte macchine in diverse applicazioni industriali e settori**, dalle centrifughe alle presse, dalle macchine con organi in movimento alle linee di processo, movimentazione e trasferimento prodotti.

In questo contesto la norma non è da intendersi per macchine portatili condotte a mano o macchine movimento terra, ecc e per tutte quelle per cui non deve essere gestito il pericolo isolamento vibrazionale.

EN 1299:1997+A1:2008

Vibrazioni meccaniche e urti - Isolamento vibrazionale dei macchinari - Informazioni per la messa in opera dell'isolamento della fonte

Norma tecnica di tipo B armonizzata [direttiva macchine 2006/42/CE](#)

La presente norma europea fornisce linee guida per garantire che i produttori di macchine forniscano informazioni adeguate sull'applicazione dell'isolamento delle vibrazioni per ridurre i rischi derivanti dalle vibrazioni generate dalle loro macchine. Vengono inoltre fornite linee guida per garantire che gli utenti forniscano informazioni sufficienti in merito alle loro applicazioni ai fornitori di macchine o, se del caso, al fornitore del sistema di isolamento, per consentire la selezione ottimale e la progettazione dell'isolamento delle vibrazioni.

Questo standard europeo è limitato all'isolamento della sorgente. Sebbene questo standard sia principalmente inteso per l'uso di nuove macchine, può essere applicato anche all'installazione di macchine usate.

La presente norma europea è rivolta ai produttori e agli installatori di una macchina, come guida per definire i parametri rilevanti per la scelta e l'installazione di un sistema di isolamento dalle vibrazioni da utilizzare con la macchina.

NOTA

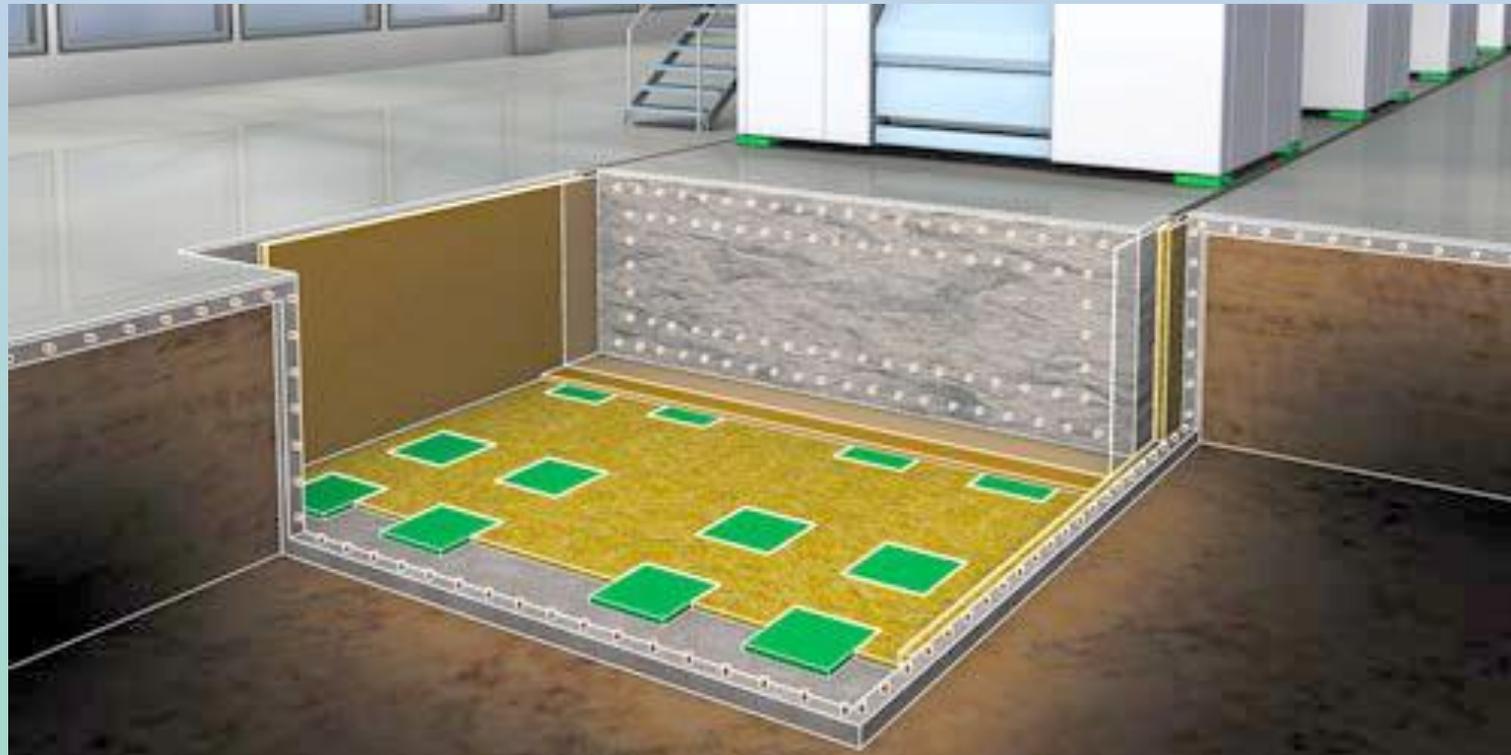
Questa norma europea può essere applicata anche dagli utenti di macchine già installate, che utilizzano o desiderano utilizzare l'isolamento delle vibrazioni per risolvere un problema di vibrazione causato dalla macchina. La presente norma europea non deve essere considerata un manuale per la progettazione o l'installazione di un sistema di isolamento.

