IDEAS, ENGINEERING AND MANUFACTURE

DISSIPATORI VISCOSI (VD)

DISPOSITIVI DI VINCOLO DINAMICO (STU)

AGOM INTERNATIONAL SRL
Via Mesero, 12 – 20010 Ossona (MI) – Italy - www.agom.it
PH.: 0039 02 9029111 – FAX: 0039 02 9010201 – agom@agom.it

Dispositivi idraulici H-SAFE

0014ENG Rev 06 25/01/2018

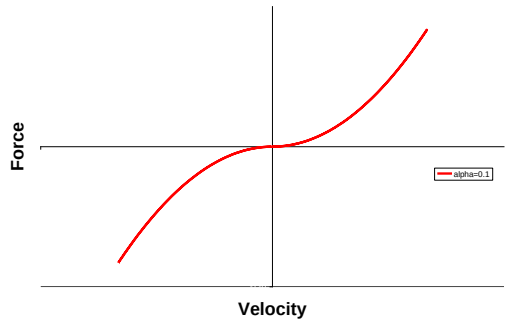
DISPOSITIVI IDRAULICI

I dispositivi idraulici sono costituiti da un cilindro riempito di fluido siliconico e da un pistone mobile al suo interno; regolando il flusso del fluido da una camera all'altra del cilindro è possibile ottenere la curva di risposta del dispositivo. Il dispositivo reagisce ad un moto relativo tra due punti di una struttura con una legge di risposta funzione della velocità relativa tra i due punti.
Le caratteristiche del fluido devono essere stabili nel tempo per assicurare la durabilità del dispositivo; le guarnizioni di tenuta devono garantire l'assenza di perdite alle basse pressioni (che si hanno all'interno del cilindro durante il normale quotidiano funzionamento in esercizio) e di sopportare le pressioni elevate che si hanno in caso di moto dinamico (terremoto, vento o altri azioni dinamiche sulla struttura).
In generale il dispositivo è collegato alla struttura mediante snodi sferici in grado di garantire le tolleranze di posizionamento al momento dell'installazione, le rotazioni di servizio della struttura e di evitare momenti flettenti parassiti.
Le dimensioni dei dispositivi sono dovute alla forza ed al movimento di progetto, in particolare il movimento può portare ad un importante ingombro assiale che deve essere considerato nel progetto della struttura per consentirne l'installazione.
I dispositivi idraulici possono essere impiegati sia sui ponti che nelle strutture civili in adeguati punti nei quali possono aversi il movimento e la velocità relativa in grado di attivarne il funzionamento.
In generale i dispositivi idraulici hanno una legge di risposta dipendente dalla velocità: essi possono funzionare come dispositivi a controllo di spostamento (STU = dispositivi di vincolo dinamico) oppure a controllo di forza (VD = smorzatori viscosi)

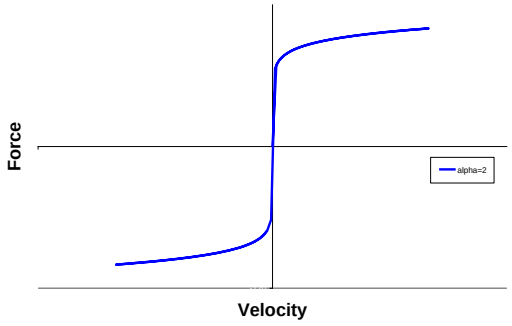
I dispositivi STU controllano lo spostamento bloccando i movimenti dinamici trasmettendo la forza di progetto; il dispositivo permette quindi di cambiare lo schema di vincolo di una struttura dalla condizione statica a quella dinamica. Tipico esempio è un ponte in cui la forza longitudinale è normalmente trasmessa da un punto fisso nella condizione statica di servizio; in tale condizione i dispositivi idraulici devono fornire una reazione trascurabile per velocità di movimento molto basse dovute alla variazione di temperatura o a fenomeni irreversibile quali ritiro e creep. In caso di effetti dinamici,invece, i dispositivi devono reagire trasferendo le forze di progetto di notevole intensità. Se un progettista, quindi, vuole trasferire le forze dinamiche in modo uniforme lungo un ponte, una buona norma è che il sistema (dispositivo STU e pila) abbia una rigidezza molto simile in ogni posizione in cui si vuole trasferire il carico dinamico.

