



MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAL DE NÁUTICA - APNT



EDGAR ENRIQUE COZARELLY FEUILLEBOIS



SISTEMA DE CONTROLE DE EMISSÃO DE VAPORES

RIO DE JANEIRO
2013

EDGAR ENRIQUE COZARELLY FEUILLEBOIS

SISTEMA DE CONTROLE DE EMISSÃO DE VAPORES

Monografia apresentada como parte dos requisitos para a conclusão Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Náutica - APNT, ministrado no Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Orientador: CLC **Orlando Carlos Souza da Rocha**

Rio de Janeiro
2013

EDGAR ENRIQUE COZARELLY FEUILLEBOIS

SISTEMA DE CONTROLE DE EMISSÃO DE VAPORES

Monografia apresentada como parte dos requisitos para a conclusão Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Náutica - APNT, ministrado no Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Orientador: CLC **Orlando Carlos Souza da Rocha**

Banca Examinadora (apresentação oral):

Prof. (nome, titulação e instituição)

Prof. (nome, titulação e instituição)

Prof. (nome, titulação e instituição)

Nota: _____

Nota Final: _____

Data da Aprovação: ____/____/____

Dedico este trabalho aos meus pais Edgar Enrique Cozarely e Vielka Estella de Cozarely Feuillebois que sem ajuda deles minha vida profissional não poderia ter sido concretizada já que no decorrer da minha vida, proporcionaram-me, além de carinho e amor, os conhecimentos de integridade, da perseverança e de procurar sempre em Deus à força maior para o meu desenvolvimento como ser humano. Para minha esposa Maria do Socorro Martinez Feuillebois que permaneceu ao meu lado, nos bons e maus momentos, a ela todo meu amor, pois além de me fazer feliz, ajudou-me nesta caminhada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado forças e sabedoria; a minha família por ter me apoiado em todas as minhas decisões e estar sempre ao meu lado mesmo estando longe.

Agradeço a empresa de navegação Flumar Transporte de Químicos e Gases Ltda. , onde adquiri a maior parte dos meus conhecimentos e habilidades profissionais; ao Superintendente senhor Kjell Vassdal por ter me dado a oportunidade de realizar este curso de aperfeiçoamento e ter depositado confiança no meu desempenho profissional; ao Capitão de Longo Curso Marcelo Erasmo Degobi Sousa por ter me ensinado e ajudado a melhorar na minha vida profissional em todos os anos de empresa Flumar.

Se você quer transformar o mundo, experimente primeiro promover o seu aperfeiçoamento pessoal e realizar inovações no seu próprio interior. Estas atitudes se refletirão em mudanças positivas no seu ambiente familiar. Deste ponto em diante, as mudanças se expandirão em proporções cada vez maiores. Tudo o que fazemos produz efeito, causa algum impacto.

Dalai Lama

RESUMO

Muitos vapores criados por navios tanques são prejudiciais para o meio ambiente. Durante operações de carregamento, lavagem de tanques de carga e operações de lastro estes vapores são liberados para a atmosfera. O Controle de Emissão de Vapores (VEC) permite que os vapores dos navios petroleiros e químicos retornem para terra via terminal em sistema fechado para recuperação ou queima em vez de serem enviados para a atmosfera através do mastro do sistema de ventilação dos tanques de carga (MAST RISER). Para obter este controle foram criadas normas internacionais para controle de emissão de vapores. Estas normas foram desenvolvidas para o projeto, construção e operação de sistemas de coleta de vapor em navios tanque e sistema de controle de emissão de vapores nos terminais. O propósito deste trabalho é levar ao conhecimento as normas internacionais exigidas para o controle de emissão de vapores para navios tanques e terminais conforme MARPOL Anexo VI Reg 15; IMO MSC/Circ. 585; USCG 46 CFR Part 39. Será mostrada a aplicação destas normas no “MANUAL DE CONTROLE DE EMISSÕES DE VAPOR” do Navio Tanque “Químico/Petroleiro” Flumar Brasil mostrando diagramas, tabelas, cálculos e testes de projeto aprovados pela Sociedade Classificadora e o treinamento que deverá ser feito para o encarregado do sistema e tripulação de navio.

Palavras-chave: Vapores. Emissão. *Manifold*. Redes. Válvulas PV. Vazão. Gás inerte.

ABSTRACT

Many vapours created by tankers are harmful to the environment. During loading, tank cleaning and ballast operations, these vapours are vented to the atmosphere. Vapour Emission Control (VEC) allows vapours from oil or chemical tankers to be returned to shore via terminal in a closed system to be recovery or burned instead of being emitted to the atmosphere through the mast riser. To get this control have been created international standards for vapor emission control system. These standards have been developed for the design, construction, and operation of vapour collection systems on tankers and vapour emission control systems at terminals. The purpose of this work is to lead knowledge the international standards require to control vapour emission from tankers and terminals according MARPOL Annex VI Reg 15, IMO MSC/Circ. 585; USCG 46 CFR Part 39. It will show the application of these regulations from the “VAPOUR EMISSION CONTROL SYSTEM MANUAL” of the “Chemical/Oil tanker” FLUMAR BRASIL showing diagrams, tables, calculations and test from the project and approved by Class Society and how it will be done the training by the person in charge of the system and the crew involved.

Key word: Vapours. Emission. Manifold. Pipes PV. Valves. Rate. Inert gas.

SUMARIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	NORMAS E EXIGÊNCIAS INTERNACIONAIS PADRÕES PARA OS SISTEMAS DE CONTROLE DE EMISSÃO DE VAPORES	13
2.1	Navios tanque	13
2.1.1	Geral	13
2.1.2	Conexão das redes de vapor	14
2.1.3	Equipamentos de medições de carga	15
2.1.4	Proteção contra transbordamento de líquido	16
2.1.5	Proteção contra sobre-pressão e vácuo	16
2.1.6	Procedimentos operacionais	17
2.1.7	Treinamento	18
2.1.8	Procedimentos de transferência	18
2.2	Terminais	19
2.2.1	Conexão das redes de vapor	20
2.2.2	Exigências do terminal para proteção de navios contra sobre-pressão e vácuo	21
2.2.3	PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO, EXPLOÇÃO E DETONAÇÃO	22
2.2.4	PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS	22
2.2.5	TREINAMENTO	23
3	APLICAÇÃO DAS NORMAS E EXIGÊNCIAS DO SISTEMA DE CONTROLE DE EMISSÃO DE VAPORES	24
3.1	Arranjo geral do sistema de controle de emissão de vapores e operações do sistema de gás inerte	24
3.2	Manual de operações I.G.G.	26
3.3	Procedimentos operacionais (operações, testes e inspeções)	26
3.4	Procedimentos de pre-transferência, operações e fechamento	28
3.5	Início do carregamento	29
3.6	Procedimentos de emergência	31
3.7	Descrição dos diagramas, tabelas e testes dos anexos	33
4	TREINAMENTO PARA CUMPRIR COM O SISTEMA DE CONTROLE DE EMISSÃO DE VAPORES	38
4.1	Propósito do sistema de controle de vapor	38
4.2	Princípios do sistema de controle de emissão de vapores	38

4.3	Componentes do sistema de controle de vapor	39
4.4	Riscos associados com o sistema de controle de vapor	39
4.5	Procedimentos operacionais	40
4.5.1	Testes e inspeções exigidas	40
4.5.2	Procedimentos de pre-transferência	40
4.5.3	Sequência de conexão	41
4.5.4	Procedimentos iniciais	42
4.5.5	Procedimentos normais	43
4.6	Procedimentos de emergência	43
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
	GLOSSARIO	50
	ANEXO A – DIAGRAMA DO SISTEMA DE MONITORAMENTO DE CARGA. RADARES DOS TANQUES DE CARGA – SENSORES DE ULAGEM, TEMPERATURA E PRESSÃO	54
	ANEXO B – DIAGRAMA DE CONFIGURAÇÃO DOS SISTEMAS DE ALARMES DE NÍVEL ALTO E MUITO ALTO DOS TANQUES DE CARGA E LOCALIZAÇÃO DOS ALARMES SONOROS NO TIJUPÁ	55
	ANEXO C – DIAGRAMA DO PAINEL DE CONTROLE DO SISTEMA DE MONITORAMENTO DE CARGA	56
	ANEXO D – DIAGRAMA DO SISTEMA DE VENTILAÇÃO DOS TANQUES DE CARGA	57
	ANEXO E – DIAGRAMA DO SISTEMA DE COLETA DE VAPOR/IG DOS TANQUES DE CARGA E LASTRO	58
	ANEXO F – DIAGRAMA DO SISTEMA DE GÁS INERTE PRAÇA DE MÁQUINAS	59
	ANEXO G – DIAGRAMA DO ARRANJO DO MANIFOLD 01	60
	ANEXO H – DIAGRAMA DO ARRANJO DO MANIFOLD 02	61
	ANEXO I – DIAGRAMA DE REDUÇÕES CARRETEL DO MANIFOLD PARA TANQUES DE CARGA/SLOP E SISTEMA DE CONTROLE DE EMISSÃO DE VAPOR	62
	ANEXO J – DIAGRAMA DAS DIMENSÕES DO CARRETEL DO SISTEMA DE CONTROLE DE EMISSÃO DE VAPOR	63
	ANEXO K – TABELA 2 – CALCULO DE ALARME DE NÍVEL MUITO ALTO (98% DE VOLUME) DOS TANQUES DE CARGA/SLOP. VAZÃO MÁXIMA DE CARREGAMENTO	64
	ANEXO L – DIAGRAMA MODELO DAS VÁLVULAS DE ALIVIO DOS TANQUES DE CARGA, SLOP E LASTRO (HIGH VELOCITY P/V VALVE)	65

ANEXO M – CURVA DE CAPACIDADE DE FLUXO – PRESSÃO. VÁLVULAS PV	66
ANEXO N – CURVA DE CAPACIDADE DE FLUXO – VÁCUO. VÁLVULAS PV	67
ANEXO O – CÁLCULO DE VAZÃO DAS VÁLVULAS PV DOS TANQUES DE CARGA	68
ANEXO P – CÁLCULO DE VAZÃO DAS VÁLVULAS PV DOS TANQUES DE RESÍDUOS (SLOP)	69
ANEXO Q – TABELA 3 – TABELA E CÁLCULO DE DETERMINAÇÃO DO SISTEMA DE EMISSÃO DE VAPOR (VECS)	70
ANEXO R – CÁLCULO DE QUEDA DE PRESSÃO (DROP CALCULATION)	71
ANEXO S – TABELA 4 – RESULTADO DO CÁLCULO DE QUEDA DE PRESSÃO PARA BENZENO	72
ANEXO T – TABELA 5 – RESULTADO DO CÁLCULO DE QUEDA DE PRESSÃO PARA METHYL ALCOHOL	75
ANEXO U – TABELA 6 – RESULTADO DO CÁLCULO DE QUEDA DE PRESSÃO PARA GASOLINA	77

1 INTRODUÇÃO

Muitos vapores criados por navios tanques são prejudiciais para o meio ambiente. Durante operações de carregamento, lavagem de tanques de carga e operações de lastro estes vapores são liberados para a atmosfera. O Controle de Emissão de Vapores (VEC) permite que os vapores dos navios petroleiros e químicos retornem para terra via terminal em sistema fechado para recuperação ou queima em vez de serem enviados para a atmosfera através do mastro do sistema de ventilação dos tanques de carga (*MAST RISER*).

As implicações operacionais e de segurança são significantes, devido ao navio e terminal estarem conectados por um fluxo comum de gás, introduzindo deste modo, na operação, um número adicional de riscos que têm que ser efetivamente controlados.

A *International Maritime Organization* (IMO) tem desenvolvido padrões internacionais para projetos, construção e operação de sistemas coletores de vapores nos navios petroleiros e sistemas de controle de emissão de vapores nos terminais e a OCIMF tem iniciado e divulgado orientações sobre arranjos de *manifolds* para vapores.

O Sistema de Controle de Emissão de Vapores (VECS) foi introduzido no ano de 1990 como um requisito para navios tanques que carregam óleo ou substâncias líquidas nocivas em terminais nos Estados Unidos (USCG 46 CFR Part 39). A IMO seguiu com a introdução de “IMO MSC/Circ. 585” Normas para controle do sistema de emissão de vapor no ano de 1992.

No ano de 1997 a convenção MARPOL introduziu regulamentos internacionais para o controle de emissão de vapores através da Regra 15 do Anexo VI.

Deve se notar que o Sistema de Controle de Emissão de Vapores (VECS) pode servir a navios equipados com sistema de gás inerte e também navios tanques não possuidores deste sistema.

Desde o ano de 1990 muitos navios tanques instalaram o VECS em cumprimento com as normas da USCG. As normas abordam instalações técnicas (sistema de redes e *manifold* de coleta de vapor, sensores e alarmes de pressão de vapor, monitoramento de medições radar, sistemas de nível alto e muito alto independentes), operações restritas (esta incluída a vazão máxima de carregamento permitida), e treinamento.

Estas normas não se aplicam a plataformas, navios FPSO (Sistema Flutuante de Produção, armazenagem e transferência), operações *off-loading*.

Um resumo do VECS do terminal deve ser incluído no livreto de informações do terminal.

No primeiro capítulo são apresentadas todas as normas e exigências que devem ser cumpridas por navios e terminais que possuem uma instalação de coleta de vapores incluindo os pontos para realizar o treinamento.

No segundo capítulo é apresentado a aplicação das normas e exigências do Sistema de Controle de Emissão de Vapores para um navio em específico “NAVIO TANQUE QUIMICO/PETROLEIRO FLUMAR BRASIL”. São apresentados diagramas, tabelas, cálculos, testes e procedimentos de projeto do navio que cumprem com as normas e exigências e aprovados pela Sociedade Classificadora *Lloyd Register*.

No terceiro capítulo é apresentado o treinamento que deve ser realizado para este navio em específico para cumprir com as normas e exigências do sistema de controle de emissão de vapores.

2 NORMAS INTERNACIONAIS PADRÕES PARA OS SISTEMAS DE CONTROLE DE EMISSÃO DE VAPORES (92-98 MARPOL REG VI/15); IMO MSC/Circ. 585

O comitê de segurança marítimo em sua sexagésima sessão reconheceu a necessidade de criar normas internacionais para o sistema de controle de emissão de vapores. O subcomitê BCH desenvolveu estas normas e em sua vigésima primeira sessão foi aprovada para uso de Administrações.

Estas normas foram desenvolvidas para construção, projeto e operação de sistemas de coleta de vapores de navios tanques e controle de emissão de vapores dos terminais.

Estas normas serão aplicadas aos sistemas de controle de emissão de vapores os quais colem vapores de cargas inflamáveis de navios tanques durante operações de carregamento e operações de lastro.

Estas normas não pretendem exigir o uso do sistema de controle de emissão de vapores e sim recomendar padrões de segurança quando o sistema é utilizado. As exigências para coletar vapores serão demandadas pelas autoridades portuárias ou regulamentos dos terminais.

Estas normas pretendem promover a segurança aos terminais, navios e seu pessoal.

2.1 Navios tanque

2.1.1 Geral

Todo navio químico ou petroleiro deverá possuir um sistema de redes de coleta de vapor fixo instalado a bordo com uma conexão de vapor localizada o mais próximo do *manifold* de carregamento. Em vez de redes fixas, a Administração pode permitir que navios químicos possuam uma conexão de vapor fixa em cada tanque de carga para conectar uma mangueira ou mangote de vapor o mais curto possível.

Se um navio tanque que possa coletar vapores de carga simultaneamente e estas cargas são incompatíveis e podem reagir de uma maneira perigosa, estes vapores deverão ser mantidos permanentemente segregados ou isolados no sistema de coleta de vapores.

Um caminho deverá ser providenciado para eliminar líquido condensado que fique no sistema. Estes podem ser drenos ou coletores de líquido nos pontos mais baixos das redes do sistema.

As redes do sistema de coleta de vapor deverão estar ligadas eletricamente ao casco do navio e devem estar eletricamente continua.

Quando as redes do sistema de gás inerte são utilizadas para coletar vapores, o sistema de gás inerte principal (suprimento) deverá ser totalmente isolado.

O sistema de coleta de vapor não pode interferir com a operação do sistema de ventilação dos tanques de carga.

2.1.2 Conexão das redes de vapor

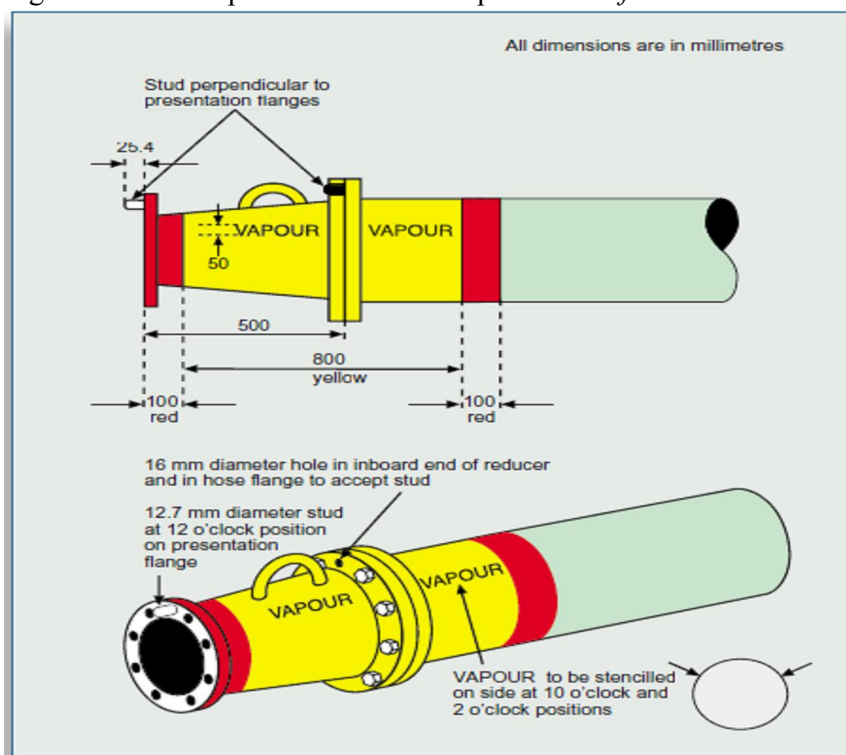
O navio tanque deverá possuir uma válvula capaz de ser operada manualmente em cada conexão de vapor. Esta válvula deverá ter a indicação de abertura e fechamento fácil de identificar.

