Consulta
De: Paula <paulapego@petrobras.com.br>
Assunto: API para projetos de tanques de asfalto (CAP 30 e CAP 50)
Data: 5 de março de 2023

Meu nome é Paula.
Sou técnica de operação na refinaria REDUC, do sistema PETROBRAS.
Estou participando de um grupo de trabalho para readequação de dispositivos de alívio e segurança em tanques atmosféricos.
Os tanques mais antigos, de produto pesado, alta temperatura e isolamento parcial (somente costado), projetados de acordo com a norma API 2000 anterior a sétima, podem estar com dispositivos subdimensionados, o que pode explicar alguns colapsos nos últimos anos.
O motivo do meu contato é porque o nosso grupo divergiu com relação à interpretação da norma API.

Qual seria a recomendação para um tanque de 4700m^3, com serpentina de vapor no fundo, para armazenamento de asfalto CAP 50/70, à temperatura média de 150ºC e vazão máxima de movimentação de 1000m^3/h?

O API 2000 sétima edição é capaz de garantir a segurança do equipamento ou cairia no caso de recomendações adicionais? Ressaltando que o API utiliza como padrão algo na faixa do hexano, cuja pressão de vapor é muito maior do que a dos asfaltenos, que é muito próxima de zero.

Abaixo, alguns trechos da norma, que foram motivo de divergência de opiniões no grupo.
Entendemos que o API 2000 mudou bastante, da quinta edição para a última, porém, para o caso de *inbreathing,* eu não consegui encontrar um cálculo mais conservador na sétima edição.
Como o senhor já foi da Petrobras e da REDUC, imagino que esteja familiarizado com o problema...

3.2.5.5
Mechanical failure of a tank's internal heating or cooling device can release the heating or cooling medium into the tank. Chemical compatibility of the tank contents and the heat-transfer medium shall be considered.
Relief of the heat-transfer medium (e.g. steam) can be necessary.
3.2.5.13
If an **uninsulated** tank is filled with steam (e.g. for steam-out decontamination), the condensing rate due to ambient cooling can exceed the venting rates specified in this standard. Procedures, such as the use of large vents (open manways), controlling the tank cooling rate, or adding a non condensable gas such as air or nitrogen, are often necessary to prevent excessive internal vacuum.
3.2.5.14
Uninsulated tanks with exceptionally hot vapor spaces can exceed the thermal inbreathing requirements in this standard during a rainstorm. Vapor contraction and/or condensing can cause excessive vacuum. An engineering review of heated, uninsulated tanks with vapor-space temperatures above 48.9°C (120°F) is recommended.
3.3.2.3.3 Thermal Inbreathing
Uninsulated hot tanks that could be subjected to a rapid temperature drop greater than 40°C may have inbreathing rates higher than indicated above. These should be evaluated on a case-by-case basis. See 3.2.5.14.

Resposta
Entendi que é um tanque de armazenamento nas seguintes condições:

projeto de proteção conforme Norma API Std 2000 5ª Edição ou anterior,
subdimensionado, em relação à Norma API Std 2000 7ª Edição,
falha por colapsos (vácuo?),
capacidade de 4700m^3 (30 000 bbl),
produto pesado asfalto CAP 50/70,
isolamento parcial (somente costado),
temperatura de armazenamento média de 150ºC,
aquecimento com serpentina de vapor d'água no fundo,
vazão máxima de movimentação de 1000m^3/h.

Obs.: Estranhei que todos os textos que você selecionou referem-se a tanques não isolados (uninsulated), que requerem recomendações adicionais, mas este tanque de asfalto é isolado termicamente.

Favor confirmar:
Tanque atmosférico ou de baixa pressão interna;
Teto fixo, do tipo cônico suportado por estrutura interna;
Tanque com aproximadamente D=21m e H=14m;
Norma API Std 2000 5ª Edição ou anterior;
Falhas de colapsos ocasionados por vácuo.
Nota:

Tanque atmosférico é um tanque de armazenamento que foi projetado para operar a uma pressão que varia de atmosférica a pressão manométrica de 1,0 psig (6,9 kPa), medida no topo do tanque.
E tanque de armazenamento de baixa pressão é um tanque projetado para suportar uma pressão interna acima de uma pressão manométrica de 1,0 psig (6,9 kPa), mas não mais do que uma pressão manométrica de 15 psig (103 kPa), medida no topo do tanque.

