

# **Plano e Procedimento da Garantia de Qualidade em Projectos de Obras**

## **Obras de Estruturas Soldadas**

## Plano e Procedimento da Garantia de Qualidade em Projectos de Obras

### Obras de Estruturas Soldadas do Sistema Eletromecânico

#### 1. Generalidades e Campo de Aplicação

A presente secção tem como objectivo de padronizar o controlo de qualidade de obras de estruturas soldadas do sistema electromecânico, de modo a assegurar a qualidade de obras, segurança e confiabilidade de estruturas. O âmbito de aplicação abrange aos trabalhos de fiscalização de execução e controlo de qualidade de obras de estruturas soldadas, incluindo o controlo a matérias primas, entrega de produtos na obra, soldadura e ligação de componentes, trabalhos de pós-produção dos componentes, montagem de componentes, pintura, etc.

Todos os requisitos mencionados devem estar de acordo com especificações técnicas/cadernos de encargos e relevantes normas. Caso não seja especificado pelo projectista sobre os requisitos, é recomendado utilizar referências de normas nacionais ou internacionais ou regionais.

#### 2. Requisitos dos Documentos de Garantia de Qualidade em Projectos de Obras

Os documentos abaixo referidos devem ser submetidos pelo empreiteiro de acordo com as fases de obras de estruturas soldadas do sistema eletromecânico para fim de aprovação ou de registo:

##### **Fase antes de execução**

- ✓ Declaração de responsabilidade dos engenheiros a dirigir obras, sendo especializados em área relevante e registados na Direcção dos Serviços de Solos e Construção Urbana;
- ✓ Todos os documentos técnicos devem ser assinados por um engenheiro a dirigir obras, sendo especializado em área relevante e registado na Direcção dos Serviços de Solos e Construção Urbana;
- ✓ Cálculos justificativos para dimensionamento, peças escritas do projecto e peças desenhadas detalhadas para as obras de estruturas: incluindo as partes de execução / trabalhos adicionais e instalação; descrição detalhada sobre

especificações, dimensão, pormenores de ligação / montagem dos materiais, requisitos de pintura, requisitos de inspeção e identificador único, entre outras informações para aprovação do projectista e da entidade fiscalizadora (se aplicável);

- ✓ Lista de materiais: incluindo os tipos, especificações, tamanhos e quantidades, e outras informações do material de aço, materiais de soldagem, e componentes de fixação.
- ✓ Certificado de qualidade de materiais: certificados de qualidade de todos os materiais na lista, incluindo a sua origem, especificações, dimensões, quantidade, lote, propriedades mecânicas, composição química, resultados de inspeção e calibração, etc.;
- ✓ Método de construção geral de obras, incluindo soldadura, ligação de componentes, galvanização, tratamento de superfície, pintura de revestimento;
- ✓ Plano de Inspeção detalhada para todos os processos (incluindo soldadura, ligação de componentes, galvanização, tratamento de superfície, pintura de revestimento)
- ✓ Entidade de execução / trabalhos adicionais de estruturas de aço: apresentação da fábrica, manual, de controlo de qualidade, quadro e informações dos trabalhadores, etc. (se aplicável);
- ✓ Entidade de galvanização a quente: apresentação da fábrica, manual de controlo de qualidade, e processo de galvanização, etc. (se aplicável);
- ✓ Entidade de polimento e pintura: apresentação da fábrica, manual de controlo de qualidade, processo de polimento e pintura, etc. (se aplicável);
- ✓ Especificação de procedimentos para trabalhos de soldadura, registo de qualificação de procedimento para trabalhos de soldadura, certificado de qualificação do soldador, todos estes emitidos pela terceira entidade qualificada
- ✓ Entidades de inspeção e laboratórios terceiros: apresentação da entidade, qualificações de pessoal, certificados de calibração de equipamentos, procedimentos de inspeção, etc.
- ✓ Plano, método e fichas de monitorização devem ser submetidos para revisão, incluindo mas não limitado:
  - Lista de quantidade de equipamentos de todos os seus sistemas e subsistemas, plano e fichas de autoinspeção, qualificação da terceira entidade para realização de testes, e relativas fichas inspeção, quantidade e frequência de amostragem (se aplicável).

