



Avaliação Técnica Europeia

**ETA 18/1087
de 21.03.2018**



(Tradução para o português por ITeC. Versão original em inglês. Em caso de dúvida ou disputa, o único texto válido é o texto original)

Parte geral

Nome comercial do produto de construção	Biofire
Área do produto a que pertence	Revestimentos de argamassa para aplicações resistentes ao fogo.
Fabricante	TRIA – Serviços, Materiais e Equipamentos SA Parque Industrial Manuel Lourenço Ferreira 43 PT-3450-232 Mortágua (Viseu) Portugal
Unidade(s) de Fabrico	Em conformidade com o anexo N custodiado pelo ITeC.
A presente Avaliação Técnica Europeia contém:	51 páginas incluindo 7 anexos que fazem parte integral da presente avaliação e o Anexo N, que contém informação confidencial e não está incluído na versão pública da Avaliação Técnica Europeia.
A presente Avaliação Técnica Europeia é emitida em conformidade com o Regulamento (UE) 305/2011, com base no	Documento de Avaliação Europeia EAD 350140-00-1106.

Comentários gerais

As traduções da presente Avaliação Técnica Europeia em outros idiomas devem corresponder integralmente ao documento original emitido em inglês.

A comunicação da presente Avaliação Técnica Europeia, incluindo a transmissão via meios eletrónicos, deve ser feita na íntegra (excetuando o(s) Anexo(s) confidenciais).

Partes específicas da Avaliação Técnica Europeia

1 Descrição técnica do produto

O Biofire é um revestimento protetor contra o fogo à base de uma mistura húmida de aplicação em spray fabricado com agregados leves de vermiculita e perlita expandida. O ligante é incluído como parte da mistura seca no saco.

O revestimento considerado na presente ETA é aplicado conjuntamente com os componentes adicionais especificados nos Anexos - ETA, na opção 3, conforme descrito no âmbito da EAD 350140-00-1106.

As propriedades do revestimento aplicado, como faixa de espessura, densidade, valores de aderência, etc., estão descritas nos Anexos 2 a 7.

2 Especificação da(s) utilização(s) prevista(s) e conformidade com o EAD aplicável

O Biofire está destinado a utilizações de proteção contra o fogo, conforme descrito na Tabela 1, que também mostra as condições de utilização ambiental relacionadas.

Tabela 1: Categorias de utilização prevista relacionadas com o elemento protegido e com as condições ambientais.

Utilizações de proteção contra o fogo		Condições ambientais
Referência EAD 350140-00-1106	Elemento destinado a ser protegido	Referência EAD 350140-00-1106
Tipo 3	Elementos de betão de suporte de carga	Tipo Z ₂
Tipo 4	Elementos de aço de suporte de carga	Tipo Y
Tipo 5	Elementos compostos de chapa perfilada de betão plano de suporte de carga	Tipo Y
Tipo 7	Elementos de madeira suporte de carga	Tipo Z ₂
Tipo 9	Montagens de serviços técnicos em edifícios	Tipo Y
Tipo 10	Chão de suporte de carga de vigas de madeira e laje de betão	Tipo Z ₂

As categorias de utilização ambiental estão especificadas no EAD 350140-00-1106, secção 1.2.3:

- Tipo Y: condições semi-expostas, que incluem temperaturas inferiores a 0 °C, embora sem nenhuma exposição à chuva e exposição limitada a UV (os efeitos da exposição aos raios UV não foram avaliados). Esta categoria inclui o Tipo Z₁ e o Tipo Z₂.
- Tipo Z₁: condições internas com humidade igual ou superior a 85% HR, excluindo temperaturas inferiores a 0 °C. Esta categoria inclui o Tipo Z₂.
- Tipo Z₂: condições internas excluindo temperaturas inferiores a 0 °C, com um nível de humidade inferior a 85% HR.

As disposições estabelecidas na presente ETA baseiam-se numa vida útil do Biofire de pelo menos 25 anos, sempre e quando se cumpram as condições estabelecidas nas instruções do fabricante para respetiva instalação, utilização e manutenção. Estas disposições baseiam-se nos últimos conhecimentos e experiências disponíveis.

As indicações dadas relativamente à vida profissional não podem ser interpretadas como uma garantia dada pelo produtor ou pelo Organismo de Avaliação, devendo apenas ser consideradas como um meio para escolher o(s) produto(s) apropriado(s) no que diz respeito à vida útil economicamente razoável esperada pelos trabalhos.

3 Prestações do produto e referência para os métodos utilizados para respetiva avaliação

3.1 Prestações do produto

A avaliação do Biofire foi levada a cabo em conformidade com o EAD 350140-00-1106 *Revestimentos e kits de revestimento de argamassa para aplicações resistentes ao fogo (setembro 2017)*.

Tabela 2: Prestações de Biofire.

Produto: Biofire		Utilização prevista: Aplicações resistentes ao fogo
Requisito básico	Característica essencial	Prestação
RB 2 Segurança contra incêndio	Reação ao fogo	A1
	Resistência ao fogo	Consultar Anexos 2 a 7
Aspetos gerais relacionados com as prestações do produto	Durabilidade	Tipo Y, Z ₁ e Z ₂ . (ver 3.2.3)
	Resistência à corrosão das fixações	Sem corrosão
	Resistência à corrosão do substrato de aço induzida pelo revestimento	Sem corrosão
	Resistência ao impacto de corpos duros.	Em conformidade com EAD 350140-00-1106
	Adesão (força de adesão)	Ver 3.2.3 e Anexos 2 a 7

3.2 Métodos utilizados para avaliação

3.2.1 Reação ao fogo

A prestação do revestimento foi determinada em conformidade com a norma EN 13501-1 ¹.

3.2.2 Resistência ao fogo

A prestação de resistência ao fogo, classificada em conformidade com a EN 13501-2 ² e EN 13501-3 ³, foi determinada seguindo os métodos de teste e avaliações proporcionados nos Anexos 2 a 7.

3.2.3 Aspectos gerais relacionados com as prestações do produto

A durabilidade do revestimento foi avaliada em conformidade com o EAD 350140-00-1106, secção 2.2.12.1, no que diz respeito às suas respetivas utilizações previstas para proteção contra o fogo, conforme definido na Tabela 1, verificando:

- Resistência à deterioração causada por um elevado nível de humidade
- Resistência à deterioração causada pelo calor e frio
- Resistência à deterioração causada pelo congelamento e descongelamento

As imprimações de proteção contra a corrosão para utilização em elementos de aço de suporte de carga (Tipo 4) foram avaliadas como compatíveis, em conformidade com o EAD 350140-00-1106, secção 2.2.14.4, para as famílias de imprimações, conforme especificado na secção A.2.2.2 do Anexo 2, da presente ETA.

O revestimento também foi avaliado para aplicação direta no substrato de aço (sem imprimação) de acordo com o EAD 350140-00-1106, secção 2.2.14.4, mediante o teste de eficiência de isolamento.

A avaliação da corrosão do substrato de aço induzida pelo revestimento foi realizada de acordo com o EAD 350140-00-1106, secção 2.2.14.4 e Anexo B. O revestimento não apresenta efeito corrosivo nos substratos avaliados. Os resultados dos testes são proporcionados na Tabela 3.

Tabela 3: Resistência à corrosão induzida pelo revestimento.

Substrato	Condições do teste	Perda de massa
Aço nu	23 °C / H.R. ≤ 60 %	3,75 x 10 ⁻⁶ g/mm ²
	35 °C / 95 % H.R.	10 ⁻⁵ g/mm ²
Aço preparado	35 °C / 95 % H.R.	5,5 x 10 ⁻⁶ g/mm ²

¹ EN 13501-1 Classificação de reação ao fogo de produtos de construção e elementos de construção. Parte 1: Classificação usando dados resultantes dos testes de reação ao fogo implementados.

² EN 13501-2 Classificação de reação ao fogo de produtos de construção e elementos de construção. Parte 2: Classificação usando dados de testes de resistência ao fogo, excluindo os serviços de ventilação implementados.

³ EN 13501-3 Classificação de reação ao fogo de produtos de construção e elementos de construção. Parte 3: Classificação usando dados de testes de resistência ao fogo em produtos e elementos usados em instalações de serviços de construção: condutas resistentes ao fogo e válvulas de borboleta resistentes ao fogo.

No que diz respeito à resistência à corrosão das fixações, a malha de aço galvanizado expandida, conforme especificado nos Anexos 5, 6 e 7, é compatível com Biofire.

No que diz respeito à resistência a avarias funcionais por impacto de corpos duros (0,5 kg de esfera de aço), Biofire foi avaliado como resistente, em conformidade com o EAD 350140-00-1106, secção 2.2.6.1.

A adesão (força de adesão) foi determinada de acordo com o EAD 350140-00-1106, secção 2.2.7 e Acordo EGOLF EA05⁴. A adesão/coesão do revestimento depende da espessura instalada e da preparação do substrato. Os valores de orientação da força de adesão e as condições com as quais foram alcançados são proporcionados nos Anexos quando relevante.

A ETA é emitida para o Biofire com base nos dados/informações acordados, depositados no ITeC, que confirmam, em conformidade com o EAD 350140-00-1106, secção 2.3.2, que o produto sob avaliação está em conformidade com suas características declaradas.

4 Sistema aplicado para a avaliação e verificação da constância das prestações (AVCP), com referência à sua base jurídica

De acordo com a Decisão 1999/454/CE da Comissão Europeia, aplica o sistema de AVCP (ver Regulamento delegado da CE (UE) n.º 568/2014 que altera o Anexo V do Regulamento (UE) 305/2011) apresentado na seguinte tabela.

Tabela 4: Sistema AVCP.

Produto (s)	Utilização prevista:	Nível(eis) ou classe(s)	Sistema(s)
Produtos de proteção contra o fogo (incluindo revestimentos)	Para compartimentação de fogos e/ou proteção contra o fogo ou em termos de desempenho na resistência ao fogo	Qualquer	1

⁴ EGOLF EA 05 (SM 5) Teste de reação ao fogo. Método para a medição das propriedades ligantes de materiais de proteção contra o fogo aplicados a estruturas compostas de aço, betão e aço/betão.

5 Detalhes técnicos necessários para implementação do sistema AVCP, conforme previsto no EAD aplicável.

Todos os detalhes técnicos necessários para implementação do sistema AVCP estão estabelecidos no *Plano de Controlo* depositado no ITeC⁵, devendo o controlo de produção da fábrica estar de acordo com o mesmo. A tabela a seguir especifica os pilares do controlo de produção da fábrica.

Tabela 5: Plano do teste FPC para Biofire.

Produto	Controlo da propriedade	Frequência mínima
Mistura seca	Materiais de entrada	1 por lote fornecido
	Densidade a granel da mistura seca	5 vezes por dia ⁶ em intervalos regulares
Argamassa fresca	Densidade aparente	A por lote
	Consistência	A por lote
Revestimento endurecido	Densidade	1 por mês
	Adesão	1 por mês
	Eficiência do isolamento	1 por mês

Emitido em Barcelona, no dia 21 março de 2019
pelo Instituto de Tecnologia da Construção da Catalunha.



Ferran Bermejo Nualart
Diretor técnico, ITeC

⁵ O *Plano de Controlo* é uma parte confidencial da ETA, sendo apenas entregue ao organismo de certificação do produto notificado envolvido na avaliação e verificação da constância das prestações.

⁶ Um dia representa um período de tempo de 24 horas em que a produção é considerada “normal”.

ANEXO 1. Desempenho no que diz respeito à resistência ao fogo e disposições de instalação para as montagens relacionadas às utilizações previstas do Biofire

A.1.1 Visão geral em termos de desempenhos na resistência ao fogo para montagens protegidas com Biofire

As montagens de proteção contra o fogo da Tabela A.1.1 foram avaliadas dentro do âmbito da presente ETA.

Tabela A.1.1: Montagens de proteção contra o fogo.

Montagem avaliada no âmbito da presente ETA	Classificação	Teste padrões	Tipo de utilização prevista em conformidade com EAD 350140-00-1106	Detalhes da instalação
Elementos de aço de suporte de carga	EN 13501-2, Ver Anexo 2	ENV 13381-4	Tipo 4	Anexo 2
Elementos compostos de chapa perfilada de betão plano de suporte de carga	EN 13501-2, Ver Anexo 3	ENV 13381-5	Tipo 5	Anexo 3
Elementos de betão de suporte de carga	EN 13501-2, Ver Anexo 4	ENV 13381-3	Tipo 3	Anexo 4
Elementos de madeira suporte de carga	EN 13501-2, Ver Anexo 5	EN 1365-2	Tipo 7	Anexo 5
Montagens de serviços técnicos em edifícios	EN 13501-3, Ver Anexo 6	EN 1366-1	Tipo 9	Anexo 6
Chão de suporte de carga de vigas de madeira e laje de betão	EN 13501-2, Ver Anexo 7	EN 1365-2	Tipo 10	Anexo 7

A.1.2 Disposições de instalação e desenho relacionadas com as montagens protegidas com Biofire

A instalação do sistema deve ser realizada de acordo com as instruções do fabricante e as disposições constantes dos seguintes Anexos.

A.1.2.1 Ferramentas e equipamento

As máquinas típicas utilizadas para pulverizar Biofire são as adequadas para todas as argamassas secas prontas para bombeamento, que geralmente incluem um motor elétrico, funil de armazenamento, tubo de mistura cónico, bomba de água integrada, compressor e medidor de vazão para modificar a quantidade de água, entre outros. Uma máquina de pulverização típica é, por exemplo, a MP 25, fornecida pela Putzmeister.

A.1.2.2 Substrato

Antes da aplicação, o substrato deve ser inspecionado e preparado. As superfícies a serem pulverizadas devem estar limpas de óleo, graxa, imprimações, agentes de bloqueio ou de qualquer outra substância que possa prejudicar a adesão do produto. Se se detetar sujidade no substrato, recomendamos limpar o substrato borrifando água com uma mangueira.

Os cliques, ganchos, suportes, mangas e restantes acessórios do substrato podem ser colocados antes ou após a aplicação do Biofire. As condutas, tubagens, canais ou outros equipamentos suspensos podem ser instalados após a aplicação do Biofire, em cujo caso será requerida uma inspeção posterior do Biofire aplicado e, quando necessário, a reparação do revestimento. Ver os seguintes Anexos para especificações de substrato.

