

## **Plano e Procedimento da Garantia de Qualidade para Projecto de Engenharia**

### **Obras de Ancoragens / Ancoragens em Solo**

#### **1. Generalidades e Campo de Aplicação**

Em geral, os materiais tensionadas (aço de alta tensão, tirante de aço/arame de aço, etc) das ancoragens em solo encontram-se instalados e injectados dentro do estrato do solo. O objectivo consiste em controlar a deformação estrutura de suporte, talude de solo (rocha), super-estrutura e a escavação da cave, transferindo as tensões relativas para o estrato de suporte do solo ou rocha. O sistema de ancoragem, geralmente, pode ser categorizada em dois tipos: pre-esforçado ou não pré-esforçado. Pode ainda ser classificado, em termos do tempo de serviço, como temporário ou permanente, sendo serviço superior a dois anos considerado como sistema de ancoragens permanentes.

A garantia de qualidade de ancoragens/ancoragens em solo deve consistir três requisitos fundamentais:

- ✓ Requisitos da localização de ancoragem
- ✓ Requisitos da qualidade dos tendões de ancoragem, acessórios (cabeça da ancoragem, cunha, centralizador, chapa da base, plataforma, etc) e da qualidade da calda de injeção.
- ✓ Requisitos da capacidade de carga de ancoragem e estabilidade global do sistema de ancoragem.

Os requisitos mencionados anteriormente devem estar de acordo com o projecto, relevantes normas e regulamentos..

#### **2. Requisitos dos Documentos de Garantia de Qualidade de Projecto de Engenharia**

Os documentos abaixo referidos devem ser submetidos de acordo com as fases da instalação de obras de ancoragens para fim de aprovação ou de registo.

Antes da construção

- ✓ Relatórios do estudo geológico
- ✓ Plano de monitorização do local da obra
- ✓ Informações detalhadas dos tendões, acessórios, bainha, calda de injeção, produto de preenchimento, etc; incluindo os certificados de produção dos materiais (local de fabricação da ancoragem, dimensão, peso, propriedades mecânicas e químicas, etc), a mistura inicial da calda e relativos relatórios de teste, informações de aditivos/aditivos anti-contracção, etc.
- ✓ Método da construção e instalação, onde o plano de instalação deve englobar tipo de ancoragem, quantidade, comprimento, informações da calda, capacidade de carga da ancoragem, protecção contra a corrosão e informações técnicas da instalação, etc.
- ✓ Informações técnicas das máquinas de instalação e certificados de calibração, incluindo máquina de perfuração, macaco hidráulico, manómetro de pressão e máquina de injeção, etc.

- ✓ Plano de inspecção

Durante o processo da construção ou durante a recepção

- ✓ Desenhos topográficos da localização das ancoragens (incluindo a deviação geométrica);
- ✓ Registos e relatórios dos ensaios dos materiais;
- ✓ Registos da instalação de ancoragens;
- ✓ Telas finais de ancoragens (incluindo a deviação geométrica da cabeça da ancoragem, da altura e do ângulo);
- ✓ Relatórios de ensaios de ancoragens (ensaio de avaliação e de recepção)

### 3. Inspeção, Ensaio e Recepção

Os itens para a inspeção de obras de ancoragens representam-se no quadro seguinte:

Quadro dos itens para Inspeção de Obras de Ancoragens								
Itens para Inspeção	Objectivos	Desvio da Localização			Controlo da Construção	Frequência da Inspeção	Norma a Cumprir	Nota
		Nível	Elevação	Ângulo				
Controlo do Ponto de Referência		✓	✓		✓	100% de inspecção	a, b	
Frequência da Instalação <sup>1</sup>					✓	100% de inspecção	d	
Posição da Cabeça da Ancoragem/ Direcção Axial <sup>2</sup>		✓	✓	✓	✓	100% de inspecção	a, c, d	
Registo da Perfuração no Estrato do Solo					✓	100% de inspecção	a	
Exemplar da Rocha ou do Estrato de Suporte da Carga					✓	100% de inspecção	--	
Nível Freático					✓	100% de inspecção	--	
Registo do Comprimento e Vão Livre da Ancoragem <sup>3</sup>					✓	100% de inspecção	a	
Qualidade do Material da Ancoragem					✓	100% de inspecção	c	
Protecção Contra Corrosão do Sistema das Ancoragens/ Bainha					✓	100% de inspecção	a, c	
Ensaio de Avaliação <sup>4</sup>					✓	1% ou 2% ①	a, c, d	
Monitorização da Instalação das Ancoragens					✓	100% de inspecção	a	

