duratiNet

ACESSIBILITY & TRANSPORTS

Project nr 2008-1/049

Métodos de Reparação

Sistemas de Reforço

Rita Moura

Teixeira Duarte

European Union
European Regional Development Fund

Investing in our common future

ATLANTIC AREA
Transnational Programme

Parte IV – Estruturas de betão armado – Volume 4: Métodos de Reparação Sistemas de Reforço

Reparação de betão

Colocação de armaduras

Reforço com chapas metálicas

Reforço com compósitos (FRP)

Pós-esforço exterior

Métodos de reparação e Sistemas de reforço - Generalidades

> O reforço estrutural é necessário nas seguintes situações:

- Deteriorização das estruturas com diminuição da sua capacidade resistente, tais como corrosão das armaduras, redução de secção, etc;
- Erros de concepção no projecto original;
- Erros construtivos;
- Alteração do uso com aumento de sobrecarga.
- Danos acidentais nas estruturas – fogo, impacto de veiculos, etc

Por estes motivos, os elementos de betão podem necessitar de reforço para **aumentar a capacidade resistente** à flexão, corte, torção, compressão ou para controlo da deformação e da fendilhação.

duratiNet
Seminário DURATINET
Lisboa, 26 novembro 2013

Métodos de reparação e Sistemas de reforço - Generalidades

> Dependendo do tipo de construção e do motivo do reforço, a reabilitação pode passar por:

- Substituição de materiais de má qualidade ou defeituosos (betão e/ou armaduras);
- Substituição ou adição de elementos de apoio;

Ambos os métodos originam uma **redistribuição de esforços** no sistema estrutural.

Um aspecto importante a considerar nos sistemas de reforço é a necessidade de garantir **compatibilidade** e interacção no comportamento estrutural entre o material original e o novo material, de modo a obter uma estrutura homogénea. Os sistemas de rerforço poderão incluir:

- adição de betão;
- pregagens/conectores/ancoragens metálicas;
- utilização de chapas metálicas de reforço;
- reforço com compósitos (FRP);
- pré-esforço exterior;
- várias combinações destes sistemas e materiais.

ATLANTIC AREA Transnational Programme
European Union European Regional Development Fund

Reparação de betão

A durabilidade de uma intervenção de reparação estrutural depende fundamentalmente das condições do substrato, da qualidade do betão/argamassa de reposição e da espessura de recobrimento

As intervenções de reabilitação deverão obedecer aos requisitos da norma EN 1504 que contempla quatro fases de controle de qualidade:

- selecção dos produtos e sistemas a aplicar;
- avaliação das condições do substrato antes e/ou após a preparação da superfície;
- verificação das condições e requisitos exigidos antes e /ou durante a aplicação;
- verificação do estado final endurecido dos trabalhos de reabilitação após cura.

duratiNet
Seminário DURATINET
Lisboa, 26 novembro 2013

Reparação de betão

> A reparação de betão é aplicável a todos os tipos de estrutura e a todos os tipos de danos. Implica a **remoção do betão danificado** e substituição por betão ou argamassa de reparação e poderá ser:

- **Reparação global** – se o problema for mais generalizado: **remoção** da totalidade da camada superficial de betão contaminado, **até uma profundidade que exceda o nível das armaduras** (>15 mm e > dimensão do inerte + 5 mm); **reposição** das secções **assegurando os recobrimentos mínimos regulamentares**, com aplicação de argamassa de reparação de betão, micro-betão ou betão auto-compactável de elevado desempenho;
- **Reparação pontual** - dano localizado **"patch repairs"** – procedimento idêntico ao anterior mas para pequenas quantidades de material deteriorado.

