IDEAS, ENGINEERING AND MANUFACTURE

# DISSIPATEURS VISQUEUX (VD)

# DISPOSITIFS DE CONTRAINTE DYNAMIQUE (STU)

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

0014ENG Rev 04 01/02/2017

Dispositifs hydrauliques H-SAFE

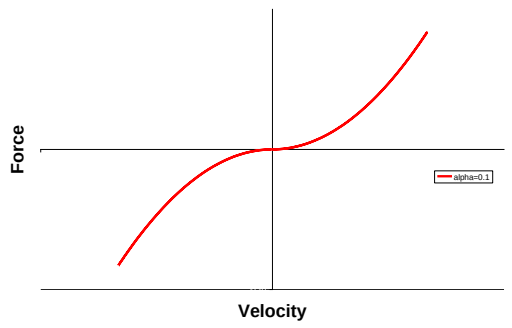
## DISPOSITIFS HYDRAULIQUES

Les dispositifs hydrauliques sont constitués d'un cylindre rempli de fluide de silicone et d'un piston mobile en son enceinte. En ajustant l'écoulement du fluide d'une chambre à l'autre du cylindre, il est possible d'obtenir le diagramme de réponse du dispositif. Celui-ci répond à un mouvement relatif entre deux points d'une structure avec une loi de réponse, fonction de leurs vitesses relatives.
Les caractéristiques du fluide doivent être stables dans le temps afin d'assurer la durée du dispositif. Les joints d'étanchéité doivent assurer qu'il n'y ait pas de fuite à basse pression (qui sont à l'intérieur du cylindre pendant le normal fonctionnement quotidien) et de résister aux fortes pressions que l'on a dans le cas de mouvement dynamique (tremblement de terre, vent ou d'autres actions dynamiques sur la structure).
En général, le dispositif est relié à la structure au moyen de joints sphériques, capables d'assurer des tolérances de positionnement au moment de l'installation, la rotation de la structure durant l'exercice et d'éviter des moments de flexion parasites.
Les dimensions des dispositifs sont dues à la force et au mouvement du projet. En particulier celui peut conduire à une dimension axiale importante qui devrait être prise en considération dans la conception de la structure afin de permettre l'installation.
Les dispositifs hydrauliques peuvent être utilisés sur les ponts et sur des structures civiles en points appropriés où l'on peut avoir des mouvements et vitesses relatives en mesure d'activer le fonctionnement.
En général, les dispositifs hydrauliques répondent à une loi de réponse dépendant de la vitesse: ils peuvent fonctionner comme dispositifs de contrôle de déplacement (STU = dispositifs de contraintes dynamiques) ou de contrôle de force (VD = amortisseurs visqueux)

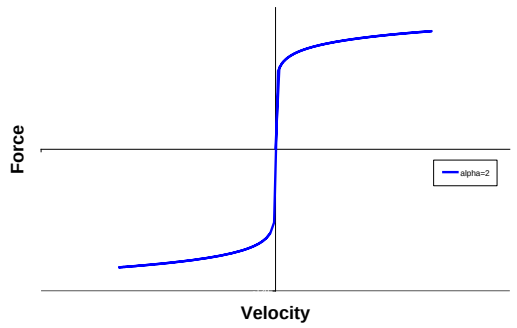
Les dispositifs STU contrôlent les mouvements dynamiques en transmettant la force de l'appareil; le dispositif permet donc de changer le schéma de contrainte d'une structure partant de la condition statique à celle dynamique. Un exemple typique est un pont où la force longitudinale est normalement transmise à partir d'un point fixe dans l'état statique d'exercice ; dans cet état, les dispositifs hydrauliques doivent fournir une réaction négligeable pour la vitesse de mouvement très faible en raison des changements de température ou des phénomènes irréversibles tels que le retrait et le fluage. Dans le cas des effets dynamiques, tandis que, les dispositifs doivent réagir en transférant les forces de conception d'une intensité considérable. Si un concepteur, donc, veut transférer les forces dynamiques de manière uniforme le long du pont, une bonne règle est que le système (dispositif STU) présente une rigidité très similaire dans toutes les positions dans laquelle on souhaite transférer la charge dynamique.