A.1.2.3 Condições ambientais durante a aplicação e construção

A temperatura do ar e do substrato deve ser superior a 0 °C durante a aplicação do revestimento e por um período mínimo de 24 horas após a aplicação. Em áreas abertas, a velocidade do vento não deve ser superior a 8 m/s. Quando a temperatura do ar for superior a 30 °C, será necessário pulverizar o revestimento com água cada 12 horas, durante as primeiras 48 horas.

Será necessário considerar um sistema de ventilação adequado para permitir que o produto seque após a pulverização. Em áreas fechadas com uma ventilação pouco adequada, pode ser necessário instalar um dispositivo de circulação de ar e de ventilação suficiente para obter uma renovação de ar pelo menos 4 vezes por hora. Durante o inverno, devem ser tomadas considerações especiais de acordo com as recomendações do fabricante. Dependendo da temperatura e da humidade relativa do local de trabalho, o Biofire deverá ser ajustado aproximadamente em 18 a 36 horas.

Como mostrado na secção 2, o produto está destinado a categorias de utilização ambiental Tipo Y, Z₁ e Z₂. Devem ser tomadas precauções especiais para a proteção temporária do revestimento exposto à intempérie durante a construção.

A.1.2.4 Verificações no local

A espessura deve ser medida em bastantes pontos para determinar a espessura média e mínima. A secção 2.3.4 do EAD 350140-00-1106 proporciona um método adequado para medição de espessura.

A densidade do revestimento endurecido deve ser medida dentro das tolerâncias especificadas no Anexo relevante.

A força de adesão do revestimento ao substrato deve ser testada no local, exceto no caso de montagens de acordo com o Anexo 5, nos quais se instala uma malha de reforço. Um método adequado é o Acordo EGOLF EA 05, que pode ser usado como base para os testes do local. A pessoa responsável pelos trabalhos deverá decidir sobre a adequação dos resultados dos testes ao local, tendo em conta os valores de referência indicados no Anexo relevante. Para respetiva aceitação, podem ser aplicadas as recomendações facilitadas no EAD 350140-00-1106, secção G.4, ou outros critérios existentes, sob a responsabilidade da pessoa responsável pelas obras.

A.1.2.5 Armazenamento

Os sacos de Biofire devem ser armazenados em local seco e bem ventilado até à sua respetiva utilização, bem protegidos e afastados de paredes húmidas ou de qualquer outra superfície molhada, a menos que a embalagem (palete) esteja devidamente protegida. Não armazenar os sacos em contacto direto com o chão. Biofire pode ser armazenado até 1 ano a partir da data de fabrico em condições secas. O material danificado por humidade (sacos abertos ou danificados) não deve ser usado.

A.1.2.6 Reparação

Os danos limitados do Biofire podem ser reparados. A área danificada deve ser cuidadosamente limpa com uma faca, cortador ou colher de pedreiro através de toda a espessura aplicada, até ao suporte. Deve ser cortada uma zona adicional de 250 mm ao redor da área danificada em ângulo reto. O pó e as partículas geradas por esta operação devem ser cuidadosamente eliminados. O Biofire deve ser pulverizado de maneira a que a abertura fique completamente preenchida e a superfície da área reparada fique nivelada com o Biofire circundante. O revestimento deve ser pulverizado com água após a aplicação do Biofire.

ANEXO 2. Especificação e avaliação da proteção contra o fogo de elementos de aço de suporte de carga protegidos por Biofire (utilização prevista Tipo 4)

A.2.1 Classificação

A montagem descrita neste Anexo foi testada de acordo com a ENV 13381-4 e classificada em conformidade com a EN 13501-2.

A duração máxima da exposição à curva de temperatura normalizada definida na norma EN 1363-1, 5.1.1, é de 140 min, dependendo do fator de secção do elemento de aço que suporta a carga e da espessura do Biofire.

A avaliação da espessura exigida do Biofire na temperatura de projeto, na faixa de 350 °C a 600 °C, em função do fator de secção e do tempo de exposição, é proporcionada na secção A.2.3.

A.2.2 Requisitos de instalação

A instalação do sistema deve ser realizada de acordo com as disposições em A.1.2.

A.2.2.1 Estrutura de suporte

O Biofire foi aplicado em substratos de aço com uma imprimação protetora contra a corrosão C-THERM.

A estrutura de suporte está composta por elementos de aço de suporte de carga com as seguintes características:

- As secções de vigas ou colunas em forma de 'H' ou 'I' com fatores de secção (A_m / V) entre 65 m⁻¹ e 295 m⁻¹.
- Classes de aço em conformidade com a ENV 13381-4.
- Exposição ao fogo em três lados e quatro lados para vigas e colunas.

As especificações para os componentes são fornecidas na Tabela A.2.1.

Tabela A.2.1: Especificações para os componentes.

Elemento	Identificação	Características	Montagem e fixação
Secções de aço de suporte de carga	Classe de aço de acordo com a EN 10025 com as restrições facilitadas na ENV 13381-4	Fator de secção de	Secções de aço limpas por jateamento para ISO 8501-1 SA2½ ou equivalente.
		65 ⁽¹⁾ m ⁻¹ a 295 m ⁻¹	A superfície deve estar vazia, limpa, seca e sem pó.
		Secções I / H	Substratos de aço revestidos com imprimação alquídica anticorrosiva.
		Secções ocas ⁽²⁾	

⁽¹⁾ Um elemento de aço com fator de secção de ≤ 65 m⁻¹ deve ser protegido com a espessura de Biofire determinada para o elemento de aço com fator de secção igual a 65 m⁻¹.

⁽²⁾ Secções diferentes das secções I/H, em conformidade com Anexo B do ENV 13381-4.

A.2.2.2 Superfície dos elementos de aço

Antes da aplicação de Biofire, os elementos de aço devem ser revestidos com uma imprimação alquídica protetora contra a corrosão (por exemplo, C-THERM). Outras possíveis imprimações avaliadas como compatíveis com o revestimento são:

- Imprimação alquídica
- Imprimação epóxi de dois componentes
- Imprimação epóxi rica em zinco (contém aproximadamente 85% em peso de pó metálico de zinco)
- Imprimação de silicato de zinco

Não foi aplicada nenhuma imprimação ligante antes da aplicação do Biofire.

A.2.2.3 Revestimento de proteção contra o fogo

O Biofire é aplicado nos lados aparentes do elemento de aço a ser protegido, seguindo sua forma.

O Biofire deve ser aplicado de maneira contínua com uma máquina de pulverização. Durante a aplicação, a espessura do material protetor deve ser regularmente controlada com uma pinça. Qualquer parte do elemento estrutural exposto ao fogo deve ser coberta com Biofire na espessura exigida. Após a pulverização, o Biofire deve ser suavizado para homogeneizar a espessura.

Não se devem aceitar fissuras de linha fina do revestimento seco.

As especificações para os componentes são fornecidas na Tabela A.2.2.

Tabela A.2.2: Especificações para os componentes.

Elemento	Identificação	Características	Montagem e fixação
Revestimento	Biofire	Espessura: de 10 a 63 mm, em conformidade com as regras de avaliação	Para uma aplicação de espessura mínima, pulverizar uma única camada.
		Densidade: 870 kg/m ³ ± 15 %	Para uma aplicação de espessura média, pulverizar duas camadas.
			Para uma aplicação de espessura máxima, pulverizar três camadas.

A.2.2.4 Propriedades ligantes do Biofire em elementos de aço

A avaliação das propriedades ligantes do produto Biofire, quando aplicado em placas de aço com imprimação, foi realizada de acordo com o procedimento EGOLF SM5.

Os valores indicados são representativos da falha coesiva através da espessura aplicada do produto de proteção pulverizado Biofire. Os valores indicados são valores de orientação, não refletindo uma avaliação estatística nem valores mínimos garantidos.

Tabela A.2.3: Resistência à tração elástica em chapas de aço.

Superfície	Espessura do Biofire	Força de ligação à tração média	Modo de falha
Placas de aço com imprimação de acordo com EGOLF SM5	10 mm	0,15 MPa	Falha coesiva
	50 mm	0,12 MPa	

A.2.3 Avaliação em termos do desempenho na resistência ao fogo do Biofire em estruturas de aço

A avaliação do desempenho de proteção contra o fogo do Biofire, quando aplicado em estruturas de aço, foi realizada em conformidade com a ENV 13381-4, Anexo H, Análise de Regressão Numérica.

A avaliação da resistência ao fogo das secções I/H foi facilitada nas tabelas A.2.4 a A.2.9.

A avaliação da resistência ao fogo das secções ocas é facilitada nas tabelas A.2.10 a A.2.15, calculada de acordo com o Anexo B do ENV 13381-4.

Tabela A.2.4: Resistência ao fogo das secções I/H para temperatura de projeto do aço de 350 °C.

Fator secção A_m/V (m ⁻¹)	Classificação de resistência ao fogo							
	R15	R30	R45	R60	R90	R120	R180	R240
	Espessura mínima (mm) para uma temperatura de projeto de 350 °C							
65	10	10	10	13	18	24	25	47
70	10	10	10	13	19	25	37	48
75	10	10	11	14	20	26	38	50
80	10	10	11	14	20	26	39	51
85	10	10	11	14	21	27	40	53
90	10	10	11	15	21	28	41	54
95	10	10	12	15	22	28	42	55
100	10	10	12	15	22	29	42	56
105	10	10	12	15	22	29	43	57
110	10	10	12	16	23	30	44	58
115	10	10	12	16	23	30	44	59
120	10	10	13	16	23	31	45	60
125	10	10	13	16	24	31	46	60
130	10	10	13	17	24	31	46	61
135	10	10	13	17	24	32	47	62
140	10	10	13	17	25	32	47	62
145	10	10	13	17	25	32	48	63
150	10	10	13	17	25	33	48	-
155	10	10	14	17	25	33	49	-
160	10	10	14	18	25	33	49	-
165	10	10	14	18	26	34	49	-
170	10	10	14	18	26	34	50	-
175	10	10	14	18	26	34	50	-
180	10	10	14	18	26	34	50	-
185	10	10	14	18	26	35	51	-
190	10	10	14	18	27	35	51	-
195	10	10	14	18	27	35	51	-
200	10	10	14	19	27	35	52	-
205	10	10	14	19	27	35	52	-
210	10	10	15	19	27	35	52	-
215	10	10	15	19	27	36	53	-
220	10	10	15	19	27	36	53	-
225	10	11	15	19	28	36	53	-
230	10	11	15	19	28	36	53	-
235	10	11	15	19	28	36	53	-
240	10	11	15	19	28	36	54	-
245	10	11	15	19	28	37	54	-
250	10	11	15	19	28	37	54	-
255	10	11	15	19	28	37	54	-
260	10	11	15	20	28	37	54	-
265	10	11	15	20	28	37	55	-
270	10	11	15	20	28	37	55	-
275	10	11	15	20	29	37	55	-
280	10	11	15	20	29	37	55	-
285	10	11	15	20	29	38	55	-
290	10	11	15	20	29	38	55	-
295	10	11	16	20	29	38	55	-

Tabela A.2.5: Resistência ao fogo das secções I/H para temperatura de projeto do aço de 400 °C.

Fator secção A_m/V (m ⁻¹)	Classificação de resistência ao fogo							
	R15	R30	R45	R60	R90	R120	R180	R240
	Espessura mínima (mm) para uma temperatura de projeto de 400 °C							
65	10	10	10	11	16	22	32	43
70	10	10	10	11	17	22	34	45
75	10	10	10	12	18	23	35	46
80	10	10	10	12	18	24	36	47
85	10	10	10	13	19	25	37	49
90	10	10	10	13	19	25	37	50
95	10	10	10	13	20	26	38	51
100	10	10	10	14	20	26	39	52
105	10	10	11	14	20	27	40	53
110	10	10	11	14	21	27	40	54
115	10	10	11	14	21	28	41	54
120	10	10	11	15	21	28	42	55
125	10	10	11	15	22	29	42	56
130	10	10	12	15	22	29	43	57
135	10	10	12	15	22	29	43	57
140	10	10	12	15	22	30	44	58
145	10	10	12	16	23	30	44	59
150	10	10	12	16	23	30	45	59
155	10	10	12	16	23	31	45	60
160	10	10	12	16	23	31	46	60
165	10	10	12	16	24	31	46	61
170	10	10	13	16	24	31	46	61
175	10	10	13	16	24	32	47	62
180	10	10	13	17	24	32	47	62
185	10	10	13	17	24	32	47	63
190	10	10	13	17	25	32	48	63
195	10	10	13	17	25	32	48	63
200	10	10	13	17	25	33	48	-
205	10	10	13	17	25	33	48	-
210	10	10	13	17	25	33	49	-
215	10	10	13	17	25	33	49	-
220	10	10	13	17	25	33	49	-
225	10	10	14	18	25	33	49	-
230	10	10	14	18	26	34	50	-
235	10	10	14	18	26	34	50	-
240	10	10	14	18	26	34	50	-
245	10	10	14	18	26	34	50	-
250	10	10	14	18	26	34	51	-
255	10	10	14	18	26	34	51	-
260	10	10	14	18	26	34	51	-
265	10	10	14	18	26	35	51	-
270	10	10	14	18	26	35	51	-
275	10	10	14	18	27	35	51	-
280	10	10	14	18	27	35	52	-
285	10	10	14	18	27	35	52	-
290	10	10	14	18	27	35	52	-
295	10	10	14	18	27	35	52	-

Tabela A.2.6: Resistência ao fogo das secções I/H para temperatura de projeto do aço de 450 °C.