Esempi di elementi di isolamento delle vibrazioni sono riportati nell'allegato A solo per informazione.

Come riportato nella norma stessa è importante che il costruttore della macchina effettui la verifica relativamente al rischio vibrazioni, ma deve fornire all'utilizzatore il massimo delle informazioni previste dalla norma al fine di consentire la corretta installazione della macchina. Quando è necessario, egli dovrebbe ricorrere all'assistenza del fornitore del sistema d'isolamento vibrazionale.

Macchine specifiche o su commessa

Per macchine specifiche o su commessa, che prevedono ad esempio delle fondazioni di isolamento vibrazionale, è importante che ci sia uno scambio di informazioni tra costruttore e utilizzatore, eventualmente contrattualizzate, tale da poter effettuare un'installazione "conforme".



*1.3.1 Isolamento
antivibrazioni fondazioni
dell'utilizzatore prima
dell'installazione della
macchina*

Informazioni che il fabbricante della macchina deve fornire

Il fabbricante della macchina deve fornire all'utilizzatore il massimo delle informazioni seguenti, al fine di consentire la corretta installazione della macchina.

Quando è necessario, egli dovrebbe ricorrere all'assistenza del fornitore del sistema d'isolamento vibrazionale.

Dati fisici della macchina – disegno schematico della macchina

Deve essere fornito un disegno schematico che comprenda:

- a) la configurazione e l'installazione della macchina e, se è il caso, la fondazione intermedia prescritta dal fabbricante della macchina;
- b) le dimensioni di ingombro;
- c) la massa totale, la posizione del centro di gravità. Devono essere compresi anche i valori caratteristici dell'inerzia rotazionale;
- d) le specifiche concernenti le dimensioni della bulloneria e dei raccordi speciali per il fissaggio della macchina; la posizione dei fissaggi, dei fori filettati, le tolleranze e tutte le considerazioni speciali sui materiali devono essere indicate sul disegno schematico;
- e) l'identificazione e la direzione dei tre assi perpendicolari con origine nel centro di gravità della macchina da isolare, con l'orientamento prescelto per la macchina;
- f) l'orientamento perpendicolare della macchina rispetto alla verticale; deve essere indicata la direzione degli urti e delle vibrazioni principali e i punti nei quali è possibile l'ancoraggio alla struttura; questi punti sono frequentemente determinanti sul sistema d'isolamento per le loro relazioni con il centro di gravità, con l'orientamento, ecc.

Eccitazione vibratoria

Per consentire l'installazione e l'utilizzazione della macchina in condizioni di sicurezza: si deve descrivere, in modo sufficientemente dettagliato, l'eccitazione vibratoria generata dalla macchina, caratterizzandola riportando forze e coppie in funzione del tempo o in funzione della frequenza.

Esempi:

- forze e coppie inerenti in funzione della frequenza di rotazione prima dell'equilibratura;
- forze e coppie residue in funzione della frequenza di rotazione dopo l'equilibratura;
- forze e coppie generate dal moto alterno delle masse;
- coppie di reazione;
- ampiezza e/o frequenza dei fenomeni di variazione della pressione dei gas;
- frequenza dei fenomeni aerodinamici (per esempio delle ventole);
- forze e frequenze elettromagnetiche in relazione alle macchine elettriche rotanti o ai trasformatori.

Requisiti speciali

Nella descrizione della macchina e nei disegni schematici devono essere specificate le caratteristiche speciali relative agli equipaggiamenti, fra cui:

- a) i connettori elettrici, i tubi, i condotti e le maniche suscettibili di modificare la risposta meccanica del sistema di montaggio (tipi, dimensioni, rigidità, ecc.);
- b) le forze e i momenti esternamente applicati;
- c) le aree di accesso prescritte;
- d) le aree di passaggio minime prescritte per la circolazione dell'aria di raffreddamento; si deve indicare sul disegno schematico ogni gradiente di temperatura che può avere un effetto negativo sul funzionamento del sistema isolante e precisare l'intervallo di temperatura previsto;
- e) lo spazio libero massimo da lasciare fra l'apparecchiatura e la fondazione, quando è il caso.