Pressão / Volume / Comprimento da Injecção				✓	100% de inspecção	a	
Razão da Água-Cimento				✓	100% de inspecção	a	
Registo da Pré-tensão de Ancoragens				✓	100% de inspecção	c	
Inspecção do Equipamento				✓	Antes da construção	--	

Nota: Itens para Inspecção

- 1- Não deve executar trabalhos de perfuração num raio de 10m, dentro de 12h após da injecção do sistema de ancoragens [4]
- 2- Geralmente, o desvio geométrico da direcção e ângulo do sistema de ancoragens deve ser  $\pm 2^\circ$ .
- 3- O profundidade da perfuração deve ser no mínimo superior a 50mm do especificado para o fim de garantir o recobrimento no jusante do aço.
- 4- Ensaio de Avaliação  
O presente ensaio destina-se aos trabalhos e projectos de ancoragens de grande dimensão, realizando para cada tipo de fundações e condições de construção. O ensaio permite verificar os parâmetros do projecto (nomeadamente carga de serviço do projecto e vão livre da ancoragem, etc) do sistema de ancoragens de acordo com a carga do ensaio, tempo de ensaio (para cada nível da carga) e ciclo de carga. O ensaio de avaliação deve ser feito antes da instalação das ancoragens.

Frequência da Inspecção

- ❶ – No caso da ancoragem falhar para suportar a carga ensaiada e consequentemente, se resultou pequenos estragos, a frequência do ensaio da avaliação para o sistema de ancoragens temporários do mesmo tipo de condições deve ser no mínimo de 1%.

No caso da ancoragem falhar para suportar a carga ensaiada e consequentemente, se resultou grandes estragos, a frequência do ensaio da avaliação para o sistema de ancoragens permanentes ou temporários deve ser no mínimo de 2%.

Nota: Norma a Cumprir

- a – Regulamento de Estruturas de Suporte e Obras de Terra [1]
- b – Código de Fundações [2]
- c – Especificações Técnicas do Projecto / Cadernos de Encargos
- d – Especificações Gerais para Trabalhos de Engenharia Civil [4]

Os itens para o ensaio e recepção de obras de ancoragens representam-se quadro seguinte

Quadro dos Itens para Ensaio e Recepção de Obras de Ancoragens/Ancoragens em Solo							
Ensaio	Objectivos	Material da Ancoragem	Propriedades Globais da Ancoragem	Frequência Recomendada do Ensaio	Norma a Cumprir	Critério de Aceitação	Nota
Ensaio de Resist. à Tracção do Material de Tendões <sup>1</sup>		✓	✓	Cada Lote e Cada Tipo	c	i	
Galvanização do Sistema de Ancoragens/Ensaio de Uniformidade e Espessura do Revestimento <sup>2</sup>		✓		Cada Lote e Cada Tipo	c	ii	
Ensaio de Resistência do Material da Calda <sup>3</sup>		✓		Cada Injecção	a, b, c	iii	
Ensaio de Viscosidade <sup>3</sup>		✓		Cada Injecção	a, b, d	iv	
Ensaio de Separação da Água ( <i>Bleeding Test</i> ) <sup>4</sup>		✓		Cada Injecção	f, c	v	
Ensaio de Recepção das Ancoragens/Ancoragens em Solo (Tipo Pré-esforçado) <sup>5</sup>			✓	100%	a, b, e	vi	
Sistema de Grampos em Solo ou Grampos em Rocha Tipo Não Pré-esforçado) <sup>5</sup>			✓	10%	c	vi	

Nota: Método dos Ensaio

1 – O ensaio de tensão de tendões inclui ensaio aos materiais singulares (aço, connector e chapa de base) e ensaio aos materiais em conjunto (o sistema do aço ligado ao connector e ensaio geral da cabeça da ancoragem). As informações detalhadas do ensaio podem ser encontradas no plano e procedimento da garantia de qualidade dos materiais relativos.