Orientações de armazenamento do asfalto CAP 50/70
O tanque deve ser limpa a cada 6 meses;
Temperatura máxima de armazenamento: 155°C;
Temperatura máxima de transporte e descarga: 155°C;
Não deixar acumular lastro no tanque.

Recomendamos consultar os seguintes posts do petroblog:

- Alterações principais da norma API Std 2000 6ª e 7ª Edições de proteção de tanques de armazenamento de teto fixo.
- Proteção e Segurança de Tanques de Armazenamento com Teto Fixo
- Proteção de tanque atmosférico de teto fixo contra sobrepressão e vácuo
- Recomendações para controle de Energia Eletrostática em Tanques de Armazenamento

1. Introdução

Nos tanques de teto fixo acumula-se um volume apreciável de gases e vapores, sobre o nível do líquido armazenado, chamado de espaço de vapor, em que ocorrem as perdas e emissões dos vapores, na medida em que o volume do produto contido se expande ou se contrai.

No enchimento há expulsão dos vapores e gases contidos no espaço de vapor do tanque; enquanto no esvaziamento há a entrada de ar no espaço de vapor, que ao se tornar não saturado, induz à nova evaporação das partes mais voláteis do produto.
E nas variações térmicas do produto, ocorrem as perdas de vapor devidas às mudanças climáticas ou ambientais de temperatura (noite e dia; chuva e sol; verão e inverno) e pelo efeito de vento sobre o tanque.

A Norma API Std 2000 *Venting Atmospheric and Low-Pressure Storage Tanks* é a norma de segurança contra pressurização ou vácuo em tanques de teto fixo, atmosférico ou de baixa pressão interna, de armazenamento de produtos de petróleo e petroquímicos, e especifica as possíveis causas de sobrepressão e vácuo, a serem analisadas, dentre elas as seguinte:

- Movimentação de líquido para dentro ou para fora do tanque;
- Exposição ao fogo;
- Mudanças climáticas;
- Falha interna de dispositivos de transferência de calor;
- Mudança na temperatura do fluxo de entrada para o tanque;
- Falha da válvula de controle;
- Condensação do vapor d'água durante a lavagem com vapor steam out do tanque;
- Tanques quentes não isolados;
- Falha no sistema de inertização;
- Exposição à radiação térmica de fogo externo;
- Problemas no sistema de recolhimento e tratamento dos vapores contidos no tanque.

Portanto, o tanque está sujeito a situações de sobrepressão interna e vácuo e deve estar protegido.

As causas mais frequentes de sobrepressão interna são:
- Enchimento do tanque com vazão excessiva;
- Evaporação súbita de condensado, ao vazar de sistema de aquecimento com vapor d'água;
- Entrada de água junto com o produto;
- Radiação térmica de fogo externo;
- Entupimento por vapores condensados que polimerizam e se solidificam nos dispositivos de alívio e nos elementos internos do corta chamas.

Nota:

Quando os tanques de armazenamento são expostos à radiação de fogo externo, a taxa de alívio de emergência pode exceder a taxa de inspiração ou expiração normais, sendo resultante de uma combinação simultânea de efeito térmico e movimentação do líquido, no interior do tanque.

E o vácuo é atribuído a:
- Vazões excessivas durante esvaziamento;
- Lavagem com vapor d'água ("steam out") do tanque, quando ocorre a condensação desse vapor;
- Entupimento por vapores condensados que polimerizam e se solidificam nos dispositivos de alívio e nos elementos internos do corta chamas.
- Contração e/ou condensação dos vapores presentes no espaço vapor de tanques de armazenamento, com produtos aquecidos e não isolados, durante tempestade muito forte e prolongadas.