Caratteristiche elettriche

Sul disegno schematico devono essere indicati, in nota o in allegata, le disposizioni per la messa a terra e gli altri requisiti applicabili.

Requisiti speciali per la stabilità meccanica

Si devono fornire i requisiti speciali per assicurare la stabilità meccanica. Per esempio, è necessaria un'attenzione speciale alle apparecchiature aventi un centro di gravità elevato o variabile, sostenute da isolatori situati al di sotto del centro di gravità, o sottoposte a spinte laterali non compensate.

Informazioni che il fabbricante della macchina deve richiedere all'utilizzatore

1.3.1 Informazioni tecniche che riguardano la struttura circostante la macchina

Deve essere fornita una breve descrizione sufficiente a generare la buona comprensione delle caratteristiche tecniche della sistemazione proposta. Tale informazione dovrebbe contenere:

- a) il tipo di struttura nella quale la macchina deve essere montata (nave, costruzione in acciaio, edificio di calcestruzzo, centrale elettrica, ecc.);
- b) la localizzazione entro la struttura (sala macchine, ponte principale, tetto. ecc.);
- c) i dati concernenti la struttura di sostegno (per esempio natura del suolo, carico ammissibile sul suolo, livello della falda freatica rispetto al pavimento, frequenze proprie e mobilità delle strutture di fondazione);
- d) l'efficacia dell'isolamento o i criteri di accettazione dell'utilizzatore (zona: industriale o residenziale; il tipo di macchine nelle vicinanze: macchine di prova o perforatrici).

A. ELEMENTI PER L'ISOLAMENTO VIBRAZIONALE A.1 Molle

Le molle sono utilizzate come supporto elastico di macchine per l'isolamento da vibrazioni e da urti; esse sono elementi costruttivi a deformazione essenzialmente elastica. Le molle ideali, teoricamente parlando, non possono essere realizzate, perché ogni molla possiede una certa massa e un certo smorzamento. Mentre, per il calcolo delle vibrazioni nella gamma di frequenze interessate dalla presente norma europea, la massa della molla può essere trascurata, lo smorzamento dipende fortemente dal materiale della molla.