Fator secção A_m/V (m ⁻¹)	Classificação de resistência ao fogo							
	R15	R30	R45	R60	R90	R120	R180	R240
	Espessura mínima (mm) para uma temperatura de projeto de 450 °C							
65	10	10	10	10	14	19	29	39
70	10	10	10	10	15	20	30	41
75	10	10	10	10	16	21	31	42
80	10	10	10	11	16	22	32	43
85	10	10	10	11	17	22	33	45
90	10	10	10	11	17	23	34	46
95	10	10	10	12	17	23	35	47
100	10	10	10	12	18	24	36	48
105	10	10	10	12	18	24	36	49
110	10	10	10	12	19	25	37	49
115	10	10	10	13	19	25	38	50
120	10	10	10	13	19	26	38	51
125	10	10	10	13	20	26	39	52
130	10	10	10	13	20	26	39	52
135	10	10	10	14	20	27	40	53
140	10	10	10	14	20	27	40	54
145	10	10	11	14	21	27	41	54
150	10	10	11	14	21	28	41	55
155	10	10	11	14	21	28	42	55
160	10	10	11	14	21	28	42	56
165	10	10	11	15	22	29	42	56
170	10	10	11	15	22	29	43	57
175	10	10	11	15	22	29	43	57
180	10	10	11	15	22	29	43	58
185	10	10	12	15	22	29	44	58
190	10	10	12	15	22	30	44	58
195	10	10	12	15	23	30	44	59
200	10	10	12	15	23	30	45	59
205	10	10	12	16	23	30	45	60
210	10	10	12	16	23	30	45	60
215	10	10	12	16	23	31	45	60
220	10	10	12	16	23	31	46	60
225	10	10	12	16	23	31	46	61
230	10	10	12	16	24	31	46	61
235	10	10	12	16	24	31	46	61
240	10	10	12	16	24	31	46	62
245	10	10	13	16	24	32	47	62
250	10	10	13	16	24	32	47	62
255	10	10	13	16	24	32	47	62
260	10	10	13	17	24	32	47	63
265	10	10	13	17	24	32	47	63
270	10	10	13	17	24	32	48	63
275	10	10	13	17	25	32	48	63
280	10	10	13	17	25	32	48	63
285	10	10	13	17	25	32	48	-
290	10	10	13	17	25	33	48	-
295	10	10	13	17	25	33	48	-

Tabela A.2.7: Resistência ao fogo das secções I/H para temperatura de projeto do aço de 500 °C.

Fator secção A_m/V (m ⁻¹)	Classificação de resistência ao fogo							
	R15	R30	R45	R60	R90	R120	R180	R240
	Espessura mínima (mm) para uma temperatura de projeto de 500 °C							
65	10	10	10	10	13	18	27	37
70	10	10	10	10	14	19	28	38
75	10	10	10	10	14	19	30	40
80	10	10	10	10	15	20	31	41
85	10	10	10	10	15	21	31	42
90	10	10	10	10	16	21	32	43
95	10	10	10	11	16	22	33	44
100	10	10	10	11	17	22	34	45
105	10	10	10	11	17	23	35	46
110	10	10	10	11	17	23	35	47
115	10	10	10	12	18	24	36	48
120	10	10	10	12	18	24	36	49
125	10	10	10	12	18	25	37	49
130	10	10	10	12	19	25	38	50
135	10	10	10	13	19	25	38	51
140	10	10	10	13	19	26	38	51
145	10	10	10	13	19	26	39	52
150	10	10	10	13	20	26	39	52
155	10	10	10	13	20	27	40	53
160	10	10	10	13	20	27	40	54
165	10	10	10	14	20	27	41	54
170	10	10	10	14	21	27	41	54
175	10	10	11	14	21	28	41	55
180	10	10	11	14	21	28	42	55
185	10	10	11	14	21	28	42	56
190	10	10	11	14	21	28	42	56
195	10	10	11	14	21	28	42	56
200	10	10	11	15	22	29	43	57
205	10	10	11	15	22	29	43	57
210	10	10	11	15	22	29	43	58
215	10	10	11	15	22	29	44	58
220	10	10	11	15	22	29	44	58
225	10	10	11	15	22	30	44	58
230	10	10	12	15	22	30	44	59
235	10	10	12	15	23	30	44	59
240	10	10	12	15	23	30	45	59
245	10	10	12	15	23	30	45	60
250	10	10	12	16	23	30	45	60
255	10	10	12	16	23	30	45	60
260	10	10	12	16	23	31	45	60
265	10	10	12	16	23	31	46	61
270	10	10	12	16	23	31	46	61
275	10	10	12	16	23	31	46	61
280	10	10	12	16	23	31	46	61
285	10	10	12	16	24	31	46	61
290	10	10	12	16	24	31	46	62
295	10	10	12	16	24	31	47	62

Tabela A.2.8: Resistência ao fogo das secções I/H para temperatura de projeto do aço de 550 °C.

Fator secção A_m/V (m ⁻¹)	Classificação de resistência ao fogo							
	R15	R30	R45	R60	R90	R120	R180	R240
	Espessura mínima (mm) para uma temperatura de projeto de 550 °C							
65	10	10	10	10	12	17	26	36
70	10	10	10	10	13	18	27	37
75	10	10	10	10	13	18	28	38
80	10	10	10	10	14	19	29	40
85	10	10	10	10	14	20	30	41
90	10	10	10	10	15	20	31	42
95	10	10	10	10	15	21	32	43
100	10	10	10	10	16	21	33	44
105	10	10	10	10	16	22	33	45
110	10	10	10	11	17	22	34	46
115	10	10	10	11	17	23	35	47
120	10	10	10	11	17	23	35	47
125	10	10	10	11	18	24	36	48
130	10	10	10	12	18	24	36	49
135	10	10	10	12	18	24	37	50
140	10	10	10	12	18	25	37	50
145	10	10	10	12	19	25	38	51
150	10	10	10	12	19	25	38	51
155	10	10	10	13	19	26	39	52
160	10	10	10	13	19	26	39	52
165	10	10	10	13	20	26	40	53
170	10	10	10	13	20	27	40	53
175	10	10	10	13	20	27	40	54
180	10	10	10	13	20	27	41	54
185	10	10	10	14	20	27	41	55
190	10	10	10	14	21	27	41	55
195	10	10	10	14	21	28	42	55
200	10	10	10	14	21	28	42	56
205	10	10	11	14	21	28	42	56
210	10	10	11	14	21	28	42	56
215	10	10	11	14	21	28	43	57
220	10	10	11	14	22	29	43	57
225	10	10	11	15	22	29	43	57
230	10	10	11	15	22	29	43	58
235	10	10	11	15	22	29	44	58
240	10	10	11	15	22	29	44	58
245	10	10	11	15	22	29	44	59
250	10	10	11	15	22	30	44	59
255	10	10	11	15	22	30	44	59
260	10	10	11	15	22	30	45	59
265	10	10	12	15	23	30	45	59
270	10	10	12	15	23	30	45	60
275	10	10	12	15	23	30	45	60
280	10	10	12	15	23	30	45	60
285	10	10	12	15	23	30	45	60
290	10	10	12	16	23	31	46	61
295	10	10	12	16	23	31	46	61

Tabela A.2.9: Resistência ao fogo das secções I/H para temperatura de projeto do aço de 600 °C.

Fator secção A_m/V (m ⁻¹)	Classificação de resistência ao fogo							
	R15	R30	R45	R60	R90	R120	R180	R240
	Espessura mínima (mm) para uma temperatura de projeto de 600 °C							
65	10	10	10	10	11	16	25	34
70	10	10	10	10	12	16	26	36
75	10	10	10	10	12	17	27	37
80	10	10	10	10	13	18	28	38
85	10	10	10	10	13	19	29	40
90	10	10	10	10	14	19	30	41
95	10	10	10	10	14	20	31	42
100	10	10	10	10	15	20	32	43
105	10	10	10	10	15	21	32	44
110	10	10	10	10	16	21	33	45
115	10	10	10	10	16	22	34	45
120	10	10	10	10	16	22	34	46
125	10	10	10	11	17	23	35	47
130	10	10	10	11	17	23	35	48
135	10	10	10	11	17	24	36	48
140	10	10	10	11	18	24	36	49
145	10	10	10	12	18	24	37	50
150	10	10	10	12	18	25	37	50
155	10	10	10	12	18	25	38	51
160	10	10	10	12	19	25	38	51
165	10	10	10	12	19	25	39	52
170	10	10	10	12	19	26	39	52
175	10	10	10	13	19	26	39	53
180	10	10	10	13	20	26	40	53
185	10	10	10	13	20	26	40	53
190	10	10	10	13	20	27	40	54
195	10	10	10	13	20	27	41	54
200	10	10	10	13	20	27	41	56
205	10	10	10	13	20	27	41	56
210	10	10	10	14	21	27	41	55
215	10	10	10	14	21	28	42	56
220	10	10	10	14	21	28	42	56
225	10	10	10	14	21	28	42	56
230	10	10	10	14	21	28	42	57
235	10	10	11	14	21	28	43	57
240	10	10	11	14	21	29	43	57
245	10	10	11	14	21	29	43	57
250	10	10	11	14	22	29	43	58
255	10	10	11	14	22	29	43	58
260	10	10	11	15	22	29	44	58
265	10	10	11	15	22	29	44	58
270	10	10	11	15	22	29	44	59
275	10	10	11	15	22	29	44	59
280	10	10	11	15	22	30	44	59
285	10	10	11	15	22	30	44	59
290	10	10	11	15	22	30	45	59
295	10	10	11	15	23	30	45	60

Tabela A.2.10: Resistência ao fogo das secções ocas para temperatura de projeto do aço de 350 °C.

Fator secção A_m/V (m ⁻¹)	Classificação de resistência ao fogo							
	R15	R30	R45	R60	R90	R120	R180	R240
	Espessura mínima (mm) para uma temperatura de projeto de 350 °C							
65	11	11	11	14	19	26	27	50
70	11	11	11	14	20	27	40	51
75	11	11	12	15	22	28	41	54
80	11	11	12	15	22	28	42	55
85	11	11	12	15	23	29	43	58
90	11	11	12	16	23	31	45	59
95	11	11	13	16	24	31	46	60
100	11	11	13	17	24	32	46	62
105	11	11	13	17	24	32	48	63
110	11	11	13	18	26	33	49	-
115	11	11	13	18	26	33	49	-
120	11	11	15	18	26	35	50	-
125	11	11	15	18	27	35	52	-
130	11	11	15	19	27	35	52	-
135	11	11	15	19	27	36	53	-
140	11	11	15	19	29	36	54	-
145	11	11	15	19	29	37	55	-
150	12	12	15	20	29	38	55	-
155	12	12	16	20	29	38	57	-
160	12	12	16	21	29	38	57	-
165	12	12	16	21	30	40	57	-
170	12	12	16	21	30	40	59	-
175	12	12	16	21	31	40	59	-
180	12	12	17	21	31	40	59	-
185	12	12	17	21	31	41	60	-
190	12	12	17	21	32	42	61	-
195	12	12	17	22	32	42	61	-
200	12	12	17	23	32	42	62	-
205	12	12	17	23	33	42	63	-
210	12	12	18	23	33	42	63	-
215	12	12	18	23	33	44	-	-
220	12	12	18	23	33	44	-	-
225	12	13	18	23	34	44	-	-
230	12	14	18	23	34	44	-	-
235	12	14	19	23	35	44	-	-
240	12	14	19	24	35	45	-	-
245	12	14	19	24	35	46	-	-
250	13	14	19	24	35	46	-	-
255	13	14	19	24	35	46	-	-
260	13	14	19	25	35	46	-	-
265	13	14	19	25	35	46	-	-
270	13	14	19	25	35	46	-	-
275	13	14	19	25	36	46	-	-
280	13	14	19	25	36	46	-	-
285	13	14	19	25	36	48	-	-
290	13	14	19	25	36	48	-	-
295	13	14	20	25	36	48	-	-

Tabela A.2.11: Resistência ao fogo das secções ocas para temperatura de projeto do aço de 400 °C.

Fator secção A_m/V (m ⁻¹)	Classificação de resistência ao fogo							
	R15	R30	R45	R60	R90	R120	R180	R240
	Espessura mínima (mm) para uma temperatura de projeto de 400 °C							
65	11	11	11	12	17	23	34	46
70	11	11	11	12	18	24	36	48
75	11	11	11	13	19	25	38	49
80	11	11	11	13	19	26	39	51
85	11	11	11	14	21	27	40	53
90	11	11	11	14	21	27	40	55
95	11	11	11	14	22	28	42	56
100	11	11	11	15	22	29	43	57
105	11	11	12	15	22	30	44	59
110	11	11	12	16	23	30	44	60
115	11	11	12	16	23	31	46	60
120	11	11	12	17	24	31	47	62
125	11	11	12	17	25	33	47	63
130	11	11	14	17	25	33	49	-
135	11	11	14	17	25	33	49	-
140	11	11	14	17	25	34	50	-
145	11	11	14	18	26	34	50	-
150	12	12	14	18	26	35	52	-
155	12	12	14	18	27	36	52	-
160	12	12	14	19	27	36	53	-
165	12	12	14	19	28	36	54	-
170	12	12	15	19	28	36	54	-
175	12	12	15	19	28	38	55	-
180	12	12	15	20	28	38	55	-
185	12	12	15	20	28	38	56	-
190	12	12	15	20	30	38	57	-
195	12	12	16	20	30	38	57	-
200	12	12	16	20	30	40	58	-
205	12	12	16	20	30	40	58	-
210	12	12	16	21	30	40	59	-
215	12	12	16	21	30	40	60	-
220	12	12	16	21	31	40	60	-
225	12	12	17	22	31	40	60	-
230	12	12	17	22	32	42	62	-
235	12	12	17	22	32	42	62	-
240	12	12	17	22	32	42	62	-
245	12	12	17	22	32	42	62	-
250	13	13	18	23	33	43	-	-
255	13	13	18	23	33	43	-	-
260	13	13	18	23	33	43	-	-
265	13	13	18	23	33	44	-	-
270	13	13	18	23	33	44	-	-
275	13	13	18	23	34	44	-	-
280	13	13	18	23	34	44	-	-
285	13	13	18	23	34	44	-	-
290	13	13	18	23	34	44	-	-
295	13	13	18	23	34	44	-	-

Tabela A.2.12: Resistência ao fogo das secções ocas para temperatura de projeto do aço de 450 °C.

