



Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil

2013/2014

**Diogo Filipe
Gonçalves Marques**

**SOLUÇÕES DE REABILITAÇÃO DE PAREDES DE
FACHADA-PÓS GRAMPEAMENTO**



Universidade de Aveiro

Departamento de Engenharia Civil

2013/2014

**Diogo Filipe
Gonçalves Marques**

SOLUÇÕES DE REABILITAÇÃO DE PAREDES DE FACHADA-PÓS GRAMPEAMENTO

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil realizada sob a orientação científica do Prof. Doutor Romeu da Silva Vicente, Professor Auxiliar e do Prof. Humberto Salazar Amorim Varum, Professor Associado, ambos do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho aos meus pais e irmãs.

o júri

presidente

Prof. Doutora Ana Luísa Pinheiro Lomelino Velosa
professora associada do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor José António Raimundo Mendes da Silva
professor associado do Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e
Tecnologias da Universidade de Coimbra

Prof. Doutor Romeu da Silva Vicente
professor auxiliar do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Deixo as minhas palavras de gratidão:

Ao meu orientador, Professor Doutor Romeu Vicente, pela ajuda que deu no desenvolvimento deste estudo.

Ao meu coorientador Professor Doutor Humberto Varum pelas sugestões dadas.

À equipa do laboratório, Vitor Rodrigues e Engenheiros Maria Carlos e Jorge Fonseca pelo apoio prestado durante o trabalho laboratorial.

À empresa STB[®], por ter permitido o acompanhamento de uma das suas obras para poder perceber melhor o funcionamento dos seus sistemas de grampeamento.

À empresa HILTI[®], por se ter disponibilizado para participar nesta tese, fornecendo todos os materiais necessários para a execução dos casos de grampeamento químico.

À empresa Preceram Norte[®], por ter fornecido os materiais cerâmicos usados neste trabalho.

Finalmente, e mais importante, à minha família. Ao meu pai por desde cedo me ter apresentado a esta vocação, à minha mãe pelo sacrifício de me ter suportado durante os estudos e às minhas irmãs pelo apoio que sempre me deram.

palavras-chave

Reabilitação de edifícios, instabilidade, paredes de alvenaria, reforço, grampeamento pós-construção

resumo

Devido a erros de execução e falta de pormenorização em projeto, grande parte da envolvente exterior de parede dupla em Portugal tem problemas de instabilidade e fissuração.

Neste estudo, procura-se encontrar uma solução que permita intervir sobre esta questão, mas seja economicamente mais viável que aquelas que se encontram disponíveis no mercado.

Para tal, seleccionaram-se 6 possibilidades que foram posteriormente testadas através de duas campanhas de ensaio, a fim de verificar destas quais seriam as mais indicadas para se aplicar.

Os resultados dos ensaios, são posteriormente analisados e indicadas quais as 2 opções estudadas que satisfazem os critérios definidos.

keywords

Building rehabilitation, instability, masonry walls, retrofitting ,
remedial wall ties

abstract

Due to execution errors and lack of details in project, most part of double external masonry enclosure in Portugal as problems with instability and cracking.

In this study, we seek to find a solution to intervene on this issue, but economically more viable than those that already exist on the market.

For this purpose, 6 possibilities were selected and then tested in two test campaigns to verify which of those were more suitable to apply.

The test results are then analyzed and the 2 solutions that respected the defined criteria were selected.

Índice Geral

Índice de Figuras	III
Índice de Tabelas	VII
CAPÍTULO 1 -	2
1. Introdução	3
1.1. Enquadramento	3
1.2. Objetivos do documento	3
1.3. Estrutura da dissertação	4
Capítulo 2 –	6
2. Técnicas de reforço de alvenarias	7
2.1. Caso de estudo	7
2.2. Anomalias detetadas	8
2.2.1. Fissuração	8
2.2.2. Instabilidade de cunhais	8
2.2.3. Instabilidade dos panos de alvenaria	9
2.3. Caracterização das intervenções	10
2.3.1. Reforço de cunhais	10
2.3.2. Estabilização de alvenarias	13
2.3.3. Reparação de fissuras	16
2.3.4. Reboco delgado armado	18
2.4. Custos e limitações das técnicas <i>Dryfix</i> e <i>Cementie</i>	20
CAPÍTULO 3 -	24
3. Caracterização dos materiais e preparação de provetes	25
3.1. Caracterização dos tijolos	25
3.1.1. Caracterização geométrica	25
3.1.2. Caracterização mecânica	26
3.2. Preparação da campanha experimental	29
3.2.1. Protocolo de ensaio	29
3.2.2. Soluções de grampeamento	33
3.2.3. Provetes de ensaio	35
CAPÍTULO 4 -	40
4. Ensaio exploratório	41
4.1. Colocação da manga	41
4.2. Manipulação do bolbo	43

4.2.1.	Colocação da fita cola para manipulação do bolbo	44
4.2.2.	Influência da manipulação do bolbo	44
4.2.3.	Ensaio preliminares finais.....	45
4.3.	Cimento cola.....	48
4.4.	Argamassa fluída	49
4.5.	Bucha de mola	51
4.6.	Bucha de expansão	52
4.7.	Conclusões dos ensaios exploratórios	53
CAPÍTULO 5 -.....		56
5.	Campanha experimental.....	57
5.1.	Combinação 1 a 4- Grampeamento químico	57
5.1.1.	Combinação HY-R4.....	60
5.1.2.	Combinação MM-R4	65
5.1.3.	Combinação MM-H6	69
5.1.4.	Combinação HY-H6	73
5.2.	Combinações 5 e 6- Grampeamento mecânico	77
5.2.1.	Combinação Mec-M	79
5.2.2.	Combinação Mec-E.....	82
5.3.	Comparação de resultados	84
CAPÍTULO 6 -.....		90
6.	Conclusões.....	91
6.1.	Caracterização dos tijolos	91
6.2.	Combinações de grampeamento	91
6.3.	Estudos futuros	95
Referências bibliográficas.....		98

Índice de Figuras

Figura 1: Edifício estudado e acompanhado	7
Figura 2: Fissuração nas fachadas	8
Figura 3: Fissuração vertical na zona dos cunhais	9
Figura 4: Instabilidade das paredes de alvenaria	10
Figura 5: Condições de apoio deficientes (inferior a 2/3 da espessura do pano exterior).....	10
Figura 6: Espessura do reboco exagerada	10
Figura 7: Materiais e ferramentas (reforço de cunhais).....	11
Figura 8: Regras de dimensões de aplicação do reforço de cunhais	11
Figura 9: Procedimento de reforço de cunhais	12
Figura 10: Materiais e ferramentas (<i>Cementie</i>).....	13
Figura 11: Materiais e ferramentas (<i>Dryfix</i>).....	14
Figura 12: Malha de distribuição de grampos (Ancon, 2012).....	14
Figura 13: Procedimento <i>Cementie</i>	15
Figura 14: Procedimento <i>Dryfix</i>	16
Figura 15: Materiais e ferramentas (reparação de fissuras)	17
Figura 16: Procedimento colmatação de fissuras	17
Figura 17: Materiais e ferramentas (reboco delgado armado)	18
Figura 18: Armaduras de reforço no contorno dos vãos (Freitas, 2002).....	19
Figura 19: Sobreposição de armaduras (Freitas, 2002).....	19
Figura 20: Procedimento para execução do reboco delgado armado	19
Figura 21: Exemplos de buchas a estudar (<i>Hilti</i> , 2013)	21
Figura 22: Tijolos de formato 30x20x11 e 30x20x15	25
Figura 23: Ensaio de <i>pull-off</i>	29
Figura 24: Procedimento de ensaio com o <i>pull-off</i>	30
Figura 25: <i>Setup</i> ensaio atuador mecânico (Ribeiro, 2013)	31
Figura 26: a) Atuador b) Célula de carga c) Garra de tração d) LVDT	31
Figura 27: Procedimento de ensaio com o atuador mecânico	32
Figura 28: Manga HIT-SC e químico HIT-HY 70 (<i>Hilti</i> , 2013).....	33
Figura 29: Buchas de expansão e de mola	33
Figura 30: Soluções de grampeamento	34
Figura 31: Esquema provetes de ensaio	35

Figura 32: a) Elaboração de espaçadores em XPS b) Provete com espaçadores XPS	36
Figura 33: a) Cofragem da laje b) Elaboração da argamassa c) Laje pré-cortada.....	37
Figura 34: a) Corte dos espaçadores de argamassa b)Provetes com espaçadores de argamassa	37
Figura 35: a) Pistola de injeção da <i>Hilti</i> com ponta de plástico b) Pistola <i>Helifix</i> ponta metálica	41
Figura 36: Ferramenta auxiliar para posicionamento da manga	42
Figura 37: a) Posição incorreta da manga no tijolo de formato 30x20x11 b) Escorregamento do varão no tijolo de formato 30x20x15	43
Figura 38: Comparação diâmetro varão- ponta da pistola de injeção: a)Roscado 6mm b)Helicoidal 6mm c) Roscado 4mm.....	43
Figura 39: Efeito da manipulação do bolbo	44
Figura 40: a) Uso da fita cola b) Aspeto final das mangas após a manipulação	44
Figura 41: Manipulação do bolbo (com manipulação à esquerda e sem à direita)	45
Figura 42: Manga insuficientemente cheia	47
Figura 43: a) Manga normal b)Processo de desbaste c) Manga com abertura alargada	47
Figura 44: a) Enchimento do 1º bolbo b) Enchimento do 2º bolbo.....	48
Figura 45: Consistência final do cimento cola usado.....	48
Figura 46: Obstrução com cimento cola das mangas.	49
Figura 47: Argamassa de cimento	49
Figura 48: Dobra na extremidade do varão	50
Figura 49: a) Água a pingar quando a argamassa está sob pressão b) Argamassa desidratada	50
Figura 50: Consistência final da argamassa	51
Figura 51: a) Bucha tipo mola M4 b) Tipo de rotura no septo.....	51
Figura 52: Cedência por parte da bucha.....	52
Figura 53: a) Bucha tipo mola M6 b) Tipo de rotura atingida	52
Figura 54: a) Bucha de expansão b) Tipo de rotura	53
Figura 55: Combinações finais a ensaiar.....	53
Figura 56: Ferramentas auxiliares para soluções com mangas	54
Figura 57: Materiais e ferramentas (combinações 1 a 4)	57
Figura 58: Procedimento para a execução de um grampo com mangas	58
Figura 59: Força de arranque da combinação HY-R4 e tensão de compressão dos tijolos	61
Figura 60: Processo de enchimento das mangas no pano interior (a) e exterior (b)	62
Figura 61: Bolbo no pano exterior (a) e interior (b).....	62
Figura 62: Combinação HY-R4:a) Bolbo forma boa b) Bolbo forma média c) Bolbo forma insuficiente	62
Figura 63: Resultados atuador combinação HY-R4.....	63

Figura 64: Combinação HY-R4: Ensaio individual dos tijolos vs. Ensaio do conjunto (Tij11+Tij15) .	64
Figura 65: Força de arranque da combinação MM-R4 e tensão de compressão dos tijolos	66
Figura 66:Combinação MM-R4: a) Bolbo forma boa b) Bolbo forma média c) Bolbo forma insuficiente	66
Figura 67:Resultados atuador combinação MM-R4	67
Figura 68: Combinação MM-R4: Ensaio individual dos tijolos vs. Ensaio do conjunto (Tij11+Tij15)	68
Figura 69: Força de arranque da combinação MM-H6 e tensão de compressão dos tijolos	70
Figura 70:Combinação MM-H6: a) Bolbo forma boa b) Bolbo forma média c) Bolbo forma insuficiente	70
Figura 71: Resultados atuador combinação MM-H6	71
Figura 72: Combinação MM-H6: Ensaio individual dos tijolos vs. Ensaio do conjunto (Tij11+Tij15)	72
Figura 73: Força de arranque da combinação HY-H6 e tensão de compressão dos tijolos	74
Figura 74: Combinação HY-H6: a) Bolbo forma boa b) Bolbo forma média c) Bolbo forma insuficiente	74
Figura 75: Resultados atuador combinação HY-H6.....	75
Figura 76: Caso HY-H6: Ensaio individual dos tijolos vs. Ensaio do conjunto (Tij11+Tij15).....	76
Figura 77: Materiais e ferramentas (combinações 4 e 5)	77
Figura 78: Procedimento para execução de um grampo com buchas mecânicas.....	78
Figura 79: Força de arranque da combinação Mec-M e tensão de compressão dos tijolos	81
Figura 80: Combinação Mec-M: a) Rotura tijolo de formato 30x20x11 b)Rotura tijolo de formato 30x20x15	81
Figura 81: Força de arranque da combinação Mec-E e tensão de compressão dos tijolos	83
Figura 82: Combinação Mec-E: a) Ancoragem tipo b) Rotura pela ancoragem c) Rotura pelo tijolo de formato 30x20x11	83
Figura 83:1ª campanha experimental: Comparação da força de arranque tijolo de formato 30x20x11	84
Figura 84:Tipos de bolbos: Combinações de estudo (esquerda) vs. <i>Cementie</i> (direita)	85
Figura 85: 1ª campanha experimental: Comparação da força de arranque tijolo de formato 30x20x15	86
Figura 86: 2ª campanha experimental: Comparação de sistemas.....	86
Figura 87:Gráfico Custo vs. Eficiência	87
Figura 88:Nova malha distribuição de grampos.....	88
Figura 89:Provetes de ensaio vs. Caso real	92
Figura 90: Caso Mec-M: Sentido de funcionamento.	94

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Comparação <i>Dryfix-Cementie</i>	20
Tabela 2 – Caracterização geométrica dos tijolos de formato 30x20x11.....	26
Tabela 3 – Caracterização geométrica dos tijolos de formato 30x20x15.....	26
Tabela 4 – Procedimento para caracterização mecânica dos tijolos	27
Tabela 5 – Ensaio compressão simples dos tijolos de formato 30x20x11	28
Tabela 6 – Ensaio compressão simples dos tijolos de formato 30x20x15	28
Tabela 7 – Resultados 1ª campanha exploratória de ensaios	42
Tabela 8 – Resultados dos ensaios preliminares com a combinação 3	46
Tabela 9 – Rendimento dos materiais na execução de um grampo com mangas	59
Tabela 10 – Estimativa de custos das combinações 1 a 4	59
Tabela 11 – Resultados dos ensaios <i>pull-off</i> da combinação HY-R4.....	60
Tabela 12 – Resultados dos ensaios <i>pull-off</i> da combinação MM-R4	65
Tabela 13 – Resultados dos ensaios <i>pull-off</i> da combinação MM-H6	69
Tabela 14 – Resultados dos ensaios <i>pull-off</i> da combinação HY-H6	73
Tabela 15 – Rendimento dos materiais para a execução de um grampo com buchas mecânicas.	79
Tabela 16 – Estimativa de custos das combinações 5 e 6	79
Tabela 17 – Combinação Mec-M: Resultados do ensaio de <i>pull-off</i> em tijolos de formato 30x20x11 .	80
Tabela 18 – Combinações Mec-M e Mec-E: Resultados do ensaio de <i>pull-off</i> em tijolos de formato 30x20x15	80
Tabela 19 – Combinação Mec-E: Resultados do ensaio de <i>pull-off</i> em tijolos de formato 30x20x11 ..	82

CAPÍTULO 1
Introdução

CAPITULO 1 - Introdução

1.1 Enquadramento

1.2 Objetivos do documento

1.3 Estrutura da dissertação

1. Introdução

1.1. Enquadramento

O tipo de alvenarias usadas em Portugal foi evoluindo, passando de um papel resistente nas alvenarias de pedra, para um papel de enchimento nas alvenarias de tijolo cerâmico em estruturas porticadas de betão armado (Dias, 2009).

A partir da década de 70 começou-se a adotar as alvenarias de paredes duplas, compostas por dois panos de alvenaria e uma caixa-de-ar entre os dois, que permitem um melhor comportamento térmico, podendo ainda ser melhorado com a introdução de isolamento na caixa-de-ar e fazendo a correção das pontes térmicas (Vicente, 2002).

No entanto, com este tipo de alvenarias, é suscetível surgir alguns problemas de instabilidade e fissuração. Estas anomalias costumam ter a sua origem em erros de execução, erros ou inexistência de projeto, ações ambientais e falta de manutenção.

Devido à frequência destes problemas, nos últimos anos tem-se tentado melhor a legislação aplicável à certificação de produtos e soluções (Silva e Abrantes, 2007).

O tipo de intervenções que se realizam para resolver estes problemas passa pelo reforço de cunhais, colmatação de fendas e pós-grampeamento das alvenarias.

Contudo, em estudos feitos anteriormente conclui-se que alguns dos sistemas no mercado usados na estabilização de alvenarias, neste caso concreto o sistema *Dryfix* e o *Cementie* da *Helifix*, apresentam muito boas prestações na resolução destes problemas. Mas conclui-se também que apresentavam uma resistência acima do necessário e que o seu processo de aplicação tem algumas limitações de adaptabilidade às alvenarias correntes em Portugal e custo elevado (Ribeiro *et al*, 2014).

1.2. Objetivos do documento

Com esta dissertação, pretende-se desenvolver e ensaiar a eficiência de diversas soluções alternativas de reforço bem adaptadas ao tipo de alvenaria mais corrente em Portugal, uma vez que há milhares de metros quadrados de envolvente exterior com problemas de instabilidade geral, devido a um erro tecnológico com origem na correção de pontes térmicas pelo exterior.

No fim deste estudo, pretende-se chegar a uma solução que ofereça melhores condições de aplicação, desempenho e um custo muito inferior das soluções originais.

1.3. Estrutura da dissertação

Esta dissertação está dividida em 6 capítulos, estando também eles divididos em vários subcapítulos. Neste, está presente um enquadramento teórico, os objetivos e um resumo da estrutura do documento.

No capítulo 2, faz-se o relato e análise de um acompanhamento de obra com vista a entender a técnica e as dificuldades de aplicação do pós-grampeamento de alvenarias *Dryfix* e *Cementie*.

No capítulo 3, expõe-se a caracterização dos materiais e a descrição dos trabalhos preparatórios que foram necessários realizar.

No capítulo 4, é exposta e comentada uma primeira campanha de ensaios que permitiram eliminar algumas das soluções idealizadas, por dificuldades de execução e a afinação daqueles que mais tarde se exploraram.

No capítulo 5, faz-se a análise dos resultados de toda a campanha experimental, com apresentação e discussão dos resultados obtidos.

Finalmente, no capítulo 6, sintetiza-se as principais conclusões conseguidas deste trabalho.

Em anexo encontram-se as fichas técnicas dos materiais utilizados.

CAPÍTULO 2
Técnicas de reforço de alvenarias

Capítulo 2 – Técnicas de reforço de alvenarias

2.1 Caso de estudo

2.2 Anomalias detetadas

2.2.1 Fissuração

2.2.2 Instabilidade de cunhais

2.2.3 Instabilidade dos panos de alvenaria

2.3 Caracterização das intervenções

2.3.1 Reforço de cunhais

2.3.2 Estabilização de alvenarias

2.3.3 Reparação de fissuras

2.3.4 Reboco delgado armado

2.4 Custos e limitações das técnicas *Dryfix* e *Cementie*

2. Técnicas de reforço de alvenarias

No início desta dissertação, surgiu a possibilidade de acompanhar uma obra em que estão a ser aplicadas as duas soluções de reforço, *Dryfix* e *Cementie*.

Este acompanhamento é importante, pois permite perceber como funcionam estes sistemas e quais as maiores dificuldades que apresentam.

2.1. Caso de estudo

O edifício em causa é parte integrante do Empreendimento do Meilão, situado na Maia, que está a ser submetido a uma intervenção de reabilitação.

Este edifício é composto por uma cave, usada para garagens, rés-do-chão e mais cinco andares, todos eles para fins habitacionais.

Estruturalmente, trata-se de um edifício porticado em betão armado e a sua envolvente exterior em alvenaria dupla ao nível dos andares superiores e tijolo face à vista ao nível da cave. Na Figura 1 é visível o aspeto geral do edifício em causa.



Figura 1: Edifício estudado e acompanhado

2.2. Anomalias detetadas

Em qualquer obra de reabilitação, o primeiro passo é a realização de um levantamento das anomalias do edifício, para decidir qual a estratégia e técnicas de intervenção a adotar.

2.2.1. Fissuração

Uma fissura é uma descontinuidade num dado elemento ou material, provocada por uma rotura devida a uma concentração de tensões.

Esta é uma das principais anomalias que afeta as alvenarias e pode ser simultaneamente uma causa e um efeito de outras anomalias, pelo que se for ignorado, apenas terá tendência a piorar (Silva, 1998).

A fissuração dos panos de alvenaria (ver Figura 2) encontrava-se de forma generalizada em todas as fachadas do edifício.

As causas que são mais prováveis a terem dado origem a esta anomalia, são a instabilidade do suporte e a retração da argamassa de reboco, sendo igualmente agravado pela ação da humidade e falta de estanquidade.



Figura 2: Fissuração nas fachadas

2.2.2. Instabilidade de cunhais

A instabilidade dos cunhais é um fenómeno que se manifesta pelo aparecimento de fissuras maioritariamente verticais em zonas onde se têm paredes concorrentes.

Em casos extremos, esta anomalia pode levar à demolição destas zonas de alvenaria, mas se a intervenção for realizada atempadamente, podemos realizar uma intervenção menos drástica, que

passaria pela criação de juntas de dilatação para permitir o movimento das alvenarias ou, por outro lado, pelo reforço dos cunhais com armaduras, de forma a resistir aos esforços a que estão sujeitos (Vicente *et al*, 2003).

A instabilidade dos cunhais (ver Figura 3) era observável em todos os cunhais do edifício em estudo.

Algumas das causas possíveis para esta anomalia, são os movimentos dos panos de alvenaria concorrentes nos cunhais, movimentos estes que podem ter origem nos ciclos de retração-expansão dos tijolos cerâmicos, devidos a ações climatéricas, e também o facto de as alvenarias não se encontrarem confinadas.



Figura 3: Fissuração vertical na zona dos cunhais

2.2.3. Instabilidade dos panos de alvenaria

A instabilidade, entre outros, é um problema que aparece com a introdução de alvenarias duplas com correção das pontes térmicas pelo exterior.

O facto de não se prever disposições construtivas das alvenarias, não se recorrendo, quando necessário, a um projeto para as mesmas, é ainda agravado pela falta de pormenorização, em muitos projetos, dos pontos singulares e ainda devido ao incumprimento das boas regras de execução de alvenarias (Silva, 1998).

Na obra em estudo a instabilidade dos panos de alvenaria (ver Figura 4) era visível em todas as fachadas.

Esta anomalia pode ter a sua origem na inexistência de armaduras de junta ou grampeamento, na ação dos ciclos de expansão-retração do tijolo devidos a ações climatéricas, nas condições de apoio deficientes, causadas por uma correção das pontes térmicas pelo exterior mal executada (ver Figura 5) (Vicente e Silva, 2003) e finalmente, por um reboco, que em certas zonas, tem uma espessura

exagerada (ver Figura 6), para corrigir o facto de as alvenarias não estarem aprumadas em alguns panos.



Figura 4: Instabilidade das paredes de alvenaria

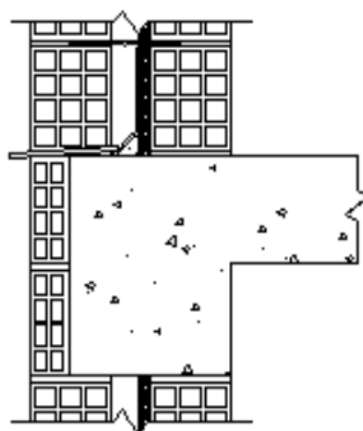


Figura 5: Condições de apoio deficientes (inferior a 2/3 da espessura do pano exterior)



Figura 6: Espessura do reboco exagerada (aproximadamente 7cm)

2.3. Caracterização das intervenções

Nesta subsecção serão descritas as diferentes técnicas a utilizar no decorrer desta obra, estando incluídos nesta os materiais e ferramentas necessários, regras de aplicação e finalmente os procedimentos a seguir.

2.3.1. Reforço de cunhais

Como a fissuração dos cunhais ainda não compromete a sua estabilidade, é possível intervir sem ter que se demolir e reconstruir os cunhais.

Assim, optou-se pela introdução de armaduras de reforço, que vão conferir aos cunhais a resistência e rigidez que estes necessitam para resistir às solicitações higrotérmicas a que estão sujeitos.

Materiais e ferramentas:

Os materiais e ferramentas necessários para a execução desta tarefa (*Helifix*, 2013), são os enumerados na Figura 7.

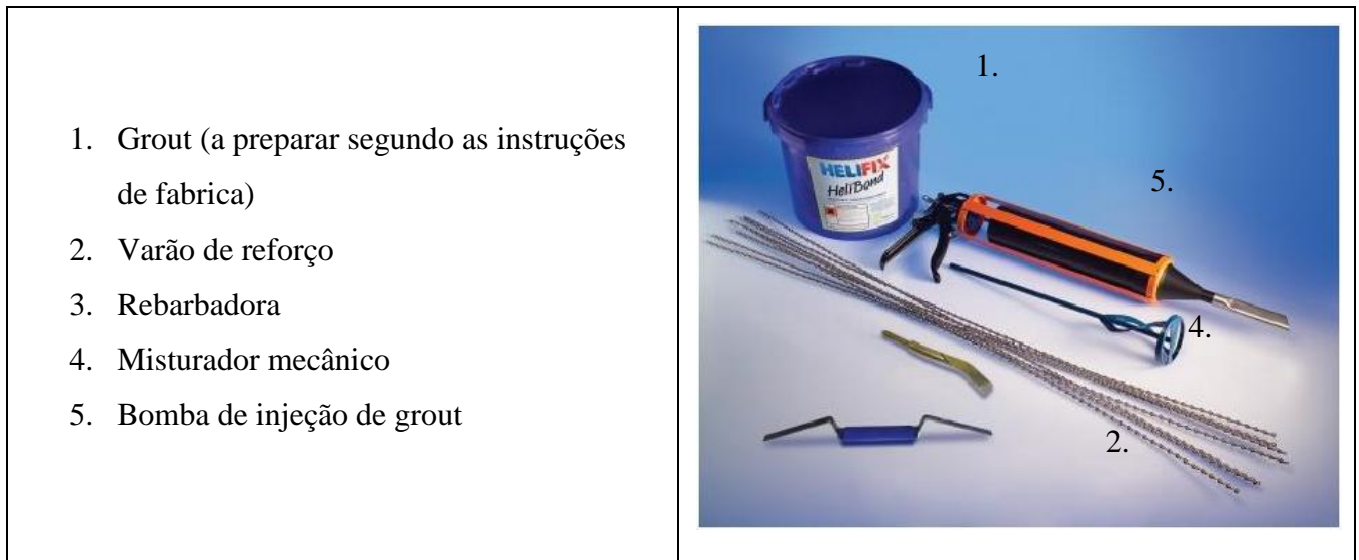


Figura 7: Materiais e ferramentas (reforço de cunhais)

Regras de aplicação:

Nesta intervenção as medidas para executar o reforço dos cunhais são:

- O comprimento que o varão se deve estender para além do vértice do cunhal, que é de 50cm para cada lado
- O espaçamento vertical entre varões, que é de aproximadamente 40cm, o que corresponde a um varão por cada duas fiadas de tijolo (ver Figura 8).

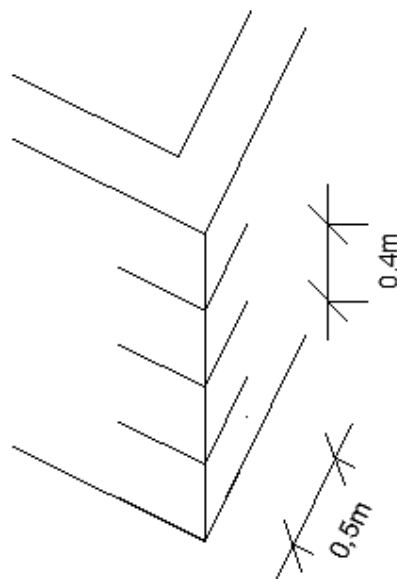


Figura 8: Regras de dimensões de aplicação do reforço de cunhais

Procedimento:

O procedimento indicado pelo fabricante desta solução, a *Helifix*, é o descrito na Figura 9.

1. Abertura de um roço com uma extensão de 50cm para cada lado do vértice do cunhal



2. Lavar o roço, para permitir uma aderência adequada do grout



3. Introdução do grout no roço efetuado



4. Colocação do varão de reforço



5. Acabar de colmatar o roço com o grout, exercendo pressão sobre este para garantir que o varão de reforço fique completamente envolvida por este material



Figura 9: Procedimento de reforço de cunhais

2.3.2. Estabilização de alvenarias

A instabilidade a que estes elementos estão sujeitos deve-se a uma rotação dos panos de alvenaria exteriores devida a condições de apoio deficientes.

Assim, a intervenção passa pelo impedimento desta rotação, sendo a única solução possível para este efeito, a fixação do pano exterior ao pano interior que se encontra mais estável.

Esta ligação é efetuada através de elementos metálicos que atravessam os dois panos e os ligam mecanicamente.

Materiais e ferramentas:

Os materiais e ferramentas necessários para esta fase variaram consoante a técnica a usar (*Helifix*, 2013), *Cementie* ou *Dryfix*, sendo correspondentemente os indicados na Figura 10 e Figura 11.

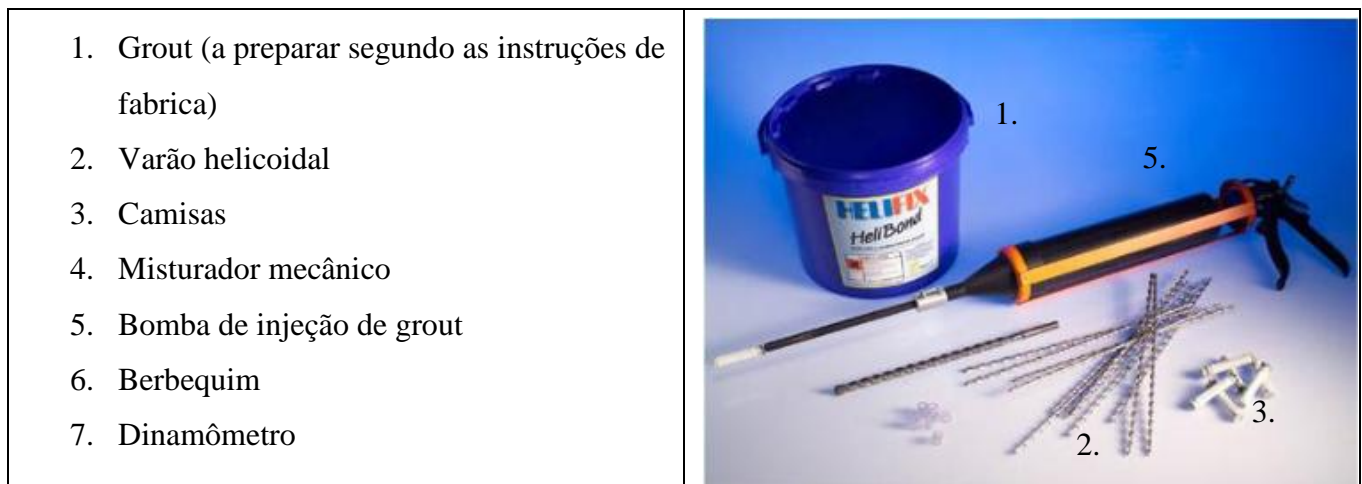


Figura 10: Materiais e ferramentas (*Cementie*)

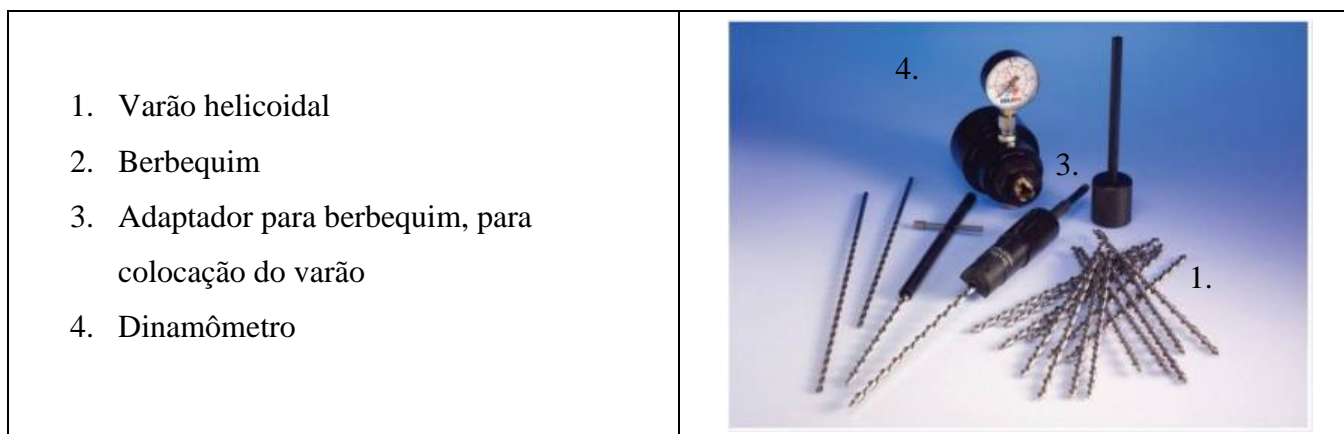


Figura 11: Materiais e ferramentas (*Dryfix*)

Regras de aplicação:

É neste ponto, que se vai distinguir as duas técnicas, *Dryfix* e *Cementie*. Apesar de ambas seguirem a mesma distribuição, como ilustrado na Figura 12, o sistema *Dryfix* é habitualmente aplicado quando se está na presença de alvenarias constituídas com elementos maciços, como seria o caso de uma parede com um pano de tijolo face-à-vista e um de betão, enquanto que o *Cementie* se adequa melhor a elementos vazados, como uma parede com dois panos de alvenaria de tijolo de furação horizontal.

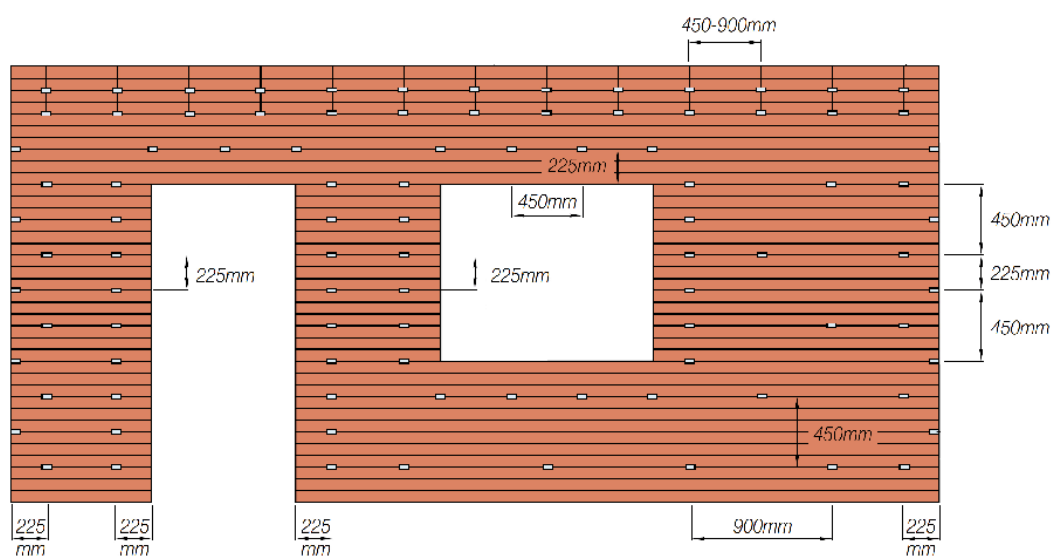


Figura 12: Malha de distribuição de grampos (Ancon, 2012)

Procedimento

Tal como no reforço de cunhais, também aqui os procedimentos a seguir foram estabelecidos pela *Helifix* e se encontram resumidos na Figura 13 para o caso da técnica *Cementie* e na Figura 14 para o *Dryfix*.

1. Execução de um furo desde o exterior da parede até ao último septo do tijolo do pano interior da alvenaria.



2. Introdução de uma camisa no fundo do furo, com a ajuda de uma bomba de injeção do grout, enchendo-a posteriormente.



3. Colocação do varão helicoidal juntamente com a segunda camisa, que vai ficar no pano exterior da alvenaria, com o auxílio de ferramenta própria.



4. Ao fim do tempo de cura, efetuar um controlo de qualidade com um dinamômetro em alguns dos pontos de ancoragem realizados.



5. Enchimento da segunda camisa de grout.



Figura 13: Procedimento *Cementie*

1. Execução de um furo guia desde o exterior da parede, mas sem a trespassar de um lado ao outro.



2. Introdução do varão helicoidal com auxílio de uma ferramenta própria.



3. Efetuar um controlo de qualidade com um dinamômetro em alguns dos pontos de ancoragem realizados.



4. No caso da fachada não levar nenhum acabamento por cima desta intervenção, como é o caso das fachadas em tijolo de face-à-vista, selar o buraco com um material com acabamento semelhante ao da fachada.



Figura 14: Procedimento *Dryfix*

2.3.3. Reparação de fissuras

Como ainda ia ser aplicado um reboco delgado armado para acabamento final, previamente optou-se por tratar os problemas de estanquidade que acompanham as fissuras, através da selagem das fissuras com mástique, colocando sobre este uma película para separar esta reparação do reboco, evitando assim uma posterior fissuração do reboco.

Materiais e ferramentas:

Os materiais e ferramentas essenciais para a implementação desta solução são aqueles que estão indicados na Figura 15.

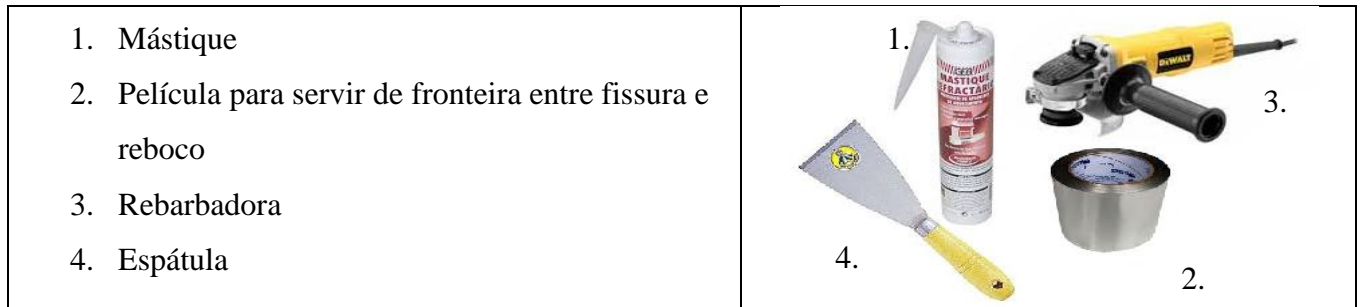


Figura 15: Materiais e ferramentas (reparação de fissuras)

Procedimento

O procedimento a seguir nesta intervenção é o mais fácil de implementar, comparativamente com as outras soluções e toma os passos descritos na Figura 16.