L'amortisseur visqueux (VD) contrôle la force ; pour les mouvements lents, il fonctionne comme le type STU avec une force de réaction négligeable ; en cas de mouvement rapide, il atteint la force de conception maintenant stable et en permettant le mouvement résultant à l'action de cette force afin de dissiper l'énergie imposée à la structure par l'action externe (tremblement de terre, vent, etc...). Le dispositif permet de réduire et de contrôler les forces à l'intérieure de la structure et d'atténuer les vibrations et accélérations pour effet de l'amortissement résultant par la dissipation d'énergie.

Un autre type d'amortisseurs hydrauliques peut également garantir une réponse de type plastique rigide : ils sont fixés jusqu'à atteindre une force prédéfinie et permettent le mouvement avec une dissipation d'énergie conséquente. Dans ce cas, le dispositif fonctionne comme une connexion fixe pour les conditions de service et devient un dissipateur en condition dynamique.




*Réponse du dispositif STU : force - vitesse*




*Réponse du dispositif VD : force - vitesse*

## DISSIPATEURS VISQUEUX

Les dissipateurs visqueux peuvent être installés dans des structures à base fixe ou isolée. Ils peuvent garantir un niveau d'amortissement visqueux équivalent supérieur à 50%, permettant de contrôler la force de réaction et de limiter considérablement les contraintes dans la structure en cas de séismes de forte intensité.

Les dispositifs fournissent une réponse stable dans la plage de vitesse nominale de conception ; pour les mouvements lents, ils réagissent en transmettant une force de faible intensité ou restent bloqués jusqu'à atteindre une force prédéfinie.

Ces dispositifs peuvent également être utilisés pour amortir les vibrations dues au vent dans des structures hautes ou des tours en empêchant des dommages structurels, et d'augmenter le confort des occupants.

La loi typique de réponse des dissipateurs visqueux (VD) est la suivante :

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

où:

- $F_{dumper}$ = force de réponse du dispositif (kN)
- C = coefficient d'amortissement (kN*sec/mm)
- V = vitesse (mm/sec)
- $\alpha$= exposant de la vitesse (typiquement $0.1 \leq \alpha \leq 1.0$)

Les dispositifs sont compacts, permettent une large série de connexion à la structure, dissipent une grande quantité d'énergie ; Le résultat est une plus grande sécurité du travail effectué et ils assurent un fonctionnement correct aussi après les événements d'une intensité exceptionnelle.

Les dissipateurs hydrauliques visqueux réduisent les efforts et les déformations car la force due au dispositif en fonction de la vitesse est en opposition de phase avec les efforts (principalement en raison des déplacements relatifs). En considérant, en effet, une structure pendant un tremblement de terre, l'effort est maximal quand les éléments résistants atteignent le déplacement maximal, c'est également l'instant où le mouvement s'inverse pour revenir à la position d'origine. Si vous utilisez un dissipateur visqueux, la force d'amortissement est négligeable à l'inversion du mouvement parce que la vitesse est pratiquement nulle ; dès que la structure commence à retourner à sa position initiale, la force d'amortissement augmente et devient maximale au passage par la position initiale à laquelle la vitesse est maximale, et l'effort dans les éléments de structure est minime. Le comportement ci-dessus permet de minimiser les efforts et atténuer les vibrations de la structure.

La réponse des amortisseurs visqueux peut être modélisée dans de nombreux software qui permettent l'analyse du comportement dynamique des structures au moyen d'éléments « ad hoc » en mesure de mettre en œuvre la loi de l'opération de l'amortisseur. En effectuant l'analyse dynamique de la structure on peut évaluer l'effet bénéfique des dispositifs en termes de réduction des forces et d'obtenir le déplacement de projet des dissipateurs.