Fator secção A_m/V (m ⁻¹)	Classificação de resistência ao fogo							
	R15	R30	R45	R60	R90	R120	R180	R240
	Espessura mínima (mm) para uma temperatura de projeto de 450 °C							
65	11	11	11	11	15	20	31	42
70	11	11	11	11	16	21	32	44
75	11	11	11	11	17	23	33	45
80	11	11	11	12	17	24	35	46
85	11	11	11	12	18	24	36	49
90	11	11	11	12	19	25	37	50
95	11	11	11	13	19	25	38	51
100	11	11	11	13	20	26	40	53
105	11	11	11	13	20	27	40	54
110	11	11	11	13	21	28	41	54
115	11	11	11	14	21	28	42	56
120	11	11	11	15	21	29	43	57
125	11	11	11	15	23	29	44	59
130	11	11	11	15	23	29	44	59
135	11	11	11	16	23	31	45	60
140	11	11	11	16	23	31	46	62
145	11	11	13	16	24	31	47	62
150	12	12	13	16	24	32	47	63
155	12	12	13	16	24	32	49	-
160	12	12	13	16	24	32	49	-
165	12	12	13	17	26	34	49	-
170	12	12	13	18	26	34	50	-
175	12	12	13	18	26	34	51	-
180	12	12	13	18	26	34	51	-
185	12	12	14	18	26	34	52	-
190	12	12	14	18	26	36	52	-
195	12	12	14	18	27	36	53	-
200	12	12	14	18	28	36	54	-
205	12	12	14	19	28	36	54	-
210	12	12	15	19	28	36	54	-
215	12	12	15	19	28	38	55	-
220	12	12	15	20	28	38	56	-
225	12	12	15	20	28	38	56	-
230	12	12	15	20	30	38	57	-
235	12	12	15	20	30	38	57	-
240	12	12	15	20	30	38	57	-
245	12	12	16	20	30	40	59	-
250	13	13	16	20	30	40	59	-
255	13	13	16	20	30	40	59	-
260	13	13	16	21	30	40	59	-
265	13	13	16	21	30	40	59	-
270	13	13	16	21	30	40	60	-
275	13	13	16	21	31	40	60	-
280	13	13	16	21	31	40	60	-
285	13	13	16	21	31	40	60	-
290	13	13	16	21	31	41	60	-
295	13	13	16	21	31	41	60	-

Tabela A.2.13: Resistência ao fogo das secções ocas para temperatura de projeto do aço de 500 °C.

Fator secção A_m/V (m ⁻¹)	Classificação de resistência ao fogo							
	R15	R30	R45	R60	R90	R120	R180	R240
	Espessura mínima (mm) para uma temperatura de projeto de 500 °C							
65	11	11	11	11	14	19	29	39
70	11	11	11	11	15	20	30	41
75	11	11	11	11	15	20	32	43
80	11	11	11	11	16	22	33	44
85	11	11	11	11	16	23	34	46
90	11	11	11	11	17	23	35	47
95	11	11	11	12	18	24	36	48
100	11	11	11	12	19	24	37	50
105	11	11	11	12	19	25	39	51
110	11	11	11	12	19	26	39	52
115	11	11	11	13	20	27	40	54
120	11	11	11	13	20	27	40	55
125	11	11	11	14	20	28	42	55
130	11	11	11	14	21	28	43	57
135	11	11	11	15	22	28	43	58
140	11	11	11	15	22	30	43	58
145	11	11	11	15	22	30	45	60
150	12	12	12	15	23	30	45	60
155	12	12	12	15	23	31	46	61
160	12	12	12	15	23	31	46	63
165	12	12	12	16	23	31	48	63
170	12	12	12	16	25	32	48	63
175	12	12	13	16	25	33	48	-
180	12	12	13	17	25	33	50	-
185	12	12	13	17	25	33	50	-
190	12	12	13	17	25	33	50	-
195	12	12	13	17	25	33	50	-
200	12	12	13	18	26	35	52	-
205	12	12	13	18	27	35	52	-
210	12	12	13	18	27	35	52	-
215	12	12	13	18	27	35	53	-
220	12	12	13	18	27	35	54	-
225	12	12	13	18	27	37	54	-
230	12	12	15	18	27	37	54	-
235	12	12	15	19	28	37	54	-
240	12	12	15	19	29	37	56	-
245	12	12	15	19	29	37	56	-
250	13	13	15	20	29	38	56	-
255	13	13	15	20	29	38	56	-
260	13	13	15	20	29	39	56	-
265	13	13	15	20	29	39	58	-
270	13	13	15	20	29	39	58	-
275	13	13	15	20	29	39	58	-
280	13	13	15	20	29	39	58	-
285	13	13	15	20	30	39	58	-
290	13	13	15	20	30	39	58	-
295	13	13	15	20	30	39	59	-

Tabela A.2.14: Resistência ao fogo das secções ocas para temperatura de projeto do aço de 550 °C.

Fator secção A_m/V (m ⁻¹)	Classificação de resistência ao fogo							
	R15	R30	R45	R60	R90	R120	R180	R240
	Espessura mínima (mm) para uma temperatura de projeto de 550 °C							
65	11	11	11	11	13	18	28	38
70	11	11	11	11	14	19	29	40
75	11	11	11	11	14	19	30	41
80	11	11	11	11	15	21	31	43
85	11	11	11	11	15	22	33	44
90	11	11	11	11	16	22	34	46
95	11	11	11	11	16	23	35	47
100	11	11	11	11	18	23	36	48
105	11	11	11	11	18	24	36	50
110	11	11	11	12	19	24	38	51
115	11	11	11	12	19	26	39	52
120	11	11	11	12	19	26	39	53
125	11	11	11	12	20	27	41	54
130	11	11	11	14	20	27	41	55
135	11	11	11	14	20	27	42	57
140	11	11	11	14	21	29	42	57
145	11	11	11	14	22	29	44	58
150	12	12	12	14	22	29	44	59
155	12	12	12	15	22	30	45	60
160	12	12	12	15	22	30	45	60
165	12	12	12	15	23	30	47	62
170	12	12	12	15	23	32	47	62
175	12	12	12	15	24	32	47	63
180	12	12	12	15	24	32	48	-
185	12	12	12	17	24	32	49	-
190	12	12	12	17	25	32	49	-
195	12	12	12	17	25	33	50	-
200	12	12	12	17	25	34	50	-
205	12	12	13	17	25	34	51	-
210	12	12	13	17	25	34	51	-
215	12	12	13	17	26	34	52	-
220	12	12	13	17	27	35	52	-
225	12	12	13	18	27	36	53	-
230	12	12	14	18	27	36	53	-
235	12	12	14	19	27	36	54	-
240	12	12	14	19	27	36	55	-
245	12	12	14	19	27	36	55	-
250	13	13	14	19	28	38	55	-
255	13	13	14	19	28	38	55	-
260	13	13	14	19	28	38	56	-
265	13	13	15	19	29	38	56	-
270	13	13	15	19	29	38	56	-
275	13	13	15	19	29	38	56	-
280	13	13	15	19	29	38	56	-
285	13	13	15	19	29	38	56	-
290	13	13	15	20	29	39	58	-
295	13	13	15	20	29	39	58	-

Tabela A.2.15: Resistência ao fogo das secções ocas para temperatura de projeto do aço de 600 °C.

Fator secção A_m/V (m ⁻¹)	Classificação de resistência ao fogo							
	R15	R30	R45	R60	R90	R120	R180	R240
	Espessura mínima (mm) para uma temperatura de projeto de 600 °C							
65	11	11	11	11	12	17	27	36
70	11	11	11	11	13	17	28	39
75	11	11	11	11	13	18	29	40
80	11	11	11	11	14	19	30	41
85	11	11	11	11	14	21	31	43
90	11	11	11	11	15	21	33	45
95	11	11	11	11	15	22	34	46
100	11	11	11	11	17	22	35	47
105	11	11	11	11	17	23	35	49
110	11	11	11	11	18	23	37	50
115	11	11	11	11	18	25	38	50
120	11	11	11	11	18	25	38	52
125	11	11	11	12	19	26	39	53
130	11	11	11	12	19	26	40	54
135	11	11	11	12	19	27	41	54
140	11	11	11	13	21	27	41	56
145	11	11	11	14	21	27	42	57
150	12	12	12	14	21	29	43	58
155	12	12	12	14	21	29	44	59
160	12	12	12	14	22	29	44	59
165	12	12	12	14	22	29	45	61
170	12	12	12	14	22	30	46	61
175	12	12	12	15	22	31	46	62
180	12	12	12	15	24	31	47	63
185	12	12	12	15	24	31	47	63
190	12	12	12	15	24	32	48	-
195	12	12	12	16	24	32	49	-
200	12	12	12	16	24	32	49	-
205	12	12	12	16	24	33	49	-
210	12	12	12	17	25	33	50	-
215	12	12	12	17	26	34	51	-
220	12	12	12	17	26	34	51	-
225	12	12	12	17	26	34	51	-
230	12	12	12	17	26	34	52	-
235	12	12	14	17	26	35	53	-
240	12	12	14	17	26	36	53	-
245	12	12	14	17	26	36	54	-
250	13	13	14	18	28	36	54	-
255	13	13	14	18	28	36	54	-
260	13	13	14	19	28	36	55	-
265	13	13	14	19	28	36	55	-
270	13	13	14	19	28	36	55	-
275	13	13	14	19	28	36	55	-
280	13	13	14	19	28	38	55	-
285	13	13	14	19	28	38	55	-
290	13	13	14	19	28	38	56	-
295	13	13	14	19	29	38	56	-

ANEXO 3. Especificação e avaliação da proteção contra fogo de elementos de betão/chapas de aço de suporte de carga protegidos por Biofire (utilização prevista Tipo 5)

A.3.1 Classificação

As montagens descritas neste Anexo foram testadas e avaliadas de acordo com a ENV 13381-5 e classificadas em conformidade com a EN 13501-2.

A duração máxima da exposição à curva de temperatura normalizada definida na norma EN 1363-1, cláusula 5.1.1, é de 169 minutos.

A avaliação da espessura exigida de Biofire em função do tipo de chapa de aço perfilada e o tempo de exposição, para a temperatura da chapa de aço característica subir para 350 °C, a espessura equivalente do betão e o desempenho do isolamento, são proporcionados na seção A.3.3.

A.3.2 Requisitos de instalação

A instalação do sistema deve ser realizada de acordo com as disposições em A.1.2.

A.3.2.1 Estrutura de suporte

O Biofire é aplicado diretamente em chapas de aço perfiladas de placas compostas fundidas com betão de peso normal.

O tipo de chapa de aço a ser protegida é trapezoidal.

O substrato deve ser rígido, estar sem deformações ou vibrações excessivas antes da aplicação do Biofire. A deflexão do meio de extensão do deck não deve ser maior que L/250.

As especificações para os componentes são fornecidas na Tabela A.3.1.

Tabela A.3.1: Especificações dos componentes.

Componente	Identificação	Características	Montagem e fixação
Chapa de aço galvanizada perfilada trapezoidal	Ver a figura A.3.1.	Espessura $\geq 1,0$ mm Largura das nervuras ≤ 181 mm Profundidade das nervuras ≤ 90 mm Aço S320GD com Z275 galvanizado	A superfície deve estar vazia e limpa, sem pó, óleo e graxa.
Betão	Classe de resistência de betão 25 N/mm ² Agregados silicosos	Betão com a mesma classe de resistência ou melhor. Densidade: 2240 kg/m ³ \pm 15 %.	O betão pode ou não conter barras de reforço adicionais para fins de suporte de carga. Sem agente de liberação.

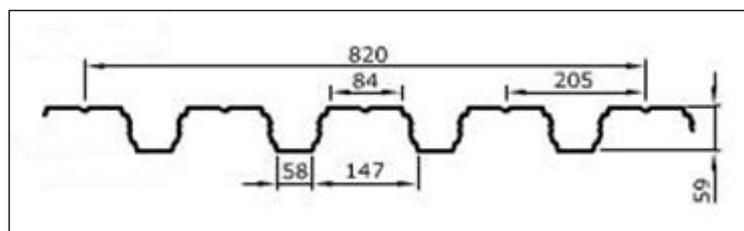


Figura A.3.1: Geometria da chapa de aço galvanizado perfilada trapezoidal testada.

A.3.2.2 Superfície dos elementos de aço

Não é necessária nenhuma preparação preliminar específica das chapas de aço perfiladas a serem protegidas pelo Biofire. No entanto, devem estar vazias e limpas, sem pó, óleo e graxa (deve-se ser prestar atenção ao fato de que as chapas de aço são normalmente fornecidas cobertas com uma camada protetora de graxa).

Não se deve aplicar nenhuma imprimação ligante antes da aplicação do Biofire.

A.3.2.3 Revestimento de proteção contra o fogo

O Biofire deve ser aplicado no lado aparente da chapa de aço perfilada a ser protegida, seguindo sua ondulação, para exposição ao fogo do lado de aço da placa mista.

O Biofire deve ser pulverizado de modo a criar uma camada de espessura regular para alcançar a espessura requerida de acordo com o presente Anexo. Durante a aplicação, a espessura do material protetor deve ser regularmente controlada com uma pinça.

Não se devem aceitar fissuras de linha fina no revestimento seco.

As especificações para os componentes são fornecidas na Tabela A.3.2.

Tabela A.3.2: Especificações do revestimento para o teste de resistência ao fogo.

Componente	Identificação	Características	Montagem e fixação
Revestimento	Biofire aplicado em chapa de aço perfilada trapezoidal	<p>Espessura de 13,1 mm a 26,3 mm, em conformidade com as regras de avaliação</p> <p>Densidade endurecida: $863 \pm 15 \%$ kg/m³</p>	<p>O revestimento deve ser mantido por terminar após a aplicação.</p> <p>Revestimento de aplicação em spray com:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sem agentes ligantes - Sem acabamentos ou camadas de selante - Sem fixações mecânicas - Sem aditivos fora da mistura seca

A.3.2.4 Propriedades ligantes do Biofire em elementos de chapa de aço/betão

A avaliação das propriedades ligantes do Biofire, quando aplicado em chapas de aço perfiladas trapezoidais de placas mistas fundidas com betão de peso normal, foi realizada em conformidade com o procedimento EGOLF SM5.

Os valores indicados são representativos da falha coesiva/adésiva através da espessura aplicada do produto de proteção pulverizado Biofire. Os valores indicados são valores de orientação, não refletindo uma avaliação estatística nem valores mínimos garantidos

Tabela A.3.3: Força ligante de tração em chapas de aço perfiladas de lajes de betão compósito.

Superfície	Espessura do Biofire	Força de ligação à tração média	Modo de falha
Chapa de aço galvanizada perfilada trapezoidal	13 mm	0,10 MPa	Falha coesiva/adésiva
	23 mm	0,09 MPa	

Foram retiradas amostras da área plana das nervuras (ver figura A.3.2).

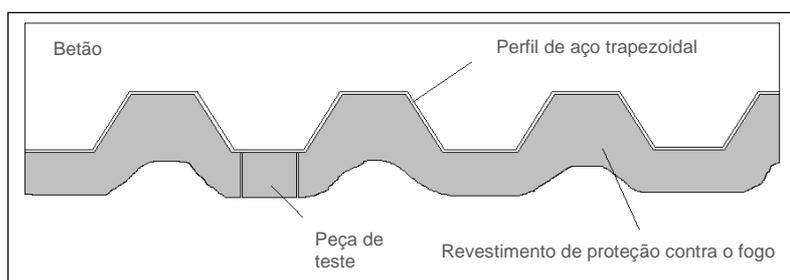


Figura A.3.2: Amostra de teste.