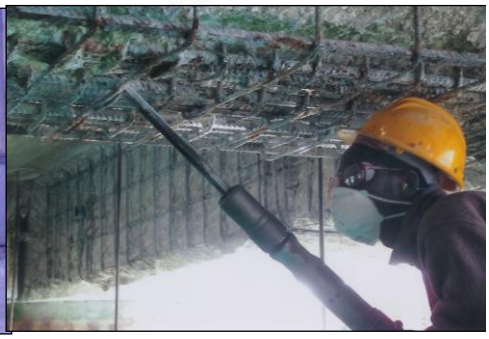
> Em ambos os casos é importante que todo o material deteriorado e contaminado seja removido e a **aderência do novo material ao betão existente** de modo a proteger a estrutura de futura deterioração, isto inclui: limpeza de produtos resultantes da corrosão das armadurass duas). Pretende-se obter uma boa ligação estrutural e eliminar a causa original da deteriorização para assegurar o bom desempenho estrutural e durabilidade futura da estrutura. Em condições extremas poderá ser necessário a sustituição total do elemento.

Corte de betão e preparação de superfície

PROCESSO INDUSTRIALIZADO

HIDRODEMOLIÇÃO

MÉTODO TRADICIONAL



MARTELOS PNEUMÁTICOS

Condições do substrato – > boa aderência material de reparação / betão existente

duratiNet
Seminário DURATINET
Lisboa, 26 novembro 2013

Tratamento de armaduras

ARMADURAS DE VIGA CORROÍDAS

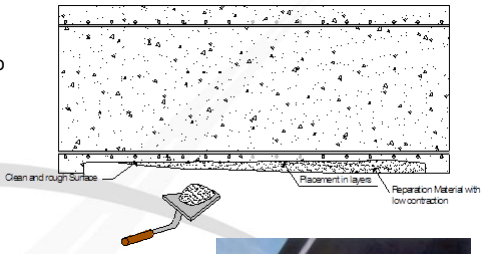
ARMADURAS DE VIGA APÓS LIMPEZA E REPOSIÇÃO

Decapagem de armaduras com jacto de areia e substituição de armaduras com perda de secção superior a 30%

ATLANTIC AREA Transnational Programme
European Union European Regional Development Fund

Reparação de betão

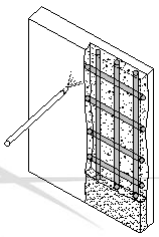
> Aplicação de argamassas de reparação de betão de base cimentícia.



duratiNet
Seminário DURATINET
Lisboa, 26 novembro 2013

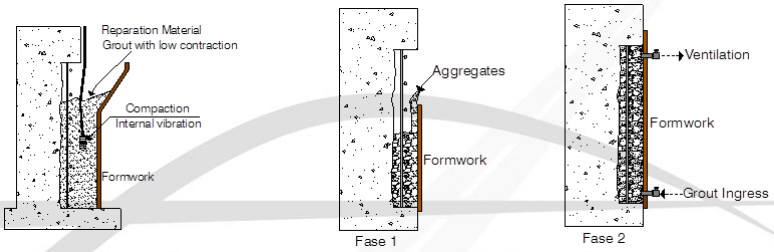
Reparação de betão

> Aplicação de betão projectado (via seca e via húmida)



Reparação de betão

> Aplicação de micro-betão/argamassas de reparação



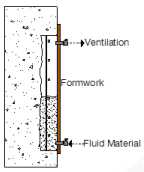
> Plástica com vibração

> Inertes pré-colocados e injecção de argamassa fluída

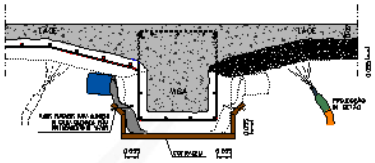
duratiNet
Seminário DURATINET
Lisboa, 26 novembro 2013

Reparação de betão

Aplicação de micro-betão/argamassas de reparação fluídas.



Reparação de betão



COFRAGEM DE VIGA (ESTANQUE)

