



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

DOCUMENTO DE HOMOLOGAÇÃO (AGRÉMENT TECHNIQUE)

Agrément de nouveaux matériaux et procédés de construction

EUROPOFIX – Sistemas de Fixação em Inox, S.A.
Travessa das Telheiras, 108
4905-456 Barrocelas
Viana do Castelo
tel.: (+351) 25 877 26 21
fax: (+351) 25 877 26 94
e-e: europofix@scars.mail.pt
http://europofix.pt

PATA MECÂNICA – PR SYSTÈME DE FIXATION POUR BARDAGES EN PIERRE NATURELLE

DH 951 (version en français)

CI/SfB

(41) Re (Ajs)

CDU

693.695:691.21

ISSN

0870-2063

SYSTÈME DE FIXATION POUR
REVÊTEMENT EN PIERRE
SISTEMA DE FIXAÇÃO DE PLACAS
DE PEDRA
CLADDING STONE FIXINGS

MAI 2021

Le document correspond à la traduction du document original délivré en portugais.
La validité de ce DH doit être vérifiée au site du LNEC (www.lnec.pt).

DÉCISION D'AGRÉMENT

Cet Agrément Technique, préparé selon les conditions prévues par l'article 17^{ème} du *Regulamento Geral das Edificações Urbanas* (Règlement Général des Bâtiments Urbains), tel que modifié par le décret-loi n.º 50/2008, du 19 mars, définit les caractéristiques et établit les conditions d'exécution et d'utilisation du système de fixation PATA MECÂNICA – PR pour bardages en pierre naturelle pour le revêtement de murs, produit par l'entreprise EUROPOFIX – Sistemas de Fixação em Inox, S.A..

Le Laboratoire Nationale d'Ingénierie Civile (LNEC) émet un avis technique favorable sur le système de fixation PATA MECÂNICA – PR, décrit à la section 1 de ce Document, tant que les conditions suivantes soient vérifiées:

- la société EUROPOFIX – Sistemas de Fixação em Inox, S.A., maintien des conditions de production constantes, notamment à travers le contrôle de la production en usine, résumé à la section 3;
- le champ d'application du système de fixation respecte les règles décrites à la section 2;
- la réalisation et la maintenance en oeuvre du système de fixation respectent les règles décrites respectivement aux sections 5 et 6;
- la vérification de la sécurité des ancrages est conforme aux dispositions de l'article 9.

L'utilisation de ce système est aussi soumise aux dispositions applicables de la réglementation et de la documentation normative en vigueur.

Cet Agrément Technique est valide jusqu'au 31 mai 2024 en pouvant être renouvelé par requête effectuée en temps utile au LNEC.

Le LNEC pourra suspendre ou retirer cet Agrément Technique au cas où cela se justifie, notamment en présence de toute situation qui puisse remettre en question la manutention de la qualité du système de fixation PATA MECÂNICA – PR ou de ses composants.

Lisbonne et Laboratório Nacional de Engenharia Civil, mai 2021.

LE CONSEIL DE DIRECTION

Carlos Pina
Président

1 DESCRIPTION DU SYSTÈME

1.1 Description générale

Le système PATA MECÂNICA – PR est un système de fixation pour bardage en pierre naturelle, produit par l'entreprise EUROPOFIX – Sistemas de Fixação em Inox, S.A., avec siège et usine à Barroselas, Viana do Castelo.

Ce système permet la fixation et le support de plaques de pierre naturelle, en rendant possible la réalisation de revêtement extérieurs de façades ventilées, à condition qu'il y ait un support suffisamment résistant et stable. Dans ce but, les supports en béton d'une classe de résistance à la compression minimale C12/15 sont généralement considérés comme appropriés.

Le système est conçu pour pouvoir être utilisé sur des façades à plans irréguliers, car il permet une régulation de la distance entre le support et l'axe de fixation. Bien que conçu pour des revêtements extérieurs, le système peut également être utilisé pour des revêtements intérieurs.

À l'exception de l'écrou fixe M_{10} , qui est généralement en acier inoxydable X8CrNiS 18-9 (AISI 303), tous les éléments qui composent le système sont, en général, en acier inoxydable X5CrNi 18-10 (AISI 304), et peuvent également être réalisés avec un autre acier inoxydable ayant une résistance à la corrosion au moins équivalente à celle de cet acier, à savoir, l'acier inoxydable X2CrNi 18-9 (AISI 304L).

Pour utiliser le système dans les zones où l'environnement est plus agressif, comme des zones industrielles ou à haut niveau de pollution, ainsi que dans des bâtiments situés sur une zone côtière de 5 km de large, l'entreprise produit également tous les éléments du système en acier inoxydable X5CrNiMo 17-12-2 (AISI 316), étant nécessaire, dans ces zones, l'utilisation d'éléments réalisés avec ce type d'acier.

Les pourcentages d'éléments chimiques qui classent les aciers sont définis dans la norme NP EN 10088-1: 2014.

1.2 Constitution et caractéristiques principales du système de fixation et autres composants du revêtement

1.2.1 Système de fixation

Le système de fixation PATA MECÂNICA - PR se compose d'une plaque métallique avec section de 30 mm × 3 mm, appelée «corp du système», dans laquelle est inséré un écrou M_{10} , qui fait tourner l'essieu réglable (tige de support) (Figure 1). Cet essieu permet le réglage, en déplaçant la pierre à plus loin ou à plus proche du support.