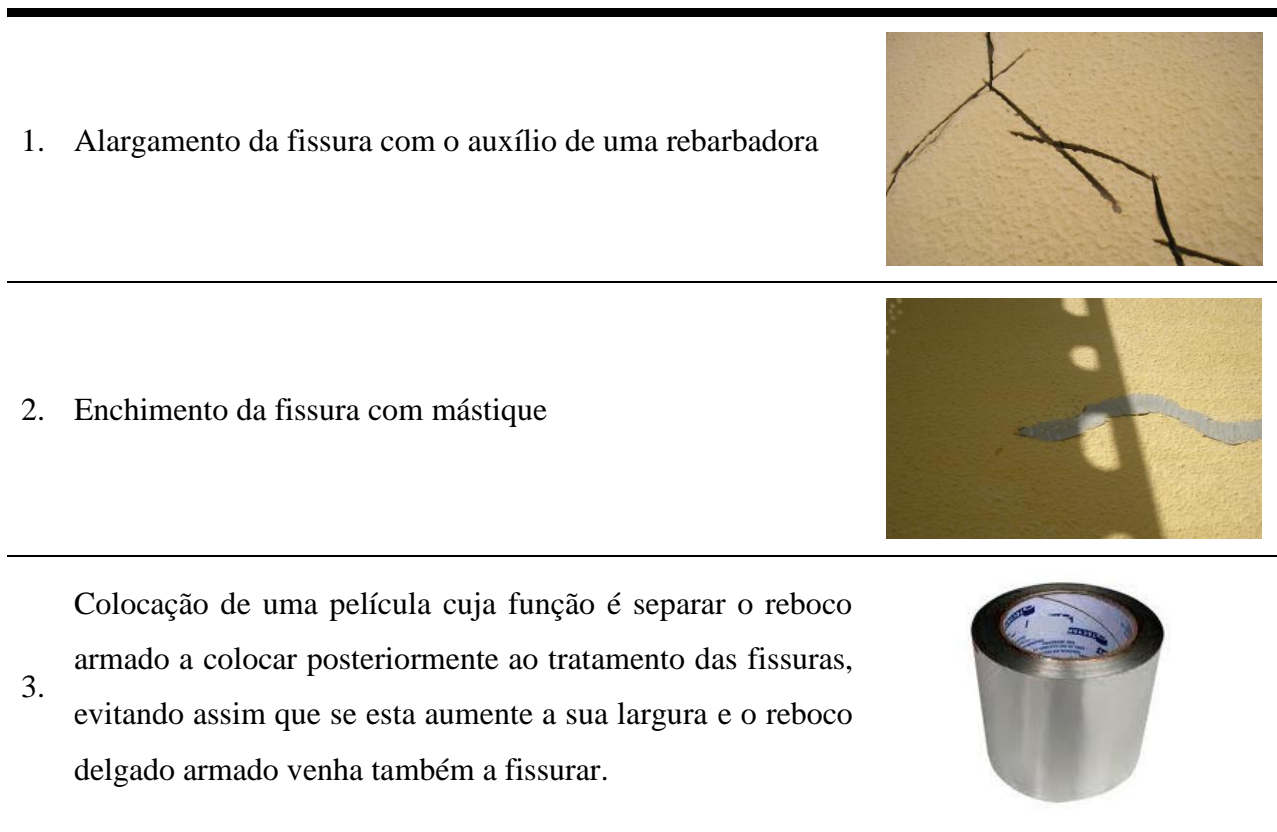


Figura 16: Procedimento colmatação de fissuras

2.3.4. Reboco delgado armado

A opção por este tipo de reboco, deve-se ao facto de este ser mais resistente, devido à presença das armaduras, e consequentemente mais durável.

Materiais e ferramentas:

Os elementos indispensáveis para se realizar esta tarefa, são os que se encontram resumidos na Figura 17.

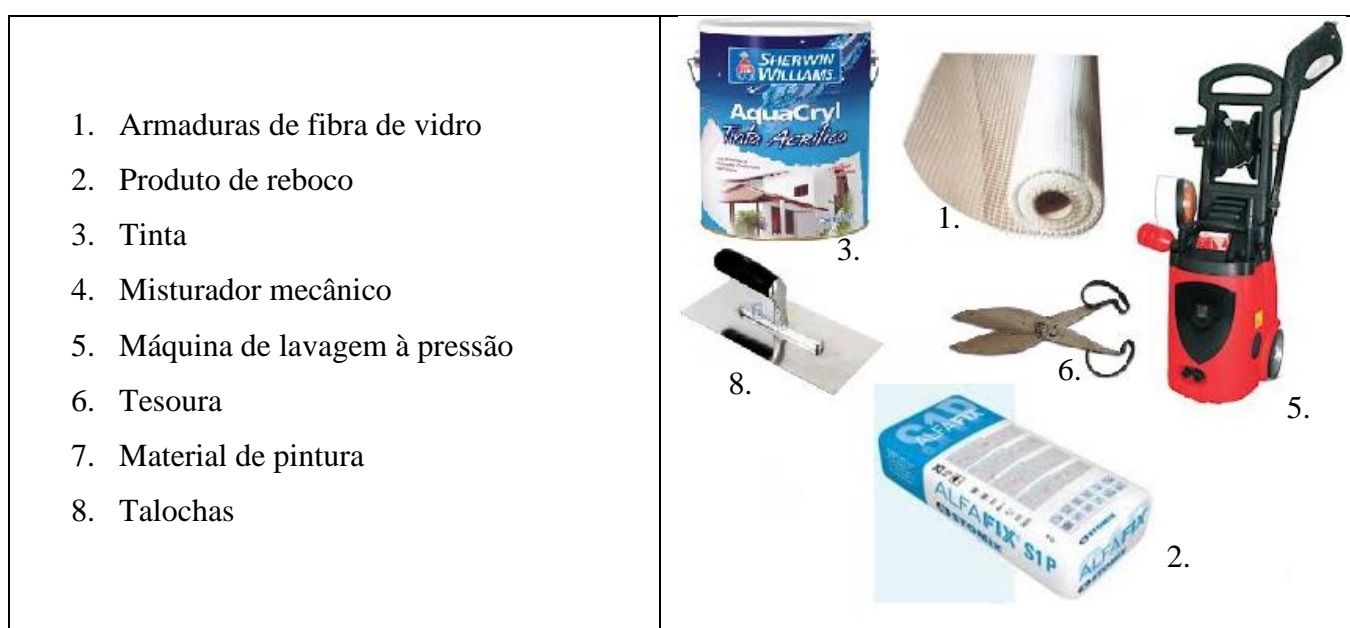


Figura 17: Materiais e ferramentas (reboco delgado armado)

Regras de aplicação

Nesta intervenção, os dois aspetos de execução a que tem de se ter mais atenção são o reforço de pontos singulares e a sobreposição de armaduras.

No caso dos pontos singulares, devem ser reforçados com uma faixa de rede de 30cm de largura por baixo da armadura corrente, como está exemplificado na Figura 18.

Já na sobreposição de armaduras deve ser garantido um comprimento de sobreposição de 10cm por cada armadura, tal como demonstrado na Figura 19.

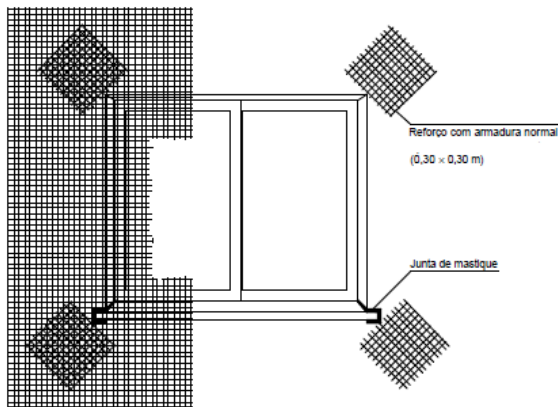


Figura 18: Armaduras de reforço no contorno dos vãos (Freitas, 2002)

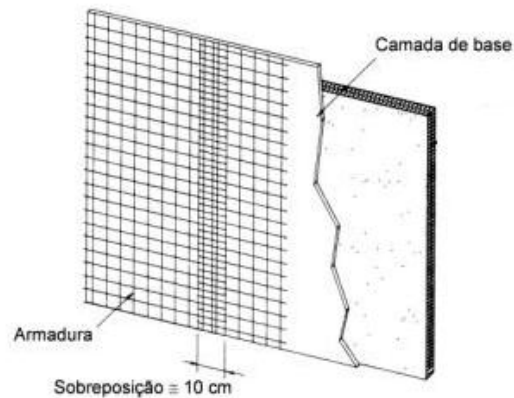


Figura 19: Sobreposição de armaduras (Freitas, 2002)

Procedimento

Nesta obra, vai-se proceder de acordo com o descrito por (Freitas, 2002), como se apresenta esquematicamente na **Figura 20**.

1. Limpeza da fachada



2. Colocação de uma primeira camada de reboco

3. Sobre a camada ainda fresca aplicar as armaduras

Após secagem da primeira camada de reboco, execução de uma segunda que recubra a armadura.

4. As juntas desta camada não devem coincidir com as da camada anterior.

5. Depois da secagem da camada de reboco, no mínimo 24h, execução do acabamento final



Figura 20: Procedimento para execução do reboco delgado armado

2.4. Custos e limitações das técnicas *Dryfix* e *Cementie*

Durante o acompanhamento desta obra, e juntamente com os estudos realizados anteriormente sobre as técnicas de estabilização de alvenarias já mencionados, pode-se concluir que embora estas apresentem um bom desempenho na resolução das anomalias a que se propõem, têm algumas limitações.

Fazendo uma comparação entre as duas técnicas, com dados fornecidos pelo empreiteiro da obra, pode-se concluir que o sistema *Dryfix* é o mais económico, tendo um preço por metro quadrado para uma obra equivalente à acompanhada de 6,93€, contra os 11,40€ do sistema *Cementie*, ou seja, um preço cerca de 40% inferior, não incluindo neste preço o custo dos andaimes. Podendo-se ver uma comparação dos fatores que justificam esta diferença na Tabela 1.

Tabela 1 – Comparação *Dryfix-Cementie*

	<i>Dryfix</i>	<i>Cementie</i>
Custo dos materiais (€/grampo)	2,62	5,29
Rendimento (un/h)	20	6

Outros fatores que influenciam o preço destas soluções, são os portes de envio a que os materiais estão sujeitos, que representam um acréscimo significativo ao preço dos materiais, especialmente quando encomendados em pequenas quantidades, visto estes terem de ser importados do Reino Unido, e também a dificuldade de adaptação à aplicação destas soluções, que precisa de alguma formação não só prática, mas também teórica e ferramentas específicas para a sua aplicação.

Outra razão que justifica ainda porque há poucas empresas capazes de aplicar estes sistemas, visto que para uma aplicação esporádica destes sistemas o facto de ter de se investir num período de formação dos funcionários e ferramentas específicas pode apresentar um custo elevado em relação aos benefícios esperados, diminuindo assim a relação oferta-procura o que por sua vez pode ter influência nos preços praticados.

Algumas das dificuldades que se podem destacar na aplicação destas soluções, são:

- Introdução da camisa de forma correta;
- Garantir que a camisa se encontra preenchida de grout;
- Colocação do varão de forma correta dentro da camisa.

A partir deste ponto, surge o desafio desta dissertação, tornar todo este processo mais simples e consequentemente mais económico. Para tal, surgem duas vias para intervir, nos materiais e nos sistemas.

A intervenção ao nível dos materiais é possível no sistema *Cementie* e temos várias opções de estudo:

- Estudar a possibilidade de substituir o grout usado, que representa mais de 30% do custo total dos materiais, para uma argamassa/resina com um elevado grau de fluidez, mas um custo muito inferior;
- Substituir o varão helicoidal, que sendo de aço inox tem um custo superior em 30% do custo total dos materiais.

A intervenção ao nível do sistema, por sua vez, é mais praticável ao objetivo do sistema *dryfix*, ou seja, ao funcionamento sem a necessidade do uso de argamassas, e aqui passaria essencialmente pelo uso de um tipo de bucha (ver Figura 21) que permitisse uma área de contacto com o material cerâmico do septo o maior possível, de forma a distribuir as tensões e a resistir mais.



Figura 21: Exemplos de buchas a estudar (Hilti, 2013)

CAPÍTULO 3
Caracterização dos materiais e preparação dos provetes

CAPÍTULO 3 - Caracterização dos materiais e preparação dos provetes

3.1 Caracterização dos tijolos

3.1.1 Caracterização geométrica

3.1.2 Caracterização mecânica

3.2 Preparação da campanha experimental

3.2.1 Protocolo de ensaio

3.2.2 Soluções de grampeamento

3.2.3 Provetes de ensaio

3. Caracterização dos materiais e preparação de provetes

Neste capítulo, serão analisados os materiais usados na campanha experimental, a fim de conhecer a resistência mecânica.

Seguidamente, serão definidos os procedimentos de ensaio e descritos todos os trabalhos preparatórios a realizar.

3.1. Caracterização dos tijolos

À semelhança do que se fez em estudos anteriores (Ribeiro, 2013), também neste serão usados dois tipos de tijolos, formato de 30x20x15 e de 30x20x11 (ver Figura 22), fornecidos pela empresa Preceram Norte, sendo estes os mais usuais na construção de alvenaria dupla de envolvente exterior (Silva e Vicente, 2001).

No entanto, optou-se por usar unicamente tijolos de produção recente, diferindo do estudo de Ribeiro, que usou também tijolos de produção pré 1990.

A caracterização destes tijolos foi efetuada segundo a norma NP-EN 772-1 (CEN, 2002), tendo sido para tal selecionados aleatoriamente 8 tijolos de cada formato.

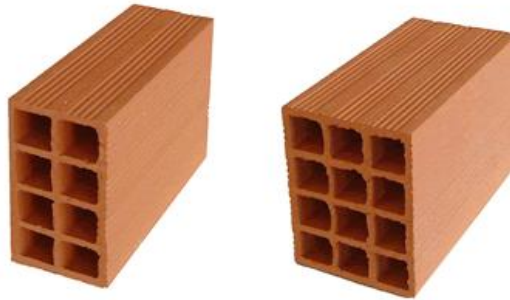


Figura 22: Tijolos de formato 30x20x11 e 30x20x15

3.1.1. Caracterização geométrica

A caracterização geométrica, consiste na comparação das dimensões dos tijolos selecionados, com os limites fornecidos pela norma do produto.

Para tal, procedeu-se à medição da altura, largura e comprimento de cada tijolo, medição esta com a qual se obtiveram os valores presentes na Tabela 2 e Tabela 3.

Tabela 2 – Caracterização geométrica dos tijolos de formato 30x20x11

Provete nº	Base (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)
1	104	185	290
2	107	189	289
3	109	186	290
4	106	188	293
5	106	188	290
6	109	189	290
7	106	187	288
8	105	185	285
Limites	123-97	218-182	322-278

Tabela 3 – Caracterização geométrica dos tijolos de formato 30x20x15

Provete nº	Base (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)
1	146	187	289
2	145	190	290
3	145	189	291
4	146	187	290
5	148	189	291
6	147	190	291
7	145	189	291
8	144	188	292
Limites	165-135	218-182	322-278

Após comparação com os valores limite dados pela ficha técnica do produto, pode-se concluir que os valores obtidos se encontram dentro dos limites especificados.

3.1.2. Caracterização mecânica

Para se proceder a esta caracterização, procedeu-se a um ensaio de compressão simples, seguiu-se o procedimento que está definido um procedimento na norma NP-EN 772-1 mencionada, que define os passos descritos na Tabela 4.

Tabela 4 – Procedimento para caracterização mecânica dos tijolos

1. Nivelamento dos tijolos	
2. Cofragem tijolos	
3. Molhagem da superfície	
4. Colocação do grout auto-nivelante	
5. Cura do grout	-
6. Descofragem	
Nota: Repetir os passos anteriores para o lado oposto	
7. Esperar os 28 dias do período de cura do grout	-
8. Ensaiar os provetes	

Após o ensaio dos provetes de tijolos, obtiveram-se os valores que estão da Tabela 5 e Tabela 6.

Tabela 5 – Ensaio compressão simples dos tijolos de formato 30x20x11

Nº provete	Área (mm ²)	Força (kN)	σ (MPa)	Tensão média (MPa)	Desvio Padrão (MPa)	Coef. variação (%)
1	30160	50,5	1,67			
2	30923	38,5	1,25			
3	31610	34,5	1,09			
4	31058	35,4	1,14			
5	30740	38,2	1,24	1,24	0,26	21
6	31610	30,7	0,97			
7	30528	30,4	1,00			
8	29925	46,7	1,56			

Tabela 6 – Ensaio compressão simples dos tijolos de formato 30x20x15

Nº provete	Área (mm ²)	Força (kN)	σ (MPa)	Tensão média (MPa)	Desvio Padrão (MPa)	Coef. variação (%)
1	42194	141,4	3,35			
2	42050	110,4	2,63			
3	42195	95	2,25			
4	42340	94,1	2,22			
5	43068	81,4	1,89	2,45	0,46	19
6	42777	106,3	2,48			
7	42195	31,2	0,74			
8	42048	98,2	2,34			

Note-se que os valores assinalados a vermelho nas tabelas anteriores, não foram considerados nos cálculos estatísticos, pois apresentam um resultado desviante em relação ao resto dos valores obtidos.

Assim, e após a comparação dos valores médios das tabelas anteriores com o valor da resistência à compressão indicada na ficha técnica do produto da Preceram, pode-se concluir que os tijolos de formato 30x20x15 garantem um valor de resistência de 1,5 MPa, no entanto, os tijolos de formato 30x20x11 apresentam um valor abaixo deste (1,24 MPa).

Deste modo, os valores obtidos neste estudo serão limitados pela qualidade dos tijolos, esperando-se que sejam inferiores aos valores obtidos em estudos anteriores (Ribeiro, 2013).

3.2. Preparação da campanha experimental

Antes de se proceder ao trabalho laboratorial, é essencial definir as estratégias e objetivos a atingir. Neste capítulo, define-se os ensaios a ser feitos, tal como a forma como serão construídos os provetes e os casos de estudo que vão ser desenvolvidos.

3.2.1. Protocolo de ensaio

Neste estudo, à semelhança do que foi feito em estudos anteriores (Ribeiro, 2013), vão ser realizados dois tipos de ensaios.

O primeiro, será um ensaio de *pull-off* que irá servir de controlo de qualidade dos grampeamentos realizados, sendo também possível ter uma ideia da capacidade resistente (ver Figura 23).



Figura 23: Ensaio de *pull-off*

Para realizar este ensaio, seguiu-se o procedimento descrito na Figura 24, tendo-se realizado em 15 dos 22 provetes.

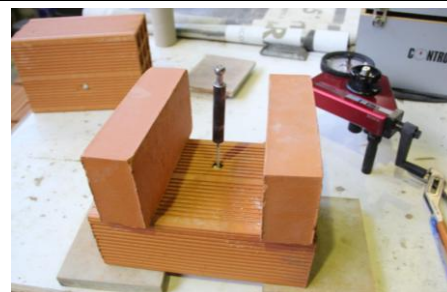
1 Cortar o varão que une os dois tijolos



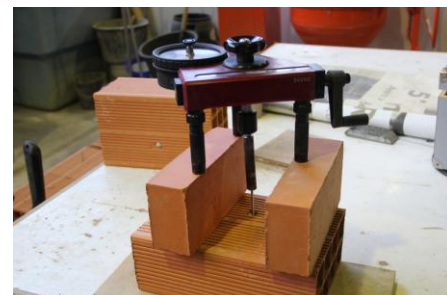
2 Colocação do adaptador de tração no varão



3 Introdução de calços para dar altura à máquina de *pull-off* (se necessário)



4 Montagem da máquina de *pull-off*



5 Execução do ensaio



6 Obtenção do valor de rotura



7 Repetir os passos anteriores para o outro tijolo

Figura 24: Procedimento de ensaio com o *pull-off*

O segundo, será um ensaio realizado com um atuador mecânico, de acordo com o *setup* ilustrado na Figura 25. Este ensaio será realizado nos restantes 7 dos 22 provetes.

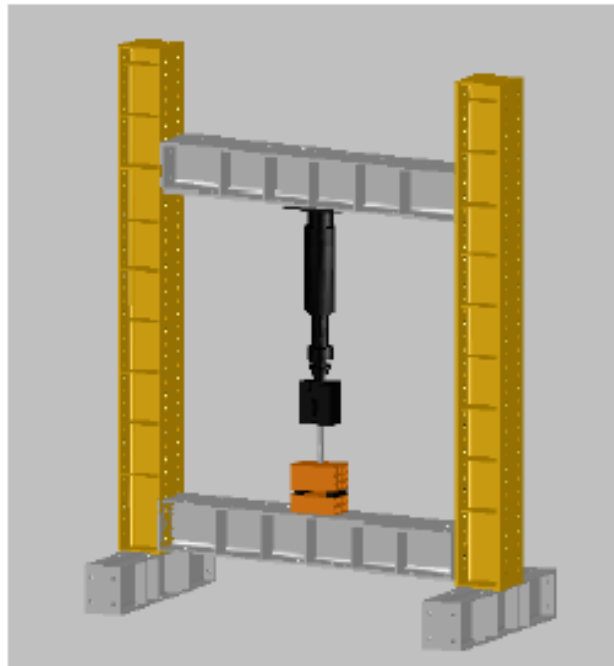
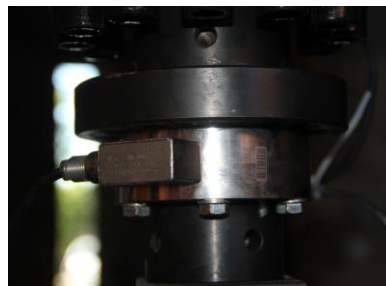


Figura 25: *Setup* ensaio atuador mecânico (Ribeiro, 2013)

O *setup* ilustrado na Figura 25, é constituído por um atuador mecânico de 300kN, uma célula de carga de 25kN, um LVDT para obtenção do deslocamento e uma garra metálica que permite tracionar os varões, equipamentos estes que se podem ver na Figura 26.



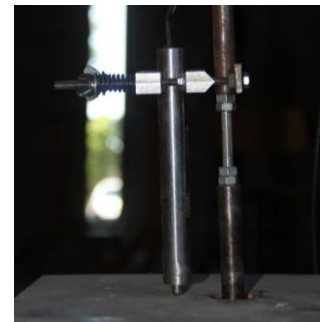
a)



b)



c)



d)

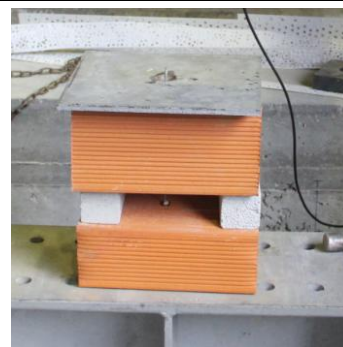
Figura 26: a) Atuador b) Célula de carga c) Garra de tração d) LVDT

O procedimento a seguir para este ensaio, é aquele que se encontra descrito e ilustrado na Figura 27, sendo os resultados a tirar deste ensaio a força de arranque e o deslocamento.

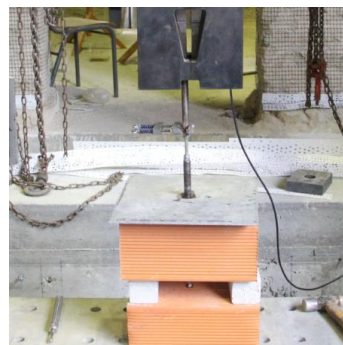
1 Colocação do provete no pórtico



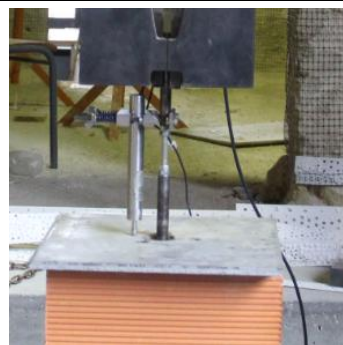
2 Colocação da chapa de fixação



3 Colocação do adaptador de ligação ao atuador



4 Posicionamento do LVDT



5 Fixação do provete



Figura 27: Procedimento de ensaio com o atuador mecânico

3.2.2. Soluções de grampeamento

Seguindo os princípios enunciados no capítulo anterior, fez-se uma procura dos materiais que se encontram disponíveis no mercado, dos quais foram selecionados alguns para testar o seu desempenho.

Os escolhidos foram as mangas perfuradas compósitas HIT-SC e químicos de injeção HIT MM-Plus e HIT-HY 70 da Hilti (ver Figura 28) em alternativa ao sistema Cementie, e as buchas mecânicas de mola e expansíveis (ver Figura 29) em alternativa ao sistema Dryfix.

Foi ainda equacionado o uso de uma argamassa fluída em substituição do uso de bolbos e a combinação do uso de cimento cola com as camisas HIT-SC.

Finalmente, optou-se ainda por substituir o varão helicoidal, normalmente utilizado, por um varão roscado de 6mm, sendo esta alteração justificável pela diminuição significativa de custos.



Figura 28: Manga HIT-SC e químico HIT-HY 70 (Hilti, 2013)



Figura 29: Buchas de expansão e de mola

Foram definidas as combinações de soluções de grampeamento presentes na Figura 30, cada solução combina um tipo de manga, resina e varão diferentes.

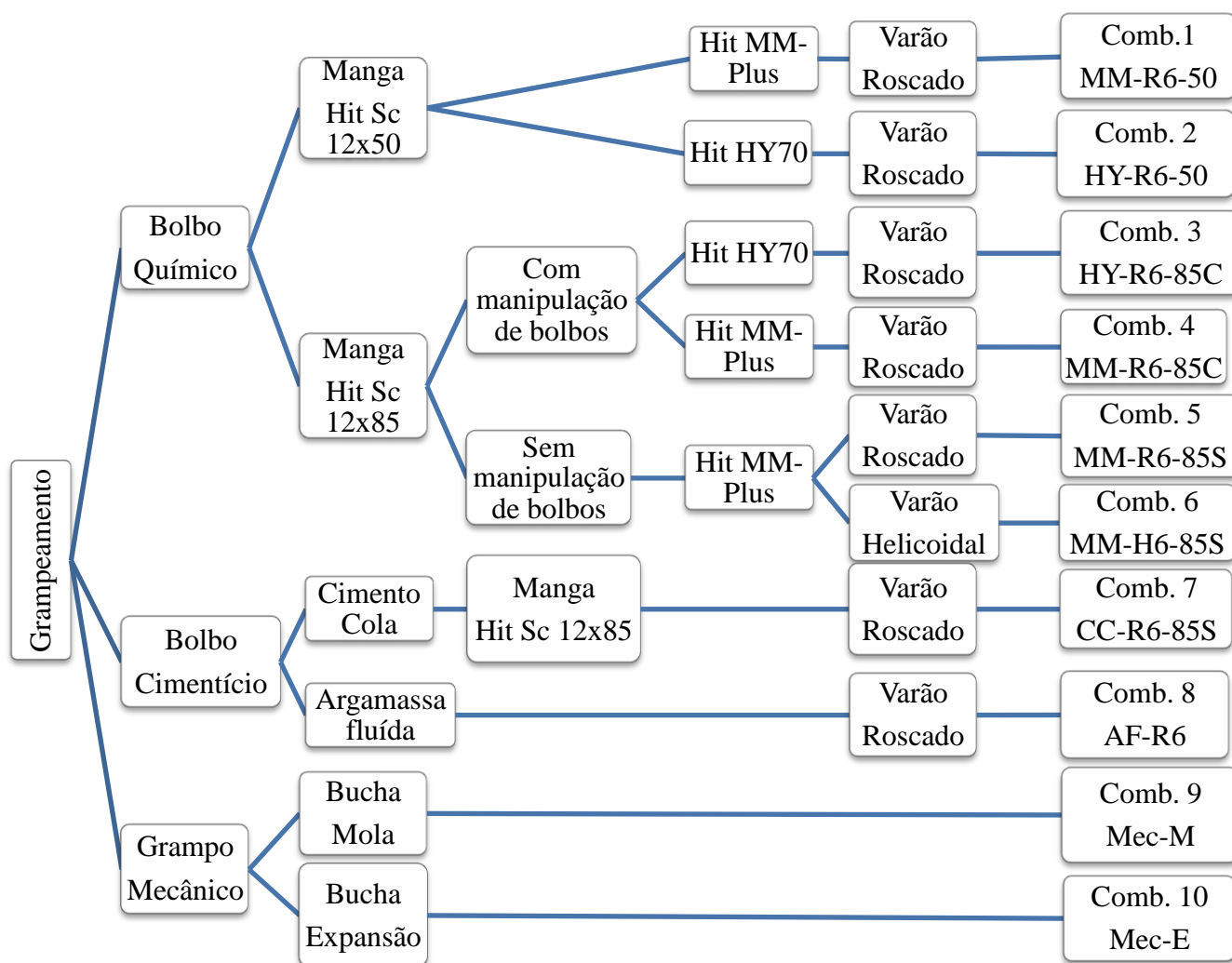


Figura 30: Soluções de grampeamento

As combinações escolhidas permitem estudar a influência do comprimento da manga, através da comparação das combinações 1 com a 5.

Permitem ainda estudar a influência do químico de injeção usado, através da comparação das combinações 1 com a 2 e a 3 com a 4.

É ainda possível estudar o efeito da manipulação dos bolbos confrontando as combinações 4 e 5. Efeito este, que se espera ser de poupança de químico, mas com a formação de um bolbo maior e mais próximo das paredes dos septos.

Finalmente, pode-se comparar ainda a influência do varão utilizado através da comparação das combinações 5 e 6.

Com a combinação 7, pretende-se verificar a possibilidade de substituir o uso do químico de injeção por cimento cola, que apresenta um custo inferior e a 8 reduziria ainda mais o custo contornando igualmente o uso de mangas.

Já as combinações 9 e 10 são alternativas mecânicas que simplificariam o processo de grampeamento, baixando assim os custos associados.

As designações atribuídas a cada combinação, pretendem representar todas as componentes de cada combinação, ou seja, MM ou HY é relativo ao químico de injeção usado, R6 ou H6 é relativo ao varão, 50 ou 85 é relativo ao tipo de camisa e 85C ou 85S é relativo ao facto de se manipularem os bolbos ou não respetivamente. Tem-se ainda outros componentes destas designações como CC, que significa cimento cola, AF que representa a argamassa fluída e Mec-M e Mec-E que são relativos aos grampeamentos mecânicos com buchas tipo mola e de expansão respetivamente.

3.2.3. Provetes de ensaio

Os provetes consistem no grampeamento de dois tijolos isolados, representativos das alvenarias de envolvente exterior mais usuais em Portugal, ou seja, de tijolo de formato 30x20x15 e 30x20x11, com uma caixa-de-ar de 6cm entre eles, normalmente semi-preenchida.

O grampeamento será realizada seguindo as combinações descritas anteriormente e que se encontram esquematizados na Figura 31.

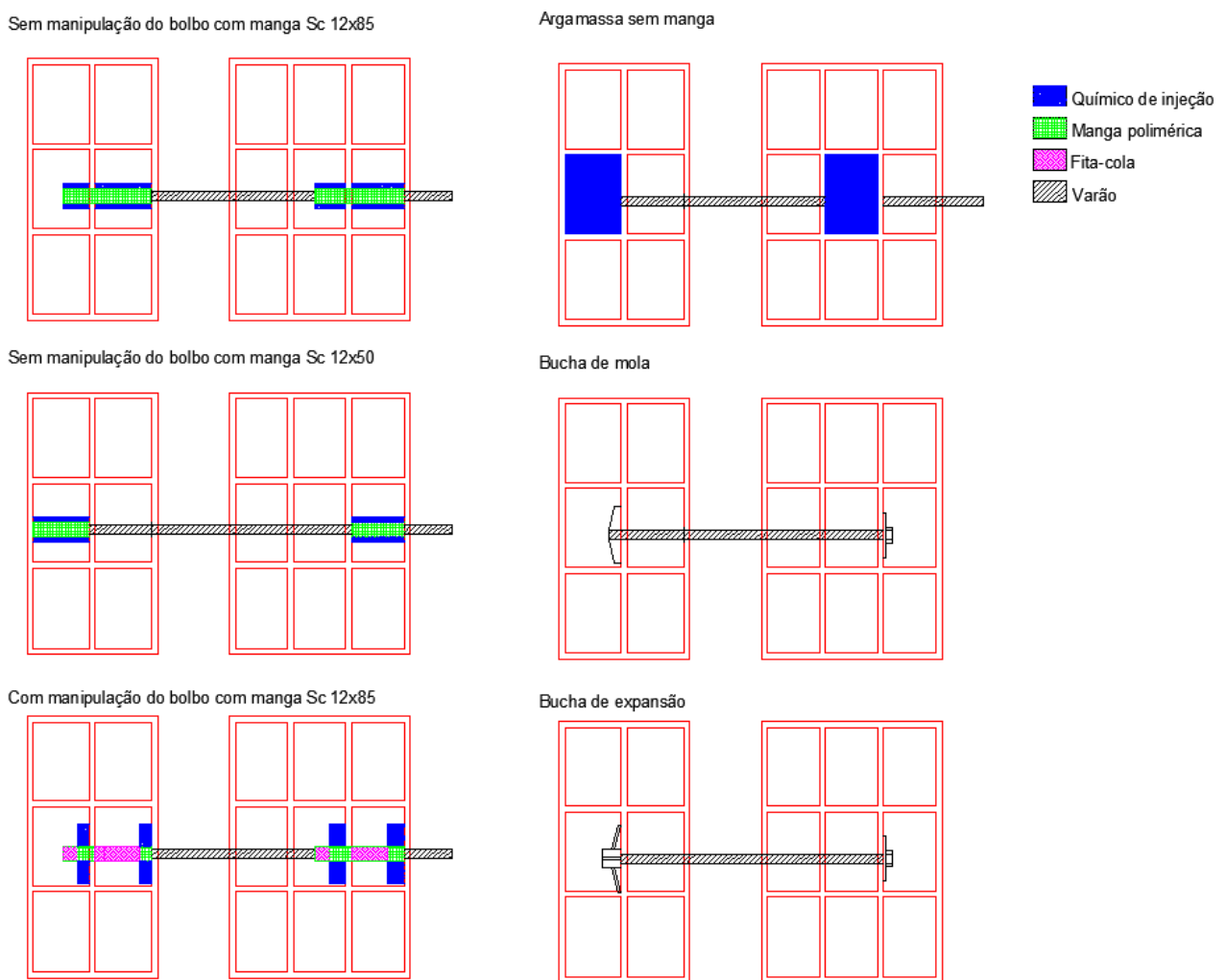


Figura 31: Esquema provetes de ensaio

O varão deve prolongar-se cerca de 3cm para além da face do tijolo de 15, algo que não se verificaria em obra, mas necessária para se poder ensaiar a solução.

Os passos para a construção dos provetes com uso de manga são:

- 1) Furação dos tijolos;
- 2) Introdução da manga no tijolo de formato 30x20x11;
- 3) Enchimento da 1ª manga;
- 4) Introdução da 2ª manga no tijolo de formato 30x20x15;
- 5) Enchimento da 2ª manga;
- 6) Introdução do varão.

Os passos para a construção dos provetes com buchas mecânicas:

- 1) Furação dos tijolos;
- 2) Introdução da bucha no pano interior;
- 3) Apertar a bucha;
- 4) Colocar a anilha e porca no pano exterior e apertá-la.

Para garantir que os provetes mantêm a separação de 6cm correspondente à caixa-de-ar, foi necessário colocar espaçadores que assegurassem esta distância.

No caso dos ensaios realizados com o pull-off, e visto que o varão é cortado após a cura do provete para se poder ensaiar os dois tijolos separadamente, optou-se por usar espaçadores de XPS (ver Figura 32), sendo apenas necessário cortar as placas deste material com esta medida.



Figura 32: a) Elaboração de espaçadores em XPS b) Provete com espaçadores XPS

Para os ensaios realizados no atuador mecânico e visto este ter uma componente de controlo da deformação, optou-se aqui por produzir estes espaçadores com blocos de argamassa de traço

volumétrico (3 partes de areia para 1 de cimento), de forma a garantir que estes não se deformam influenciando o resultado.

Para tal, executou-se uma laje com esta argamassa com 2,50X0,75m, fazendo uns cortes ainda com a argamassa fresca para se poder manusear as placas resultantes mais facilmente à mão (ver Figura 33).



a) b) c)

Figura 33: a) Cofragem da laje b) Elaboração da argamassa c) Laje pré-cortada

Depois, com o auxílio de uma serra de mesa, cortaram-se os espaçadores com a altura desejada (ver Figura 34).



a) b)

Figura 34: a) Corte dos espaçadores de argamassa b)Provetes com espaçadores de argamassa

CAPÍTULO 4
Ensaio exploratório

CAPÍTULO 4 - Ensaios exploratórios

4.1 Colocação da manga

4.2 Manipulação do bolbo

4.2.1 Colocação da fita cola para manipulação do bolbo

4.2.2 Influência da manipulação do bolbo

4.2.3 Ensaios preliminares finais

4.3 Cimento cola

4.4 Argamassa fluída

4.5 Bucha de mola

4.6 Bucha de expansão

4.7 Conclusões dos ensaios exploratórios

4. Ensaio exploratórios

Como as soluções de grampeamento a ensaiar são adaptações para um fim diferente daquilo para que foram originalmente desenhadas, optou-se por realizar alguns ensaios preliminares que permitissem avaliar a exequibilidade ou necessidade de adaptações das soluções.

4.1. Colocação da manga

Os primeiros provetes a serem realizados, corresponderam à solução MM-R6-50.

A primeira dificuldade encontrada foi a introdução das mangas nos panos de alvenaria. Ao contrário do que se verificava com o sistema *Cementie* em que a pistola de injeção já estava adaptada para resolver este problema, as pistolas de injeção da *Hilti* não são desenhadas para este fim, apresentando uma ponta plástica curta, extensível com tubos do mesmo material facilmente deformável (ver Figura 35). Assim, teve-se que idealizar uma ferramenta que auxiliasse nesta tarefa (ver Figura 36).



a)

b)

Figura 35: a) Pistola de injeção da *Hilti* com ponta de plástico b) Pistola *Helifix* ponta metálica



Figura 36: Ferramenta auxiliar para posicionamento da manga

Com esta questão resolvida, procede-se à execução do grampeamento de acordo com o procedimento descrito anteriormente.

Após um período de cura de uma semana, foram ensaiados os grampeamentos executados, obtendo-se os valores registados na Tabela 7.