VIGA REPARADA

Assegurar que o betão flua evitando a formação de bolhas

duratiNet
Seminário DURATINET
Lisboa, 26 novembro 2013

Reparação de betão

COFRAGEM TREPANTE

CURA

Reduzir o coeficiente de evaporação

Reparação de betão

Performance characteristic		Test method	Requirement			
			Non-structural		Structural	
			R1	R2	R3	R4
Compressive strength		EN 12190 **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**	≥ 10 MPa	≥ 15 MPa	≥ 25 MPa	≥ 45 MPa
Chloride ion content		EN 1015-17 **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**	≤ 0,05%			
Capillary absorption		EN 13057 **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**	No requirements	< 0,5 $kgm^{-2} h^{-0.5}$		
Carbonation resistance		EN 13295 **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**	No requirements[1]		d_k< control concrete (MC(0,45))	
Elastic modulus		EN 13412 **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**	No requirements		> 15 GPa	> 20 GPa
Thermal compatibility	freeze/thaw	EN 13687-1 **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**	Visual inspection after 50 cycles[2]	≥ 0,8MPa	≥ 1,5 MPa	≥ 2,0 MPa
	thunder shower	EN 13687-2 **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**	Visual inspection after 50 cycles[2]	≥ 0,8MPa	≥ 1,5 MPa	≥ 2,0 MPa
	dry cycling	EN 13687-4 **Erro! A origem da referência**				

duratiNet
Seminário DURATINET
Lisboa, 26 novembro 2013

Requisitos de uma **reparação estrutural da classe R4** (mais elevada), de acordo com a **EN 1504**:

- Resistência á compressão: ≥ 45 MPa (EN 12190);
- Teor de cloretos: ≤0.05% (EN 1015-17);
- Aderência: ≥ 2.0 MPa (EN 1542);
- Retracção/expansão impedidas: ≥ 2.0 MPa (EN 12617-4);
- Resistência á carbonatação: dk ≤ betão de controlo (MC(0.45));
- Módulo de elasticidade: ≥ 20 MPa (EN 13412);
- Absorção capilar: ≤ 0.5 $Kg/m^2/\sqrt{h}$ (EN 13057)

CONTROLE DE QUALIDADE (NP EN 1504 - Parte 10)

As intervenções de reabilitação deverão obedecer aos requisitos da norma EN 1504 que contempla quatro fases de controle de qualidade:

- selecção dos produtos e sistemas a aplicar;
- avaliação das condições do substrato antes e/ou após a preparação da superfície;
- verificação das condições e requisitos exigidos antes e /ou durante a aplicação;
- verificação do estado final endurecido dos trabalhos de reabilitação após cura.

duratiNet
Seminário DURATINET
Lisboa, 26 novembro 2013

Reforço com Chapas Metálicas

> Fundamentos e Aplicabilidade

Com este método, as chapas metálicas **funcionam como armadura exterior**. O efeito de ligar uma chapa na zona tensionada de uma viga de betão armado é o de aumentar a espessura da secção comprimida em relação à linha neutra e a área de armadura resistente efectiva, **aumentando assim o momento resistente da secção**. A operação pode decorrer sem apoios adicionais ao elemento.

A técnica têm-se provado eficaz nas 3 últimas décadas e as chapas metálicas são também apropriadas para:

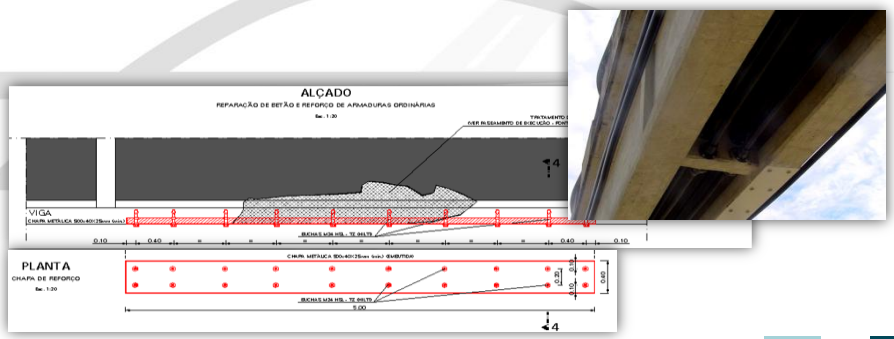
- Aumentar a **capacidade resistente** à flexão, corte e compressão (no caso de pilares);
- Conferir armadura ou **rigidez** à estrutura;
- Corrigir problemas tais como **deformação e fissuração** excessivas;
- Prevenir danos provovados por **vibrações**.

Chapas Metálicas

>A principal dificuldade é ligar a chapa metálica ao **betão existente** que terá que ter qualidade adequada para assegurar a **transmissão da tensão de tracção à chapa**.