Les caractéristiques géométriques du système sont définies dans la Figure 2 et le Tableau 1.

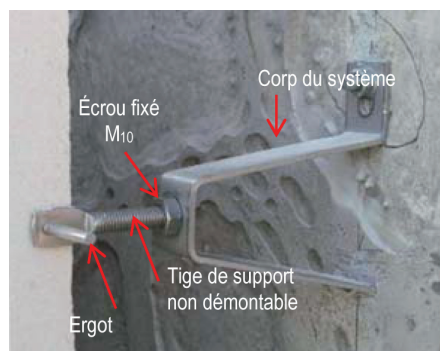


Figure 1 – Éléments du système de fixation PATA MECÂNICA - PR

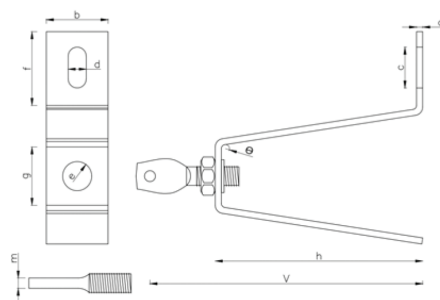


Figure 2 – Caractéristiques géométriques du système de fixation PATA MECÂNICA - PR

TABLEAU 1

Caractéristiques géométriques du système de fixation PATA MECÂNICA - PR

| Désignation | Tige de support | h (mm) | V_{min} (mm) | V_{max} (mm) | a (mm) | b (mm) | c (mm) | d (mm) | e^* (mm) | f^* (mm) | g^* (mm) | m (mm) | θ (°) |
|-------------|-----------------|-------------|-------------------|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|
| PR3 H10 | M 10 × 50 | 10 ± 2 | 35 ± 5 | 55 ⁺¹ ₋₅ | 3 ± 0,1 | 30 ± 0,2 | 20 ± 0,2 | 9 ± 0,1 | 14 ± 0,1 | 35 ± 0,2 | 30 ± 0,2 | 3,5 ± 0,2 | 8,7 ± 0,25 |
| PR3 H15 | | 15 ± 2 | 40 ± 5 | 60 ⁺¹ ₋₅ | | | | | | | | | |
| PR3 H20 | | 20 ± 2 | 45 ± 5 | 65 ⁺¹ ₋₅ | | | | | | | | | |
| PR3 H30 | | 30 ± 2 | 55 ± 5 | 75 ⁺¹ ₋₅ | | | | | | | | | |
| PR3 H40 | M 10 × 60 | 40 ± 2 | 65 ± 5 | 95 ⁺¹ ₋₅ | | | | | | | | | |
| PR3 H50 | | 50 ± 2 | 75 ± 5 | 105 ⁺¹ ₋₅ | | | | | | | | | |
| PR3 H60 | | 61 ± 2 | 86 ± 5 | 116 ⁺¹ ₋₅ | | | | | | | | | |
| PR3 H70 | M 10 × 70 | 71 ± 2 | 96 ± 5 | 136 ⁺¹ ₋₅ | | | | | | | | | |
| PR3 H80 | | 81 ± 2 | 106 ± 5 | 146 ⁺¹ ₋₅ | | | | | | | | | |
| PR3 H90 | | 91 ± 2 | 116 ± 5 | 156 ⁺¹ ₋₅ | | | | | | | | | |
| PR3 H100 | | 101 ± 2 | 126 ± 5 | 166 ⁺¹ ₋₅ | | | | | | | | | |
| PR3 H110 | | 111 ± 2 | 136 ± 5 | 176 ⁺¹ ₋₅ | | | | | | | | | |

* Caractéristiques géométriques fournies par l'entreprise.

Pour établir la connexion du système de fixation avec les plaques de pierre, un ergot cylindrique avec une butée à centrage automatique est utilisé. L'ergot cylindrique est enveloppé, à l'extrémité inférieure, par un manchon en polychlorure de vinyle (PVC). Le manchon est fermé à une extrémité et est insérée dans le trou de la plaque de pierre de façon à accommoder la dilatation de l'ergot cylindrique et empêcher la pénétration de la colle/résine et le possible blocage du système (Figure 3).

Les caractéristiques géométriques de ces éléments sont définies dans les Figures 4 et 5 et le Tableau 2 et 3.

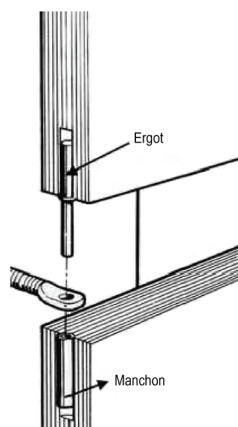


Figure 3 – Mode de placement de l'ergot et du manchon de coulissement

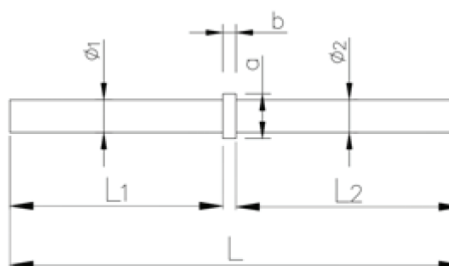


Figure 4 – Caractéristiques géométriques de l'ergot



Figure 5 – Caractéristiques géométriques du manchon en PVC

TABLEAU 2

Caractéristiques géométriques de l'ergot

| Désignation | Ø ₁ mm | Ø ₂ mm | L mm | L ₁ mm | L ₂ mm | a mm | b mm |
|--------------------|----------------------|----------------------|----------|----------------------|----------------------|-----------|-----------|
| Ergot 5 × 67 mm | 5,0 ± 0,1 | 5,0 ± 0,1 | 67,3 ± 2 | 34,0 ± 1 | 31,0 ± 1 | 5,8 ± 0,1 | 2,3 ± 0,1 |