Tabela 7 – Resultados 1ª campanha exploratória de ensaios

Provete	Tijolo de formato 30x20x11		Tijolo de formato 30x20x15	
	Força (kN)	Observações	Força (kN)	Observações
1	0,63	-	n.a.	Escorregamento do varão
2	0,10	Manga fora do sítio	0,20	-
3	0,50	-	n.a.	Escorregamento do varão
4	0,40	Manga fora do sítio	n.a.	Escorregamento do varão

Com a análise conjunta dos resultados obtidos da Tabela 7 e da Figura 37 é possível chegar à conclusão que havia alguns aspetos a melhorar.

O primeiro aspeto a alterar, é o uso das mangas HIT-SC12x50. O facto de não terem comprimento suficiente para atravessar dois septos do tijolo leva a que muitas vezes estas se desloquem de um posicionamento correto na horizontal e acabe por se perder o efeito do bolbo.

O segundo aspeto está associado a uma alteração do procedimento. Devido ao facto de a ponta da pistola de injeção ser muito estreita e o varão de 6mm não passar dentro desta (ver Figura 38), tinha-se optado por encher a segunda manga primeiro e colocar o varão de seguida. No entanto, esta forma levou a que o químico de injeção não aderisse ao varão na totalidade dos ensaios, levando assim ao escorregamento da solução.

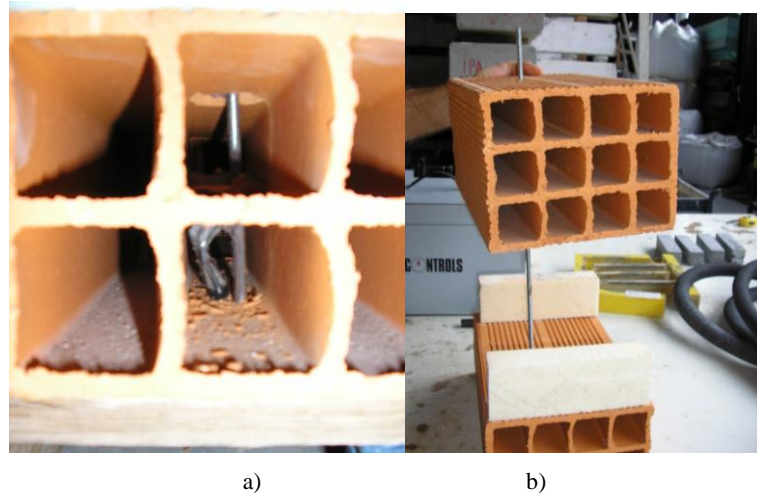


Figura 37: a) Posição incorreta da manga no tijolo de formato 30x20x11 b) Escorregamento do varão no tijolo de formato 30x20x15

Assim, a solução encontrada para os dois problemas encontrados foi descartar o uso das mangas HIT-SC12x50, em detrimento das HIT-SC12x85, e alterar o diâmetro do varão de 6mm para 4mm, podendo-se alterar assim o procedimento para se colocar o varão antes de efetuar o enchimento da segunda manga com o químico de injeção.

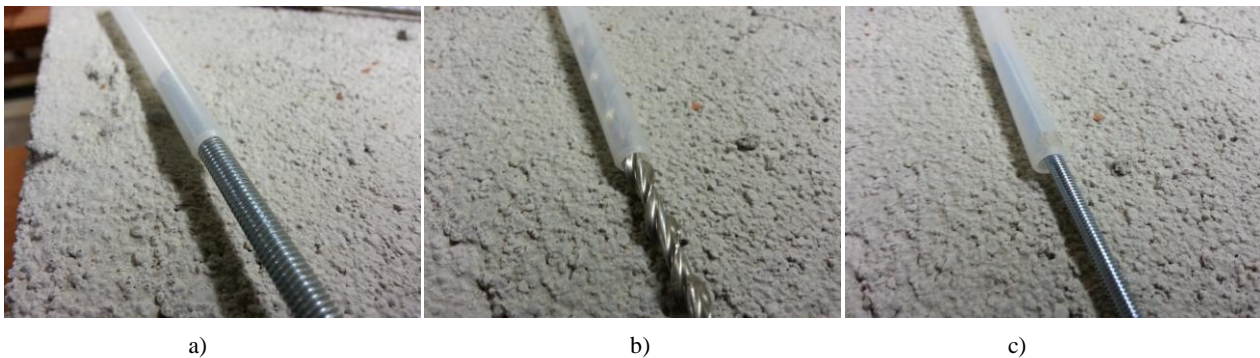


Figura 38: Comparação diâmetro varão- ponta da pistola de injeção: a)Roscado 6mm b)Helicoidal 6mm c) Roscado 4mm

4.2. Manipulação do bolbo

Como com a manga HIT-SC12x85 se tem dois tipos de variantes, com manipulação de bolbo e sem manipulação de bolbo, o primeiro passo é avaliar se a manipulação do bolbo conduz a melhores resultados como esperado.

4.2.1. Colocação da fita cola para manipulação do bolbo

A manipulação do bolbo, tem por objetivo criar um bolbo maior e mais concentrado junto das paredes dos septos, ao mesmo tempo que tenta levar a uma poupança de material. Assim, a colocação de fita cola, é tal, que leve a que a formação do bolbo ocorra como exemplificado na Figura 39.

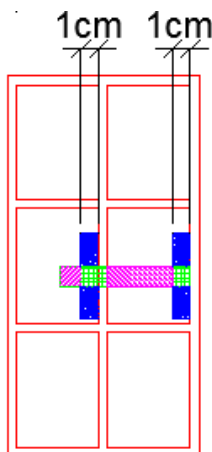


Figura 39: Efeito da manipulação do bolbo

Para acelerar este processo, manipulou-se as mangas de modo a permitir aumentar o rendimento desta tarefa, a criação de um bolbo favorável e otimizado (ver Figura 40).



a)

b)

Figura 40: a) Uso da fita cola b) Aspecto final das mangas após a manipulação

4.2.2. Influência da manipulação do bolbo

Para se poder determinar se a manipulação do bolbo tinha o efeito desejado, realizaram-se ensaios onde se compararam a eficiência das duas opções.



Figura 41: Manipulação do bolbo (com manipulação à esquerda e sem à direita)

Com a análise da Figura 41, é possível concluir que os resultados expectáveis se verificam na prática. Obtém-se um bolbo maior, enquanto se poupa na quantidade de químico de injeção, e sendo este aquele que mais influencia o preço da solução final por grampo, optou-se por abandonar as combinações em que a manipulação de bolbo não era efetuada.

4.2.3. Ensaio preliminares finais

O ensaio preliminar usado para testar todas as decisões tomadas anteriormente, foi a combinação 3.

Para tal, foi seguido protocolo que foi desenhado na secção 3.2.3, ou seja:

- 1) Furação dos dois panos de tijolo;
- 2) Introdução da manga no tijolo de formato 30x20x11;
- 3) Enchimento com químico de injeção da 1ª manga;
- 4) Introdução da 2ª manga no tijolo de formato 30x20x15;
- 5) Introdução do varão;
- 6) Enchimento com químico de injeção da 2ª manga.

Após espera do tempo de cura, foram ensaiados os provetes, obtendo-se os valores presentes na Tabela 8.

Tabela 8 – Resultados dos ensaios preliminares com a combinação 3

Provete	Tijolo 11		Tijolo 15	
	Força (kN)	Observações	Força (kN)	Observações
1	1,50	-	1,50	-
2	1,30	-	1,90	-
3	1,70	-	1,50	-
4	1,30	-	1,10	-
5	n.a.	Varão fora da manga	0,50	Manga mal cheia
6	1,50	-	3,00	-
7	1,20	-	2,60	-
8	1,10	-	1,50	-
9	n.a.	Manga sem bolbo	2,20	-
10	n.a.	Manga mal cheia	2,00	-
11	1,00	-	2,50	-
12	1,00	-	1,80	-
13	1,00	-	1,20	-
14	1,40	-	2,00	-
15	2,00	-	1,80	-
Média	1,33		1,82	
Desvio padrão	0,31		0,46	
Taxa de variação	23%		25%	

É de notar que os valores assinalados a vermelho na tabela anterior, não foram considerados nos cálculos estatísticos, pois apresentam um valor desviante em relação ao resto dos valores obtidos, considerando-se assim estes resultados inválidos.

Outro aspeto importante a constatar destes ensaios exploratórios, foi o tipo de enchimento da manga que se obteve, como se pode ver na Figura 42, foi apenas parcial. Isto muito provavelmente, deve-se ao facto de o químico seguir o caminho de menor resistência, ou seja, em vez de encher a manga uniformemente, começa a sair desta assim que chega à malha furada da bucha.



Figura 42: Manga insuficientemente cheia

Através da análise dos resultados e do aspeto do tipo de bolbos formados, considerou-se que a resistência desta solução podia ser ainda melhorada. Para tal, a solução que se idealizou foi o enchimento gradual da manga fazendo com que a ponta da pistola entrasse dentro da manga e fosse sendo retirada à medida que se enchia a mesma.

No entanto, para esta solução poder ser implementada, teve de se fazer uma alteração nas mangas, que foi o desbaste de umas saliências que as cabeças das mangas têm (ver Figura 43).

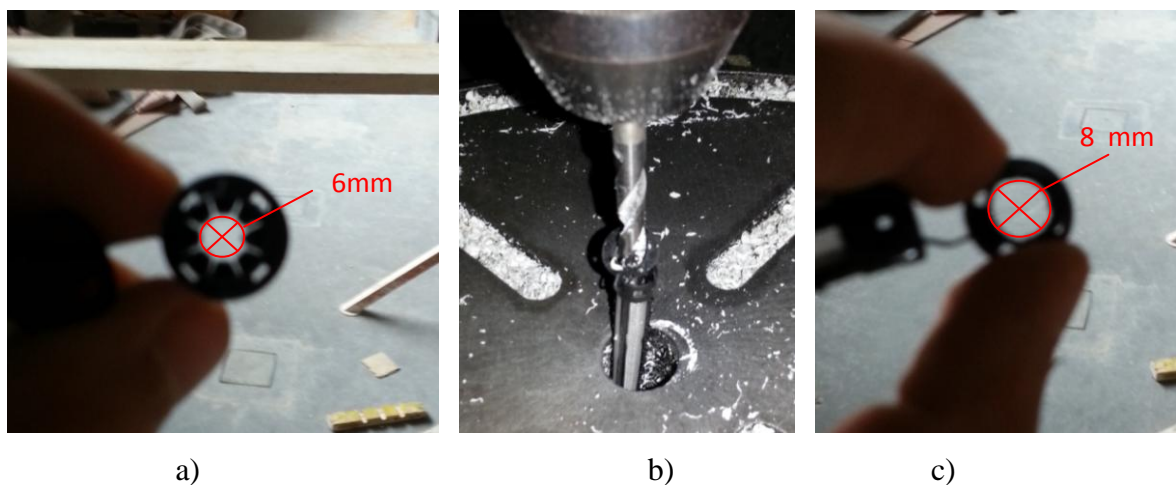


Figura 43: a) Manga normal b) Processo de desbaste c) Manga com abertura alargada

Finalmente, e devido ao facto de estas mesmas cabeças serem concebidas para trabalhar à face do material, têm uma gola rígida na cabeça, o que faz com que o diâmetro do furo a fazer seja maior que o recomendado, e para evitar que a manga saísse agarrada à ponta da pistola, com o auxílio de um varão, tem de se posicionar esta na devida posição (ver Figura 44).



a)

b)

Figura 44: a) Enchimento do 1º bolbo b) Enchimento do 2º bolbo

4.3. Cimento cola

O uso de cimento cola constitui uma opção mais económica, mas que no entanto procura manter o princípio de funcionamento da técnica *Cementie*, com formação de um bolbo.

É esperado, que mantendo o nível de exigência técnica, se encontre uma solução mais barata, sem comprometer a qualidade dos resultados.

Através do uso de argamassas pré-doseadas, garante-se uma aderência ao varão ao mesmo tempo que apresenta uma granulometria fina.

Esta argamassa foi preparada tentando obter a mesma consistência dos químicos de injeção da *Hilti*, de forma que esta apresentasse aproximadamente o mesmo comportamento de criação de bolbo quando introduzida na manga. Assim, foi-se adicionando água gradualmente, até que se obteve uma formulação de 240ml de água por cada quilo de cimento cola (ver Figura 45).



Figura 45: Consistência final do cimento cola usado.

No entanto, quando se procedeu à injeção desta argamassa nas mangas, reparou-se que apesar de esta apresentar uma granulometria fina, obstruía a malha da manga (ver Figura 46), pelo que esta solução foi abandonada.



Figura 46: Obstrução com cimento cola das mangas.

Alternativamente, procurou-se um material que não causasse este problema, surgindo a ideia de usar uma calda de cimento.

Passando pelo mesmo processo descrito anteriormente para encontrar a formulação ideal, chegou-se ao mesmo valor de 240ml de água por cada quilo de cimento.

No entanto, quando se testou a injeção na manga, novamente também acontecia o mesmo fenómeno exemplificado na Figura 46, pelo que também esta hipótese foi abandonada.

4.4. Argamassa fluída

De todas as opções apresentadas até agora, esta é a mais económica, mas também a que apresenta um menor nível técnico e de garantia de qualidade, da solução final.

A argamassa a ser usada, é uma argamassa composta por 2 partes de areia para uma de cimento em volume (ver Figura 47). A areia usada foi uma areia fina, para não obstruir a ponta da pistola de injeção.



Figura 47: Argamassa de cimento

Neste caso, a solução não passa pela criação de dois bolbos para ancorar o varão, mas sim pelo enchimento de uma forma abundante ou da totalidade da furação horizontal do tijolo (ver Figura 31).

Como surgiram algumas dúvidas quanto às condições de aderência entre o varão e a argamassa nesta solução, optou-se por introduzir uma dobra na extremidade do varão para melhorar as condições de ancoragem, como se vê na Figura 48.



Figura 48: Dobra na extremidade do varão

Passando à formulação da argamassa, começou-se por um valor de 170ml de água por quilo de argamassa, no entanto, observou-se que quando se tentava injeta-la, a pistola começava a compactar o cimento até este começar a perder a água da argamassa, sem sair da pistola, como é visível na Figura 49.

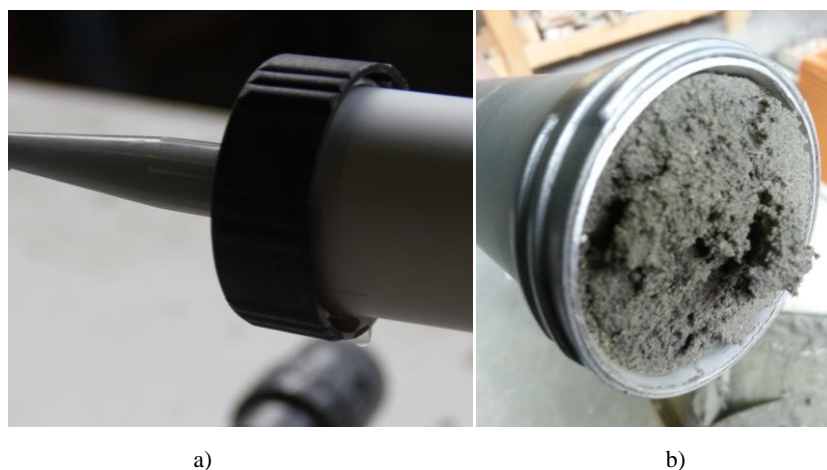


Figura 49: a) Água a pingar quando a argamassa está sob pressão b) Argamassa desidratada

Por fim, foi possível contornar este problema quando se aumentou para os 225ml de água por quilo de argamassa, ficando-se com uma argamassa com o aspeto que se apresenta na Figura 50.



Figura 50: Consistência final da argamassa

Devido a esta consistência final da argamassa, surge agora um novo problema. Como o varão tem de ser dobrado para se conseguir garantir a aderência à argamassa, o tamanho do furo a executar nos tijolos tem de ser maior para permitir a sua passagem.

Combinando agora o efeito de um furo muito grande com uma argamassa bastante líquida, encontramos uma dificuldade acrescida de garantir que a argamassa consiga formar bolbos nos tijolos para poder desempenhar o seu papel, pelo que também esta solução foi abandonada.

4.5. Bucha de mola

A ideia de criar esta possibilidade, passa pela facilidade com que este tipo de buchas pode ser instalado, sem qualquer necessidade para formação ou ferramentas específicas, enquanto se mantém os custos relativos a materiais muito abaixo das técnicas anteriormente estudadas.

Os ensaios preliminares realizados, passaram sobretudo pela determinação do diâmetro mínimo necessário para se poder garantir uma resistência aceitável.

Assim, começou-se por um bucha tamanho M4, que após ensaio apresentou uma resistência ao arranque de 0,8kN, que se considerou abaixo do exigido (ver Figura 51).



Figura 51: a) Bucha tipo mola M4 b) Tipo de rotura no septo

De seguida, passou-se para o tamanho M5, que apresentaram uma qualidade bastante baixa, visto cederem antes do tijolo (Figura 52).



Figura 52: Cedência por parte da bucha

Finalmente, testaram-se as buchas M6, as quais apresentaram um valor de arranque bastante aceitável de 1,5kN, que corresponde ao valor de arranque normalmente exigido por metro quadrado de alvenaria no caso em que se tem uma densidade de 2 a 3 grampos (ver Figura 53).

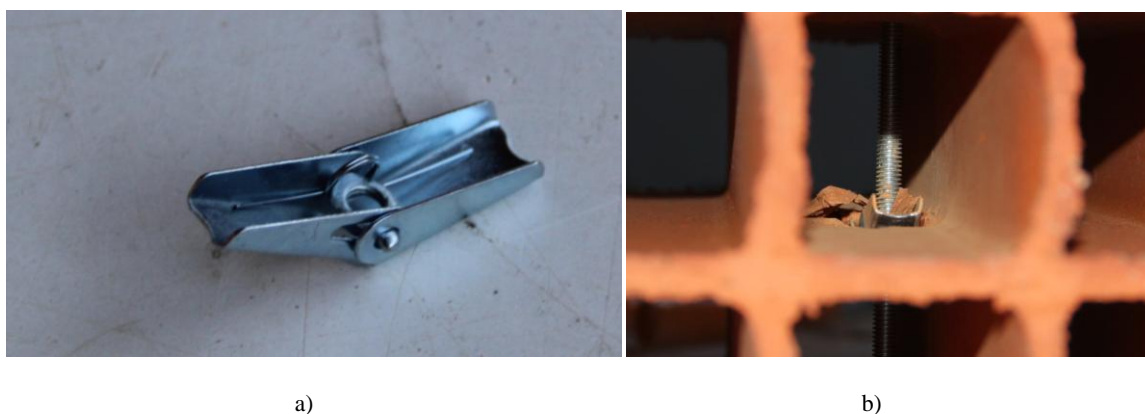


Figura 53: a) Bucha tipo mola M6 b) Tipo de rotura atingida

4.6. Bucha de expansão

Esta solução apresenta-se como uma alternativa às buchas tipo mola, apresentando objetivos em tudo semelhantes.

No ensaio preliminar que se realizou, obteve-se uma resistência de 0,8kN. No entanto, decidiu-se proceder à exploração desta solução por se acreditar que neste teste se utilizou um tijolo fragilizado (ver Figura 54).

Por uma questão de comparação direta, optou-se também aqui por usar buchas de tamanho M6.

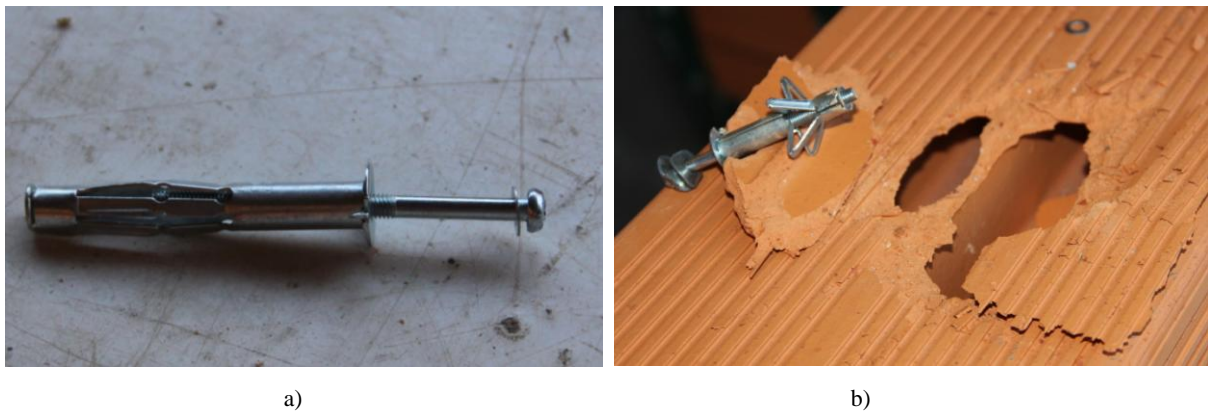


Figura 54: a) Bucha de expansão b) Tipo de rotura

4.7. Conclusões dos ensaios exploratórios

Com a elaboração destes ensaios preliminares, conseguiu-se atingir os objetivos propostos, ou seja, ter uma ideia das combinações que são exequíveis e as adaptações que são necessárias tomar para a correta implementação destes.

Assim, e após a eliminação de algumas das combinações, por se achar que seriam de muito difícil aplicação, obteve-se a Figura 55 onde se apresentam as soluções a desenvolver.

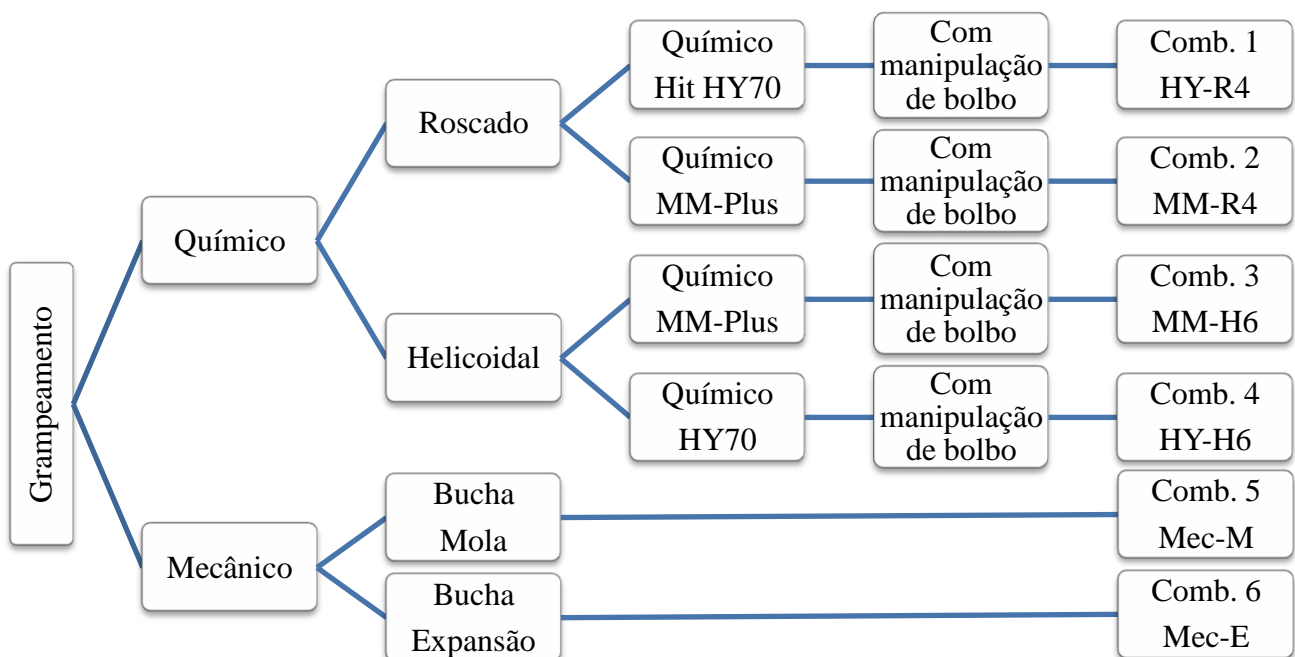


Figura 55: Combinações finais a ensaiar

Estes ensaios trouxeram ainda a necessidade de algumas ferramentas auxiliares, sobretudo nos casos que envolvem o uso de mangas, como se pode ver na Figura 56.



Figura 56: Ferramentas auxiliares para soluções com mangas

E finalmente, identificou-se ainda uma alteração ao nível do procedimento a seguir na execução de algumas das soluções, ficando-se assim com o seguinte procedimento final:

1. Elaboração dos provetes com uso de manga:
 - a. Furação dos tijolos;
 - b. Introdução da manga no tijolo de formato 30x20x11;
 - c. Enchimento da 1ª manga;
 - d. Introdução da 2ª manga no tijolo de formato 30x20x15;
 - e. Introdução do varão;
 - f. Enchimento da 2ª manga.
2. Elaboração dos provetes com buchas mecânicas:
 - a. Furação dos tijolos;
 - b. Introdução da bucha no pano interior;
 - c. Apertar a bucha;
 - d. Colocar a anilha e porca no pano exterior e apertá-la.

CAPÍTULO 5
Campanha experimental

CAPÍTULO 5 - Campanha experimental

5.1 Combinação 1 a 4- Grampeamento químico

5.1.1 Combinação HY-R4

5.1.2 Combinação MM-R4

5.1.3 Combinação MM-H6

5.1.4 Combinação HY-H6

5.2 Combinação 5 e 6- Grampeamento mecânico

5.2.1 Combinação Mec-M

5.2.2 Combinação Mec-E

5.3 Comparação de resultados

5. Campanha experimental

5.1. Combinação 1 a 4- Grampeamento químico

Com estas combinações, pretende-se procurar uma solução alternativa à técnica *Cementie*. Mantendo o mesmo princípio de funcionamento, a alteração passa acima de tudo pela substituição de materiais por equivalentes que já se encontrem disponíveis no mercado português e sejam mais acessíveis, reduzindo assim no custo da solução sem comprometer a efetividade da solução.

Materiais e ferramentas:

Os elementos indispensáveis para se realizar esta tarefa, são os que se encontram resumidos na Figura 57.



Figura 57: Materiais e ferramentas (combinações 1 a 4)

Regras de aplicação

Como se manteve o conceito base da técnica *Cementie*, a malha de distribuição, isto é a densidade dos grampos, mantém-se igual ao já exposto na Figura 12 para a técnica original.

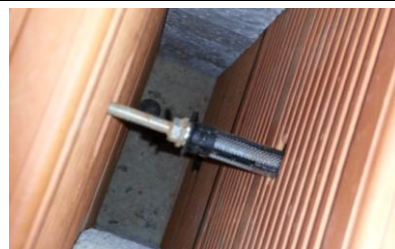
Procedimento

Nesta intervenção, vai-se proceder de acordo com o descrito na Figura 58.

1. Execução do furo



2. Colocação da 1ª manga no pano interior



3. Enchimento da 1ª manga



4. Colocação da 2ª manga no pano exterior



5. Introdução do varão



6. Enchimento da 2ª manga



Figura 58: Procedimento para a execução de um grampo com mangas

Custo das soluções

Sendo a parte económica um dos fundamentos deste trabalho, é importante ter uma ideia dos custos associados a cada combinação para se poder ter uma ideia da redução de custos que se pode atingir.

Para tal, fez-se um controlo dos consumos de materiais (ver Tabela 9) que conduz aos custos presentes na Tabela 10.

Tabela 9 – Rendimento dos materiais na execução de um grampo com mangas

Material	Consumo por grampeamento	Custo por grampeamento (€)
HIT-HY70	41,67 ml	3,76
HIT-MM PLUS	41,67 ml	1,21
Manga SC-12x85	2 mangas	1,58
Varão roscado (4mm)	0,33m.	0,10
Varão helicoidal (6mm)	0,33m.	1,72

Tabela 10 – Estimativa de custos das combinações 1 a 4

Caso de estudo	Custo previsto por grampo (€)
1. HY-R4	5,44
2. MM-R4	2,88
3. MM-H6	4,50
4. HY-H6	7,06

Através da análise da Tabela 10 e da Tabela 1, pode-se concluir que através de uma comparação direta de preços entre as combinações em estudo e a solução *Cementie*, apenas aqueles em que se usa o químico de injeção HIT-MM Plus apresenta um valor inferior.

No entanto, se entrarmos em conta com o valor dos transportes, esta comparação pode-se também tornar válida para os casos em que se usa o químico de injeção HIT-HY70, sendo a variável preponderante neste caso, a dimensão da obra a realizar.

5.1.1. Combinação HY-R4

Após se terem realizado os 22 provetes necessários, seguindo o procedimento descrito em 3.2.1, e se ter aguardado um período de uma semana, procedeu-se ao ensaio destes.

O primeiro ensaio a ser realizado foi o de *pull-off*, de onde se tiraram os resultados presentes na Tabela 11.

Tabela 11 – Resultados dos ensaios *pull-off* da combinação HY-R4

Provete	Tijolo 11		Tijolo 15	
	Força (kN)	Observações	Força (kN)	Observações
1	1,90	-	1,90	-
2	2,00	-	2,80	-
3	1,50	-	1,50	-
4	1,70	-	1,50	-
5	1,90	-	1,90	-
6	2,80	-	0,90	-
7	3,00	-	0,90	-
8	1,00	-	n.a.	Sem formação de bolbo
9	1,60	-	2,50	-
10	3,10	Bolbos acima da média	1,70	-
11	0,70	Bolbo mal desenvolvido	2,30	-
12	1,80	-	1,00	-
13	1,70	-	4,00	Bolbo muito bem formado
14	1,60	-	2,50	-
15	2,30	-	2,40	-
Média	1,91		1,83	
Desvio padrão	0,53		0,65	
Taxa de variação	28%		35%	

Após a análise dos resultados obtidos, decidiu-se excluir os resultados que se encontram a vermelho, por representarem um resultado inválido, ou valores desviantes dos restantes, tratando-se apenas os resultados que se apresentam na Figura 59.

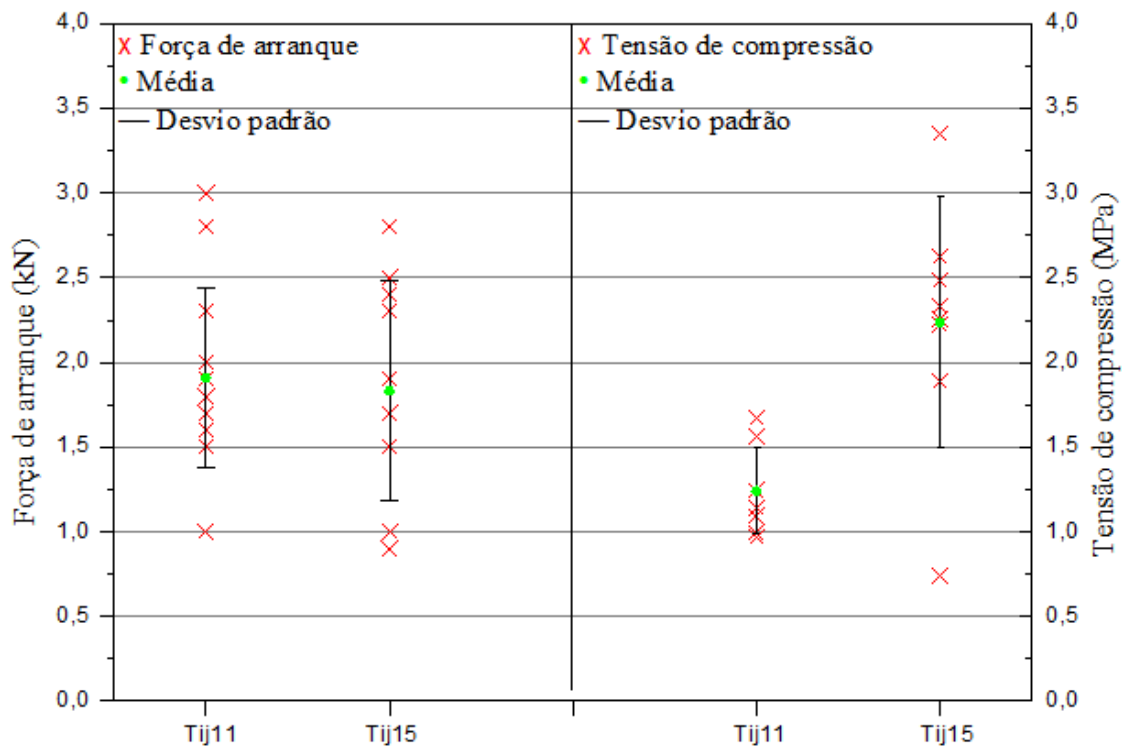


Figura 59: Força de arranque da combinação HY-R4 e tensão de compressão dos tijolos

Através da análise dos resultados obtidos, podemos ver que em média, esta solução apresenta uma resistência maior nos tijolos de formato 30x20x11, algo que contraria os resultados expectáveis, visto que a tensão de compressão é maior nos tijolos de formato 30x20x15. No entanto, é também possível ver que o resultado mais elevado foi para um tijolo de formato 30x20x15.

Este fenómeno é explicável pela dificuldade em encher gradualmente a manga do tijolo de formato 30x20x15. Para se fazer este procedimento de enchimento gradual, tem-se um enchimento em duas fases, cada uma junto de um dos bolbos a ser formado nas mangas. No tijolo de formato 30x20x11, este processo é simplificado, pois consegue-se ter um controlo razoável de todo este processo de enchimento, já no tijolo de formato 30x20x15, e como a ponta da pistola é muito flexível, e se trabalha a uma distância considerável da parede, todo este processo se torna mais difícil, tal como se pode ver na Figura 60.



Figura 60: Processo de enchimento das mangas no pano interior (a) e exterior (b)

O efeito do fenómeno anteriormente descrito, é aquele que se pode ver na Figura 61, ou seja, bolbos maiores e melhor formados no tijolo de formato 30x20x11 e no tijolo de formato 30x20x15, bolbos com uma qualidade inferior.

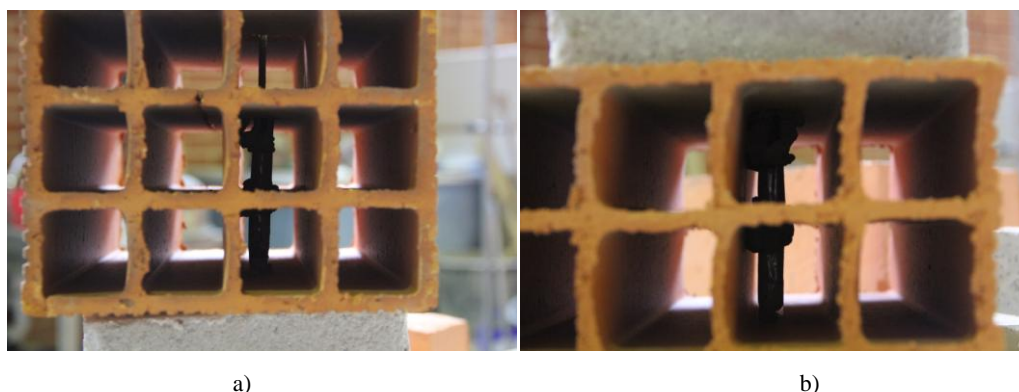


Figura 61: Bolbo no pano exterior (a) e interior (b)

Por fim, pode observar-se na Figura 62 o que se considera um bolbo com boa qualidade.

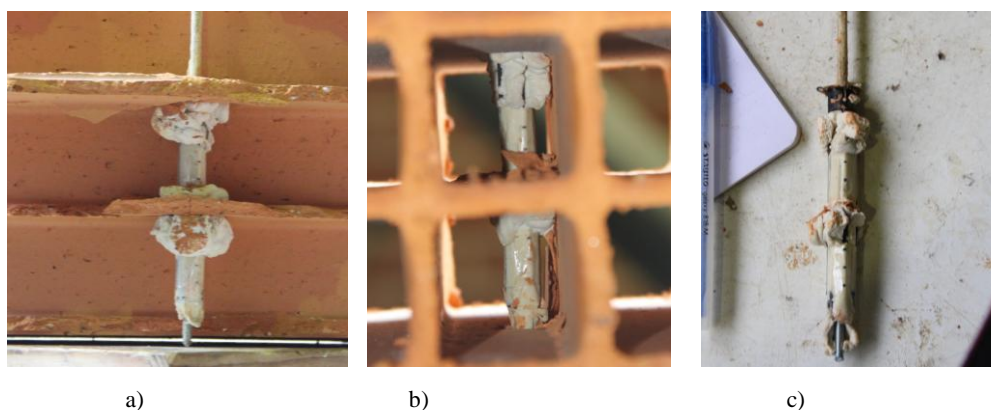


Figura 62: Combinação HY-R4:a) Bolbo forma boa b) Bolbo forma média c) Bolbo forma insuficiente

Terminados os ensaios a realizar com o *pull-off*, procedeu-se aos ensaios a realizar no atuador mecânico com controlo de deslocamento, de onde se obtiveram os resultados que se apresentam na Figura 63.

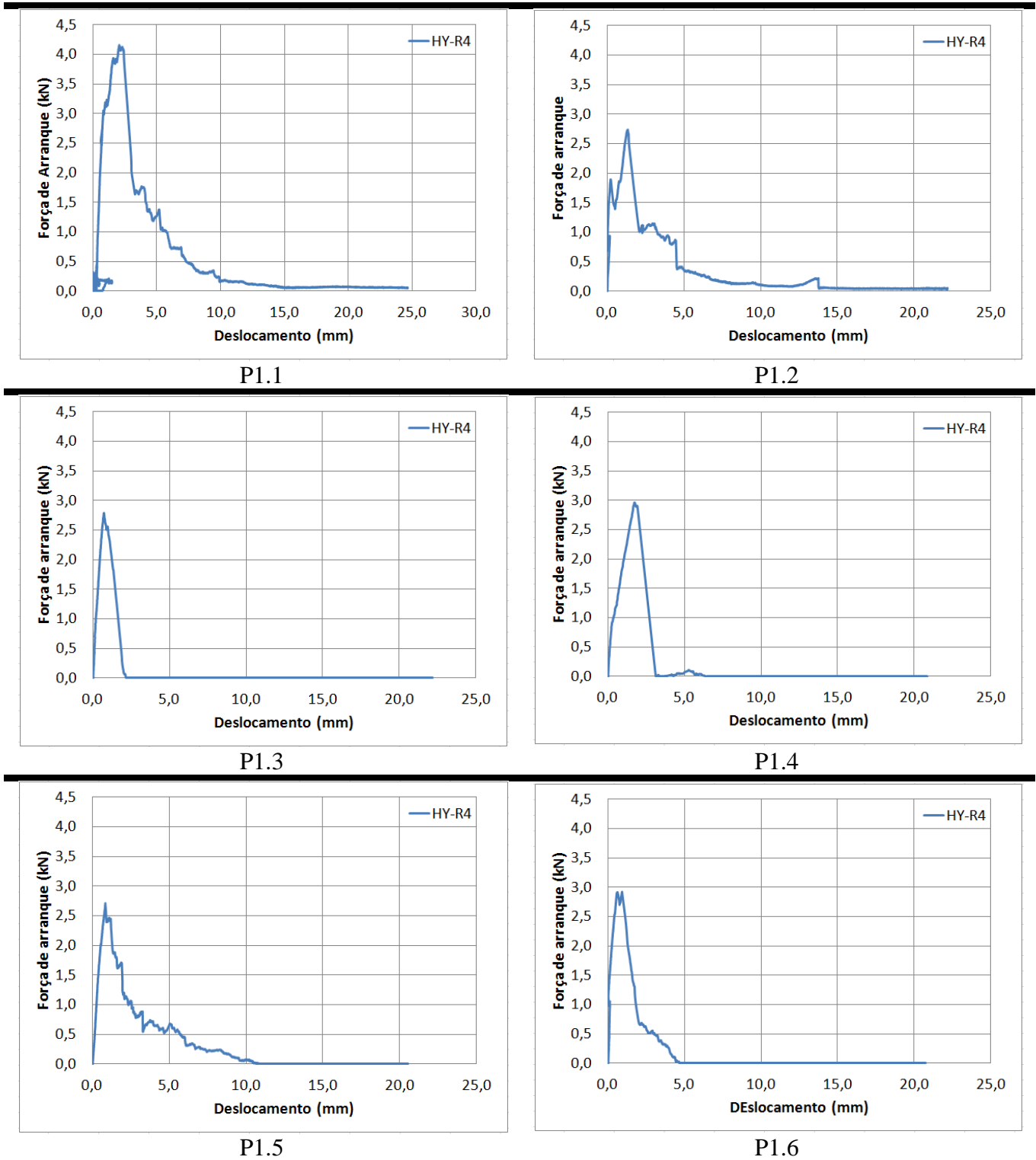


Figura 63: Resultados atuador combinação HY-R4

Através da análise dos gráficos obtidos com este ensaio, pode-se concluir que com estes sistemas se obtém um tipo de rotura frágil, em que o pico de resistência atingido coincide com a rotura da solução.