Pour le projet d'un dissipateur hydraulique visqueux, les données d'entrée que le concepteur doit fournir sont :

- Force maximale que le dispositif doit transmettre pendant le fonctionnement dynamique
- Déplacement de conception maximale (dynamique plus statique dû à la variation de température et aux phénomènes irréversibles comme les fissures, le retrait etc.)
- Droit de réponse requis (exposant $\alpha$ et vitesse de conception maximale)
- Espace disponible pour l'installation
- Pour les ponts, position d'installation (entre la colonne portante et le pont ou entre le tablier et le coule)

**Avantages**

- Réduction de mouvement et des efforts de la structure pendant un tremblement de terre ou vent d'intensité élevée.
- Série complète d'application, avec possibilité d'obtenir des niveaux de force et de déplacements adaptés pour différentes applications (ponts, bâtiments, édifices, toitures, etc.)
- Installation simple grâce à l'utilisation des broches et des plaques d'ancrage
- Modélisation facile avec codes de calcul numérique
- Contrôle et entretien simples
- Stabilité au fil du temps

## *DISPOSITIFS DE CONTRAINTE DYNAMIQUE*

Les dispositifs de contraintes dynamiques peuvent être utilisés pour le contrôle passif des mouvements de structures soumises à des actions sismiques ou au vent de grande intensité.
Ils (les dispositifs sont similaires au dissipateur visqueux) permettent les mouvements à vitesse basse ; quand, le mouvement est rapide les dispositifs se comportent comme une contrainte rigide qui transmet la force due à l'empêchement du mouvement. A la fin de l'action dynamique ils retournent à l'état initial permettant des mouvements lents (due par exemple à la variation de la température) avec une réaction négligeable et ils s'activent de nouveau dès qu'il y a un phénomène dynamique.

Les composants mécaniques du dispositif de contrainte dynamique (STU) sont les mêmes du dissipateur, mais le système hydraulique qui règle le mouvement du piston est différent.

Quand le dispositif est activé, il freine le mouvement avec une augmentation conséquente de la force transmise ; le dispositif (contrairement au dissipateur) ne dispose pas d'un déplacement élevé dans le fonctionnement dynamique et ne dissipe pas d'énergie de manière significative.

La loi typique de réponse du dispositif de contrainte dynamique (STU) est la suivante :

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

où:

- $F_{STU}$ = Force de réponse du dispositif (kN)
- C = coefficient d'amortissement (kN*sec/mm)
- V = vitesse (mm/sec)
- $\alpha$= exposant de la vitesse (typiquement > 2)

Le dispositif de contrainte visqueux dynamique (STU) est généralement caractérisé par la vitesse à laquelle peut se transmettre le mouvement et force de conception.

La vitesse de fonctionnement (par exemple due à la variation de température) est inférieure à la vitesse à laquelle le dispositif doit bloquer le mouvement. Normalement pour vitesse (v minor de 1mm/sec) le dispositif réagit avec un force inferieure du 10% de quelle maximale pour ne pas transmettre forces parasites significatives à la structure

Pour la conception d'un dispositif hydraulique, de contrainte visqueux dynamique, les données d'entrée que le concepteur doit fournir à **AGOM** sont :

- Force maximale que le dispositif doit transmettre pendant le fonctionnement dynamique.
- Déplacement de projet maximal (dynamique plus statique dû à la variation de température et aux phénomènes irréversibles comme les fissures, le retrait, etc.)
- Déplacement maximal pour le blocage des dispositifs (ou rigidité du dispositif)
- Espace disponible pour l'installation
- Pour ponts, position d'installation (entre colonne portante et le tablier ou entre le tablier et le coule)

## Avantages

- Possibilité de contrôler le déplacement de la structure pendant forces dynamiques comme le tremblement de terre, vent, freinage des véhicules.
- Possibilité d'optimiser la transmission des forces dynamiques à l'intérieure de la structure et de varier la configuration de contrainte de la condition statique à quelle dynamique.
- Série complète d'application avec possibilité d'obtenir des niveaux de force et de déplacements adaptes pour différentes applications (ponts, bâtiment, tours, couverture, etc.)
- Entretien simple grâce à l'utilisation des broches et des plaques d'ancrage
- Modélisation facile avec codes de calcul numérique
- Contrôle et entretien simples
- Stabilité au fil du temps

### *Directives pour la conception d'une structure équipée avec dispositifs Agom H-Safe*

Le but de cette section est de montrer une ligne directrice simple, pour la conception des structures qui prévoient l'utilisation de dispositifs hydrauliques **AGOM H-Safe**, la procédure de conception peut se résumer dans les points suivants :

1. Définition du dispositif hydraulique à utiliser (VD ou STU). Les dispositifs VD conviennent pour la dissipation de l'énergie avec des mouvements résultants et ils permettent de contrôler la force. Les dispositifs STU sont adaptés pour le transfert des forces en bloquant les mouvements, et ils permettent de changer le schéma de contrainte de la condition statique à celle dynamique en contrôlant les mouvements.