TABLEAU 3

Caractéristiques géométriques du manchon

| Désignation | Ø _{ext.} mm | Ø _{int.} mm | L mm |
|----------------|-------------------------|-------------------------|------------|
| Manchon en PVC | 7,0 ± 0,1 | 5,5 ± 0,5 | 38,0 ± 1,5 |

L'insertion de ces éléments dans les trous des plaques de pierre doit être remplie de mastic neutre et flexible dans l'une des plaques et avec le manchon dans la plaque adjacente. Le fabricant recommande d'utiliser le mastic MAPESIL LM, du fabricant MAPEI, ou un autre aux caractéristiques équivalentes; le mastic à utiliser doit être conforme à la normalisation existante.

1.2.2 Fixation du système au support

Le système est fixé au support à l'aide d'une cheville à expansion avec contrôlé de torsion, pour utilisation en structure béton, en acier inoxydable X5CrNiMo 17-12-2 (AISI 316), avec des caractéristiques géométriques et mécaniques adaptées aux charges auxquels il sera soumis, calculées conformément à la réglementation en vigueur.

La cheville de fixation à utiliser ne fait pas partie du système examiné, mais elle doit cependant être couverte par un Agrément Technique ou une Evaluation Technique Européenne (ETA), prouvant ces caractéristiques.

Le fabricant recommande l'utilisation des chevilles S-KAH 8/10 × 72, du fabricant SORMAT, ou équivalentes, à condition qu'elles soient conformes à la réglementation en vigueur. Les caractéristiques des chevilles de fixation du fabricant SORMAT sont décrites à l'ETA-08/0173.

1.2.3 Plaques en pierre

Les pierres utilisées en bardages fixées mécaniquement doivent être homogènes et sans défauts, et toutes les plaques qui ne remplissent pas cette condition doivent être jetées.

Les pierres doivent être préalablement caractérisées, selon la normalisation applicable, afin de prouver leur aptitude à l'emploi, notamment en ce qui concerne leurs caractéristiques mécaniques, leur absorption d'eau et leur durabilité.

Le système de fixation est apte à l'emploi pour la fixation, sur des murs extérieurs et, dans des cas particuliers, également à l'intérieur, de plaques de pierre d'une surface maximale de 1 m², dont la plus grande dimension ne dépasse pas 1,40 m. Si des plaques plus grandes sont utilisées ou dont le rapport longueur/hauteur est supérieur à trois, la résistance mécanique des plaques, à savoir la résistance à la flexion, doit être vérifiée.

L'épaisseur des plaques de pierre est conditionnée par la nature de la roche et les contraintes auxquelles la dalle sera soumise, et ne doit pas être inférieure aux valeurs suivantes:

- 27 mm, dans le cas général et, sans exception, dans le cas des plaques de clivage;
- 20 mm, dans le cas de plaques découpées et à condition que les deux conditions suivantes soient aussi remplies:
 - Soient appliquées dans des zones dont la hauteur de paroi ne dépasse pas 6 m par rapport au sol de l'espace de circulation ou à la permanence des usagers (rues, couloirs, terrasses, balcons, etc.);
 - La largeur des espaces susmentionnés ne soit pas inférieure à 0,6 m.

Ces deux conditions visent à réduire les risques liés à la chute éventuelle des plaques de pierre.

Ces recommandations sont conformes à celles spécifiées dans la publication du LNEC "*Informação Técnica de Edifícios ITE 24 – Classificação e descrição geral de revestimentos para paredes de alvenaria ou betão*" et par la norme française NF P65-202-1 (NF DTU 55.2), 2014.

2 DOMAINE D'APPLICATION

L'application sur chantier de bardages en pierre naturelle à l'aide du système de fixation PATA MECÂNICA – PR suppose l'existence d'un élément de support suffisamment résistant et stable, dans lequel le système est fixé. À ce but, les supports en béton d'une classe de résistance à la compression minimale C12/15 (NP EN 206: 2013+A1: 2017) sont généralement considérés comme appropriés.

Le système ne doit être appliqué que sur des murs d'une hauteur ne surpassant pas 28 m.

Le revêtement ne doit être réalisé qu'après la plupart du retrait du béton, c'est-à-dire au moins un mois après le bétonnage, en fonction des conditions ambiantes auxquelles le béton est soumis lors du durcissement.

Dans les zones où l'environnement est plus agressif, comme les zones industrielles ou à haut niveau de pollution, ainsi que dans les bâtiments situés sur une zone côtière de 5 km de largeur, il est nécessaire d'utiliser des éléments du système en acier inoxydable X5CrNiMo 17-12-2 (AISI 316).

3 PRODUCTION ET CONTRÔLE DE LA QUALITÉ

Le système PATA MECÂNICA – PR est produit par l'entreprise EUROPOFIX – Sistemas de Fixação em Inox, S.A., avec siège et usine à Barroselas, Viana do Castelo.