O final de cada rede de recolhimento de vapor ou mangote de recolhimento de vapor deverá estar devidamente identificado para evitar erros durante a conexão.

Para proteger contra a possibilidade de conexão errônea do *manifold* de vapores do navio com a linha de produtos do terminal, a conexão de vapor deve ser claramente identificada por pintura externa, em um trecho de 1 metro, com faixas amarelas e vermelhas e a inscrição, por extenso da palavra “VAPOUR” em letras na cor preta, por cima das faixas. Adicionalmente, um pino guia cilíndrico permanentemente fixado em cada face externa do flange na posição 12 horas (posição superior) no círculo formado pela furação do flange.

O projeto do pino guia deve ter as seguintes dimensões: 25,4 mm (1 pol.) de comprimento perpendicular a face do flange e 12,7 mm (1/2 pol.) em diâmetro, de modo a evitar a conexão de mangotes de transferência padrão de produtos. Flanges cegos, extremidades de reduções a bordo e mangotes para linha de vapores terão um furo extra para acomodar o pino guia da face externa do flange.

Figura1: Conexão padrão da rede de vapor do *manifold*



Fonte:ISGOTT 5ª Ed. 2010

Todo mangote de coleta de vapor deverá:

- estar adequado para o serviço;
- estar eletricamente contínuo;
- ter um furo extra nos flanges conforme regras padrão.

2.1.3 Equipamentos de medições de carga

Todo tanque de carga de um navio tanque que estiver conectado a um sistema de coleta de vapor deverá estar equipado com um dispositivo de medições de carga o qual:

- proporcione um arranjo de medições fechado o qual não permita que o tanque de carga seja aberto e permaneça fechado durante toda a transferência de carga;
- que permita ao operador determinar o nível de líquido dentro do tanque;
- indicar no local onde é controlada a operação de transferência de carga, o nível de líquido dentro do tanque;

d) se portátil, deverá estar instalado no tanque durante toda a operação de transferência de carga.

2.1.4 Proteção contra transbordamento de líquido

Todo tanque de carga de um navio tanque deverá estar equipado com um sistema de controle de transbordamento.

Este sistema de controle de transbordamento deverá ser:

- a) ser independente do sistema de medições de carga;
- b) estar em funcionamento mesmo que haja falha no sistema normal de carregamento para parar o nível de líquido do tanque que ultrapassou a condição normal de carga;
- c) ter um alarme visual e sonoro de transbordamento para alertar o operador;
- d) proporcionar um sinal para paradas das bombas ou fechamento das válvulas do terminal ou ambos. Este sinal deverá ser acertado em comum acordo entre as partes responsáveis do navio e terminal antes de iniciar as operações e deverá depender da intervenção de ambos operadores;
- e) ter alarmes instalados no centro de controle de carga;
- f) ter alarmes em caso de falha no sinal do sensor de nível dos tanques de carga;
- g) ser capaz de ser verificado no próprio tanque antes da operação de transferência de carga ou ter um dispositivo de teste automático para verificar o sensor.

2.1.5 Proteção contra sobre-pressão de vapor e vácuo

Todos os tanques devem estar equipados com dispositivos de alívio de pressão de fluxo máximo ou monitoramento de pressão de tanque individual, é ainda indispensável que os sistemas de suspiros sejam completamente verificados para assegurar que os mesmos estejam corretamente ajustados para a operação pretendida. O controle é feito pela máxima vazão de carregamento de projeto multiplicado por um fator de pelo menos 1.25 para levar em conta a evolução do gás, a fim de impedir que seja ultrapassada esta vazão de projeto do tanque de carga.

Todos os tanques devem estar equipados com um sistema para controle de vácuo o qual seja capaz de prevenir vácuo no espaço de vapor de um tanque de carga, seja ele gerado por descarga da carga ou vapor na sua vazão máxima que ultrapasse a vazão máxima de projeto do vapor.

Uma válvula de alívio de pressão/vácuo deve ser testada por método que seja aceitável pela Administração.

Todo navio tanque equipado com um sistema de coleta de vapor deverá estar equipado com sensores de pressão nos tanques de carga para medir a pressão na linha principal do sistema de coleta de vapor para estes tanques e:

- a) possuir um alarme de alta pressão o qual alarme a uma pressão não maior do que a pressão mais baixa a qual a válvula de alívio foi ajustada (*set point*);
- b) possuir um alarme de baixa pressão o qual alarme a uma pressão não menor do que a pressão atmosférica para um tanque inertizado, ou a pressão mais baixa de vácuo a qual a válvula de alívio foi ajustada (*set point*).

2.1.6 Procedimentos operacionais

Os procedimentos estabelecidos pela IMO e as diretrizes estabilizadas pela indústria deverão ser observadas e se aplicáveis no que diz respeito à preparação para transferência, transferência de carga e/ou lastro para os tanques de carga.

A vazão de transferência de carga não deve exceder a vazão máxima de transferência permitida determinada por:

- a) a capacidade de ventilação da válvula de alívio (*Pressure/Vacuum relief valve*) no sistema de ventilação dos tanques de carga dividido por um fator de pelo menos 1.25;
- b) a capacidade de alívio para vácuo de uma válvula de alívio (*Pressure/Vacuum relief valve*) no sistema de ventilação dos tanques de carga;
- c) a vazão baseada no cálculo de queda de pressão para uma dada pressão numa conexão de vapor, assim a pressão em qualquer tanque de carga conectado ao sistema de coleta de vapor não exceda 80% da pressão para abertura de qualquer válvula de alívio no sistema de ventilação dos tanques de carga.

Um tanque de carga não deve ser carregado mais do que o nível ao qual o alarme de transbordamento (98% volume) foi ajustado.

Um tanque de carga não deve ser aberto para realizar amostragem de carga ou medições enquanto o navio estiver conectado a um sistema de controle de emissão de vapores a menos que o carregamento para esse tanque em específico esteja parado e isolado dos outros tanques de carga que estão sendo carregados; assim deverão ser tomadas precauções para reduzir a pressão de vapor deste tanque de carga e prevenir carga eletrostática.

Se o navio tanque é equipado com um sistema de gás inerte a válvula principal do sistema no convés deverá estar fechada e isolada durante toda a operação de transferência.

Todos os sistemas de alarmes de transbordamento dos tanques de carga deverão ser testados antes que toda operação de transferência de carga seja iniciada. Para isto o navio deverá estar equipado de um dispositivo automático para teste individual em cada tanque de carga

2.1.7 Treinamento

Toda pessoa encarregada de uma operação de transferência de carga que utiliza o sistema de controle de emissões de vapores deve ter completado um programa de treinamento abordando o sistema instalado no navio em particular.

O treinamento deve envolver o propósito e princípios operacionais da operação do sistema de controle de emissões de vapores e entender os equipamentos envolvidos e seus riscos associados.

Este treinamento deve abordar procedimentos operacionais incluindo teste e inspeções de equipamentos, procedimentos de pré-transferência, sequência de conexões das redes do sistema de controle de emissão de vapor, procedimentos operacionais para iniciar, procedimentos normais de operação e de emergência.

Este treinamento também deve incluir um entendimento dos equipamentos do terminal e seus procedimentos operacionais.

2.1.8 Procedimentos de transferência

Os procedimentos de transferência de um navio tanque devem conter informações do sistema de coleta de vapor do navio incluindo:

- a) um diagrama do sistema das redes de coleta de vapores do navio indicando a localização e propósito de todos os controles e dispositivos de segurança;
- b) a vazão máxima de transferência permitida tendo como limite as válvulas de alívio (*Pressure/Vacuum relief valves*), ou qualquer outro fator que venha a limitar esta vazão;
- c) a vazão máxima de queda de pressão no sistema de coleta de vapor do navio para várias transferências de carga;
- d) o ajuste limite (*set point*) das válvulas de alívio;
- e) procedimentos de pré-transferência;
- f) procedimentos a serem seguidos em caso de falha durante a operação de coleta de vapor.

2.2 terminais

Um sistema de controle de emissão de vapor instalado deve eliminar riscos potenciais de transbordamento em navios tanques, perigos de sobre-pressão e vácuo ou sub-pressão em navios tanques, fontes de ignição. Cada fonte de risco remanescente que não seja eliminada deve ser especificamente abordada no sistema de projeto e exigências operacionais.

Uma análise de risco deve ser efetuada no projeto e operação que demonstrem o seguinte:

- a) o sistema de controle de emissão de vapor esta projetado para permitir que o sistema opere continuamente com segurança quando estiver recebendo vapores de carga de um navio tanque com vazão máxima de transferência esperada pelo terminal;
- b) o sistema de controle de emissão de vapores esta fornecido com seus próprios sistemas de alarmes e sistemas de controles automáticos para prevenir operações inseguras;
- c) o sistema de controle de emissão de vapores esta equipado com sistemas suficientemente seguros para minimizar danos a pessoas, propriedades e meio ambiente se ocorrer algum acidente;
- d) os procedimentos operacionais minimizam o manuseio impróprio e inseguro das operações pelos operadores.

Redes do sistema de coleta de vapor, válvulas e equipamentos devem ser adequados e especificamente para este serviço. O material geralmente deve ser de aço ou equivalente.

Instalações elétricas em áreas de risco devem estar conforme os regulamentos das autoridades portuárias.

Onde as cargas são manuseadas, devido as suas propriedades estas podem ter mais riscos de ignição, estes riscos devem ser também analisados. Em particular, se o terminal manuseia vapores inertizados contendo sulfuro, o risco de aquecimento deste vapor depositado na linha de coleta deve ser considerado e medidas de precaução deverão ser tomadas.

Se o terminal pode processar vapores simultaneamente que podem reagir perigosamente com outras cargas então este sistema deve ser projetado para manter estes vapores incompatíveis segregados durante todo o processamento.

2.2.1 Conexão de redes de vapor

Uma válvula de acionamento remoto deve estar instalada nas proximidades de cada conexão de vapor do terminal. Esta válvula deve seguir as seguintes instruções:

- a) estar localizada entre os pontos onde o gás esta sendo introduzido dentro das linhas coletoras de vapor e a conexão de vapor do terminal. Isto é nos processos de inertização, diluição ou enriquecimento do gás;
- b) seja capaz de ser operada ou ativada manualmente;
- c) tenha indicação visual da posição que determine se esta aberta ou fechada;
- d) seja resistente a incêndio.

Todo flange da conexão de vapor do terminal deve seguir as normas citadas na seção de conexão de vapores para navios.

Todos os mangotes ou braços de coleta de vapor devem:

- a) estar adequado para o serviço;
- b) estar eletricamente contínuo;
- c) ter um furo extra nos flanges conforme regras padrão.

A conexão de vapor do terminal deve ser isolada eletricamente da conexão de vapor do navio por um flange ou uma seção simples de mangueira isolante.

2.2.3 Exigências do terminal para proteção de navios contra sobre-pressão e vácuo

O sistema de controle de emissão de vapores do terminal deverá ter a capacidade de trabalhar com vapores de carga a uma vazão não menor que sua capacidade máxima de carregamento de projeto multiplicado por um fator não menor que 1.25 tomando em conta a evolução do gás e considerando inertização, enriquecimento ou diluição de gás que podem ser acrescentados ao sistema.

O sistema de controle de emissão de vapores do terminal deverá ser capaz de manter a pressão nos tanques de carga de um navio entre a mais baixa pressão de vácuo das válvulas de alívio ajustada (sendo esta a mais próxima da pressão atmosférica) e a mais baixa pressão positiva das válvulas de alívio para um navio não inertizado; e entre a pressão atmosférica e a pressão mais baixa ajustada das válvulas de alívio para um navio inertizado. O sistema deve ser capaz de manter a pressão nos tanques de carga de um navio dentro de esta faixa em qualquer vazão de transferência menor ou igual à vazão máxima de transferência.

Todas as redes de carga do terminal no pier devem ter um sensor de pressão localizados próximo da conexão de vapor do terminal. Este sensor deve:

- a) estar em funcionamento antes da pressão nos tanques do navio sair da sua faixa de trabalho;
- b) ter um alarme sonoro e visual para alertar o operador;
- c) proporcionar um sinal para paradas das bombas ou fechamento das válvulas do terminal ou ambos. Este sinal deverá ser acertado em comum acordo entre as partes responsáveis do navio e terminal e deverá depender da intervenção de ambos operadores.

Recursos de segurança tais como prevenção de contra-pressão ou dispositivo de alívio de pressão para não sobre-pressurizar os tanques do navio caso ocorra mau funcionamento do sistema durante os processos de inertização, enriquecimento ou diluição.

Se um compressor, ventilador ou ejetor é utilizado para retirar vapores do navio, deverá ser instalado um dispositivo de alívio de pressão a vácuo na rede de coleta entre a unidade (compressor, ventilador ou ejetor) e a conexão de vapor do terminal. Este dispositivo deverá ter uma capacidade maior do que a capacidade do compressor, ventilador ou ejetor.

2.2.4 Proteção contra incêndio, explosão e detonação

Foi demonstrado que em algumas partes do sistema de controle de emissão de vapores ficam gases fora do limite de inflamabilidade, isto significa que estas partes do sistema devem ser mantidas em condições inertizadas, diluídas ou enriquecidas com o seu respectivo margem de segurança. Deverá ser fornecido um sistema de segurança que emita um sinal indicando que esta sendo utilizado um analisador de oxigênio ou hidrocarbonetos que feche a válvula automática de vapor.

Onde a concentração de gás no sistema de controle de emissão de vapor se aproxima do limite permitido para a condição de inerte, diluído ou enriquecido. Estas condições estão definidas no glossário.

Outros procedimentos operacionais para proteção contra explosão serão aplicados, tais como sistemas de controle de temperatura, pressão e fluxo. Esta proteção deverá entrar em funcionamento se o monitoramento pelos procedimentos operacionais indica que estão próximo do limite de segurança destes procedimentos.

Na conexão de vapor no terminal deverá haver um dispositivo para proteção contra detonação. Deverá estar próximo da conexão para conter contra a propagação das chamas em caso de incêndio originadas no sistema de controle de emissão de vapores e sendo transmitidas para o sistema de coleta de vapor do navio. Estes dispositivos devem ser testados por autoridades competentes de terra.

2.2.5 Procedimentos operacionais

Os procedimentos estabelecidos pela IMO e as diretrizes estabilizadas pela indústria deverão ser observadas e se aplicáveis no que diz respeito à preparação para transferência, transferência de carga e/ou lastro para os tanques de carga.

Todos os sistemas de alarmes e paradas automáticas devem ser testados com frequência e os analisadores de oxigênio e hidrocarbonetos checados frequentemente e calibrados com *span* gás.

A vazão de carregamento ou transferência não deve exceder o mínimo da máxima vazão de processamento de vapor do sistema de controle de emissão de vapor (contando com a geração de vapor em qualquer processo de inertização, diluição ou enriquecimento que possa ser acrescentado ao sistema), ou a máxima vazão de transferência do navio.

O ajuste dos alarmes dos sensores de pressão alto e baixo devem ser verificados estando iguais aos do navio antes do início da operação de transferência ou carregamento.

Dispositivos de proteção contra detonação devem ser verificados regularmente para certificar-se de que não estão danificados ou bloqueados.

2.2.6 Treinamento

Toda pessoa encarregada de uma operação de transferência de carga que utiliza o sistema de controle de emissões de vapores deve ter completado um programa de treinamento abordando o sistema instalado no navio em particular.

O treinamento deve envolver o propósito e princípios operacionais da operação do sistema de controle de emissões de vapores e entender os equipamentos envolvidos e seus riscos associados.

Este treinamento deve abordar procedimentos operacionais incluindo teste e inspeções de equipamentos, procedimentos de pré-transferência, sequência de conexões das redes do sistema de controle de emissão de vapor, procedimentos operacionais para iniciar, procedimentos normais de operação e de emergência.

Este treinamento também deve incluir um entendimento dos equipamentos do terminal e seus procedimentos operacionais.

3 APLICAÇÃO DAS NORMAS E EXIGÊNCIAS DO SISTEMA DE CONTROLE DE EMISSÃO DE VAPORES

Aplicação das normas e exigências conforme manual de instrução de controle de emissão de vapor do navio tanque Flumar Brasil de propriedade da empresa Flumar Transporte de Químicos e Gases Ltda.

O Sistema de Emissão de vapor deste navio foi confeccionado para os tanques de carga e tanques de resíduos (SLOP) para transferir vapores de carga para terminais que tenham instalações de coleta e processamento de vapor de carga conforme regulamentos e exigências da Sociedade Classificadora e USCG CFR 46. Este navio não pode realizar operações de *Lightering* e *topping-off* com balanceamento de vapor.

