Sistema de Proteção Contra Fogo em Estruturas Metálicas de Unidades de Processamento em Refinarias e Petroquímicas

1- Objetivos

Leiaute, localização, drenagem, espaçamento e **proteção ativa** contra fogo, por meio de hidrantes, canhões monitores, injeção de espuma, dilúvio automático e outras, é de extrema importância no **sistema de combate ao incêndio**, minimizando as conseqüências em caso de sinistros.

Para atuar complementando a proteção ativa, utiliza-se a **proteção passiva,** que é essencial em indústrias siderúrgicas, refinarias de petróleo e petroquímicas, pois nessas instalações, os equipamentos de processamento se localizam em áreas classificadas, em que o risco de incêndio sempre está presente.

Assim, medidas adicionais devem ser adotadas, para a proteção de estruturas metálicas, suportes de equipamentos e tubulações, em elevações até 9,00 metros de pavimentações, lajes ou plataformas, onde é possível o empoçamento de vazamentos.

O foco principal é a proteção à vida e ao patrimônio.

São medidas chamadas de **proteção passiva contra incêndio,** que agem na fase inicial do incêndio, permitindo um tempo maior para a intervenção, do tipo bloqueio do fluxo de combustíveis na região conflagrada e atuação dos equipamentos para o combate ao fogo, protegendo e prevenindo os sistemas de falharem, por efeito da ação do fogo.

Essas medidas de **proteção passiva contra incêndio** são objeto de verificação, dos auditores das Consultoras de Seguro, e permitem a redução do prêmio quando a planta apresenta esta proteção passiva.

Resumidamente, essas medidas preventivas, em uma unidade de processamento, incluem o fechamento de furos passagem de cabos dos painéis elétricos e de substações; encapsulamento de bandejas de cabos elétricos e de instrumentação; revestimento de elementos estruturais, como suportes de tubulações e de equipamentos.

Para o caso das estruturas metálicas, os produtos e sistemas de proteção passiva devem garantir o isolamento térmico eficiente, por ao menos 2 horas, quando submetidos ao fogo.

A proteção passiva contra incêndio complementa a proteção ativa, não sendo menos importante ou substituta desta última.

A proteção passiva restringe e atrasa a propagação do incêndio, permitindo um combate mais eficaz por parte dos sistemas ativos, permitindo atuar em um incêndio de menores proporções.

2- Tipos de proteção contra fogo

A proteção contra fogo pode ser de dois tipos:

2.1- Proteção ativa tipo “dilúvio automático de ‘sprays’ com água”, proveniente de sistemas fixos de “sprinklers” instalados sobre e em torno da estrutura ou equipamento.

A ser adotada nas esferas e cilindros de armazenamento de gás; tanques de armazenamento de combustíveis em bacia comum; resfriadores a ar ("air coolers") e nas bombas com produtos inflamáveis ou tóxicos.

A vazão de água normalmente usada é 0,5 gpm/ft² da área projetada do conjunto equipamento e base.

Para as bombas, considerar as seguintes condições para de necessidade de instalação do dilúvio automático:

a- temperatura de operação T cima de 300ºC; ou
b- temperatura de operação T acima da temperatura de autoignição do produto; ou
c- pressão de operação P acima de 500 psi; ou
d- bomba sob "air coolers".

Para os suportes de tubulação, a proteção ativa é uma possibilidade a ser considerada nas regiões confinadas, com grande acúmulo de tubulações e suportes.

2.2- Proteção passiva tipo revestimento ou "coating" de material resistente à temperatura de chama, quando exposto a fogo de hidrocarbonetos, que assegure uma proteção da estrutura metálica por um tempo estabelecido de no mínimo 2 horas ao fogo, e ter certificação conforme o "Underwriter's Laboratory Publication 1709" baseada na tabela que se segue :

Tempo (minutos)	***Temperatura ºC***
3	890
5	926
10	982
30	1110
60	1150
120	1150

A proteção passiva deve também resistir ao impacto do jato d'água de combate ao fogo e ter certificação conforme ASTM E-119 parágrafo 11 "Hose Stream Test".