>Este método requer uma **preparação cuidada da superfície** e materiais de **ligação** adequados de colagem e fixação (resinas epoxídicas, argamassa, parafusos).

>O principal problema estrutural associado a chapas metálicas simplesmente ligadas ocorre devido a tensões de corte e **destacamento** que ocorrem nas extremidades das chapas.



duratiNet
Seminário DURATINET
Lisboa, 26 novembro 2013

Reforço com Chapas Metálicas

> **Procedimento de Reparação**

> ***i) Preparação***

Superfícies de betão:

- Devem ser preparadas para **eliminar zonas contaminadas** e conferir rugosidade adequada.
- A **decapagem** é o método mais usual.
- As **fissuras** de grande dimensão e as zonas porosas devem ser seladas com material adequado.
- A superfície deve estar **seca** na altura da ligação.

Reforço com Chapas Metálicas

Superfícies de aço:

- Devem estar livres de rugosidades, ferrugem, gordura ou outros contaminantes.
- Para adesão bem sucedida a superfícies deve ser **desengordurada** e limpas com jacto ao grau Sa 2 ½ conforme ISO 8501-1.
- Sistema de **colagem com resina epoxídica** com aplicação de primário compatível com a cola.
- Quando a resina epoxídica é aplicada por **injecção**, o intervalo entre a decapagem no local e a injecção do material não deve ser superior a quatro horas para reduzir o grau de deterioração da superfície do aço.

duratiNet
Seminário DURATINET
Lisboa, 26 novembro 2013

Reforço com Chapas Metálicas

ii) Aplicação

- A estrutura deve apenas considerada adequada para aplicação deste método se tiver capacidade de suportar o peso próprio e uma proporção da sobrecarga (com factores apropriados). Isto é para assegurar que **o colapso não ocorrerá devido a perda acidental das chapas de reforço**.
- **Não deve ser aplicado** quando há evidências de deterioração em curso, por exemplo devido a **corrosão das armaduras**.

duratiNet

ATLANTIC AREA Transnational Programme
European Union European Regional Development Fund

Reforço com Chapas Metálicas

> **Parafusos**: devem resistir, no comprimento de ancoragem, a **3 vezes o fluxo (tensão) de corte longitudinal** correspondente a**o estado limite último** e ser adequadamente ancorado no betão.

> **Vantagens** de aplicação: Adequado para todas as estruturas.

> **Desvantagens** de aplicação:

- Superfícies que estão **deformadas** ou com vazios só poderão receber as chapas após terem sido tomadas medidas correctivas.

- As chapas metálicas (aço de carbono) são **susceptíveis à corrosão**, o que pode ter um efeito negativo sério sobre a ligação dos elementos. Um **revestimento de tinta** eficaz, deve ser aplicado na **superfície exposta do metal** de acordo com os requisitos da série padrão, **EN ISO 12944**. Os **bordos das chapas** devem ser **selados** para proteger contra a entrada de **humidade** sob a placa. A superfície da chapa que vai estar em contacto com o betão existente não deve ser pintada, para assegurar a **aderência**. Caso o **betão existente esteja contaminado**, deverá ser **previamente removido** e substituído com argamassa de reparação, antes de aplicar a chapa.

duratiNet
Seminário DURATINET
Lisboa, 26 novembro 2013

Reforço com Chapas Metálicas

iii) <u>Controlo</u>

•Os trabalhos executados por **pessoal especializado**.

•O sistema de reforço deve ser **testado**. Para a aplicação de chapas de aço exteriores a norma **EN 1504 - Parte 4 -** especifica os requisitos para o controlo de qualidade e avaliação de conformidade para a **colagem estrutural**.