Este manual foi examinado sob a autoridade em 46 CFR 39.10-13d para cumprimento com *United States Coast Guard Regulations* para Sistema de controle de vapor em 46 CFR Parte 39 e encontrado conforme, foi examinado pelo cumprimento com as normas da IMO *Standards Vapour Emission Control Systems* em MSC/Circ. 585 e encontrado conforme.

O armador fica responsável pelas exigências operacionais e treinamento (46 CFR Part 39 e MSC/Circ. 585).

Navio tanque Flumar Brasil:

- a) Carga de óleo vegetal IMO tipo 3 conforme capítulo 17 do Código IBC 2004.
- b) Cargas IMO tipo 3 conforme emendas do Código IBC pela resolução da IMO MSC176(79) com data de 10 de dezembro de 2004.
- c) A área da carga esta dividida em 6 pares de tanques de carga, 1 par de tanques de resíduos (*slop*) e 6 pares de tanques de lastro.

3.1 Arranjo geral do Sistema de controle de emissão de vapores e operação do sistema gerador de gás inerte

Condições de carregamento de projeto:

Este documento foi preparado conforme *United States Coast Guard Regulations for Marine System* (46 CFR part 39) para tanques de carga de um navio que carreguem cargas inflamáveis ou combustíveis com uma pressão de vapor saturado de 14.7 PSIA ou menos que

115° F e que seja capaz de carregar e descarregar seis diferentes tipos de cargas de óleo simultaneamente sem contaminação desde que o espaço da carga seja dividido em seis pares de tanques de carga, e um par de tanques de resíduos (SLOP).

Condição normal de carregamento para este navio é de dois *manifold* para carregamento simultâneo em sua capacidade total.

Alarmes visuais e sonoros deverão ser exibidos no centro de controle de carga; além de alarmes visuais e sonoros de nível alto (95% de volume) e nível muito alto (98% de volume) dos tanques de carga deverão estar instalados no tijupá. Estes deverão estar identificados no centro de controle de carga com placas e letras em preto com tamanho de 50 mm de altura e fundo branco e com a legenda “*TANK OVERFILL ALARM*”.

Os tanques de carga deverão ter um dispositivo de alarme de nível independente intrinsecamente seguro e com arranjo para teste.

Há quatro conjuntos de flanges de 12” x 12” e dois conjuntos de reduções para conexão de terra de 16” x 12” para o sistema de coleta de vapor.

O vapor coletado dos tanques de carga será descarregado para um terminal através de um mangote flexível, o qual deverá ser fornecido pelo armador ou porto.

O sistema de controle de emissão de vapores dos tanques de carga deverá estar conforme o guia da sociedade classificadora ABS e OCIMF.

Na área do *manifold* (avante e a ré) por bombordo e boreste deverá ter *Manifolds* de coleta de vapores com flanges padrão para conexão e válvulas manuais para o sistema de coleta de vapores dos tanques de carga.

Cada conexão de vapor dos tanques de carga deve ter um carretel com flanges capaz de ser operado manualmente.

A rede de coleta de vapor está eletricamente ligada ao casco e eletricamente continua.

O tanque de resíduos e plataforma de trabalho do *manifold* de carga se estende até o *manifold* de coleta de vapor.

Baseado em 50% vapor de carga e 50% mistura de ar:

- a) Baseado em densidade de 1,93 kg/m³ para Benzeno; densidade de 1,38 kg/m³ para *methylalcohol* e densidade de 3,58 kg/m³ para Gasolina.
- b) Vazão de carregamento de projeto multiplicada por 1.25
- c) Pressão máxima dos tanques de carga não ultrapasse 80% de abertura a partir do *set point* de qualquer válvula PV no sistema de ventilação dos tanques de carga.

3.2 Manual de Operações I.G.G

O sistema de controle de emissões de vapores utiliza o sistema de gás inerte para coletar gases dos tanques de carga durante as operações de carregamento. O *manifold* de emissão de vapores foi acrescentado à linha de gás inerte principal avante e a ré do *manifold* de carga por bombordo e boreste do navio. (na seção dos anexos estão os diagramas do sistema de gás inerte/coleta de vapor e sistema de gás inerte na praça de máquinas.)

As seguintes condições se aplicam ao sistema de gás inerte quando utilizado como controle de vapor:

- a) o sistema de gás inerte deve ser isolado.
- b) o sistema de retenção no convés deve estar intato (a bomba do tanque de selagem deve estar em funcionamento, mantendo o selo dentro do tanque).
- c) duas válvulas principais de isolamento do sistema de gás inerte no convés para controle de pressão devem estar fechadas.
- d) o sistema de alarmes deve estar em funcionamento.
- e) mudar da operação de emissão de vapor para o sistema de gás inerte quando completada a operação de emissão de vapores, fechar válvula do manifold, desconectar mangote, flangear o carretel do sistema de vapor.
- f) abrir as duas válvulas principais do sistema de gás inerte. (verificar no manual do fabricante do I.G.G HAMWORTHY).

3.3 Procedimentos Operacionais (Operação, teste e inspeções)

Seguem os principais equipamentos que deverão estar operacionais e testes e inspeções requeridos:

- a) Sistema de gás inerte:

Este sistema deverá estar operando para assegurar pressão positiva de gás inerte em todos os tanques de carga de pelo menos 0.145 PSI (0.01 bar). Durante a operação do sistema de gás inerte, todas as redes deverão ser verificadas para assegurar que não há vazamento pelos flanges. Antes da chegada ao terminal o teor de O₂ em todos os tanques deve ser verificado e não deve exceder 8% de volume. A válvula principal de isolamento do gás inerte deve ser

fechada antes de conectar o mangote de vapor. *Manifold* de vapor I.G. (300ª ANSI i 50PSI) deverá ser utilizado como conexão de suprimento externo de gás inerte.

b) Sistema de monitoramento dos tanques de carga incluindo os alarmes de nível alto e muito alto:

O sistema instalado no navio e seus controles estão localizados no centro de controle de carga C.C.C. onde estão também todas as informações de leitura necessária das medições dos tanques de carga incluindo o sistema de alarmes de nível alto e muito alto. O sistema de alarmes de nível alto e muito alto é separado do sistema de medições dos tanques de carga.

c) Sistema de medições dos tanques de carga e alarmes de nível:

Conforme manual do fabricante, sistema de medições de ulagem e volume para cada tanque de carga e tanques de resíduos (SLOP). Quando o nível do tanque atingir o valor de capacidade de volume de 95%, o alarme de nível alto ira tocar.

d) Sistema independente de alarmes de nível alto e muito alto:

O alarme de nível muito alto (98% de volume) é completamente separado do sistema de medições dos tanques de carga. No painel do sistema há uma lâmpada para cada tanque de carga e tanque de *slop*. No painel de controle no C.C.C. poderá ser silenciado e resetado o alarme que soará também na área externa no convés.

e) Teste do sistema:

Há uma fonte AC/DC no painel de controle. Desligar a entrada AC e o alarme da falha de corrente do nível muito alto deverá soar. Pressionar a botoeira de reconhecimento do alarme para resetar. Ligue novamente a entrada AC, assim o sistema estará habilitado e em funcionamento. O teste do alarme de nível dos tanques de carga pode ser feito manualmente no convés para cada tanque independente sendo uma pessoa no C.C.C. e outro no convés com radio de comunicação. O seguinte procedimento deverá ser feito para todos os tanques de carga e *slop*: o sistema de alarme de nível nos tanques de carga tem uma haste enroscada no convés na parte mais alta do sensor. Deverá ser levantada esta haste até soar a alarme no C.C.C e no convés do tijupá. A haste do sensor deverá ser colocada novamente no lugar. A pessoa no C.C.C deverá apertar a botoeira no painel do sistema para reconhecer e resetar.

f) Inspeções:

Todas as caixas dos sensores de medições radares do convés deverão ser inspecionadas num intervalo de três meses para verificar deterioração ou danos no sistema.

3.4 Procedimentos de Pré-transfência, operação e fechamento

Vinte e quatro horas antes do início da operação de carga os seguintes equipamentos deverão ser verificados:

- a) Sistema de medição e alarmes de nível alto dos tanques de carga e *slop*;
- b) Alarmes de nível muito alto;
- c) Alarmes de pressão alto/baixo do sistema principal de gás inerte no convés; sendo testados nos painéis do C.C.C. e C.C.M.
- d) Teor de O₂ dos tanques de carga (abaixo de 8%), e pressão de gás inerte nos tanques de carga sendo a mínima de 100 mmWG.
- e) Isolar as válvulas principais do sistema de gás inerte.
- f) Conectar o mangote de coleta de vapor do terminal no *manifold* de vapor do navio, verificando se o *manifold* esta com as cores padrão e pino guia cilíndrico permanentemente fixado em cada face externa do flange na posição 12 horas (posição superior) no círculo formado pela furação do flange.
- g) O mangote deve ficar sempre bem apoiado para evitar danos. Também deve ser verificado se o mangote esta livre de qualquer tipo de corte, rachadura, defeito e esta com suficiente largura devido a mudanças de calado/maré e movimento do navio.
- h) Verificar se a data de teste de pressão do mangote foi realizado em no mínimo um ano. O mangote deve estar com a data marcada conforme 46 CFR 39 20.
- i) Abrir todos os drenos da rede de vapor para verificar se não há condensado no sistema.
- j) Alinhar o sistema de controle de emissão de vapor do navio, assim o vapor ira fluir na rede do sistema ate o *manifold* de carga.
- k) O sistema foi projetado baseado em “utilizando a linha do sistema de gás inerte para coleta de vapor, carregamento simultaneamente de cargas incompatíveis que contenham vapor não deverá ser realizados”.
- l) Certificar-se de que os sistemas de medições, alarmes de nível alto e muito alto e sensores de pressão do navio estão em funcionamento.

Realizar uma reunião entre o oficial encarregado no navio e operador encarregado no terminal. Deverão ser tratados os seguintes itens:

- a) identificação do produto a ser transferido ou carregado;

- b) sequência de operação de transferência;
- c) vazão de carregamento, inicial e máxima;
- d) os nomes ou funções e localização das pessoas envolvidas na operação de carga;
- e) detalhes do sistema de transferência;
- f) estágios críticos da operação de carregamento;
- g) a condição de carregamento normal de projeto deste navio é de carregamento simultâneo de três;
- h) procedimentos de contenção de descarga;
- i) tabela de serviço;
- j) set *point* das válvulas PV no sistema de controle de vapor;
- k) vazão máxima de projeto para controle do sistema de vapor;
- l) método de comunicação entre navio e terminal durante a operação de transferência.

3.5 Início do carregamento:

A fim de minimizar o desenvolvimento de carga estática, a vazão inicial de carregamento deverá ser controlada conforme recomendações OCIMF e ISGOTT.

Controlando a Geração Eletrostática:

A descarga eletrostática, há muito tempo é conhecida como um perigo associada à movimentação de produtos de petróleo. Quando é sabido que um tanque está na condição inerte, nenhuma precaução anti-estática é necessária. Se existir a possibilidade de ocorrência de uma atmosfera inflamável no interior de um tanque, então serão exigidas precauções específicas com relação às taxas máximas de vazão e ulagem seguras, procedimentos de amostragem e medições quando manuseando produtos acumuladores de estática. A mistura de óleo e água constitui uma fonte potencial de eletricidade estática. Portanto, um cuidado extra deverá ser tomado para prevenir o excesso de água e a desnecessária mistura.

Durante o carregamento inicial de um tanque de carga o método que geralmente é aceito para o controle de geração eletrostática nas fases iniciais do carregamento é a restrição da velocidade de entrada do óleo no tanque a 1 metro/segundo até que a boca de entrada de produto no tanque esteja bem coberta e tenha cessado todo borrfio e turbulência na superfície. O limite de 1 metro/segundo se aplica na ramificação da linha de cada tanque de carga individualmente e deve ser determinado pela menor área da seção transversal da linha incluindo válvulas ou outras restrições da tubulação na sua última seção antes da boca de carregamento do tanque.

Tabela 1: Taxa do fluxo volumétrico

Diâmetro Mínimo do Duto (mm)	Vazão Aproximada (m ³ /h)
80	17
100	29
150	67
200	116
250	183
305	262
360	320
410	424
460	542
510	676
610	987
710	1354
810	1782

Fonte: ISGOTT 5ª Ed. 2010

A tabela acima mostra a taxa do fluxo volumétrico aproximado correspondente à velocidade linear de 1 metro/segundo em tubos de vários diâmetros.

As razões para a baixa velocidade linear como 1 metro/segundo são 3:

- a) no início do enchimento de um tanque, há maior probabilidade de se misturar água com óleo que está entrando no tanque. A mistura da água com óleo constitui a fonte mais potente de eletricidade estática.
- b) uma velocidade reduzida de carregamento de produto na boca de carregamento do tanque minimiza a turbulência e os espirros quando o óleo entra no tanque. Isso ajuda a reduzir a geração da eletricidade estática, e também reduz a dispersão de alguma água presente, de tal forma que esta se decanta no fundo do tanque mais rapidamente; essa água pode permanecer no fundo do tanque sem causar distúrbios quando a velocidade de carregamento for sendo elevada posteriormente.
- c) uma velocidade baixa do produto na boca de carregamento do tanque minimiza a formação de névoa que pode vir a acumular carga, mesmo se o óleo não for considerado um acumulador estático. Isto é por que as gotículas da névoa são separadas pelo ar, que é um isolante. A névoa pode resultar em uma atmosfera inflamável mesmo se o líquido tem um alto ponto de fulgor e não é normalmente capaz de produzir uma atmosfera inflamável.

Se soar algum alarme de nível alto, deverá ser aberta a válvula de outro tanque para carregamento e fechado a válvula de onde tocou a alarme de nível alto para não exceder a quantidade a ser carregada para este tanque.

O oficial encarregado do carregamento do navio irá determinar com o operador do terminal quando será parado o carregamento e quando será iniciado, depois que o sistema do navio de coleta de vapor estiver alinhado.

Durante o carregamento, deverá ser monitorado a vazão e manter vigilância constante no sistema de medições de ulagem, sistema de alarmes de nível alto e muito alto e sensores de pressão dos tanques e linhas de carga.

Após finalizar a operação de carga, fechar as válvulas de carga e vapor no *manifold*, desconectar o mangote e flangear.

3.6 Procedimentos de emergência:

- a) alarme de nível alto (95% volume) dos tanques de carga

Quando o alarme soar, silencie-o apertando a botoeira para reconhecer o alarme no painel do controle do sistema.

- b) alarmes de nível muito alto (98% volume) dos tanques de carga

Quando o alarme de nível muito alto soar, o oficial de serviço tem conforme a tabela 2 na seção anexos os tempos de 6 minutos e 10 segundos; 9 minutos e 61 segundos para tomar uma ação devida.

- c) em caso de conexão do terminal, a válvula da rede de carga para o tanque específico deverá ser fechada. Se isto acontecer, o oficial de serviço encarregado deverá fechar imediatamente a válvula do tanque em questão e continuar com os procedimentos de carregamento abrindo outro tanque para carga ou chamar o terminal para parar a operação de carregamento.

- d) sistema de sensores de pressão alto e baixo:

O alarme de pressão Alto (0,18 bar) é o valor de 90% do set point da válvula PV no sistema de ventilação dos tanques de carga e o alarme de pressão Baixo é colocado a um valor não menor que 0,145 PSI (0,01 bar).

O oficial de serviço deve imediatamente solicitar a redução de vazão de carregamento ou aumentar a abertura da válvula que regula o sistema de vapor se a pressão estiver muito alta.

Se a pressão esta muito baixa, o oficial de serviço deve avisar ao terminal para regular a válvula do sistema de vapor do terminal. Se isto não for conseguido, então todo o carregamento e sistema de coleta de vapor deverá ser reduzido e posteriormente parado a operação. Fechar as válvulas de carga e vapor.

Somente poderá ser re-iniciado a operação de carga quando o terminal estiver com o sistema estabilizado.

a) explosão/detonação/incêndio:

Durante a reunião navio/terminal, deverão ser abordados os detalhes dos equipamentos de combate a incêndio e estabelecer procedimentos a serem seguidos em caso de incêndio/explosão/detonação que possa ocorrer tanto no navio como no terminal.

O navio e o terminal deverão informar os tipos de alarmes e sinais que serão executados em caso de alguma emergência.

A interligação do fluxo de vapores navio/terminal, a qual pode ou não estar dentro da faixa de inflamabilidade, introduz riscos adicionais significativos, que não estão presentes normalmente durante carregamentos. A menos que estejam instalados dispositivos protetores adequados e com procedimentos operacionais agregados, um incêndio ou explosão ocorrendo nos espaços de vapor de um tanque de carga a bordo poderia se transferir rapidamente para o terminal e vice-versa.

Um retentor de detonação deve ser instalado junto às proximidades da conexão de vapores do terminal na cabeceira do píer, a fim de fornecer uma proteção primária contra a transferência ou propagação de uma chama do navio para o terminal ou vice-versa.

b) derramamento de óleo:

Em caso de ocorrer um derramamento de óleo, a operação de carregamento e coleta de vapor deverá ser imediatamente interrompida e todas as válvulas fechadas. O plano de contingência do navio e terminal deverá ser imediatamente executado.

c) sensores de Pressão:

Conforme o arranjo do sistema de ventilação dos tanques de carga os sensores de pressão dos tanques de carga estão instalados no navio como um mecanismo de segurança secundária para prevenir sobre pressão nestes tanques conforme solas 11-2-reg.59.