Os elementos estruturais, **como suportes de tubulações e de equipamentos**, dentro dos limites das Unidades de Processo, que possam ser expostos ao fogo, e onde o colapso causará danos extensivos, total ou parcial, devem ter proteção ativa e passiva contra fogo.

Essa proteção deverá garantir um tempo mínimo de 2 horas de resistência ao fogo e suportar as ondas geradas na sobre-pressão devido às explosões associadas e ainda ao impacto do jato d'água de combate ao fogo, de modo a preservar a integridade funcional da estrutura.

Conforme a norma API STD 2218, as estruturas metálicas e suportes de vasos de pressão, situadas em até 9m acima da pavimentação da Unidade, ou de plataformas de concreto (lajes) ou piso metálico não vazado, que permitam acúmulo de óleo (lajes), devem ser protegidas contra fogo.

Esse requisito é também extensivo aos suportes das tubulações (fixos, móveis ou pendurais), de diâmetro nominal 4" e acima, conduzindo produtos combustíveis e inflamáveis ou tóxicos, situados em:
a- abaixo do 1º nível do "pipe-rack" da planta de processo;
b- próximos (em alturas até 9 m) de plataformas não vazadas.

Aplicar também em colunas de suportes de resfriadores a ar ("air cooler"), nas elevações inferiores a 9,00 m, em relação ao "grade" da unidade.

São também apropriados para uso em suportes de equipamentos existentes, que não poderiam suportar peso adicional de um revestimento com cimento ou concreto refratário..

3- Material a aplicar nas estruturas metálicas, suportes de tubulação ou de equipamentos, como proteção passiva contra fogo

3.1- Requisitos exigidos para os materiais a serem utilizados para proteção passiva
As principais características, a serem atendidas pelos produtos de proteção passiva, são:
- Resistência a 1200°C, no mínimo, sem alterar suas propriedades;
- Não produzir fumaça nem odor na queima;
- Poder ser reutilizados após expostos ao fogo;
- Inertes ao óleo e à água que não devem alterar suas propriedades;
- Altamente refratários e isolantes;
- Peso baixo;
- Facilidades de instalação;
- Montagem limpa e segura;
- Resistência a choques térmicos e ao impacto *mecânico e à abrasão.* de jato de água de combate a fogo;
- Baixa condutibilidade térmica;
- Não conter amianto nem materiais poluentes como compostos orgânicos voláteis ("VOCs");
- Impermeabilidade.

3.2- Revestimentos a serem utilizados como proteção passiva contra fogo

3.2.1- Revestimento tipo argamassa de cimento
Aplicável em elementos estruturais metálicos de tubulações.
3.2.1.1- Devem ser mantidas as seguintes relações no preparo da argamassa:
a) areia x cimento - 3:1 (em volume);
b) cimento x água - 10:7,35 (em peso).

3.2.1.2- A areia deve ser classificada como Agregrado Miúdo de acordo com a norma ABNT NBR 7211, com granulometria máxima de 4,8 mm, não podendo apresentar substâncias nocivas, tais como: argila, matérias orgânicas, materiais pulverulentos e outros. Somente deve ser utilizada areia natural quartzosa.

3.2.1.3- O cimento deve ser do tipo "portland" comum, classe 250 ou 320 de acordo com a norma ABNT NBR 5732, não podendo ser utilizado cimento com início de hidratação ou empedramento.

3.2.1.4- A argamassa deve ter uma resistência mínima à compressão de 5,0 Mpa (50 kgf/cm²), logo após 72 horas.

3.2.1.5- Para impermeabilização, aplicar 2 demãos da "Tinta Esmalte Sintético brilhante" norma PETROBRAS N-2492, na cor amarela PETROBRAS (2386) da norma PETROBRAS N-1219, diretamente sobre o revestimento aplicado, por meio de rolo, trincha ou pistola.