A.3.3 Avaliação em termos de desempenho na resistência ao fogo do Biofire em elementos de chapa de aço perfilada/composta de betão

A.3.3.1 Geral

O método de avaliação usado para avaliar em termos de desempenhos de proteção contra o fogo do Biofire quando aplicado sobre elementos compostos de chapa de aço/betão está em conformidade com a ENV 13381-5.

A.3.3.2 Temperatura da chapa de aço perfilada

O tempo para atingir 350 °C nas chapas de aço perfiladas foi determinado de acordo com as provisões da norma ENV 13381-5, secção 13.2, proporcionadas na Tabela A.3.4 para espessura mínima e máxima e dentro da faixa de espessura na figura A.3.3.

Tabela A.3.4: Tempo para atingir 350 °C.

Descrição	Espessura do Biofire (mm)	Tempo para atingir 350 °C (minutos)
Chapa de aço galvanizada perfilada trapezoidal	13,1	62
	26,3	134

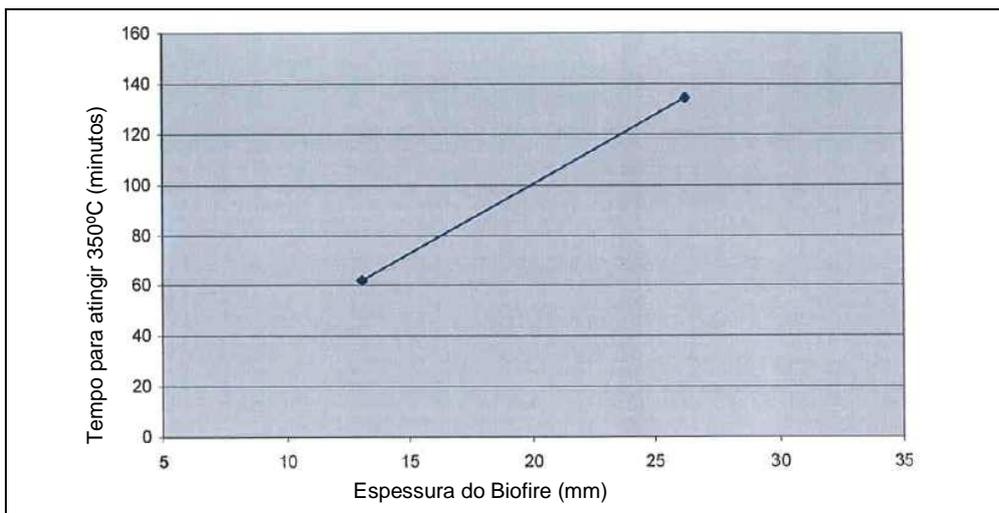


Figura A.3.3: Tempo para atingir 350 °C nas chapas de aço perfiladas.

A.3.3.3 Espessura equivalente do betão

A espessura efetiva H_{eff} , a espessura efetiva equivalente H_e e a espessura equivalente do betão H_{eq} induzidas pelo material de proteção Biofire aplicado em chapas de aço perfiladas trapezoidais foram determinadas em conformidade com as disposições da norma ENV 13381-5, secção 13.3, sendo proporcionadas na Tabela A.3.5.

Tabela A.3.5. Espessura equivalente do betão.

Elemento	Espessura do Biofire (mm)	H_{eff} (mm)	H_e (mm)	H_{eq} (mm)	Tempo limite para aplicação (min)
Chapa de aço galvanizada perfilada trapezoidal	13,1	81,2	100	19	88
	26,3	86,2	143	57	169

A espessura equivalente de H_{eq} de betão e o tempo limite para aplicabilidade em função da espessura do Biofire são proporcionados na figura A.3.4 e A.3.5, respetivamente.

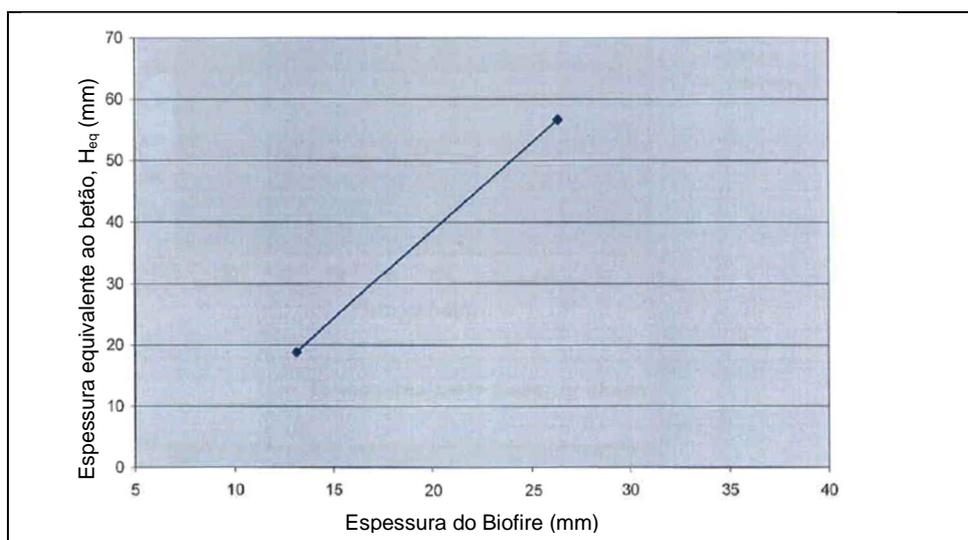


Figura A.3.4: Espessura equivalente (H_{eq}) contra a espessura de Biofire para uma temperatura máxima de 500 °C da chapa de aço

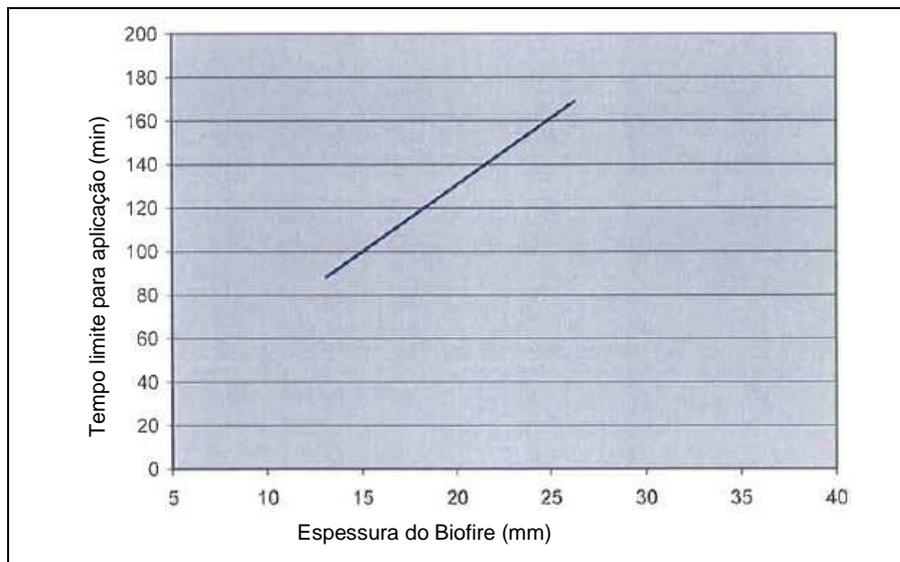


Figura A.3.5: Tempo limite para aplicação.

A.3.3.4 Desempenho do isolamento

A função de separação dos elementos compostos de chapa de aço/betão protegidos com Biofire foi mantida durante o teste em conformidade com os critérios estabelecidos na EN 1363-1.

A.3.3.5 Desempenho de aderência

O tempo para o qual a aderência do material de proteção Biofire aplicado nas chapas de aço perfiladas trapezoidais está assegurado foi determinado em conformidade com as provisões da norma ENV 13381-5, secção 13.4, sendo proporcionado na tabela A.3.6. No entanto, o descolamento significativo do revestimento de proteção foi observado para a espessura máxima após o teste.

Tabela A.3.6: Aderência do Biofire.

Descrição	Espessura do Biofire (mm)	Aderência do Biofire (min)
Chapa de aço galvanizada perfilada trapezoidal	13,1	88
	26,3	169

ANEXO 4. Especificação e avaliação da proteção contra fogo dos elementos de betão de suporte de carga protegidos por Biofire (utilização prevista Tipo 3)

A.4.1 Vigas e colunas de betão de suporte de carga

A.4.1.1 Classificação

As montagens descritas neste Anexo foram testadas e avaliadas de acordo com a ENV 13381-3 e classificadas em conformidade com a EN 13501-2.

A duração máxima da exposição à curva de temperatura normalizada definida na norma EN 1363-1, cláusula 5.1.1, é de 240 minutos para a espessura máxima aplicada do Biofire.

A espessura equivalente do betão e o desempenho do isolamento são proporcionados na secção A.4.1.3.

A.4.1.2 Requisitos de instalação

A instalação do sistema deve ser realizada de acordo com as disposições em A.1.2.

A.4.1.2.1 Estrutura de suporte

O Biofire é aplicável a vigas e colunas de betão expostas ao fogo em mais de um lado (3 e 4 lados), tanto na orientação horizontal como na vertical.

Não se deve aplicar nenhuma imprimação ligante antes da aplicação do Biofire.

As especificações para os componentes são fornecidas na Tabela A.4.1.

Tabela A.4.1: Especificações dos componentes.

Componente	Identificação	Características	Montagem e fixação
Viga e coluna de betão de suporte de carga	Classe de resistência de betão 25 N/mm ² Agregados silicosos	Betão com a mesma classe de resistência ou melhor. Densidade: 2275 kg/m ³ ± 12,5% Largura da viga ≤ 150 mm	Sem agente de liberação. Superfície livre de óleo, graxa, pó, etc.

A.4.1.2.2 Revestimento de proteção contra o fogo

O Biofire é aplicado nos lados aparentes dos elementos de betão a serem protegidos, seguindo sua forma. O Biofire deve ser pulverizado de modo a criar uma camada de espessura regular para alcançar a espessura requerida de acordo com o presente Anexo. Durante a aplicação, a espessura do material protetor deve ser regularmente controlada com uma pinça.

Não se devem aceitar fissuras de linha fina no revestimento seco.

As especificações para os componentes são fornecidas na Tabela A.4.2.

Tabela A.4.2: Especificações do revestimento para o teste de resistência ao fogo.

Componente	Identificação	Características	Montagem e fixação
Revestimento	Biofire aplicado em vigas de betão	<p>Espessura: 9,7 mm a 22,7 mm</p> <p>Densidade endurecida: 926 kg/m³ ± 12,5%</p>	<p>O revestimento deve ser mantido por terminar após a aplicação.</p> <p>Revestimento de aplicação em spray com:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sem imprimações ligantes - Sem acabamentos ou camadas de selante - Sem fixações mecânicas - Sem aditivos fora da mistura seca

A.4.1.2.3 Propriedades ligantes do Biofire em elementos de betão

A avaliação das propriedades ligantes do produto Biofire, quando aplicado em estruturas de betão, foi realizada de acordo com o procedimento EGOLF SM5.

Os valores indicados são representativos da falha coesiva/adesiva através da espessura aplicada do produto de proteção pulverizado Biofire. Os valores indicados são valores de orientação, não refletindo uma avaliação estatística nem valores mínimos garantidos

Tabela A.4.3: Força ligante de tração em substratos fundidos com betão de peso normal.

Superfície	Espessura do Biofire	Força de ligação à tração média	Modo de falha
Substrato de betão em conformidade com a EGOLF SM5	10 mm	0,10 MPa	Falha adesiva
	22,7 mm	0,14 MPa	Falha coesiva

A.4.1.3 Avaliação em termos do desempenho na resistência ao fogo do Biofire em vigas e colunas de betão

A.4.1.3.1 Geral

O método de avaliação usado para avaliar em termos de desempenhos de proteção contra o fogo do Biofire quando aplicado sobre elementos de betão está em conformidade com a ENV 13381-3.

A.4.1.3.2 Proteção de vigas e colunas de betão de secção mínima 150 mm x 150 mm

A eficiência do isolamento do material de proteção, quando aplicado em vigas ou colunas de betão de secção mínima de 150 mm x 150 mm, é determinada em função de:

- A espessura do material protetor aplicado (mm).
- A temperatura normalizada do betão estar compreendida entre [150, 550] (°C) ao longo de um eixo vertical, horizontal e diagonal.
- A duração da exposição térmica ao abrigo da curva de temperatura normalizada, conforme definido na norma EN 1363-1, secção 5.1.1:

Tabela A.4.4: Proteção com a espessura aplicável de 22,7 mm.

Tempo (minutos)	Temperaturas dentro do betão (°C)								
	150	200	250	300	350	400	450	500	550
Profundidade de betão (mm)									
Ao longo de um eixo vertical									
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	11	-	-	-	-	-	-	-	-
90	60	30	7	-	-	-	-	-	-
120	91	65	43	23	6	-	-	-	-
150	128	89	69	51	33	16	3	-	-
180	-	122	94	74	57	39	23	9	1
210	-	-	125	100	80	61	43	27	12
240	-	-	-	130	107	86	67	47	29
Ao longo de um eixo horizontal									
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
90	14	-	-	-	-	-	-	-	-
120	50	9	-	-	-	-	-	-	-
150	74	36	5	-	-	-	-	-	-
180	-	68	37	9	-	-	-	-	-
210	-	-	72	44	17	1	-	-	-
240	-	-	-	-	50	23	6	-	-
Ao longo de um eixo diagonal									
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
90	65	40	-	-	-	-	-	-	-
120	90	69	50	33	-	-	-	-	-
150	119	89	71	56	42	-	-	-	-
180	-	114	92	76	62	48	33	-	-
210	-	-	117	97	81	66	51	37	-
240	-	-	-	-	103	86	70	55	40

Tabela A.4.5: Proteção com a espessura aplicável de 9,7 mm.

Tempo (minutos)	Temperaturas dentro do betão (°C)								
	150	200	250	300	350	400	450	500	550
Profundidade de betão (mm)									
Ao longo de um eixo vertical									
30	13	7	1	-	-	-	-	-	-
60	63	49	36	22	12	5	-	-	-
90	140	75	66	57	49	40	31	22	16
Ao longo de um eixo horizontal									
30	16	12	8	4	-	-	-	-	-
60	30	18	16	14	12	10	8	6	3
90	-	65	51	38	25	19	16	14	12
Ao longo de um eixo diagonal									
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	75	60	45	-	-	-	-	-	-
90	-	106	91	76	65	54	43	-	-

A.4.1.3.3 Espessura equivalente do betão

A espessura equivalente do betão induzida pelo material de proteção Biofire é determinada em conformidade com os requisitos do Anexo C da norma ENV 13381-3, sendo proporcionada na Tabela A.4.6.