O valor médio de resistência é de 3,04 kN, variando os valores entre um mínimo de 2,70 kN e um máximo de 4,15 kN. Esta variação pode ser explicada nalguns casos pela presença de dois picos de resistência, ou seja, primeiro dá-se a rotura de um dos tijolos e depois a do outro, já noutros pode ter sido influenciada pela falta de uniformidade e boa formação dos bolbos.

Fazendo a comparação dos resultados obtidos nos dois ensaios, tal como se encontra na Figura 64, podemos ver que a segunda campanha de ensaios usando o atuador conduziu a resultados mais altos da força de arranque, que correspondem a um aumento de cerca de 66% em relação aos tijolos de formato 30x20x15 e de 59% em relação aos de formato 30x20x11. Isto é explicado, porque neste ensaio, são solicitados ambos os tijolos.

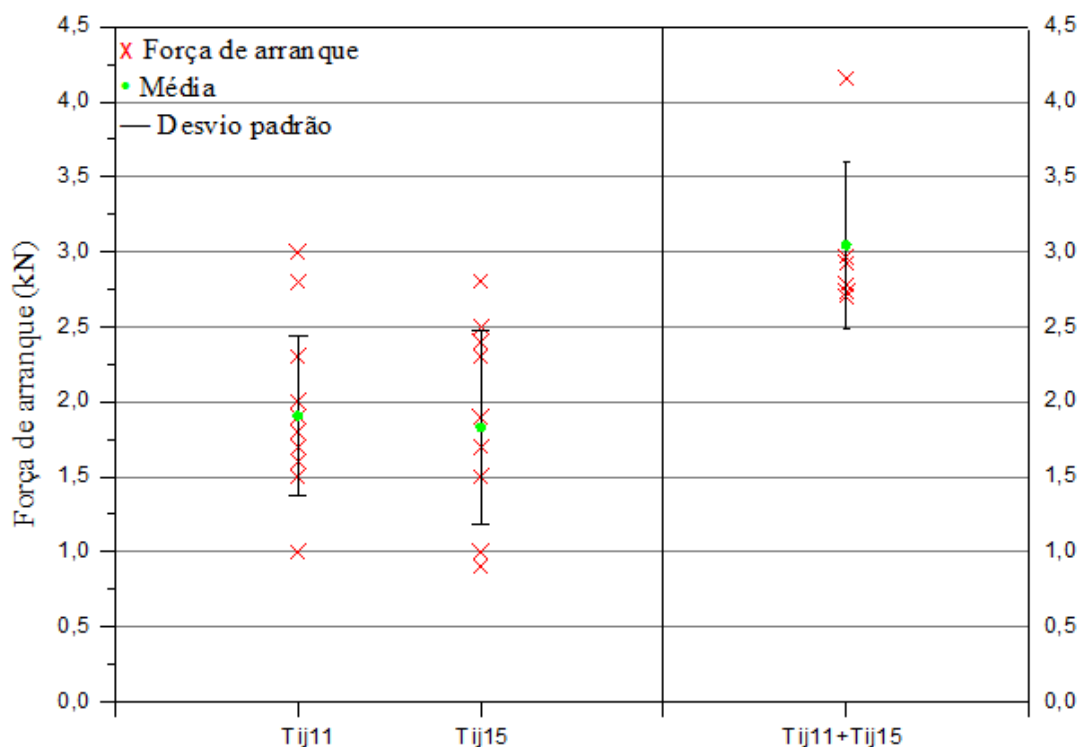


Figura 64: Combinação HY-R4: Ensaio individual dos tijolos vs. Ensaio do conjunto (Tij11+Tij15)

5.1.2. Combinação MM-R4

Em tudo análogo à situação anterior, após aguardar o período de cura, procedeu-se aos ensaios de arranque que se apresentam na Tabela 12.

Tabela 12 – Resultados dos ensaios *pull-off* da combinação MM-R4

Provete	Tijolo 11		Tijolo 15	
	Força (kN)	Observações	Força (kN)	Observações
1	2,20	-	1,10	-
2	2,00	-	1,70	-
3	1,70	-	0,90	-
4	2,60	-	1,00	-
5	2,20	-	1,60	-
6	1,60	-	0,90	-
7	1,50	-	2,60	-
8	2,30	-	1,70	-
9	1,60	-	n.a.	Sem formação de bolbo
10	2,50	-	1,60	-
11	1,60	-	n.a.	Manga mal preenchida
12	2,00	-	2,10	-
13	1,60	-	0,60	-
14	1,60	-	1,30	-
15	1,70	-	0,30	Manga mal preenchida
Média	1,91		1,43	
Desvio padrão	0,37		0,57	
Taxa de variação	19%		40%	

Excluindo os valores a vermelho, mantendo assim o mesmo critério seguido anteriormente, chegou-se à representação gráfica da Figura 65.

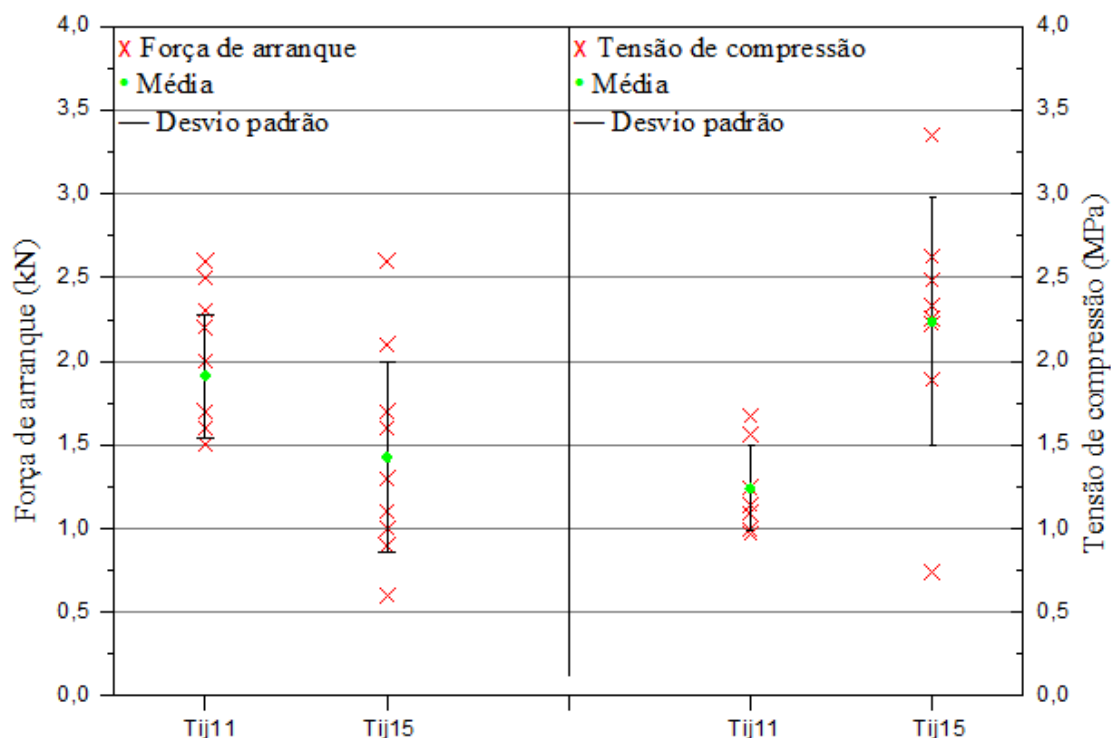


Figura 65: Força de arranque da combinação MM-R4 e tensão de compressão dos tijolos

Tal como se sucede no caso anterior, também aqui se obtém uma força de arranque maior no tijolo de 11 do que no do 15, sendo a causa a mesma que se expôs anteriormente.

Também aqui se faz um registo fotográfico dos tipos de bolbos encontrados após a realização dos ensaios (ver Figura 66).

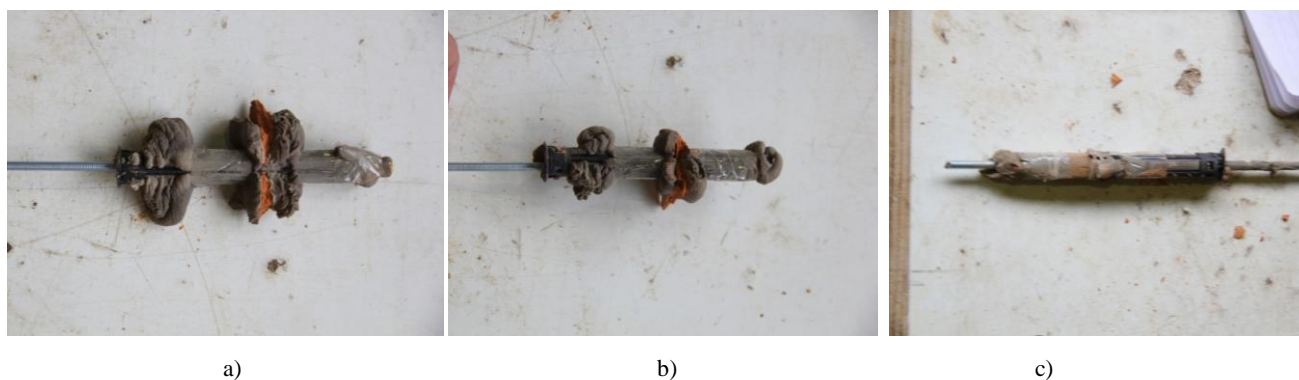
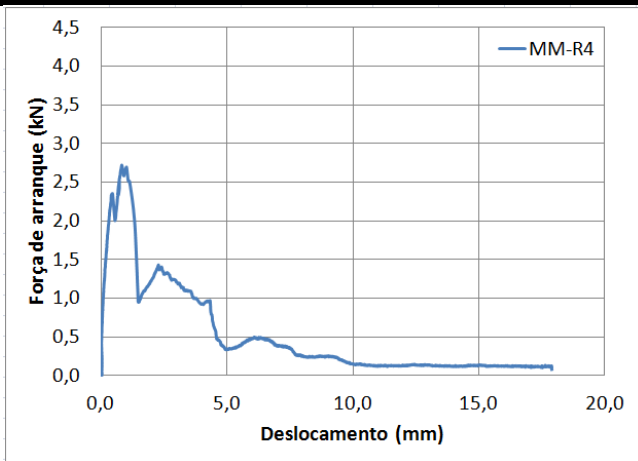
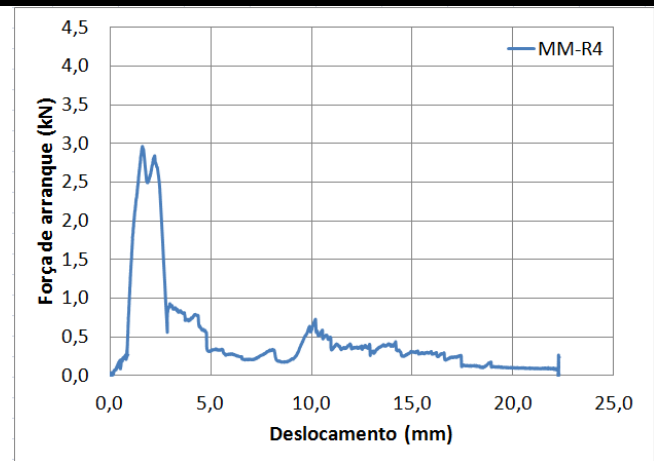


Figura 66:Combinação MM-R4: a) Bolbo forma boa b) Bolbo forma média c) Bolbo forma insuficiente

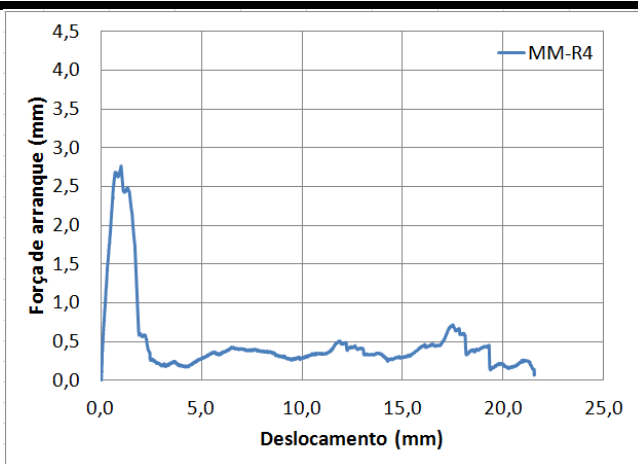
Após se dar por terminada a primeira campanha de ensaios, procedeu-se à segunda campanha, que deu os resultados que se apresentam na Figura 67.



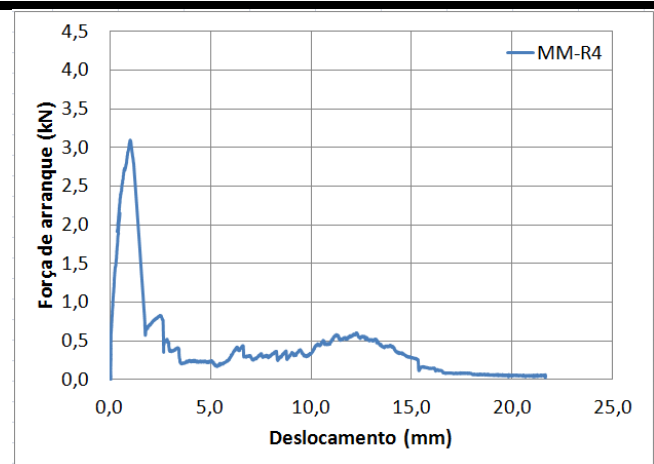
P2.1



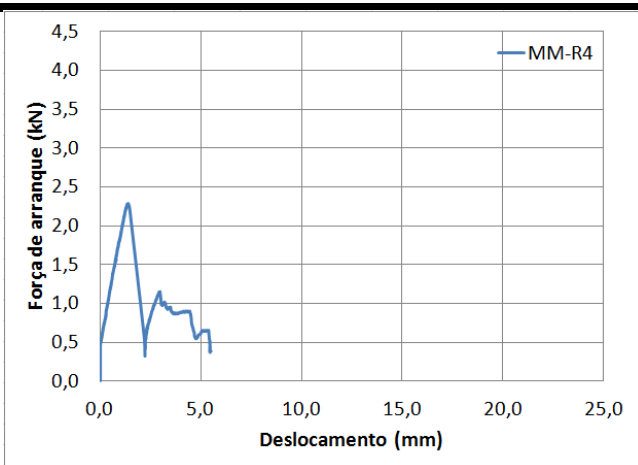
P2.2



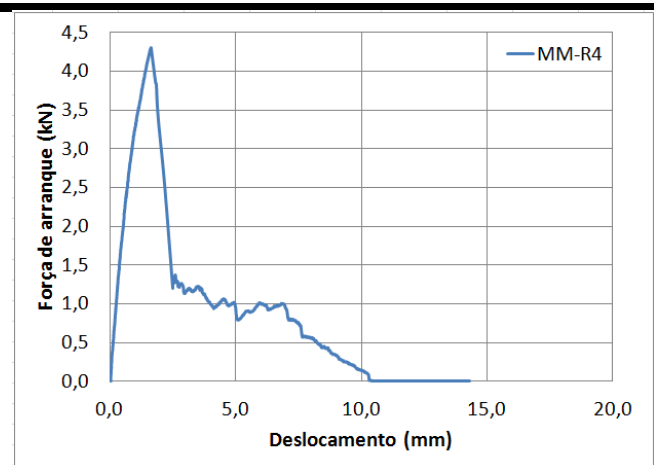
P2.3



P2.4



P2.5



P2.6

Figura 67: Resultados atuador combinação MM-R4

Tal como se verificou no caso anterior, também aqui se obteve uma rotura frágil, dando-se o pico de resistência para deformações muito pequenas, sempre abaixo dos 3mm.

Também aqui se acaba por ter uma variabilidade bastante elevada entre o valor máximo de resistência de 4,3 kN e o mínimo de 1,47 kN, que pode ser novamente explicado pelas razões apontadas anteriormente, resultando num valor médio de 2,8 kN.

Finalmente, e procedendo de novo, como no caso anterior a uma comparação entre as campanhas de ensaio (ver Figura 68), acaba-se por se obter novamente uma resistência maior na segunda campanha, sendo este aumento de cerca de 96% no caso dos tijolos de formato 30x20x15 e de cerca de 46% no caso dos tijolos de formato 30x20x11, algo que após as conclusões que se tiraram do caso anterior já seria expectável.

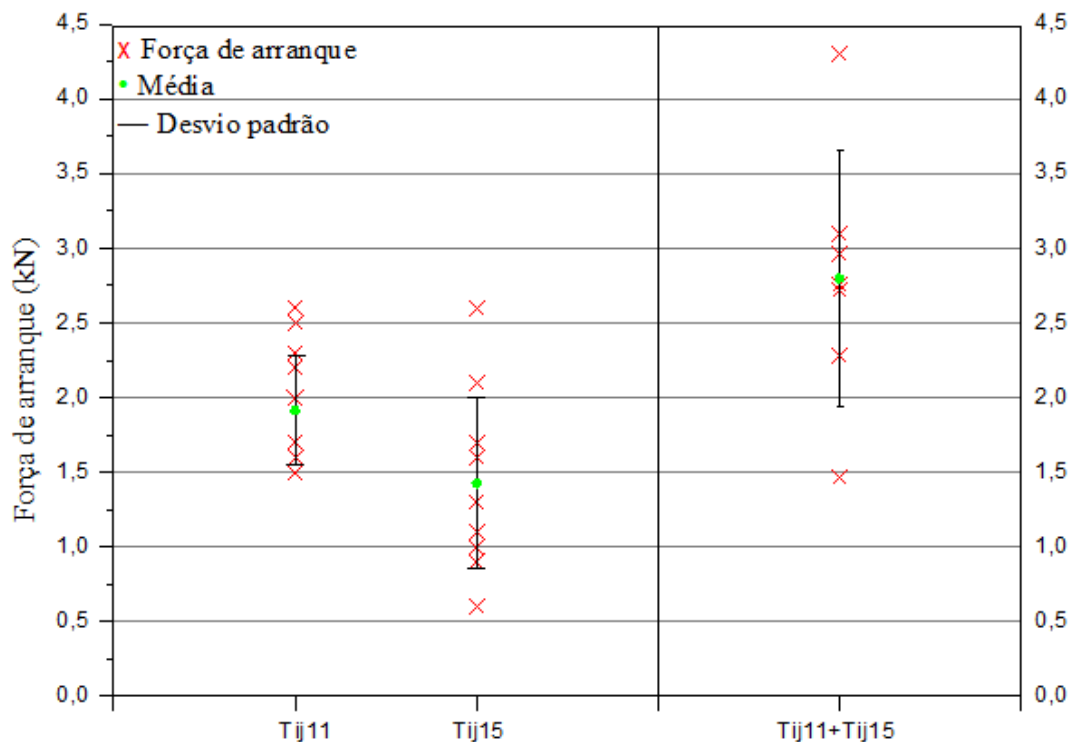


Figura 68: Combinação MM-R4: Ensaio individual dos tijolos vs. Ensaio do conjunto (Tij11+Tij15)

5.1.3. Combinação MM-H6

Passando agora à combinação MM-H6, ou seja, o primeiro em que se usa um varão helicoidal, obtiveram-se os resultados para o ensaio de arranque individual presentes na Tabela 13.

Tabela 13 – Resultados dos ensaios *pull-off* da combinação MM-H6

Provete	Tijolo 11		Tijolo 15	
	Força (kN)	Observações	Força (kN)	Observações
1	1,70	-	2,10	-
2	2,30	-	1,70	-
3	0,90	-	n.a.	Manga mal preenchida
4	1,80	-	0,30	Manga mal preenchida
5	n.a.	Tijolo fragilizado	0,70	-
6	2,70	-	n.a.	Manga mal posicionada
7	2,50	-	0,40	Manga mal preenchida
8	1,50	-	0,20	Manga mal preenchida
9	0,50	Bolbo do lado errado do septo	n.a.	Manga mal preenchida
10	1,20	-	0,50	Manga mal preenchida
11	2,40	-	1,00	-
12	2,00	-	0,70	-
13	1,50	-	0,50	Manga mal preenchida
14	3,00	-	n.a.	Manga mal preenchida
15	2,00	-	2,10	-
Média	1,88		1,38	
Desvio padrão	0,55		0,66	
Taxa de variação	29%		48%	

Também neste subcapítulo se optou por não considerar os valores a vermelho, pelas razões adotadas anteriormente, dando origem ao gráfico da Figura 69.

Neste caso, como é visível na Tabela 13, há uma grande quantidade de ensaios nulos para os tijolos de formato 30x20x15. Isto tem origem no mesmo problema relatado na secção 4, ou seja, o diâmetro dos varões helicoidais é de 6mm o que faz com que o químico de injeção não consiga fluir livremente para a manga.

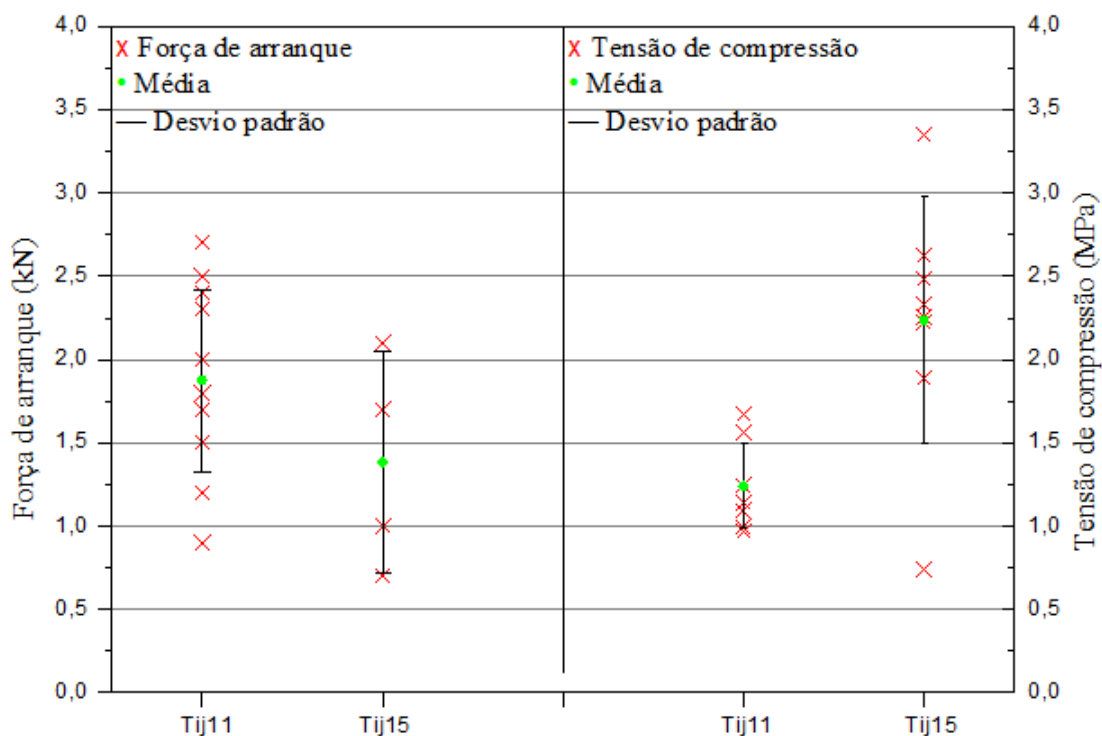


Figura 69: Força de arranque da combinação MM-H6 e tensão de compressão dos tijolos

Com a análise da Figura 69, é visível que as considerações tiradas anteriormente acerca da relação entre a força de arranque nos tijolos e a tensão de rotura dos mesmos se mantém.

Por fim, faz-se um registo fotográfico, na Figura 70, de alguns dos tipos de bolbos encontrados neste caso de estudo.

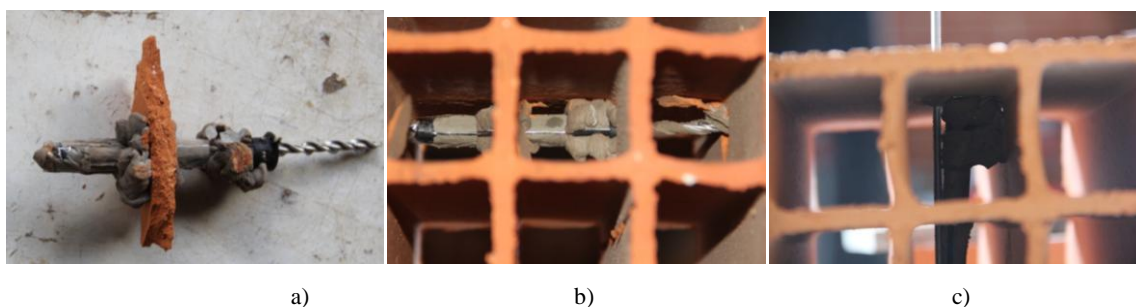
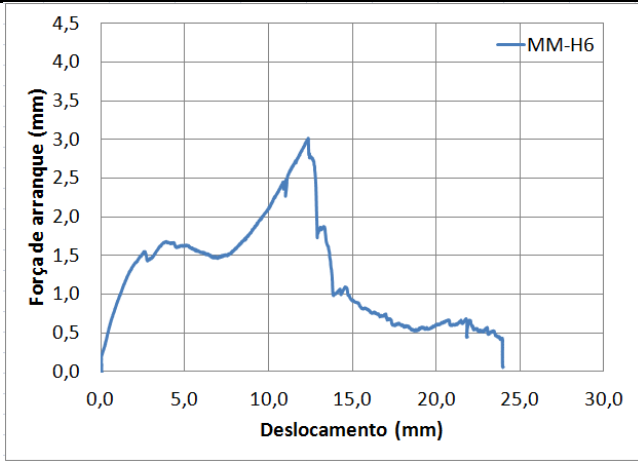
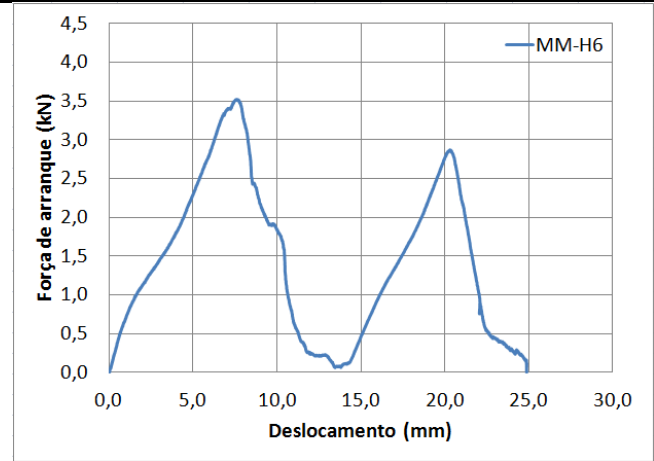


Figura 70:Combinação MM-H6: a) Bolbo forma boa b) Bolbo forma média c) Bolbo forma insuficiente

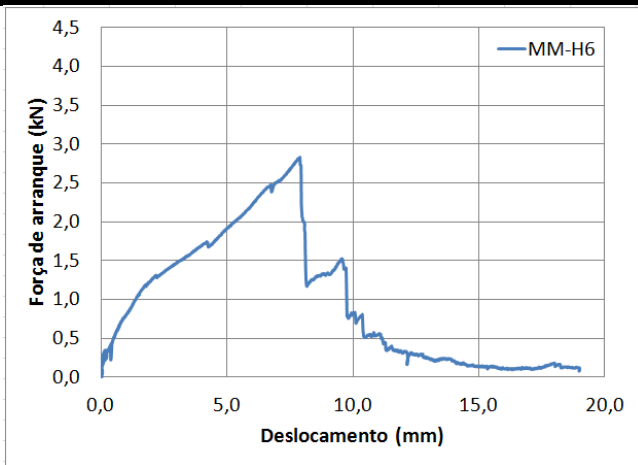
Procedeu-se de seguida aos ensaios com o atuador, que produziram os resultados que se apresentam na Figura 71.



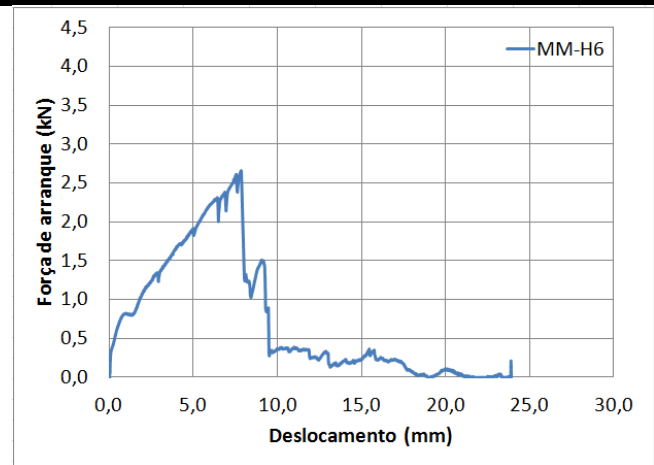
P3.1



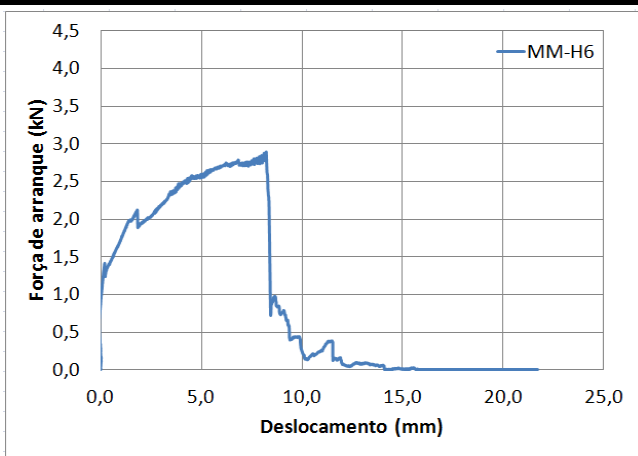
P3.2



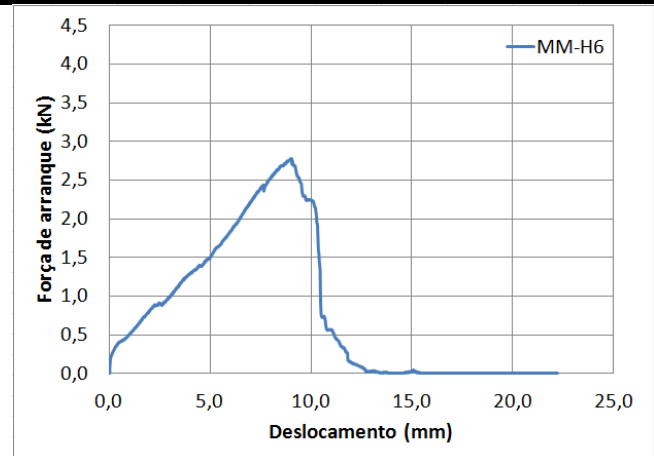
P3.3



P3.4



P3.5



P3.6

Figura 71: Resultados atuador combinação MM-H6

Continua-se a obter uma rotura frágil, tal como nos casos anteriores, mas ao contrário do que se verifica nos outros casos, em que a cedência se dá para valores de deslocamento sempre abaixo dos 3mm, aqui esse valor ultrapassa os 5mm. Isto deve-se ao facto de os varões helicoidais serem muito mais deformáveis que os roscados.

Neste caso acaba-se por ter uma menor variabilidade entre o valor mínimo de 2,01 kN e o máximo de 3,51, ficando a média dos resultados nos 2,81 kN. Esta aproximação entre o máximo e o mínimo tem como origem a deformabilidade do varão, que faz com que a rotura dos dois tijolos se dê em simultâneo.

Passando a uma comparação entre valores obtidos em cada campanha de ensaio, acaba-se por verificar novamente que a resistência do conjunto é maior que as resistências individuais, verificando-se um acréscimo na resistência de 103% se comparado com os tijolos de formato 30x20x15 e 50% no caso dos tijolos de formato 30x20x11 (ver Figura 72).

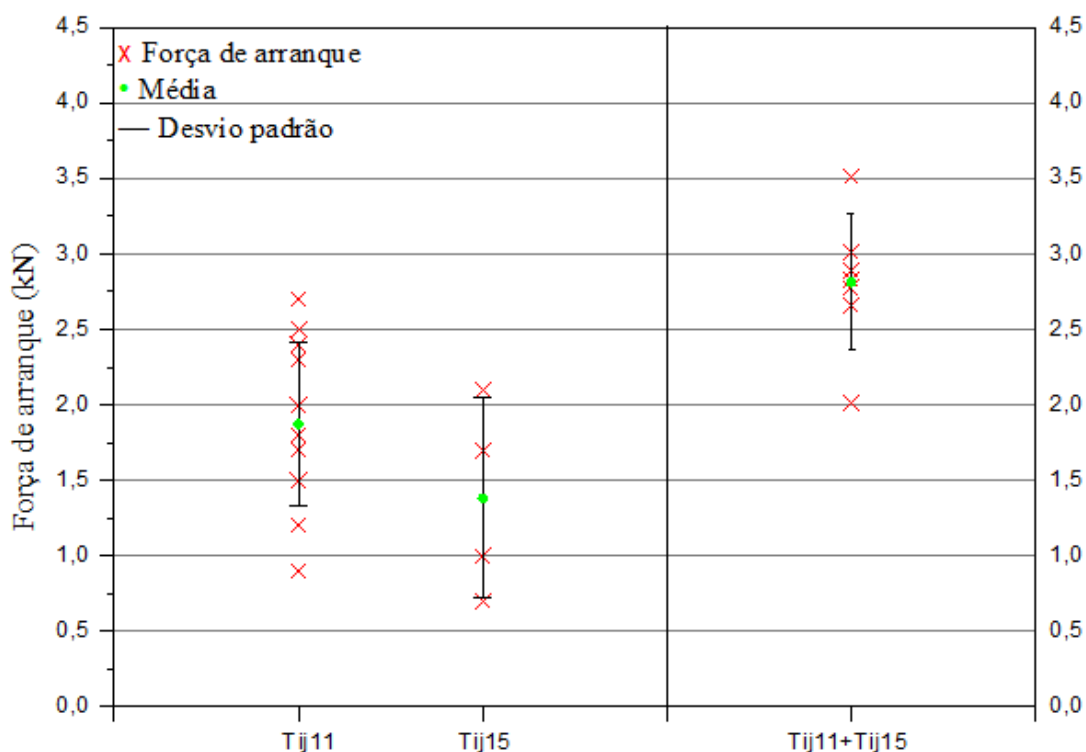


Figura 72: Combinação MM-H6: Ensaio individual dos tijolos vs. Ensaio do conjunto (Tij11+Tij15)

5.1.4. Combinação HY-H6

Finalmente, chegou-se ao último dos quatro casos de grampeamento com recurso a químico de injeção. Que produziu os resultados presentes na Tabela 14 para o ensaio de *pull-off*.

Tabela 14 – Resultados dos ensaios *pull-off* da combinação HY-H6

Provete	Tijolo 11		Tijolo 15	
	Força (kN)	Observações	Força (kN)	Observações
1	3,00	-	0,30	-
2	2,20	-	2,40	-
3	2,10	-	0,90	-
4	1,30	-	1,00	-
5	1,00	-	1,80	-
6	1,50	-	1,80	-
7	2,30	-	0,90	-
8	2,50	-	1,10	-
9	2,20	-	0,70	-
10	2,50	-	n.a.	Manga mal posicionada
11	2,70	-	n.a.	Químico injetado fora da manga
12	0,80	-	1,00	-
13	2,00	-	2,40	-
14	2,30	-	n.a.	Manga mal posicionada
15	1,00	-	n.a.	Escorregamento do varão
Média	1,89		1,40	
Desvio padrão	0,68		0,64	
Taxa de variação	36%		46%	

Para manter os critérios usados anteriormente, excluíram-se os valores a vermelho para se obter o gráfico da Figura 73.

Ao comparar-se este caso com o anterior, é notório o decréscimo de ensaios inválidos, sendo possível inferir que o químico Hit-HY70 é mais fluido e consequentemente de mais fácil injeção que o Hit-MMPlus.