Il dissipatore viscoso (VD) controlla la forza; per movimenti lenti esso funziona come il tipo STU con un una forza di reazione trascurabile; in caso di moto rapido raggiunge la forza di progetto mantenendola stabile e permettendo il movimento conseguente all'azione di tale forzante in modo da dissipare l'energia imposta alla struttura dall'azione esterna (terremoto, vento, ecc..). Il dispositivo permette quindi di ridurre e controllare le forze all'interno della struttura e di attenuare le vibrazioni e le accelerazioni per effetto dello smorzamento conseguente alla dissipazione d'energia.

Un ulteriore tipologia di smorzatori idraulici può anche garantire una risposta tipo rigido-plastica: in pratica essi sono fissi fino al raggiungimento di una forza predefinita e solo al superamento della medesima permettono il moto con conseguente dissipazione d'energia. In questo caso il dispositivo funziona come un collegamento fisso per le condizione di servizio e diventa un dissipatore in condizione dinamica.



Legge di risposta dispositivo STU: forza - velocità



Legge di risposta dispositivo VD: forza - velocità

DISSIPATORI VISCOSI

I dissipatori viscosi possono essere installati sia in strutture a base fissa che isolate. Essi possono garantire un livello di smorzamento viscoso equivalente superiore al 50% permettendo di controllare la forza di reazione e di limitare fortemente le sollecitazione nella struttura in caso di terremoti di elevata intensità.

I dispositivi garantiscono una risposta stabile nell'intervallo di velocità di progetto; per movimenti lenti essi reagiscono trasmettendo una forza di modesta intensità oppure rimangono bloccati fino al raggiungimento di una forza predefinita.

Questi dispositivi possono essere impiegati anche per smorzare le vibrazioni dovute al vento in strutture alte o torri prevenendo danni strutturali ed incrementando in comfort degli occupanti.

La tipica legge di risposta del dissipatore viscoso (VD) è la seguente:

$$F_{damper} = C\,V^{\alpha}$$

dove:

- F_{damper} = forza di risposta del dispositivo (kN)
- C = coefficiente di smorzamento (kN*sec/mm)
- V = velocità (mm/sec)
- α= esponente della velocità (tipicamente $0.1 \leq \alpha \leq 1.0$)

I dispositivi sono compatti, permettono un'ampia casistica di connessione alla struttura, dissipano una grande quantità d'energia; il risultato è quindi una maggior sicurezza delle opere e garantendone la completa funzionalità anche in seguito ad eventi di intensità eccezionale.

I dissipatori idraulici viscosi riducono gli sforzi e le deformazioni perché la forza dovuta al dispositivo dipendendo dalla velocità è in controfase con gli sforzi (principalmente dovuti agli spostamenti relativi).

Considerando, infatti, una struttura durane il terremoto, lo sforzo è massimo quando gli elementi resistenti raggiungono lo spostamento massimo, questo è anche l'istante in cui il moto si inverte per ritornare verso la posizione di origine. Se si utilizza una dissipatore viscoso, la forza di smorzamento è trascurabile all'inversione del moto in quanto la velocità è in pratica nulla; non appena la struttura inizia a tornare nella posizione iniziale la forza di smorzamento aumenta ed è massima al passaggio nella pozione iniziale in cui la velocità è massima ed invece lo sforzo negli elementi strutturali è minimo. Il comportamento precedente quindi permette di minimizzare gli sforzi e di attenuare le vibrazioni della struttura.