3.2.2- Revestimentos tipo epóxi intumescente

São os revestimentos de materiais resistentes ao fogo e intumescentes, adequados à aplicação com pistola tinta “sprays” sobre o substrato metálico, em uma ou mais camadas, dependendo da espessura necessária para resistência ao fogo.

Intumescentes, pois expandem várias vezes o seu volume quando expostos ao calor, e formam um isolamento protetor, tipo barreira, na superfície que vê o fogo.

Reforços tipo tela ou malha de material de fibra de carbono, que devem ser rigidamente especificados, são usualmente necessários para a classe de resistência ao fogo de 1 hora ou mais.

A preparação do substrato, superfície metálica, é importante para se atingir a aderência adequada do revestimento, assim é requerida uma limpeza por lixadeira até acabamento Sa 2 ½ e a aplicação de um “primer”, conforme especificação do fornecedor.

Após a aplicação do revestimento, para a impermeabilização, aplicar o recobrimento com uma camada de material impermeabilizante, sobre a superfície para prevenir a entrada de umidade.

Para acabamento, aplicar 2 demãos da “Tinta Esmalte Sintético brilhante” norma PETROBRAS N-2492, na cor amarela PETROBRAS (2386) da norma PETROBRAS N-1219, diretamente sobre o revestimento, por meio de rolo, trincha ou pistola..

Como a eficiência do revestimento depende muito da colagem sobre o substrato, as técnicas de aplicação especificadas pelos fabricantes devem ser rigorosamente seguidas, para assegurar bom desempenho em longo prazo.

Verificar com atenção alguns revestimentos que contêm solventes inflamáveis, requerendo precauções apropriadas durante a aplicação, para evitar-se fontes prováveis de ignição e de contaminação atmosférica.

Alguns desses materiais tendem a se contrair durante a secagem, assim a especificação deve preocupar-se com a espessura molhada a aplicar, de modo a se conseguir a espessura seca conveniente.

Esses materiais intumescentes podem trincar, expondo ao fogo as superfícies como cantos, extremidades, curvas acentuadas ou geometrias complicadas, por isso o desempenho ao fogo das superfícies planas não deve ser extrapolado para todas as superfícies. Para superfícies irregulares devem ser obtidos certificados de testes particulares.

4- Materiais tipo epóxi intumescentes

O mercado disponibiliza uma faixa larga de revestimentos epóxi intumescentes.

Estes podem ser descritos como uma mistura de produtos químicos termicamente reativos numa matriz específica de epóxi, formulados para as aplicações de “fireproofing”.

Sob as condições de fogo eles reagem para emitir gases, os quais resfriam a superfície, enquanto uma esponja de carbonato de baixa densidade é formada, servindo como uma barreira térmica.

4.1- Vantagens
Propriamente aplicados estes revestimentos têm excelente aderência e proteção contra a corrosão.
Eles são tipicamente de baixo peso e duráveis sob as condições de “non fire”.
O produto como aplicado é flexível e tolera vibração.
Certos materiais têm demonstrado excepcional durabilidade em testes severos mesmo sob jato de fogo direto “jet-fires”.
O produto final tem um bom acabamento superficial.

4.2- Desvantagens
Há possibilidade de dano ao material intumescido (esponja) durante o fogo, se sujeito à incidência de jatos d’água de mangueira e canhão monitor.
Requerem pessoal de aplicação certificado pelo fabricante.
Há preocupações quanto ao potencial de toxidez dos gases gerados durante as condições de fogo.

4.3 - Produtos recomendados

4.3.1- Produto da AKZO-NOBEL Ltda
O produto comercial já aprovado e certificado em testes das Sociedades Classificadoras, Det Norske Veritas – DNV, Lloyd’s Register of Shipping e Underwriter’s Laboratories, é o revestimento à base de epóxi intumescente **CharteK 7.**

A depender da espessura requerida para o revestimento é necessária a instalação de uma tela de reforço.