Toutes les matières premières utilisées pour fabriquer le système sont accompagnées des certificats de conformité, conformément à la norme NP EN 10204: 2009, délivrés par les fournisseurs, où il est possible de vérifier leur composition chimique et leurs caractéristiques mécaniques. De plus, la société enregistre la réception de la matière première où la conformité de la commande est vérifiée, à savoir l'absence de défauts ou de signes de corrosion des éléments métalliques, et prélève un petit échantillon de la matière première. Les certificats et les fiches de réception des matières premières sont archivés et introduits dans une base de données, et les échantillons prélevés sont conservés.

Pendant tout le processus de fabrication et lors de l'emballage, un contrôle de qualité est effectué par inspection visuelle, pour assurer l'absence de défauts. De plus, lors du processus de fabrication, sont effectuées des vérifications rapides de contrôle dimensionnel à l'aide d'un pied de coulisse.

À la fin de la production de chaque lot du système, des contrôles visuels et dimensionnels sont effectués et enregistrés sur les pièces pour vérifier la conformité du lot produit. Ces enregistrements sont archivés et saisis dans une base de données.

Le réglage des machines est effectué avant la production de chaque lot. Après chaque série de 500 000 pièces produites, les pièces de forage sont remplacées.

Les produits finis sont stockés au même endroit où les pièces sont fabriquées, dans des boîtes en zinc, recouvertes à l'intérieur de toile et de peinture caoutchouc, empilées verticalement. Bien que chaque pièce ne soit pas identifiée avec le lot de fabrication, les matériaux utilisés dans chacun des composants (bobine, écrou et tige) dans chaque lot produit, sont enregistrés dans des feuilles spécifiques, qui sont déposées en usine, où sont aussi signalés la date de départ et le client, afin qu'ils puissent être suivis si nécessaire. L'emballage se fait dans un sac en polypropylène tissé.

Les conditions de fabrication du composant du système, le contrôle respectif de la production en usine, le contrôle documentaire relatif aux produits achetés à d'autres entreprises et les conditions de stockage ont été évalués par le LNEC, et ils sont considérés comme satisfaisants.

4 PRÉSENTATION COMMERCIALE

Le système de fixation PATA MECÂNICA – PR est vendu à l'unité, emballé dans des sacs, qui sont accompagnés (dans une étiquette collée) des informations suivantes: identification de la pièce, type d'acier, quantité, numéro de lot, date de départ et client. L'identification du type d'acier utilisé dans la fabrication des pièces doit également figurer sur le bon de livraison fourni au client.

Chaque envoi est accompagné d'une fiche technique qui définit, entre autres, les règles à suivre pour le montage du système.

5 MISE EN OEUVRE SUR CHANTIER

5.1 Applicateurs

L'application du système PATA MECÂNICA – PR doit être effectuée par des applicateurs avec formation spécialisée pour cet effet. L'entreprise EUROPOFIX est en mesure de fournir une liste d'applicateurs recommandés.

5.2 Recommandations générales

5.2.1 Définitions du projet

Chaque plaque de pierre est fixée avec un minimum de quatre fixations, dont deux ont une fonction de support (placées sur la face inférieure de la plaque de pierre) et les deux autres une fonction de positionnement (placées sur la face supérieure de la plaque de pierre). L'effort horizontal résultant de l'action du vent est considéré comme supporté par les quatre fixations.

L'opération de perçage des plaques de pierre doit de préférence être réalisée en usine pour garantir une exécution plus rigoureuse. L'axe des trous doit être situé à mi-épaisseur de la plaque, le diamètre doit être de 7 mm et la profondeur de perçage de 40 mm, tant du côté du support que du côté où le manchon sera placé (positionnement) (Figure 6).

La distance entre l'axe des trous et l'extrémité des plaques de pierre (d) dépend de la dimension L des pierres: L/4 (si $L \leq 0,6$ m), L/5 (si $0,6 \text{ m} < L \leq 1,0$ m) et L/6 (si $L > 1,0$ m) (Figure 7).

Le positionnement des armures et des conduits encastrés dans les murs de support doivent être pris en compte dans la conception du système de fixation, afin de ne pas endommager ces éléments-là.

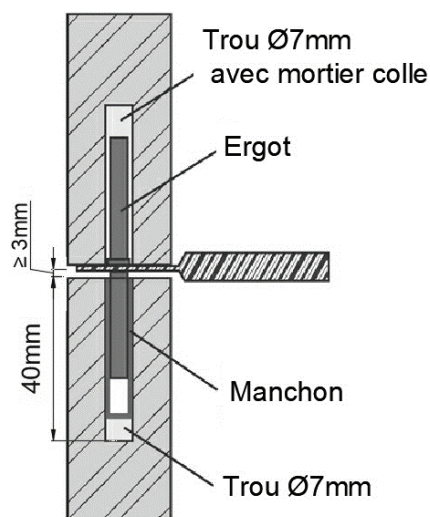


Figure 6 – Schéma de forage des plaques de pierre

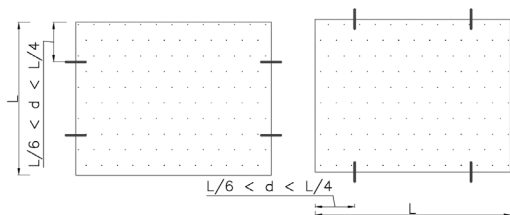


Figure 7 – Localisation du forage des plaques de pierre

5.2.2 Outils

Pour éviter tout risque de corrosion bimétallique, on ne doit pas utiliser d'outils en acier doux, en fer fondu, en aluminium ou en zinc pour la mise en oeuvre du système PATA MECÂNICA - PR.