La risposta dei dissipatori viscosi è modellabile in molti software che permettono l'analisi del comportamento dinamico delle strutture, mediante elementi "ad hoc" capaci di implementare la legge di funzionamento dello smorzatore. Effettuando l'analisi dinamica non lineare della struttura si riesce a valutare l'effetto benefico dei dispositivi in termini di riduzione di forze agenti e ad ottenere lo spostamento di progetto dei dissipatori.

Per il progetto di un dissipatore idraulico viscoso, i dati di input che il progettista strutturale deve fornire ad Agom sono:

- Forza massima che il dispositivo deve trasmettere durante il funzionamento dinamico
- Massimo spostamento di progetto (dinamico più statico dovuto alla variazione di temperatura ed ai fenomeni irreversibili quali creep, ritiro, ecc…)
- Legge di risposta richiesta (esponente α e massima velocità di progetto)
- Spazio disponibile per l'installazione
- Per i ponti, posizione d'installazione (tra pila ed impalcato oppure tra impalcato e muro di spalla)

Vantaggi

- Riduzione del movimento e degli sforzi della struttura in caso di terremoto o vento di elevata intensità
- Ampia casistica di applicazione con possibilità di ottenere livelli di forza e spostamento adatti per molteplici applicazioni (ponti, edifici alti, torri, coperture, ecc..)
- Semplice installazione mediante l'impiego di perni e piastre d'ancoraggio
- Agevole modellazione con codici di calcolo numerico
- Semplice controllo e manutenzione
- Stabilità nel tempo

DISPOSITIVI DI VINCOLO DINAMICO

I dispositivi di vincolo dinamico possono essere impiegati per il controllo passivo dei movimento di strutture sottoposte ad azioni sismiche o vento di notevole intensità.
Essi (i dispositivi sono simili al dissipatore viscoso) permettono il moto a bassa velocità; quando invece il moto è rapido si comportano come un vincolo rigido che trasmette la forza dovuta all'impedimento del movimento. Al termine dell'azione dinamica ritornano allo stato iniziale permettendo quindi il moto lento (dovuto ad esempio alla variazione di temperatura) con reazione trascurabile e si attivano nuovamente non appena si ha un fenomeno dinamico.

I componenti meccanici del dispositivo di vincolo dinamico (STU) sono gli stessi di quelli del dissipatore viscoso ma il sistema idraulico che regola il movimento del pistone è differente.

Quando il dispositivo si attiva esso frena il movimento con un conseguente aumento della forza trasmessa; il dispositivo quindi (a differenza del dissipatore) non ha uno spostamento elevato nel funzionamento dinamico e non dissipa energia in modo significativo.

La tipica legge di risposta del dispositivo di vincolo dinamico (STU) è la seguente:

$$F_{STU} = C\ V^{\alpha}$$

dove:

- F_{STU} = forza di risposta del dispositivo (kN)
- C = coefficiente di smorzamento (kN*sec/mm)
- V = velocità (mm/sec)
- α= esponente della velocità (tipicamente > 2)

Il dispositivo di vincolo dinamico (STU) è generalmente caratterizzato dalla velocità alla quale è in grado di trasmettere la forza di progetto e dal movimento conseguente.

La velocità di funzionamento in esercizio (esempio dovuta alla variazione di temperatura) è decisamente inferiore a quella a cui il dispositivo deve bloccare il moto. Normalmente per velocità in esercizio (v minore di 1 mm al secondo) il dispositivo reagisce con una forza minor del 10 per cento di quella massima per non trasmettere forze parassite significative alla struttura.