A Akzo-Nobel mantém estoque desse produto no Brasil.

4.3.2- Produto da PPG – Fire protection Coatings
O produto comercial já aprovado e certificado pelas Sociedades Classificadoras é o revestimento à base de epóxi intumescente PPG Fireproofing Coating **PittChar XP.**

Distribuidor no Brasil: Macseal Service

Características:
a- Possibilidade de aplicação sobre tinta, fibra e concreto;
b- A PPG treina e certifica os aplicadores e certifica as máquinas de aplicação.

5- Esquemas de proteção passiva contra fogo de tubulações
O tipo de proteção passiva contra fogo, a ser empregado no revestimento dos suportes de tubulação, deverá considerar o tipo de suporte, fixo ou móvel.

A proteção deve ser aplicada nos suportes sobre o piso, em elevações até 9 m do solo, ou de plataforma não vazada, apoiados em vaso de pressão ou em coluna do “pipe rack”.

A solução convencional é o revestimento com argamassa de cimento conforme **item 4.2.1 anterior,** não é uma solução sempre recomendável, devido ao peso e à tendência às rachaduras, particularmente nos suportes fixos de geometria complicada e nos suportes móveis, que permitem a entrada de água e de umidade, levando à corrosão do substrato metálico.

Acresça-se, ainda, o problema do acabamento com massa “mastique”, nas extremidades do revestimento, que cede com o tempo e permite também a entrada de umidade.

A alternativa de utilizar-se isolamento térmico com manta cerâmica, só pode ser usada com chapa de proteção, contra encharcamento e intempéries, em aço inoxidável, pois a chapa de Alumínio, de proteção, se desprende com o tempo expondo a manta. Além disso, há o grave inconveniente da chapa de Alumínio não resistir à radiação do fogo e derreter, expondo o isolante que é então removido pela ação das chamas e pelo choque de jato d’água de combate ao incêndio.

Assim, a solução mais confiável é o uso de um sistema de proteção passiva para tubulações, constituído por revestimento intumescente sob alta temperatura.

Este revestimento deve resistir, por 2 horas no mínimo, a fogo de hidrocarboneto, conforme **item 2.2 anterior**, manter a integridade física da estrutura metálica, não ser arrancado pelo impacto do jato d’água de combate a incêndio, resistir às ondas de pressão de até 2 bar, e não laminar nem desprender com a deflexão ou deformação dos componentes da estrutura.

O produto utilizado deve ser não-combustível e livre de emissões tóxicas ou inflamáveis, quando sujeito ao fogo.

Para os suportes fixos o revestimento deve envolver todo o suporte até à fixação no tubo.

O acabamento do revestimento, na região de interface com tubos aquecidos, deve resistir à deterioração pelo trabalho de dilatação térmica do tubo.

Para os suportes móveis, tipo mola ou contrapeso, pode ser usado o recurso de isolamento térmico com manta cerâmica e chapa protetora de aço inoxidável ou deve ser construído uma caixa ou invólucro do suporte, e sobre ela aplicar o revestimento.

6- Qualificação dos produtos e requisitos para embalagem

Os produtos utilizados no sistema de proteção passiva contra fogo devem ter testes de qualificação e certificação de classificadora internacional (DNV, ABS, Lloyd’s Register) e de laboratórios reconhecidos internacionalmente (Underwriter’s Laboratories) sob condições de fogo.

A certificação deve contemplar a espessura do revestimento e a existência ou não de reforço.
A embalagem dever prover resistência ao transporte, ter bem legível o nome do fabricante, descrição do produto, aprovação da classificadora e do laboratório, validade e instruções para estocagem.

O peso máximo da embalagem deve ser 20 kgf e de fácil manuseio.