5.3 Mise en oeuvre des plaques de pierre

5.3.1 Joints entre les plaques de pierre

Le système de fixation peut être placé dans deux types de joints: dans les joints horizontaux, auquel cas le poids de la pierre est divisé par deux supports (Figure 8) ou dans les joints verticaux, auquel cas chaque fixation supporte le poids total (moitié de chaque plaque de pierre), sauf si la plaque est adjacente à un joint de dilatation sur le côté de cette fixation (Figure 9). Dans ce dernier cas, il est nécessaire de dupliquer cette fixation, de sorte que chacun supportera la moitié du poids.

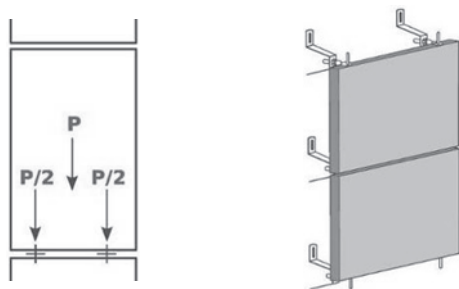


Figure 8 – Type de fixation de joint horizontal

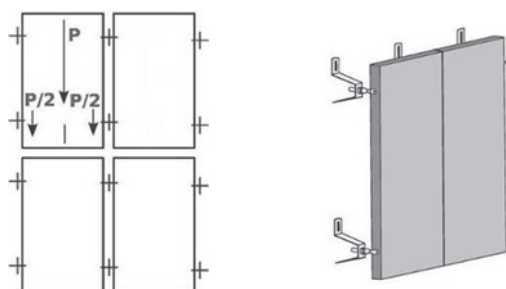


Figure 9 – Type de fixation de joint vertical

Les joints doivent être laissés ouverts afin de ne pas gêner le mouvement entre les plaques de pierre. La largeur des joints dépendra de la déformation prévue des plaques de pierre (en fonction de la taille de la plaque, le coefficient thermique linéaire de la plaque de la pierre et de l'amplitude thermique à considérer), cependant il ne doit pas être inférieure à 4 mm et au maximum il doit être 1/3 de l'épaisseur de la plaque, pouvant être réduite localement à 3 mm au niveau de l'attache (Figure 10).

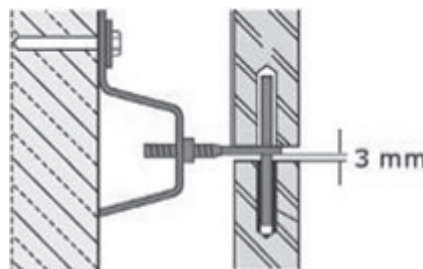


Figure 10 – Joints entre les plaques de pierre

5.3.2 lame d'air

Le processus de fixation des plaques de pierre avec ce système de fixation permet l'insertion d'un isolant thermique dans la lame d'air constituée entre le revêtement et le support. Lorsqu'il y a de l'isolant, une lame d'air d'une épaisseur d'au moins 20 mm doit être laissée entre le revêtement et l'isolant.

Dans les façades ventilées, la propagation de la combustion d'un isolant thermique à l'intérieur de la lame d'air est renforcée par l'effet de cheminée que s'y produit et qui est aggravé avec l'utilisation d'isolants combustibles d'épaisseur élevée.

Ainsi, l'utilisation d'isolation thermique dans les façades ventilées doit être conforme aux règles de sécurité incendie en vigueur. Actuellement, la loi «Portaria n. ° 1532/2008, du 29 décembre», avec la rédaction de la loi «Portaria n. ° 135/2020, du 2 juin», indique, pour les bâtiments de hauteur moyenne (9 à 28 m de hauteur), isolants thermiques avec une classe de réaction au feu au moins B-s2 d0 et pour les bâtiments de petite hauteur (inférieure à 9 m de hauteur), D-s3 d0.

Cependant, des solutions de protection complémentaires doivent être prévues à étudier en chaque cas. Ces solutions, qui ne sont pas couvertes par le présent Agrément Technique, doivent comprendre, au moins tous les deux étages, des barrières coupe-feu continues qui, en cas d'incendie, empêchent la propagation du feu à travers la couche d'isolation thermique.

5.4 Mise en oeuvre

L'application des revêtements en plaques de pierre avec le système de fixation PATA MECÂNICA - PR est réalisée selon la séquence d'opérations suivante:

1ère étape:

- Fixation des plaques d'isolant thermique au supporte, si c'est la solution prescrite par le concepteur;
- Etude de la stéréotomie du supporte et marquage des points de fixation du système. L'étude doit prévoir la coupe du revêtement chaque fois qu'il y a un joint structural et s'assurer que des fixations de la même plaque de pierre ne soient pas ancrées sur des supports de nature différente;
- Dans les cas où le forage des plaques de pierre doit être faite au chantier: ouverture de trous de 7 mm de diamètre et 40 mm de profondeur dans les plaques de pierre, pour l'introduction de l'ergot cylindrique. Nettoyer les trous dans les plaques de pierre pour éliminer les matériaux pulvérulents.