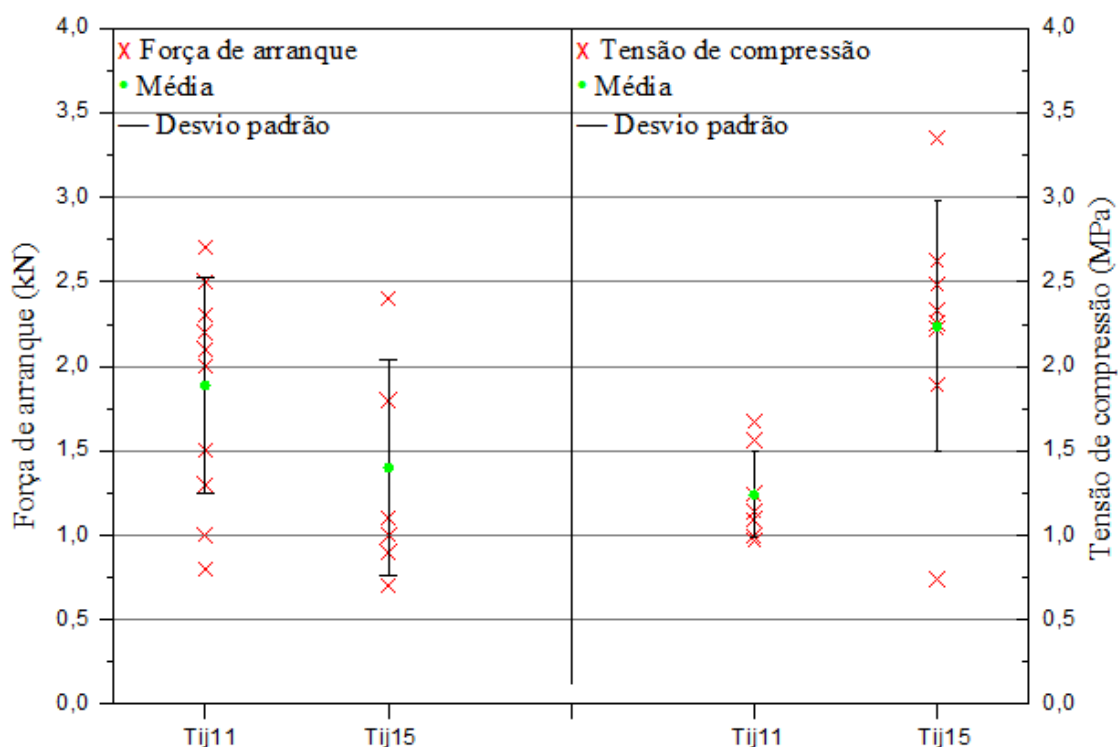


Figura 73: Força de arranque da combinação HY-H6 e tensão de compressão dos tijolos

Mais uma vez, e após a análise da Figura 73, revela-se também aqui a relação antitética verificada anteriormente entre a força de arranque e a tensão de compressão dos tijolos se verifica.

De seguida, e mais uma vez, apresenta-se um novo registo fotográfico de alguns dos bolbos encontrados para esta combinação (ver Figura 74).

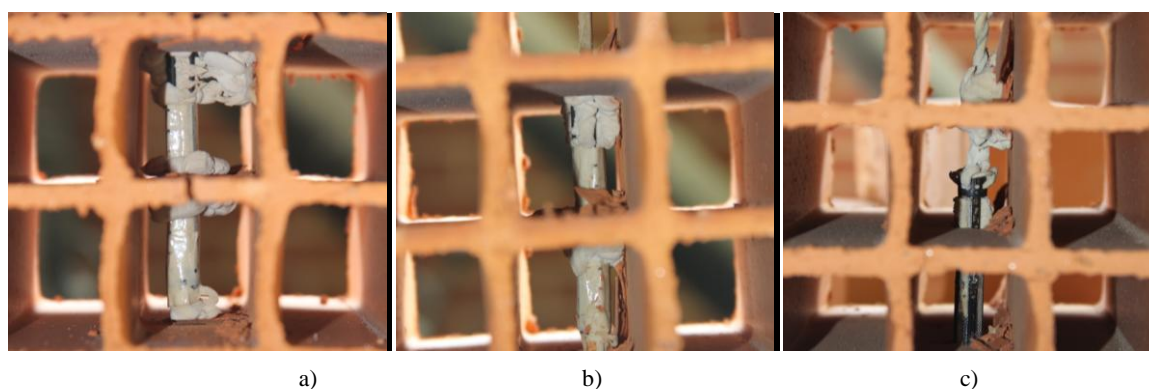
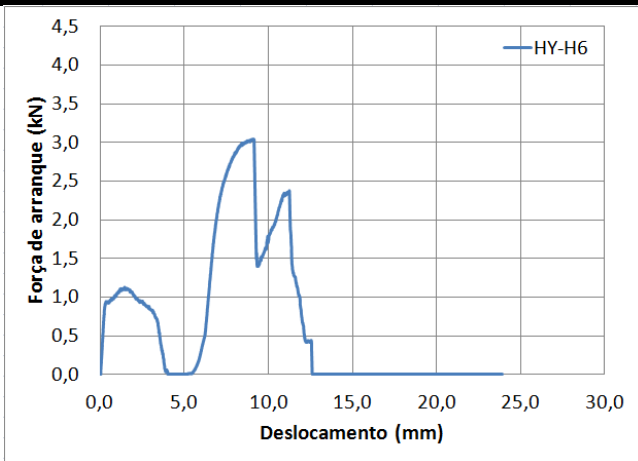
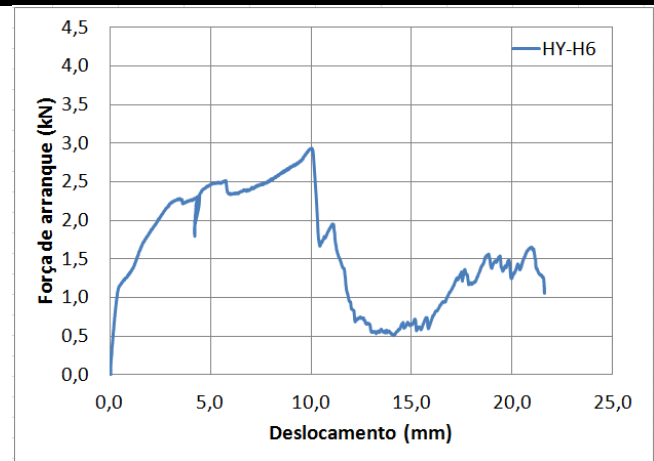


Figura 74: Combinação HY-H6: a) Bolbo forma boa b) Bolbo forma média c) Bolbo forma insuficiente

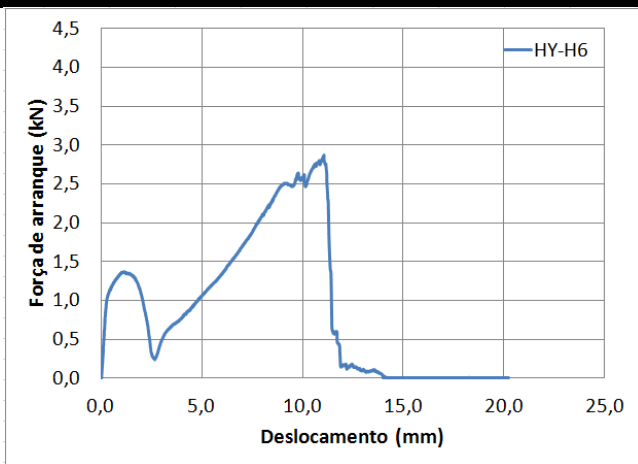
Terminada a análise da primeira campanha experimental, procede-se à apresentação da Figura 75, onde se encontram resumidos os resultados dos ensaios com atuador mecânico desta combinação.



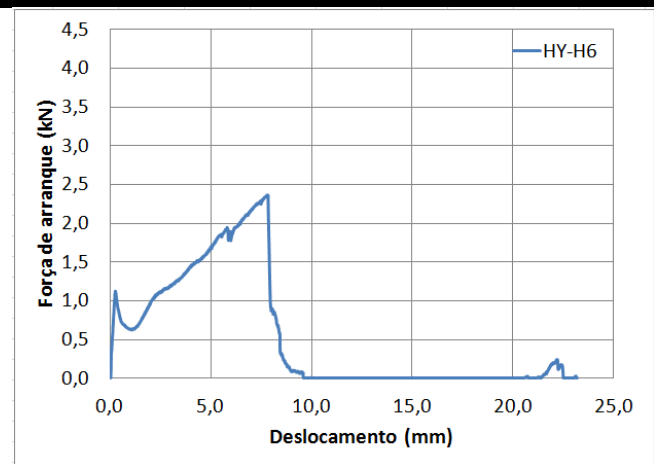
P4.1



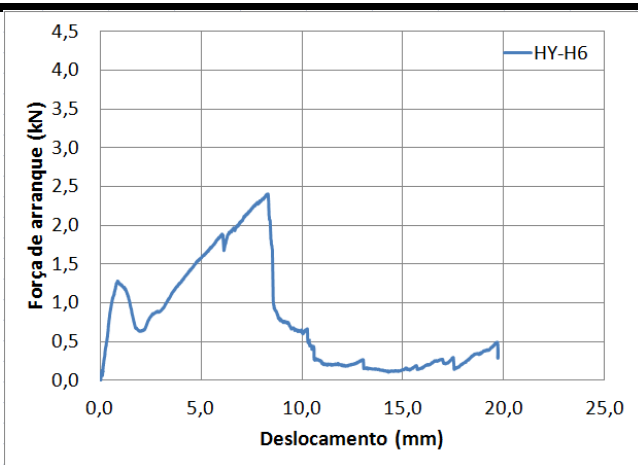
P4.2



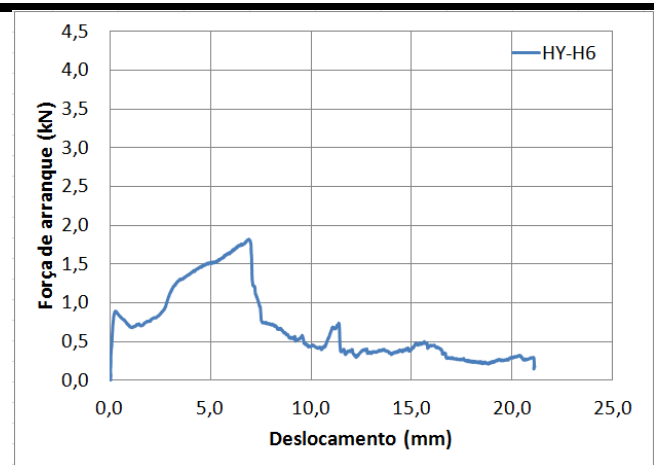
P4.3



P4.4



P4.5



P4.6

Figura 75: Resultados atuador combinação HY-H6

Também neste caso se observa uma rotura frágil, e tal como no caso anterior, registou-se igualmente uma deformação considerável antes da rotura, com o uso do varão helicoidal.

Tal como se verifica no caso anterior, os valores de força de arranque mínima e máxima, respetivamente 1,83 e 3,04 kN, apresentam uma variabilidade menor do que nos casos em que se usou

um varão roscado, no entanto, o valor médio de 2,57 kN é inferior ao dos casos com recurso a varão roscado.

Analisando a Figura 76, pode-se concluir que as elações tiradas nos casos anteriores relativamente ao confronto entre ensaios de tijolos isolados e da solução completa continuam a ser válidos, sendo o acréscimo de resistência de cerca de 84% no caso dos tijolos de formato 30x20x15 e 36% nos tijolos de formato 30x20x11.

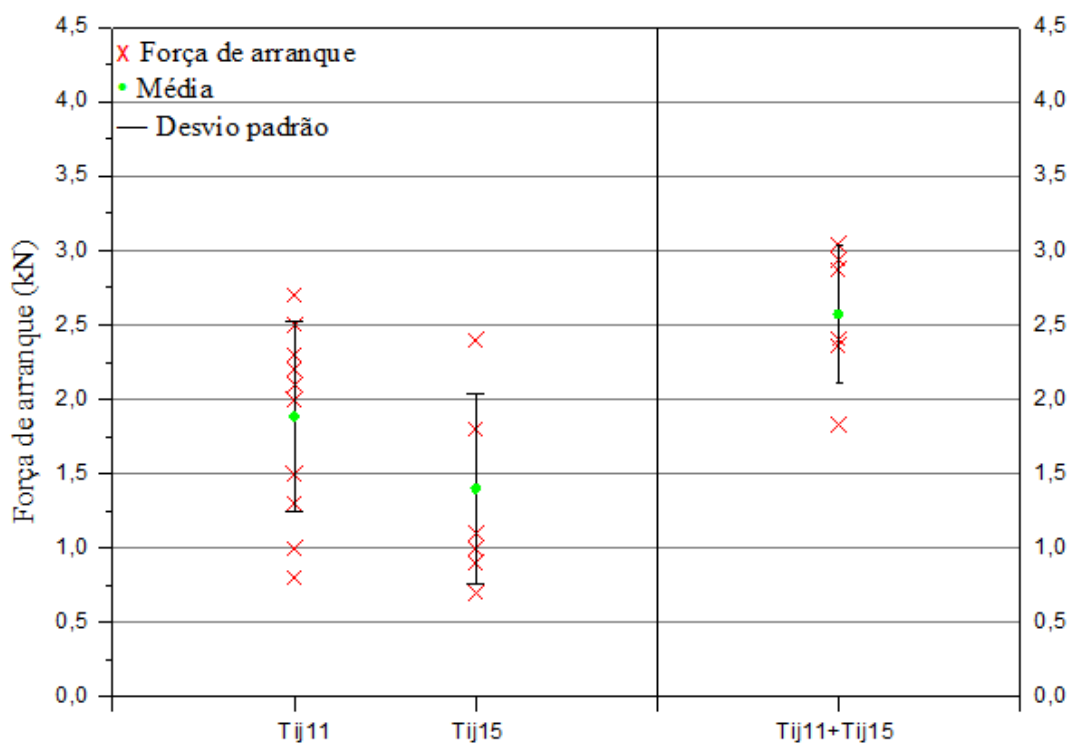


Figura 76: Caso HY-H6: Ensaio individual dos tijolos vs. Ensaio do conjunto (Tij11+Tij15)

5.2. Combinações 5 e 6- Grampeamento mecânico

Com estas duas últimas combinações semelhantes ao sistema *Dryfix*, no que diz respeito ao funcionamento, procura-se uma alternativa a este sistema. No entanto, seguiu-se uma via tecnicamente menos evoluída, mas que apresenta um custo inerente aos materiais bastante reduzido e também a possibilidade de redução do custo da mão de obra, devido à fácil aplicação do sistema.

Nestes casos de grampeamento mecânico, e como não existe um problema que se podia dar nas soluções anteriores, em que podia ocorrer escorregamento entre o varão e o químico de injeção, achou-se desnecessário proceder a um ensaio com controlo de deslocamento pela natureza do grampo, pelo que apenas serão apresentados os resultados de ensaio de *pull-off*.

Estas soluções mecânicas apenas apresentam dois sistemas de fixação diferentes em cada pano de alvenaria. No tijolo de formato 30x20x11, temos uma bucha com varão associado, que varia consoante o caso, já no tijolo de formato 30x20x15 temos uma solução comum nos dois casos que é uma ancoragem feita através do uso de uma anilha e uma porca.

Materiais e ferramentas:

Os elementos indispensáveis para se realizar esta tarefa, são os que se encontram resumidos na Figura 77.

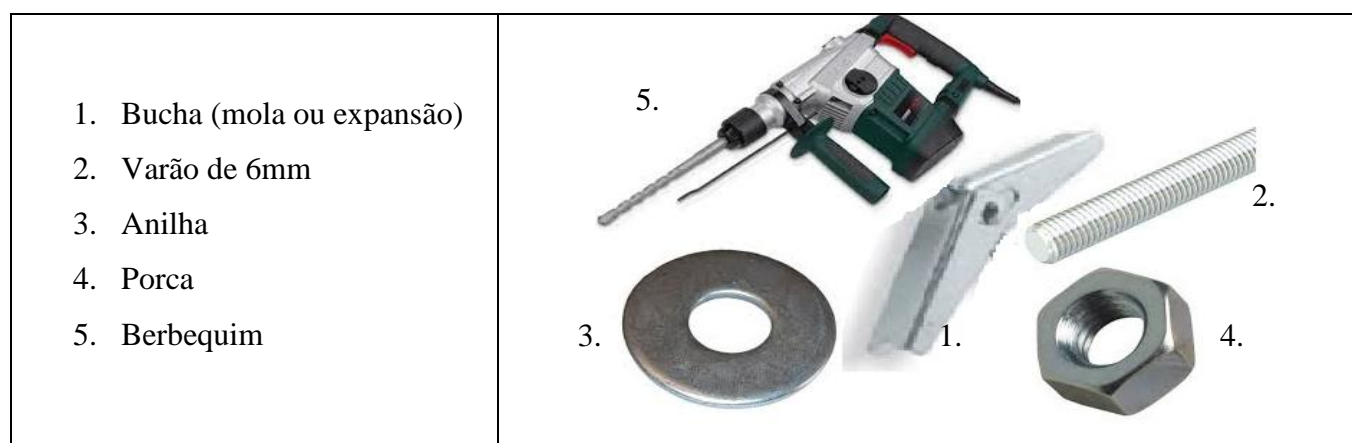


Figura 77: Materiais e ferramentas (combinações 4 e 5)

Regras de aplicação

Tal como os casos anteriores, também estes devem seguir a distribuição proposta na Figura 12, apresentando assim uma distribuição de cerca de 2 a 3 grampos por metro quadrado.

Procedimento

Nesta intervenção, vai-se proceder de acordo com o descrito na Figura 78.

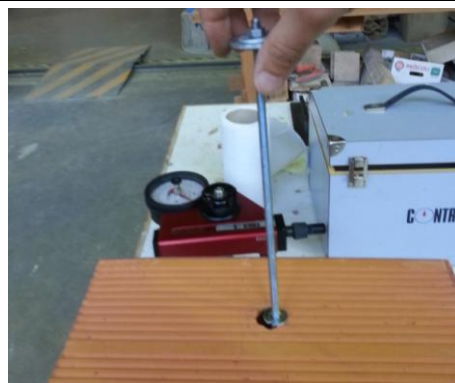
1. Execução do furo



2. Colocação da bucha, anilha e porca no varão



3. Introdução do sistema no orifício



4. Apertar o sistema com anilha e parafuso



Figura 78: Procedimento para execução de um grampo com buchas mecânicas

Custo das soluções

Tal como se fez na secção 5.1, também aqui se fez uma análise do consumo de materiais (ver Tabela 15), através da qual se obtém as estimativas apresentadas na Tabela 16.

Tabela 15 – Rendimento dos materiais para a execução de um grampo com buchas mecânicas.

Material	Consumo por grampeamento	Custo por grampeamento (€)
Bucha de mola	1	0,40
Bucha de expansão	1	0,32
Varão roscado (6mm)	0,33m.	0,14
Porca	1	0,02
Anilha	1	0,02

Tabela 16 – Estimativa de custos das combinações 5 e 6

Caso de estudo	Custo previsto por grampo (€)
5. Mec-M	0,54
6. Mec-E	0,46

Nestes dois casos, e tal como esperado, o custo das soluções (ver Tabela 16) é muito inferior ao das técnicas apresentadas anteriormente (ver Tabela 1).

6.1.1. Combinação Mec-M

Dos ensaios de grampeamento mecânico, apresentam-se os resultados obtidos nos ensaios de *pull-off* da solução Mec-M, na Tabela 17, para o pano de tijolo de formato 30x20x11, e na Tabela 18, para tijolo de formato 30x20x15.

A presença de dois tamanhos de anilhas na Tabela 18, foi para tentar determinar qual seria o tamanho de anilha apropriado para a aplicação destas soluções. Em última análise, optou-se pela anilha de 3,5cm, pois é aquela que permite explorar todo o potencial da bucha de mola que se encontra presa dentro do pano de tijolo de formato 30x20x11.

Tabela 17 – Combinação Mec-M: Resultados do ensaio de *pull-off* em tijolos de formato 30x20x11

Provete	Força (kN)
1	1,00
2	0,90
3	1,50
4	1,00
5	1,20
6	1,70
7	0,90
8	1,80
9	1,20
10	1,20
Média	1,24
Desvio padrão	0,32
Taxa de variação	26%

Tabela 18 – Combinações Mec-M e Mec-E: Resultados do ensaio de *pull-off* em tijolos de formato 30x20x15

Provete	Força de arranque (kN)	
	Anilha de 3,5cm	Anilha de 3,0cm
1	1,70	1,50
2	2,70	0,80
3	3,00	1,40
4	3,00	0,80
5	1,80	1,00
Média	2,44	1,10
Desvio padrão	0,64	0,33
Taxa de variação	26%	30%

Como neste caso não se verifica a existência de ensaios nulos, ou seja, é uma solução com uma regularidade de qualidade bastante boa, são usados todos os resultados na elaboração do gráfico da Figura 79.

Com a análise da Figura 79, pode-se ainda verificar que ao contrário de todos os casos estudados anteriormente, neste a força de arranque em cada tipo de tijolo mantém uma relação muito próxima com as respetivas tensões de compressão.

Esta é uma solução interessante, pois assim está-se a aproveitar em pleno a capacidade de cada um dos tijolos, não se limitando a resistência da solução pela resistência do tijolo mais débil.

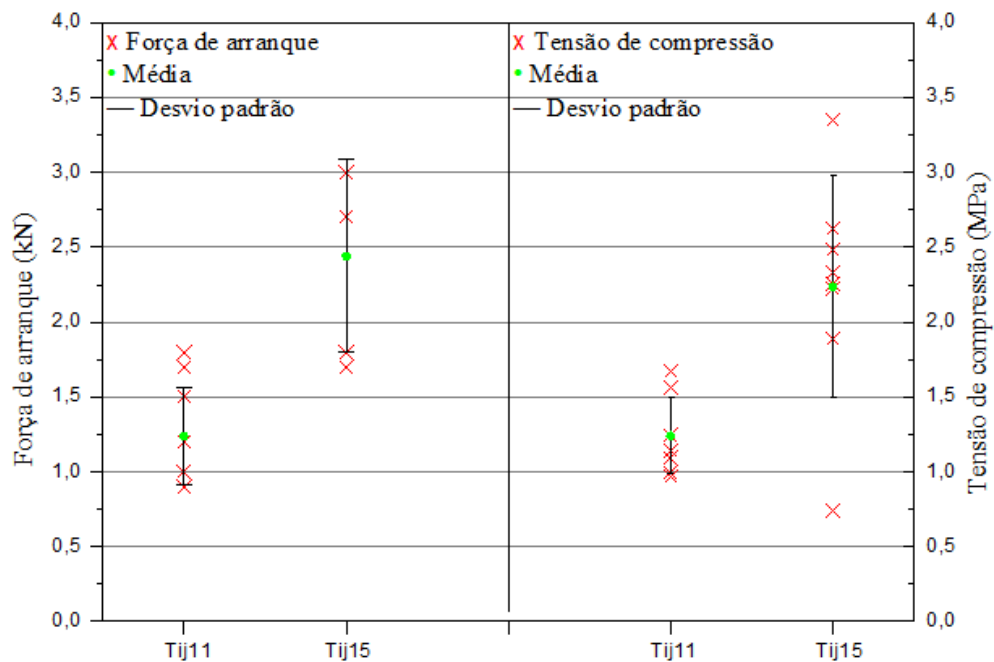


Figura 79: Força de arranque da combinação Mec-M e tensão de compressão dos tijolos

Para finalizar a análise a esta combinação, apresentam-se na Figura 80 dois exemplos do tipo de rotura obtida com esta combinação.



Figura 80: Combinação Mec-M: a) Rotura tijolo de formato 30x20x11 b) Rotura tijolo de formato 30x20x15

6.1.2. Combinação Mec-E

Por fim, chega a última combinação em estudo, Mec-E, que consiste na troca de uma bucha de mola do caso anterior por uma bucha de expansão.

Como a ancoragem presente no tijolo de formato 30x20x15 é igual nos dois casos, apenas se procede à apresentação dos resultados obtidos para o tijolo de formato 30x20x11, na Tabela 19.

Tabela 19 – Combinação Mec-E: Resultados do ensaio de *pull-off* em tijolos de formato 30x20x11

Provete	Força (kN)	Observações
1	0,80	-
2	0,50	-
3	0,40	-
4	0,50	-
5	0,50	-
6	n.a.	Partiu a bucha
7	0,70	-
8	0,40	-
9	0,50	-
10	0,60	-
Média	0,49	
Desvio padrão	0,21	
Taxa de variação	44%	

Tendo-se verificado a existência de um único ensaio inválido, este não foi considerado na elaboração do gráfico da Figura 81.

Através da análise desta mesma figura, pode-se verificar que tal como no caso anterior, também aqui a relação que existente entre a tensão resistente dos dois tipos de tijolos se mantém nas forças de arranque.

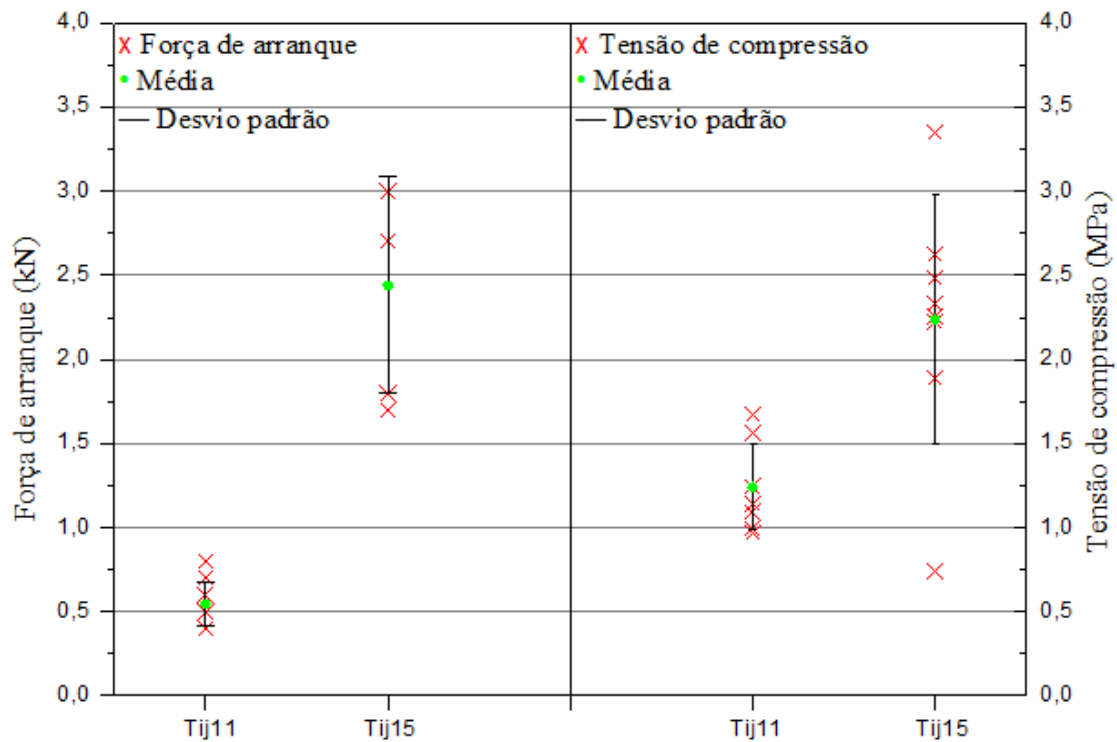


Figura 81: Força de arranque da combinação Mec-E e tensão de compressão dos tijolos

Neste último caso, foi possível verificar dois tipos de rotura diferentes como se vê na Figura 82.

A rotura deu-se pelo septo cerâmico do tijolo, com o destacamento de grande parte deste. Noutros casos, era a bucha que se deformava até ao ponto de passar pelo orifício originalmente feito para a introduzir.

Tendo em conta o exposto anteriormente, ou seja, resultados e tipos de rotura, este caso ficou aquém das expectativas, podendo-se assim afirmar que esta não é uma boa alternativa para os sistemas existentes.

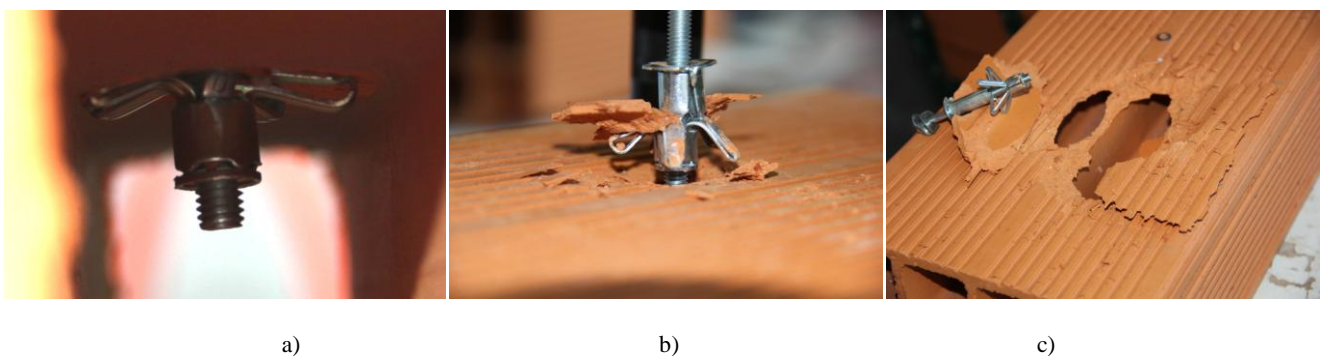


Figura 82: Combinação Mec-E: a) Ancoragem tipo b) Rotura pela ancoragem c) Rotura pelo tijolo de formato 30x20x11

6.2. Comparação de resultados

Analisados individualmente cada uma das combinações, nesta secção faz-se a comparação do desempenho de cada uma destas.

No entanto, tem de se definir qual a força a que estes grampos estão sujeitos para se poder inferir acerca da validade das soluções estudadas, sendo o valor mais usual em projeto de 150 kgf/m² de alvenaria, o que com uma densidade mínima de 2 grampos por metro quadrado resulta numa força de arranque de 75 kgf/grampo.

Em primeiro lugar, procede-se à comparação dos resultados do ensaio de arranque nos tijolos de formato 30x20x11, tal como se pode ver no gráfico da Figura 83. Nesta são comparados os resultados dos ensaios realizados nesta dissertação e também dos sistemas *Cementie* e *Dryfix* da tese de Ribeiro, 2013.

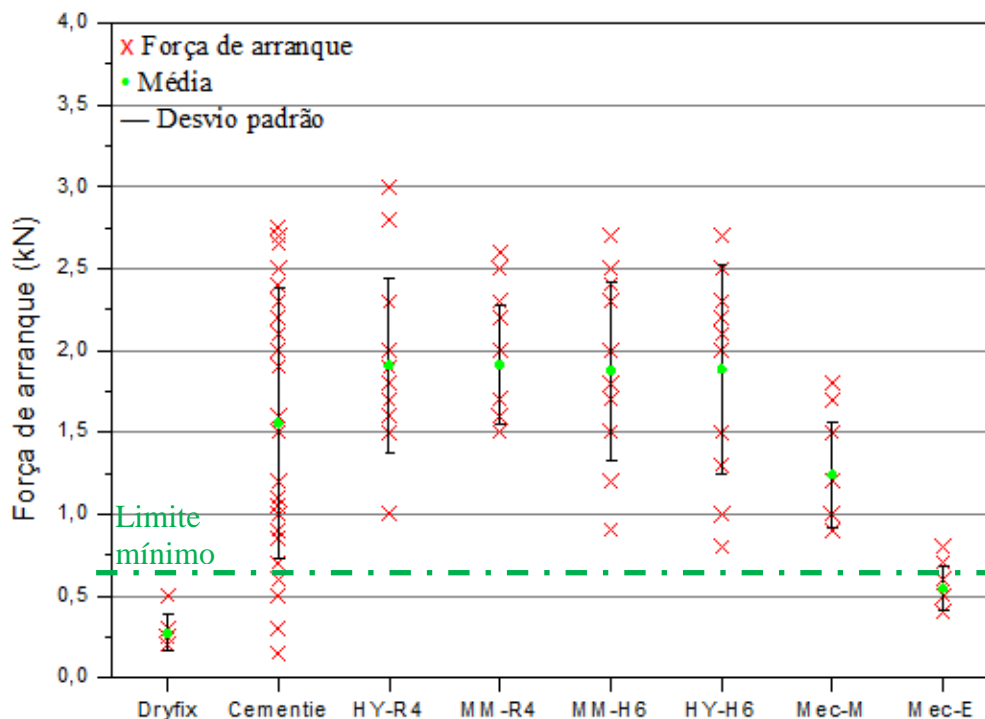


Figura 83:1ª campanha experimental: Comparação da força de arranque tijolo de formato 30x20x11

Através da análise deste confronto, pode-se ver que tanto no caso Mec-E, como no sistema *Dryfix*, o valor de resistência fica abaixo do estabelecido anteriormente, pelo que seriam combinações a excluir logo à partida. No caso do sistema *Dryfix*, isto deve-se a este ser um sistema a aplicar em materiais maciços, para os quais apresenta uma resistência muito boa, ou seja, não se encontra adaptado ao sistema construtivo em estudo de parede dupla de tijolo vazado.

Outra das conclusões que se pode tirar, à exceção do caso Mec-M, todas as combinações simulados nesta campanha experimental apresentam uma resistência superior ao sistema *Cementie*, pelo que todos eles são uma escolha válida.

Esta diferença de resistências entre os dois tipos de sistemas, tem como origem os tipos de bolbos que se formam. Tal como se observa na Figura 84, o bolbo do sistema *Cementie* é ovalizado e apresenta uma área de contacto bastante pequena com o septo do tijolo. Já nas combinações que se desenvolveram, o bolbo não se forma dentro de uma camisa de tecido, pelo que apresenta uma forma que permite ter uma maior área de contacto com o material cerâmico (parede do septo).

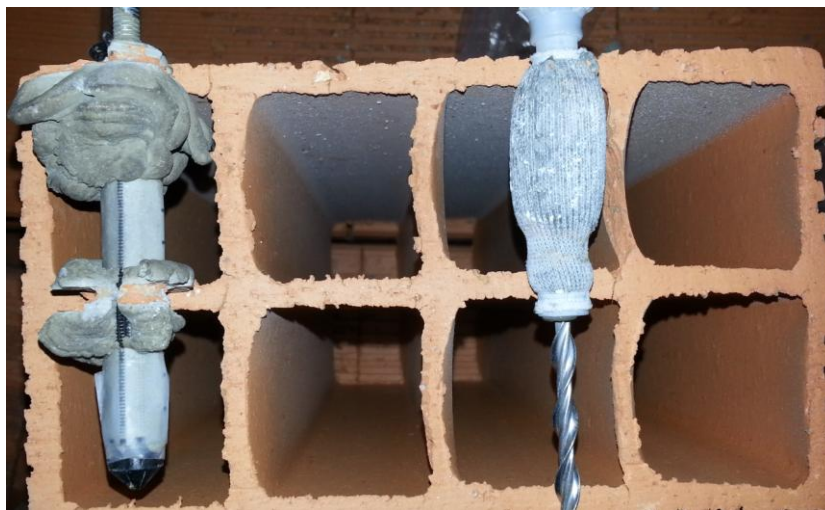


Figura 84: Tipos de bolbos: Combinações de estudo (esquerda) vs. *Cementie* (direita)

O caso Mec-M, apesar de apresentar uma resistência inferior, encontra-se ainda assim bem acima do valor mínimo estabelecido, pelo que também este continua a ser um sistema válido.

Passa-se agora à análise da outra metade dos provetes de ensaio, ou seja, aos ensaios realizados nos tijolos de formato 30x20x15.

Pela análise da Figura 85, é visível que a técnica *Dryfix* continua a não apresentar uma resistência aceitável, já a combinação Mec-E apresenta valores um pouco melhores. Mas como o que limita a resistência da solução é o mínimo das forças de arranque entre os tijolos de formato 30x20x11 e de formato 30x20x15, acaba-se por concluir que também esta acaba por não ser viável.

Verifica-se que a combinação Mec-M passa a ser das restantes, aquela que apresenta uma maior resistência, mantendo-a assim como uma das soluções válidas. Isto deve-se ao facto de a anilha permitir uma grande área de contacto com o tijolo e o fácil controlo de qualidade da solução.

Finalmente, verifica-se uma inversão da tendência que havia no caso dos tijolos de formato 30x20x11, em que o sistema *Cementie* passa novamente a apresentar uma maior resistência. No entanto, as outras soluções continuam a ser válidas, apresentando uma resistência ainda elevada, quando comparada com o valor mínimo de 0,75 kN.

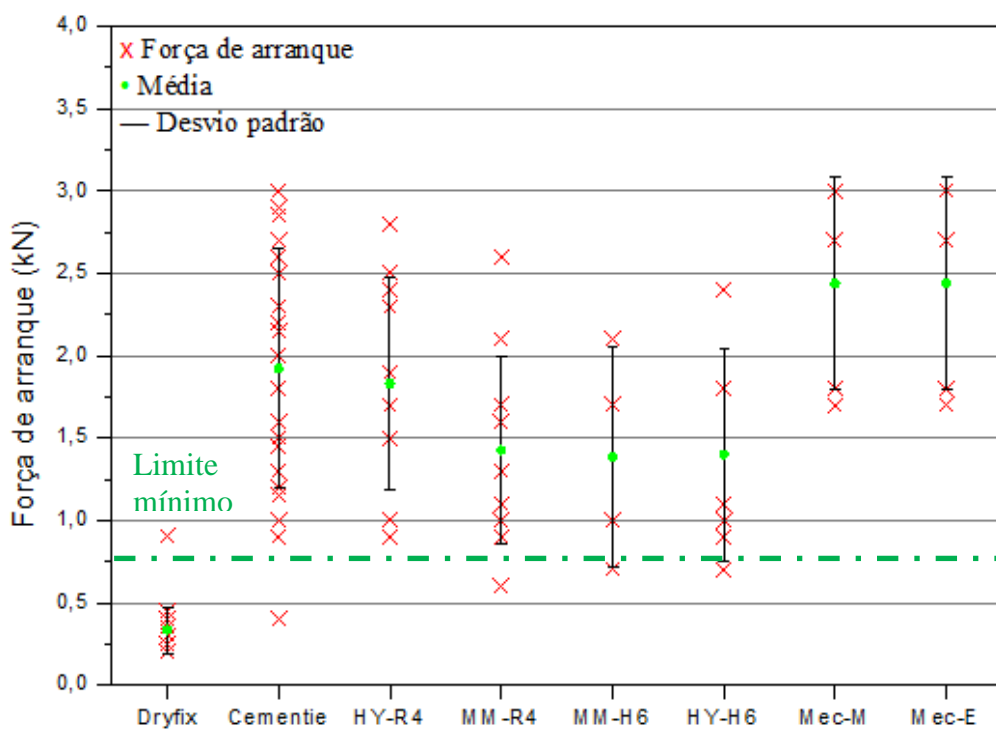


Figura 85: 1ª campanha experimental: Comparação da força de arranque tijolo de formato 30x20x15

Analisados os resultados da primeira campanha experimental, passa-se de seguida para os da segunda campanha, sendo que neste caso, apenas temos a solução *Cementie* e os casos de grampeamento com químico de injeção.

Como já se estabeleceu que todos estes casos respeitam a resistência exigida, a comparação apenas será feita a nível da deformação que cada caso apresenta, com base no gráfico da Figura 86.