Cabe observar as recomendações da Norma API RP 2003 - Protection Against Ignitions Arising Out of Static, Lightning, and Stray Currents, com relação ao risco de acúmulo de carga elétrica no interior do tanque, devido à condutividade elétrica do líquido.
No enchimento se deve manter a velocidade inicial de entrada de produto no máximo em 1 m/s (3 ft/s) até alcançar a submergência mínima correspondente a 2 (duas) vezes o diâmetro do bocal de entrada ou 610 mm (2 ft), o que for menor.
Após a fase do enchimento inicial, a velocidade de enchimento deve ser menor que 10 m/s, recomendando-se a faixa de 7 a 10 m/s.
No esvaziamento, recomenda-se manter velocidades de descarga do tanque de 7 a 10 m/s, no bocal do tanque.

2. Premissas da Norma API Std 2000

A Norma API Std 2000 baseou-se, para construir as tabelas de alívio de pressão ou vácuo, em tanques de aço armazenando no produto Hexano.
Isso significa que os valores das tabelas são referentes à taxa de evaporação ou volatilidade do Hexano, e, são considerados conservativos, pois a maioria dos produtos líquidos não possui uma volatilidade tão alta quanto a do Hexano.
O termo "similar ao Hexano" da Norma API Std 2000, portanto, se refere à volatilidade do produto armazenado, em relação a do Hexano.
Na prática, as tabelas são usadas nas estimativas da vazões de alívio, para os líquidos que têm pressão de vapor abaixo do Hexano.

Notas:

A volatilidade está ligada à facilidade que a substância tem de vaporizar, isto é, passar do estado líquido para o de vapor ou gasoso.
A vaporização é o processo no qual ocorre a passagem de uma substância que se encontra no estado líquido para o estado gasoso.
A pressão de vapor é a pressão exercida pelo vapor sobre seu líquido, dessa forma, quanto maior a pressão de vapor de uma substância, maior a sua volatilidade.

No entanto, a Norma API 2000 7ª edição também apresenta as equações a serem utilizadas para o cálculo das vazões de inspiração *inbreathing* e expiração *outbreathing*, de forma independente das tabelas.

Notas:

Características do líquido armazenado: asfalto CAP 50/70
- Asfalto - matéria prima para pavimentação;
- Ponto de fulgor 235ºC;
- Pressão de vapor: Não disponível, praticamente quase zero;
- Derivado de petróleo obtido nas unidades de destilação à vácuo ou de desasfaltação das refinarias;

- Possui volatilidade muito baixa.
- É solúvel em tricloroetileno e composto por: asfaltenos, resinas e hidrocarbonetos de natureza predominantemente aromática;
- O CAP 50/70 é recomendado para misturas a quente aplicadas em rodovias ou vilas urbanas de tráfego baixo a moderado.

Características do Hexano
- O Hexano é um composto químico orgânico originado do petróleo cru e do gás natural. .
- Densidade: 655 kg/m³
- Massa molar: 86,18 g/mol
- Ponto de fusão: -95°C.
- Ponto de ebulição: 69ºC
- Ponto de fulgor : -35 ºC
- Temperatura de autoignição : 225 ºC
- Pressão de vapor : 17kPa a 20 ºC = 0,175 kgf/cm2 = 2,465 psi
- Volatilidade muito alta.

A Norma API Std 2000 7ª edição apresenta a metodologia para cálculo da capacidade de fluxo de alívio necessária para expiração e inspiração, devido enchimento e descarga do tanque, variações térmicas e situações de emergência de fogo externo.

- Enchimento e descarga

O cálculo da capacidade de fluxo necessária para o alívio devido ao enchimento e à descarga não faz referência ao Hexano.

- Variações térmicas

Para o cálculo da capacidade de fluxo para o alívio necessária devido às variações térmicas, no caso da expiração não há referência ao Hexano, já para inspiração há a alternativa para fluido com pressão de vapor semelhante ao Hexano e para fluido com pressão de vapor maior do que a do Hexano ou desconhecida, em ambos os casos, considerando fator de redução para tanque totalmente isolado ou parcialmente isolado.

- Emergência de fogo externo

Para o cálculo da capacidade de fluxo de alívio necessária para exposição externa ao fogo ou alívio de emergência há as seguintes condições:

a. Para tanques com solda de fixação teto-costado frágil, não é necessário considerar requisitos adicionais para alívio de emergência de fogo, no entanto, respiros adicionais podem ser usados para evitar a falha da junta frágil.