2ème étape:

- Ajuster l'appui de la première rangée de pierres de la façade;
- Couper les plaques d'isolant thermique (si c'est la solution prescrite) dans les zones où les Patas Mecânicas seront installées;

- Installer la cheville et insérer le système de fixation PATA MECÂNICA - PR, en suivant les procédures recommandées par le fabricant des chevilles de fixation et les spécifications techniques applicables:
- Percer un trou dans le support du diamètre adapté à la cheville de fixation, à l'aide d'une perceuse;
- Nettoyer les trous (en soufflant le trou avec un compresseur), afin d'éliminer les matières friables et poudreuses;
- Insérer la cheville dans le trou, à l'aide d'un marteau en acier inoxydable, si nécessaire;
- Mis en place de la Pata Mecânica, introduire la rondelle et l'écrou;
- Serrer manuellement l'écrou à son point maximum.
- Placer la pierre dans la position souhaitée;
- Nivelier le dessus de la pierre et la soutenir;
- Placer le manchon en PVC dans le trou de la plaque de pierre inférieure. À l'intérieur du trou dans la plaque de pierre supérieure, mettre du mastic compatible avec les pierres à utiliser;
- Ajuster le système à la position désirée;
- Resserer l'écrou;
- Placer l'ergot cylindrique dans sa position nominale et monter la pierre à supporter. La pièce est placée de façon à être supportée par le système de fixation correspondant;
- Effectuer le serrage final de la cheville de fixation pour compenser le desserrage dû aux opérations de réglage des joints verticaux et horizontaux;
- Placer la plaques d'isolant thermique précédemment découpées;
- Placer la pierre voisine.

5.5 Stockage sur chantier

Les éléments de fixation doivent être stockés dans des endroits protégés de l'exposition solaire excessive et des intempéries, jusqu'à leur installation sur le chantier. Le contact avec des éléments métalliques dont la nature provoque la formation d'une forte paire galvanique avec l'acier inoxydable du système, à savoir l'acier doux, la fonte, l'aluminium ou le zinc, doit être évité pour prévenir le risque de corrosion bimétallique. Le contact avec des éléments en cuivre, en bronze d'aluminium, en bronze au silicium ou en bronze phosphoreux doit également être évité.

6 MANUTENTION ET RÉPARATION

Comme recommandé pour tous les systèmes de fixation de plaques de pierre, les bardages fixés avec le système PATA MECÂNICA - PR doivent être périodiquement inspectés par des techniciens compétents pour vérifier si le revêtement a souffert dégradation, à savoir corrosion des éléments, déformation anormale du système, détérioration des plaques de pierre aux points de fixation ou autres anomalies pouvant compromettre la stabilité des revêtements.

Ces inspections doivent être effectuées avec une périodicité ne dépassant pas 5 ans.

Les éléments hautement corrosifs ou endommagés (avec fissures ou déformations) doivent être remplacés.

7 MODALITÉS DE COMMERCIALISATION ET D'ASSISTANCE TECHNIQUE

7.1 Modalité de commercialisation

L'entreprise EUROPOFIX commercialise ses produits par vente directe à l'une des entités suivantes: propriétaire, entrepreneur ou sous-traitant.

7.2 Assistance technique

L'entreprise EUROPOFIX a les conditions pour prêter de l'assistance technique sur chantier, sous demande. L'assistance technique comporte la prestation de conseils aux clients et le contrôle pendant les applications.

8 ANALYSE EXPÉRIMENTALE

8.1 Conditions d'essai

L'analyse expérimentale réalisée dans le cadre du renouvellement de l'Agrément Technique a été effectuée au LNEC, et est décrite dans le rapport «*Estudo para a renovação dos Documentos de Homologação dos sistemas de fixação de placas de pedra natural para revestimentos de paredes: Pata Mecânica - PR e Perno de Varão Nervurado - PV*» de 2021.

L'étude a compris des essais d'identification et caractérisation dimensionnelle du système de fixation PATA MECÂNICA - PR et de ses composants, réalisés au Laboratoire d'Essais de Revêtements de Murs (LNEC/URPa) et des essais d'évaluation de la résistance à la corrosion du système de fixation et de ses composants, réalisés au Laboratoire d'Essais de Matériaux Métalliques et Revêtements Inorganiques (LNEC/UMRI).

8.2 Essais réalisés et évaluation

8.2.1 Identification et caractérisation dimensionnelle du système de fixation et de ses composants

Dans les tests d'identification et de caractérisation dimensionnelle du système de fixation PATA MECÂNICA - PR, il n'y avait pas d'écarts significatifs par rapport à ceux présentés dans le Tableau 1, ce qui pourrait compromettre la sécurité des revêtements.

8.2.2 Évaluation de la résistance à la corrosion du système de fixation et de ses composants

Pour évaluer le comportement à la corrosion dans les zones d'exposition à un environnement très agressif, telles que les zones industrielles ou les zones à haut niveau de pollution, ainsi que dans les bâtiments situés dans des zones à forte exposition saline, un test de résistance à la corrosion des systèmes de fixation a été réalisé, en chambre de brouillard salin au LNEC/UMRI, en accord avec la norme NP EN ISO 9227: 2014.