•As **<u>características de desempenho</u>** para materiais de ligação são:

- Adequação para aplicação - para superfícies ou injeção verticais, de topo ou horizontais;
- Adequação para a **aplicação e cura em condições ambientais especiais** - baixa ou alta temperatura e substrato molhado;
- **Aderência**;
- A **durabilidade do sistema** composto e características dos materiais;

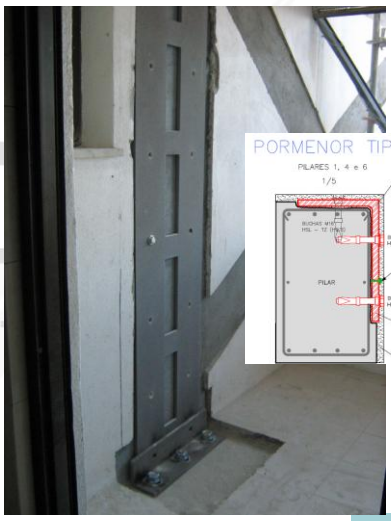
Requisitos de desempenho de materiais de colagem para reforço com chapas

Performance Characteristics	Test methods	Requirements
Modulus of elasticity in flexure	EN ISO 178[110]	≥ 2 000MPa
Shear strength	EN 12188[111]	≥ 12MPa
Open time	EN 12189[112]	Declared value ± 20 %
Workable life	EN ISO 9514[34]	Declared value. Informative Note: the workable life is dependent upon the batch quantity and ambient conditions. Users should note that the workable life will usually be less than the pot life.
Modulus of elasticity in compression	EN 13412[104]	≥ 2 000MPa
Glass transition temperature	EN 12614[29]	≥ 40º C
Coefficient of thermal expansion	EN 1770[75]	≤ 100 × 10^{-6} per K
Total shrinkage for structural bonding agents	EN 12617-1[73]	≤ 0,1%
Total shrinkage for structural bonding agents (alternative test method)	EN 12617-3[113]	≤ 0,1%
Suitability for application to vertical surfaces and soffits Suitability for application to horizontal surfaces	EN 1799[114]	The material shall not sag flow by more than 1 mm when spread in thicknesses less than 3 mm. The surface area of the bonding agent at the end of the squeezability test shall not be less than 3000 mm² (60 mm diameter).
Suitability for injection	EN 12618-2[25]	For the test performed in the dry, failure shall occur in the concrete.
Suitability for application and curing under special environmental conditions	EN 12188[111] Note: The test method may need to be performed under environmental conditions other than those specified in EN 12188	The slant shear strength of scarf-jointed prisms tested in comp various angles θ shall not be less than the σ0 MPa tabulated below. θ — σ_0 (MPa) 50º — 50 60º — 60 70º — 70
Adhesion	EN 12188[111]	The tensile stress carried by the bonded joint in a pull off test shall not be less than 14 MPa. The slant shear strength of scarf-jointed prisms tested in comp various angles θ shall not be less than the σ0 MPa tabulated below. θ — σ_0 (MPa) 50º — 50 60º — 60 70º — 70
Durability (thermal and moisture)	EN 13733[115] Note: The test method is not applicable for plates other than steel.	The compressive shear load at failure of the hardened concrete specimens after exposure to thermal cycling or the warm-moist environment shall not be less than the tensile strength of the concrete. The steel to steel specimens shall not fail after exposure to thermal cycling or the warm-moist environment.

ATLANTIC AREA Transnational Programme
European Union — European Regional Development Fund

duratiNet
Seminário DURATINET
Lisboa, 26 novembro 2013

Reforço com Chapas Metálicas



ATLANTIC AREA Transnational Programme
European Union — European Regional Development Fund

Materiais compósitos (polímeros reforçados com fibras)

> **Fundamentos e Aplicabilidade**

> Os FRP podem ser usados para **aumentar a capacidade resistente das estruturas**.

> Os sistemas FRP estão disponíveis sob a forma de **laminados e mantas** (unidireccionais e bidireccionais) .

> A **eficiência** dos FRP aplicados exteriormente está altamente dependente da integridade da ligação entre os FRP e a superfície da estrutura e do próprio material da superfície.

> Para aplicação exterior dos FRP, as **superfícies** devem estar **secas**.