Nota: Para melhor controlo de qualidade, os requisitos exigidos para o teste que se encontram nos relatórios submetidos devem ser de acordo com a versão actualizada, onde a validade não deve ser superior a 5 anos.

### **Durante a fase de execução**

- ✓ Registos da chegada e inspecção dos materiais submetidos periodicamente para aprovação da entidade fiscalizadora e da entidade de controlo de qualidade;
- ✓ Relatórios do ensaio de material dos componentes de estruturas e de fixação realizados pela terceira entidade;
- ✓ Registos de controlo dimensional de componentes;
- ✓ Registos de aberturas aparafusadas e fixação por parafusos;
- ✓ Registos de tratamento de superfície e pintura;
- ✓ Relatórios de ensaios da espessura da pintura de revestimento e galvanização a quente;
- ✓ Relatórios de ensaios do aperto de parafusos realizados pela terceira entidade;
- ✓ Relatórios de ensaios de tensão de buchas expansivas realizados pela terceira entidade;
- ✓ Relatórios de inspecção visual da soldadura realizados pela terceira entidade;
- ✓ Relatórios de ensaios não destrutivos da soldadura realizados pela terceira entidade (se aplicável);

### **Durante a fase da recepção**

- ✓ Telas finais;
- ✓ Registos da execução das obras ocultas;
- ✓ Relatórios de ensaios da espessura da pintura de revestimento e galvanização a quente;
- ✓ Relatórios de ensaios do aperto de parafusos realizados pela terceira entidade;
- ✓ Relatórios de ensaios de tensão de buchas expansivas realizados pela terceira entidade;
- ✓ Relatórios de inspecção visual da soldadura realizados pela terceira entidade;
- ✓ Relatórios de ensaios não destrutivos da soldadura realizados pela terceira entidade (se aplicável);

**Nota:**

1. Se a entidade fiscalizadora e a unidade de controlo de qualidade revisarem as informações relevantes e se houver dúvidas ou incerteza sobre a qualidade de produção, a unidade de controlo de qualidade salvaguarda o direito de exigir ao empreiteiro para coordenação da realização dos testes de amostragem da terceira entidade.

**3. Inspeção, Ensaio e Recepção**

Durante as obras de estruturas soldadas, todos os trabalhos de inspeção devem utilizar equipamentos com certificado de calibração válida e ser realizados pelos profissionais qualificados fornecidos pelo empreiteiro. Caso seja necessário enviar os testes e o registo de inspeção para conseguir a aprovação, o respectivo registo de inspeção deve ser devidamente confirmado e assinado pelo relativo engenheiro dos campos relevantes (excepto para terceira entidade de inspeção aprovada pelo departamento governamental de Macau). Os itens para ensaio representam-se no quadro seguinte:

Quadro dos Itens para Inspeção de Obras de Estruturas Soldadas do Sistema Electromecânico					
Itens para Inspeção		Frequência Recomendada da Inspeção	Critério de Aceitação	Nota	
Inspeção de Controlo de Material	Qualidade Visual, Especificações, N° de Lote	Materiais de Aço	100%	a, c, d	---
		Material da soldadura	100%	a, c, d	---
		Componentes de Fixação	100%	a, c, d	---
		Pintura	100%	a, c, d	---
Controlo de Execução	Inspeção a Fábrica (Se aplicável)	Produção de Aço / Trabalhos Adicionais	Antes da Execução	a, d	---
		Fábrica de Galvanização	Antes da Execução	a, d	---
		Fábrica de Pintura	Antes da Execução	a, d	---
	Ligações Soldadas	Certificado de Qualificação de Soldador	100%	a, b, [2], [4], [39]	Realizado pela terceira entidade

Quadro dos Itens para Inspeção de Obras de Estruturas Soldadas do Sistema Electromecânico					
Itens para Inspeção			Frequência Recomendada da Inspeção	Critério de Aceitação	Nota
		Registo de Qualificação de Procedimento de Soldagem	100%	a, b, [3], [4], [39]	Realizado pela terceira entidade
		Especificação de Procedimentos de Soldagem			
		Preparação da ligação antes da soldagem	100%	a, b	---
		Qualidade Visual de Soldadura	100%	a, b	Realizado pela terceira entidade
	<b>Aberturas e Fixação por parafusos</b>		100%	100%	Deve submeter os registos de inspeção
<b>Dimensão da Instalação</b>		100%	a, b, c	Deve submeter os registos de inspeção	