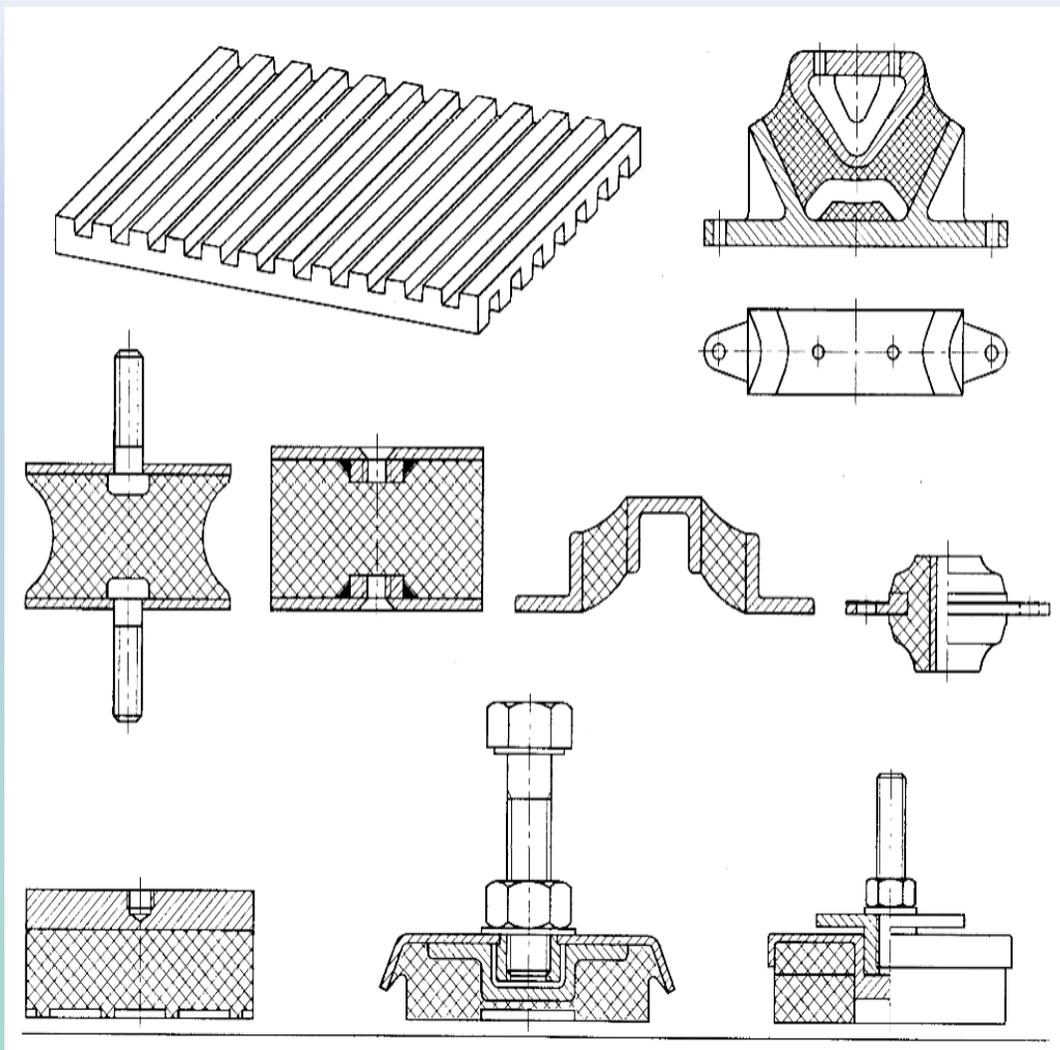


A.1.1 Molle elastomeriche

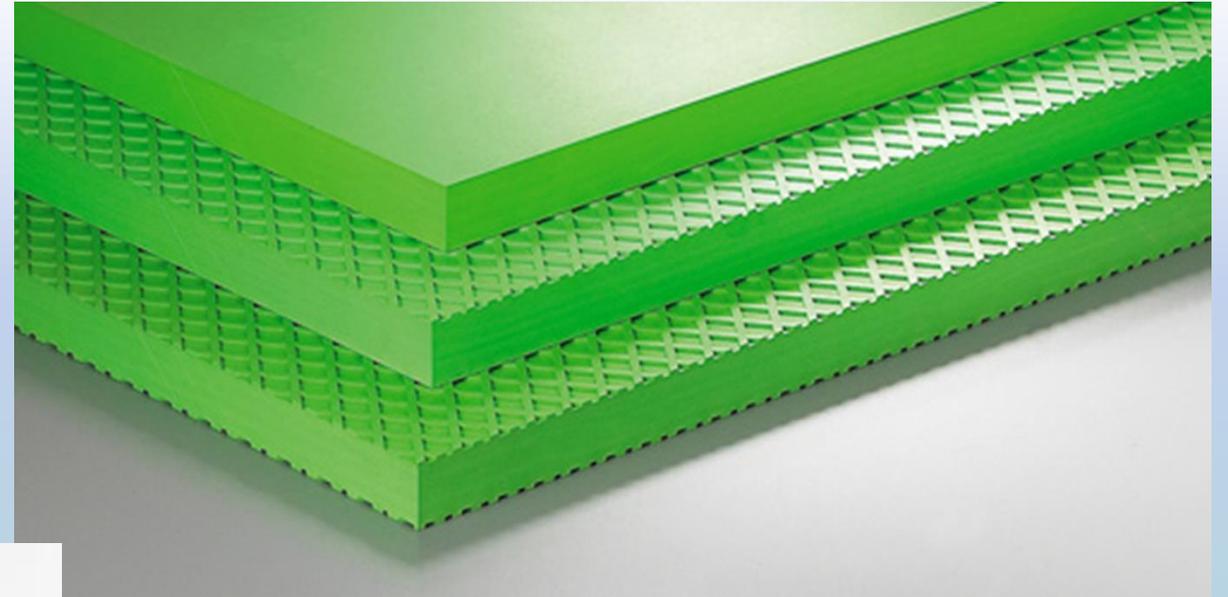
A causa della loro deformabilità elastica e del piccolo modulo di Young, gli elastomeri sono materiali assai convenienti. Rispetto alle molle metalliche, le molle elastomeriche hanno uno smorzamento superiore.

Le caratteristiche di deformazione, come la rigidità e lo smorzamento, dipendono dalla scelta del materiale di base e dei componenti della miscela, e dalla forma della molla.

Esse sono anche influenzate dalle condizioni ambientali, quali la temperatura. Il cedimento anelastico (creep) a lungo termine dipende fortemente dalla composizione del materiale, il quale ha proprietà visco-elastiche.