   Nota:

   É fundamental que os requisitos atuais da Norma API Std 650, para uma fixação com solda frágil do teto ao costado sejam atendidos, especialmente para tanques de diâmetros inferiores a 15 m (50 pés).

b. Quando um tanque não é fabricado com uma solda frágil entre o teto e o costado, é necessário prever a proteção de emergência contra fogo, e a capacidade de fluxo requerida é conforme as equações indicadas no parágrafo 3.3.3.3 *Fire Relief Requirements.*

c. Para o caso particular das propriedades do fluido serem similares às do Hexano, especialmente, o calor latente de vaporização (144 Btu/lb à pressão atmosférica) e a massa molecular (86,17), a capacidade de alívio pode ser determinado a partir da Tabela 5 ou Tabela 6 *Tables 5 or 6 - Venting Capacity*, que fornece resultados com boa precisão para muitos fluidos com propriedades semelhantes às do Hexano.

   Nota:

   O Anexo *Annex B Basis of Emergency Venting* apresenta as bases teóricas das tabelas, para o alívio de emergência com fogo.

3. Proteção para o tanque

A Norma API Std 2000 indica como proteção para estas situações o emprego de:
- Ligação frágil teto-costado;
- Boca de visita no teto com tampa de emergência, para alívio de pressão;
- Boca de visita no teto sem tampa (aberta), para alívio de vácuo;
- Respiro aberto ou livre;
- Válvula de alívio de pressão e vácuo;

• Corta-chamas.

Provavelmente, sujeito à confirmação, a proteção atual desse tanque de CAP 50/70 é com ligação frágil teto-costado (proteção contra emergências de fogo) e respiro aberto (proteção contra sobrepressão e vácuo).

3.1. Ligação frágil teto-costado

A principal proteção do tanque atmosférico de teto fixo contra as emergências é a ligação de solda frágil entre o teto e o costado, que deve romper antes de qualquer solda ou componente do tanque, para o alívio de excesso de pressão.
As condições de uma ligação frágil entre o teto-costado do tanque de armazenamento estão definidas na Norma API Std 650 *Welded Tanks for Oil Storage*.
Para tanques com diâmetro nominal inferior a 15m (50 ft), normalmente, a ligação teto-costado não é considerada frágil.
Porém quando o tanque não é atmosférico, ou seja, é de pequena pressão interna, que é o caso dos tanques de teto fixo construídos conforme as regras do Anexo F da Norma API Std 650, não atendendo à condição da "ligação frágil", entre o teto e o costado, é necessário o dispositivo adicional de proteção conhecido por "tampas de emergência calibradas".
A pressão interna máxima do tanque de teto fixo é a que corresponde à falha estrutural da ligação teto-costado do tanque.

3.2. Tampa calibrada de emergência de boca de visita do teto (roof emergency manhole cover)

As tampas de emergência calibradas, instaladas em bocas de visita do teto, são usadas quando o tanque é dimensionado para pequena pressão interna, conforme a Norma API Std 650 Anexo F, ou em qualquer caso, quando a solda de ligação entre o teto e a cantoneira de topo do costado não for uma ligação frágil, conforme a Norma API Std 650.
A calibração da tampa corresponde ao peso necessário para abrir quando a pressão interna atinge o valor admissível.
A tampa de emergência nada mais é que a tampa de uma ou mais bocas de visita do teto, com o peso calibrado para abrir na pressão máxima admissível de trabalho do tanque.

3.3. Respiro aberto ou livre *free or open vent*

O respiro livre é um bocal com abertura aberta, instalado no topo do teto fixo do tanque.
É usado quando o produto armazenado tem ponto de fulgor superior a 60ºC e não é aquecido até ou acima de seu ponto de fulgor.
Como sempre há alguma perda pela vaporização e saída de vapores, inundando a atmosfera, com o risco de ignição por descarga atmosférica (raio), deve ser usado corta chamas acoplado ao respiro aberto.
No entanto, para produtos ultraviscosos (exemplo: óleo combustível ultraviscoso, resíduo asfáltico e asfaltos), mesmo se aquecidos próximo ao ponto de fulgor, por exceção, se deve usar respiro aberto sem corta chamas. A razão é que pode acontecer entupimento por vapores que condensam e polimerizam, se solidificando nos elementos internos do corta-chamas, provocando o risco de pressurização ou vácuo do tanque.