Les observations effectuées ont permis de conclure que, de manière générale, le système en acier inoxydable X5CrNiMo 17-12-2 (AISI 316) présente un comportement satisfaisant dans les zones de forte exposition saline. En ce qui concerne le système en acier inoxydable X5CrNi 18-10 (AISI 304) et l'écrou M₁₀ en acier inoxydable X8CrNiS 18-9 (AISI 303), il présente une corrosion significative dans ces conditions, étant à souligner l'apparition de ruissellement dans l'écrou fixé et dans le corp du système, à savoir dans les zones de pliage et dans les zones de coupe.

9 VÉRIFICATION DE LA SÉCURITÉ

Dans tous les systèmes de fixation de plaques de pierre pour bardages, la vérification de sécurité doit être effectuée pour les états limites ultimes (résistance à la traction/compression, flexion et coupe) et également pour états limites d'utilisation (déformations inférieure à 2 mm), comparant ces états limites avec les états que le système atteint par l'actions auxquelles il est soumis, quantifiés et combinés conformément à la réglementation en vigueur.

Cette méthodologie devrait être utilisée, dans la phase de conception, pour déterminer le nombre de pattes mécaniques (PATAS MECÂNICAS) à utiliser par plaque de pierre et son emplacement sur chaque plaque.

La figure 11 et le Tableau 4 définissent les charges admissibles du système de fixation déterminées pour la situation la plus défavorable (V_{max}) et vérifiées uniquement pour l'action de gravité, en considérant un coefficient de sécurité pour les charges de service de 1,5.

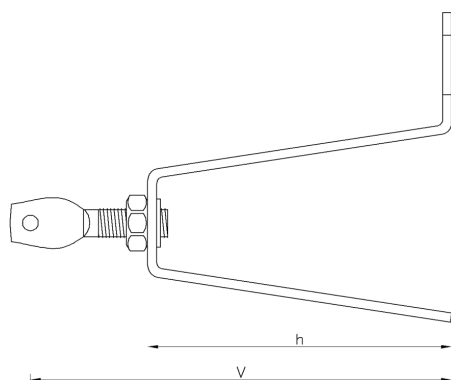


Figure 11 – Système de fixation PATA MECÂNICA – PR

TABLEAU 4

Charges admissibles*

| Désignation | Tige de support | h [mm] | V_{max}^{**} [mm] | V_{min}^{***} [mm] | Charge verticale admissible par PATA (déterminée pour V_{max}^{****}) [N] |
|-------------|-----------------|-------------|---------------------------------|-------------------------|--|
| PR3 H10 | M 10×50 | 10 ± 2 | 55 ⁺¹ ₋₅ | 35 ± 5 | 657 |
| PR3 H15 | M 10×50 | 15 ± 2 | 60 ⁺¹ ₋₅ | 40 ± 5 | 657 |
| PR3 H20 | M 10×50 | 20 ± 2 | 65 ⁺¹ ₋₅ | 45 ± 5 | 657 |
| PR3 H30 | M 10×50 | 30 ± 2 | 75 ⁺¹ ₋₅ | 55 ± 5 | 657 |
| PR3 H40 | M 10×60 | 40 ± 2 | 95 ⁺¹ ₋₅ | 65 ± 5 | 539 |
| PR3 H50 | M 10×60 | 50 ± 2 | 105 ⁺¹ ₋₅ | 75 ± 5 | 539 |
| PR3 H60 | M 10×60 | 61 ± 2 | 116 ⁺¹ ₋₅ | 86 ± 5 | 539 |
| PR3 H70 | M 10×70 | 71 ± 2 | 136 ⁺¹ ₋₅ | 96 ± 5 | 451 |
| PR3 H80 | M 10×70 | 81 ± 2 | 146 ⁺¹ ₋₅ | 106 ± 5 | 451 |
| PR3 H 90 | M 10×70 | 91 ± 2 | 156 ⁺¹ ₋₅ | 116 ± 5 | 451 |
| PR3 H100 | M 10×70 | 101 ± 2 | 166 ⁺¹ ₋₅ | 126 ± 5 | 451 |
| PR3 H110 | M 10×70 | 111 ± 2 | 176 ⁺¹ ₋₅ | 136 ± 5 | 451 |

* Charges verticales admissibles, vérifiées uniquement pour l'action gravitationnelle.

** Compte tenu du serrage minimum de la tige de support.

*** Compte tenu du serrage maximal de la tige de support.

**** Ces valeurs de charge verticale admissibles s'appliquent aux aciers X5CrNi 18-10 (AISI 304) et X5CrNiMo 17-12-2 (AISI 316). Dans le cas où les Patas Mecânicas sont fabriquées avec de l'acier X2CrNi 18-9 (AISI 304L), ces valeurs doivent être réduites en appliquant le coefficient 0,9.

Il est également nécessaire de vérifier la sécurité à l'action du vent et à l'action sismique. Dans le cas où ces actions, compte tenu de l'emplacement du bâtiment, affectent le dimensionnement du système de fixation, les valeurs indiquées dans le Tableau 4 doivent être réduites de manière appropriée. Dans le cas de l'action sismique, cette vérification, ainsi que ses supports et la conception de la structure de support, doit suivre les règles établies dans la NP EN 1998-1: 2010, à savoir la disposition de la section 4.3.5 de cette norme. Il convient également de prêter attention à l'augmentation de masse de ces éléments dans le calcul structurel du bâtiment.

10 EVALUATION DE LA PERFORMANCE

En tenant compte des résultats obtenus lors des essais effectués (vd. 8), on considère que le système de fixation PATA MECÂNICA - PR présente une performance acceptable dans des conditions normales d'utilisation, tant que les règles énoncées dans le présent Agrément Technique soient respectées.