Per il progetto di un dispositivo idraulico di vincolo dinamico, i dati di input che il progettista strutturale deve fornire ad Agom sono:

- Forza massima che il dispositivo deve trasmettere durante il funzionamento dinamico
- Massimo spostamento di progetto (dinamico più statico dovuto alla variazione di temperatura ed ai fenomeni irreversibili quali creep, ritiro, ecc…)
- Massimo spostamento per il bloccaggio del dispositivo (o rigidezza del medesimo)
- Spazio disponibile per l'installazione
- Per i ponti, posizione d'installazione (tra pila ed impalcato oppure tra impalcato e muro di spalla)

Vantaggi

- Possibilità di controllare lo spostamento della struttura in caso di forzanti dinamiche quali terremoto, vento, frenatura di veicoli o treni
- Possibilità di ottimizzare la trasmissione delle forze dinamiche all'interno della struttura e di variare la configurazione di vincolo dalla condizione statica a quella dinamica
- Ampia casistica di applicazione con possibilità di ottenere livelli di forza e spostamento adatti per molteplici applicazioni (ponti, edifici alti, torri, coperture, ecc..)
- Semplice installazione mediante l'impiego di perni e piastre d'ancoraggio
- Agevole modellazione con codici di calcolo numerico
- Semplice controllo e manutenzione
- Stabilità nel tempo

Linee guida per il progetto di una struttura equipaggiata con dispositivi Agom H-Safe

In questo paragrafo si vuole mostrare una semplice linea guida per il progetto di strutture che prevedono l'impiego di dispositivi idraulici Agom H-Safe, la procedura di progetto si può riassumere nei seguenti punti:

1. Definizione del dispositivo idraulico da utilizzare (VD o STU). I dispositivi VD sono adatti a dissipare energia con conseguente movimento e permettono di controllare la forza , I dispositivi STU sono adatti al trasferimento delle forze bloccando il movimento e permettono di cambiare lo schema di vincolo dalla condizione statica a quella dinamica controllando il movimento

2. Calcolo della forza, del movimento e della velocità per effetto delle forzanti dinamiche del dispositivo mediante l'effettuazione di analisi dinamiche non lineari impiegando codici di calcolo agli elementi finiti in grado di modellare la risposta del dispositivo.

3. Definizione dei parametri di funzionamento in esercizio dei dispositivo, come: forza di reazione massima per moto lento (il valore tipico è minore del 10% di quello della forza massima di progetto), movimento in esercizio dovuto alla variazione di temperatura, creep, ritiro, ecc…

4. Definizione del tipo di collegamento alla struttura: connessione assiale tra spalla ed impalcato di un ponte (esempio in figura 2) oppure connessione a taglio flessione tipica tra pila ed impalcato (esempio in figura 1)

5. Preparazione della tabella riassuntiva delle prestazioni richieste con la definizione dei parametri mostrati ai precedenti punti 2, 3 and 4

6. Utilizzando i disegni forniti da Agom, progettazione dell'interfaccia con la struttura quali: spazio per l'installazione del dispositivo, adeguate sedi per il posizionamento delle barre d'ancoraggio, armature per il trasferimento del carico, adeguati spazi per l'installazione, le future ispezioni e l'eventuale sostituzione del dispositivo.