3.4. Válvulas de pressão e vácuo *pressure-vacuum vent*

A válvula de alívio de pressão e vácuo é uma válvula combinada para alívio de pressão (saída dos vapores) e de vácuo (admissão de ar), reduzir emissões ou perdas dos componentes voláteis do produto armazenado e não permitir a entrada da chama de fogo externo, daí o seu uso obrigatório acopladas com dispositivo corta-chamas.
É montada no topo do teto fixo do tanque e de uso obrigatório nas seguintes situações:
• Para líquidos com ponto de fulgor ≤ 60ºC;
• Para líquidos com ponto de fulgor superior a 60ºC, quando se deseja recuperar o vapor do líquido armazenado;
• Quando o produto é aquecido bem próximo ou acima de seu ponto de fulgor;
• O tanque é de pequena pressão interna conforme API Std 650 - Anexo F;
• Quando o tanque tem selagem com gás inerte sobre o produto.

Para uso em tanques de armazenamento atmosférico de teto fixo, a válvula é calibrada, para estar na vazão máxima, na condição de totalmente aberta, na pressão interna de 37 mm H_2O ou de vácuo de 25 mm H_2O.
Para tanques de teto fixo de pressão interna. a pressão de ajuste da válvula, para estar totalmente aberta, é a pressão de projeto do tanque, considerando o valor da contrapressão, a ser informado pelo fabricante da válvula.
Para produtos ultraviscosos (exemplo: óleo combustível ultraviscoso, resíduo asfáltico e asfalto), mesmo se aquecidos próximo ao ponto de fulgor, por exceção, não se deve usar corta chamas acoplado à válvula de pressão e vácuo. A razão é que costuma causar problemas de entupimento por vapores que condensam e polimerizam, se solidificando nos elementos internos do corta-chamas, provocando o risco de pressurização ou vácuo do tanque.

3.5. Dispositivo corta-chamas *flame arrester*

O corta-chamas é o dispositivo utilizado para impedir a entrada da chama de fogo externo ao interior do tanque e deve ser instalado acoplado em respiro aberto e válvula de alívio de pressão e vácuo, sempre que o espaço de vapor do tanque contém vapores inflamáveis do líquido armazenado.
Essa obrigatoriedade surgiu a partir da Norma API Std 2000 6ª Edição, publicada no ano de 2009, após a realização de testes de campo que demonstraram que o fogo se propaga através da Válvula de Alívio de Pressão e Vácuo, para o interior do tanque, pois a onda de pressão gerada na deflagração atmosférica é suficiente para elevar o obturador de vácuo, permitindo a entrada de chama no tanque.

Portanto, os tanques projetados e construídos até a 5ª Edição do API Std 2000, não são providos de corta chamas acoplado com Válvula de Alívio de Pressão e Vácuo ou com Respiro Aberto, e devem ser atualizados com a instalação de corta chamas.
O dispositivo corta-chamas deve ser montado à jusante do Respiro aberto ou da Válvula de alívio de pressão e vácuo, nunca entre o bocal do tanque e o Respiro ou a Válvula.
A perda de pressão, que o corta chamas introduz no sistema, deve ser levado em conta na verificação da capacidade e seleção do alívio requerido para o tanque.
É importante executar o procedimento correto de limpeza, inspeção e manutenção, pois o entupimento do corta-chamas causa sobrepressão ou vácuo no tanque, se não for manutenido corretamente.

4. Alterações na proteção em relação ao projeto original do tanque

Os tanque existentes protegidos conforme os critérios da Norma API Std 2000 5ª Edição ou anterior devem ser reavaliados, com relação à capacidade de alívio para proteção.
A partir da 6ª Edição (publicada em 2009) da norma API Std 2000 *Venting Atmospheric and Low-pressure Storage Tanks*, as regras para a prevenção de pressurização interna e de vácuo, em tanques atmosféricos de teto fixo, e as rotinas de cálculo das vazões de alívio requeridas foram alteradas substancialmente, em relação às edições anteriores.