Ces revêtements présentent également les avantages suivants:

- permettre un dimensionnement efficace du système, assurant sa stabilité;
- réduire le risque de contact de l'eau avec le substrat, minimisant le risque d'infiltration;
- minimiser le problème de la formation de taches à la surface des plaques de pierre, généralement dues à l'humidité, à la migration des constituants du mortier pour le collage de la pierre ou à la migration des sels du substrat;
- permettre le contrôle de l'état de conservation du système de fixation par des inspections visuelles;
- permettre d'inclure une couche intermédiaire d'isolation thermique.

Sous réserve que le système soit appliqué dans les conditions définies dans le présent Agrément Technique et que les autres exigences qui y sont incluses soient respectées, notamment en ce qui concerne la qualité des matériaux et composants utilisés, il peut être estimé pour le système de fixation PATA MECÂNICA - PR, une durée de vie utile de vingt-cinq ans, sans préjudice de la nécessité d'effectuer, avec une périodicité n'excédant pas 5 ans, les contrôles visés à la section 6.

L'indication de la durée de vie utile ne peut être interprétée comme une garantie donnée par le fabricant, par ses représentants ou par LNEC. Cette indication ne doit être considérée que comme un moyen de choisir des produits adaptés en fonction de la durée de vie prévue et économiquement raisonnable des ouvrages. Dans des conditions normales d'utilisation, la durée de vie peut être plus longue, sans qu'il soit nécessaire d'effectuer des actions de maintenance spécifiques.

11 VISITES À DES OUVRAGES

Afin d'évaluer le comportement du système PATA MECÂNICA - PR, des visites ont été faites aux oeuvres en service, âgées jusqu'à une dizaine d'années. Les oeuvres visitées ont couvert différentes situations, notamment en ce qui concerne leur localisations.

Il a été possible de constater l'aptitude à l'emploi du système dans son domaine d'application; les applications du système observées présentaient un aspect satisfaisant et adéquat aux utilisations prévues.

12 ESSAIS DE RÉCEPTION

En cas de doute, les essais de réception sur chantier pourront être effectués pour vérifier l'identité du système qui a fait l'objet de l'Agrément Technique. Cette décision sera de la compétence des agents de contrôle, au cas où il serait jugé nécessaire.

Dans ce cas, les essais à effectuer devront être ceux qui permettront d'en vérifier que, pour les caractéristiques mentionnées dans le Tableau 5, les produits concernés ont des valeurs situées dans les intervalles de tolérance définis dans ce tableau.

TABLEAU 5

Caractéristiques à être observées

| Caractéristiques | Essais | Valeurs |
|---|--|---|
| Type d'acier | Analyse spectrographique par émission optique (ou autre méthode équivalente) | X5CrNi 18-10 (AISI 304) – 1.4301 (C ≤ 0,07%; Mn ≤ 2,00%; Cr = 17,50 à 19,50%; Ni = 8,00 à 10,50%) |
| | | X2CrNi 18-9 (AISI 304L) – 1.4307 (C ≤ 0,03%; Mn ≤ 2,00%; Cr = 17,50 à 19,50%; Ni = 8,00 à 10,00%) |
| | | X5CrNiMo 17-12-2 (AISI 316) – 1.4401 (C ≤ 0,07%; Mn ≤ 2,00%; Cr = 16,50 à 18,50%; Ni = 10,00 à 13,00%; Mo = 2,00 à 2,50%) |
| Dimensions (h , V_{max} , V_{min}) | Mesure avec pachymètre | Vérification des tolérances données dans Tableau 1 |
| Corrosion | Analyse visuelle (en particulier dans les écrous et les zones de coupe et de pliage) | Aucun élément ne doit montrer signes de corrosion |

13 REFERENCES

L'entreprise EUROPOFIX - Sistemas de Fixação em Inox, S.A. commercialise le système de fixation PATA MECÂNICA – PR il y a plus de dix ans.

Selon les données fournies par l'entreprise, les travaux les plus significatifs réalisés avec ce système sont indiqués:

- Bâtiment de la Fundação Champalimaud, à Lisbonne, Portugal;
- Centre Commercial/Logement Espaço Sta. Luzia, Elvas, Portugal;
- Banque BPI, Avenue Boavista, Porto, Portugal;
- Green Square, Luxembourg;
- Hippodrome, Belgique;
- Ilot Say, à Paris, France;
- Ambassade de Palestine, à Tunis, Tunisie;
- Royal Hamilius, au centre de Luxembourg, Luxembourg;
- Groupe Scolaire Panorama, à Clamart, France;
- Zac des Bergeres, lot 24 - Avenue des Bergères / Rue de la République, à Puteaux, France;
- LNC Serris, Rue Magellan - Rue Jacques Cartier, à Serris, France;
- 36E 68th Street, à New York, États-Unis d'Amérique.

Descripteurs: Revêtement des murs / Mur façade / Pierre naturelle / Pierre ornementale / Fixation d'éléments de construction / Agrément technique
 Descritores: Revestimento de paredes / Parede fachada / Pedra natural / Pedra ornamental / Fixação de elementos de construção / Documento de homologação
 Descriptors: Wall cladding / Façade / Natural stone / Decorative stone / Construction element fixation / Approval document