7- Aplicação

As superfícies a serem revestidas devem ser limpos e estar secas e livres de contaminação, sendo requerido o acabamento grau Sa 2 ½ no jato abrasivo.

Após a limpeza aplicar “primer” protetor.

A aplicação deverá ser por pistola spray” até as espessuras requeridas.

Não é permitido o uso de pinos soldados para a fixação do revestimento.

O fabricante deve determinar a necessidade e especificar a tela ou malha de reforço, quando aplicável.

O fornecedor deverá prover as instruções para a aplicação, conforme aprovado nos testes de Classificadoras e Órgãos de Credenciamento, tais como: INMETRO, DNV VERITAS, ABS.

8- Normas aplicáveis

a- API STD 2218 – Fireproofing Practices in Petroleum and Petrochemical Processing Plants;
b- OSHA CFR 1910.119 – Process Safety Management of Highly Hazardous Chemicals;
c- Underwriter's Laboratory Publication 1709;
d- ASTM E-119 – Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials.

ANEXOS

1- Quadro resumo da seleção da proteção passiva para tubulação

Item	Tipos de estrutura metálica	Revestimento de proteção passiva
1	Suportes fixos de tubulações	**Geometrias simples e locais de fácil acesso** Revestimento, envolvendo o suporte, em argamassa de cimento.
		Geometrias complexas e locais de difícil acesso Revestimento, envolvendo o suporte, à base de tinta epóxi intumescente, para fogo tipo "H" do "Underwriter's Laboratory Publication 1709", com 15 mm mínimo de espessura, reforçado com tela ou malha de fibra de carbono, na metade da espessura do revestimento, para assegurar flexibilidade e não trincar em operação. a- AKZO-NOBEL "CHARTEK 7 Fireproofing"; b- PPG Fireproofing Coating PittChar XP
2	Suportes móveis de tubulações: suportes de mola (variável ou constante) e suportes de contra-peso	**Geometrias simples e locais de fácil acesso** Envolver todo o suporte com manta cerâmica e chapa protetora de aço inoxidável.
		Geometrias complexas e locais de difícil acesso Revestimento, envolvendo o suporte, à base de tinta epóxi intumescente, para fogo tipo H-120, com 15 mm de espessura, reforçado com malha de fibra de carbono, na metade da espessura do revestimento, para assegurar flexibilidade e não trincar em operação. a- AKZO-NOBEL "CHARTEK 7 Fireproofing"; b- PPG Fireproofing Coating Pitt Char XP
3	Suportes tipo pendural	**Geometrias simples e locais de fácil acesso** Instalar sob a linha suportada, um suporte tipo coluna com mão-francesa revestido de argamassa de cimento ou de isolante tipo manta cerâmica com chapa protetora de aço inoxidável.
		Geometrias complexas e locais de difícil acesso Instalar sob a linha suportada um suporte tipo coluna com mão-francesa, revestido com tinta à base se epóxi intumescente, para fogo H-120, com 15 mm de espessura, reforçado com malha de fibra de carbono, na metade da espessura do revestimento, para assegurar flexibilidade e não trincar em operação. a- AKZO-NOBEL "CHARTEK 7 Fireproofing"; b- PPG Fireproofing Coating PittChar XP.

2- Informações obrigatórias nas propostas de fornecimento de material e serviço de revestimentos intumescentes tipo "fireproofing"
O fabricante consultado deve cotar o fornecimento de todo o material e do serviço de aplicação.

2.1- Informações sobre o material do revestimento:
a- Especificação técnica do revestimento e da tela de reforço;
b- Espessura requerida para a proteção por no mínimo 2 horas, quando sob fogo de hidrocarboneto tipo "H" do "Underwriter's Laboratory Publication 1709", e peso / m² da superfície revestida;
c- Certificados de conformidade com os testes prescritos no "UL 1709", para o revestimento com malha de reforço;
d- Certificado de resistência do revestimento aplicado ao choque de jato d'água de combate a incêndio, conforme ASTM E-117 parágrafo 11;

2.2- Desenho esquemático da proteção em cada suporte, com espessura, fixação d reforço, dispositivo contra entrada de chuva, acabamento superficial para a aplicação do revestimento e características da pintura impermeabilizante.