Tabela A.4.6. Espessura equivalente do betão (mm).

Componente	Espessura do Biofire (mm)	Duração em minutos					
		30	60	90	120	180	240
Vigas e colunas de betão de suporte de carga	9,7	38	36	30	-	-	-
	22,7	44	60	60	61	57	56

A espessura equivalente do betão H_{eq} em função da espessura do Biofire é proporcionada nas figuras A.4.1, A.4.2 e A.4.3 para uma duração de 30, 60 e 90 minutos, respetivamente.

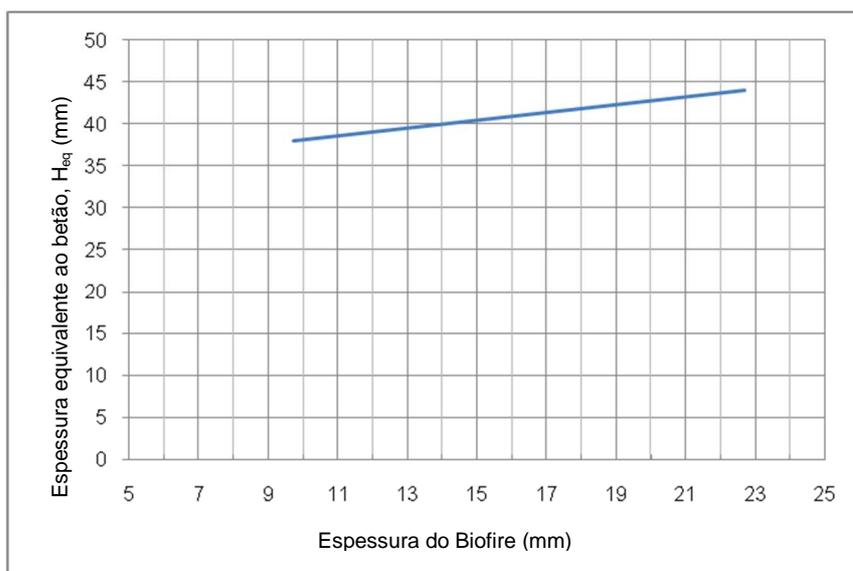


Figura A.4.1: Espessura equivalente do betão (30 minutos).

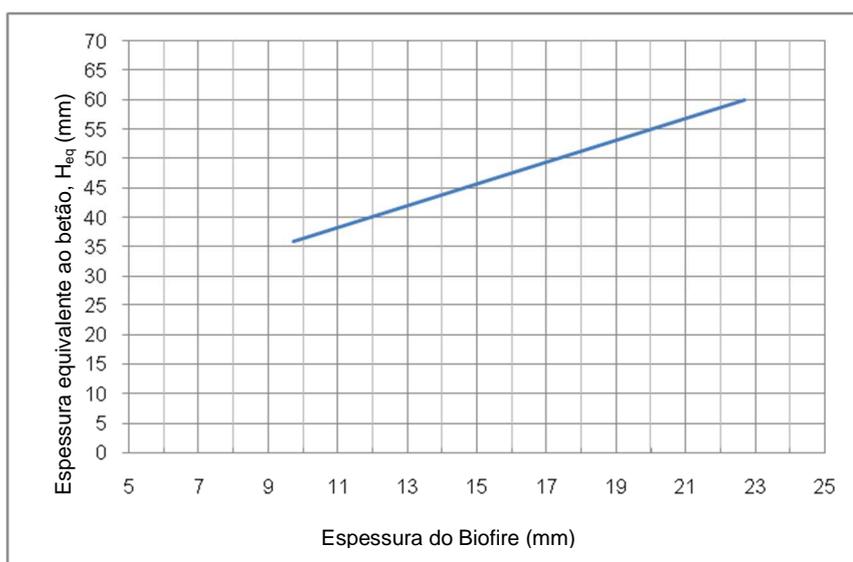


Figura A.4.2: Espessura equivalente do betão (60 minutos).

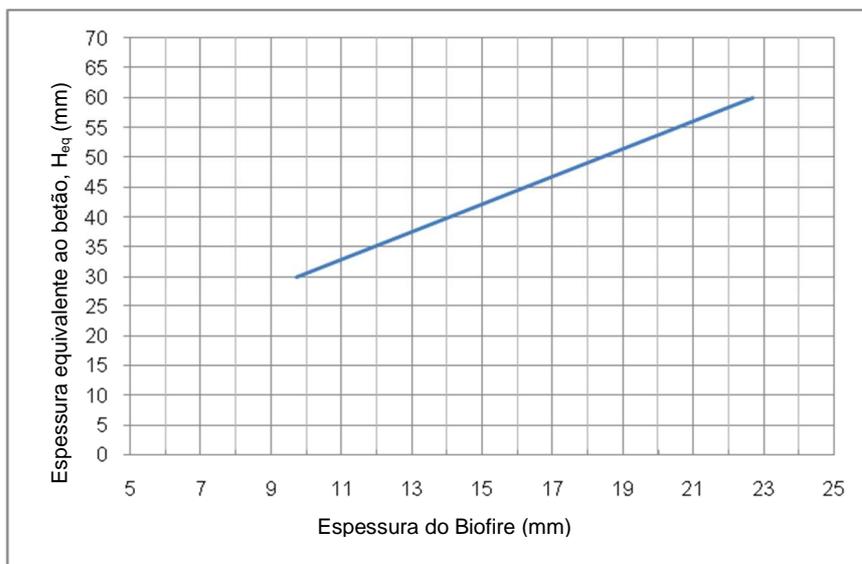


Figura A.4.3: Espessura equivalente do betão (90 minutos).

A.4.1.3.4 Desempenho do isolamento

A temperatura média dos termopares colocados no lado superior da laje de betão protegida com 22,7 mm superou a temperatura inicial em 140 °C, no minuto 202. Os critérios de isolamento foram mantidos para a viga de betão protegida com 9,7 mm ao longo da duração do teste, ou seja, 97 minutos, tempo em que a viga colapsou.

A.4.1.3.5 Desempenho de aderência

A aderência do Biofire quando aplicado em estruturas de betão é determinada de acordo com os requisitos do parágrafo 13.5 do ENV 13381-3.

Critérios de aderência para viga com 9,7 mm de Biofire:

Entre o 47º e o 73º minuto, a temperatura máxima registada na superfície exposta do betão foi mais de 50% acima do valor médio de todas as temperaturas registadas na superfície exposta do betão.

Destacamento significativo de proteção: 29 min.

Critérios de aderência para viga com 22,7 mm de Biofire:

Entre o 99º e o 194º minuto, a temperatura máxima registada na superfície exposta do betão foi mais de 50% acima do valor médio de todas as temperaturas registadas na superfície exposta do betão.

Destacamento significativo de proteção: 240 min (sem falhas).

A.4.2 Lajes ou paredes de betão de suporte de carga

A.4.2.1 Classificação

As montagens descritas neste Anexo foram testadas e avaliadas de acordo com a ENV 13381-3 e classificadas em conformidade com a EN 13501-2.

A duração máxima da exposição à curva de temperatura-tempo normalizada definida na norma EN 1363-1, cláusula 5.1.1, é de 180 minutos para a espessura máxima aplicada de Biofire.

A espessura equivalente do betão e o desempenho do isolamento são proporcionados na secção A.4.2.3.

A.4.2.2 Requisitos de instalação

A instalação do sistema deve ser realizada de acordo com as disposições em A.1.2.

A.4.2.2.1 Estrutura de suporte

O Biofire é aplicável a lajes e paredes de betão expostas ao fogo em mais de um lado, tanto em orientação horizontal como vertical.

As especificações para os componentes são fornecidas na Tabela A.4.7.

Tabela A.4.7: Especificações dos componentes.

Componente	Identificação	Características	Montagem e fixação
Laje ou parede de betão de suporte de carga	Classe de resistência de betão 25 N/mm ² Agregados silicosos	Betão com a mesma classe de resistência ou melhor. Densidade: 2,300 kg/m ³ ± 15 %. Espessura da laje ≥ 120 mm	Sem agente de liberação. Superfície livre de óleo, graxa, pó, etc.

A.4.2.2.2 Imprimação ligante

A imprimação ligante Pyrocola é aplicada antes da aplicação do Biofire.

Tabela A.4.8: Especificações dos componentes.

Componente	Identificação	Características	Montagem e fixação
Pyrocola	Componente único à base de água e de resina acrílica	Densidade: 1,04 g/l Quantidade aplicada: ca. 110 g/m ²	Aplicado diretamente na superfície com pincel ou rolo.

A.4.2.2.3 Revestimento de proteção contra o fogo

O Biofire é aplicado na estrutura de betão revestida com Pyrocola, aproximadamente 4 horas após a aplicação da resina quando estiver pegajosa, numa camada de espessura regular para alcançar a espessura solicitada de acordo com o presente anexo. Durante a aplicação, a espessura do material protetor deve ser regularmente controlada com uma pinça.

Não se devem aceitar fissuras de linha fina no revestimento seco.

As especificações para os componentes são fornecidas na Tabela A.4.9.

Tabela A.4.9. Especificações do revestimento para o teste de resistência ao fogo.

Componente	Identificação	Características	Montagem e fixação
Revestimento	Biofire aplicado em uma laje de betão	Espessura: 10 mm Densidade endurecida: 951 kg/m ³ ± 15 %	O revestimento deve ser mantido por terminar após a aplicação. Revestimento de aplicação em spray com: - Sem acabamentos ou camadas de selante - Sem fixações mecânicas - Sem aditivos fora da mistura seca

A.4.2.2.4 Propriedades ligantes do Biofire em lajes e paredes de betão

A avaliação das propriedades ligantes do produto Biofire, quando aplicado em estruturas de betão preparadas com Pyrocola, foi realizada de acordo com o procedimento EGOLF SM5.

Os valores indicados são representativos da falha coesiva através da espessura aplicada do produto de proteção pulverizado Biofire. Os valores indicados são valores de orientação, não refletindo uma avaliação estatística nem valores mínimos garantidos.

Tabela A.4.10. Força ligante à tração em substratos de betão preparados com Pyrocola.

Superfície	Espessura do Biofire	Força de ligação à tração média	Modo de falha
Substrato de betão em conformidade com a EGOLF SM5	10 mm	0,25 MPa	Falha coesiva

A.4.2.3 Avaliação em termos do desempenho na resistência ao fogo do Biofire em lajes e paredes de betão

A.4.2.3.1 Geral

O método de avaliação usado para avaliar em termos de desempenhos de proteção contra o fogo do Biofire quando aplicado sobre elementos de betão está em conformidade com a ENV 13381-3.

A.4.2.3.2 Proteção de lajes e paredes de betão de secção mínima 120 mm

A eficiência do isolamento do material de proteção quando aplicado em lajes de betão e paredes de espessura mínima de 120 mm é determinada em função de:

- A espessura do material protetor aplicado (mm).
- A temperatura padrão do betão estar entre [300, 650] (°C).
- A duração da exposição térmica ao abrigo da curva de temperatura normalizada, conforme definido na norma EN 1363-1, secção 5.1.1.

Tabela A.4.11. Proteção com espessura aplicada de 10 mm. Profundidade de temperaturas limitantes dentro do betão (mm).

Tempo (minutos)	Temperatura de projeto (°C)							
	300	350	400	450	500	550	600	650
30	-	-	-	-	-	-	-	-
60	34	27	19	14	13	11	9	7
90	52	46	41	35	30	19	14	12
120	63	57	51	45	40	35	29	18
180	-	74	67	59	53	48	42	36

A.4.2.3.3 Espessura equivalente do betão

A espessura equivalente do betão induzida pelo material de proteção Biofire é determinada em conformidade com os requisitos do Anexo C da norma ENV 13381-3, sendo proporcionada na tabela A.4.12.

Tabela A.4.12. Espessura equivalente do betão (mm).

Componente	Espessura do Biofire (mm)	Duração em minutos					
		30	60	90	120	180	240
Lajes ou paredes de betão de suporte de carga	10	30	15	13	12	11	-

A.4.2.3.4 Desempenho do isolamento

A temperatura média dos termopares colocados no lado superior da laje de betão superou a temperatura inicial em 140 °C, no minuto 167.

A temperatura máxima dos termopares colocados no lado superior da laje de betão superou a temperatura inicial em 180 °C, no minuto 171.

A.4.2.3.5 Desempenho de aderência

A aderência do Biofire quando aplicado em lajes de betão é determinada de acordo com os requisitos do parágrafo 13.5 do ENV 13381-3.

Entre o minuto 34 e o minuto 40, a temperatura máxima registada na superfície exposta do betão estava mais de 50% acima do valor médio de todas as temperaturas registadas na superfície exposta do betão.

Destacamento significativo de proteção: minuto 33 (sem falhas).

ANEXO 5 Especificação e avaliação da proteção contra fogo dos elementos de madeira de suporte de carga protegidos por Biofire (utilização prevista Tipo 7)

A.5.1 Pavimento de madeira de suporte de carga

A.5.1.1 Classificação

A montagem descrita no presente Anexo foi testada e avaliada em conformidade com a EN 1365-2:1999 e classificada em conformidade com a EN 13501-2. O método de teste e a resistência à avaliação em termos de fogo estão em conformidade com os requisitos da EN 1365-2:2014.

A.5.1.2 Requisitos de instalação

A instalação do sistema deve ser realizada de acordo com as disposições em A.1.2.

A.5.1.2.1 Estrutura de suporte

A estrutura de suporte é uma montagem de pavimento de madeira composta por vigas de madeira e um pavimento de tábuas de madeira. As vigas são colocadas em paralelo em centros e placas de no máximo 600 mm instaladas na parte superior, com as juntas unidas umas às outras (juntas perpendicularmente às vigas) e fixadas nas vigas com parafusos de 60 mm de comprimento em centros de no máximo 200 mm (viga coincidente com uma tábua longitudinal, a junta é fixada com 2 linhas de parafusos, uma em cada lado da junta). Além disso, devem ser usados 2 parafusos de 20 mm de comprimento para fixar as tábuas nas juntas transversais entre as tábuas. Ver a Tabela A.5.1 para especificação de componentes e a Figura A.5.1 para detalhes.