2. Calcul de la force, du mouvement et de la vitesse pour l'effet de forçage du dispositif au moyen de l'analyse dynamique non linéaire en utilisant des codes de calcul aux éléments finis capables de modéliser la réponse du dispositif.

3. Définition des paramètres de fonctionnement du dispositif, par exemple : la force maximale de réaction pour le mouvement lent (la valeur typique est inférieure à 10% de celle de la force maximale), le mouvement dû à la variation de la température, le fluage, retraite, etc.

4. Définition du type de connexion à la structure : connexion axiale entre le coulée et le pont (exemple figure ou pour connexion à couple entre la colonne portante et le pont : figure 1)

5. Préparation de la table de résumé de la performance requise avec la définition des paramètres indiqués dans les paragraphes précédents 2, 3 et 4

6. En utilisant les dessins fournis par Agom, la conception de l'interface avec la structure comme : l'espace pour l'installation du dispositif, des sièges appropriés pour le positionnement des barres d'ancrage, armure pour transférer la charge, un espace suffisant pour l'installation, futures inspections et le remplacement éventuel du dispositif.

Figure 1

*Dispositif H-Safe : connexion coupe-flexion entre tablier et la structure de soutien*

Figure 2

*Dispositif H-Safe : connexion axiale entre la colonne et tablier*

Les dispositifs hydrauliques sont également utilisés pour la protection sismique des structures civiles (bâtiments et / ou cabanon), ils permettent de dissiper une partie de l'énergie due au tremblement de terre (dissipateurs visqueux) ou pour transférer dans les nœuds appropriés capables de les absorber (dispositif de contrainte dynamique). Dans le premier cas, pour pouvoir dissiper l'énergie, il est nécessaire de permettre le déplacement relatif entre deux points qui tiennent le dissipateur, dans le second cas le déplacement relatif est négligeable, mais le dispositif de contrainte dynamique n'atténue pas la force sismique, mais transmet en agissant comme un « frein dynamique » pendant le tremblement de terre.