> Ao considerar a adequação de uma estrutura para a aplicação de FRP colados externamente, deve verificar-se previamente (inspecção estrutural) que as **armaduras** ordinárias da estrutura existente **não se encontram em risco de corrosão**, de modo a garantir a integridade do sistema de reforço.

duratiNet
Seminário DURATINET
Lisboa, 26 novembro 2013

Materiais compósitos (polímeros reforçados com fibras)

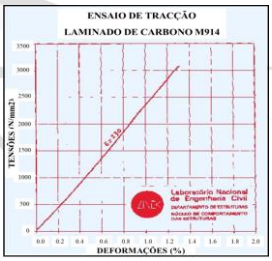
> Estes produtos podem ser fabricados com diferentes tipos de **fibra**. Os tipos de fibra adequados para o reforço das estruturas de betão são de **aramida, carbono e vidro**.

> Todos os materiais utilizados na fixação não devem ser susceptíveis à corrosão, com durabilidade consistente com os requisitos do sistema de FRP.

Materiais compósitos (polímeros reforçados com fibras)

> A relação entre a tensão máxima projecto e a tensão última será menor para FRP do que para o aço pelas seguintes razões:

• Materiais de FRP são **frágeis** no sentido em que são linearmente elásticos até a ruptura. O **projeto deve reger-se pelas deformações** em vez das tensões e pelos estados limites de serviço em vez dos estados limites últimos.



• Materiais de FRP são relativamente **novos** - maior **incerteza no comportamento** a longo prazo.

duratiNet
Seminário DURATINET
Lisboa, 26 novembro 2013

Características de resinas de colagem e laminados de FRP

Table 19. Typical properties of dry fibres, resins and FRP laminates[118]

	Tensile Strength (MPa)	Elastic Modulus (GPa)	Elongation at failure (%)	Density (kg/m³)
Fibre Type				
Carbon: High Strength	3500 - 4800	220 - 240	1.6 - 2.0	1740 - 2200
Carbon: High Modulus	2700 - 4000	300 - 350	0.9 - 1.14	
Carbon: Ultra High Modulus	2100 - 2500	540 - 640	0.39 - 0.4	
Aramid: Low Modulus	3500 - 4100	70 - 80	5.0 - 5.1	1390 - 1470
Aramid: High Modulus	3500 - 4000	115 -130	3.0 - 3.1	
Glass: E	2000 - 3000	70	2.9 - 4.3	2460 - 2580
Glass: S	3500 - 4800	85 - 90	4.1 - 5.3	
Resin Type				
Isophthalic Polyester	50 - 75	3.1 - 4.6	1.6 - 2.5	1110 - 1250
Epoxy	60 - 85	2.6 - 3.8	1.5 - 8.0	1110 - 1200
Phenolic	60 - 80	3.0 - 4.0	1.0 - 1.8	1000 - 1250
FRP Laminate Fibre/Resin				
Carbon FRP (high strength), uni-directional orientation, Epoxy resin	2500	150	1.6 - 2.0	1600
Aramid FRP (low modulus), uni-directional orientation, Epoxy resin	2100	40	5.0 - 5.1	1400
Aramid FRP (high modulus), uni-directional orientation, Epoxy resin		70	3.0 - 3.1	
FRP Laminate Fibre/Resin				
Glass FRP (E-glass), uni-directional orientation, polyester resin	1200	40	2.9 - 4.3	1800
Glass FRP (E-glass), 0/90º symmetrical polyester resin	350	20	1.8	
Glass FRP (E-glass), +45/-45º symmetrical	280	15	2.0	

Materiais compósitos (polímeros reforçados com fibras)

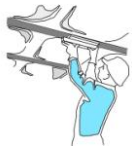
Procedimento de Reparação

Limpeza do laminado de fibras de carbono

Preparação da cola

Preparação da superfície de betão

Aplicação de resina epoxídica


Aplicação do laminado de fibras de carbono

duratiNet
Seminário DURATINET
Lisboa, 26 novembro 2013

Materiais compósitos (polímeros reforçados com fibras)

ii) Aplicação

- O FRP não deverá ser aplicado a menos que as **condições ambientais**, incluindo a temperatura e a humidade, estejam de acordo com as recomendações do fabricante.
- A instalação deve ser realizada por operários experientes na utilização do sistema de FRP.
- Etc…

Materiais compósitos (polímeros reforçados com fibras)