3- Exemplos de aplicação da tinta intumescente em suportes de tubulação
3.1- API STD 2218

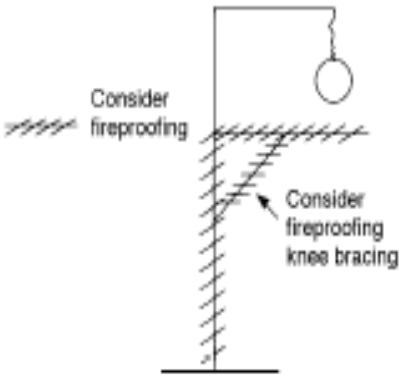


Figure 10—Transfer Line With Hanger Support and Catch Beam in a Fire-Scenario Area

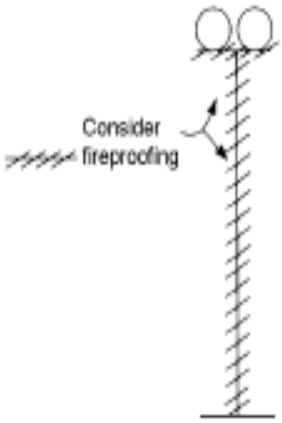
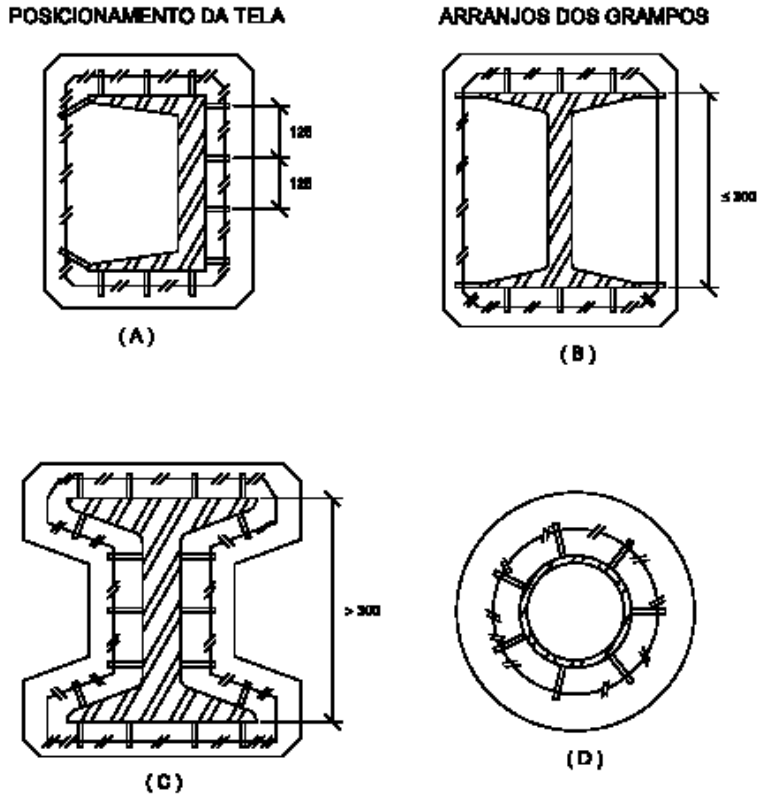