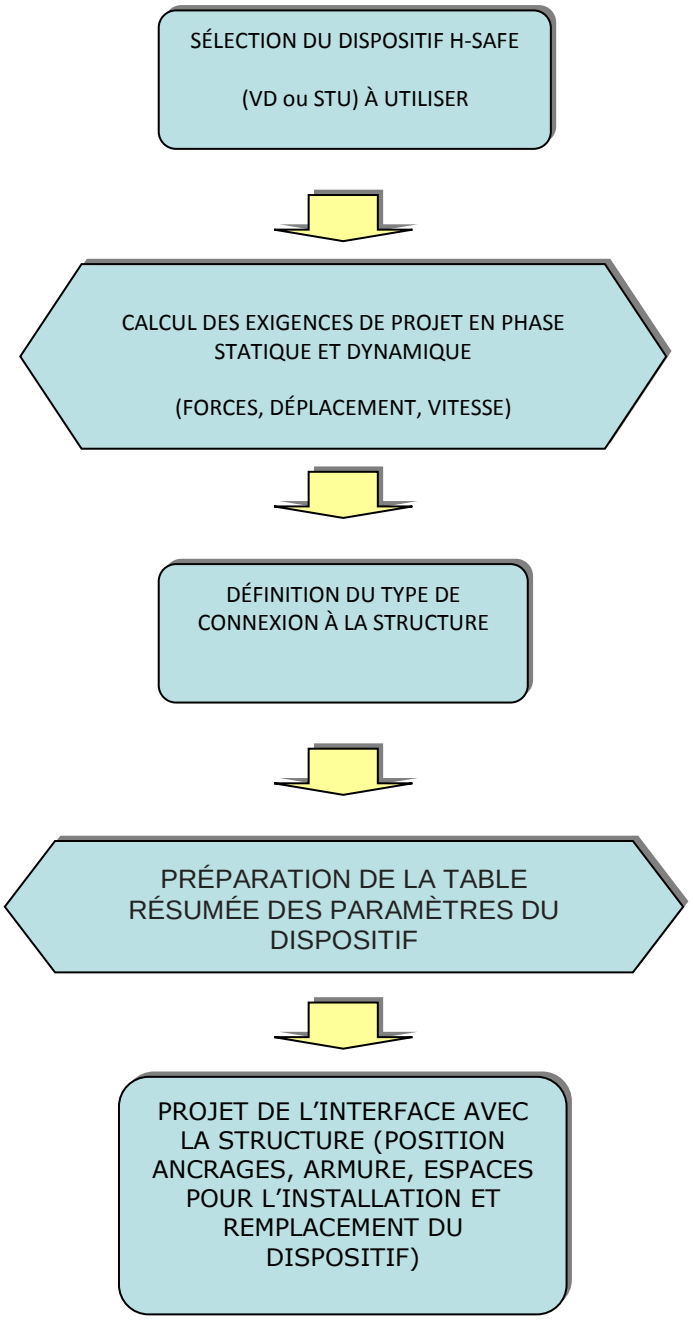
Un exemple de mise à niveau sismique au moyen de dispositifs de contrainte dynamique est représenté dans les figures suivantes. La structure est un hangar avec une couverture à « shed », les dispositifs utilisés au niveau de la couverture transfèrent la force sismique à nouveau en béton.

Les performances, les comportements, les caractéristiques techniques et mécaniques des matériaux utilisés pour la production des isolateurs **AGOM E-Safe** répondent complètement aux exigences des normes internationales telles que la norme italienne **NTC2008**, Euro codes **EN1998-1** et **EN 1998-2**, la Code européenne sur les équipements sismiques**EN15129**.

Pour chaque projet, les ingénieurs **AGOM** dimensionnent les dispositifs « ad hoc » pour optimiser leurs coûts et celui des essais requis par les règlements.

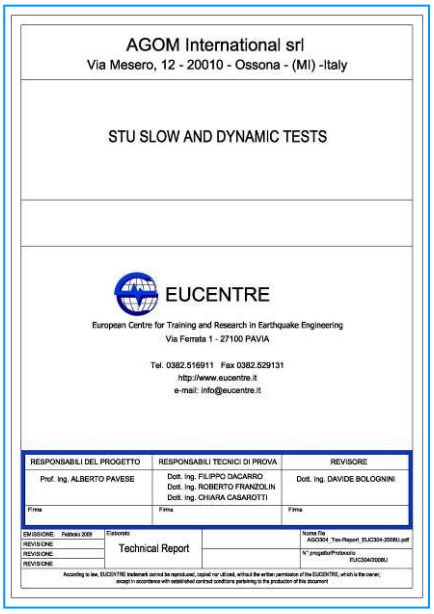
***OJET D'UNE STRUCTURE AVEC DISPOSITIFS HYDRAULIQUES***

***AGOM H-SAFE***



### *Essais expérimentaux et certification*

Tous les essais expérimentaux sur les dispositifs AGOM H-Safe sont effectués dans des laboratoires externes et reconnus. Ceux-ci vérifient la réponse des dispositifs selon les spécifications de conception et selon les normes internationales.