Critério de Aceitação:

a - Especificações Técnicas / Cadernos de Encargos

b - Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios

c - Guia de Especificações do Fornecedor / Fabricante / Fabricante de Processamento de Produtos

d - Requisitos do Projecto

### 3. Inspeção, Ensaio e Recepção (Continuação)

Durante as obras de estruturas soldadas, todos os trabalhos de inspeção devem utilizar equipamentos com certificado de calibração válida e ser realizadas pelos profissionais qualificados fornecidos pelo empreiteiro. Caso seja necessário enviar os testes e o registo de inspeção para conseguir a aprovação, o respectivo registo de inspeção deve ser devidamente confirmado e assinado pelo relativo profissional dos campos relevantes (excepto para terceira entidade de inspeção aprovada pelo departamento governamental de Macau). Os itens para ensaio e recepção representam-se no quadro seguinte:

Quadro dos Itens para Ensaio e Recepção de Obras de Estruturas Soldadas do Sistema Electromecânico					
Itens para Ensaio		Frequência do Ensaio	Critério de Aceitação	Critério de Aceitação	Nota
Desempenho de Matérias-Primas	Ensaio de Recepção de Componentes de Estruturas <sup>1</sup>	Consultar o Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios	a, b [2], [3]	i	Realizado pela terceira entidade
	Ensaio de Recepção de Componentes de Fixação <sup>2</sup>	Consultar o Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios Artigo 87.º	a, b [4]	ii	Realizado pela terceira entidade
Camada Protectora	Tratamento de Superfície de Estruturas de Aço <sup>3</sup> (Se aplicável)	---	a, b [5], [6], [7]	---	Deve submeter os registos de inspeção
	Ensaio de Recepção dos Revestimentos de Galvanização <sup>4</sup>	Consultar o Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios Artigo 90.º	a, b [8]	iii	Realizado pela terceira entidade
	Ensaio de Recepção da Pintura <sup>5</sup>	Consultar o Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios Artigo 89.º	a, b [9], [10], [11], [12], [13]	iv	Realizado pela terceira entidade
Qualidade de Ligação	Inspeção Visual	100%	a, b	v	Realizado pela terceira entidade
	Ensaio Não Destrutivos de Ligações Soldadas Realizados pela Terceira Entidade <sup>6</sup> (Se Aplicável)	Consultar o Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios Artigo 88.º	a, b	v	Realizado pela terceira entidade
	Ensaio de Recepção do Aperto de Parafusos <sup>7</sup>	$\alpha$	a, b [35]	vi	Realizado pela terceira entidade

**Nota:****Critério de Aceitação:**

- a - Especificações Técnicas / Cadernos de Encargos
- b - Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios
- c - Guia de Especificações do Fornecedor / Fabricante / Fabricante de Processamento de Produtos
- d - Requisitos do Projecto

**Itens para Ensaio e Recepção:**

- 1 - Teste de tracção, análise química e teste de impacto, etc.
- 2 - Ensaio de tracção, carga, etc.
- 3 - Análise de protecção corrosiva e limpeza da superfície
- 4 - Ensaio da espessura, etc.
- 5 - Ensaio de espessura da membrana seca, da membrana húmida e ensaio de adesão, etc.
- 6 - Ensaio por partículas magnéticas, líquidos penetrantes, ultra-sónico, radiográfico, etc.
- 7 - Ensaio de torção e tracção, etc.

**Frequência recomendada da inspecção:**

- $\alpha$  Recomenda-se a amostragem de 5% para os parafusos a cada zona de recepção (no mínimo 3 unidades)

**Critério de Aceitação:**

- i Consulte o artigo 86º do Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios [1]
- ii Consulte o artigo 87º do Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios [1]
- iii Consulte o artigo 90º do Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios [1]
- iv Consulte o artigo 89º do Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios [1]
- v Consulte o artigo 88º do Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios [1]
- vi Caso os resultados não cumpram os requisitos das especificações técnicas relativas, recomenda-se a amostragem de 5% para os parafusos a cada zona de recepção (no mínimo 3 unidades). Quanto aos parafusos não satisfatórios devem ser submetidas medidas de correcção e as devidas acções correctivas.