3.7 Descrição dos diagramas, tabelas e testes dos anexos

Os diagramas que estão na seção Anexos fazem parte do capítulo 2 e são complemento das exigências das normas conforme 46 CFR Part 39; MSC/Circ. 585; MARPOL ANEXO VI Reg. 15.

Os planos e diagramas de projeto e construção foram confeccionados pelo estaleiro SLS SHIPBUILDING CO.,LTD em TONGYEONG na Coreia do Sul.

Todas as tabelas e testes foram confeccionados no estaleiro SLS SHIPBUILDING CO.,LTD e aprovados pela sociedade classificadora LLOYD REGISTER.

- a) ANEXO A. Diagrama do Sistema de Monitoramento de Carga – Radares dos Tanques de Carga (Sensores de Ulagem, Temperatura e Pressão). Este diagrama mostra a em detalhes a localização dos sensores de ulagem, temperatura, pressão e dispositivos de acionamento dos alarmes independentes de nível dos tanques de carga no convés do navio. Fabricante do sistema: ENRAF MARINE SYSTEMS – HANLA LEVEL
- b) ANEXO B. Diagrama de Configuração dos Sistemas de Alarmes de Nível Alto e Muito Alto dos Tanques de Carga. Este diagrama mostra os dispositivos de acionamento dos alarmes de nível dos tanques de carga no convés e localização dos alarmes sonoros no Tijupá; sensores de alarmes de nível dos tanques de óleo da máquina. Fabricante do sistema: ENRAF MARINE SYSTEMS – HANLA LEVEL
- c) ANEXO C. Diagrama do Painel de Controle do Sistema de Monitoramento. Este diagrama mostra o painel de controle do sistema de monitoramento de carga no centro de controle de carga (C.C.C) sendo a parte elétrica, fontes de funcionamento (*power supply*), e falha nos sistemas de fontes AC e DC. Fabricante do sistema: ENRAF MARINE SYSTEMS – HANLA LEVEL
- d) ANEXO D. Diagrama do sistema de ventilação dos tanques de carga. Este diagrama mostra a localização das válvulas de alívio (PV *valves*) dos tanques de carga e detalhes da instalação destas válvulas como set *point* para pressão e vácuo. Os métodos de ventilação para “GAS FREE” dos tanques de carga. Localização e capacidade máxima do VENT RISER. ESTALEIRO SLS SHIPBUILDING CO.,LTD.

- e) ANEXO E. Diagrama do sistema de coleta de vapor/IG dos tanques de carga e lastro. Este diagrama mostra detalhes de instalação e localização das válvulas do sistema de gás inerte/coleta de vapor dos tanques de carga no convés. Métodos de ventilação, inertização e purga dos tanques de lastro (lastro de emergência). Sistema de gás inerte no convés. Tanque de selagem dos sistema de gás inerte; sistema de vapor no convés; pontos de medições de O₂ com equipamento portátil; pontos de instalação de instrumentação dos sensores de pressão para vapor. ESTALEIRO SLS SHIPBUILDING CO.,LTD.
- f) ANEXO F. Diagrama do sistema de gás inerte na praça de máquinas. *TYPE “MOSS INERT GAS GENERATOR”*, *CAPACITY* 4500m³/h, FABRICANTE “HAMWORTHY MOSS AS”. Diagrama mostra em detalhes a localização dos componentes do sistema como: redes, válvulas, analisador de O₂, painel principal e secundário do sistema de gás inerte, torre de lavagem, bomba *scrubber*, bombas de selagem, bombas de óleo, suprimento de água doce e água do mar.
- g) ANEXO G. Diagrama do arranjo do *manifold* 1. Este diagrama mostra detalhes dos flanges das conexões do *manifold* dos tanques de carga e tanques de resíduos (*slop*) por bombordo e boreste e os flanges de conexões do sistema de vapor por bombordo e boreste avante e a ré. Mostra detalhes das válvulas e redes de todo o sistema de carga dos tanques de carga, vapor e resíduos. ESTALEIRO SLS SHIPBUILDING CO.,LTD.
- h) ANEXO H. Diagrama do arranjo do *manifold* 2. Este diagrama mostra detalhes das redes, drenos e pontos de amostragem do *manifold* dos tanques de carga, resíduos, sistema de vapor e redes de abastecimento de óleo pesado e óleo diesel. ESTALEIRO SLS SHIPBUILDING CO.,LTD.
- i) ANEXO I. Diagrama de reduções carretel do *manifold* para tanques de carga/*slop* e sistema de controle de emissão de vapor. Diagrama mostra detalhes e inventario das reduções para conexões dos braços ou mangotes de carga, vapor e abastecimento de óleo assim como suas respectivas dimensões. ESTALEIRO SLS SHIPBUILDING CO.,LTD.
- j) ANEXO J. Diagrama das dimensões do carretel do sistema de controle de emissão de vapor. Diagrama mostra detalhes e dimensões do carretel para conexão do mangote ou braço de vapor. ESTALEIRO SLS SHIPBUILDING CO.,LTD.

- k) ANEXO K. TABELA 2. Tabela de cálculo do alarme de nível muito alto (98% de volume) dos tanques de carga e *slop*. Esta tabela mostra os volumes em metros cúbicos de 100% e 98% dos tanques de carga e *slop*. As ulagens para os volumes de 98% e o tempo necessário para transbordar cada tanque de carga e *slop* após atingir o volume de 98% conforme vazão máxima de carregamento. ESTALEIRO SLS SHIPBUILDING CO.,LTD.
- l) ANEXO L. Diagrama modelo das válvulas de alívio dos tanques de carga, *slop* e lastro. HIGH VELOCITY P/V VALVE (HPV+SVG TYPE) FLAME SCREEN (TIPO SFA). Este diagrama mostra o material e dimensões de construção das válvulas de alívio assim como seus componentes, *set point* das válvulas de alívio para pressão positiva e vácuo. Conforme IMO MSC /CIRC. 1009 & ISSO 15364. ESTALEIRO SLS SHIPBUILDING CO.,LTD. FABRICANTE SE-WON INDUSTRIES CO.,LTD.
- m) ANEXO M. Curva de capacidade de fluxo-pressão válvulas PV. Modelo HPV-3 ajuste para abertura entre +0,14 á 0,21 pressão. Mostra a capacidade de pressão de alívio de um tanque de carga e tanque de resíduos (*slop*) requerida.
- n) ANEXO N. Curva de capacidade de fluxo-vácuo válvulas PV. Modelo SGV-3 ajuste para abertura entre -0,07 á -0,035 vácuo. Mostra a capacidade de vácuo de alívio de um tanque de carga e tanque de resíduos (*slop*) requerida.
- o) ANEXO O. Cálculo de vazão das válvulas PV dos tanques de carga. Sistema independente de ventilação onde é calculado a vazão volumétrica de ar equivalente requerida dos tanques de carga utilizando a vazão máxima de carregamento por tanque e ajuste máximo das válvulas PV. ESTALEIRO SLS SHIPBUILDING CO.,LTD. Aprovado pela sociedade classificadora LLOYD REGISTER.
- p) ANEXO P. Cálculo de vazão das válvulas PV dos tanques de resíduos (*slop*). Sistema independente de ventilação onde é calculado a vazão volumétrica de ar equivalente requerida dos tanques de carga utilizando a vazão máxima de carregamento por tanque e ajuste máximo das válvulas PV. ESTALEIRO SLS SHIPBUILDING CO.,LTD. Aprovado pela sociedade classificadora LLOYD REGISTER.

- q) ANEXO Q. TABELA 3. Determinação do sistema de emissão de vapor (VECS). Cálculo realizado no estaleiro SLS SHIPBUILDING CO.,LTD e aprovado pela sociedade classificadora LLOYD REGISTER. Determinando a densidade de mistura de ar-vapor utilizando produtos químicos Benzeno, Methyl Alcohol e Gasolina com suas respectivas pressões de vapor a 115° F (47° C) e densidades de vapor. Cálculos realizados com pressão ajustada (set point) das válvulas PV para 0,2 bar.
- r) ANEXO R. Cálculo de queda de pressão (*Drop Calculation*). Cálculo realizado no estaleiro SLS SHIPBUILDING CO.,LTD e aprovado pela sociedade classificadora LLOYD REGISTER. Baseado em carregamento e descarga simultânea de seis tanques de carga com vazão máxima permitida.
- s) ANEXO S. TABELA 4. Resultado de queda de pressão para Benzeno. Cálculo realizado para todas as válvulas, redes do sistema de gás inerte/vapor em seus respectivos diâmetros tendo como resultado a perda total na vazão de carregamento a 100%, 80% e 50% utilizando o ajuste (*set point*) das válvulas PV em 0,2 bar e -0,035 bar; pressão de vapor a 115° F (47° C) e densidade de vapor; vazão máxima de carregamento dos tanques de carga; vazão máxima requerida de ventilação dos tanques de carga e vazão de vapor de 1.25. Cálculo realizado no estaleiro SLS SHIPBUILDING CO.,LTD e aprovado pela sociedade classificadora LLOYD REGISTER.
- t) ANEXO T. TABELA 5. Resultado de queda de pressão para *Methyl Alcohol*. Cálculo realizado para todas as válvulas, redes do sistema de gás inerte/vapor em seus respectivos diâmetros tendo como resultado a perda total na vazão de carregamento a 100%, 80% e 50% utilizando o ajuste (*set point*) das válvulas PV em 0,2 bar e -0,035 bar; pressão de vapor a 115° F (47° C) e densidade de vapor; vazão máxima de carregamento dos tanques de carga; vazão máxima requerida de ventilação dos tanques de carga e vazão de vapor de 1.25. Cálculo realizado no estaleiro SLS SHIPBUILDING CO.,LTD e aprovado pela sociedade classificadora LLOYD REGISTER.
- u) ANEXO U. TABELA 6. Resultado de queda de pressão para Gasolina. Cálculo realizado para todas as válvulas, redes do sistema de gás inerte/vapor em seus respectivos diâmetros tendo como resultado a perda total na vazão de carregamento a 100%, 80% e 50%

utilizando o ajuste (*set point*) das válvulas PV em 0,2 bar e -0,035 bar; pressão de vapor a 115° F (47° C) e densidade de vapor; vazão máxima de carregamento dos tanques de carga; vazão máxima requerida de ventilação dos tanques de carga e vazão de vapor de 1.25. Cálculo realizado no estaleiro SLS SHIPBUILDING CO.,LTD e aprovado pela sociedade classificadora LLOYD REGISTER.

4 TREINAMENTO PARA CUMPRIR COM O SISTEMA DE CONTROLE DE EMISSÃO DE VAPORES

Uma pessoa encarregada da operação de transferência de carga ou carregamento utilizando o sistema de coleta de vapor deverá ter completado o programa de treinamento cobrindo o sistema em particular instalado no navio. O treinamento deve incluir exercícios ou demonstração do uso do sistema instalado de controle de vapor em operações normais de carga e procedimentos de emergência.

O programa de treinamento deve cobrir em particular o propósito do sistema de controle de vapor, princípios do sistema de controle de emissão de vapores, componentes do sistema de controle de vapor, riscos associados com o sistema de controle de vapor, procedimentos operacionais como: Testes e inspeções exigidas; Procedimentos de pré-transferência; Sequência de conexão; Procedimentos iniciais; Procedimentos normais e Procedimentos de emergência.

4.1 Propósito do sistema de controle de vapor

Sobre as exigências de *Clean Air Act*, U.S. *Environmental Protection Agency* (EPA) e muitos Estados foram implementadas regras para controlar emissão de vapores gerados por carregamento de componentes orgânicos voláteis (VOCS) dos tanques de carga de navios.

A EPA exige atualmente controle de vapores de carga que contem 70% ou mais de Benzeno por peso.

Como resultado de estes regulamentos ambientais, a guarda costeira (U.S. *Coast Guard*) publicou requisitos de segurança que regulem navios (46 CFR 39) e terminais (33 CFR 154) para controlar vapores.

Regulamentos da Guarda Costeira não exigem que o vapor seja recuperado, mas exige que o mínimo de normas de segurança padrões sejam cumpridas se vapores inflamáveis ou combustíveis forem coletados por navios.

4.2 Princípios do sistema de controle de emissão de vapores

As redes do sistema de gás inerte/ventilação dos tanques de carga no convés são utilizadas em comum como redes de coleta de vapores. A pessoa encarregada da operação de carregamento ou transferência de carga utilizando o sistema de controle de emissões de

vapores deve entender e conhecer as redes do sistema de gás inerte/ventilação dos tanques de carga no convés. Para este propósito, deve ser entendido e ter conhecimento do “Manual de Instruções do Sistema de Gás Inerte”. Este manual deve estar a bordo sempre disponível para entendimento e consulta.

Arranjos atuais e redes do sistema de gás inerte/ventilações dos tanques de carga devem ser verificados para ver se estão adequados para controlar o vapor de carga e não há problemas para utilização do sistema.

4.3 Componentes do sistema de controle de vapor

O Sistema de Controle de Emissão de Vapores (VEC) a bordo tende a cair em duas categorias principais:

- a) Aqueles que fornecem um sistema de retorno de vapores da carga para terra para recuperação ou incineração dos vapores de petróleo, conforme as diretrizes da IMO.
- b) Sistemas proprietários para coleta de vapores e líquidos (condensado) de petróleo dos vapores das cargas que de outra maneira seriam emitidos para a atmosfera durante a operação de carregamento ou durante a passagem carregado.

No geral, sistema de controle de emissão de vapores esta composto dos seguintes:

- a) Redes do sistema de gás inerte/ventilação dos tanques de carga incluindo conexão de vapores. (redes de coleta de vapores).
- b) Sistema de medições dos tanques de carga e alarmes de nível alto e muito alto.
- c) Instrumentação e sistema de alarmes.

4.4 Riscos associados com o sistema de controle de emissão de vapores

Durante a operação de carregamento ou transferência de carga com o sistema de controle de emissão de vapores operando, deve ser evitado o transbordamento de líquido dos tanques de carga.

É uma exigência que dois tipos de sistemas de alarmes de nível para cada tanque de carga e tanques de slop sejam fornecidos; um é o alarme de nível “Alto” utilizado nos tanques de carga (pelo menos 95% do volume do tanque de carga), e o outro é alarme de nível “Muito alto” utilizando um dispositivo de transbordamento (98% do volume do tanque de carga).

A única maneira de prevenir transbordamento de um tanque de carga é parando o enchimento do tanque antes que o líquido transborde. A bordo as pessoas envolvidas no carregamento devem estar sempre alerta durante toda a operação de carregamento ou transferência de carga para que em caso que aconteça este incidente possa tomar ações e medidas requeridas para parar o enchimento do tanque antes de atingir o nível de 98% ou mais do que o nível de 98% de volume.

4.5 Procedimentos operacionais

4.5.1 Testes e inspeções exigidas

A pessoa encarregada da operação de carregamento ou transferência de carga utilizando o sistema de controle de emissão de vapores deve periodicamente testar e inspecionar este sistema, e deve sempre manter e estar seguro de que o sistema permanece em boas condições e pronto para uso.

4.5.2 Procedimentos de pré-transferência

Antes da transferência de carga ou carregamento, deve se verificar se o navio esta em condições e não há nenhuma ameaça para realizar a operação. Deverão ser verificados os equipamentos listados abaixo em conformidade com o regulamento US 33 CFR 157.435 (a) (1), *Vital System Surveys*. Registrar no Diário de Navegação ou em outra documentação a bordo.

- a) Inspeção minuciosa dos tanques de carga:
 - limpeza / lavagem de anteparas, se aplicável;
 - revestimento, se aplicável;
 - estanqueidade;
 - estrutura;
 - serpentinas de aquecimento e escadas;
 - controle visual das bombas de carga e suportes e
 - fundo do tanque e poceto da bomba para itens soltos (parafusos, garrafas, etc.).
- b) Purga da bomba de carga;
- c) Linhas de carga incluindo linhas comuns, válvulas, alinhamentos, conexões e suas proteções;

- d) Avisos de identificação do produto no(s) *manifold* (s) de carga e retorno de vapor;
- e) Redes de ventilação, incluindo válvulas P / V;
- f) Válvulas de dreno;
- g) Bocas em geral (lavagem, domo, etc.) e juntas de vedação dos tanques;
- h) Bocas/tampas de ulagem;
- i) Sistema de medição fechada;
- j) Alarmes de nível;
- k) Medição de temperatura;
- l) Medição de pressão;
- m) Sistema de retorno de vapor – medição de pressão e alarmes;
- n) Sistema de Gás Inerte

Antes de qualquer operação de transferência de carga, deve ser realizada uma conferência antes da transferência verificando os itens do *check list* de segurança NAVIO/TERMINAL (SHIP/ShORE CHECK LIST). No caso de operações de carga, deve ser conduzido pelo Imediato e com a presença do Supervisor (*Loading Master*), Inspetor (*Surveyor*) ou outro pessoal relevante de terra / barça ou entregando / recebendo o navio. Deve ser mantidos registros e a conferência incluirá:

- a) Carga(s) a ser manuseada – riscos à propriedade e exigências especiais;
- b) Número e seqüência de parcelas e quantidades;
- c) Vazão e pressão (vazão máxima para o carregamento e para o corte da carga. Pressão e temperatura máxima);
- d) Comunicações – geral e em emergências;
- e) Paradas e alarmes de emergência;
- f) Requisitos para segurança, proteção e EPIs;
- g) As fases críticas, como: início, término, sopro de linha, *pigging* de linhas de terra, etc.;
- h) Pré-lavagem e manuseamento de *slop*, se necessário;
- i) Os requerimentos no navio do “PROCEDIMENTO PARA TRANSFERÊNCIA DE ÓLEO”.