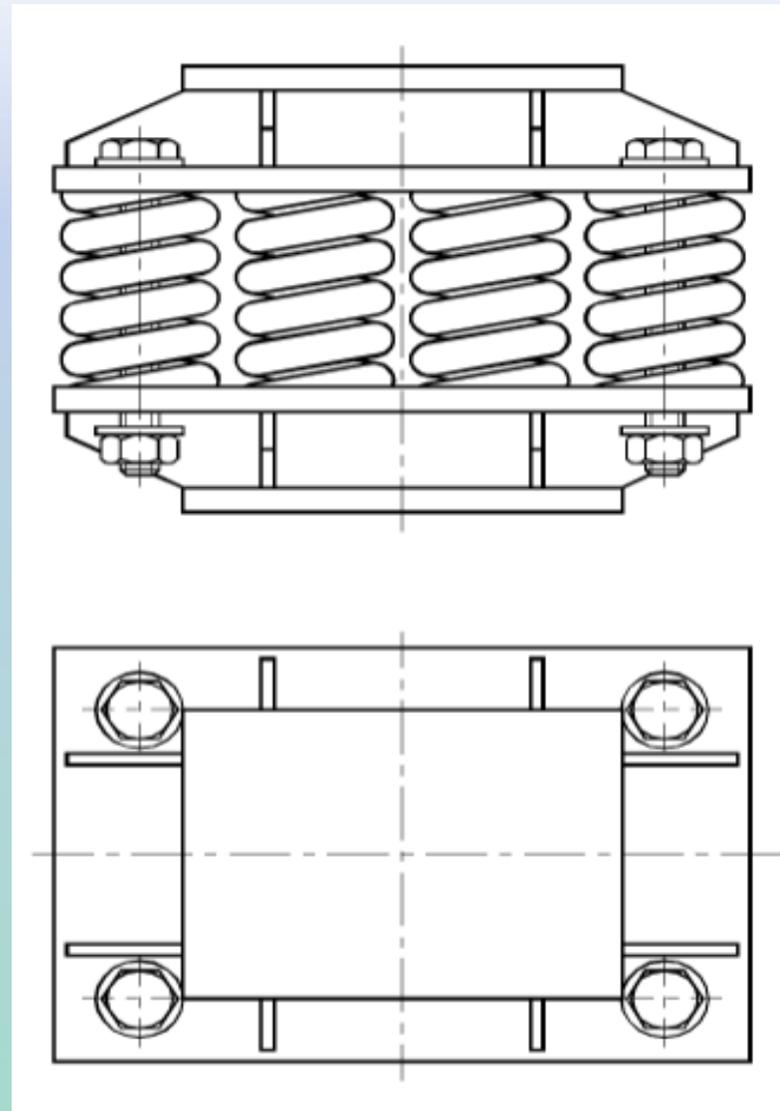
Esempi di molle elastomeriche (piastre antivibranti)



Esempi di molle elastomeriche

A.1.2 Molle metalliche

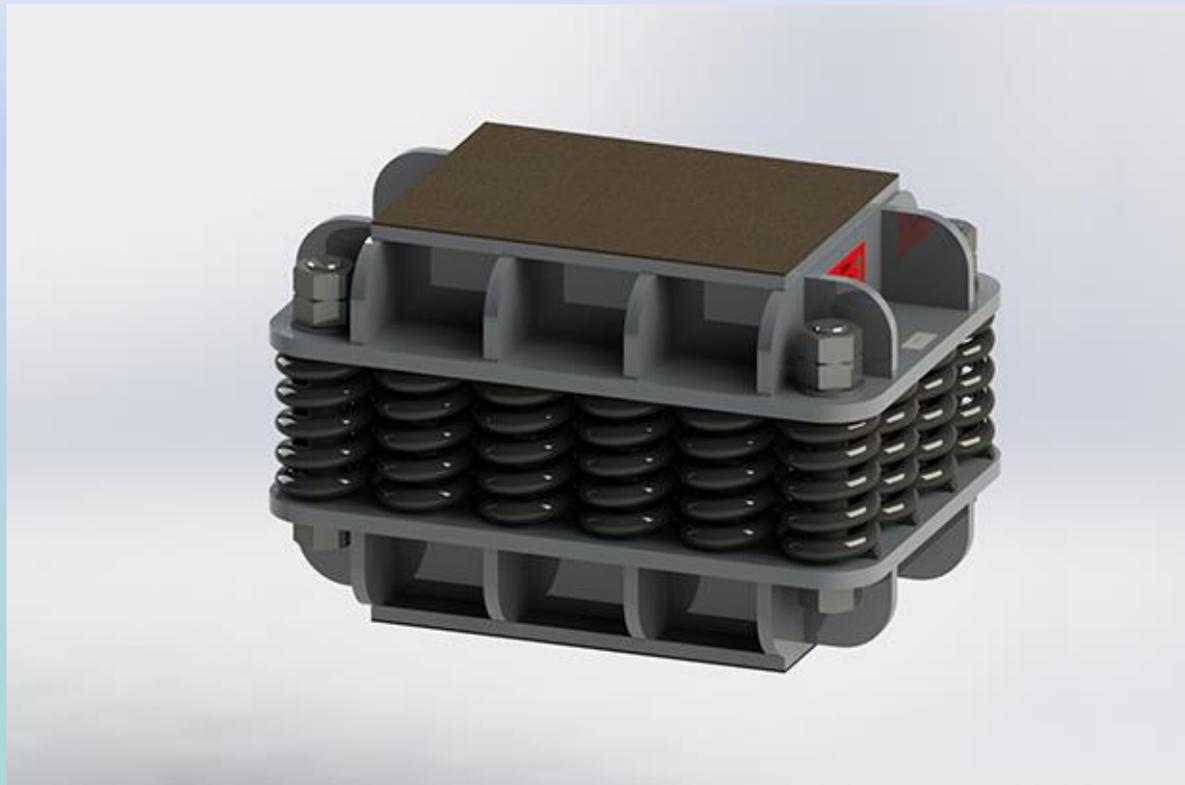
Le molle metalliche non sono sensibili ai grossi salti di temperatura e resistono alla maggior parte delle sostanze organiche. Per l'isolamento vibrazionale delle macchine si usano molle metalliche: esse sono preferibilmente di acciaio da molle in forma di fili, di lamine e di barre specialmente forgiate a questa scopo. Non c'è differenza fra la rigidità statica e la rigidità dinamica delle molle metalliche. In dipendenza dal tipo e dal progetto della molla, la curva di deformazione può essere lineare, progressiva o regressiva. Utilizzando molle metalliche, si possono ottenere frequenze caratteristiche verticali da 1,5 Hz a 8 Hz. Le molle metalliche di acciaio hanno la capacità di immagazzinare molta energia di deformazione elastica in corrispondenza di elevate deformazioni. Le loro caratteristiche elastiche non cambiano con il tempo.