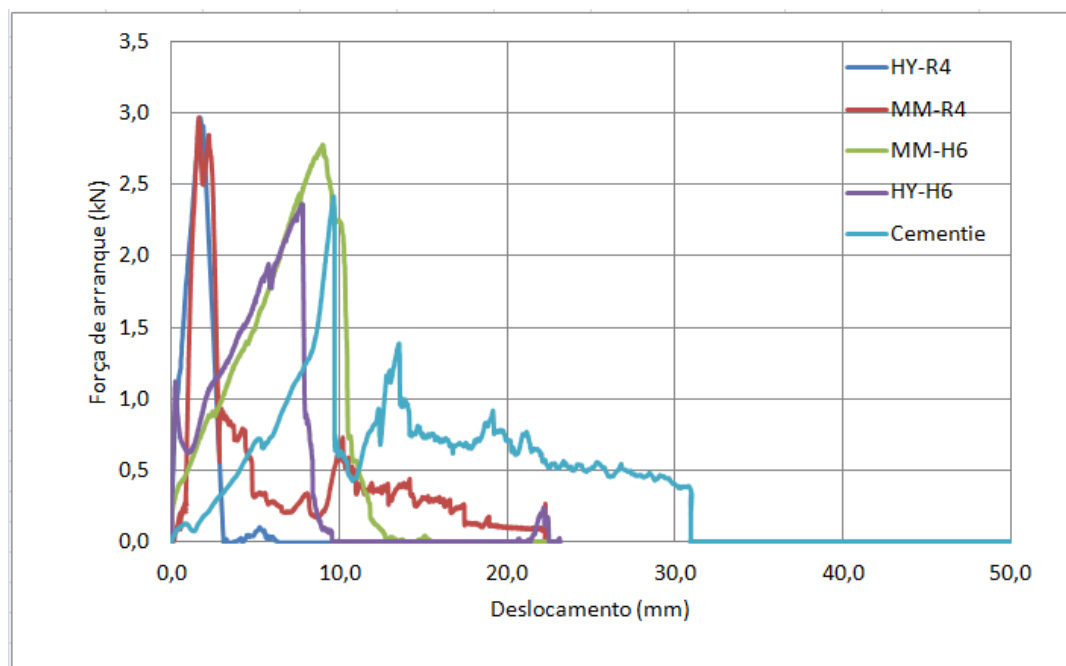


Figura 86: 2ª campanha experimental: Comparação de sistemas

Tal como já se tinha concluído anteriormente, é visível que o varão helicoidal é muito mais deformável que o roscado.

Enquanto que para os varões roscados o pico de resistência se dá sempre para valores abaixo dos 5mm, quando se utiliza varões helicoidais este valor tende a aproximar-se dos 10mm, ou seja, um aumento de cerca de 100%.

Tendo em atenção que um pano de alvenaria sujeito a problemas de instabilidade para fora do plano começa a apresentar anomalias, como por exemplo fissuras, para deformações muito pequenas, interessa que a solução a escolher permita minimizar este fenómeno.

Finalmente, compara-se o custo de cada uma destas soluções, procedendo-se para isso à elaboração de um gráfico, que se apresenta na Figura 87, que relaciona o custo das combinações estudadas com a eficiência da solução, ou seja, a menor das forças de arranque médias dos ensaios da primeira campanha experimental.

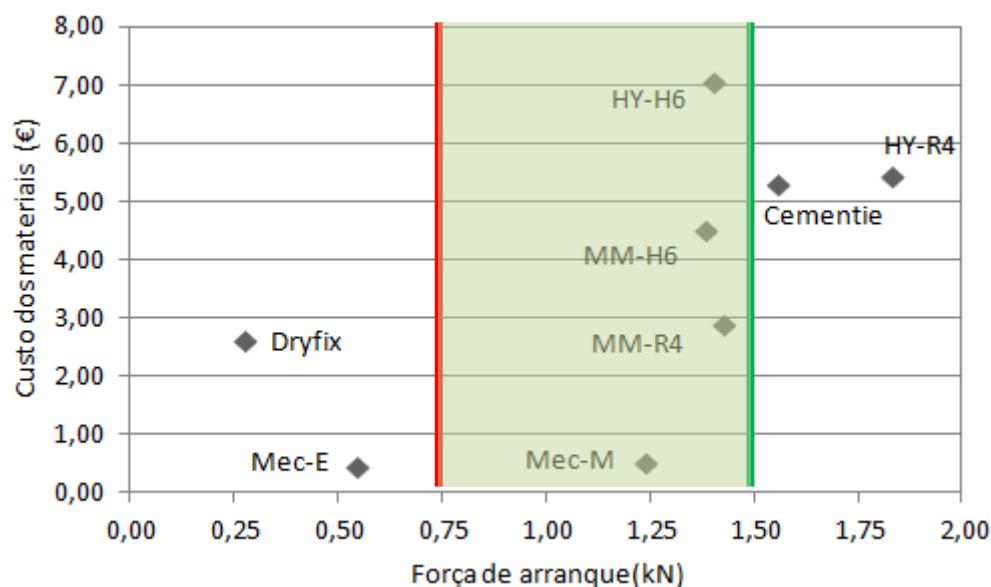


Figura 87: Gráfico Custo vs. Eficiência

Inicialmente, excluem-se os sistemas cujos valores da força de arranque se situem abaixo do valor de 0,75 kN. Esta exclusão deve-se ao facto de se querer manter uma malha de distribuição de grampos com uma densidade de 2 grampos por metro quadrado de alvenaria, mantendo assim o custo da mão de obra reduzido.

Por outro lado, é importante manter também esta distribuição de grampos mesmo naqueles casos em que apenas um grampo seria suficiente do ponto de vista mecânico. Como não se consegue garantir uma uniformidade na qualidade da execução deste tipo de grampeamento, é importante manter mais que um grampo por metro quadrado, para que no caso da falha de um dos grampos a solução mantenha ainda a sua integridade, ficando-se assim com uma malha do tipo apresentado na Figura 88.

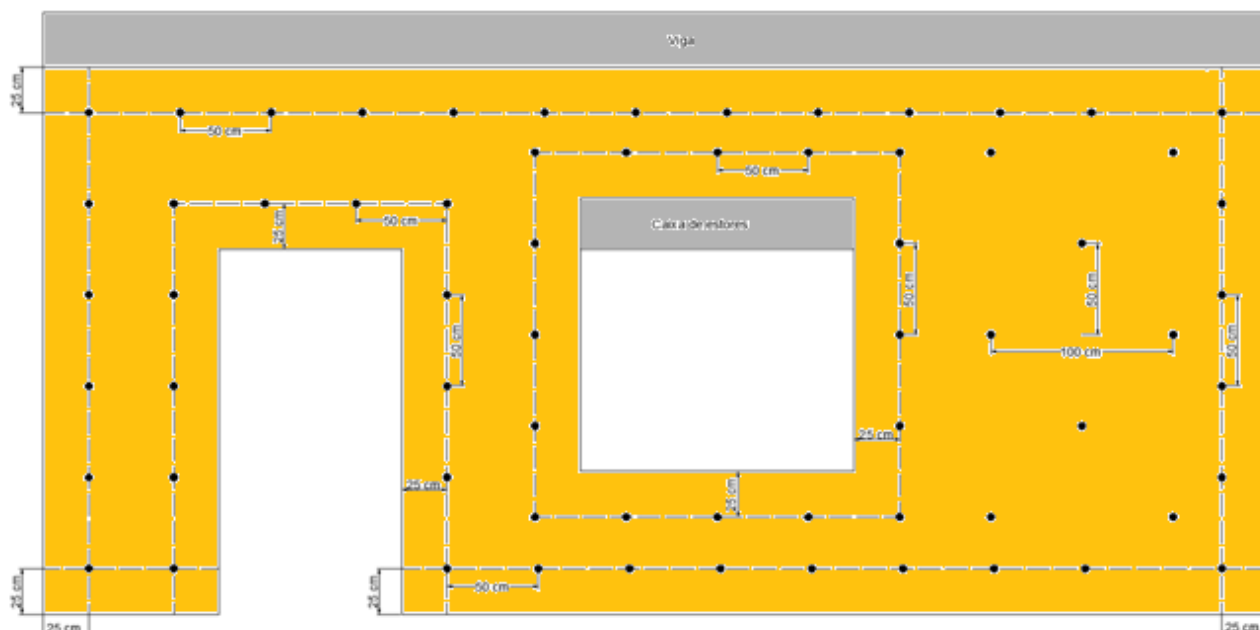


Figura 88: Nova malha distribuição de grampos.

Dos casos restantes, acaba-se por excluir ainda o HY-H6 e o HY-R4, pois apresentam um custo superior ao do sistema *Cementie*, do qual se propunham a substituir.

Finalmente, pode-se ainda excluir o caso MM-H6, pois apresenta uma resistência menor que outras combinações semelhantes com melhor desempenho, ficando-se assim com apenas dois casos viáveis que são o Mec-M e o MM-R4.

CAPÍTULO 6
Conclusões

CAPÍTULO 6 - Conclusões

6.1 Caracterização dos tijolos

6.2 Combinações de grampeamento

6.3 Estudos futuros

7. Conclusões

O objetivo traçado no início deste trabalho foi de desenvolver sistemas de pós-grampeamento de alvenarias alternativos aos que existiam no mercado, mais especificamente as técnicas *Cementie* e *Dryfix*, que contornassem as limitações que estes apresentam com um custo inferior.

Para tal fim, foram idealizadas algumas soluções alternativas que foram analisadas ao longo dos capítulos anteriores, chegando-se a duas que cumpriam os objetivos traçados.

8.1. Caracterização dos tijolos

Para se poder garantir a conformidade dos valores apresentados na folha técnica do produto, procedeu-se a uma caracterização física e mecânica dos tijolos.

A caracterização geométrica, veio confirmar que as medidas destes tijolos se encontravam dentro dos parâmetros definidos. No entanto, quando se procedeu à caracterização mecânica segundo a norma NP EN- 772-1 (CEN, 2002), verificou-se que a resistência obtida no caso dos tijolos de formato 30x20x11 encontrava-se abaixo do indicado pelo fabricante.

Após confirmação através da comparação com tijolos produzidos pelo mesmo fabricante no ano de 2013, verificou-se que isto se devia provavelmente à redução da espessura dos septos dos tijolos, passando de 1 para 0,8 cm no caso dos tijolos de formato 30x20x15 e 0,9 para 0,6 no caso dos tijolos de formato 30x20x11.

Assim, todos os resultados obtidos nesta dissertação ficam condicionados por este valor de resistência, dando valores inferiores aqueles que dariam em tijolos com resistência á compressão superior.

8.2. Combinações de grampeamento

Combinação MM-R4

Esta acaba por ser uma solução em tudo semelhante ao sistema *Cementie*, como tal acaba por partilhar algumas das mesmas limitações, e aparecendo também outras devidas ao facto de esta ser uma solução nova que ainda precisa de ser totalmente otimizada.

Algumas das limitações encontradas foram:

1. Introdução das mangas no tijolo de formato 30x20x11;

2. Enchimento das mangas;
3. Garantir a uniformidade dos bolbos formados.

A totalidade das limitações indicadas anteriormente, podiam ser facilitadas com algumas alterações nos materiais utilizados.

A primeira alteração a fazer, era substituir a ponta plástica da pistola de injeção altamente deformável por uma mais rígida tipo a da *Helifix* (Figura 35). Isto ia ajudar a resolver o problema da introdução das camisas nos tijolos e ajudar no enchimento gradual das mangas, aumentando assim a uniformidade dos bolbos.

A segunda, passava por alterações nas cabeças das mangas (Figura 43), sendo que neste caso serão duas as alterações necessárias. Uma é retirar as saliências que estas cabeças têm no interior, tal como se vê nesta imagem e a outra é tornar esta mesma cabeça menos rígida, para que esta consiga passar num furo com o diâmetro indicado para este tipo de manga.

A última, passava pela selagem em fábrica das zonas nas quais se introduziu a fita cola neste trabalho, a fim de se evitar de fazer este trabalho sem controlo de qualidade em obra.

É de notar que devido a limitações técnicas na realização dos ensaios, teve de se formar os bolbos do lado errado do septo no tijolo de formato 30x20x15 (ver Figura 89). Isto porque no ensaio traciona-se o varão, ficando a força de reação exercida nos tijolos (F) com o sentido indicado na figura, já na realidade, o que acontece é que um pano é ancorado no outro, ou seja, as reações nos tijolos têm sentido contrário.

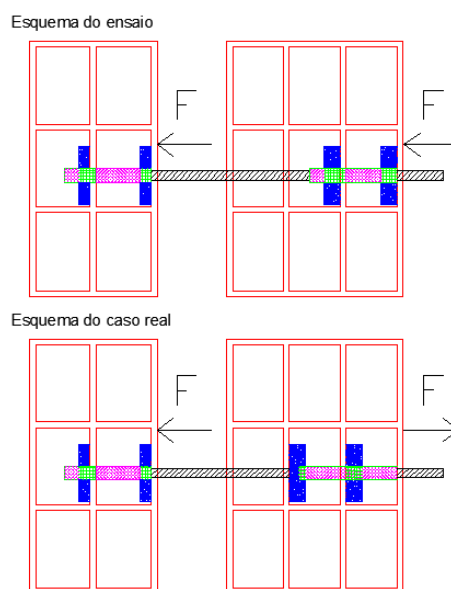


Figura 89: Provetes de ensaio vs. Caso real

Identificadas as alterações a fazer, passa-se agora à listagem das vantagens que este sistema apresenta sobre as outras soluções:

1. Não há o risco de rasgar a manga com a introdução do varão, pois este é feito com uma malha metálica, ao contrário de uma manga de tecido;
2. O químico de injeção já vem preparado de fábrica, pelo que é mais prático de aplicar;
3. O custo dos materiais desta solução é cerca de 45% inferior ao da técnica *Cementie*;
4. Os materiais necessários já estão presentes no mercado português, não sendo necessário importar.

Mec-M

Esta técnica de grampeamento acaba por ser a técnica menos evoluída das duas selecionadas. Como é uma solução mecânica, sem a necessidade de injeção de químicos, acaba por contornar todos os problemas que a técnica *Cementie* apresentava, apresentando ainda algumas condicionantes:

1. Apresenta dúvidas quanto à durabilidade da solução;
2. Apenas pode ser usada em zonas de risco sísmico baixo.

Como estamos a trabalhar com materiais metálicos, surgem dúvidas quanto à possibilidade de poder ocorrer a corrosão dos mesmos, pois há sempre humidade nas paredes com origem, por exemplo, em fenómenos de capilaridade ou infiltração.

Assim, torna-se necessário estudar se o uso destes materiais sem proteção à corrosão é viável, ou se é necessário conceber uma proteção contra este fenómeno, ou mesmo o uso de outros materiais em que tal não aconteça como o aço inoxidável. No caso de ter de se proceder a estas alterações, é ainda necessário verificar se o custo da solução se encontra ainda num valor aceitável.

Como o esquema de funcionamento desta solução é unidirecional (ver Figura 90), ou seja, só funciona à tração, não se adequa à ação sísmica, que se caracteriza por ser cíclica, alternando o sentido das forças para fora (F1) e dentro do plano (F2). Neste último esta solução apresenta uma resistência diminuta.

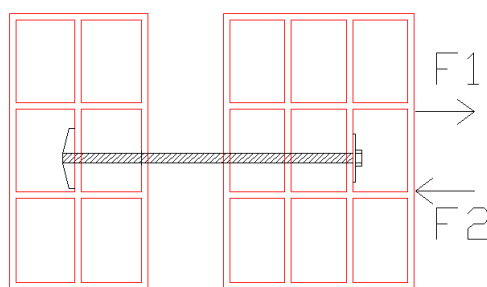


Figura 90: Caso Mec-M: Sentido de funcionamento.

Identificadas as limitações, as principais vantagens que esta combinação apresenta são as seguintes:

1. Facilidade de aplicação, sem necessidade de químicos de injeção e ferramentas especializadas;
2. Diminuição do tempo despendido na aplicação por grampo;
3. Não é essencial o recurso a mão de obra especializada;
4. O custo dos materiais é cerca de 90% inferior ao da técnica *Cementie*;
5. Materiais já presentes no mercado português.

Restantes casos

Os restantes casos analisados durante este trabalho foram sendo eliminados em duas fases.

A primeira foi nos ensaios preliminares, em que os casos AF-R6, CC-R6-85S, MM-R6-50, HY-R6-50, HY-R6-85C e MM-R6-85C foram abandonados por dificuldades de execução que levavam à impossibilidade de realização de provetes com uma qualidade mínima.

Nesta fase procedeu-se também à substituição de varões roscados de 6mm por varões de 4mm, devido a alterações no procedimento.

Os restantes casos que foram abandonados, acabaram por o ser já após uma análise dos resultados obtidos nos ensaios. Sendo-o por não possuírem a resistência necessária, ou por apresentarem um custo mais elevado que aquele da solução que se propunham a substituir.

6.3. Estudos futuros

Neste subcapítulo faz-se referência a futuros estudos que se possam realizar sobre este tema.

Atingido o objetivo de baixar o custo das soluções a implementar, uma nova investigação com este mesmo objetivo será desnecessária. Assim, um novo estudo nesta área seria sempre para complementar as falhas do presente, ou seja:

1. Realizar mais ensaios das soluções selecionadas, a fim de validar estatisticamente os resultados obtidos neste estudo;
2. Estudar a durabilidade das soluções com ensaios de envelhecimento
3. Estudar processos de otimização dos materiais utilizados;
4. Estudar a durabilidade da técnica Mec-M, devido a problemas de corrosão;
5. Testar a influência da temperatura da parede no tipo de bolbo formado, relativamente ao tempo de cura e fluidez do químico de injeção;
6. Desenvolver um Plano de Inspeção e Ensaios (PIE) para as combinações estudadas.

Referências bibliográficas

Referências bibliográficas

Ancon. *Installation guide- Cavity wall ties*. UK. 2012, retirado de www.ancon.co.uk

CEN. (2002). NP-EN 772-1: *Métodos de ensaio de blocos para alvenaria- Parte 1- Determinação da resistência à compressão*.

Freitas, Vasco. *Isolamento térmico de fachadas pelo exterior: reboco delgado armado sobre poliestireno expandido*. ETICS. Porto.2002, retirado de <http://pt.maxit-cms.com/media/12/Optiroc/documentos/Serpotharm-RelTec.pdf>

Helifix, 2013, www.helifix.com, consultado em 2 de Dezembro de 2013

Hilti, 2013, www.hilti.com, consultado em 2 de Dezembro de 2013

Manual Dias, A. B. *Manual de Alvenaria de Tijolo*. CTCV. Coimbra, 2009.

Ribeiro, Sebastião. *Soluções de reabilitação-Grampeamento de paredes de alvenaria*. Aveiro, 2013. (Tese de mestrado)

Ribeiro, S.; Vicente, R.; Varum, H.; Graça, J.; Lobo, B.; Ferreira, T. (2014) - Desenvolvimento de soluções de reabilitação: Grampeamento pós-construção de paredes de alvenaria de tijolo - campanha experimental - Congresso Latino americano sobre Patología de la Construcción, Tecnología de la Rehabilitación y Gestión del Patrimonio: REHABEND 2014 - Referência do artigo 3.3.13 - Santander, Espanha, 1 a 4 de abril de 2014.

Ribeiro, S.; Vicente, R.; Varum, H.; Graça, J.; Lobo, B.; Ferreira, T. (2014) - Development of retrofitting solutions: remedial wall ties for masonry enclosure brick walls - 9th International Masonry Conference, 9IMC 2014 - Guimarães, Portugal, 7 a 9 de julho de 2014.

Silva, José. *Fissuração de alvenarias- Estudo do comportamento das alvenarias sob ações térmicas*. Coimbra, 1998. (Tese de doutoramento)

Silva, José. Carvalhal, Mário. Vicente, Romeu. *Reforço mecânico de fachadas de alvenaria de tijolo: Reabilitação de cunhais e grampeamento metálico pós-construção*. LNEC. Lisboa. 2003

Silva, J Mendes & Abrantes, V. (2007). Patologias em Paredes de Alvenaria: Causas e Soluções. Seminário sobre paredes de alvenaria, 65-84. Editores: P.B. Lourenço *et al.* Retirado de http://www.civil.uminho.pt/masonry/publications/alvenaria_2007/065_084.pdf

Silva, José M., & Vicente, R. S. *Degradação precoce de paredes de fachada com correção das pontes térmicas. Casos de estudo*, (pp. 665-672). Actas do Congresso Nacional da Construção, IST, Lisboa, 2001

Vicente, R. S., & Silva, J. A. R. M. Estudo do comportamento mecânico das paredes de fachadas com correção exterior das pontes térmicas., (pp. 1235-1244), 3º Encontro de Conservação e Reabilitação de Edifícios, (3º ENCORE), LNEC, Lisboa, 2003

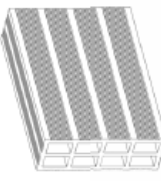
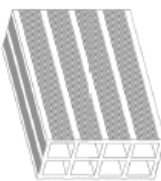
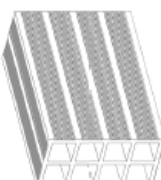
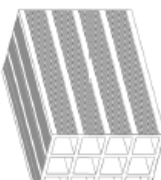
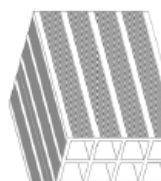


PRECERAM – INDÚSTRIAS DE CONSTRUÇÃO, SA
TRAVASSO 3101-901 POMBAL

12

EN 771-1:2011

Tijolos cerâmicos de enchimento de furação horizontal com estrias de reboco, categoria II, tipo LD, para paredes de alvenaria protegida não resistentes, sujeitas a exposição passiva, com requisitos acústicos e de resistência ao fogo

Designação:	30x20X7	30x20X9	30x20X11	30x20X15	30x20X22
Dimensões: Comprimento (mm) Largura (mm) Altura (mm)	290 70 189	290 88 189	290 106 189	290 146 189	290 220 189
Tolerâncias dimensionais: Categoria de tolerância	T1 (±0.4\vd)	T1 (±0.4\vd)	T1 (±0.4\vd)	T1 (±0.4\vd)	T1 (±0.4\vd)
Configuração:	 Grupo 3 (uso não estrutural)	 Grupo 3 (uso não estrutural)	 Grupo 3 (uso não estrutural)	 Grupo 3 (uso não estrutural)	 Grupo 3 (uso não estrutural)
Classificação segundo EN 1996-1-1	Grupo 3 (uso não estrutural)	Grupo 3 (uso não estrutural)	Grupo 3 (uso não estrutural)	Grupo 3 (uso não estrutural)	Grupo 3 (uso não estrutural)
Resistência à Compressão: Média Categoria	$\geq 1.9 \text{ N/mm}^2$ II	$\geq 1.7 \text{ N/mm}^2$ II	$\geq 1.5 \text{ N/mm}^2$ II	$\geq 1.5 \text{ N/mm}^2$ II	$\geq 1.5 \text{ N/mm}^2$ II
Orient. esforço compressão	⊥ ao leito	⊥ ao leito	⊥ ao leito	⊥ ao leito	⊥ ao leito
Regularização da superfície	Rectificação	Rectificação	Rectificação	Rectificação	Rectificação
Reenrâncias destinadas a preenchimento c/ argamassa	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Teor em sais activos solúveis: Categoria de tolerância	NPD S0	NPD S0	NPD S0	NPD S0	NPD S0
Reacção ao fogo:	Euroclasse A1	Euroclasse A1	Euroclasse A1	Euroclasse A1	Euroclasse A1
Absorção de água:	"Não destinado a ser exposto"	"Não destinado a ser exposto"	"Não destinado a ser exposto"	"Não destinado a ser exposto"	"Não destinado a ser exposto"
Isolamento som aéreo directo: Massa volumica bruta Categoria de tolerância Configuração	818 kg/m ³ D1 Conforme desenho acima	746 kg/m ³ D1 Conforme desenho acima	670 kg/m ³ D1 Conforme desenho acima	650 kg/m ³ D1 Conforme desenho acima	633 kg/m ³ D1 Conforme desenho acima
Resistência térmica:	0.25 m ² K/W	0.27 m ² K/W	0.29 m ² K/W	0.42 m ² K/W	0.58 m ² K/W
Durabilidade contra o gelo/degelo: Categoria de tolerância	"Não destinado a ser exposto" F0	"Não destinado a ser exposto" F0	"Não destinado a ser exposto" F0	"Não destinado a ser exposto" F0	"Não destinado a ser exposto" F0

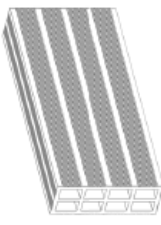
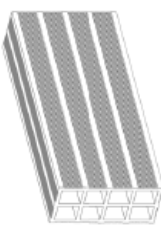
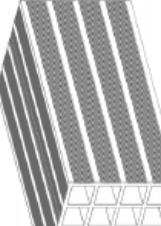


PRECERAM – INDÚSTRIAS DE CONSTRUÇÃO, SA
TRAVASSO 3101-901 POMBAL

12

EN 771-1:2003 e EN 771-1:2003/A1:2005 (NP EN 771-1:2006)




Tijolos cerâmicos de enchimento de furação horizontal com estrias de reboco, categoria II, tipo LD, para paredes de alvenaria protegida não resistentes, sujeitas a exposição passiva, com requisitos acústicos e de resistência ao fogo

Designação:	45x20X7	45x20X9	45x20X22
Dimensões: Comprimento (mm) Largura (mm) Altura (mm)	440 70 189	440 88 189	440 220 189
Tolerâncias dimensionais: Categoria de tolerância	T1 (±0.4√d)	T1 (±0.4√d)	T1 (±0.4√d)
Configuração:	 Grupo 3 (uso não estrutural)	 Grupo 3 (uso não estrutural)	 Grupo 3 (uso não estrutural)
Classificação segundo EN 1996-1-1	Grupo 3 (uso não estrutural)	Grupo 3 (uso não estrutural)	Grupo 3 (uso não estrutural)
Resistência à Compressão: Média Categoria	≥ 1.9 N/mm ² II	≥ 1.7 N/mm ² II	≥ 1.5 N/mm ² II
Orient. esforço compressão	⊥ ao leito	⊥ ao leito	⊥ ao leito
Regularização da superfície	Rectificação	Rectificação	Rectificação
Reentrâncias destinadas a preenchimento c/ argamassa	Sim	Sim	Sim
Teor em sais activos solúveis: Categoria de tolerância	NPD S0	NPD S0	NPD S0
Reacção ao fogo:	Euroclasse A1	Euroclasse A1	Euroclasse A1
Absorção de água:	"Não destinado a ser exposto"	"Não destinado a ser exposto"	"Não destinado a ser exposto"
Isolamento som aéreo directo: Massa volumica bruta Categoria de tolerância	807 kg/m ³ D1	733 kg/m ³ D1	626 kg/m ³ D1
Configuração	Conforme desenho acima	Conforme desenho acima	Conforme desenho acima
Resistência térmica:	0.25 m ² K/W	0.27 m ² K/W	0.58 m ² K/W
Durabilidade contra o gelo/degelo: Categoria de tolerância	"Não destinado a ser exposto" F0	"Não destinado a ser exposto" F0	"Não destinado a ser exposto" F0

1 Identificação da substância/mistura e da sociedade/empresa

- **Identificador do produto**
- **nome comercial:** **Hilti HIT-MMPLUS**
- **Tamanho da embalagem** 330 ml, 500 ml
- **Utilizações identificadas relevantes da substância ou mistura e utilizações desaconselhadas**
- **Sector de Utilização** Indústria da construção
- **Utilização do material / da preparação** Bucha química para fixações de ancoragens e de aço para betão
- **Identificação do fornecedor da ficha de dados de segurança**
- **fabricante/fornecedor:**
Sede da Hilti Portugal
Rua da Lionesa, 446
Edifício C39
4465-671 Leça do Balio
Tel.: 808 200 111
Fax: 808 222 111
E-mail: clientes@hilti.com
- **espaço de informação:**
anchor.hse@hilti.com
vide capítulo 16
- **Número de telefone de emergência:**
Schweizerisches Toxikologisches Informationszentrum - 24 h Service
Tel.: 0041 / 44 251 51 51 (international)
- CIAV - Centro de Informação Antivenenos (Portuguese Poison Centre) - 24 h Service
808 250 143

2 Identificação dos perigos

- **Classificação da substância ou mistura**
- **Classificação em conformidade com a Directiva 67/548/CEE ou Directiva 1999/45/CE**
-  Xi; Irritante
R36: Irritante para os olhos.
-  Xi; Sensibilizante
R43: Pode causar sensibilização em contacto com a pele.
-  O; Comburente
R7: Pode provocar incêndio.
- **Avisos especiais sobre os riscos para o homem e o ambiente:**
O produto é obrigado a estar identificado com base no método de avaliação da "Directiva geral de classificação para preparados da CE" na última versão em vigor.
- **Método de classificação:**
A qualificação corresponde as listas actuais da CEE, é todavia completad através de dados da literatura especializada e de dados de firmas.

Elementos do rótulo

- **Rótulo de acordo com as disposições comunitárias:**
Dever-se-á prestar atenção à normativa comum de segurança em relação à manipulação de produtos químicos.
O produto está marcado e catalogado de acordo com as linhas directrizes da CEE / GefStoffV.
- **Símbolo de perigo e designação de perigo do produto:**

Xi Irritante
O Comburente

- **Componentes determinantes para os perigos constantes do rótulo:**
ácido metacrílico, monoéster com propano-1,2-diól
peróxido de dibenzóilo
- **frases R:**
36 Irritante para os olhos.
43 Pode causar sensibilização em contacto com a pele.
7 Pode provocar incêndio.
- **frases S:**
3 Guardar em lugar fresco.
24/25 Evitar o contacto com a pele e os olhos.
26 Em caso de contacto com os olhos, lavar imediata e abundantemente com água e consultar um especialista.
28 Apos contacto com a pele, lavar imediata e abundantemente com água e sabão.
36/37/39 Usar vestuário de protecção, luvas e equipamento protector para os olhos/face adequados.
- **Outros perigos**
- **Resultados da avaliação PBT e mPmB**
- **PBT:** Não aplicável.



Ficha de dados de segurança

Em conformidade com 1907/2006/CE, Artigo 31.º / ISO 11014

data da impressão 26.11.2012

Número da versão 6

Revisão: 26.11.2012

nome comercial: Hilti HIT-MM PLUS

(continuação da página 1)

· **mPmB:** Não aplicável.· **Indicações adicionais:**· **avisos especiais sobre os perigos para o homem e o ambiente: A**

R 36 Irritante para os olhos.

R 43 Pode causar sensibilização em contacto com a pele.

· **avisos especiais sobre os perigos para o homem e o ambiente: B**

R 43 Pode causar sensibilização em contacto com a pele.

R 7 Pode provocar incêndio.

3 Composição/informação sobre os componentes

· **Caracterização química:** Misturas· **descrição:**

2-Component-Foil pack contém:

Componente A: metacrilato resina, inorganic filler

Componente B: peróxido de benzoilo, phlegmatized

Mistura dos materiais relacionados a seguir, com adições sem perigo.

· **ingredientes perigosos:**

CAS: 278 13-02-1 EINECS: 248-666-3 Reg.nr.: 01-2119490226-37	ácido metacrílico, monoéster com propano-1,2-diol ☒ Xi R36; ☒ Xi R43 ☞ Eye Irrit. 2, H319; Skin Sens. 1, H317	15-25%
CAS: 94-36-0 EINECS: 202-327-6	peróxido de dibenzoilo ☒ Xi R36; ☒ Xi R43; ☒ E R3; ☒ O R7 ☞ Org. Perox. B, H241; ☞ Eye Irrit. 2, H319; Skin Sens. 1, H317	5-10%

· **ingredientes perigosos A:**

CAS: 278 13-02-1 EINECS: 248-666-3 Reg.nr.: 01-2119490226-37	ácido metacrílico, monoéster com propano-1,2-diol ☒ Xi R36; ☒ Xi R43 ☞ Eye Irrit. 2, H319; Skin Sens. 1, H317
--	---

· **ingredientes perigosos B:**

CAS: 94-36-0 EINECS: 202-327-6	peróxido de dibenzoilo ☒ Xi R36; ☒ Xi R43; ☒ E R3; ☒ O R7 ☞ Org. Perox. B, H241; ☞ Eye Irrit. 2, H319; Skin Sens. 1, H317
-----------------------------------	---

· **SVHC** nenhum· **avisos adicionais:** O texto das indicações de perigo aqui incluído poderá ser consultado no capítulo 16.

4 Primeiros socorros

· **Descrição das medidas de primeiros socorros**· **avisos gerais:** Vestidos contaminados com substâncias perigosas, afastar sem demora.· **depois da inalação:** Retirar o afectado para o ar livre e deitá-lo.· **depois do contacto com a pele:** Lavar imediatamente e enxaguar bem com água e sabão.· **depois do contacto com os olhos:** Enxaguar os olhos com as pápebras abertas alguns minutos sob água corrente e consultar o médico.· **depois de engolir:**

Enxaguar a boca e fazer com que beba muita água.

Mandá-lo ao médico.

· **avisos para o médico:**· **Sintomas e efeitos mais importantes, tanto agudos como retardados** Não existe mais nenhuma informação relevante disponível.· **Indicações sobre cuidados médicos urgentes e tratamentos especiais necessários**

Não existe mais nenhuma informação relevante disponível.

5 Medidas de combate a incêndios

· **Meios de extinção**· **meios adequados para extinção**CO₂, pó extintor ou jacto de água. Combater um grande incêndio com jacto de água ou espuma que contém álcool.· **por razões de segurança, meios inadequados para extinção:** água em jacto.· **Perigos especiais decorrentes da substância ou mistura**

Num incêndio podem-se libertar:

Monóxido de carbono (CO).

Óxidos azóicos (NO_x).

Sob determinadas condições de incêndio, não se podem excluir vestígios de outras matérias perigosas.

(continuação na página 3)



Ficha de dados de segurança

Em conformidade com 1907/2006/CE, Artigo 31.º / ISO 11014

data da impressão 26.11.2012

Número da versão 6

Revisão: 26.11.2012

nome comercial: Hilti HIT-MM PLUS

(continuação da página 2)

- **Recomendações para o pessoal de combate a incêndios**
- **equipamento especial de protecção:** Ter posto o aparelho de protecção de respiração, independentemente do ar ambiental.

6 Medidas a tomar em caso de fugas acidentais

- **Precauções individuais, equipamento de protecção e procedimentos de emergência** Usar roupa de protecção pessoal.
- **Precauções a nível ambiental:** Evitar que penetre na canalização / água de superfície / água subterrânea.
- **Métodos e materiais de confinamento e limpeza:**
Apanhar mecanicamente.
Estes resíduos especiais devem ser recolhidos num recipiente adequado e ser eliminados, pela forma indicada no ponto 13.
- **Remissão para outras secções**
Para informações sobre uma manipulação segura, ver o capítulo 7.
Para informações referentes ao equipamento pessoal de protecção, ver o capítulo 8.
Para informações referentes à evacuação, ver o capítulo 13.

7 Manuseamento e armazenagem

- **manejo:**
- **Precauções para um manuseamento seguro**
Verifique a data de validade: ver impressão na peça de junção (mês/ano). Não utilize cartuchos cujo prazo de validade se encontre ultrapassado!
- **avisos para protecção contra incêndios e explosões** Manter afastado de uma fonte de iluminação - não fumar.
- **Condições de armazenagem segura, incluindo eventuais incompatibilidades**
- **armazenagem:**
- **exigências para armazéns e recipientes:** Manter em local fresco, seco e escuro 5 °C to 25 °C.
- **avisos para armazenar juntamente:** Armazenar numa forma separada dos alimentos.
- **outros avisos para as condições de armazenamento:**
Protege-lo do calor e da radiação directa do sol.
Armazená-lo a frio.
- **classe de armaaaarmazenamento:**
De acordo com o conceito do tipo de armazenagem da Associação de Indústrias Químicas (VCI, 1991).
11
- **Utilizações finais específicas** Buchas químicas para fi xações de ferros e de ancoragens em betão.

8 Controlo da exposição/protecção individual

- **Parâmetros de controlo**
- **componentes com valor-limite a vigiar, relacionados com lugar-trabalho:**
O produto não contém quaisquer quantidades relevantes de substâncias para um valor limite relacionado com o local de trabalho.
O produto tem uma consistência pastosa. Os valores-limite de exposição para pós respiráveis não são pertinentes para este produto.
- **avisos adicionais:** Como base serviam as listas válidas durante a criação.
- **Controlo da exposição**
- **equipamento de protecção pessoal:**
- **medidas comuns de protecção e higiene:**
São para observar as habituais medidas de prevenção no manuseamento dos produtos químicos.
Não comer, beber, fumar, constipar durante o trabalho.
Manter afastado de produtos alimentares, bebidas e forragens.
Lavar as maos antes da pausa e no fim do trabalho.
Evitar o contacto com os olhos e com a pele.
- **protecção das maos:**
Luvas de protecção.
EN 374 / EN 388
Deve-se evitar o contacto directo com o químico / o produto / o preparado através de medidas organizadas.
O material das luvas tem de ser impermeável e resistente ao produto / à matéria / ao preparado.
- **Material das luvas**
Borracha nitrílica
A escolha de luvas próprias não depende apenas do material, mas também de outras características qualitativas e varia de fabricante para fabricante. O facto do produto ser composto por uma variedade de materiais leva a que não seja possível prever a duração dos mesmos, e consequentemente das luvas, sendo assim necessário proceder a uma verificação antes da sua utilização.
- **Tempo de penetração do material das luvas** Deve informar-se sobre a durabilidade exacta das suas luvas junto do fabricante e respeitá-la.
- **Não são recomendáveis luvas dos seguintes materiais:**
Borracha Natural (látex)
Luvas de pele.
Luvas de tecido grosso.
- **protecção dos olhos:**
ó.1.1/14 monofilamento
EN 166 / EN 170
- **protecção do corpo:** Fato de protecção no trabalho.

PT

(continuação na página 4)



data da impressão 26.11.2012

Ficha de dados de segurança

Em conformidade com 1907/2006/CE, Artigo 31.º / ISO 11014

Número da versão 6

página :4/6

Revisão: 26.11.2012

nome comercial: Hilti HIT-MM PLUS

(continuação da página 3)

9 Propriedades físicas e químicas

· Informações sobre propriedades físicas e químicas de base	
· Indicações gerais	
· Aspecto:	
forma:	pastoso
cor:	cinzento
odor:	como eter
· Limiar olfactivo:	Não classificado.
· valor pH:	Componente A: não aplicável Componente B: ~ 6
· mudança do estado:	
ponto de fusão / âmbito de fusão:	não classificado
ponto de ebulição / âmbito de ebulição:	não classificado
· ponto de chama:	Componente A: > 109 °C (DIN 53213) Componente B: não aplicável
· inflamação (sólido, gasiforme):	Não classificado.
· temperatura da inflamação:	não classificado
· temperatura da decomposição:	Componente A: não relevante Componente B: SADT 65°C UN test H4
· inflamação espontânea:	O produto não é inflamável.
· risco de explosão:	O produto não corre o risco d explosao
· pontos da explosão:	
em baixo:	Não classificado.
em cima:	Não classificado.
· pressão do vapor em 20°C:	0,1 hPa
· densidade em 20°C:	1,7 g/cm ³ (DIN 51757)
· Densidade relativa	Não classificado.
· Densidade do vapor	Não aplicável.
· Velocidade da evaporação	Não aplicável.
· solubilidade em / miscibilidade com:	
água:	pouco misturável
· coeficiente de distribuição (n-octanol/água):	Não classificado.
· viscosidade:	
dinâmico em 20°C:	~ 70 Pas (DIN 53788)
cinemático em 20°C:	> 20 s (DIN 5321 1/4)
· percentagem do solvente:	
solventes orgânicos:	0,0 %
água:	Componente B: ~ 20%
· Outras informações	Não existe mais nenhuma informação relevante disponível.