4.5.3 Seqüência de conexão

Sempre verificar se o *manifold* de vapor está bloqueado e flangeado. Retirar o flange com segurança e conectar o mangote de retorno de vapor ao terminal.

Após conexão do mangote deverá ser realizado teste de pressão para verificar se há algum vazamento.

Deverão ser verificados flanges; linhas adjacentes e válvulas borda fora das válvulas do *manifold* conectadas por mangotes e peças rígidas.

4.5.4 Procedimentos iniciais / normais

Consulte sempre o manual de instruções para operações VECS disponíveis a bordo antes do início das operações.

Antes do início das operações deverão ser verificados os seguintes itens:

- a) Planos de carga;
- b) Ordens de carregamento / descarga;
- c) vazão máxima de carregamento inicial 1 m/s para acumuladores de estática;
- d) vazão máxima de carregamento;
- e) vazão máxima de descarga e
- f) vazão máxima de ventilação.
- g) Plano do arranjo do *manifold*;
- h) Planos de lastro
- i) Inspeções antecipadas nos tanques;
- j) Operações de N₂ / gás inerte;
- k) Operações de *padding*, *pigging* e limpeza de linhas;
- l) Requisitos para retorno de vapor;
- m) Riscos particulares de cada carga e respectivas fixas de emergência (MSDS);
- n) Procedimentos de segurança relacionados aos equipamentos e mangotes a serem utilizados;
- o) EPI específico a ser usado para cada carga;
- p) Operações específicas durante a qual o EPI deverá ser usado;
- q) Operações planejadas de limpeza de tanque e / ou desgaseificação;
- r) Outras atividades do navio que envolva a Seção de convés;
- s) Amarração do navio em relação à passagem de tráfego de embarcações, onda, corrente, etc.

Instruções dos Oficiais e Tripulação

- a) Considerar questões especiais de riscos e segurança;
- b) Abrangência e limites das operações de carga, limpeza e desgaseificação;

- c) Utilizar a tripulação disponível;
 - d) Usar o EPI;
 - e) Seqüência de carregamento / descarga;
 - f) Seqüência de limpeza, inertização e desgaseificação;
 - g) Conexões / alinhamento do *manifold*;
 - h) Quantidades de lastro a serem manuseadas e sua seqüência e
 - a. Coordenação com outras operações que não seja relacionada com a carga.
- Durante todas as operações de manuseio de carga, o Imediato deverá assegurar:
- a) Que as operações sejam supervisionadas por um Oficial de Náutica qualificado e
 - b) Que tenham o suporte de um número suficiente de tripulantes com conhecimento bastante e apropriado para exercer suas funções.
 - c) Monitorar a vazão de transferência e esclarecer com o terminal / navio se ela é variável;
 - d) Se acontecer alguma parada inesperada na operação que não foi previamente acordada / ter recebido uma quantidade de carga esperada, investigar imediatamente;
 - e) Solicitar ao tripulante de convés de serviço, fechar a válvula do *manifold* até que a parada seja esclarecida;
 - f) Prosseguir com o carregamento em acordo com o terminal / navio.

4.6 Procedimentos de emergência

Procedimentos de emergência são as ação imediatas e seguras que devem ser tomadas durante as operações VECS em qualquer caso de emergência. Estes casos podem ser realizados durante erros operacionais ou falhas de equipamentos.

Casos de situações de emergência que podem ser considerados:

- a) Falha ou vazamento nas redes de transferência de carga;
- b) Quebra ou ruptura do mangote de carga;
- c) Erro ao colocar os limites do sistema de ventilação dos tanques de carga conforme arranjo original;
- d) Sobre / sub pressão dos tanques de carga
- e) Incêndio/Explosão.

Geralmente, podem ser aplicados a procedimentos de emergência em:

Operações:

Pare a operação de transferência de carga ou carregamento e se necessário utilize as paradas de emergência. Certifique-se de que as válvulas do *manifold* e tanques de carga sejam fechadas.

Comunicação com terminal:

A introdução do controle de emissão de vapores (VEC) reforça a importância da boa cooperação e comunicação entre navio e o terminal. As informações pré-transferência devem proporcionar a ambas as partes um entendimento dos parâmetros operacionais de cada um. Deve ser acordado, antes do início da operação, detalhes como a vazão máxima de transferência, a queda máxima permissível de pressão no sistema coletor de vapores e alarmes, procedimentos e condições de fechamento rápido (*shutdown*)

Certifique-se de que o pessoal do terminal esteja ciente da situação.

O Sistema de Comunicação deverá incluir sinais para:

- a) *Stand-by*;
- b) iniciar carga / descarga;
- c) diminuir a vazão;
- d) parada carga / descarga e
- e) parada de emergência

Informar as autoridades portuárias e operador do navio em terra se necessário.

A operação de transferência de carga ou carregamento somente deverá ser re-iniciado quando a situação estiver totalmente controlada e estável e se o operador do terminal estiver de acordo.

Avaliação da falha:

Certifique-se de avaliar muito bem a situação e o que causou o problema; tomar medidas necessárias para solucionar a situação.

Sobre-pressão ou sub-pressão dos tanques de carga:

Sérios incidentes têm ocorrido em navios petroleiros, devido os tanques de carga estarem sujeitos a extremos de sobre ou sub-pressão. Ao mesmo tempo em que os regulamentos da SOLAS foram modificados para exigir que tanques sejam equipados com dispositivos de alívio de pressão de fluxo máximo ou monitoramento de pressão de tanque individual, é ainda indispensável que os sistemas de suspiros sejam completamente verificados para assegurar que os mesmos estejam corretamente ajustados para a operação pretendida. Uma vez que a operação tenha começado, verificações adicionais devem ser feitas

para qualquer anormalidade, tais como ruídos incomuns de vapores escapando sob pressão ou válvulas de vácuo/pressão abrindo.

O pessoal de bordo deve estar munido com procedimentos de operação claros e sem ambigüidades para um manejo e controles apropriados do sistema de suspiros e devendo, também, possuir um completo entendimento de suas capacidades.

A sobre-pressurização de tanques de carga ou lastro é devido à compressão do espaço de ulagem por uma inadequada liberação de vapores ou por enchimento excessivo do tanque. A sub-pressurização pode ser causada pela não admissão de gás inerte, vapores ou ar no interior do tanque quando o líquido está sendo descarregado. O resultado da sobre ou sub-pressurização no tanque pode resultar em sérias deformações ou falhas estruturais catastróficas do tanque e suas anteparas periféricas, as quais podem afetar seriamente a integridade estrutural do navio podendo levar a incêndio, explosão e poluição.

Danos estruturais também podem ser causados pela não admissão de gás inerte, vapores ou ar no interior de um tanque enquanto o líquido está sendo descarregado. A sub-pressão resultante no tanque pode ocasionar a deformação na estrutura do navio, o que pode resultar em incêndio, explosão ou poluição.

Para proteger contra sobre e sub-pressurização de tanques, proprietários/operadores devem considerar seriamente a instalação de dispositivos de proteção como segue:

- a) Sensores individuais de pressão com um alarme para cada tanque.
- b) Dispositivos individuais de pressão/liberação de fluxo total para cada tanque.

Sobre-Pressurização de Tanques – Causas

Usualmente a sobre-pressurização ocorre durante o lastreamento, carregamento ou transferências internas de carga ou lastro. Isto pode ser causado por uma das seguintes ocorrências:

- a) Enchimento demasiado do tanque com líquido.
- b) Alinhamento incorreto da válvula de isolamento dos vapores ou do gás inerte para a linha de vapores ou linha de gás inerte.
- c) Falha de uma válvula de isolamento para a linha de vapores ou linha de gás inerte.
- d) Falha ou emperramento de uma válvula de suspiro ou válvula de alta velocidade.
- e) Tela corta-chama entupida.
- f) Carregamento ou lastreamento do tanque com uma vazão que excede a capacidade máxima do suspiro.
- g) Formação de gelos nos suspiros, ou congelamento das válvulas de vácuo/pressão e válvulas de alta velocidade ou gelo na superfície do lastro.

- h) Restrições nas linhas de vapores causadas por parafina, resíduos ou sedimentos.

Sobre-Pressurização de Tanques – Precauções e Ações Corretivas

A maior salvaguarda contra uma sobre-pressurização é a adesão às boas práticas operacionais. Isto deve incluir:

- a) Em navios sem um sistema de gás inerte, um procedimento para controlar a posição da válvula de isolamento nas linhas de vapores. O procedimento deve incluir um método de registro da posição atual das válvulas de isolamento e um método para prevenir que elas sejam incorretamente ou casualmente operadas.
- b) Em navios com sistema de gás inerte onde válvulas de isolamento estão instaladas nas linhas de ramificações de cada tanque, a SOLAS exige que estas válvulas sejam “providas de sistemas de travamento que devem estar sob o controle do Oficial Encarregado do navio”. Esta exigência deve ser cumprida a fim de prevenir a possibilidade de qualquer mudança na posição das válvulas sem que o Oficial Encarregado utilize os meios de liberação do sistema de travamento na válvula.
- c) Um método de registro do status de todas as válvulas no sistema de carga e um método para prevenir que elas sejam incorretamente ou casualmente operadas.
- d) Um sistema para fixação das válvulas na posição correta, pela operação, e monitoramento para que permaneçam corretamente fixadas.
- e) Restrição a operação das válvulas somente para pessoal autorizado.

Um processo de manutenção regular, testes pré-operacionais e operadores com conhecimento de válvulas de isolamento, válvulas de vácuo/pressão ou suspiros de alta velocidade podem proteger contra falhas durante a operação.

Para proteger contra sobre-pressurização devido ao enchimento dos tanques muito rápido, todos os navios devem ter a vazão máxima de enchimento para cada tanque individualmente e devem estar disponíveis para referência pelo pessoal de bordo. Os suspiros dos tanques devem ser verificados para assegurar que estejam prontos quando do início da operação e, durante condições de tempo congelantes, devem ser inspecionados a intervalos regulares durante toda a operação.

Quando há suspeita de sobre-pressurização de um ou mais tanques, a situação exige ações corretivas apropriadas. O carregamento de líquidos deve cessar imediatamente.

Sub-Pressurização de Tanques – Causas

- a) As causas da sub-pressurização são semelhantes aquelas de sobre-pressurização, a saber:

- b) Alinhamento incorreto da válvula de isolamento dos vapores ou do gás inerte para a linha de vapores ou linha de gás inerte.
- c) Falha de uma válvula de isolamento para a linha de vapores ou linha de gás inerte.
- d) O ventilador do gás inerte não funcionou devido à paralisação ou falha em sua operação.
- e) Falha em uma das válvulas de suprimento de gás inerte.
- f) Entupimento na tela corta-chama na linha de admissão de vapores.
- g) Formação de gelo nos suspiros dos tanques de lastro durante condições de tempo frio.

Sub-Pressurização de Tanques – Precauções e Ações Corretivas

As precauções para defender contra sub-pressurização são as mesmas relacionadas para sobre-pressurização.

Quando há suspeita de sub-pressurização de um ou mais tanques, a situação exige ações corretivas apropriadas. A descarga de líquidos deve cessar imediatamente.

Os métodos de redução de um vácuo parcial em um tanque são: a elevação imediata do nível do líquido no tanque pelo deslocamento ou bombeamento de carga ou lastro de outro tanque, ou pela admissão de gás inerte ou ar para o espaço de ulagem no interior do tanque afetado.

Advertência

Em um navio com sistema de gás inerte, existe a possibilidade que a qualidade do gás inerte pode estar comprometida pelo vazamento de ar passando pelos selos nas locais de acesso aos tanques.

Admitindo gás inerte à alta velocidade para o retorno do tanque para uma pressão positiva podendo causar um risco eletrostático.

Em navios sem um sistema de gás inerte onde não é possível a elevação do nível do líquido para a redução de um vácuo parcial, devem ser determinados cuidados para assegurar que o arraste de ar não puxe para o interior do tanque objetos estranhos com uma possível capacidade de ignição, por exemplo: ferrugem.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho mostrou as normas e exigências conforme USCG 46 CFR 39 e IMO MSC/Circ. 585 a serem cumpridas por todos os navios que tenham instalado um sistema de controle de emissão de vapor e para todos os terminais que tenham instalado uma unidade de processamento para controle de vapor.

É muito importante ter um conhecimento amplo sobre o sistema VEC não só das instalações nos navios tanques assim como também conhecer os componentes de uma unidade de processamento em terminais.

Foram mostrados os equipamentos e procedimentos que um navio deve ter para cumprimento das normas quando há uma instalação de controle de emissão de vapor a bordo.

Foram mostrados diagramas de projeto de um navio em específico com instalação de um sistema de controle de emissão de vapor assim como especificações dos equipamentos e testes realizados durante a construção.

Foram mostrados os itens exigidos pelas normas conforme USCG 46 CFR 39 e IMO MSC/Circ. 585 para treinamento da pessoa encarregada do sistema de controle de emissão de vapor e tripulação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

MARPOL 73/78. International Convention for the Prevention of Pollution from Ships.

ISGOTT. International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals. 5a ed. ICS 2008.

CFR. Code of Federal Regulations 46. 2010.

IMO MSC/Circ. 585. Standards for Vapour Emission Control System. 16 April 1992.

IBC CODE. International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk. ed. 2009.

Manual de Instruções do Sistema de Gás Inerte MOSS HAMWORTHY ASS do Navio FLUMAR BRASIL.

Manual de Instruções do Sistema de Controle de Emissão de Vapor do Navio FLUMAR BRASIL.

Diagrama de Instrumentação e Arranjo do Navio FLUMAR BRASIL.

Manual de Gerenciamento de Bordo da Empresa Flumar Transporte de Químicos e Gases Ltda.

GLOSSÁRIO

Os termos abaixo foram extraídos de “IMO MSC/Circ. 585”; “USCG 46 CFR Part 39”.

Área de carga (cargo deck área): a parte do convés principal que esta exatamente encima dos tanques de carga.

Sistema existente de coleta de vapor (existing vapor collection system): sistema de coleta de vapor o qual encontrava-se em operação antes de 23 de julho de 1990.

Novo sistema de coleta de vapor (new vapor collection system): sistema de coleta de vapor que não é o sistema existente de coleta de vapor.

Inertizado (inerted): teor de oxigênio no espaço de vapor dentro de um tanque de carga que é reduzido para 8% de volume ou menos conforme regulamentos dos sistemas de gás inerte.

Diluído (diluted): condição na qual a concentração de um gás inflamável em uma mistura de gás inflamável/ar esta menor que 50% do limite inferior de explosividade.

Enriquecida (enriched): condição na qual a concentração de um gás inflamável em uma mistura de gás inflamável/ar não é menor que 150% do limite superior de explosividade.

Operações de alívio (lightering or lightering operation): operação de transferência de carga líquida envolvendo dois navios tanque (Ship to Ship). Esta operação pode ser realizada com os dois navios em movimento ou com um navio fundeado. Operação realizada para navios que transportam óleo cru com sistema VOC.

Navio em serviço (service vessel): navio de pequeno porte que recebe carga líquida de outro navio tanque normalmente de grande porte (operações de alívio) ou recebe carga entre um terminal e outro navio.

Vazão máxima permitida de transferência (maximum allowable transfer rate): máxima vazão volumétrica na qual um navio pode receber carga ou lastro.

Balanceamento de vapor (vapor balancing): transferência de vapor deslocado de um navio ou terminal via sistema de coleta de vapor para o tanque do navio carregando. É utilizado para evitar a liberação de quaisquer gases para a atmosfera através dos suspiros ou válvulas de alívio e para minimizar o uso do sistema de gás inerte quando transferindo carga de navio para navio.

Sistema coletor de vapor (vapor collection system): arranjo de redes e mangotes utilizados para coletar vapores emitidos por tanques de carga de navios e transportar estes vapores para uma unidade de processamento.

Sistema de controle de vapor (vapor control system): arranjo de redes e equipamentos utilizados para controlar emissão de vapores coletados de um navio. Isto inclui sistema coletor de vapor e unidade de processamento de vapor.

Unidade de processamento de vapor (vapor processing unit): componentes do sistema de controle de vapor para recuperar, destruir ou dispersar vapores coletados de um navio.

Conexão de vapor do terminal (terminal vapor connection): o ponto no sistema coletor de vapor no terminal onde se conecta um mangote coletor de vapor ou braço.

Unidade de destruição de vapor (vapor destruction unit): unidade de processamento de vapor que destrói os vapores de carga pelo processo de incineração.

Unidade de recuperação de vapor (vapor recovery unit): unidade de processamento de vapor não destrutivo tais como absorção de óleo, absorção de carbono ou refrigeração.

Sistema de dispersão de vapor (vapour dispersion system): unidade de processamento que libera vapor de carga para atmosfera através de um sistema de ventilação não localizado no navio que está sendo carregado ou lastreado.

Calculo de queda de pressão (pressure drop calculation): comparação entre a vazão de transferência de carga e queda de pressão do tanque mais afastado da conexão de vapor, incluindo qualquer mangote ou mangueira utilizada. Os cálculos devem ser feitos para cada tanque de carga em sua máxima vazão de transferência e baixa vazão de transferência.