Figura 1

Dispositivo H-Safe: connessione taglio-flessione tra impalcato e pulvino

Figura 2

Dispositivo H-Safe: connessione assiale tra spalla ed impalcato

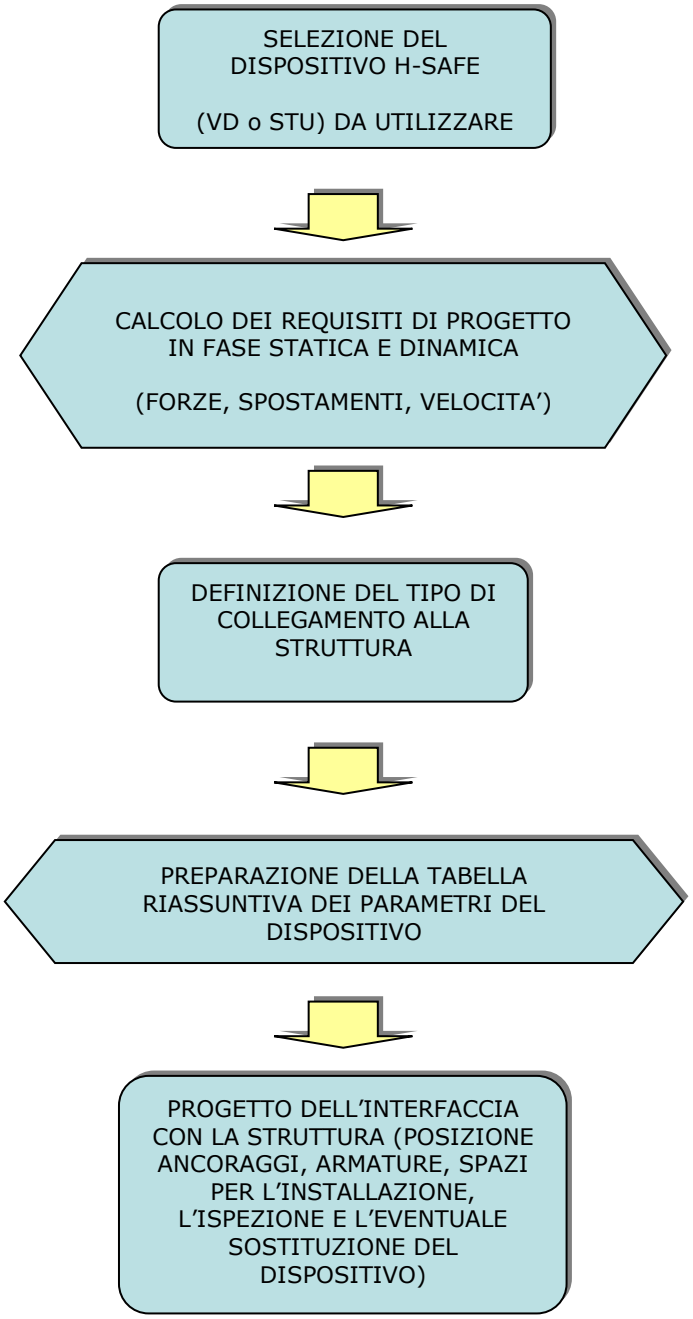
Oltre che i ponti i dispostivi idraulici vengono impiegati anche per l'adeguamento sismico di strutture civili (edifici e/o capannoni), essi permettono di dissipare parte dell'energia dovuta al sisma (dissipatori viscosi) o di trasferire le forze di taglio in adeguati nodi in grado di assorbirle (dispositivo di vincolo dinamico). Nel primo caso per poter dissipare energia è necessario permettere lo spostamento relativo tra due punti a cui il dissipatore è vincolato, nel secondo lo spostamento relativo è trascurabile ma il dispositivo di vincolo dinamico non attenua la forza sismica ma la trasmette agendo come "freno dinamico" durante il sisma.

Un esempio di adeguamento sismico mediante dispositivi di vincolo dinamico è mostrato nelle seguenti figure. La struttura è un capannone con copertura a "shed", sono stati impiegati dispositivi al livello della copertura che trasferiscono la forza sismica a nuovi in CA.

Le prestazioni, i comportamenti, le caratteristiche tecniche e meccaniche dei materiali utilizzati per la produzione degli isolatori Agom E-SAFE soddisfano completamente i requisiti degli standard internazionali quali ad esempio la norma Italiana NTC2008,gli Eurocodici EN1998-1 e EN 1998-2, il codice Europeo sulle apparecchiature sismiche EN15129.

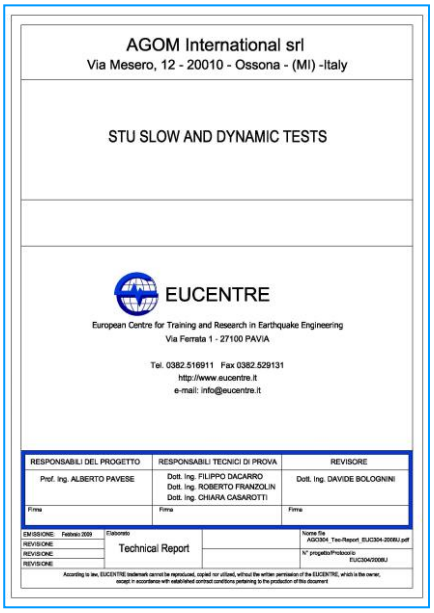
Per ogni singolo progetto, gli ingegneri Agom dimensionano i dispositivi "ad hoc" per ottimizzare sia i loro costi che quelli delle relative prove funzionali richieste dalle normative.