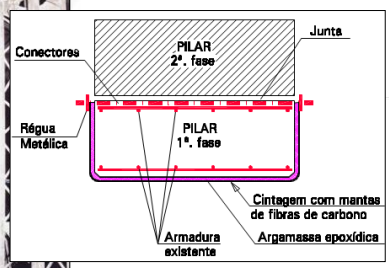
iii) Controlo

Table 20. Performance requirements of bonding agent for bonded mortar or concrete [3]

Performance Characteristics	Test methods	Requirements
Modulus of elasticity in flexure	EN ISO 178[111]	≥ 2 000MPa
Compressive strength	EN 12190[74]	≥ 30MPa
Shear strength	EN 12615[119]	≥ 6MPa
Open time	EN 12189[112]	Declared value ± 20 %
Workable life	EN ISO 9514[34]	Declared value. Informative Note: the workable life is dependent upon the batch quantity and ambient conditions. Users should note that the workable life will usually be less than the pot life.
Modulus of elasticity in compression	EN 13412[103]	≥ 2 000MPa
Glass transition temperature	EN 12614[28]	≥ 40° C
Coefficient of thermal expansion	EN 1770[75]	≤ 100 × 10^{-6} per K
Total shrinkage for structural bonding agents	EN 12617-1[72]	≤ 0,1%
Total shrinkage for structural bonding agents (alternative test method)	EN 12617-3[113]	≤ 0,1%
Suitability for application to vertical surfaces and soffits	EN 1799[114]	The material shall not sag flow by more than 1 mm when spread in thicknesses less than 3 mm.
Suitability for application to horizontal surfaces		The surface area of the bonding agent at the end of the squeezability test shall not be less than 3000 mm² (60 mm diameter).
Suitability for injection	EN 12618-2[25]	For the test performed in the dry, failure shall occur in the concrete.
Suitability for application and curing under special environmental conditions	EN 12636[120]	For hardened concrete-to-hardened concrete, the tensile bending test shall result in fracture in the concrete. For fresh concrete-to-hardened concrete, the pull off test shall result in fracture in concrete.
Suitability for application and curing under special environmental conditions (alternative test method)	EN 12615[119]	The slant shear test shall result in fracture in the concrete.
Adhesion	EN 12636[120]	For hardened concrete-to-hardened concrete, the tensile bending test shall result in fracture in the concrete. For fresh concrete-to-hardened concrete, the pull off test shall result in fracture in concrete.
Adhesion (alternative test method)	EN 12615[119]	The slant shear test shall result in fracture in the concrete.
Durability (thermal and moisture)	EN 13733[115]	The compressive shear load at failure of either the hardened concrete to hardened concrete, or fresh concrete to hardened concrete specimens after exposure to thermal cycling or the warm-moist environment shall not be less than the lowest tensile strength exhibited by either the bonded or the original concrete.

duratiNet
Seminário DURATINET
Lisboa, 26 novembro 2013

Materiais compósitos (polímeros reforçados com fibras)



Pós-esforço exterior

> **Fundamentos e Aplicabilidade**

> As barras de pós-esforço ou cabos são colocados fora da secção transversal do elemento e a **força de pós-esforço é transferida para a estrutura através de fixações e desviadores**. Quando a técnica é aplicada retrospectivamente para fortalecer uma estrutura existente, recomenda-se que o sistema de instalação ser concebido para garantir futuras inspecções dos componentes de pós-tensionamento. Deverá também ser dada a possibilidade de futura aplicação de mais tensão nos cabos ou mesmo a sua substituição.

duratiNet
Seminário DURATINET
Lisboa, 26 novembro 2013

Pós-esforço exterior

Table 21. Advantages and disadvantages of external post-tensioning strengthening

Advantages	- economic and install the required methods is cheaper; - equipment light and easy to use; - flexural and shear strength can be increased; - any stress loss or damage due to corrosion or impact can be determined by simple inspection procedures; - the tendons can be replaceable and pre-stressable; - external post-tensioning can be applied without major disruption.
Disadvantages	- concrete of poor quality should not be over-stressed; - installation of deviators and anchorages can be difficult in certain situations, and careful detailing is required; - the tendons are more susceptible to corrosion; - the shear capacity of beams with external tendons is difficult to determine; - the method has been generally confined to flexural strengthening; - the appearance of the external cabling system might discourage the use; - external tendons are more susceptible to accidental damage from fire, impacts and acts of vandalism; - for proper installation of external tendons, accurate fabrication and installation careful site supervision and inspection are required.