10 Estabilidade e reactividade

- Reactividade
- Estabilidade química
- Destruição térmica / condições a evitar: Não existe decomposição em caso de emprego correcto das regras.
- Possibilidade de reacções perigosas: Não se conhecem reacções perigosas.
- Condições a evitar: Não existe mais nenhuma informação relevante disponível.
- Materiais incompatíveis: Não existe mais nenhuma informação relevante disponível.
- Produtos de decomposição perigosos: Não se conhecem produtos de decomposição perigosos.

11 Informação toxicológica

- Informações sobre os efeitos toxicológicos
- toxicidade aguda:
- efeito de irritabilidade primário:
- na pele: nenhum efeito excitante
- no olho: efeito excitante
- sensibilização: é possível sensibilização através do contacto com a pele
- avisos adicionais de toxicologia:
O produto mostra os seguintes perigos devidos ao procedimento do cálculo da norma comum de classificação para preparação na última disposição válida da CEE.
Irritante

(continuação na página 5)

PT

nome comercial: Hilti HIT-MM PLUS

(continuação da página 4)

12 Informação ecológica

- **Toxicidade**
- **toxicidade aquática:** Não existe mais nenhuma informação relevante disponível.
- **Persistência e degradabilidade** Não existe mais nenhuma informação relevante disponível.
- **reações em compartimentos ambientais:**
- **Potencial de bioacumulação** Não existe mais nenhuma informação relevante disponível.
- **Mobilidade no solo** Não existe mais nenhuma informação relevante disponível.
- **outros avisos ecológicos:**
- **contém conforme a receita os seguintes metais pesados e composições da CEE norma no.76/464 CEE:** nenhum
- **avisos comuns:** O produto é isento de halogénios ligados organicamente (sem AOX).
- **Resultados da avaliação PBT e mPmB**
- **PBT:** Não aplicável.
- **mPmB:** Não aplicável.
- **Outros efeitos adversos** Não existe mais nenhuma informação relevante disponível.

13 Considerações relativas à eliminação

- **Métodos de tratamento de resíduos**
- **recomendação:**
Para a eliminação, deverão seguir-se as respectivas disposições locais.
Cartuchos sem usados/novos devem ser reciclados de acordo com as normas e regulamentações locais sobre resíduos especiais.

Catálogo europeu de resíduos

08 00 00	RESÍDUOS DO FABRICO, FORMULAÇÃO, DISTRIBUIÇÃO E UTILIZAÇÃO (FFDU) DE REVES-TIMENTOS (TINTAS, VERNIZES E ESMALTES VÍTREOS), COLAS, VEDANTES E TINTAS DE IMPRESSÃO
08 04 00	resíduos do FFDU de colas e vedantes (incluindo produtos impermeabilizantes)
08 04 09*	resíduos de colas ou vedantes, contendo solventes orgânicos ou outras substâncias perigosas
20 00 00	RESÍDUOS URBANOS E EQUIPARADOS (RESÍDUOS DOMESTICOS, DO COMERCIO, INDUSTRIA E SERVIÇOS), INCLUINDO AS FRACÇÕES RECOLHIDAS SELECTIVAMENTE
20 01 00	fracções recolhidas selectivamente (excepto 15 01)
20 01 27*	tintas, produtos adesivos, colas e resinas, contendo substâncias perigosas

- **embalagens contaminadas:**
- **recomendação:**
Cartuchos vazios: sistemas de recolha nacionais (Sociedade Ponto Verde, S. A. (SPV)) ou código CER: 150102 (embalagens de plástico)
A embalagem deve ser tratada com cuidado conforme o decreto relativo às lativo às embalagens.

14 Informações relativas ao transporte

· UN no.	
· ADR, ADN, IMDG, IATA	não há
· Designação oficial de transporte da ONU	
· ADR	não há
· ADN, IMDG, IATA	não há
· Classes de perigo para efeitos de transporte	
· ADR, ADN, IMDG, IATA	
· Classe	não há
· tipo de embalagem	
· ADR, IMDG, IATA	não há
· Perigos para o ambiente:	
· armada polutante:	Não
· Precauções especiais para o utilizador	Não aplicável.
· Transporte a granel em conformidade com o anexo II da Convenção Marpol 73/78 e o Código IBC	Não aplicável.
· transporte/outras indicações:	Não é material perigoso, segundo as autoridades superiores. oxigénio disponível < 1 %
· HS-Code:	3214 10 10: Mástique de vidraceiro, cimentos de resina e outros mástiques

15 Informação sobre regulamentação

- **Regulamentação/legislação específica para a substância ou mistura em matéria de saúde, segurança e ambiente**
- **regulamento nacional:**
Directiva 89/391/CEE do Conselho, de 12 de Junho de 1989, relativa à aplicação de medidas destinadas a promover a melhoria da segurança e da saúde dos trabalhadores no trabalho
Artigo 12º Formação dos trabalhadores

(continuação na página 6)



data da impressão 26.11.2012

Ficha de dados de segurança

Em conformidade com 1907/2006/CE, Artigo 31.º / ISO 11014

Número da versão 6

Revisão: 26.11.2012

nome comercial: Hilti HIT-MM PLUS

(continuação da página 5)
Regulamento (CE) n.º 1907/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho de 18 de Dezembro de 2006 relativo ao registo, avaliação, autorização e restrição dos produtos químicos (REACH)

- **avisos para limitação do trabalho:** Prestar atenção às limitações laborais para os jovens.
- **outros regulamentos, restrições e decretos que proibem**
- **Substâncias que suscitam elevada preocupação (SVHC) em conformidade com REACH, artigo 57** nenhum
- **Avaliação da segurança química:** Não exigido.

16 Outras informações

Os dados baseiam-se no estado actual dos nossos conhecimentos, embora não representem uma garantia das propriedades do produto e não fundamentam uma situação jurídica.

· **Frases relevantes**

H241 Risco de explosão ou de incêndio sob a acção do calor.
H317 Pode provocar uma reacção alérgica cutânea.
H319 Provoca irritação ocular grave.

R3 Grande risco de explosão por choque, fricção, fogo ou outras fontes de ignição.

R36 Irritante para os olhos.

R43 Pode causar sensibilização em contacto com a pele.

R7 Pode provocar incêndio.

· **local para exposição da folha de dados:**

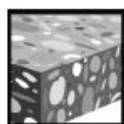
Hilti Entwicklungsgesellschaft mbH
Hiltistrasse 6
D-86916 Kaufering
Tel.: +49 8191 906310
Fax: +49 8191 90176310
e-mail: anchor.hse@hilti.com

· **autoridade de informação** Mechthild Krauter

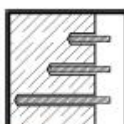
· *** Dados alterados em comparação à versão anterior**

Sistema de injeção de químico Hilti HIT-HY 70 para alvenaria

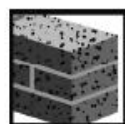
Sistema de injeção de químico	Vantagens
<p>Hilti HIT-HY 70 - Ampola de 330 ml (também disponível em ampola de 500 ml e 1400 ml)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - fixação por injeção de químico para todos os tipos de materiais base - vazado e maciço - tijolos de argila, tijolos sílico-calcários, blocos de betão normal e leve, pedras naturais - químico híbrido de dois componentes - cura rápida - manuseamento versátil e conveniente - espessura a fixar e profundidade de instalação flexível - pequenas distâncias ao bordo e espaçamento entre fixações - controlo de enchimento de químico com camisas HIT-SC - adequado para fixações suspensas - temperaturas de serviço: <ul style="list-style-type: none"> curto prazo: máx. 120°C longo prazo: máx. 72°C
<p>Misturador</p>	
<p>Varão HIT-V</p>	
<p>Varão HAS, HAS-E</p>	
<p>Varão HIT-AC, HIT-ACR</p>	
<p>Varão HIT-AN</p>	
<p>Manga de rosca interna HIT-IG</p>	
<p>Manga de rosca interna HIT-IC</p>	
<p>Manga HIS-RN</p>	
<p>Camisa compósita HIT-SC</p>	



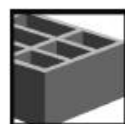
Betão



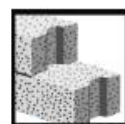
Profund. de embetim. variável



Tijolo maciço



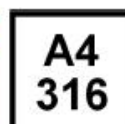
Tijolo vazado



Betão leve autoclavado



Resistência ao fogo



Resistência à corrosão



Grande resistência à corrosão



Software de Ancoragens Hilti

Homologações / Certificados

Descrição	Entidade / Laboratório	No. / data de emissão
Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (national German approval)	DIBt, Berlin	Z-21.3-1830 / 2009-01-20
Fiche technique SOCOTEC ^{a)}	SOCOTEC, Paris	YX 0047 08.2006
Fire test report	MFPA, Leipzig	PB III/B-07-157 / 2007-06-04
Assessment report (fire)	warringtonfire	WF 166402 / 2007-10-26



Valores resistentes de referência (para uma fixação isolada)

Todos os dados na tabela aplicam-se para

- Valores de carga válidos para furos efectuados com martelos perfuradores TE em modo de percussão
- Correcta instalação (ver operações de instalação)
- Qualidade do aço dos elementos da fixação: ver dados abaixo
- Qualidade do aço dos parafusos para HIT-IG, HIT-IC e HIS-N: classe mín. 5.8 / HIS-RN: A4-70
- Podem ser utilizados varões roscados com diâmetro apropriado (diâmetro e comprimento) e qualidade de aço mínima de 5.6
- A temperatura do material base durante a instalação e cura deve estar entre -5°C e +40°C (Excepção: tijolos maciços de argila (por exemplo, Mz12): +5°C a 40°C)

Cargas recomendadas ^{a)} F_{rec} para ruptura e arranque de tijolo em [kN]


Alvenaria maciça: HIT-HY 70 com HIT-AC / HIT-V, HAS, HAS-E e HIT-IG

			HIT-AC, HIT-V, HAS, HAS-E				HIT-IG / HIT-IC		
Diâmetro da ancoragem									
Material base	Profundidade de instalação [mm]		M6	M8	M10	M12	M8	M10	M12
Tijolo maciço de argila Mz12/2,0 DIN 105/ EN 771-1 $f_b^{b)} \geq 12 \text{ N/mm}^2$  Alemanha, Áustria, Suíça	80	N_{rec} [kN]	-	1,0	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
		V_{rec} [kN]	-	1,0	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
		N_{rec} [kN]	-	3,0 ^{c)}	3,0 ^{c)}	3,0 ^{c)}	3,0 ^{c)}	3,0 ^{c)}	3,0 ^{c)}
		V_{rec} [kN]	-	3,0 ^{c)}	3,0 ^{c)}	3,0 ^{c)}	3,0 ^{c)}	3,0 ^{c)}	3,0 ^{c)}
Tijolo maciço sílico-calcário KS 12/2,0 DIN 106/ EN 771-2 $f_b^{b)} \geq 12 \text{ N/mm}^2$  Alemanha, Áustria, Suíça	80	N_{rec} [kN]	-	1,0	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
		V_{rec} [kN]	-	1,0	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
		N_{rec} [kN]	-	3,0 ^{d)}	3,0 ^{d)}	3,0 ^{d)}	3,0 ^{d)}	3,0 ^{d)}	3,0 ^{d)}
		V_{rec} [kN]	-	3,0 ^{d)}	3,0 ^{d)}	3,0 ^{d)}	3,0 ^{d)}	3,0 ^{d)}	3,0 ^{d)}

- a) Os valores de carga recomendados para materiais base alemães são baseados em regulamentos nacionais.
- b) f_b = resistência do tijolo
- c) Valores apenas válidos para Mz (DIN 105) com resistência do tijolo $\geq 29 \text{ N/mm}^2$, densidade $2,0 \text{ kg/dm}^3$, dimensões mín. tijolo NF (24,0 cm x 11,5 cm x 7,1 cm), não abrangido pela aprovação nacional alemã Z-21.3-1830 / 2009-01-20
- d) Valores apenas válidos para KS (DIN 106) com resistência do tijolo $\geq 23 \text{ N/mm}^2$, densidade $2,0 \text{ kg/dm}^3$, dimensões mín. tijolo NF (24,0 cm x 11,5 cm x 7,1 cm), não abrangido pela aprovação nacional alemã Z-21.3-1830 / 2009-01-20

Cargas recomendadas ^{a)} F_{rec} para ruptura e arranque de tijolo em [kN]

Alvenaria maciça: HIT-HY 70 com HIT-AC / HIT-V, HAS, HAS-E e HIT-IG / HIT-IC

Diâmetro da ancoragem			HIT-AC, HIT-V, HAS, HAS-E				HIT-IG / HIT-IC		
Material base	Profundidade de instalação [mm]		M6	M8	M10	M12	M8	M10	M12
Betão leve PPW 2-0,4 DIN 4165/ EN 771-4 $f_b^{b)} \geq 2 \text{ N/mm}^2$  Alemanha, Áustria, Suíça	80	N_{rec} [kN]	-	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
		V_{rec} [kN]	-	0,1	0,1	0,2	0,2	0,4	0,4
Betão leve de acordo com TGL (haufwerks- poriger Leichtbeton), Alemanha	80	N_{rec} [kN]	-	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5
		V_{rec} [kN]	-	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5

a) Os valores de carga recomendados para materiais base alemães são baseados em regulamentos nacionais.

b) f_b = resistência do tijolo

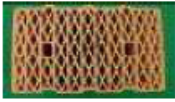
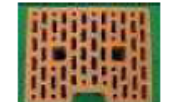
Valores resistentes de referência (para uma fixação isolada)

Todos os dados na tabela aplicam-se para

- Valores de carga válidos para furos efectuados com martelos perfuradores TE em modo de percussão sensível
- Correcta instalação (ver operações de instalação)
- Qualidade do aço dos elementos da fixação: ver dados acima
- Qualidade do aço dos parafusos para HIT-IG: classe mín. 5.8
- Podem ser utilizados varões roscados com diâmetro apropriado (diâmetro e comprimento) e qualidade de aço mínima de 5.6

Cargas recomendadas ^{a)} F_{rec} para ruptura e arranque de tijolo em [kN]

Alvenaria vazada: HIT-HY 70 com HIT-SC e HIT-AC/HIT-V, HAS, HAS-E e HIT-IG/HIT-IC

Diâmetro da ancoragem			HIT-AC, HIT-V, HAS, HAS-E					HIT-IC / HIT-IG				
Material base	Profundidade de instalação [mm]		M6	M8	M10	M12		M8	M10		M12	
			HIT-SC 12x...	HIT-SC 16x...	HIT-SC 16x...	HIT-SC 18x...	HIT-SC 22x...	HIT-SC 16x...	HIT-SC 18x ^{c)}	HIT-SC 22x...	HIT-SC 22x...	
HizB 6 DIN 105/ EN 771-1 $f_b^{b)} \geq 6 \text{ N/mm}^2$  Alemanha, Áustria, Suíça	50	N_{rec} [kN]	0,3	0,4	0,4	0,8	0,8	-	-	-	-	
		V_{rec} [kN]	0,3	0,4	0,4	0,4	0,8	-	-	-	-	
	80	N_{rec} [kN]	-	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
		V_{rec} [kN]	-	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
	100	N_{rec} [kN]	-	0,8	0,8	0,8	0,8	-	-	-	-	-
		V_{rec} [kN]	-	0,8	0,8	0,8	0,8	-	-	-	-	-
	130	N_{rec} [kN]	-	0,84	0,84	0,8	0,8	-	-	-	-	-
		V_{rec} [kN]	-	0,8	0,8	0,8	0,8	-	-	-	-	-
	160	N_{rec} [kN]	-	0,91	0,91	0,8	0,8	-	-	-	-	-
		V_{rec} [kN]	-	0,8	0,8	0,8	0,8	-	-	-	-	-
	Hiz 12 DIN 105/ EN 771-1 $f_b^{b)} \geq 12 \text{ N/mm}^2$  Alemanha, Áustria, Suíça	50	N_{rec} [kN]	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	-	-	-	-
			V_{rec} [kN]	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	-	-	-	-
80		N_{rec} [kN]	-	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
		V_{rec} [kN]	-	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
100		N_{rec} [kN]	-	1,54	1,54	1,54	1,54	-	-	-	-	-
		V_{rec} [kN]	-	1,4	1,4	1,4	1,4	-	-	-	-	-
130		N_{rec} [kN]	-	1,68	1,68	1,54	1,54	-	-	-	-	-
		V_{rec} [kN]	-	1,4	1,4	1,4	1,4	-	-	-	-	-
160		N_{rec} [kN]	-	1,82	1,82	1,54	1,54	-	-	-	-	-
		V_{rec} [kN]	-	1,4	1,4	1,4	1,4	-	-	-	-	-


a) Os valores de carga recomendados para materiais base alemães são baseados em regulamentos nacionais.

b) f_b = resistência do tijolo

c) HIT-SC 18x ... apenas com HIT-IC M10! Os elementos HIT-IG M10 não são aplicáveis.

Cargas recomendadas ^{a)} F_{rec} para ruptura e arranque de tijolo em [kN]

Alvenaria vazada: HIT-HY 70 com HIT-SC e HIT-AC/HIT-V, HAS, HAS-E e HIT-IG/HIT-IC

Diâmetro da ancoragem			HIT-AC, HIT-V, HAS, HAS-E					HIT-IC / HIT-IG				
			M6	M8	M10	M12		M8	M10		M12	
Material base	Profundidade de instalação [mm]		HIT-SC 12x...	HIT-SC 16x...	HIT-SC 16x...	HIT-SC 18x...	HIT-SC 22x...	HIT-SC 16x...	HIT-SC 18x ^{c)}	HIT-SC 22x...	HIT-SC 22x...	
			KSL 12 DIN 106/ EN 771-2 $f_b^{b)} \geq 12 \text{ N/mm}^2$  Alemanha, Áustria, Suíça	50	N_{rec} [kN]	0,5	0,7	0,7	0,7	0,7	-	-
V_{rec} [kN]	0,5	0,7			0,7	0,7	0,7	-	-	-	-	
80	N_{rec} [kN]	-		1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,0	1,0
	V_{rec} [kN]	-		1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,0	1,0
100	N_{rec} [kN]	-		1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	-	-	-	-
	V_{rec} [kN]	-		1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	-	-	-	-
130	N_{rec} [kN]	-		1,44	1,44	1,4	1,4	1,4	-	-	-	-
	V_{rec} [kN]	-		1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	-	-	-	-
160	N_{rec} [kN]	-		1,56	1,56	1,4	1,4	1,4	-	-	-	-
	V_{rec} [kN]	-		1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	-	-	-	-




a) Os valores de carga recomendados para materiais base alemães são baseados em regulamentos nacionais.

b) f_b = resistência do tijolo

c) HIT-SC 18x ... apenas com HIT-IC M10! Os elementos HIT-IG M10 não são aplicáveis.

Cargas recomendadas ^{a)} F_{rec} para ruptura e arranque de tijolo em [kN]

Alvenaria vazada: HIT-HY 70 com HIT-SC e HIT-AC/HIT-V, HAS, HAS-E e HIT-IG/HIT-IC

Diâmetro da ancoragem			HIT-AC, HIT-V, HAS, HAS-E					HIT-IC / HIT-IG				
Diâmetro da ancoragem			M6	M8	M10	M12		M8	M10		M12	
Material base	Profundidade de instalação [mm]		HIT-SC	HIT-SC	HIT-SC	HIT-SC	HIT-SC	HIT-SC	HIT-SC	HIT-SC	HIT-SC	
			12x...	16x...	16x...	18x...	22x...	16x...	18x ^{c)}	22x...	22x...	
Hbl 2 DIN 18 151/ EN 771-3 $f_b \geq 2 \text{ N/mm}^2$  Alemanha, Áustria, Suíça	50	N_{rec} [kN]	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5	-	-	-	-	
		V_{rec} [kN]	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5	-	-	-	-	
	80	N_{rec} [kN]	-	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
		V_{rec} [kN]	-	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	100	N_{rec} [kN]	-	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	-	-	-	-
		V_{rec} [kN]	-	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	-	-	-	-
	130	N_{rec} [kN]	-	0,72	0,72	0,7	0,7	0,7	-	-	-	-
		V_{rec} [kN]	-	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	-	-	-	-
	160	N_{rec} [kN]	-	0,78	0,78	0,7	0,7	0,7	-	-	-	-
		V_{rec} [kN]	-	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	-	-	-	-
	Hbl 4 DIN 18 151/ EN 771-3 $f_b \geq 4 \text{ N/mm}^2$  Alemanha, Áustria, Suíça	50	N_{rec} [kN]	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	-	-	-	-
			V_{rec} [kN]	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	-	-	-	-
80		N_{rec} [kN]	-	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
		V_{rec} [kN]	-	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Hbn 4 DIN 18 153/ EN 771-3 $f_b \geq 4 \text{ N/mm}^2$  Alemanha, Áustria, Suíça	50	N_{rec} [kN]	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	-	-	-	-	
		V_{rec} [kN]	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	-	-	-	-	
	80	N_{rec} [kN]	-	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
		V_{rec} [kN]	-	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8



a) Os valores de carga recomendados para materiais base alemães são baseados em regulamentos nacionais.

b) f_b = resistência do tijolo

c) HIT-SC 18x ... apenas com HIT-IC M10! Os elementos HIT-IG M10 não são aplicáveis.

Cargas recomendadas ^{a)} F_{rec} para ruptura e arranque de tijolo em [kN]

Alvenaria vazada: HIT-HY 70 com HIT-SC e HIT-AC/HIT-V, HAS, HAS-E e HIT-IG/HIT-IC

			HIT-AC, HIT-V, HAS, HAS-E					HIT-IC / HIT-IG ^{c)}			
Diâmetro da ancoragem			M6	M8	M10	M12		M8	M10		M12
Material base	Profundidade de instalação [mm]		HIT-SC	HIT-SC	HIT-SC	HIT-SC	HIT-SC	HIT-SC	HIT-SC	HIT-SC	HIT-SC
			12x...	16x...	16x...	18x...	22x...	16x...	18x ^{d)}	22x...	22x...
Brique creuse C40 NF-P 13-301/ EN 771-1 $f_b \geq 4 \text{ N/mm}^2$  França	80	N_{rec} [kN]	-	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
		V_{rec} [kN]	-	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	100	N_{rec} [kN]	-	0,5	0,5	0,5	0,5	-	-	-	-
		V_{rec} [kN]	-	1,0	1,0	1,0	1,0	-	-	-	-
	130	N_{rec} [kN]	-	0,5	0,5	0,5	0,5	-	-	-	-
		V_{rec} [kN]	-	1,0	1,0	1,0	1,0	-	-	-	-
160	N_{rec} [kN]	-	0,5	0,5	0,5	0,5	-	-	-	-	
	V_{rec} [kN]	-	1,0	1,0	1,0	1,0	-	-	-	-	
Parpaing creux B40 NF-P 14-301/ EN 771-3 $f_b \geq 4 \text{ N/mm}^2$  França	80	N_{rec} [kN]	-	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
		V_{rec} [kN]	-	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	100	N_{rec} [kN]	-	0,7	0,7	0,7	0,7	-	-	-	-
		V_{rec} [kN]	-	1,5	1,5	1,5	1,5	-	-	-	-
	130	N_{rec} [kN]	-	0,7	1,2	1,2	1,2	-	-	-	-
		V_{rec} [kN]	-	1,5	1,7	1,7	1,7	-	-	-	-
160	N_{rec} [kN]	-	0,7	1,2	1,2	1,2	-	-	-	-	
	V_{rec} [kN]	-	1,5	1,7	1,7	1,9	-	-	-	-	

a) Os valores de carga recomendados para materiais base franceses são baseados em regulamentos nacionais.

b) f_b = resistência do tijolo




c) HIT-IG não abrangido pela aprovação nacional francesa XY 0047 06.2009

d) HIT-SC 18x ... apenas com HIT-IC M10! Os elementos HIT-IG M10 não são aplicáveis.

Cargas recomendadas F_{rec} para ruptura e arranque de tijolo em [kN]

Alvenaria vazada: HIT-HY 70 com HIT-SC e HIT-AC/HIT-V, HAS, HAS-E e HIT-IG/HIT-IC

Valores entre parêntesis: cargas últimas médias $F_{u,m}$ [kN]:

			HIT-AC, HIT-V, HAS, HAS-E					HIT-IC / HIT-IG				
Diâmetro da ancoragem			M6	M8	M10	M12		M8	M10		M12	
Material base	Profund. instalação [mm]		HIT-SC 12x...	HIT-SC 16x...	HIT-SC 16x...	HIT-SC 18x...	HIT-SC 22x...	HIT-SC 16x...	HIT-SC 18x... ^{c)}	HIT-SC 22x...	HIT-SC 22x...	
Mattone Alveolater 50 EN 771-1 $f_b^{b)} \geq 16 \text{ N/mm}^2$  Itália	50	N_{rec} [kN]	0,9 (4,2)	1,1	1,1 (4,9)	1,25	1,25 (5,7)	-	-	-	-	
		V_{rec} [kN]	1,2 (5,8)	1,2	1,2	1,2	2,0 (10,2)	-	-	-	-	
	80	N_{rec} [kN]	1,1 (5,0)	1,5	1,5	1,7	1,7	1,5 (7,0)	1,7	1,7	1,7	
		V_{rec} [kN]	1,2 (5,3)	1,2	1,2	1,2	2,0	1,2	1,2	2,0	2,0	
	100	N_{rec} [kN]	-	1,5	1,5	1,7	1,7	-	-	-	-	
		V_{rec} [kN]	-	1,2	1,2	1,2	2,0	-	-	-	-	
	130	N_{rec} [kN]	-	2,3 (10,4)	2,3	2,8	2,8 (12,7)	-	-	-	-	
		V_{rec} [kN]	-	1,2	1,2	1,2	2,0	-	-	-	-	
	160	N_{rec} [kN]	-	2,3	2,3	2,8	2,8 (13,8)	-	-	-	-	
		V_{rec} [kN]	-	1,2	1,2	1,2	2,0	-	-	-	-	
	Doppio uni EN 771-1 $f_b^{b)} \geq 27 \text{ N/mm}^2$  Itália	50	N_{rec} [kN]	0,65 (2,9)	0,65	0,65	0,65	0,65 (2,9)	-	-	-	-
			V_{rec} [kN]	1,3 (5,7)	1,3	1,3 (6,6)	1,3	1,3 (6,0)	-	-	-	-
80		N_{rec} [kN]	1,0 (5,0)	1,0	1,0 (6,8)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0 (4,5)	
		V_{rec} [kN]	1,3 (6,1)	1,9	1,9 (8,5)	1,9	2,0 (11,0)	1,9	1,9	2,0	2,0	
100		N_{rec} [kN]	-	1,0	1,0	1,0	1,0	-	-	-	-	
		V_{rec} [kN]	-	1,9	1,9	1,9	2,0	-	-	-	-	
130		N_{rec} [kN]	-	2,0	2,0 (12,1)	2,0	2,0 (9,0)	-	-	-	-	
		V_{rec} [kN]	-	1,9	1,9	1,9	2,0	-	-	-	-	
160		N_{rec} [kN]	-	2,0	2,0	2,0	2,0	-	-	-	-	
		V_{rec} [kN]	-	1,9	1,9	1,9	2,0	-	-	-	-	
Foratino 4 Fori EN 771-1 $f_b^{b)} \geq 7 \text{ N/mm}$  Itália		80	N_{rec} [kN]	0,6 (2,7)	0,7 (3,3)	0,7	1,0	1,0	0,7	1,0	1,0	1,0 (5,2)
			V_{rec} [kN]	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	0,9	0,9	1,0	1,0
	100	N_{rec} [kN]	-	0,7	0,7	1,0	1,0	-	-	-	-	
		V_{rec} [kN]	-	0,9	0,9	0,9	1,0	-	-	-	-	
	130	N_{rec} [kN]	-	1,5 (6,7)	1,5	1,9	1,9 (9,8)	-	-	-	-	
		V_{rec} [kN]	-	0,9	0,9	0,9	1,0	-	-	-	-	
	160	N_{rec} [kN]	-	1,5 (7,3)	1,5	1,5	1,9 (8,8)	-	-	-	-	
		V_{rec} [kN]	-	0,9	0,9	1,0	1,0	-	-	-	-	

a) Valores de carga recomendados tendo em consideração um factor de segurança global $\gamma_{global} = 3,0$: $F_{rec} = F_{Rk} / \gamma_{global}$



b) f_b = resistência do tijolo

c) HIT-SC 18x ... apenas com HIT-IC M10! Os elementos HIT-IG M10 não são aplicáveis.

Cargas recomendadas F_{rec} para ruptura e arranque de tijolo em [kN]

Alvenaria vazada: HIT-HY 70 com HIT-SC e HIT-AC/HIT-V, HAS, HAS-E e HIT-IG/HIT-IC

Valores entre parêntesis: cargas últimas médias $F_{u,m}$ [kN]:


			HIT-AC, HIT-V, HAS, HAS-E					HIT-IC / HIT-IG			
Diâmetro da ancoragem			M6	M8	M10	M12		M8	M10		M12
Material base	Profundidade de instalação [mm]		HIT-SC 12x...	HIT-SC 16x...	HIT-SC 16x...	HIT-SC 18x...	HIT-SC 22x...	HIT-SC 16x...	HIT-SC 18x... ^{c)}	HIT-SC 22x...	HIT-SC 22x...
Mattone rosso EN 771-1 $f_b^{b)} \geq 26 \text{ N/mm}^2$  Itália	50	N_{rec} [kN]	0,35 (1,7)	0,45	0,45 (2,0)	0,45	0,45	-	-	-	-
		V_{rec} [kN]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	80	N_{rec} [kN]	0,5 (2,9)	0,5 (2,1)	0,5 (3,3)	0,6	0,6 (3,0)	0,5	0,6	0,6 (4,2)	0,6
		V_{rec} [kN]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Blocchi cem 2 Fori EN 771-3 $f_b^{b)} \geq 8 \text{ N/mm}^2$  Itália	50	N_{rec} [kN]	1,0 (5,8)	1,25 (6,6)	1,25	1,25	1,25 (7,5)				
		V_{rec} [kN]	1,5 (7,2)	1,5	1,5	1,5	2,0 (14,6)				
	80	N_{rec} [kN]	1,0 (4,6)	1,25 (6,8)	1,25	1,25	1,25 (5,6)	1,25	1,25	1,25 (5,6)	1,25
		V_{rec} [kN]	1,5 (7,1)	2,0	2,0	2,0	2,0 (20,0)	2,0	2,0	2,0	2,0

a) Valores de carga recomendados tendo em consideração um factor de segurança global $\gamma_{global} = 3,0$: $F_{rec} = F_{Rk} / \gamma_{global}$

b) f_b = resistência do tijolo

c) HIT-SC 18x ... apenas com HIT-IC M10! Os elementos HIT-IG M10 não são aplicáveis.

Cargas recomendadas ^{a)} F_{rec} para ruptura e arranque de tijolo em [kN]
 Alvenaria maciça: HIT-HY 70 com HIT-AC / HIT-V, HAS, HAS-E e HIT-IG / HIT-IC

			HIT-AC, HIT-V, HAS, HAS-E ou varão nervurado ^{c)}				
Diâmetro da ancoragem			Varão M8 ou Varão Ø8 ^{d)}	Varão M10 ou Varão Ø10 ^{d)}	Varão M12 ou Varão Ø12 ^{d)}	Varão M14 ou Varão Ø14 ^{d)}	Varão M16 ou Varão Ø16 ^{d)}
Material base	Profundidade de instalação [mm]						
Rocha vulcânica (Tufo) EN 771-3 $f_b^{b)} \geq 4,3 \text{ N/mm}^2$  Itália	80	N_{rec} [kN]	0,9	-	-	-	-
		V_{rec} [kN]	0,9	-	-	-	-
	100	N_{rec} [kN]	-	1,2	-	-	-
		V_{rec} [kN]	-	1,2	-	-	-
	120	N_{rec} [kN]	-	-	1,5	-	-
		V_{rec} [kN]	-	-	1,5	-	-
	140	N_{rec} [kN]	-	-	-	1,8	-
		V_{rec} [kN]	-	-	-	1,8	-
	160	N_{rec} [kN]	-	-	-	-	2,1
		V_{rec} [kN]	-	-	-	-	2,1

a) Valores de carga recomendados tendo em consideração um factor de segurança global $\gamma_{global} = 3,0$: $F_{rec} = F_{Rk} / \gamma_{global}$

b) f_b = resistência do tijolo





c) Espessura mínima do material base h = profundidade de instalação + 50 mm.

d) Diâmetros das brocas para varões nervurados BSt 500S:
 Ø8: $d_0=12 \text{ mm}$; Ø10: $d_0=14 \text{ mm}$; Ø12: $d_0=16 \text{ mm}$; Ø14: $d_0=18 \text{ mm}$; Ø16: $d_0=20 \text{ mm}$;

Cargas recomendadas F_{rec} para ruptura e arranque de tijolo em [kN]

Alvenaria vazada: HIT-HY 70 com HIT-SC e HIT-AC/HIT-V, HAS, HAS-E e HIT-IG/HIT-IC




Valores entre parêntesis: cargas últimas médias $F_{u,m}$ [kN]:

			HIT-AC, HIT-V, HAS, HAS-E					HIT-IC / HIT-IG			
Diâmetro da ancoragem			M6	M8	M10	M12		M8	M10		M12
Material base	Profundidade de instalação [mm]		HIT-SC 12x...	HIT-SC 16x...	HIT-SC 16x...	HIT-SC 18x...	HIT-SC 22x...	HIT-SC 16x...	HIT-SC 18x... ^{c)}	HIT-SC 22x...	HIT-SC 22x...
Hueco doble EN 771-1 $f_b^{b)} \geq 4 \text{ N/mm}^2$  Espanha	50	N_{rec} [kN]	0,5 (2,6)	0,5 (2,0)	0,5 (2,4)	0,5	0,5	-	-	-	-
		V_{rec} [kN]	0,9 (4,2)	0,9	0,9	0,9	0,9 (4,4)	-	-	-	-
	80	N_{rec} [kN]	0,7 (3,1)	0,9 (3,8)	0,9 (4,0)	1,1	1,1 (5,0)	0,9 (4,0)	1,1	1,1 (6,3)	1,1
		V_{rec} [kN]	1,0 (4,8)	1,0 (4,5)	1,0	1,0	1,7 (7,8)	1,0	1,0	1,7	1,7
Termoarcilla EN 771-1 $f_b^{b)} \geq 22 \text{ N/mm}^2$  Espanha	50	N_{rec} [kN]	0,5 (3,1)	0,7	0,7	0,7	0,7 (3,2)	-	-	-	-
		V_{rec} [kN]	1,2 (5,5)	1,2	1,2	1,2	1,9 (8,6)	-	-	-	-
	80	N_{rec} [kN]	0,5 (2,4)	1,1 (5,2)	1,1	1,3	1,3	1,1	1,3	1,3 (5,8)	1,3
		V_{rec} [kN]	1,2 (5,6)	1,2	1,2	1,2	2,0 (10,8)	1,2	1,2	2,0	2,0
Ladrillo cara vista EN 771-1 $f_b^{b)} \geq 42 \text{ N/mm}^2$  Espanha	50	N_{rec} [kN]	0,8 (4,5)	0,8 (3,6)	0,8	0,8	0,8				
		V_{rec} [kN]	1,5 (6,9)	1,6 (8,6)	1,6	1,6	1,6				
	80	N_{rec} [kN]	0,8	1,9	1,9	2,3	2,3	1,9 (8,5)	2,3	2,3	2,3 (10,4)
		V_{rec} [kN]	1,5	2,0 (12,4)	2,0	2,0	2,0 (17,4)	2,0	2,0	2,0	2,0
Clinker mediterraneo EN 771-1 $f_b^{b)} \geq 78 \text{ N/mm}^2$  Espanha	50	N_{rec} [kN]	0,7 (3,3)	0,7 (3,1)	0,7	0,7	0,7	-	-	-	-
		V_{rec} [kN]	1,5 (6,4)	1,6 (7,8)	1,6	1,6	1,6 (0,7)	-	-	-	-
	80	N_{rec} [kN]	0,7	1,8 (8,0)	1,8	2,1	2,1	1,8 (8,3)	2,1	2,1	2,1 (9,7)
		V_{rec} [kN]	1,4 (6,4)	2,0 (9,5)	2,0	2,0	2,0 (16,3)	2,0 (14,4)	2,0	2,0	2,0

- a) Valores de carga recomendados tendo em consideração um factor de segurança global $\gamma_{global} = 3,0$: $F_{rec} = F_{Rk} / \gamma_{global}$
- b) f_b = resistência do tijolo
- c) HIT-SC 18x ... apenas com HIT-IC M10! Os elementos HIT-IG M10 não são aplicáveis.

Cargas recomendadas F_{rec} para ruptura e arranque de tijolo em [kN]

Alvenaria vazada: HIT-HY 70 com HIT-SC e HIT-AC/HIT-V, HAS, HAS-E e HIT-IG/HIT-IC

			HIT-AC, HIT-V, HAS, HAS-E					HIT-IC / HIT-IG			
Diâmetro da ancoragem			M6	M8	M10	M12		M8	M10		M12
Material base	Profundidade de instalação [mm]		HIT-SC 12x...	HIT-SC 16x...	HIT-SC 16x...	HIT-SC 18x...	HIT-SC 22x...	HIT-SC 16x...	HIT-SC 18x... ^{c)}	HIT-SC 22x...	HIT-SC 22x...
Bloco de betão EN 771-3 $f_b^{b)} \geq 7,0 \text{ N/mm}^2$ L x H x B [mm] 440 x 215 x 215  (espessura da estrutura 48 mm) Grã-Bretanha	50	N_{rec} [kN]	0,3	0,8	1,1	2,0	2,0	-	-	-	-
		V_{rec} [kN]	1,0	1,6	2,0	2,0	2,0	-	-	-	-
	80	N_{rec} [kN]	0,3	0,8	1,1	2,0	2,0	-	-	-	-
		V_{rec} [kN]	1,0	1,6	2,0	2,0	2,0	-	-	-	-
Bloco de betão EN 771-3 $f_b^{b)} \geq 7 \text{ N/mm}^2$ L x H x B [mm] 440 x 215 x 138  (espessura da estrutura 48 mm) Grã-Bretanha	50	N_{rec} [kN]	0,4	0,6	0,7	1,5	1,5	-	-	-	-
		V_{rec} [kN]	0,9	1,7	1,7	1,7	1,7	-	-	-	-
	80	N_{rec} [kN]	0,4	0,6	0,7	1,5	1,5	-	-	-	-
		V_{rec} [kN]	0,9	1,7	1,7	1,7	1,7	-	-	-	-
Bloco de betão EN 771-3 $f_b^{b)} \geq 7 \text{ N/mm}^2$ L x H x B [mm] 440 x 215 x 112  (espessura da estrutura 48 mm) Grã-Bretanha	50	N_{rec} [kN]	0,5	0,8	0,9	0,9	0,9	-	-	-	-
		V_{rec} [kN]	1,1	1,3	1,3	1,3	2,0	-	-	-	-



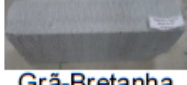

a) Valores de carga recomendados tendo em consideração um factor de segurança global $\gamma_{global} = 3,0$: $F_{rec} = F_{Rk} / \gamma_{global}$

b) f_b = resistência do tijolo

c) HIT-SC 18x ... apenas com HIT-IC M10! Os elementos HIT-IG M10 não são aplicáveis.