A atual 7ª edição da Norma API Std 2000, publicada em 2014, dentre outras novas exigências, apresenta as seguintes modificações impactantes:
• Necessidade de uso de válvula corta-chamas (“flame arrester”) em Válvula de Alívio de Pressão e Vácuo e em Respiro Aberto;
• Nova sistemática de cálculo da vazão de alívio para prevenir excesso de pressão interna ou de vácuo.
• Modificação dos requisitos da ligação frágil teto-costado, com base nas atuais diretivas da Norma API Std 650.

A maior discussão é com relação à nova metodologia de cálculo da vazão de alívio para pressão interna e, particularmente, para vácuo, em tanques de armazenamento de teto fixo, que aumentou consideravelmente a vazão requerida, no lado de vácuo, dos dispositivos de proteção (respiro aberto, válvula de pressão e vácuo, corta-chamas, tampas calibradas de bocas de visita do teto, etc.) nos tanques de armazenamento.

O que acontece é que, em relação às edições precedentes, a vazão de admissão (“*inbreathing*") de ar calculada, para evitar o vácuo excessivo, é muito maior do que a vazão requerida pela metodologia das edições anteriores até a 5ª Edição do API Std 2000, publicada em 1998.

Para o alívio de sobrepressão interna não houve mudanças significativas, de forma que é a maior capacidade requerida para a proteção contra o vácuo que preocupa.

Na realidade, a 7ª Edição ainda mantém como alternativa a metodologia de cálculo das vazões dos fluxos de expiração e inspiração de alívio, para pressão interna e vácuo, utilizada até a 5ª Edição, como apresentado em seu Anexo A *Annex A Alternative Calculation of Normal Venting Requirements*, porém restrita aos tanques que respeitem as seguintes condições de serviço:
a. Volume do tanque é menor que 30 000 m³ (180 000 bbl);
b. Temperatura máxima de operação, no espaço de vapor, é 48,9ºC (120ºF);
c. Tanque sem isolamento térmico;
d. Temperatura do fluido armazenado e temperatura de entrada do fluido no tanque são inferiores à temperatura de ebulição ("boiling point") do líquido, na máxima pressão de operação do tanque.

É de responsabilidade do proprietário do tanque determinar qual método deve ser usado para dimensionar as quantidades e os diâmetros das aberturas de alívio de tanques novos ou existentes. Porém, este tanque de CAP 50/70, em análise, não se enquadra nessa opção do Anexo A, logo, muito provavelmente está subdimensionado para o alívio de vácuo.

Ainda é muito comum a opinião dos técnicos envolvidos com operação de tanques de armazenamento, de que as taxas de respiração (in/out) fornecidas nas tabelas de inspiração/expiração da Norma API Std 2000 até a 5ª Edição ainda são satisfatórias.
O argumento contra o uso da nova metodologia introduzida nas 6ª e 7ª Edições do API Std 2000, para respiração (in-out) de tanque de armazenamento, é que os tanques construídos anteriormente, com base nas taxas tabeladas do API Std 2000 até a 5ª Edição (publicada em 1998), apresentam histórico de poucas ocorrências de falhas.

No entanto, as falhas mais comuns em tanques de teto fixo estão relacionadas com ocorrências que provocam a sobrepressão interna, como: exposição à radiação de fogo externo, entrada de produto muito quente, rompimento e evaporação súbita do condensado de serpentina de aquecimento com vapor d'água, fogo interno, entrada de chama, enchimento com vazão excessiva, entrada de água junto com o produto em tanque com aquecimento.
As falhas por colapso devido ao vácuo excessivo são bem menos frequentes, porém podem ocorrer, por ex., em tanques não isolados. com espaços de vapor muito quentes, durante uma tempestade, quando a contração e/ou condensação do vapor causam vácuo excessivo.