**4. Regulamentos citados / Documentos técnicos de referência**

- [1] 建築鋼結構規章，Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios，第 29/2001 號行政法規
- [2] ISO 9606, Qualification testing of welders
- [3] ISO 15614, Specification and qualification of welding procedures for metallic materials – welding procedure test
- [4] ASME IX, Welding and brazing qualifications
- [5] EN 10002, Metallic materials - Tensile testing
- [6] EN 10045, Metallic materials - Charpy impact test
- [7] ISO 898, Mechanical properties of fasteners
- [8] ISO 8501, Preparation of steel substrates before application of paints and related products -- Visual assessment of surface cleanliness
- [9] ISO 8503, Preparation of steel substrates before application of paints and related products -- Surface roughness characteristics of blast-cleaned steel substrates
- [10] ISO 8504, Preparation of steel substrates before application of paints and related products -- Surface preparation methods
- [11] ISO 1461, Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles -- Specifications and test methods
- [12] ISO 12944, Paints and varnishes -- Corrosion protection of steel structures by protective paint systems
- [13] ISO 2808, Paints and varnishes -- Determination of film thickness

- [14] ISO 19840, Paints and varnishes -- Corrosion protection of steel structures by protective paint systems -- Measurement of, and acceptance criteria for, the thickness of dry films on rough surfaces
- [15] ISO 4624, Paints and varnishes -- Pull-off test for adhesion
- [16] ISO 2409, Paints and varnishes -- Cross-cut test
- [17] EN 1011, Welding. Recommendations for welding of metallic materials
- [18] EN ISO 5817, Welding. Fusion-welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys (beam welding excluded). Quality levels for imperfections
- [19] EN 12062, Non-destructive examination of welds - General rules for metallic materials
- [20] EN 970, Non-destructive examination of fusion welds - Visual examination
- [21] EN 1290, Non-destructive examination of welds - Magnetic particle examination of welds
- [22] EN 1291, Non-destructive examination of welds - Magnetic particle testing of welds - Acceptance levels
- [23] EN 571, Non-destructive testing - Penetrant testing - Part 1: General principles
- [24] EN 1289, Non-destructive examination of welds - Penetrant testing of welds - Acceptance levels
- [25] EN 1714, Non-destructive examination of welds - Ultrasonic examination of welded joints
- [26] EN 1712, Non-destructive examination of welds - Ultrasonic examination of welded joints - Acceptance levels
- [27] EN 1435, Non-destructive examination of welds - Radiographic examination of welded joints
- [28] EN 12517, Non-destructive testing of welds - Part 1: Evaluation of welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys by radiography - Acceptance levels
- [29] AWS D1.1, Structural Welding Code – Steel
- [30] BS EN ISO 17637, Non-destructive testing of welds. Visual testing of fusion-welded joints
- [31] BS EN ISO 17638, Non-destructive testing of welds. Magnetic particle testing
- [32] BS EN ISO 3452-1, Non-destructive testing. Penetrant testing. General principles
- [33] BS EN ISO 17636-1, Non-destructive testing of welds. Radiographic testing. X- and gamma-ray techniques with film
- [34] BS EN ISO 23278:2015, Non-destructive testing of welds. Magnetic particle testing. Acceptance levels
- [35] BS EN ISO 23277, Non-destructive testing of welds. Penetrant testing. Acceptance levels
- [36] BS EN ISO 11666, Non-destructive testing of welds. Ultrasonic testing. Acceptance levels
- [37] BS EN ISO 10675-1, Non-destructive testing of welds. Acceptance levels for radiographic testing. Steel, nickel, titanium and their alloys
- [38] BS 5080-1, Structural fixings in concrete and masonry. Method of test for tensile loading
- [39] API 1104, Welding of pipeline and related facilities