La figura presenta un esempio tipico di sospensione. Esso ha la capacità di sopportare carichi che vanno da pochi newton a circa 1500 kN.

Scegliendo adeguatamente le dimensioni della molla, è possibile far variare la rigidità trasversale o orizzontale di una molla elicoidale di compressione entro un'ampia gamma di valori in rapporto alla sua rigidità verticale.

A3. Sospensione tipica costituita da molle elicoidali e di compressione



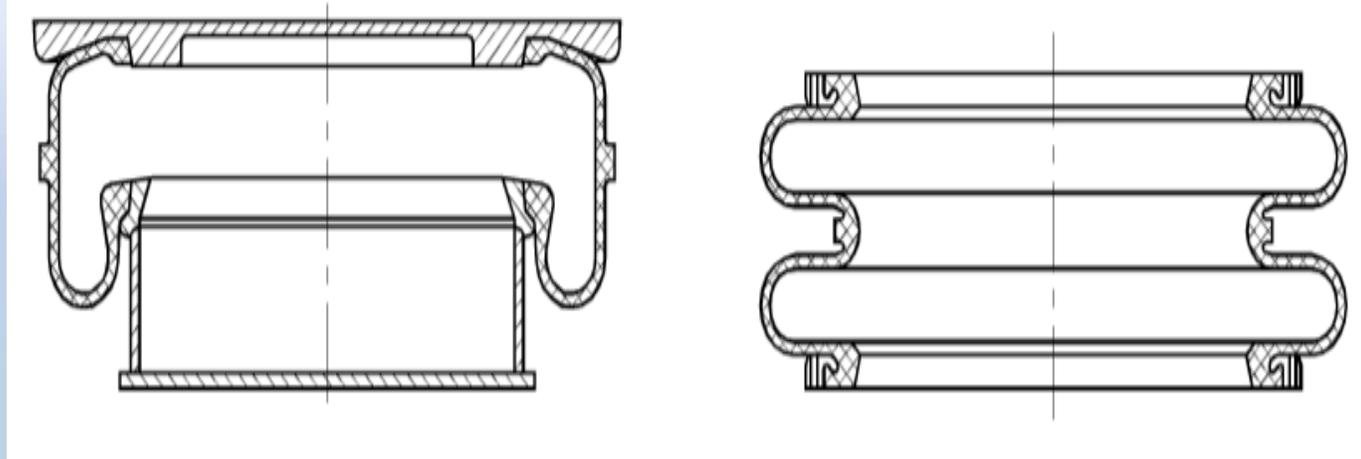
A.1.2.4 Molla metallica

A.1.3 Molle pneumatiche

Una molla pneumatica è costituita concettualmente da un volume chiuso, con pareti deformabili, riempito di gas. Al variare del carico, essa si deforma in corrispondenza delle pareti, provocando un cambiamento di volume che produce un cambiamento di pressione.

Questo principio si applica ugualmente a uno stantuffo mobile entro un cilindro come ai differenti sistemi a soffiello proposti dai fabbricanti. La caratteristica deformazione delle molle pneumatiche dipende dall'equilibrio fra il carico esterno e la differenza di pressione fra l'interno della molla e l'esterno (per esempio la pressione atmosferica), moltiplicata per la superficie utile.