Cargas inflamáveis (flammable cargoes): cargas de óleo cru, derivados de petróleo, e produtos químicos que tem um ponto de fulgor que não excedam os 60° C determinados por um aparelho de medição de ponto de fulgor aprovado e uma pressão de vapor na qual esta abaixo da pressão atmosférica e outros produtos líquidos que tenham um risco a incêndios semelhantes.

Planta de Gás Inerte (Inert Gas System): Equipamento instalado especialmente para produzir, resfriar, purificar, pressurizar, monitorar e controlar o fornecimento de gás inerte para os sistemas dos tanques de carga.

Eletricidade estática (Static electricity): Eletricidade produzida pelo movimento entre materiais não semelhantes por meio de contato e separação físicos.

Administração (Administration): significa o Governo do Estado cuja bandeira o navio está autorizado a arvorar.

ISGOTT (International Safety Guide for oil tankers and terminals): Guia internacional para a segurança de navios-tanque e terminais. Traz recomendações para o pessoal dos navios tanques e terminais petroleiros para um transporte e movimentação segura de petróleo e seus derivados.

IMO (International Maritime Organization): Organização marítima internacional. Tem o propósito de facilitar a cooperação entre os governos sobre questões técnicas de todos os tipos que interessem à navegação comercial internacional; incentivar a adoção geral dos mais altos padrões possíveis em matéria de segurança marítima, eficiência da navegação, bem como a prevenção e controle da poluição marinha; incentivar a remoção de ação discriminatória e restrições desnecessárias por parte dos governos envolvidos no comércio internacional, de modo a promover a disponibilidade de serviços de transporte para o comércio mundial, sem discriminação; considerar as questões relativas às práticas restritivas desleais de empresas de navegação

MARPOL (International Convention for the Prevention Pollution on Ships, 1973):

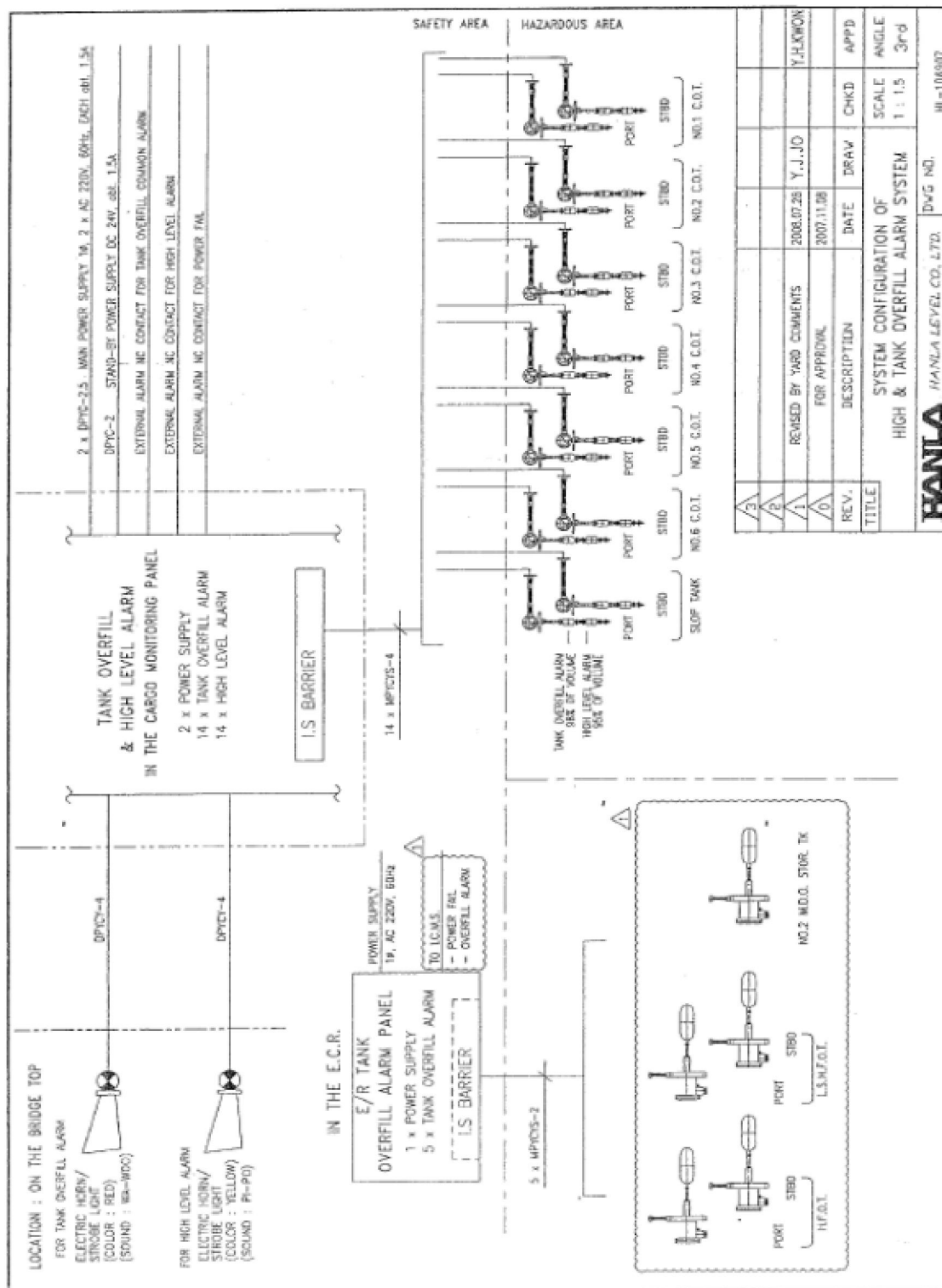
Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios, 1973. Tem o propósito de estabelecer regras para a completa eliminação da poluição internacional do meio ambiente por

óleo e outras substâncias danosas oriundas de navios, bem como a minimização da descarga accidental daquelas substâncias no ar e no meio ambiente marinho.

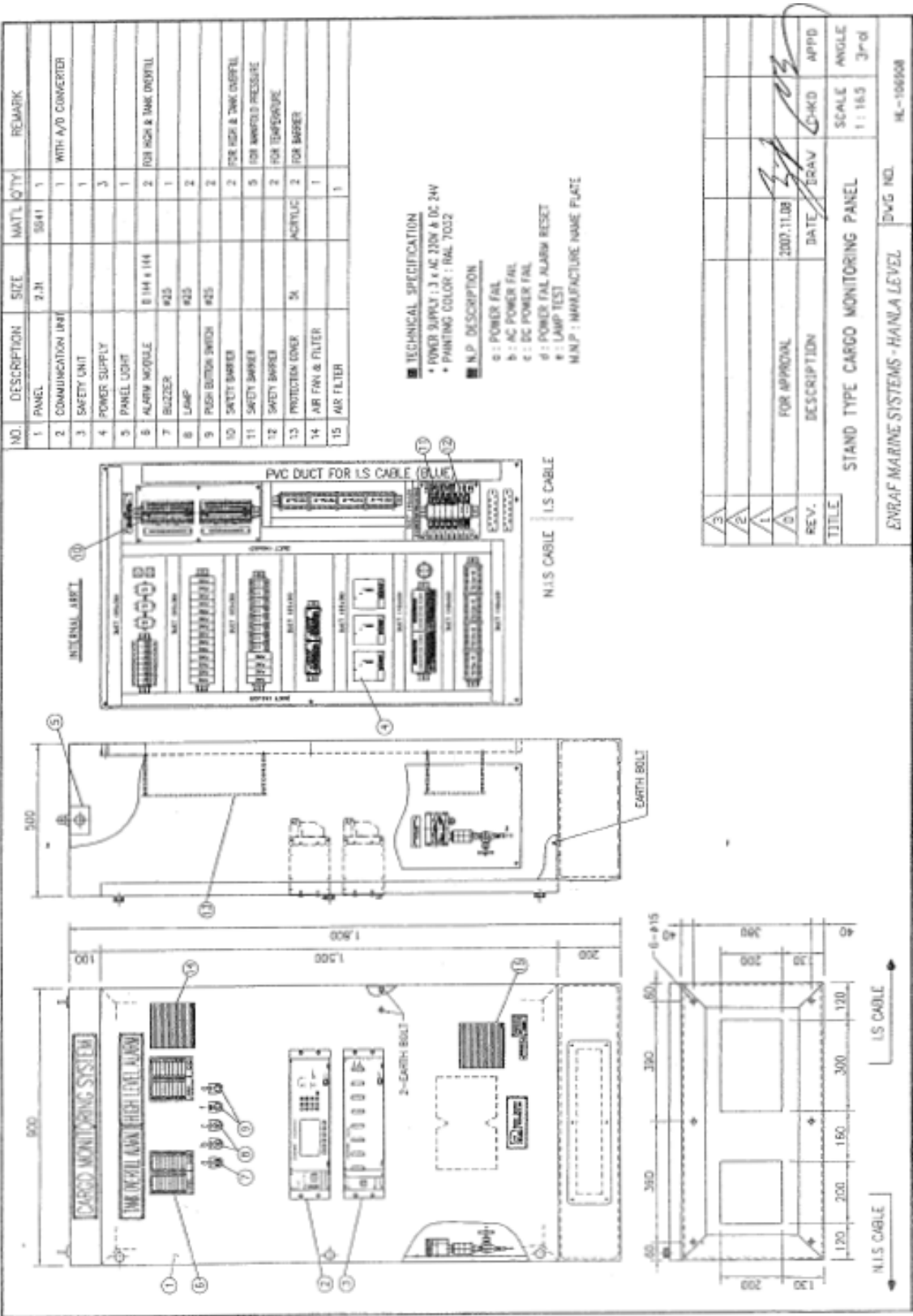
CFR (Code of Federal Regulations): é a codificação geral e permanente das regras e regulamentos publicadas no registro federal pelo departamento executivo e agencias do Governo Federal dos Estados Unidos.

IBC (International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk): código internacional para a construção e equipamento de navios transportadores de produtos químicos perigosos a granel. Tem o propósito de fornecer um padrão internacional para o transporte seguro a granel, pelo mar, dos produtos químicos perigosos e das substâncias líquidas nocivas listadas no capítulo 17 do código.

ANEXO B - DIAGRAMA DE CONFIGURAÇÃO DOS SISTEMAS DE ALARMES DE NÍVEL ALTO E MUITO ALTO DOS TANQUES DE CARGA E LOCALIZAÇÃO DOS ALARMES SONOROS NO TIJUPÁ