PROGETTO DI UNA STRUTTURA CON DISPOSITIVI IDRAULCI AGOM H-SAFE



Prove sperimentali e certificazioni

Tutte le prove sperimentali sui dispositivi Agom H-Safe vengono svolte presso laboratori esterni e riconosciuti. Le prove sono rivolte a verificare la risposta dei dispositivi in accordo alle specifiche progettuali ed alle normative internazionali.



AGOM International srl
Via Mesero, 12 - 20010 - Ossona - (MI) -Italy

STU SLOW AND DYNAMIC TESTS

EUCENTRE
European Centre for Training and Research in Earthquake Engineering
Via Ferrata 1 - 27100 PAVIA

Tel. 0382.516911 Fax 0382.529131
http://www.eucentre.it
e-mail: info@eucentre.it

RESPONSABILI DEL PROGETTO	RESPONSABILI TECNICI DI PROVA	REVISORE
Prof. Ing. ALBERTO PAVESE	Dott. Ing. FILIPPO DACARRO Dott. Ing. ROBERTO FRANZOLIN Dott. Ing. CHIARA CASAROTTI	Dott. Ing. DAVIDE BOLOGNINI
Firma	Firma	Firma

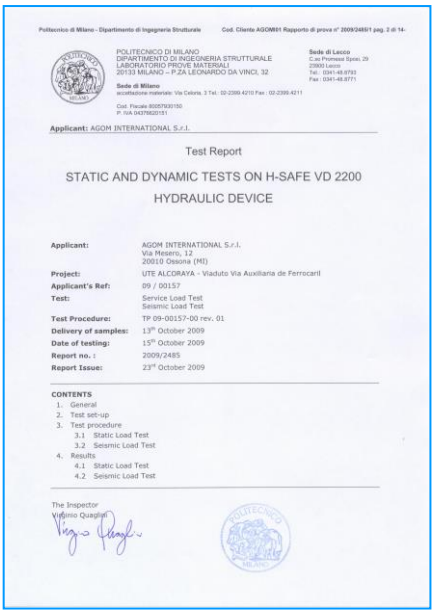
EMISSIONE Febbraio 2009
REVISIONE
REVISIONE
REVISIONE
Elaborato: Technical Report
Nome file: AGOM04_Tec-Report_EUC304-2008U.pdf
N° progetto/Protocollo: EUC304/2008U

According to law, EUCENTRE trademark cannot be reproduced, copied nor utilized, without the written permission of the EUCENTRE, which is the owner, except in accordance with established contract conditions pertaining to the production of this document

STU PROVA DI CARICO IMPULSIVA

Dispositivo STU provato al laboratorio EUCENTRE a Pavia

VD PROVA DINAMICA CICLICA



Politecnico di Milano - Dipartimento di Ingegneria Strutturale Cod. Cliente AGOM01 Rapporto di prova n° 2009/2485/1 pag. 2 di 14

POLITECNICO DI MILANO
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA STRUTTURALE
LABORATORIO PROVE MATERIALI
20133 MILANO – P.ZA LEONARDO DA VINCI, 32

Sede di Milano
accettazione materiale: Via Celoria, 3 Tel.: 02-2399.4210 Fax : 02-2399.4211

Cod. Fiscale 80057930150
P. IVA 04376620151

Sede di Lecco
C.so Promessi Sposi, 29
23900 Lecco
Tel.: 0341-48.8793
Fax : 0341-48.8771

Applicant: AGOM INTERNATIONAL S.r.l.