A capacidade máxima de carga do pavimento corresponde a uma carga máxima por viga de 1700 N por metro linear uniformemente distribuída ao longo de uma extensão máxima de 4000 mm.

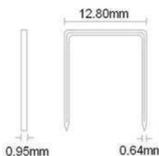
Foi fixada uma malha metálica nervurada expandida ao lado inferior das vigas de madeira com parafusos de 35 mm de comprimento, colocados nas nervuras principais da malha, no máximo 200 mm ao longo das vigas e reforçada com uma linha de grampos cada 2 cm. As nervuras da malha estão situadas perpendicularmente às vigas. As folhas devem ser colocadas com uma sobreposição de pelo menos 200 mm na direção das nervuras e encaixadas na última nervura na direção das vigas.

A resistência à tração das fixações mecânicas foi determinada em conformidade com o EAD 350140-00-1106, secção 2.2.5.1: 2298 N para os parafusos de 35 mm de comprimento e 93 N para os grampos/agrafos. Os valores indicados são valores de orientação, não refletindo uma avaliação estatística.

Tabela A.5.1: Especificação dos componentes da estrutura de suporte.

Componente	Identificação	Características	Montagem e fixação
Tábuas de madeira para pavimentos	Colagem fenólica de três camadas para painéis de madeira de pinheiro	Espessura ≥ 22 mm Densidade: 650 kg/m ³	Aparafusado nas vigas de madeira. Juntas de casquilho reforçadas com parafusos de 20 mm.
Vigas de madeira de suporte de carga	Abeto, madeira macia	Altura ≥ 220 mm Largura ≥ 75 mm Densidade: 470 kg/m ³ Força flexural ≥ 10 MPa	Instalado em paralelo em centros de ≤ 600 mm.

Tabela A.5.1: Especificação dos componentes da estrutura de suporte.

Componente	Identificação	Características	Montagem e fixação
Fixações	Parafusos auto-roscentes de aço bicromato	Comprimento ≥ 60 mm Diâmetro ≥ 4 mm	Fixação de tábuas nas vigas em centros de ≤ 200 mm ao longo das vigas.
		Comprimento ≥ 20 mm Diâmetro ≥ 4 mm	Fixação de tábuas nas juntas transversais.
Fixações de malha	Parafusos auto-roscentes de aço fosfatado	Comprimento ≥ 35 mm Diâmetro $\geq 3,5$ mm	Fixação da malha metálica no lado inferior das vigas em centros de ≤ 200 mm.
	Grampos de arame de aço	Altura ≥ 14 mm 	Fixação da malha metálica no lado inferior das vigas cada ≤ 2 cm.
Malha metálica nervurada expandida	Aço galvanizado Z275 GZ200 (2500 x 600) mm	Força: 38/43 kg/mm ² (373/421 MPa) Peso: 1,14 kg/m ² Espessura: 0,5 mm Abertura do comprimento 25 mm Abertura da largura: 6 mm	Fixado com parafusos e grampos no lado inferior das vigas de madeira ao longo da sua direção.

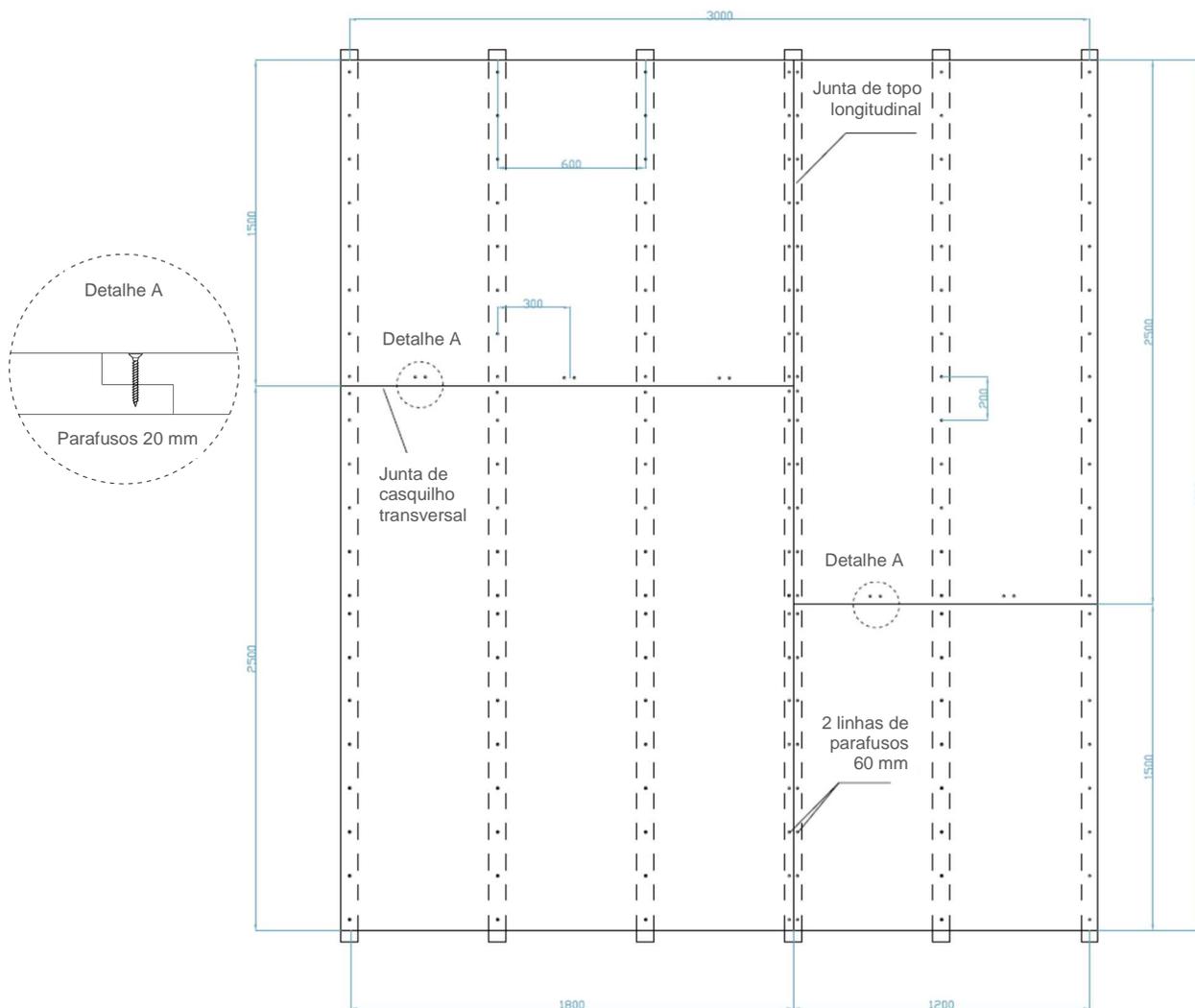


Figura A.5.1: Distribuição das vigas de madeira, juntas de tábuas e fixações mecânicas.

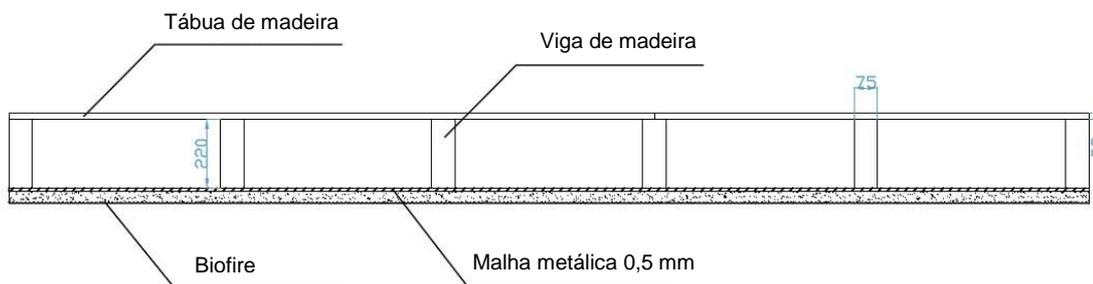


Figura A.5.2: Secção vertical do pavimento de madeira.

A.5.1.2.2 Revestimento de proteção contra o fogo

O Biofire é aplicado sobre a malha expandida cobrindo inteiramente a superfície.

O Biofire é pulverizado em duas camadas de espessura regular para atingir a espessura total requerida de 34 mm, com uma penetração de 1-2 cm na malha. Durante a aplicação, a espessura do material protetor deve ser regularmente controlada com uma pinça.

Não se devem aceitar fissuras de linha fina no revestimento seco.

Tabela A.5.2: Especificações do revestimento.

Componente	Identificação	Características	Montagem e fixação
Revestimento	Biofire	Espessura: 34 mm Densidade endurecida: $819 \pm 15 \text{ kg/m}^3$	O revestimento deve ser mantido por terminar após a aplicação. Revestimento de aplicação em spray com reforço mecânico e: - Sem imprimações ligantes - Sem acabamentos ou camadas de selante - Sem aditivos fora da mistura seca

ANEXO 6 Especificação e avaliação da proteção contra fogo dos conjuntos de serviços técnicos em edifícios (utilização prevista do tipo 9), constituída por uma conduta de ventilação horizontal retangular protegida pelo Biofire

A.6.1 Classificação ao fogo externo de uma conduta de ventilação retangular horizontal

A montagem descrita no presente Anexo foi testada e avaliada em conformidade com a EN 1366-1 e classificada EI 120 (ho o→i) em conformidade com a EN 13501-3.

A.6.2 Requisitos de instalação

A instalação do sistema deve ser realizada de acordo com as disposições em A.1.2.

A.6.2.1 Trabalhos em condutas

O Biofire é aplicado numa conduta de ventilação horizontal elaborada de chapas de aço galvanizado formando uma conduta retangular de secção transversal máxima de 1250 mm x 1000 mm. A conduta é fechada longitudinalmente usando uma junta de Pittsburgh e cada segmento de conduta é conectado ao seguinte através das juntas Sistema METU a uma distância máxima de 1250 mm.

O trabalho na conduta é suspenso usando canais-C de aço sob a conduta, que são pendurados com duas hastes de aço, uma em cada lado da conduta. O sistema é retido com uma porca de aço galvanizado. A distância máxima entre os elementos de suspensão é de 1500 mm.

Tabela A.6.1: Especificações dos componentes dos trabalhos em condutas.

Componente	Identificação	Características	Montagem e fixação
Folha de metal que forma a conduta	Chapa de aço galvanizado S320GD, DX51D+Z275	Espessura: 1,0 mm	Formando uma conduta retangular, com junta longitudinal Pittsburgh e juntas transversais Sistema METU
Ganchos	Haste roscada de aço galvanizado S250 GD + Z275	Diâmetro: 16 mm	Suspender os canais-C
Fixações	Porca de aço galvanizado S250 GD+ Z275	Diâmetro: 16 mm	Fixo com uma arruela nas hastes, para reter os canais-C
Canais-C de suporte	HILTI MML-C30 2M, de aço galvanizado S250 GD+Z275	Ver a Figura A.6.1.	Sob a conduta, retido para as hastes por porcas em ambas as extremidades do perfil
Elementos de junta transversal	Sistema METU M30, aço galvanizado S250 GD+Z275	Ver a Figura A.6.1.	Para conectar secções de condutas cada 1250 mm, fixas no esquadro com parafusos de 8 mm de diâmetro e ao longo do perímetro com grampos de 200 mm

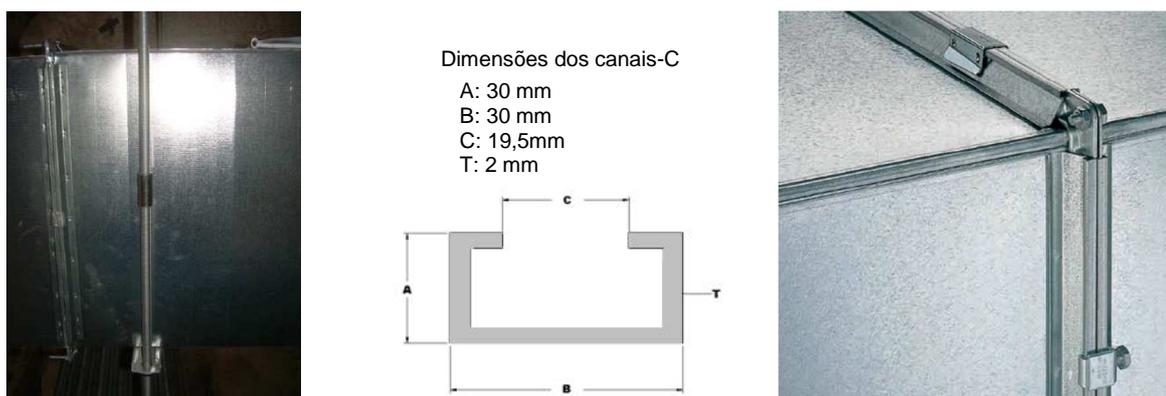


Figura A.6.1: Sistema de suspensão de condutas e junta transversal do Sistema METU.

A.6.2.2 Superfície das folhas de aço

Não é necessária nenhuma preparação preliminar específica das chapas de aço que formam a conduta a ser protegida pelo Biofire como requerido. Não obstante, a superfície deve estar vazia e limpa, sem pó, óleo e graxa.

A.6.2.3 Malha de reforço

Antes da aplicação do revestimento, deve ser colocada uma malha metálica nervurada expandida ao redor da conduta. Cada folha de malha deve ser dobrada seguindo a forma retangular da conduta e fixada com arame de aço tanto longitudinalmente ao longo da conduta para fechar cada secção de reforço e transversalmente para amarrar os segmentos de malha adjacentes uns aos outros.

Tabela A.6.2: Especificações da malha de reforço

Componente	Identificação	Características	Montagem e fixação
Malha metálica expandida	Aço galvanizado Z275 20µm (2500 x 600) mm	Força: 38/43 kg/mm ² (373/421 MPa) Peso: 1,14 kg/m ² Espessura: 0,5 mm Abertura do comprimento: 25 mm Abertura da largura: 6 mm	Instalada em torno da conduta, seguindo a sua forma retangular, fixada com arame de aço

A.6.2.4 Revestimento de proteção contra o fogo

O Biofire é aplicado sobre toda a malha expandida, cobrindo os 4 lados da conduta, assim como os ganchos e os elementos de suspensão.

O Biofire é pulverizado em duas camadas de espessura regular para atingir a espessura total de 60 mm (56 mm fora da malha e 3-5 mm entre a malha e a conduta). Durante a aplicação, a espessura do material protetor deve ser regularmente controlada com uma pinça.