Cargas recomendadas F_{rec} para ruptura e arranque de tijolo em [kN]

Alvenaria vazada: HIT-HY 70 com HIT-SC e HIT-AC/HIT-V, HAS, HAS-E e HIT-IG/HIT-IC

			HIT-AC, HIT-V, HAS, HAS-E					HIT-IC / HIT-IG			
Diâmetro da ancoragem			M6	M8	M10	M12		M8	M10		M12
Material base	Profund. instalação [mm]		HIT-SC 12x...	HIT-SC 16x...	HIT-SC 16x...	HIT-SC 18x...	HIT-SC 22x...	HIT-SC 16x...	HIT-SC 18x... ^{c)}	HIT-SC 22x...	HIT-SC 22x...
Betão denso EN 771-3 $f_b^{b)} \geq 14 \text{ N/mm}^2$ L x H x B [mm] 440 x 215 x 100  Grã-Bretanha	50	N_{rec} [kN]	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5	-	-	-	-
		V_{rec} [kN]	1,3	2,5	2,5	2,5	3,0	-	-	-	-
Betão denso EN 771-3 $f_b^{b)} \geq 14 \text{ N/mm}^2$ L x H x B [mm] 440 x 215 x 140  Grã-Bretanha	50	N_{rec} [kN]	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5				
		V_{rec} [kN]	1,3	2,5	2,5	2,5	3,0				
	80	N_{rec} [kN]	1,5	3,0	3,0	3,0	4,0	3,0	3,0	3,0	4,0
		V_{rec} [kN]	1,3	2,5	2,5	2,5	3,0	2,5	2,5	3,0	3,0
Thermalite / Celcon EN 771-3 $f_b^{b)} \geq 6 \text{ N/mm}^2$ L x H x B [mm] 440 x 100 x 215  Grã-Bretanha	50	N_{rec} [kN]	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	-	-	-	-
		V_{rec} [kN]	0,5	0,6	0,6	0,6	0,9	-	-	-	
	80	N_{rec} [kN]	1,3	1,5	1,5	1,7	1,7	1,5	1,7	1,7	1,7
		V_{rec} [kN]	0,9	1,0	1,0	1,0	1,2	1,0	1,0	1,2	1,2
Nostell Red Multi EN 771-3 $f_b^{b)} \geq 70 \text{ N/mm}^2$ L x H x B [mm] 215 x 102 x 65  Grã-Bretanha	50	N_{rec} [kN]	1,0	2,0	2,0	2,0	2,5				
		V_{rec} [kN]	1,5	3,0	3,0	3,0	3,0				
	80	N_{rec} [kN]	1,0	3,0	3,0	3,0	3,5	3,0	3,5	3,5	3,5
		V_{rec} [kN]	1,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0


a) Valores de carga recomendados tendo em consideração um factor de segurança global $\gamma_{global} = 3,0$: $F_{rec} = F_{Rk} / \gamma_{global}$

b) f_b = resistência do tijolo

c) HIT-SC 18x ... apenas com HIT-IC M10! Os elementos HIT-IG M10 não são aplicáveis.

Cargas recomendadas F_{rec} para ruptura e arranque de tijolo em [kN]

Alvenaria vazada: HIT-HY 70 com HIT-SC e HIT-AC/HIT-V, HAS, HAS-E e HIT-IG/HIT-IC

Diâmetro da ancoragem			HIT-AC, HIT-V, HAS, HAS-E					HIT-IC / HIT-IG			
			M6	M8	M10	M12		M8	M10		M12
Material base	Profundidade de instalação [mm]		HIT-SC 12x...	HIT-SC 16x...	HIT-SC 16x...	HIT-SC 18x...	HIT-SC 22x...	HIT-SC 16x...	HIT-SC 18x... ^{c)}	HIT-SC 22x...	HIT-SC 22x...
London yellow Multi Stock EN 771-3 $f_b^{b)} \geq 16 \text{ N/mm}^2$ L x H x B [mm] 215 x 100 x 65  Grã-Bretanha	50	N_{rec} [kN]	1,0	1,3	1,3	1,7	1,7	-	-	-	-
		V_{rec} [kN]	1,4	1,9	1,9	1,9	2,5	-	-	-	-
	80	N_{rec} [kN]	2,0	3,0	3,0	3,0	4,0	3,0	3,0	3,0	4,0
		V_{rec} [kN]	1,4	2,5	2,5	2,5	3,0	2,5	2,5	3,0	3,0



a) Valores de carga recomendados tendo em consideração um factor de segurança global $\gamma_{global} = 3,0$: $F_{rec} = F_{Rk} / \gamma_{global}$

b) f_b = resistência do tijolo

c) HIT-SC 18x ... apenas com HIT-IC M10! Os elementos HIT-IG M10 não são aplicáveis.

Cargas recomendadas ^{a)} F_{rec} para ruptura e/ou arranque de tijolo em [kN]

Alvenaria vazada: HIT-HY 70 com HIT-SC e HIT-AC/HIT-V, HAS, HAS-E e HIT-IG/HIT-IC

			HIT-AC, HIT-V, HAS, HAS-E				HIT-IG / HIT-IC		
Diâmetro da ancoragem									
Material base	Profundidade de instalação [mm]	Material base	M6	M8	M10	M12	M8	M10	M12
Betão denso EN 771-3 $f_b^{b)} \geq 14 \text{ N/mm}^2$ L x H x B [mm] 440 x 215 x 100  Grã-Bretanha	80	N_{rec} [kN]	-	2,5	2,5	2,5	-	-	-
		V_{rec} [kN]	-	2,5	2,5	3,0	-	-	-
Betão denso EN 771-3 $f_b^{b)} \geq 14 \text{ N/mm}^2$ L x H x B [mm] 440 x 215 x 140  Grã-Bretanha	80	N_{rec} [kN]	-	3,5 ^{c)}	4,0 ^{c)}	4,5 ^{c)}	-	-	-
		V_{rec} [kN]	-	2,5	2,5	3,0	-	-	-




a) Valores de carga recomendados tendo em consideração um factor de segurança global $\gamma_{global} = 3,0$: $F_{rec} = F_{Rk} / \gamma_{global}$

b) f_b = resistência do tijolo

c) O valor mínimo de ruptura e/ou arranque de tijolo apresentado na tabela e o arranque de um tijolo são determinantes.

Cargas recomendadas F_{rec} para ruptura e arranque de tijolo em [kN]

Alvenaria vazada: HIT-HY 70 com HIT-SC e HIT-AC/HIT-V, HAS, HAS-E e HIT-IG/HIT-IC

Diâmetro da ancoragem			HIT-AC, HIT-V, HAS, HAS-E					HIT-IC / HIT-IG			
			M6	M8	M10	M12		M8	M10		M12
Material base	Profundidade de instalação [mm]		HIT-SC	HIT-SC	HIT-SC	HIT-SC	HIT-SC	HIT-SC	HIT-SC	HIT-SC	HIT-SC
			12x...	16x...	16x...	18x...	22x...	16x...	18x... ^{c)}	22x...	22x...
Fire light brick Scoria Blend $f_b^{b)} \geq 16 \text{ N/mm}^2$ L x H x B [mm] 230 x 110 x 119  (espessura da estrutura 19 mm) Austrália	50	N_{rec} [kN]	0,5	0,5	0,5	0,8	0,8	-	-	-	-
		V_{rec} [kN]	1,0	1,5	1,5	1,5	2,0	-	-	-	-
	80	N_{rec} [kN]	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
		V_{rec} [kN]	1,25	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Bloco vazado $f_b^{b)} \geq 15 \text{ N/mm}^2$ L x H x B [mm] 390 x 190 x 190  (espessura da estrutura 30 mm) Austrália	50	N_{rec} [kN]	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	-	-	-	-
		V_{rec} [kN]	1,0	1,5	1,5	1,5	2,0	-	-	-	-
	80	N_{rec} [kN]	0,6	0,9	0,9	1,7	1,7	0,9	1,7	1,7	1,7
		V_{rec} [kN]	1,25	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Argila comum (Standard) $f_b^{b)} \geq 84 \text{ N/mm}^2$ L x H x B [mm] 230 x 110 x 76  (espessura da estrutura 20 mm) Austrália	50	N_{rec} [kN]	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	-	-	-	-
		V_{rec} [kN]	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	-	-	-	-
	80	N_{rec} [kN]	2,0	3,0	3,0	3,0	4,0	3,0	4,0	4,0	4,0
		V_{rec} [kN]	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0




a) Valores de carga recomendados tendo em consideração um factor de segurança global $\gamma_{global} = 3,0$: $F_{rec} = F_{Rk} / \gamma_{global}$

b) f_b = resistência do tijolo

c) HIT-SC 18x ... apenas com HIT-IC M10! Os elementos HIT-IG M10 não são aplicáveis.

Cargas recomendadas ^{a)} F_{rec} para ruptura e arranque de tijolo em [kN]

Alvenaria maciça: HIT-HY 70 com HIT-AC / HIT-V, HAS, HAS-E e HIT-IG / HIT-IC

			HIT-AC, HIT-V, HAS, HAS-E				HIT-IG / HIT-IC		
Diâmetro da ancoragem									
Material base	Profundidade de instalação [mm]		M6	M8	M10	M12	M8	M10	M12
Argila comum (prensado a seco) $f_b^{b)} \geq 25 \text{ N/mm}^2$ L x H x B [mm] 230 x 110 x 76  Austrália	80	N_{rec} [kN]	-	2,5	3,0	4,0	2,5	3,0	4,0
		V_{rec} [kN]	-	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Calduran Tijolo maciço sílico-calcário $f_b^{b)} \geq 22 \text{ N/mm}^2$ L x H x B [mm] 437x198x100  Países Baixos	80	N_{rec} [kN]	-	-	2,5 ^{c)}	3,0 ^{c)}	3,0 ^{c)}	3,0 ^{c)}	4,0 ^{c)}
		V_{rec} [kN]	-	-	3,0	4,0	3,0	3,0	4,0
Calduran Tijolo maciço sílico-calcário $f_b^{b)} \geq 22 \text{ N/mm}^2$ L x H x B [mm] 437x298x215  Países Baixos	80	N_{rec} [kN]	-	-	2,5 ^{c)}	3,0 ^{c)}	3,0 ^{c)}	3,0 ^{c)}	4,0 ^{c)}
		V_{rec} [kN]	-	-	3,0	4,0	3,0	3,0	4,0





a) Valores de carga recomendados tendo em consideração um factor de segurança global $\gamma_{global} = 3,0$: $F_{rec} = F_{Rk} / \gamma_{global}$

b) f_b = resistência do tijolo

c) O valor mínimo de ruptura e/ou arranque de tijolo apresentado na tabela e o arranque de um tijolo são determinantes.

Cargas recomendadas F_{rec} para ruptura e arranque de tijolo em [kN]

Alvenaria vazada: HIT-HY 70 com HIT-SC e HIT-AC/HIT-V, HAS, HAS-E e HIT-IG/HIT-IC

Diâmetro da ancoragem			HIT-AC, HIT-V, HAS, HAS-E					HIT-IC / HIT-IG			
Material base			M6	M8	M10	M12		M8	M10		M12
Profundidade de instalação [mm]			HIT-SC 12x...	HIT-SC 16x...	HIT-SC 16x...	HIT-SC 18x...	HIT-SC 22x...	HIT-SC 16x...	HIT-SC 18x... ^{c)}	HIT-SC 22x...	HIT-SC 22x...
Wienerberger Powerbrick $f_b^{b)} \geq 41 \text{ N/mm}^2$ L x H x B [mm] 285x135x135  Bélgica	50	N_{rec} [kN]	1,0	1,25	1,25	1,25	1,25	-	-	-	-
		V_{rec} [kN]	1,5	2,0	2,0	2,0	3,0	-	-	-	-
	80	N_{rec} [kN]	1,5	1,75	1,75	2,0	2,0	1,75	2,0	2,0	2,0
		V_{rec} [kN]	1,5	3,0	3,0	3,0	4,0	3,0	3,0	4,0	4,0
Wienerberger Thermobrick $f_b^{b)} \geq 21 \text{ N/mm}^2$ L x H x B [mm] 285x135x138  Bélgica	50	N_{rec} [kN]	0,5	0,75	0,75	1,0	1,0	-	-	-	-
		V_{rec} [kN]	1,0	1,25	1,25	1,25	1,5	-	-	-	-
	80	N_{rec} [kN]	1,5	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75
		V_{rec} [kN]	1,5	2,0	2,0	2,0	2,5	2,0	2,0	2,5	2,5
Tijolo vazado de betão $f_b^{b)} \geq 6 \text{ N/mm}^2$ L x H x B [mm] 600x500x92  (espessura da estrutura 15 mm) Finlândia	50	N_{rec} [kN]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
		V_{rec} [kN]	0,5	0,75	0,75	0,75	1,0	0,75	0,75	1,0	1,0
Leca typ 3 EN 771-3 $f_b \geq 3,0 \text{ N/mm}^2$  Suécia	80	N_{rec} [kN]	-	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
		V_{rec} [kN]	-	1,2	1,2	1,2	2,0	1,2	1,2	2,0	2,0

a) Valores de carga recomendados tendo em consideração um factor de segurança global $\gamma_{global} = 3,0$: $F_{rec} = F_{Rk} / \gamma_{global}$



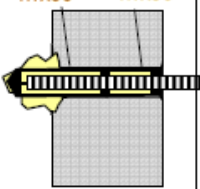
b) f_b = resistência do tijolo

c) HIT-SC 18x ... apenas com HIT-IC M10! Os elementos HIT-IG M10 não são aplicáveis.

Cargas recomendadas F_{rec} para ruptura e arranque de tijolo em [kN]

Alvenaria vazada: HIT-HY 70 com HIT-SC e HIT-AC/HIT-V, HAS, HAS-E e HIT-IG/HIT-IC

Valores entre parêntesis: cargas últimas médias $F_{u,m}$ [kN]:


Diâmetro da ancoragem			HIT-AC, HIT-V, HAS, HAS-E					HIT-IC / HIT-IG			
			M6	M8	M10	M12		M8	M10		M12
Material base	Profund. instalação [mm]		HIT-SC 12x...	HIT-SC 16x...	HIT-SC 16x...	HIT-SC 18x...	HIT-SC 22x...	HIT-SC 16x...	HIT-SC 18x... ^{c)}	HIT-SC 22x...	HIT-SC 22x...
Bloco de betão $f_b^{b)} \geq 23 \text{ N/mm}^2$ L x H x B [mm] 390 x 190 x 120  (espessura da estrutura 25 mm) Japão	50	N_{rec} [kN]	1,25 (8,1)	1,5	1,5	2,0	2,0 (10,9)	-	-	-	-
		V_{rec} [kN]	1,25 (6,7)	1,5 (11,4)	1,5	1,5	2,0 (17,2)	-	-	-	-
	80	N_{rec} [kN]	1,25 (9,0)	1,5 (10,3)	1,5	2,0	2,0	1,5 (9,2)	2,0	2,0	2,0 (12,1)
		V_{rec} [kN]	1,25 (7,1)	1,5	1,5	1,5	2,0	1,5 (11,4)	1,5	2,0	2,0 (15,9)
Spancrete (laje núcleo vazado) $f_b^{b)} \geq 83 \text{ N/mm}^2$ L x H x B [mm] 1000 x 1000 x 125  (espessura da estrutura 27,5 mm) Japão	50	N_{rec} [kN]	1,25 (8,5)	2,0 (15,0)	2,0	2,5	2,5 (23,7)	2,5 (13,9)	2,5	2,5 (19,3)	-
		V_{rec} [kN]	1,25 (7,0)	2,5 (12,0)	2,5	2,5	3,0 (24,3)	2,5 (21,3)	2,5	3,0 (28,1)	-
Bloco betão leve $f_b^{b)} \geq 6 \text{ N/mm}^2$ L x H x B [mm] 1900 x 600 x 100 Aplicação especial: instalação através do material a fixar Japão HIT-SC ...x85 HIT-SC ...x50  100 Japão	130	N_{rec} [kN]	1,25 (8,1)	1,75 (8,6)	1,75	2,0	2,0 (9,9)	-	-	-	-
		V_{rec} [kN]	0,75 (6,3)	1,00 (9,2)	1,00	1,00	1,25 (12,8)	-	-	-	-

a) Valores de carga recomendados tendo em consideração um factor de segurança global $\gamma_{global} = 3,0$: $F_{rec} = F_{Rk} / \gamma_{global}$
 b) f_b = resistência do tijolo
 c) HIT-SC 18x ... apenas com HIT-IC M10! Os elementos HIT-IG M10 não são aplicáveis.

Cargas recomendadas ^{a)} F_{rec} para ruptura e arranque de tijolo em [kN]

Alvenaria maciça: HIT-HY 70 com HIT-AC / HIT-V, HAS, HAS-E e HIT-IG / HIT-IC

Valores entre parêntesis: cargas últimas médias $F_{u,m}$ [kN]:

			HIT-AC, HIT-V, HAS, HAS-E				HIT-G / HIT-IC		
Diâmetro da ancoragem									
Material base	Profundidade de instalação [mm]		M6	M8	M10	M12	M8	M10	M12
Bloco de betão leve $f_b^{b)} \geq 6 \text{ N/mm}^2$ L x H x B [mm] 1900 x 600 x 100  Japão	50	N_{rec} [kN]	-	-	-	0,75	-	-	0,75 (4,0)
		V_{rec} [kN]	-	-	-	1,0	-	-	1,0 (8,6)
	80	N_{rec} [kN]	-	-	1,5 (7,3)	1,75	-	1,75 (7,4)	1,75 (8,0)
		V_{rec} [kN]	-	-	0,75 (4,2)	1,0 (4,7)	-	1,0 (4,6)	1,0 (5,8)

a) Valores de carga recomendados tendo em consideração um factor de segurança global $\gamma_{global} = 3,0$: $F_{rec} = F_{Rk} / \gamma_{global}$

b) f_b = resistência do tijolo

Cálculo

Influência das juntas:

Se as juntas da alvenaria não estiverem visíveis, a carga recomendada N_{rec} tem de ser reduzida com o factor $\alpha_j = 0,75$.

Se as juntas da alvenaria estiverem visíveis (por exemplo, parede não rebocada), deve ter-se em conta o seguinte:

- A carga recomendada N_{rec} apenas pode ser utilizada se a parede estiver concebida de forma a que as juntas sejam enchidas com químico.
- Se a parede estiver concebida de modo a que as juntas não sejam enchidas com químico, a carga recomendada N_{rec} apenas pode ser utilizada se se verificar a distância mínima ao bordo c_{min} em relação às juntas na vertical. Se esta distância mínima ao bordo c_{min} não puder ser cumprida, a carga recomendada N_{rec} tem de ser reduzida com o factor $\alpha_j = 0,75$.

A resistência decisiva às cargas de tracção é o menor valor de N_{rec} (ruptura do tijolo, arranque) e $N_{max,pb}$ (arranque de um tijolo).

Arranque de um tijolo:

A carga permitida de uma ancoragem ou grupo de ancoragens em caso de arranque de um tijolo, $N_{max,pb}$ [kN], é fornecida nas tabelas seguintes:

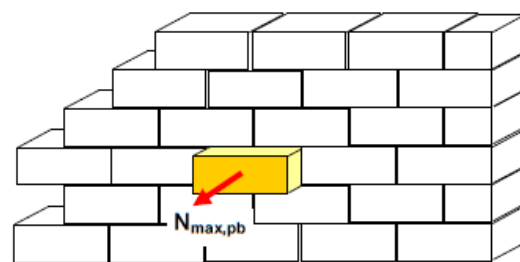
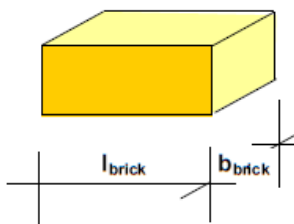
Tijolos de argila:

$N_{max,pb}$ [kN]	largura do tijolo b_{brick} [mm]						
		80	120	200	240	300	360
comprimento do tijolo l_{brick} [mm]	240	1,1	1,6	2,7	3,3	4,1	4,9
	300	1,4	2,1	3,4	4,1	5,1	6,2
	500	2,3	3,4	5,7	6,9	8,6	10,3

Todos os outros tipos de tijolos:

$N_{max,pb}$ [kN]	largura do tijolo b_{brick} [mm]						
		80	120	200	240	300	360
comprimento do tijolo l_{brick} [mm]	240	0,8	1,2	2,1	2,5	3,1	3,7
	300	1,0	1,5	2,6	3,1	3,9	4,6
	500	1,7	2,6	4,3	5,1	6,4	7,7

$N_{max,pb}$ = resistência para arranque de um tijolo
 l_{brick} = comprimento do tijolo
 b_{brick} = largura do tijolo



Para todas as aplicações fora dos materiais base e/ou condições de instalação acima mencionados foram efectuados testes no local para determinação dos valores de carga.

Dada a grande variedade de pedras naturais, têm de ser realizados testes no local para determinar os valores de carga.

Materiais

Qualidade do material de HAS

Parte	Material
Varão roscado HAS-(E)	Aço dúctil galvanizado $\geq 5 \mu\text{m}$, classe 5.8, $A_5 > 8\%$
Varão roscado HAS-(E)R	Aço inoxidável de classe A4, dúctil $A_5 > 8\%$ de classe 70, 1.4401; 1.4404; 1.4578; 1.4571; 1.4439; 1.4362
Anilha ISO 7089	Aço galvanizado,
	Aço inoxidável, 1.4401; 1.4404; 1.4578; 1.4571; 1.4439; 1.4362
Porca EN ISO 4032	Aço galvanizado $\geq 5 \mu\text{m}$, classe 8
	Aço inoxidável (A4) de classe 70, 1.4401; 1.4404; 1.4578; 1.4571; 1.4439; 1.4362
	Aço com elevada resistência à corrosão de classe 70, 1.4529; 1.4565

Qualidade do material de HIT-A

Parte	Material
Varão HIT-AC	Aço carbono galvanizado mín. $5 \mu\text{m}$, classe 5.8
Varão HIT-ACR	Aço inoxidável, classe A4-70; 1.4401; 1.4404; 1.4571
Varão HIT-AN	Aço carbono galvanizado mín. $5 \mu\text{m}$, classe 3.6

Qualidade do material das mangas

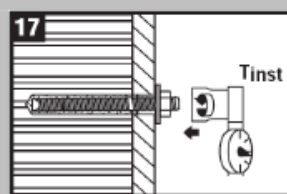
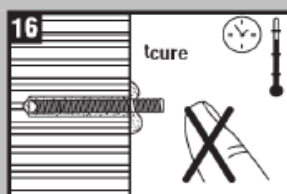
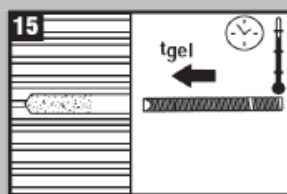
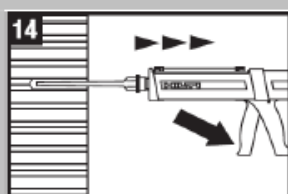
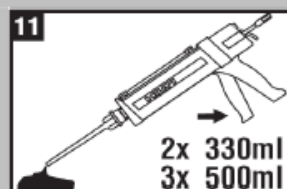
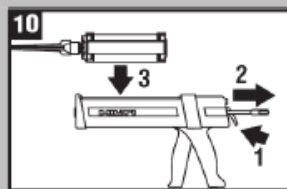
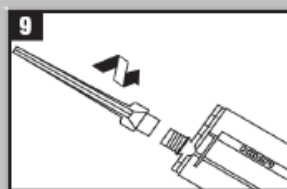
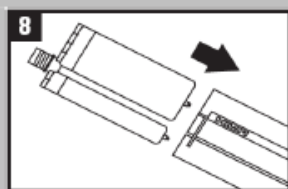
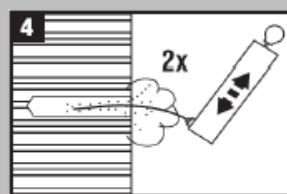
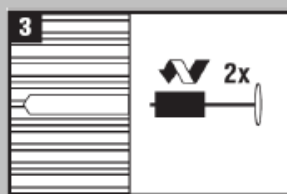
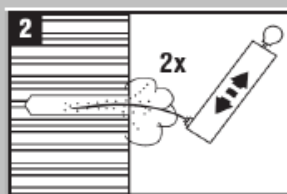
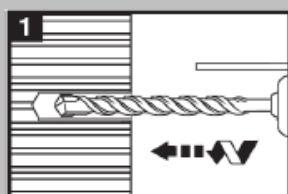
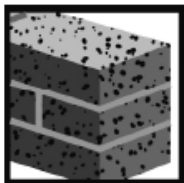
Parte	Material
Manga HIT-IG	Aço carbono 1.0718; galvanizado mín. $5 \mu\text{m}$
Manga HIT-IC	Aço carbono; galvanizado mín. $5 \mu\text{m}$
Camisa HIT-SC	PA/PP

Instalação

Equipamento de instalação

Diâmetro da ancoragem	M6	M8	M10	M12
Martelo perfurador	TE2 – TE16			
Outro equipamento	bomba de limpeza, conjunto de escovas de limpeza, dispensador			

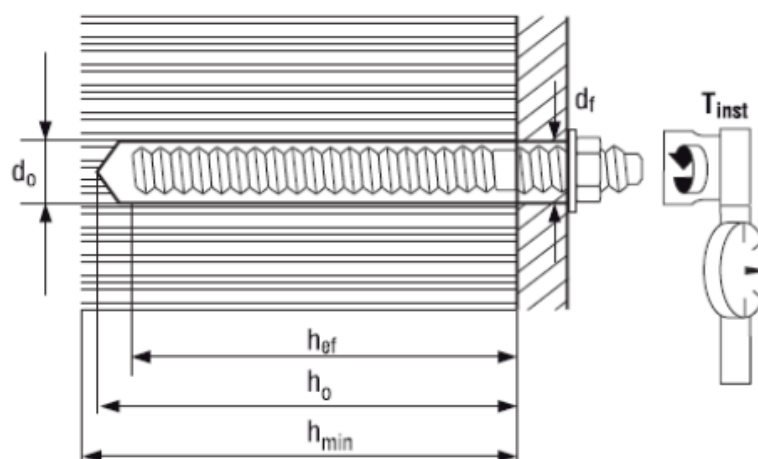
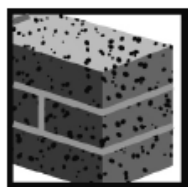
Sequência de instalação em materiais base maciços



15	°F	°C	t _{gel}
	23	-5	10 min
	32	0	10 min
	41	5	10 min
	50	10	7 min
	68	20	4 min
	86	30	2 min
	104	40	1 min

16	°F	°C	t _{cure}
	23	-5	6 h
	32	0	4 h
	41	5	2.5 h
	50	10	1.5 h
	68	20	45 min
	86	30	30 min
	104	40	20 min

Detalhes de instalação: profundidade do furo h_0 e profundidade de ancoragem efectiva em materiais base maciços

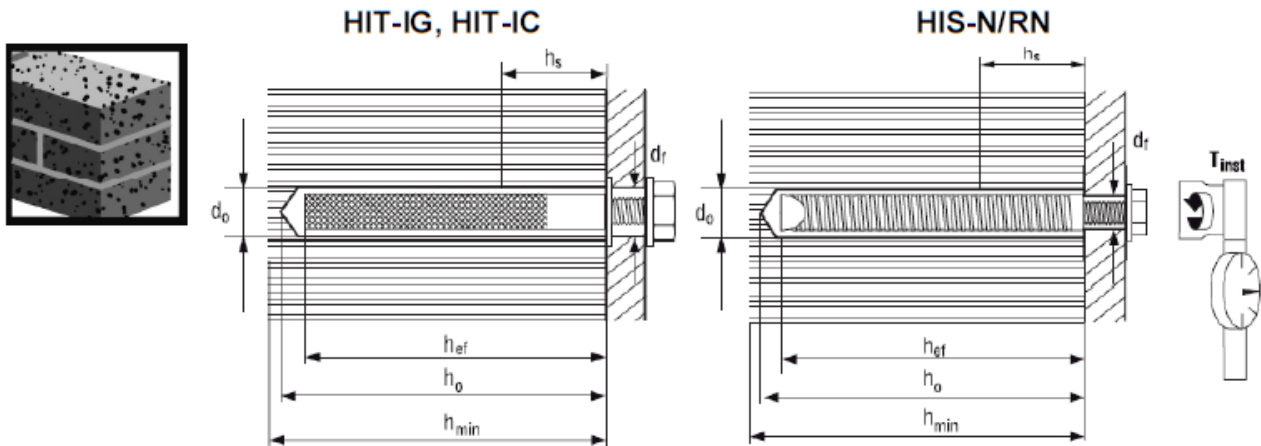


Detalhes de instalação de HIT-AC, HIT-V, HIT-V, HAS, HAS-E, HAS-R

Diâmetro da ancoragem			HIT-AC, HIT-V			HIT-V, HAS, HAS-E, HAS-R			
			M8	M10	M12	M8	M10	M12	M16
Diâmetro nominal da broca	d_0	[mm]	10	12	14	10	12	14	18
Profundidade de ancoragem efectiva	h_{ef}	[mm]	80	80	80	80	90	110	125
Profundidade do furo	h_0	[mm]	85	85	85	85	95	115	130
Espessura mínima do material base	h_{min}	[mm]	115	115	115	110	120	140	170
Diâmetro do furo na chapa	d_f	[mm]	9	12	14	9	12	14	18
Espaçamento mínimo ^{a)}	s_{min}	[mm]	100	100	100	100	100	100	100
Distância mínima ao bordo ^{a)}	c_{min}	[mm]	100	100	100	100	100	100	100
Torque de aperto	T_{inst}	[Nm]	5	8	10	5	8	10	10
Volume de enchimento		[ml]	4	5	7	4	6	10	15

a) Em caso de cargas de corte na direcção de um bordo livre: $c_{min} = 200$ mm

Recomenda-se uma distância ao bordo de $c_{min} = 200$ mm para ruptura de tijolo, por exemplo, em torno de estruturas de portas ou janelas.

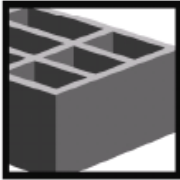


Detalhes de instalação de HIT-IG, HIT-IC

Diâmetro da ancoragem			HIT-IG			HIT-IC			HIS-N/RN		
			M8	M10	M12	M8	M10	M12	M8	M10	M12
Diâmetro nominal da broca	d_o	[mm]	14	18	18	14	16	18	14	18	22
Profundidade de ancoragem efectiva	h_{ef}	[mm]	80	80	80	80	80	80	90	110	125
Profundidade do furo	h_o	[mm]	85	85	85	85	85	85	95	115	130
Espessura mínima do material base	h_{min}	[mm]	115	115	115	115	115	115	120	150	170
Diâmetro do furo na chapa	d_r	[mm]	9	12	14	9	12	14	9	12	14
Comprimento a aparafusar	h_s	[mm]	mín. 10 – máx. 75			mín. 10 – máx. 75			mín. 8 máx. 20	mín. 10 máx. 25	mín. 12 máx. 30
Espaçamento mínimo ^{a)}	s_{min}	[mm]	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Distância mínima ao bordo ^{a)}	c_{min}	[mm]	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Torque de aperto	T_{inst}	[Nm]	5	8	10	5	8	10	5	8	10
Volume de enchimento		[ml]	6	6	6	6	6	6	6	10	16

a) Em caso de cargas de corte na direcção de um bordo livre: $c_{min} = 20$ cm
 Recomenda-se uma distância ao bordo de $c_{min} = 20$ cm para ruptura de tijolo, por exemplo, em torno de estruturas de portas ou janelas.

Sequência de instalação em materiais base vazados – com ampola de 330 ml

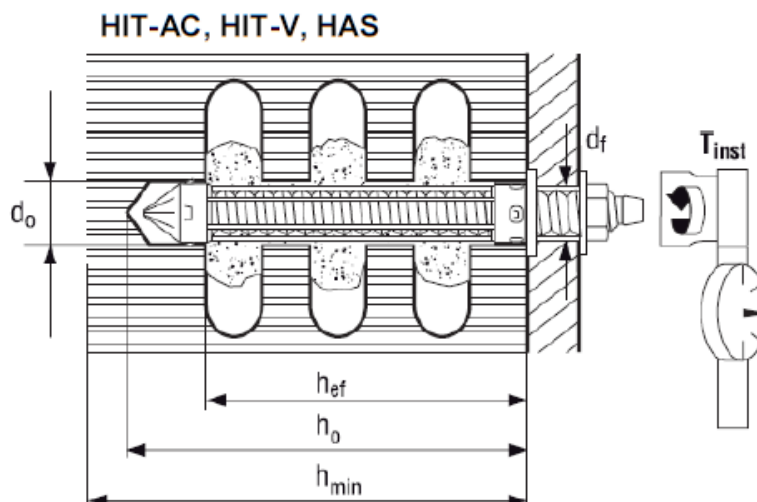
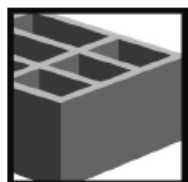


15		°F	°C	t _{gel}
		23	-5	10 min
		32	0	10 min
		41	5	10 min
		50	10	7 min
		68	20	4 min
		86	30	2 min
		104	40	1 min

16		°F	°C	t _{cure}
		23	-5	6 h
		32	0	4 h
		41	5	2.5 h
		50	10	1.5 h
		68	20	45 min
		86	30	30 min
		104	40	20 min

Detalhes de instalação: profundidade do furo h_0 e profundidade de ancoragem efectiva em materiais base vazados

HAS / HIT-AC com HIT-SC

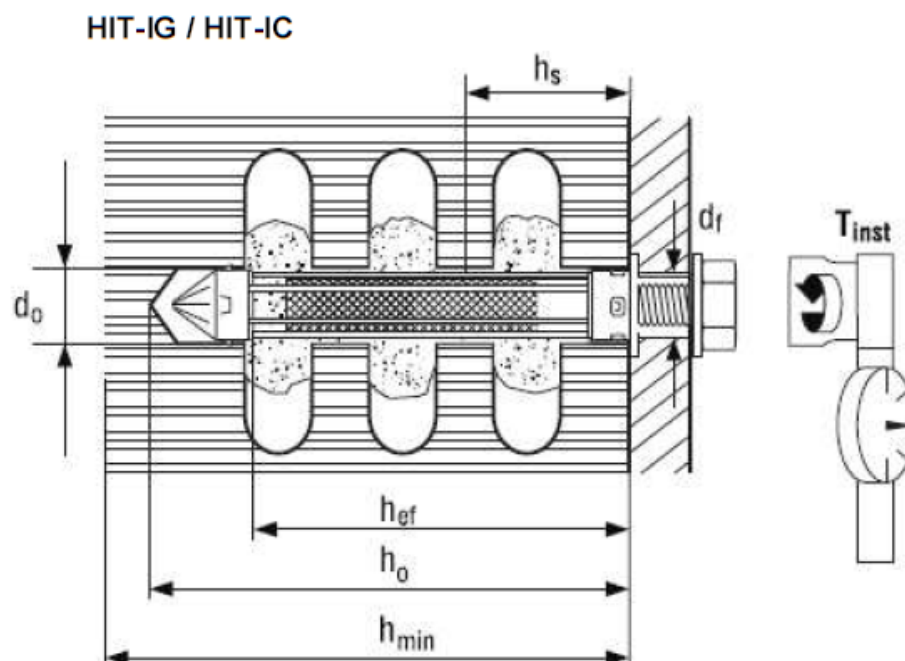
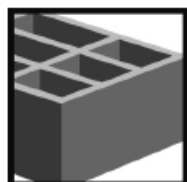


Detalhes de instalação de HIT-V / HAS / HIT-A... com camisa compósita

Diâmetro da ancoragem			M6		M8		M10		M12			
Camisa compósita HIT SC			12x50	12x85	16x50	16x85	16x50	16x85	18x50	18x85	22x50	22x85
Diâmetro nominal da broca	d_0	[mm]	12	12	16	16	16	16	18	18	22	22
Profundidade de ancoragem efectiva	h_{ef}	[mm]	50	80	50	80	50	80	50	80	50	80
Profundidade do furo	h_0	[mm]	60	95	60	95	60	95	60	95	60	95
Espessura mínima do material base	h_{min}	[mm]	80	115	80	115	80	115	80	115	80	115
Diâmetro do furo na chapa	d_f	[mm]	7	7	9	9	12	12	14	14	14	14
Espaçamento mínimo ^{a)}	s_{min}	[mm]	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Distância mínima ao bordo ^{a)}	c_{min}	[mm]	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Torque de aperto	T_{inst}	[Nm]	3	3	3	3	4	4	6	6	6	6
Volume de enchimento		[ml]	12	24	18	30	18	30	18	36	30	55

Detalhes de instalação: profundidade do furo h_0 e profundidade de ancoragem efectiva em materiais base vazados

HIT-IG / HIT-IC com HIT-SC



Detalhes de instalação de HIT-IG / HIT-IC com camisa compósita

Diâmetro da ancoragem	HIT-IG			HIT-IC		
	M8	M10	M12	M8	M10	M12
Camisa compósita HIT SC	16x85	22x85	22x85	16x85	18x85	22x85
Diâmetro nominal da broca d_0 [mm]	16	22	22	16	18	22
Profundidade de ancoragem efectiva h_{ef} [mm]	80	80	80	80	80	80
Profundidade do furo h_0 [mm]	95	95	95	95	95	95
Espessura mínima do material base h_{min} [mm]	115	115	115	115	115	115
Diâmetro do furo na chapa d_r [mm]	9	12	14	9	12	14
Comprimento a aparafusar h_s [mm]	mín. 10 – máx. 75			mín. 10 – máx. 75		
Espaçamento mínimo ^{a)} s_{min} [mm]	100	100	100	100	100	100
Distância mínima ao bordo ^{a)} c_{min} [mm]	100	100	100	100	100	100
Torque de aperto T_{inst} [Nm]	3	4	6	3	4	6
Volume de enchimento [ml]	30	45	45	30	36	45

a) Em caso de cargas de corte na direcção de um bordo livre: $c_{min} = 20$ cm

Recomenda-se uma distância ao bordo de $c_{min} = 20$ cm para ruptura de tijolo, por exemplo, em torno de estruturas de portas ou janelas.