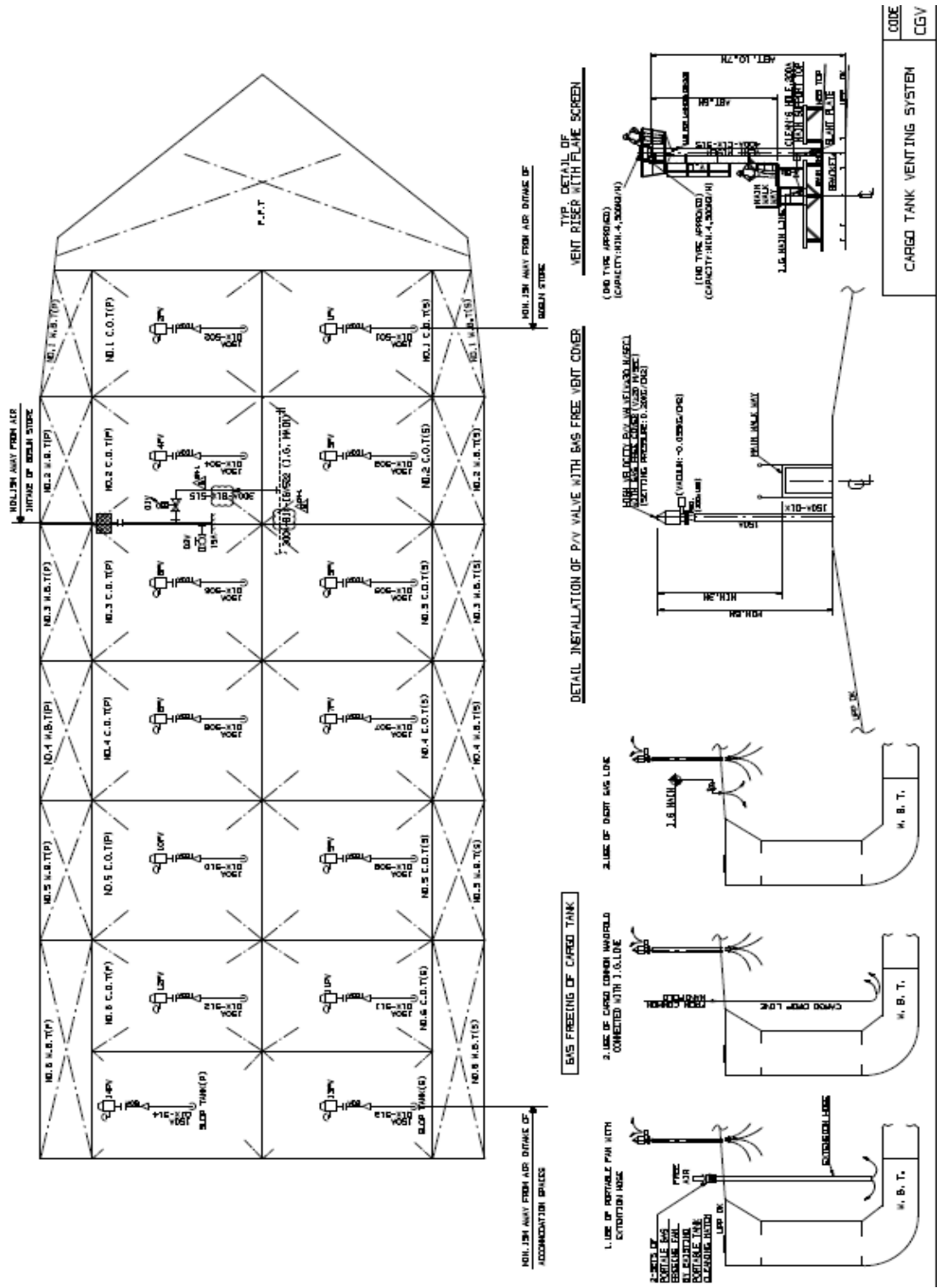


ANEXO C - DIAGRAMA DO PAINEL DE CONTROLE DE SISTEMA DE MONITORAMENTO DE CARGA

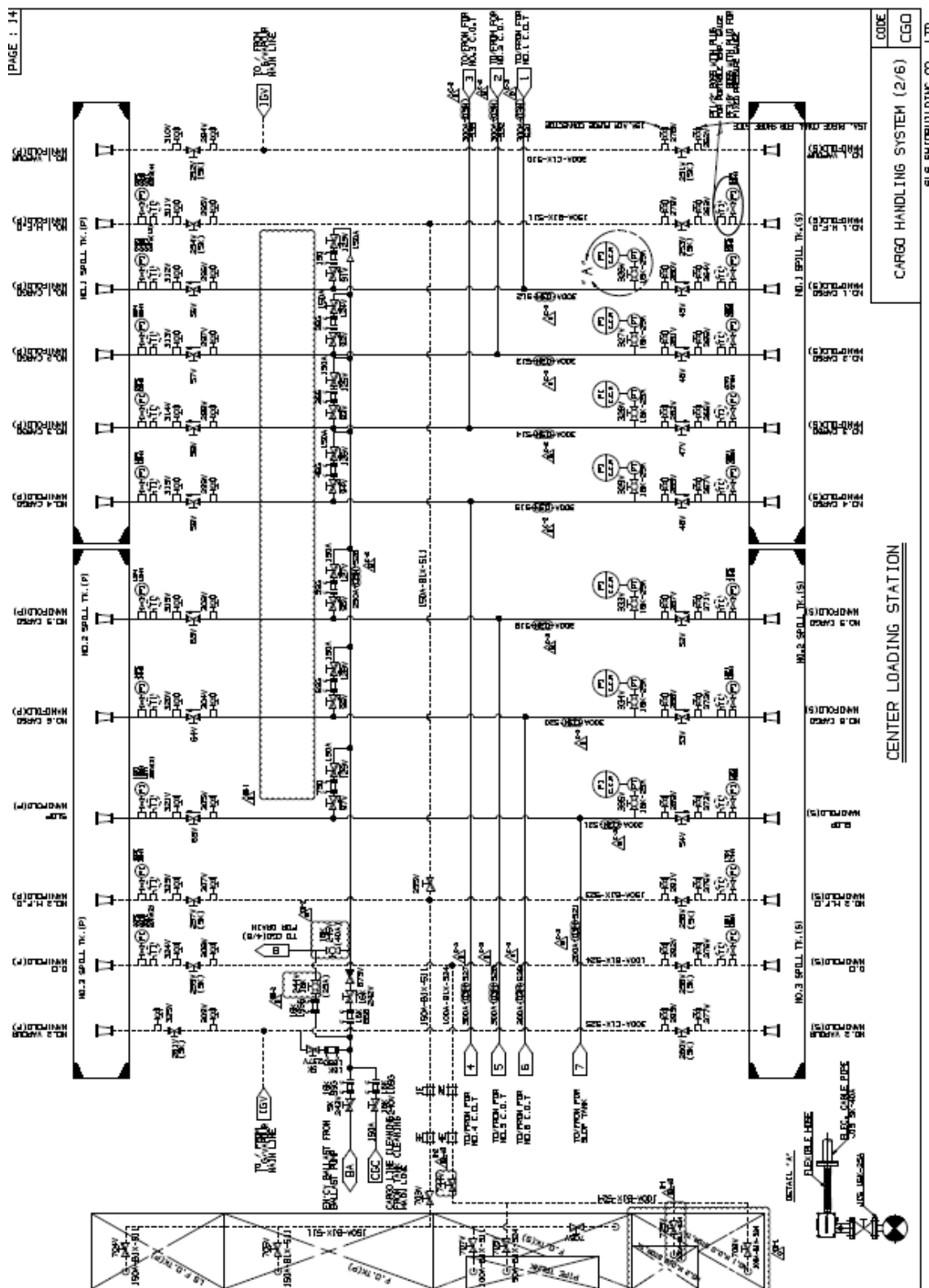


Arranjo das Redes e Válvulas do Sistema de Coleta de Vapor dos Tanques de Carga

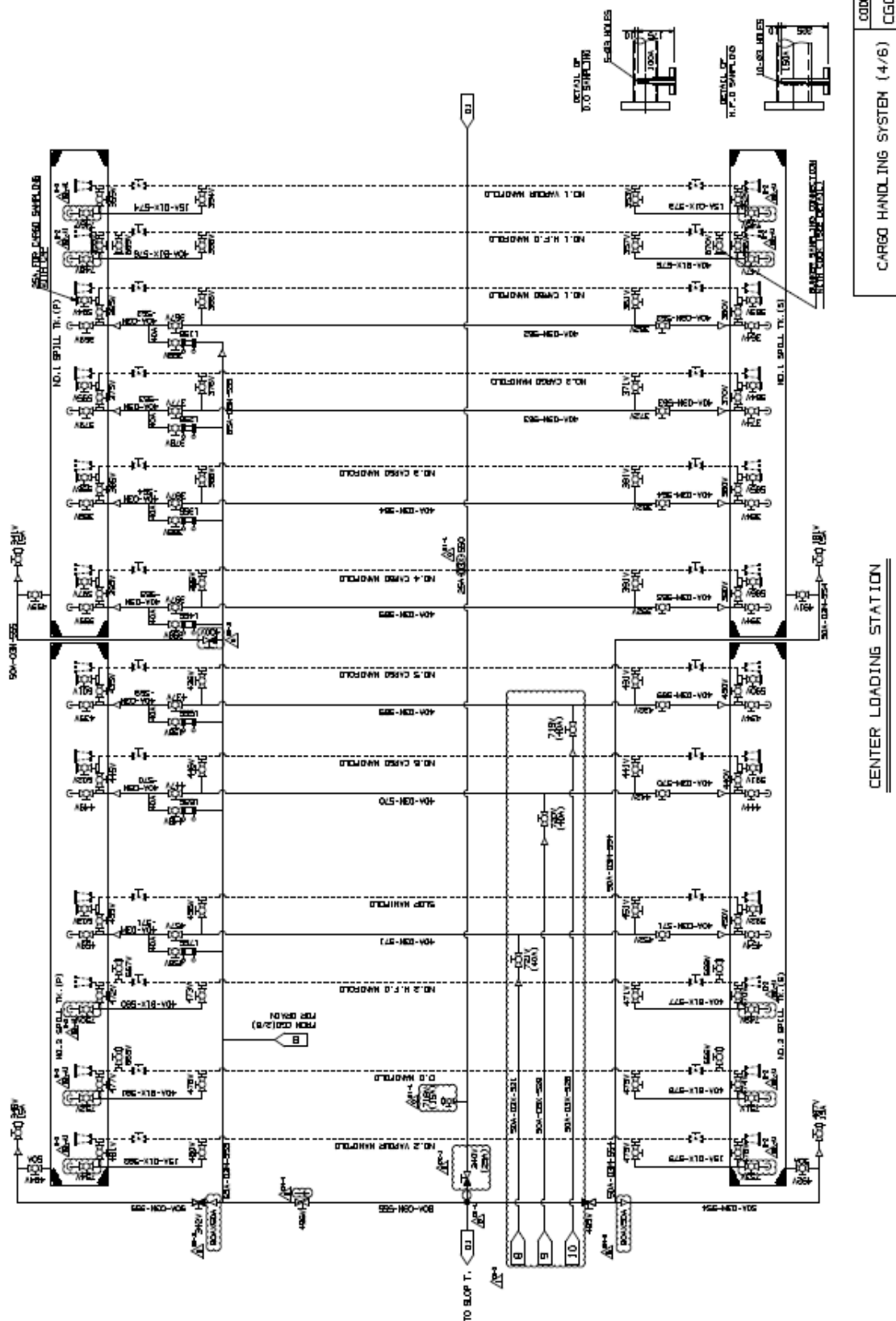
ANEXO D - DIAGRAMA DO SISTEMA DE VENTILAÇÃO DOS TANQUES DE CARGA



ANEXO G - DIAGRAMA DO ARRANJO DO MANIFOLD 01



ANEXO H - DIAGRAMA DO ARRANJO DO MANIFOLD 2

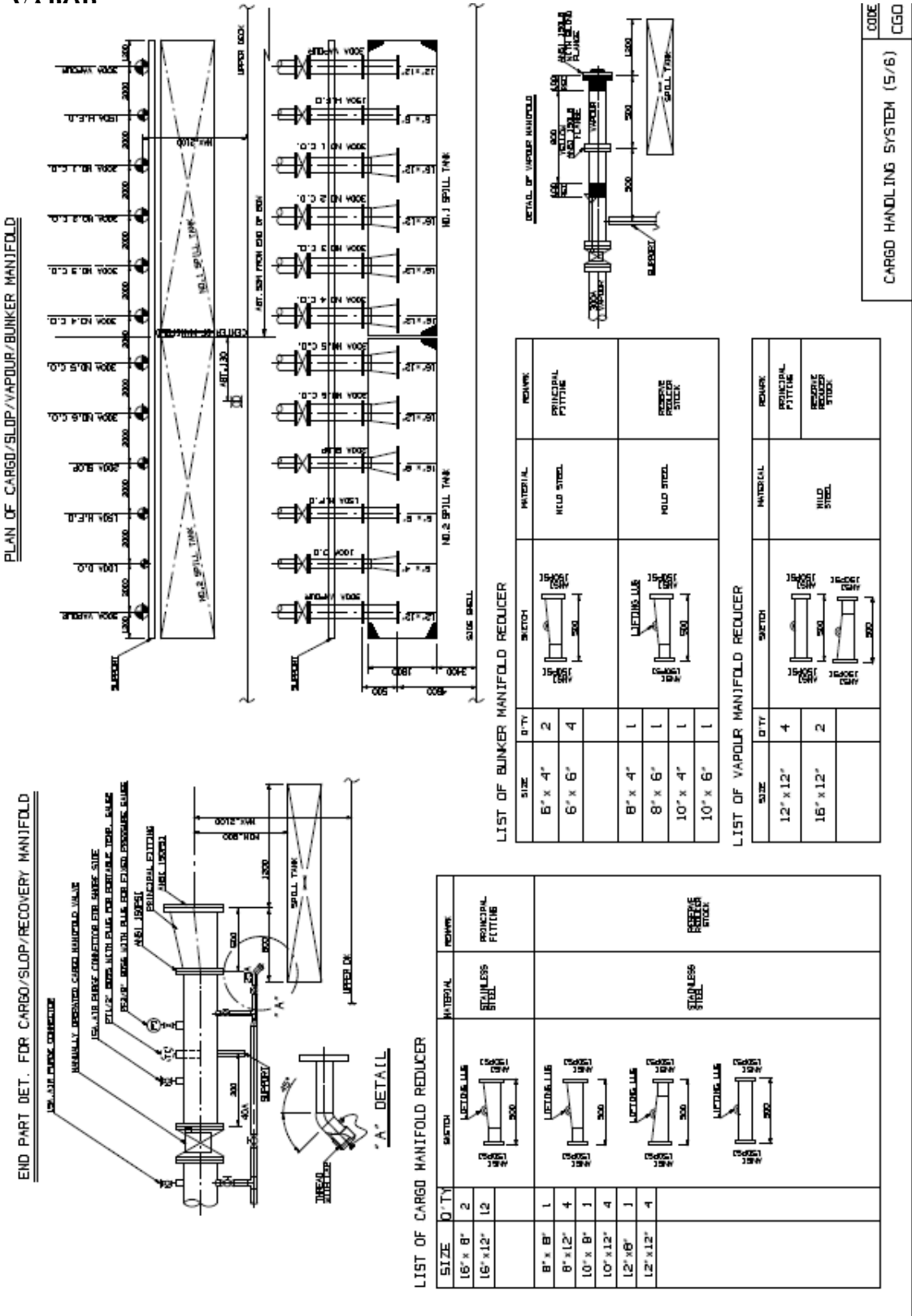


CENTER LOADING STATION

CARGO HANDLING SYSTEM (4/6)

CODE
CGO

ANEXO I - DIAGRAMA DE REDUÇÕES CARRETEL DO MANIFOLD PARA TANQUES DE CARGA/SLOP E SISTEMA DE CONTROLE DE EMISSÃO DE VAPORES



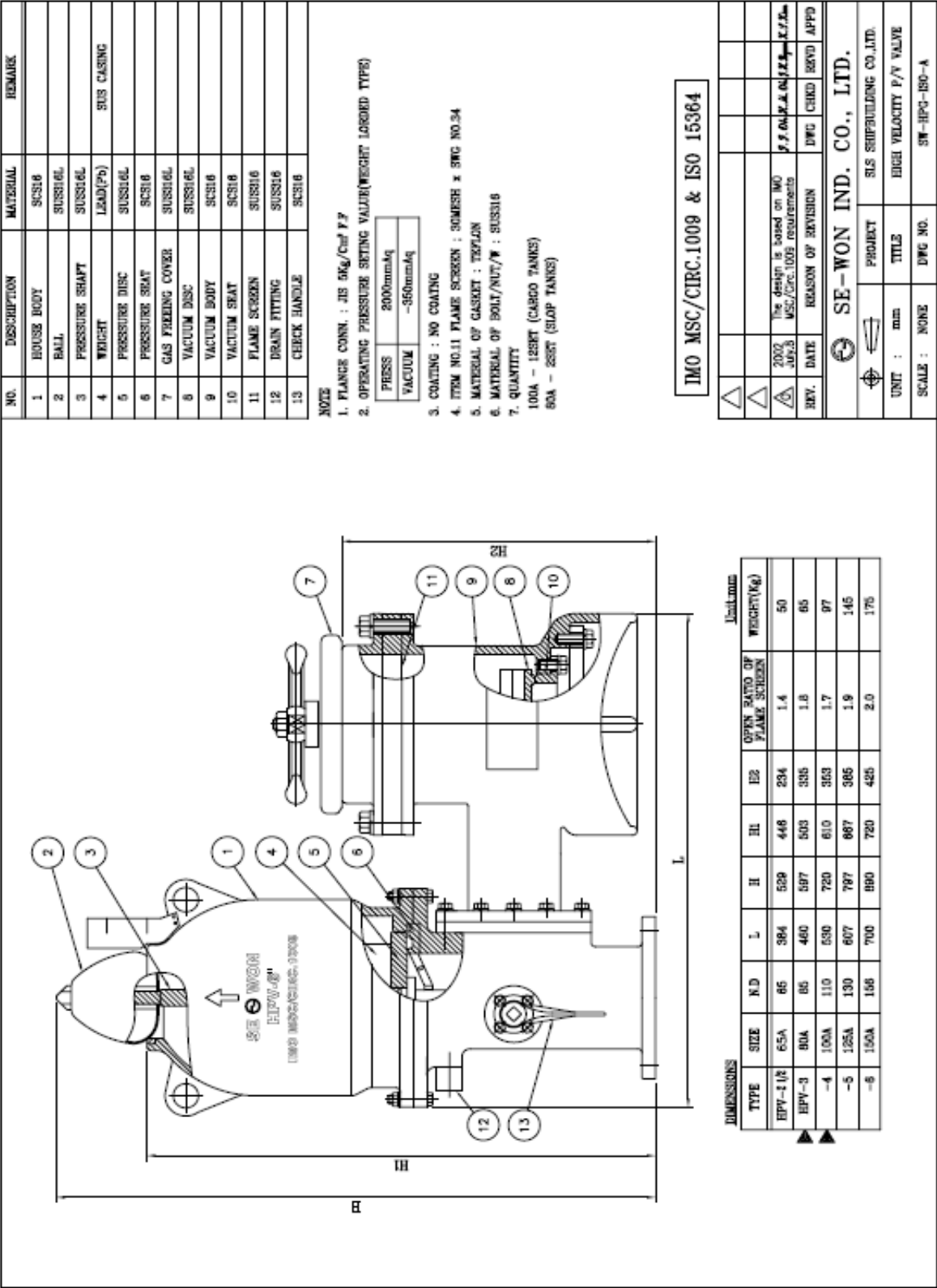
ANEXO K - TABELA 2: TABELA DE CALCULO DO ALARME DE NIVEL MUITO ALTO (98% DE VOLUME) DOS TANQUES DE CARGA/SLOP

VAZÃO MÁXIMA DE CARREGAMENTO DO NAVIO

- **VAZÃO MÁX. DE CARREGAMENTO DOS TANQUES DE CARGA 1~6 BB/BE = 600m³/h**
- **VAZÃO MÁX. DE CARREGAMENTO DOS TANQUES DE SLOP BB/BE = 300m³/h**

TANQUES DE CARGA	VOLUME DOS TANQUES (100%) m³	VOLUME DOS TANQUES DE CARGA A 98% DE VOLUME m³	ULLAGEM A 98% DE VOLUME m³	TEMPO PARA TRANSBORDAMENTO (MINUTOS)
No COT 1 P	3049.30	2988.31	60.99	6.10
No COT 1 S	3053.30	2992.23	61.07	6.11
No COT 2 P	4540.10	4449.30	90.80	9.08
No COT 2 S	4540.10	4449.30	90.80	9.08
No COT 3 P	4803.00	4706.94	96.06	9.61
No COT 3 S	4803.00	4706.94	96.06	9.61
No COT 4 P	4803.00	4706.94	96.06	9.61
No COT 4 S	4803.00	4706.94	96.06	9.61
No COT 5 P	4803.00	4706.94	96.06	9.61
No COT 5 S	4803.00	4706.94	96.06	9.61
No COT 6 P	4503.00	4412.94	90.06	9.01
No COT 6 S	4508.20	4418.04	90.16	9.02
SLOP P	1220.70	1196.29	24.41	7.32
SLOP S	1220.00	1195.60	24.40	7.32

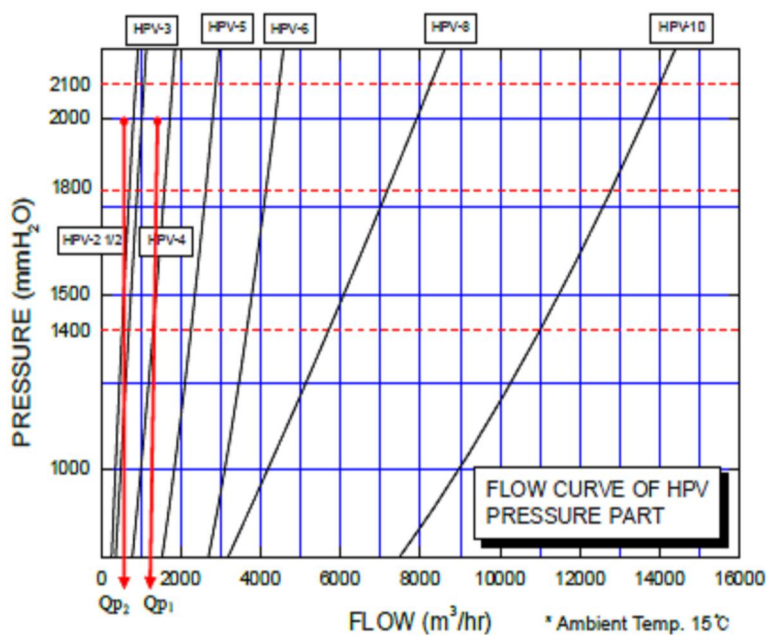
ANEXO L - DIAGRAMA MODELO DAS VÁLVULAS DE ALIVIO. HIGH VELOCITY P/V VALVE (HPV+SVG TYPE) FLAME SCREEN (TIPO SFA)



ANEXO M - CURVA DE CAPACIDADE DE FLUXO- PRESSÃO VÁLVULAS PV

FLOW CAPACITY CURVE

1. PRESSURE PART



Where,

Q_{p1} : Required Pressure Relieving Capacity For Cargo Tank = 1,263m³/hr

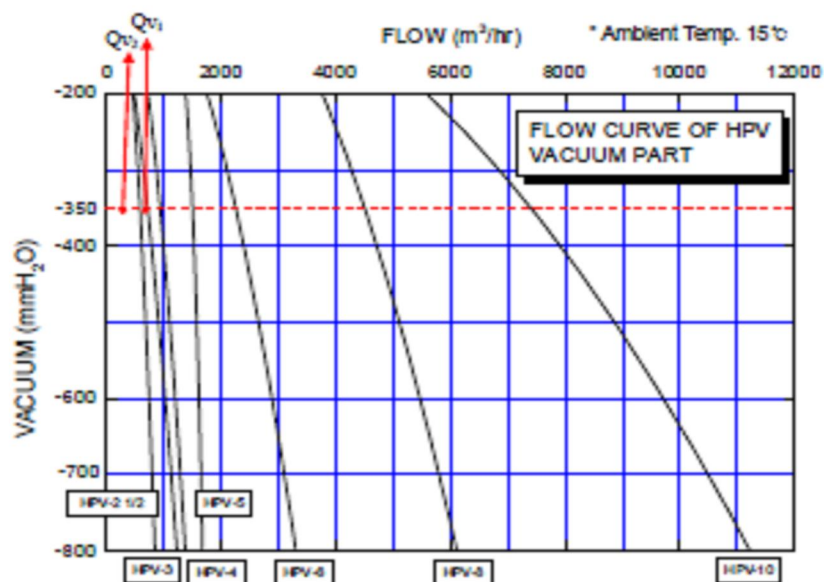
Q_{p2} : Required Pressure Relieving Capacity For slop Tank = 631m³/hr