2 – O método e normas do ensaio de Galvanização do Sistema de Ancoragens/Ensaio de Uniformidade e Espessura do Revestimento podem ser consultado no “Trabalhos de Pintura” e “Materiais Metálicos e Trabalhos Relativos da Execução/Instalação” do “Plano e Procedimento de Controlo de Qualidade e Controlo de Procedimento”.

3 – Ensaio de Resistência do Material da Calda/ Ensaio de Viscosidade

Para além de envolver a ancoragem, a calda de cimento também tem a função da protecção contra corrosão. Em relação a qualidade da calda de injecção deve ter em conta a sua viscosidade, a estabilidade da cura, capacidade da resistência após da consolidação e densidade.

As amostras devem ser fabricadas com cubos de 100mm para o ensaio de resistência à compressão (9 amostras para 3, 7 e 28 dias), onde os cubos podem ser adicionados pre-tensão no fim de verificar a resistência da calda para fissuras ou esmagamento durante o ensaio de tensão das ancoragens.

#### 4 – Ensaio de Separação da Água (Bleeding Test)

O ensaio de separação da água consiste em preparação da amostra cilíndrica de  $100\pm 10\text{mm}$  (diâmetro) x  $100\pm 5\text{mm}$  (altura), onde é medido o volume da separação da água após 3 horas em relação ao seu volume inicial, verificando assim de acordo com os requisitos do projecto ou GS [4].

#### 5 – Ensaio de Aceitação de Ancoragens/Ancoragens em Solo

O objectivo do ensaio consiste em verificar as ancoragens após da sua instalação se encontram de acordo com os requisitos do projecto. Recomenda-se a consulta do procedimento do [3] e [4] para o método do ensaio. De acordo com as especificações, devem verificar para resistência da carga, deslocamento, tempo de ensaio, etc.

Norma a Cumprir:

- A – Regulamento de Estruturas de Suporte e Obras de Terra [1]
- b – Especificações Técnicas do Projecto / Cadernos de Encargos
- c – Especificações Gerais para Trabalhos de Engenharia Civil [4]
- d – ASTM C939 [5]
- e – Especificações de Modelo para Ancoragens em Solo Pré-esforçadas [3]
- f – ASTM C940 [7]

Critério de Aceitação

- i – As ancoragens devem estar de acordo com Norma de Aços para Armaduras Ordinárias [10] ou BS4449 [11], as porcas com BS4190 [12], connector, chapa de suporte da carga com especificações técnicas do projecto / cadernos de encargos.
- ii – Os resultados devem estar de acordo com BS729 [8] ou ISO1461 [9] com a mínima espessura de  $85\ \mu\text{m}$ .
- iii – O resultado da resistência à compressão deve estar de acordo com os requisitos do projecto ou não inferior a 30 MPa.
- iv – A viscosidade deve ser superior de 15 segundos.
- v – A razão após 3 horas do ensaio deve ser menos que 0.5%.
- vi – No caso dos resultados não estarem de acordo com os regulamentos ou requisitos, devem ser submetidos proposta remediável para o adequado trabalho de reforço.

## 4. Referências

- [1] Decreto-Lei n.º 32/97/M, Regulamento de Estruturas de Suporte e Obras de Terra, Governo de Macau
- [2] Decreto-Lei n.º 47/96/M, Regulamento de Fundações, Governo de Macau
- [3] Geospec 1, Model Specification for Prestressed Ground Anchors, Geotechnical Engineering Office, Civil Engineering Department, Hong Kong
- [4] General Specification for Civil Engineering Works, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region
- [5] ASTM C939, Standard Test Method for Flow of Grout for Preplaced-Aggregate Concrete (Flow Cone Method)
- [6] 地錨設計與施工準則暨解說, 科技圖書
- [7] ASTM C940 Standard Test Method for Expansion and Bleeding of Freshly Mixed Grouts for

Preplaced-Aggregate Concrete in the Laboratory

- [8] BS 729, Specification for hot dip galvanized coatings on iron and steel articles
- [9] ISO 1461, Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles. Specifications and test methods
- [10] Decreto-Lei n.º 64/96/M, Norma de Aços para Armaduras Ordinárias, Governo de Macau
- [11] BS 4449, Specification for carbon steel bars for the reinforcement of concrete
- [12] BS 4190, ISO metric black hexagon bolts, screws and nuts. Specification