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<br>Dott. Ing. ROBERTO FRANZOLIN<br>Dott. Ing. CHIARA CASAROTTI | Dott. Ing. DAVIDE BOLOGNINI |
| Firma | Firma | Firma |

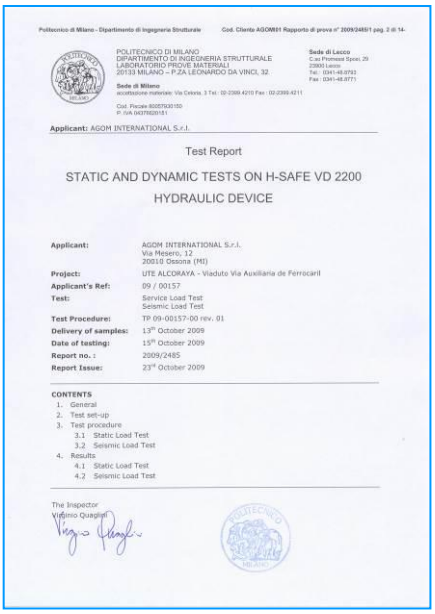
EMISSIONE: Febbraio 2009
REVISIONE:
REVISIONE:
REVISIONE:
Elaborato: Technical Report
Nome file: AGO3304_Test-Report_EUC3304-2008U.pdf
N° progetto/Protocollo: EUC3304/2008U

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

STU ESSAI DE CHARGE IMPULSIVE

Dispositif STU essayé au laboratoire EUCENTRE à Pavia

VD ESSAI DYNAMIQUE CYCLIQUE



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 00776820151

Sede di Lecco
C.so Promessi Sposi, 29
23900 Lecco
Tel.: 0341-48.9793
Fax: 0341-48.9771

**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 Ausiliaria 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

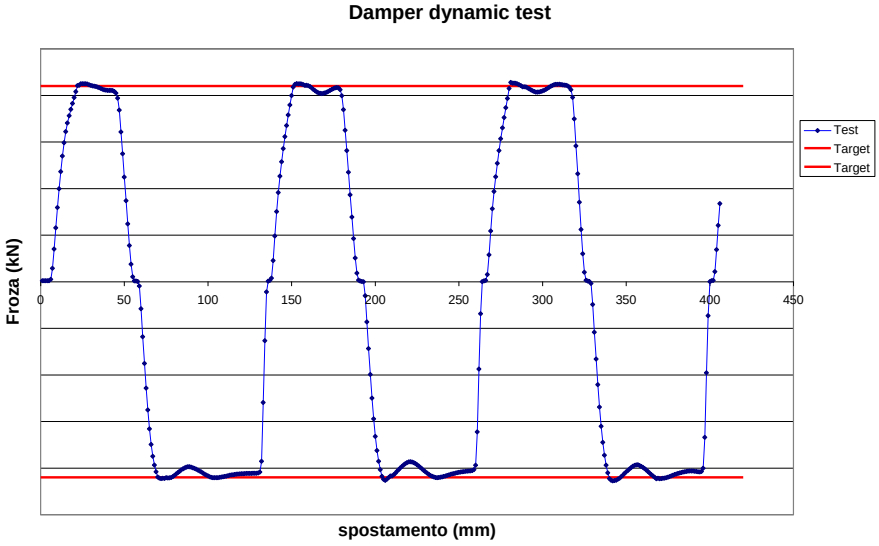
**CONTENTS**
1. General
2. Test set-up
3. Test procedure
   3.1 Static Load Test
   3.2 Seismic Load Test
4. Results
   4.1 Static Load Test
   4.2 Seismic Load Test

The Inspector
Virginio Quaglini

Dispositif VD essayé au laboratoire du Politecnico de Milan

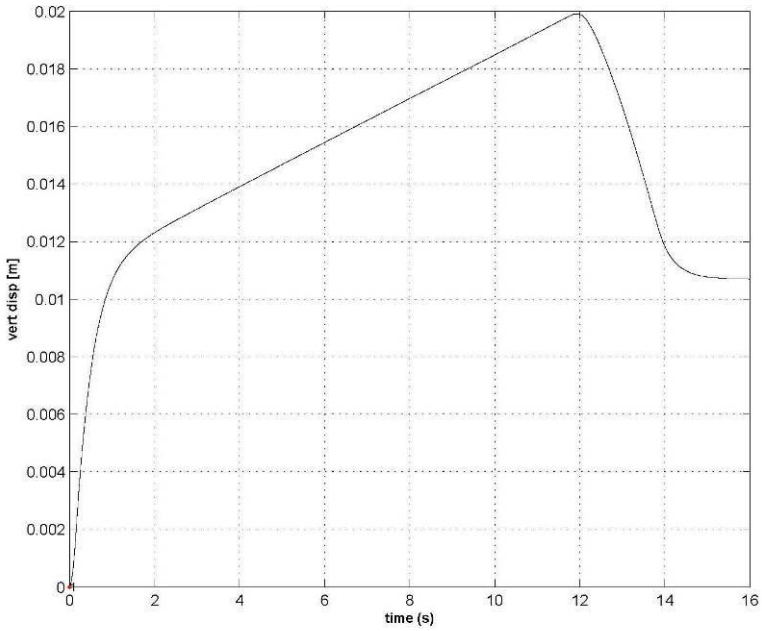
Exemple d'essai cyclique sur un dispositif dissipateur **VD**, diagramme force de réaction - mouvement du piston.