Cabe observar, mais uma vez, que a nova metodologia de cálculo da vazão de alívio do tanque introduzida no API Std 2000 6ª Edição e mantida na atual 7ª Edição, chamada de método rigoroso, influi apenas no aumento significativo da vazão de ar necessária ao alívio de vácuo, a vazão de alívio de pressão interna aumenta pouco.
Este método rigoroso considera a possível ocorrência de danos e falhas em tanques devido às seguintes situações:
a. Resfriamento rápido por chuva torrencial do espaço vapor em tanques com temperaturas acima de 48,9ºC (120ºF);
b. Condensação por resfriamento do vapor d'água usado para *steam-out* de degasificação e lavagem do tanque;
c. Vazão excessiva de esvaziamento do tanque;
d. Restrição ou bloqueio parcial do dispositivo de alívio por falta de manutenção.

A Norma API Std 2000 7ª Edição no *Anexo Annex E Basis for Normal Outbreathing and Normal Inbreathing* apresenta as premissas em que esse método de cálculo se baseia.

5. Discussão sobre a prevalência da aplicação da 7ª Edição

A Norma API Std 2000 7ª Edição apresenta duas metodologias, para o cálculo das vazões de inspiração *inbreathing* (vácuo) e expiração *outbreathing* (pressão interna), para prevenir excesso de pressão interna ou vácuo: o método rigoroso, baseada no Anexo E *Basis for normal outbreathing normal inbreathing,* e a do Anexo A *Alternative calculation of normal venting requirements*, que é a mesma metodologia válida até a 5ª Edição do API 2000, para tanques que se enquadram nas restrições do Anexo A.

O questionamento é se as revisões introduzidas, na 6ª Edição da Norma API Std 2000 e mantidas na 7ª Edição, se aplicam aos tanques existentes, que foram projetados e fabricados, utilizando-se as normas anteriores, isto é:

a. Se é aceitável e legal continuar a operar um tanque, projetado conforme a norma vigente na época da construção do tanque, que estabeleceu os requisitos de alívio de pressão interna e de vácuo, para as condições operacionais do projeto original.
b. Se em tanques existentes, é possível operar em condições diferentes das condições operacionais do projeto original, isto é, novo produto a ser armazenado; nova temperatura e operação; novas taxas de enchimento e esvaziamento, etc., mantendo-se as mesmas medidas de proteção da Norma API Std 2000, do projeto original, ou se é mandatório recalcular a proteção conforme o API Std 2000 atual, 7ª Edição.

É consenso que qualquer obra de engenharia deve atender às normas vigentes na época do seu projeto e construção, normalmente, a revisão ou nova edição de uma norma ou código não obriga a ser aplicada de forma retroativa.
Assim, não há a obrigação de que algo já construído seja modificado para atender à uma revisão ou nova norma, desde que as condições do projeto original ainda são mantidas.
O próprio órgão API orienta que as revisões da Norma API não são retroativas e são efetivas somente a partir da data de emissão

No entanto, o projeto do equipamento deve ser atualizado, se qualquer característica do projeto original foi ou vai ser alterada, dentre outras: líquido contido, propriedades do fluido, pressão e/ou temperatura de trabalho, material de construção, novas taxas de enchimento e de esvaziamento, mudanças climáticas expressivas (chuva torrencial, ventos fortes, radiação solar mais intensa).
Nessas situações, na ocasião de execução dos trabalhos de manutenção geral e reparos de um tanque existente, é obrigatório readequar o tanque, atualizando a sua proteção conforme o API Std 2000 atual, 7ª Edição.
No entretanto, também é consenso que a modernização dos dispositivos de segurança existentes, que previnem ou evitem danos às pessoas, ao meio ambiente ou ao patrimônio, deve ser efetuada, na primeira oportunidade.

6. Conclusão

È nossa interpretação é que os colapsos nesses tanque têm a ver, logicamente, com as falhas na proteção, em operação normal e em emergências.
Contra fatos não há argumentos, portanto, independentemente de impasses por conta de interpretações, devem ser tomadas medidas que aumentem o nível de proteção do tanque em questão, assim recomendamos que respiros abertos adicionais e de maior diâmetro que os atuais para alívio normal e emergências.
O fluxo da vazão de alívio através dos novos respiros abertos a serem selecionados devem ser calculados conforme os critérios da Norma API Std 2000 7ª edição.