Não se devem aceitar fissuras de linha fina no revestimento seco.

Tabela A.6.3: Especificações do revestimento.

Componente	Identificação	Características	Montagem e fixação
Revestimento	Biofire	<p>Espessura: 60 mm</p> <p>Densidade endurecida: 1160 ± 15 % kg/m³</p>	<p>O revestimento deve ser mantido por terminar após a aplicação.</p> <p>Aplicação do revestimento em spray com reforço mecânico e:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sem imprimações ligantes - Sem acabamentos ou camadas de selante - Sem aditivos fora da mistura seca

A.6.2.5 Selante de penetrações através da estrutura de suporte

A conduta de ventilação horizontal penetra numa parede de betão armado de pelo menos 200 mm de espessura e 2200 kg/m³ de densidade. Deve ser deixado um espaço de 50 mm entre a parede e a superfície de processamento. O espaço deve ser selado ou vedado com almofadas intumescentes, um material de enchimento traseiro e painéis de lã mineral para bloquear a penetração em ambas as extremidades. Deve ser aplicada uma camada de revestimento intumescente na área ao redor da conduta protegida, cobrindo o selante de penetrações e a parede a uma distância de 300 mm da superfície do revestimento. Para mais detalhes, ver a Figura A.6.2.

A especificação do selante de penetrações é proporcionada na Tabela A.6.4.

Tabela A.6.4: Especificação dos componentes do selante de penetrações.

Componente	Identificação	Características	Montagem e fixação
Almofadas intumescentes	Hilti CP 651N-L	De acordo com as especificações técnicas do fabricante	Enchendo o espaço entre a parede e a conduta protegida
Enchimento com lã mineral	Painéis com 50 mm de espessura	<p>Densidade: 145 kg/m³</p> <p>Reação à classe de fogo: A1</p>	Para bloquear a penetração nas duas extremidades
Acabamento intumescente	Acabamento intumescente do terminal de água	<p>Espessura da película seca: 800 µm</p> <p>Gravidade específica: 1,41 g/l</p> <p>Reação à classe de fogo: C-s1,d0</p>	Aplicado sobre o selante de penetrações e a parede de betão ao redor da conduta protegida

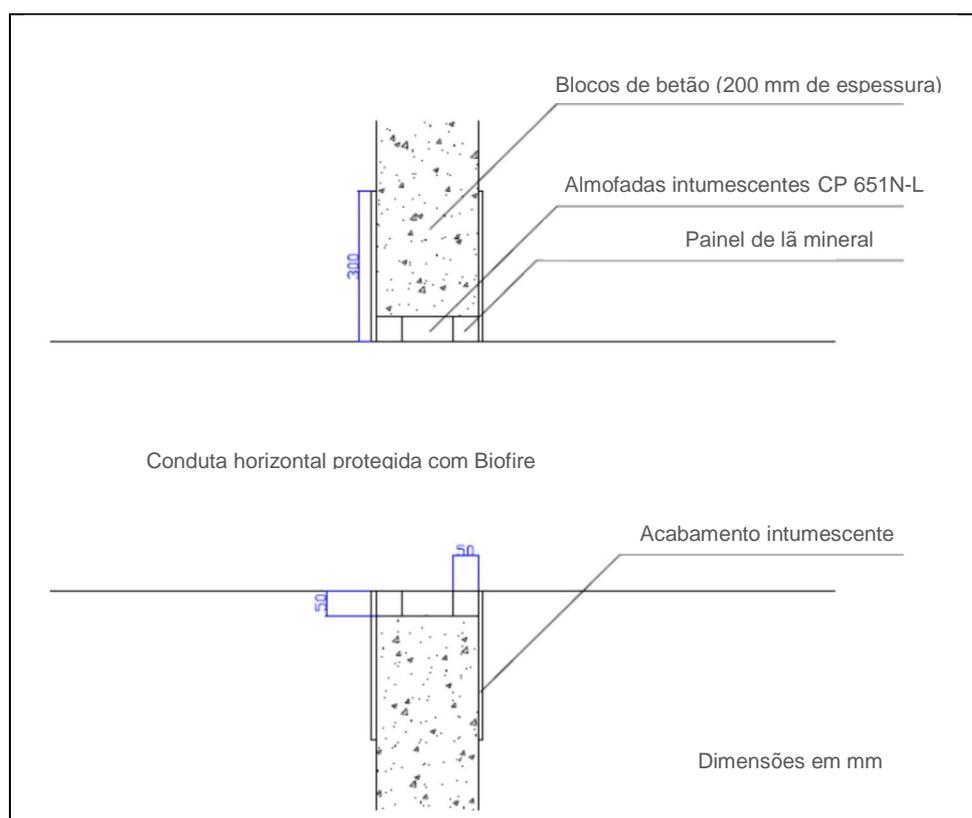


Figura A.6.2: Selante de penetrações.

ANEXO 7 Especificação e avaliação da proteção contra fogo de pavimentos de suporte de carga compostos de vigas de madeira e lajes de betão protegidas por Biofire (utilização prevista Tipo 10)

A.7.1 Pavimento de suporte de carga

A.7.1.1 Classificação

A montagem descrita no presente Anexo foi testada e avaliada em conformidade com a EN 1365-2:1999 e classificada em conformidade com a EN 13501-2. O método de teste e a resistência à avaliação em termos de fogo estão em conformidade com os requisitos da EN 1365-2:2014.

A.7.1.2 Requisitos de instalação

A instalação do sistema deve ser realizada de acordo com as disposições em A.1.2.

A.7.1.2.1 Estrutura de suporte

A estrutura de suporte é um pavimento de suporte de carga composto por vigas de madeira e laje de betão. As vigas são colocadas paralelamente em centros de no máximo 600 mm. Deve ser colocada uma camada de tijolos cerâmicos finos com lingueta e ranhura acima das juntas. Peças de (600 x 300 x 30) mm apoiam-se transversalmente ao sentido das vigas. No topo da camada cerâmica, completa o pavimento uma laje de betão com 50 mm de espessura contendo um reforço de armadura de (150 x 150 x 10) mm. Ver a Tabela A.7.1 para especificação de componentes e figuras para mais detalhes.

A capacidade máxima de carga do pavimento corresponde a uma carga máxima de 250 kg/m² uniformemente distribuída sobre a laje de betão, com um palmo de viga máximo de 4.000 mm.

Deve ser colocada uma malha metálica nervurada expandida seguindo os 3 lados expostos das vigas de madeira, fixada com parafusos de 35 mm de comprimento (2 parafusos na parte inferior em centros de no máximo 500 mm e um parafuso em cada lado lateral, a meia distância entre os parafusos inferiores). A resistência à tração dos parafusos foi determinada em conformidade com o EAD 350140-00-1106, secção 2.2.5.1:2298 N. Os valores indicados são valores de orientação, não refletindo uma avaliação estatística.

Tabela A.7.1: Especificações dos componentes.

Componente	Identificação	Características	Montagem e fixação
Vigas de madeira de suporte de carga	Abeto, madeira macia	Altura ≥ 150 mm Largura ≥ 150 mm Classe de resistência C24	Instalado em paralelo em centros de ≤ 600 mm.
Camada de cerâmica fina	Tijolos cerâmicos ocas LD de (600 x 300 x 30) mm	Força flexural ≥ 123 daN	Apoiado transversalmente nas vigas, com juntas macho e fêmea.

Tabela A.7.1: Especificações dos componentes.

Componente	Identificação	Características	Montagem e fixação
Betão	Classe de resistência de betão 25 N/mm ² Agregados silicosos	Betão com a mesma classe de resistência ou melhor. Densidade: 2150 kg/m ³ ± 15 %	O betão contém barras de reforço adicionais para fins de suporte de carga.
Malha metálica nervurada expandida	Aço galvanizado Z275 GZ200 (2500 x 600) mm	Força: 38/43 kg/mm ² (373/421 MPa) Peso: 1,14 kg/m ² Espessura: 0,5 mm Abertura do comprimento 25 mm Abertura da largura: 6 mm	Fixada com parafusos e arruelas na parte inferior e nas partes laterais das vigas de madeira.
Fixações	Parafusos auto-roscantes de aço fosfatado	Comprimento ≥ 35 mm Diâmetro ≥ 3,5 mm	Fixação da malha de metal às vigas: – 2 parafusos cada 500 mm na parte inferior – 2 parafusos cada 500 mm nas partes laterais (1 em cada lado) – 250 mm entre fixações laterais e inferiores

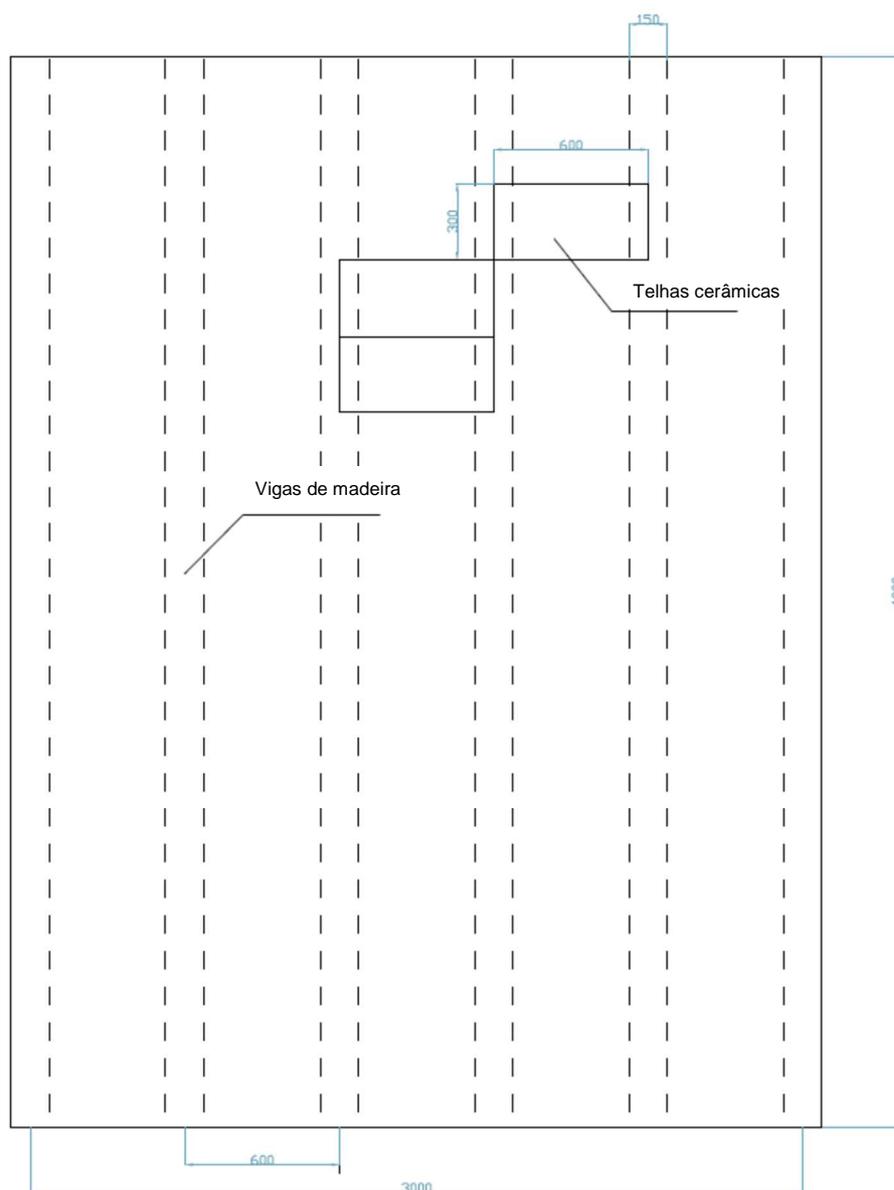


Figura A.7.1: Distribuição das vigas de madeira e tijolos de cerâmica fina.

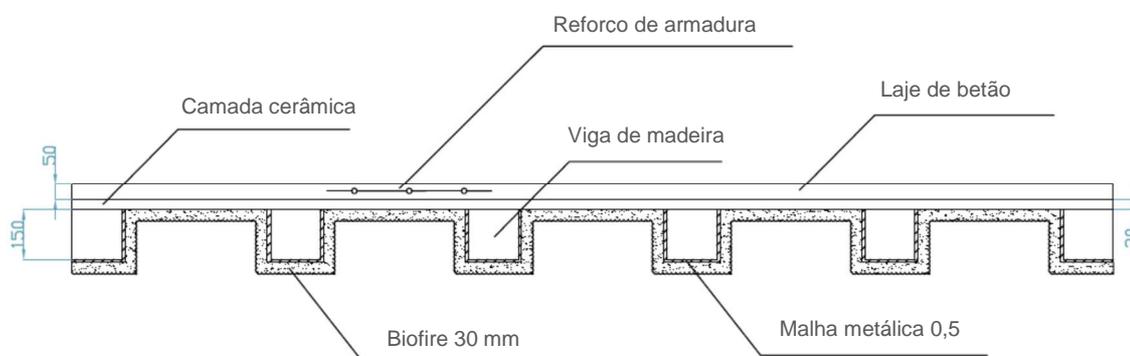


Figura A.7.2: Secção vertical do pavimento.



Figura A.7.3: Detalhe da fixação da malha.

A.7.1.2.2 Revestimento de proteção contra o fogo

O Biofire é aplicado sobre a malha expandida cobrindo as vigas de madeira e a parte inferior da camada de cerâmica, cobrindo inteiramente a superfície.

O Biofire é pulverizado para atingir a espessura total de 30 mm. Durante a aplicação, a espessura do material de proteção deve ser controlada muitas vezes com uma pinça. Se surgirem fissuras de linha fina no revestimento seco, devem ser preenchidas com o selante intumescente Pyrok®.

Tabela A.5.2: Especificações do revestimento.

Componente	Identificação	Características	Montagem e fixação
Revestimento	Biofire	Espessura: 30 mm Densidade endurecida: $852 \pm 15 \% \text{ kg/m}^3$	O revestimento deve ser mantido por terminar após a aplicação. Aplicação do revestimento em spray com reforço mecânico e: <ul style="list-style-type: none"> - Sem imprimações ligantes - Sem acabamentos ou camadas de selante, além do enchimento de fissuras - Sem aditivos fora da mistura seca
Selante intumescente	Pyrok®	Selante acrílico Densidade: $1,56 \text{ g/cm}^3$	Para preencher as fissuras na estrutura seca, quando existirem.