Figure 11—Transfer Line Support in a Fire-Scenario Area

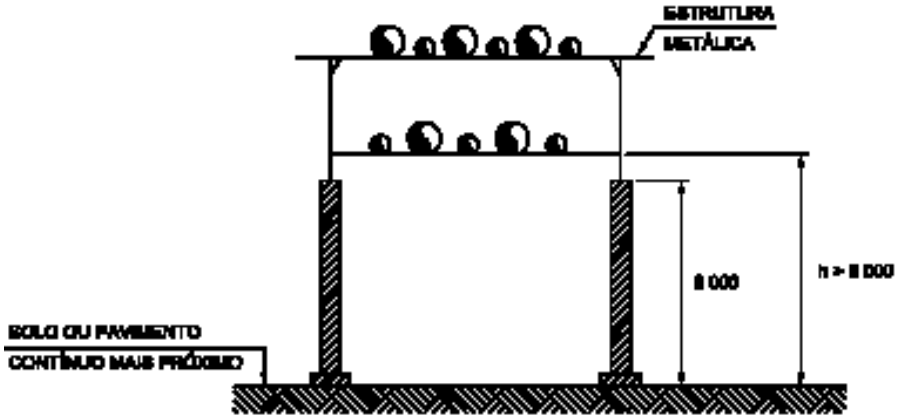
3.2- Aplicações de revestimento “fireproofing” de suportes de tubulação

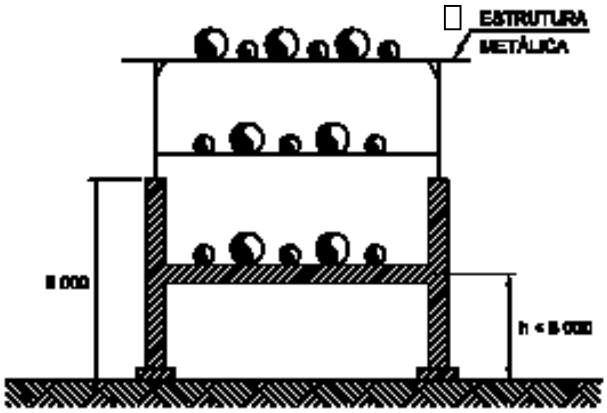
4- Norma Petrobras N-1756

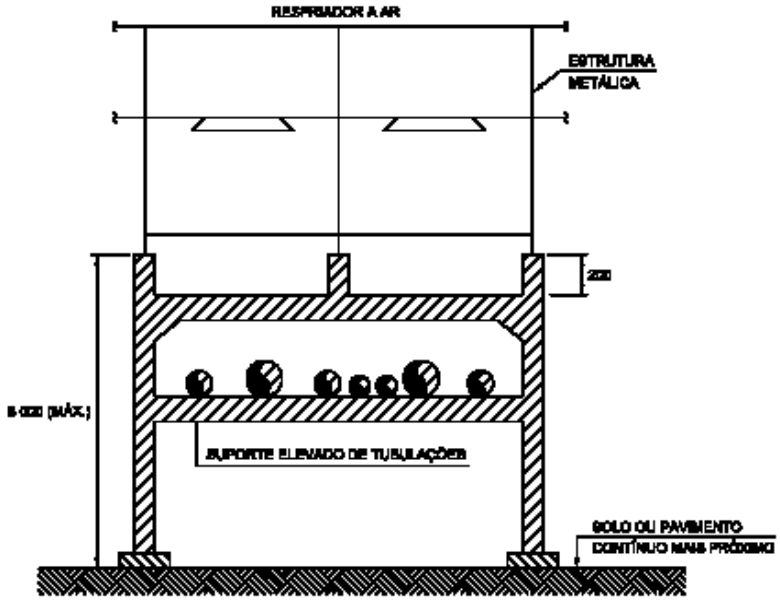
4.1- “Fireproofing” de argamassa de cimento em suportes tipo vigas metálica