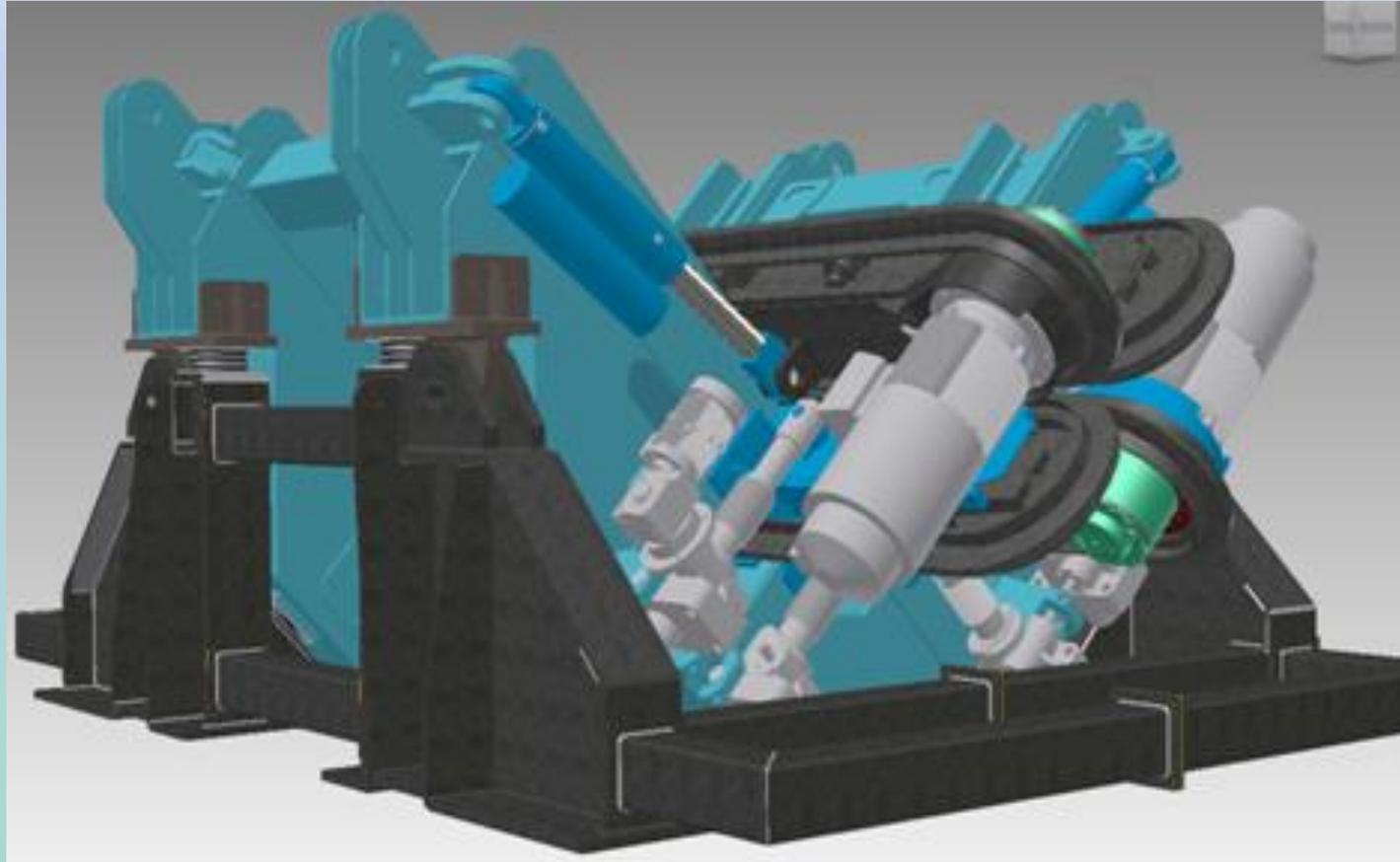
Per consentire la regolazione del livello, le molle pneumatiche sono preparate in versione regolabile e non-regolabile.



A.4 Esempi di molle pneumatiche

A.2 Ammortizzatori

Gli ammortizzatori sono utilizzati per limitare i movimenti dei sistemi supportati elasticamente quando sussistono condizioni di risonanza, nel caso di eccitazione periodica, di urti o di eccitazioni aleatorie. Essi sono montati in parallelo rispetto alle molle e trasformano l'energia meccanica in calore.