Test Report

STATIC AND DYNAMIC TESTS ON H-SAFE VD 2200
HYDRAULIC DEVICE

Applicant:	AGOM INTERNATIONAL S.r.l. Via Mesero, 12 20010 Ossona (MI)
Project:	UTE ALCORAYA - Viaduto Via Auxiliaria de Ferrocarril
Applicant's Ref:	09 / 00157
Test:	Service Load Test Seismic Load Test
Test Procedure:	TP 09-00157-00 rev. 01
Delivery of samples:	13th October 2009
Date of testing:	15th October 2009
Report no.:	2009/2485
Report Issue:	23rd October 2009

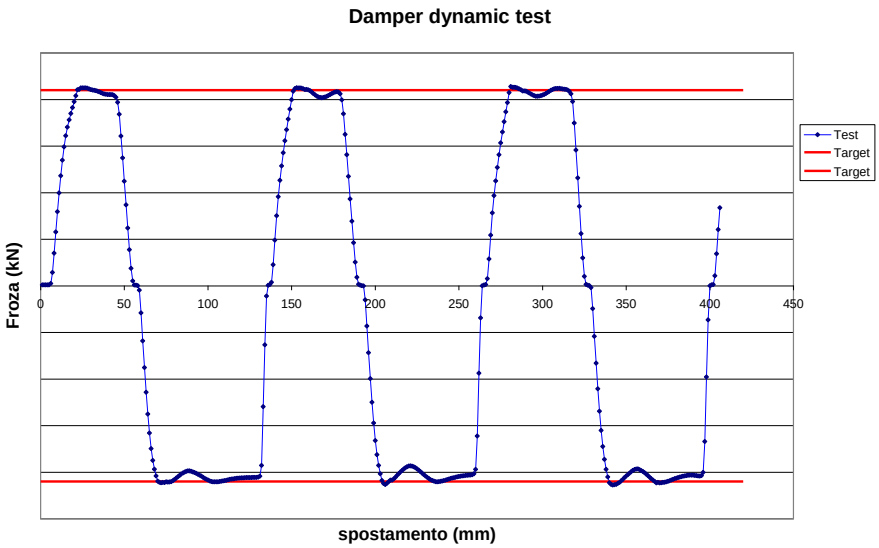
CONTENTS
1. General
2. Test set-up
3. Test procedure
   3.1 Static Load Test
   3.2 Seismic Load Test
4. Results
   4.1 Static Load Test
   4.2 Seismic Load Test

The Inspector
Vittorio Quaglini

Dispositivo VD provato al laboratorio presso il Politecnico di Milano

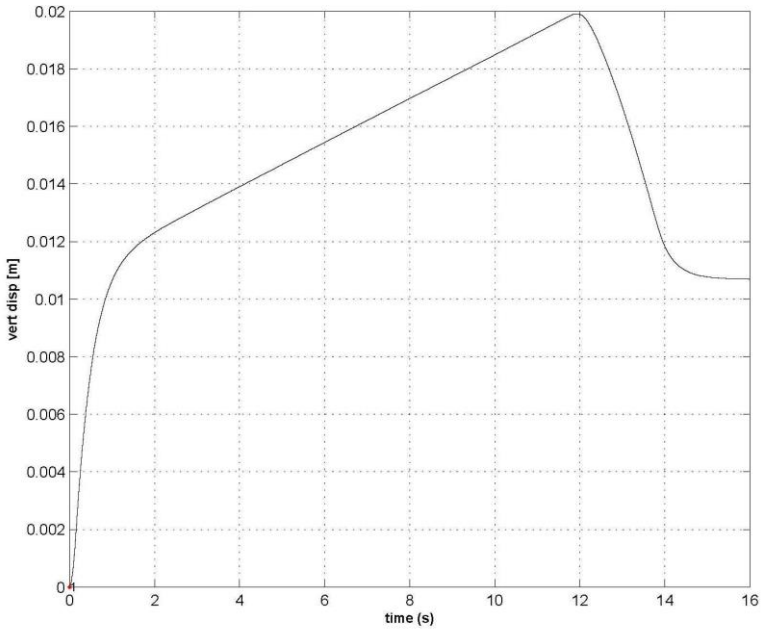
Esempio di una prova ciclica su dispositivo dissipatore VD, curva forza di reazione su movimento pistone