Outra recomendação é avaliar a possibilidade de o isolamento térmico ser instalado além do costado, também no teto fixo.
As mudanças na temperatura dos vapores do produto, no espaço vapor, podem fazer com que os vapores se expandam e contraiam, com frequência maior, levando a maiores evaporação e perdas.
O isolamento térmico reduz essas perdas, resultando em;

- economia de custos;
- redução das emissões de CO_2 e de substâncias potencialmente perigosas ao meio ambiente.
- Impede que o conteúdo líquido esfrie a ponto de polimerizar, endurecer e incrustar.

Como o coeficiente de transferência de calor no espaço do vapor é menor do que no líquido, nos tanques aquecidos há tendência de o teto fixo ficar em temperatura menor, do que costado.
Por isso, em tanques quentes, somente com isolamento no costado, o teto não isolado pode apresentar mais corrosão sob o teto, devido à condensação de vapores quentes e umidade.
Outra razão para se isolar também o teto é reduzir a vazão de vapor de aquecimento.
O dimensionamento do alívio de proteção contra vácuo também é afetado pela decisão de não haver o isolamento térmico do teto, pelo risco do resfriamento do espaço vapor possibilitar a condensação dos vapores contidos.
.

Por outro lado, o órgão de Inspeção deve ser consultado, sobre os requisitos especiais no projeto de isolamento térmico do teto, para prevenir-se a corrosão sob o isolamento, que impede a circulação de operador ou do pessoal de inspeção e manutenção sobre o teto. .

ANEXO

Critérios para seleção do dispositivo de proteção de tanque de armazenamento conforme Norma API Std 2000 7ª Edição

Ponto de Fulgor (ºC) do líquido armazenado	Dispositivo de Proteção do tanque de teto fixo
< 60ºC (140ºF)	Válvula de Alívio de Pressão e Vácuo + Corta Chama fim-de-linha certificado para deflagração atmosférica e combustão contínua ("end-of-line deflagration flame arrester and endurance burning").
≥ 60ºC (140ºF)	Respiro Aberto + Corta chama fim-de-linha certificado para deflagração atmosférica e combustão contínua ("end-of-line deflagration flame arrester and endurance burning").
Quando o produto é aquecido à temperatura igual ou acima do ponto de fulgor.	Válvula de Alívio de Pressão e Vácuo + Corta Chama fim-de-linha certificado para deflagração atmosférica e combustão contínua ("end-of-line deflagration flame arrester and endurance burning").
Quando o tanque for de projeto conforme Anexo F, do API Std 650	Válvula de Alívio de Pressão e Vácuo + Corta Chama fim-de-linha certificado para deflagração atmosférica e combustão contínua ("end-of-line deflagration flame arrester and endurance burning").
Para Sistemas de Recuperação de Vapores emitidos de tanque	Válvula de Alívio de Pressão e Vácuo + Corta Chama em-linha com sensores de temperatura e certificado para detonação instável e combustão de curta duração ("in-line instable detonation flame arrester and short burning");

Notas:

1. Para produtos ultraviscosos (exemplo: óleo combustível ultraviscoso e resíduo asfáltico), mesmo se aquecidos próximo ao ponto de fulgor, por exceção, não se deve usar os corta chamas.
Nesse produtos, o uso de válvula de pressão e vácuo ou de respiro aberto, com corta-chamas, costuma causar problemas de entupimento por vapores que por condensação polimerizam e se solidificam nas sedes das válvulas ou nos elementos internos do corta-chamas, provocando o risco de pressurização ou vácuo do tanque.
2. A utilização de telas internas nos respiros abertos deve levar em consideração, em função do produto. armazenado, a possibilidade de ser causa de obstrução do dispositivo.
3. O corta-chamas é utilizado em respiro aberto e em válvula de alívio de pressão e vácuo, porém no cálculo da vazão de alívio de pressão e de vácuo requeridos para o tanque, a perda de pressão introduzida com o corta-chamas deve ser levada em conta.
4. Assim, em tanques atmosféricos de teto fixo, usar corta chama para fim de linha, à prova de deflagração atmosférica e combustão contínua, obrigatoriamente nos seguintes locais: instalados acoplados ao respiro aberto e instalados em Válvula de Alívio de Pressão e Vácuo.