2.1 Sistema ammortizzatori



A.3.1 Antivibrante per presse con smorzatore viscoso integrato

A.3 Combinazioni di molle e di smorzatori

Lo smorzamento come parte importante del sistema di isolamento vibrazionale, sia nella forma di smorzamento insito nel materiale sia nella forma di ammortizzatori integrati, è richiesto nei seguenti casi:

- a) in tutti i casi in cui è necessario limitare l'aumento dell'ampiezza delle vibrazioni, passando attraverso a frequenze di risonanza;
- b) per la maggior parte delle macchine rotanti, dove le condizioni di funzionamento potrebbero generare forze di squilibrio;
- c) per assorbire le coppie transitorie generate da corto circuiti sulle macchine elettriche;
- d) per stabilizzare macchine e sistemi che devono essere montati stabilmente su fondazioni di massa inadeguata, per ragioni tecniche o economiche;
- e) per ottenere un rapido decremento delle vibrazioni originate da un urto.



A.3.5 Sistema antivibrante attivo installato

Guida Direttiva macchine 2006/42/CE

1.5.9 Vibrazioni La macchina deve essere progettata e costruita in modo tale che i rischi dovuti alle vibrazioni trasmesse dalla macchina siano ridotti al livello minimo, tenuto conto del progresso tecnico e della disponibilità di mezzi atti a ridurre le vibrazioni, in particolare alla fonte. Il livello dell'emissione di vibrazioni può essere valutato in riferimento ai dati comparativi di emissione di macchine simili.

Il requisito di cui al punto 1.5.9 tratta dei rischi associati con l'esposizione alle vibrazioni generate dalla macchina. Le vibrazioni possono essere generate dal funzionamento della macchina stessa, per esempio dalla rotazione o dal movimento alternativo di masse, da pulsazioni di gas o da fenomeni aerodinamici come quelli causati da ventilanti o dall'impatto di macchine tenute a mano su materiali duri.

Le vibrazioni possono essere generate anche dall'interazione fra la macchina e il suo ambiente come, ad esempio, il movimento delle macchine mobili su terreni accidentati. L'esposizione alle vibrazioni trasmesse tramite i piedi o il sedile a tutto il corpo può causare o aggravare i disturbi a carico del sistema muscoloscheletrico, come i dolori dorso-lombari o i danni alla spina dorsale.

L'esposizione del sistema mano-braccio alle vibrazioni può causare disturbi vascolari alle dita e alle mani (fenomeno di Raynaud) e danni al sistema nervoso periferico, ai tendini, ai muscoli, alle ossa e alle giunture delle mani e delle braccia. È importante fare una distinzione fra l'esposizione delle persone alle vibrazioni dall'emissione di vibrazioni da parte della macchina. Va osservato che l'esposizione dei lavoratori alle vibrazioni è disciplinata dalla normativa nazionale che recepisce la [direttiva 2002/44/CE](#).

Questa direttiva stabilisce i valori limite di esposizione giornaliera e i valori d'azione connessi alle vibrazioni trasmesse al sistema manobraccio e al corpo intero. L'esposizione giornaliera delle persone alle vibrazioni non può essere semplicemente dedotta dalla misurazione dell'emissione di vibrazioni prodotte dalla macchina, in quanto l'esposizione dipende anche dalla durata e dalle condizioni d'uso della macchina stessa. Più è bassa l'emissione di vibrazioni prodotte dalla macchina, più sarà facile per l'utilizzatore rispettare i limiti di esposizione fissati dalla [direttiva 2002/44/CE](#).

Gli utilizzatori hanno quindi interesse a selezionare una macchina che abbia il livello più basso possibile di vibrazioni per le prestazioni richieste. L'approccio del fabbricante alla prevenzione dei rischi dovuti all'emissione di vibrazioni deve tener conto dei principi di integrazione della sicurezza di cui al punto 1.1.2:

- la prima priorità deve essere accordata alle misure di progettazione e costruzione per ridurre la generazione di vibrazioni alla fonte, ad esempio, assicurandosi che le frequenze di risonanza degli elementi della macchina non siano prossime alle frequenze di eccitazione delle vibrazioni, scegliendo fra i materiali costituenti la macchina quelli che hanno elevate caratteristiche intrinseche di smorzamento delle vibrazioni, inserendo masse ausiliarie o bilanciando il movimento degli elementi sottoposti a rotazione o movimento alternativo;

- **la seconda priorità deve essere data alle misure di protezione integrata:** si possono adottare misure di isolamento volte a impedire la trasmissione di vibrazioni al sistema mano-braccio o al corpo intero. Le misure di isolamento includono l'installazione di molle di metallo o in fibra elastomerica, di ammortizzatori a frizione, idraulici o a gas, oppure una combinazione di molle e ammortizzatori;
- **la terza priorità** deve essere data all'informazione dell'utilizzatore sulle emissioni residue di vibrazioni, in modo che questi possa adottare le misure di protezione necessarie come, ad esempio, le misure relative all'installazione della macchina o sulla formazione adeguata da fornire.