Il dispositivo mostra una forza risposta stabile al ripetersi dei cicli di spostamento impresso quindi esso funziona come un controllore di forza con conseguente alta dissipazione d'energia



Esempio di prova dinamica su dispositivo di vincolo dinamico STU, curva forza di reazione – tempo

Applicando la forza dinamica di progetto, il dispositivo reagisce come una molla lineare fino al raggiungimento del carico, mantenendo poi il carico costante per un tempo predefinito, il dispositivo si comporta ancora in modo lineare con una rigidezza diversa.



MATERIALI

I componenti strutturali dei dispositivi Agom H-Safe sono realizzati in acciai ad alta resistenza in accordo agli standard internazionali, le parti soggette ad usura e a contatto con le guarnizioni di tenuta idrauliche sono cromate o realizzate in acciaio inossidabile in funzione delle specifiche progettuali.

Tutte le parti esposte sono protette dalla corrosione con un ciclo di verniciatura omologato e conforme ai requisiti della norma EN1337-9 relativa agli appoggi strutturali.

TARGHETTA IDENTIFICATIVA

Tutti i dispositivi Agom H-SAFE sono provvisti di targhette metalliche che in dettaglio evidenziano:

- tipo di dispositivo
- forza massima
- massimo spostamento
- numero ordine
- data di produzione

DISPOSITIVI H-SAFE ACCOPPIATI CON APPOGGI

Per risolvere problemi di posizionamento e facilitarne l'installazione, i dispositivi sia STU che VD possono essere accoppiati agli appoggi per realizzare un apparecchio compatto ed efficiente.

Questa soluzione permette di impiegare il dispositivo idraulico nella stessa posizione in cui sono previsti gli appoggi senza ricorrere a sistemi di ancoraggio aggiuntivi e di ottenere appoggi in grado di trasferire i carichi verticali e quelli orizzontali in direzione parallela all'asse dei dispositivi idraulici con il funzionamento tipo STU o VD.

AGOM®
IDEAS, ENGINEERING AND MANUFACTURE

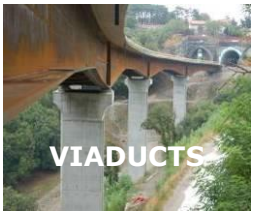
DA 50 ANNI PROGETTIAMO E PRODUCIAMO APPARECCHIATURE PER LE INFRASTRUTTURE, L'OFFSHORE E L'INDUSTRIA

Appoggi ponte
- Appoggi elastomerici
- Appoggi in acciaio e PTFE tipo POT
- Appoggi sferici
- Appoggi per il varo incrementale
- Appoggi per carichi orizzontali
- Appoggi speciali

Isolatori Sismici
- Isolatori ad elevato smorzamento
- Isolatori con nucleo di piombo
- Appoggi elastomerici multistrato
- Shock transmitters
- Assorbitori d'urto
- Smorzatori elastomerici

Giunti di dilatazione
- Giunti elastomerici
- Giunti per grandi dilatazioni
- Giunti a pettine
- Giunti sottopavimentazione
- Giunti ferroviari

Servizio
- Progettazione
- Consulenza
- Assistenza in cantiere
- Installazioni
- Tests
- Ispezioni



AGOM INTERNATIONAL SRL Via Mesero, 12 – 20010 Ossona (MI) - Italy
Tel.: +39 02 9029111 – FAX: +39 02 9010201 www.agom.it - e-mail: agom@agom.it

ACCREDIA L'ENTE DI ACCREDITAMENTO

UNI EN ISO 9001:2015
CERTIQUALITY
SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ CERTIFICATO

CERTIQUALITY È MEMBRO DELLA FEDERAZIONE CISQ

CE