Le dispositif présente une force de réaction stable à la répétition des cycles de déplacement imprimé, donc il fonctionne comme un régulateur de force avec une dissipation d'énergie élevée.




Exemple d'essai dynamique sur un dispositif de contrainte dynamique STU, diagramme force de réaction - temps

En appliquant la force dynamique de projet, le dispositif réagit comme un ressort linéaire jusqu'à la réalisation de la charge, en maintenant la charge constante pour un temps prédéterminé, le dispositif se comporte de manière linéaire avec une rigidité différente.



## MATERIAUX

Les composants structurels des dispositifs **AGOM H-Safe** sont faits en aciers à haute résistance en accordance avec les normes internationales, les pièces susceptible d'usure et en contact avec les joints hydrauliques sont chromés ou réalisés en acier inoxydable en fonction des spécifications de conception.
Toutes les pièces exposés sont protégés contre la corrosion avec un cycle de peinture approuvé et conforme aux exigences de la règle **EN1337-9** relatives aux appuis structurels.

## PLAQUE D'IDENTIFICATION

Tous les dispositifs **AGOM E-Safe** ont des plaques métalliques avec les détails tel que :

- type de dispositif
- force maximale
- déplacement maximal
- numéro de commande
- date de fabrication

## *DISPOSITIFS H-SAFE COUPLÉS AVEC APPUIS*

Pour résoudre les problèmes de positionnement et faciliter l'installation, les dispositifs **STU** et **VD** peuvent être assemblés avec appuis pour réaliser un dispositif compact et efficace.

Cette solution permet l'utilisation du dispositif hydraulique dans la même position dans laquelle les appuis sont fournis, sans faire recours au système d'ancrage supplémentaire et d'obtenir des appuis qui peuvent transférer les charges verticales et horizontales dans une direction parallèle à l'axe des dispositifs hydrauliques avec fonctionnement Type **STU** ou **VD.**

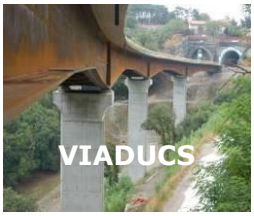
## 50 ANS D'ESPÉRIENCE DANS LA CONCEPTION ET PRODUISON DES DISPOSITIFS POUR LES INFRASTRUCTURES, LES CONSTRUCTIONS ET LES INDUSTRIES.

**Appuis pour pont**
- Appuis élastomères
- Appuis en acier et PTFE type POT
- Appuis sphériques
- Appuis pour le lancement
- Appuis pour les charges horizontales
- Appuis spéciaux

**Isolateurs sismiques**
- Isolateurs haut d'amortissement
- Isolateurs avec noyau de plomb
- Appuis élastomères multicouche
- Transmetteurs de shock
- Amortisseurs élastomères

**Joints de dilatation**
- Joints élastomères
- Joints pour grandes expansions
- Joints métal
- Joints tampons sous l'asphalte
- Joints ferroviaires

**Service**
- Conception
- Conseils
- Assistance sur place
- Installations
- Tests
- Inspections



**AGOM INTERNATIONAL SRL con Socio Unico** 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 9001:2008
CERTIQUALITY
SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ CERTIFICATO

CERTIQUALITY È MEMBRO DELLA FEDERAZIONE CISQ

CE