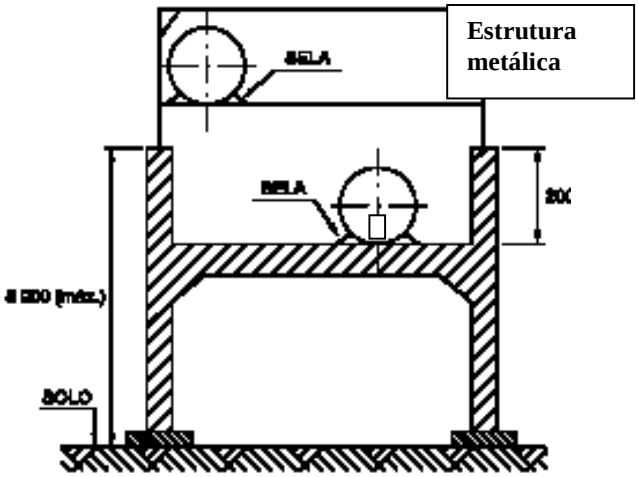
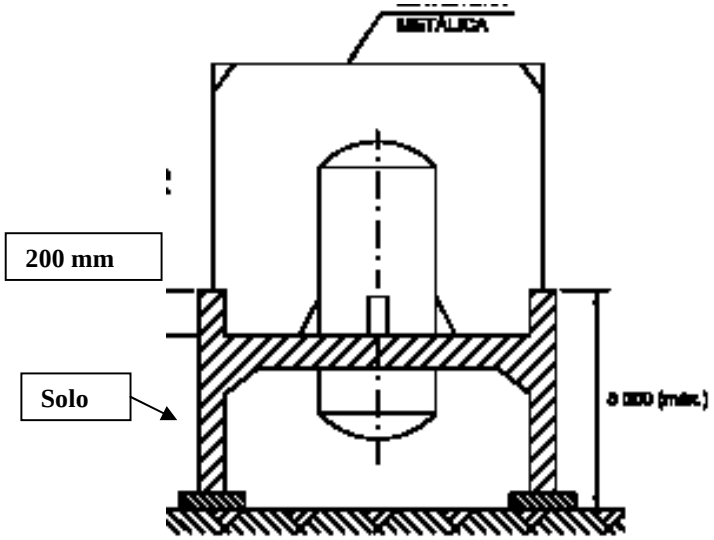
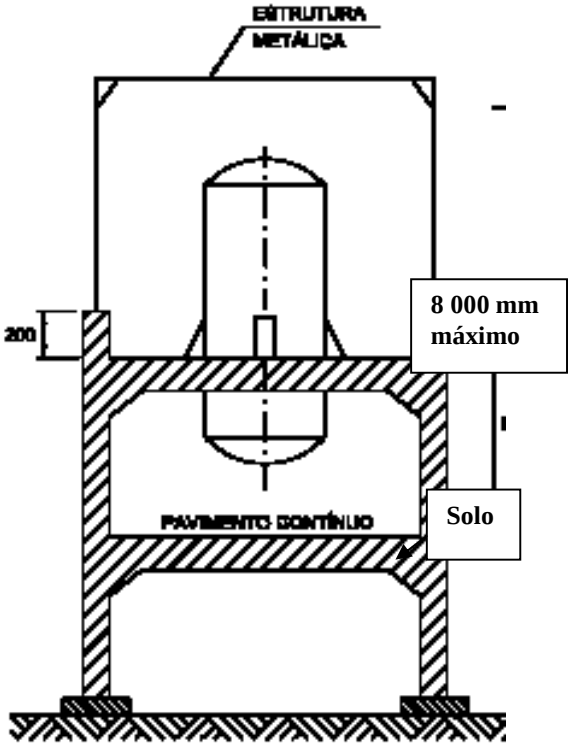


4.2- Extensão do “fireproofing” em vigas metálicas de “pipe racks”




ESTRUTURA
METÁLICA


RESFRIADOR A AR
ESTRUTURA
METÁLICA
SUPORTE ELEVADO DE TUBULAÇÕES
SOLO OU PAVIMENTO
CONTÍNUO MAIS PRÓXIMO


Estrutura
metálica
SELA
SELA
SOLO

4.3- Extensão de "fireproofing" em estruturas metálicas suportes de vasos de pressão