ATLANTIC AREA Transnational Programme
European Union European Regional Development Fund

Pós-esforço exterior

iii) Controlo

- Uma **inspecção** detalhada deve ser realizada durante todo o curso dos trabalhos para garantir que todos os aspectos foram realizados de acordo com as especificações. Todas as ancoragens e desviadores devem ser examinados para identificar qualquer movimento ou fissuração. Os cabos, bainhas, etc, devem ser inspeccionados para garantir a integridade do sistema de protecção contra corrosão.

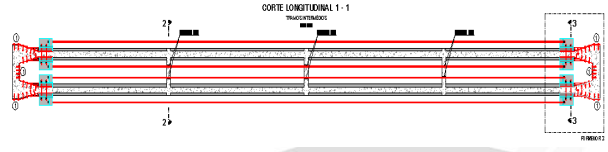
- No final do período de manutenção, uma nova inspecção deve ser realizada para verificar a ocorrência de movimentos ou fissuras nas ancoragens e desviadores. Devem ser realizados controlos de carga para assegurar que as perdas de pré-esforço são aceitáveis e os cabos de sujeitos a novo tensionamento, se necessário.

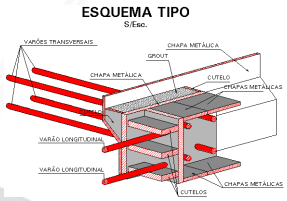
Table 22. Performance characteristics for anchoring products[5]

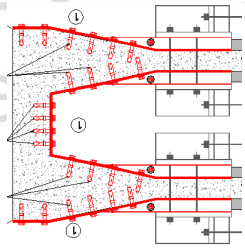
Performance characteristics	Test method	Requirement
Pull-out	EN 1881[126]	Displacement ≤ 0,6 mm at load of 75kN
Chloride ion content	EN 1015-17[127]	≤ 0,05%
Glass transition temperature[1]	EN 12614[29]	≥ 45ºC or 20 ºC above the maximum ambient temperature of the structure in service, whichever is the higher.
Creep under tensile load[1]	EN 1544[128]	Displacement ≤ 0,6 mm after continuous loading of 50kN after 3 months

duratiNet
Seminário DURATINET
Lisboa, 26 novembro 2013

Pós-esforço exterior



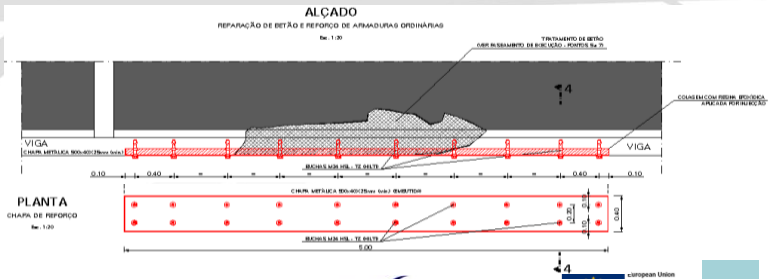




Pós-esforço exterior

Picagem do betão danificado

Reconstituição das secções das vigas

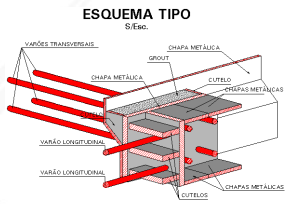


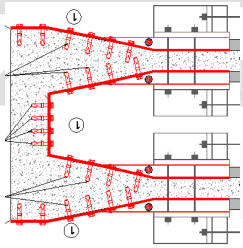
duratiNet
Seminário DURATINET
Lisboa, 26 novembro 2013

Pós-esforço exterior

Levantamento de armaduras com ferroscanner

Dispositivos metálicos de amarração dos varões de pré-esforço exterior





ATLANTIC AREA Transnational Programme
European Union European Regional Development Fund

Pós-esforço exterior