FLOW CAPACITY (m³/hr)

SIZE \ PRESSURE	1400 mmH ₂ O	1800 mmH ₂ O	2000 mmH ₂ O	2100 mmH ₂ O
HPV-2 1/2	520	685	820	860
→ HPV-3	690	891	1010	1070
→ HPV-4	1300	1584	1710	1780
HPV-5	2250	2624	2780	2870
HPV-6	3650	4125	4340	4460
HPV-8	5700	7173	7890	8250
HPV-10	11000	12762	13570	14000

ANEXO N - CURVA DE CAPACIDADE DE FLUXO – VÁCUO VÁLVULAS PV

2. VACUUM PART



Where,

Q_{v1} : Required Vacuum Relieving Capacity For Cargo Tank = 630m³/hr

Q_{v2} : Required Vacuum Relieving Capacity For Slop Tank = 315m³/hr

FLOW CAPACITY (m³/hr)

SIZE \ VACUUM			
	-350 mmH ₂ O	-600 mmH ₂ O	-700 mmH ₂ O
SVG-2 1/2	580	715	790
→ SVG-3	713	1009	1124
→ SVG-4	930	1182	1286
SVG-5	1510	1598	1627
SVG-6	2250	2879	3100
SVG-8	4500	5459	5800
SVG-10	7400	9701	10500

ANEXO O - CÁLCULO DE VAZÃO DAS VÁLVULAS PV DOS TANQUES DE CARGA

CALCULATION SHEET

PRESS/VACCUM VALVE WITH GAS FREENING COVER (Combined type)

CUSTOMER : SLS SHIPBUILDING CO.,LTD

HULL.NO. : S502/S503

CLASS : LR

A. YARD Specification

1) Venting Arrangement.	-----	Independent Venting System
2) Max. Loading rate per Cargo Tank	-----	600 m ³ /h
3) Max. Unloading rate per Cargo Tank	-----	600 m ³ /h
4) Setting Pressure	-----	2000 mmAq
Setting Vacuum	-----	350 mmAq
5) Connection Flange	-----	JIS 5K/cm ² F.F TYPE
6) Material : Body-FCD450(Ductile Cast Iron), Disc & Seat - SUS316(Stainless steel)		
7) Type : Weight Loaded Type.		

B. Selecting the high velocity P/V valve by Independent venting system

1) Required Pressure Relieving Capacity

$$Q_a = Q_1 \times 1.2 \times \sqrt{\frac{\rho_{v+a}}{\rho_a}} \times 1.05$$

Q_a - Required air equivalent volumetric flow rate

Q_1 - Max. each tank loading rate

1.2 - Growth rate of oil vapor/air mixture

ρ_{v+a} - Density of vapor / air mixture at 115°F(3.6kg/m³) according to IBC Code 15.14

ρ_a - Density of air (1.29kg/m³, 25°C)

1.05 - Fouling factor

$$\therefore Q_a = 600 \times 1.2 \times \sqrt{(3.6/1.29)} \times 1.05 = 1,263 \text{ m}^3/\text{h}$$

2) Required Vacuum Relieving capacity

In accordance with SOLAS Chapter II Regulation 62 and USCG - Regulation for vapor control system

CFR 46 Part 39, Vacuum unit shall have a capacity sufficient for unloading rate and pressure drop

across the valve shall not exceed 0.07 bar.

$$\therefore Q_a = 600 \times 1.05 = 630 \text{ m}^3/\text{h}$$

- For chemical carriers calculations using, mixture density of 3.6kg/m³ and vapour growth rate of 1.2 will cover all chemicals except those with a Reid's vapour pressure above atmospheric.

#710-2, Hwangsa-ri, Beopsu-myeon, Haman-gun, Gyeongsangnam-do, Korea

Tel. +82-55-580-7200, Fax. +82-55-580-7220, sales@sewon-ind.com

Tel. +82-55-580-7221-4, Fax. +82-55-580-7240, design@sewon-ind.com

ANEXO P - CALCULO DE VAZÃO DAS VÁLVULAS PV DOS TANQUES DE RESÍDUOS (SLOP)

CALCULATION SHEET

PRESS/VACCUM VALVE WITH GAS FREENING COVER (Combined type)

CUSTOMER : SLS SHIPBUILDING CO.,LTD

HULL.NO. : S502/S503

CLASS : LR

A. YARD Specification

1) Venting Arrangement.	-----	Independent Venting System
2) Max. Loading rate per Cargo Tank	-----	300 m ³ /h
3) Max. Unloading rate per Cargo Tank	-----	300 m ³ /h
4) Setting Pressure	-----	2000 mmAq
Setting Vacuum	-----	350 mmAq
5) Connection Flange	-----	JIS 5K/cm ² F.F TYPE
6) Material : Body-FCD450(Ductile Cast Iron), Disc & Seat - SUS316(Stainless steel)		
7) Type : Weight Loaded Type.		

B. Selecting the high velocity P/V valve by Independent venting system

1) Required Pressure Relieving Capacity

$$Q_a = Q_1 \times 1.2 \times \sqrt{\frac{\rho_{v+a}}{\rho_a}} \times 1.05$$

Q_a - Required air equivalent volumetric flow rate

Q_1 - Max. each tank loading rate

1.2 - Growth rate of oil vapor/air mixture

ρ_{v+a} - Density of vapor / air mixture at 115°F(3.6kg/m³) according to IBC Code 15.14

ρ_a - Density of air (1.29kg/m³, 25°C)

1.05 - Fouling factor

$$\therefore Q_a = 300 \times 1.2 \times \sqrt{(3.6/1.29)} \times 1.05 = 631 \text{ m}^3/\text{h}$$

2) Required Vacuum Relieving capacity

In accordance with SOLAS Chapter II Regulation 62 and USCG - Regulation for vapor control system CFR 46 Part 39, Vacuum unit shall have a capacity sufficient for unloading rate and pressure drop across the valve shall not exceed 0.07 bar.

$$\therefore Q_a = 300 \times 1.05 = 315 \text{ m}^3/\text{h}$$

- For chemical carriers calculations using, mixture density of 3.6kg/m³ and vapour growth rate of 1.2 will cover all chemicals except those with a Reid's vapour pressure above atmospheric.

#710-2, Hwangsa-ri, Beopsu-myeon, Haman-gun, Gyeongsangnam-do, Korea

Tel. +82-55-580-7200, Fax. +82-55-580-7220, sales@sewon-ind.com

Tel. +82-55-580-7221-4, Fax. +82-55-580-7240, design@sewon-ind.com

ANEXO Q - TABELA 3 - DETERMINAÇÃO DO SISTEMA DE EMISSÃO DE VAPOR (VECS)

SLS	VAPOUR EMISSION CONTROL SYSTEM	PAGE	20
		HULL NO.	S503
		DWG. NO.	

5. DETERMINATION OF VECS SYSTEM

5-1. Determining the vapour-air mixture weight density.

Chemical	Vapour pressure 115°F (47°C)	Vapour specific gravity
Benzene	4.5 PSIA	2.8
Methyl alcohol	7.0 PSIA	1.1
Gasoline	12.5 PSIA	3.4

The given values of below formula are calculated based on 0.2 bar pressure setting.

$$\frac{\rho_{v-a}}{\rho_a} = SG_v \frac{\rho_v}{\rho_t} + SG_a \frac{P_a}{P_t}$$

Where

- P_v = Practical pressure of vapour (7.24 PSIA)
- P_a = Practical pressure of air (14.7 PSIA)
- $P_{b/v}$ = Practical pressure of P/V valve setting press
- = 0.2 bar = 2.9 PSIA
- P_t = $P_{b/v} + P_a$ (pressure total) = 17.6 PSIA

♣ From above,

$$\frac{\rho_{v-a,115^\circ F}}{\rho_{a,115^\circ F}} = SG_v \frac{\rho_{v,115^\circ F}}{\rho_t} + SG_a \left(1 - \frac{P_{v,115^\circ F}}{P_t}\right) \text{ and } \rho_{a,115^\circ F} = 0.0047 \times P_{t,115^\circ F}$$

Therefore, $\rho_{v-a,115^\circ F} = \left[(SG_v - 1) \frac{P_v}{P_t} + 1 \right] \times 0.0047 \times P_t$

♣ In case of Benzene

$$\rho_{v-a,115^\circ F} \text{ Benzene} = \left[(SG_v - 1) \frac{P_v}{P_t} + 1 \right] \times 0.0047 \times P_t$$

$$= 0.121 \text{ lb/ft}^3 = 1.93 \text{ kg/m}^3$$

♣ In case of Methyl alcohol

$$\rho_{v-a,115^\circ F} \text{ Methyl alcohol} = \left[(SG_v - 1) \frac{P_v}{P_t} + 1 \right] \times 0.0047 \times P_t$$

$$= 0.086 \text{ lb/ft}^3 = 1.381 \text{ kg/m}^3$$

ANEXO Q - TABELA 3 – CONTINUAÇÃO DA DETERMINAÇÃO DO SISTEMA DE EMISSÃO DE VAPOR (VECS)

SLS	VAPOUR EMISSION CONTROL SYSTEM	PAGE	21
		HULL NO.	S503
		DWG. NO.	

♣ In case of Gasoline

$$\rho_{v-a \text{ 115°F Gasoline}} = \left[(SG_v - 1) \frac{P_v}{P_i} + 1 \right] \times 0.0047 \times P_i$$

$$= 0.224 \text{ lb/ft}^3 = 3.58 \text{ kg/m}^3$$

5-2. Vapour growth rate

From $VGR = 1 + 0.25 \times \frac{P_v}{125}$

♣	VGR Benzene	=	1.09	≤	1.25
∴	VGR Benzene	=	1.25		
♣	VGR Methyl alcohol	=	1.14	≤	1.25
∴	VGR Methyl alcohol	=	1.25		
♣	VGR Gasoline	=	1.25	≤	1.25
∴	VGR Gasoline	=	1.25		

ANEXO R - CALCULO DE QUEDA DE PRESSÃO (DROP CALCULATION)

SLS	VAPOUR EMISSION CONTROL SYSTEM	PAGE	23
		HULL NO.	S503
		DWG. NO.	

6. PRESSURE DROP CALCULATION FROM A TO M
(No.1 COT ~ No.3 C.O.T)

♣ Base on loading/unloading six(6) tanks simultaneously

(Loading rate for No.1~6 cargo tanks: 600 m3/h, Slop tanks : 200 m3/h)

$$\Delta P = f \times \frac{V^2}{2g} \times \frac{L}{D} \times \rho \quad \Delta H = C \times \frac{V^2}{2g} \times \rho \quad V = \frac{4 \times Q \times VGR}{3600 \times \pi D^2}$$

Where

ΔP = Friction loss in pipe(mmAq)
 ΔH = Friction loss in fitting(mmAq)
 f = Friction loss coefficient of pipe
 C = Friction loss coefficient of fitting
 L = Pipe length(m)
 D = Diameter of pipe(m)
 Q = Flow rate(m3/h)

ANEXO S - TABELA 4 - RESULTADO DO CALCULO DE QUEDA DE PRESSÃO PARA BENZENO

6.1 SUMMARY TABLE OF PRESSURE DROP FOR BENZENE
(PIPE & FITTINGS FROM A TO M)

[DESIGN CONDITION] NO.1,2,3 C.O TK.

PAGE	24
------	----

1. P/V valve setting pressure (kg/cm ²)	Press.	0.2	Vac.	0.035
2. P/V valve venting capacity at 0.2 bar.	abt.	1710 m ³ /h		
3. Cargo vapour pressure at 115°F		4.5 PSI		
4. Vapour specific gravity		2.8		
5. Vapour-air mixture weight density (50%-50%)		1.93 kg/m ³		
6. Vapour growth rate		1.25		
7. Cargo tank loading rate		600 m ³ /H		
8. Required cargo vent flow rate		750 m ³ /H		
9. Kind of cargo to be loaded		Benzene		

[TOTAL OF FRICTION LOSS COEFFICIENT]

		NODE						FRICTION LOSS COEFFICIENT (f)
		A-B		B-C		C-M		
		N	N × f	N	N × f	N	N × f	
90' ELBOW	150 A	2	0.60	2	0.60	2	0.60	0.3
	200 A	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.28
	300 A	0	0.00	0	0.00	4	1.12	0.28
45' ELBOW	150 A	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.179
	200 A	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.167
	300 A	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.166
EXPANSION COUPLING	150 A	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.17
	200A	1	0.16	0	0.00	0	0.00	0.16
	300A	0	0.00	1	0.15	0	0.00	0.15
TEE-BRANCH	150 A	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.9
	200 A	2	1.68	2	1.68	3	2.52	0.84
	300 A	1	0.84	0	0.00	3	2.52	0.84
B/F VALVE	150A	2	1.35	2	1.35	2	1.35	0.675
	300A	0	0.00	0	0.00	1	0.49	0.49
ORRGO REDUCER	150×200A	2	0.44	2	0.44	2	0.44	0.219
	200×300A	1	0.08	0	0.00	0	0.00	0.075

[FRICTION LOSS CALCULATION]

		NODE			
		A-B	B-C	C-M	
INSIDE DIA. OF PIPE	150A	0.1510	0.1510	0.1510	
	200A	0.1999	0.1999	0.1999	
	300A	0.2995	0.2995	0.2995	
PIPE LENGTH	150A	2.4	2.4	2.4	
	200A	19.5	2	2	
	300A	3	21	26	
FLOW RATE (m ³ /h)	150A	750	750	750	
	200A	1500	1500	1500	
	300A	1500	3000	4500	
TOTAL OF FRICTION	150A	1.950	1.950	1.950	
	200A	2.278	2.118	2.958	
	300A	0.915	0.150	4.130	
VELOCITY (m/sec)	150A	100 % : 14.549	100 % : 14.549	100 % : 14.549	
		80 % : 11.639	80 % : 11.639	80 % : 11.639	
		50 % : 7.275	50 % : 7.275	50 % : 7.275	
	200A	100 % : 16.604	100 % : 16.604	100 % : 16.604	
		80 % : 13.283	80 % : 13.283	80 % : 13.283	
		50 % : 8.302	50 % : 8.302	50 % : 8.302	
	300A	100 % : 7.397	100 % : 14.793	100 % : 22.190	
		80 % : 5.918	80 % : 11.834	80 % : 17.752	
		50 % : 3.699	50 % : 7.397	50 % : 11.095	
FRICTION LOSS IN FIT'G <Δ H> (mmAq)	100 %	107.563	101.513	321.633	530.709
	80 %	68.839	64.966	205.842	339.647
	50 %	26.892	25.38	80.41	132.682
FRICTION LOSS IN PIPE <Δ P> (mmAq)	100 %	42.804	28.452	63.577	134.833
	80 %	27.394	18.208	40.689	86.291
	50 %	10.701	7.114	15.895	33.71
SUB-TOTAL LOSS (mmAq)	100 %	150.367	129.965	385.21	665.542
	80 %	96.233	83.174	246.531	425.938
	50 %	37.593	32.494	96.305	166.392
TOTAL LOSS AT LOADING FLOW RATE 100%		665.542 mmAq		6528.97 N/m ²	
TOTAL LOSS AT LOADING FLOW RATE 80%		425.938 mmAq		4178.45 N/m ²	
TOTAL LOSS AT LOADING FLOW RATE 50%		166.392 mmAq		1632.31 N/m ²	

6.1-1 P/V Valve Pressure Relieving Capacity

PAGE 25

◆ Reference : Benzene

1)	Cargo transfer rate to each tank	QL	600 m3/h
2)	Specific gravity of cargo vapor	SGV	2.80
3)	Partial volume of cargo vapor at 46.1°C(115°F) (Specified by the USCG to be taken as 50%)	Vv	0.5
4)	Partial volume of air at 46.1°C(115°F) (Specified by the USCG to be taken as 50%)	Va	0.5
5)	Vapor growth rate	R	1.25
6)	Density correction factor	F	1.38
7)	Required air equivalent volumetric flow rate	QA	1034 m3/h

◆ Calculation are based on the equations in SVR Rule [5-1-7/21.5.2.(d)] and published by the Coast Guard Marine Safety Center (11/09/93).

- 1) $QA = QL \times R \times F$ [5-1-7/21.5.2.(d)]
- 2) $p_{va,115} = [(SGv)(Vv) + Va] \text{ pa}$ U.S.Coast Guard
- 3) $F = (p_{va}/pa)^{0.5} = ((SGv)(Vv)+Va)^{0.5}$ [5-1-7/21.5.2.(d)]

◆ TOTAL PRESSURE DROF : 666 mmWG
 80% of H.P.V. SETTING : 1600 mmWG
 Result of Draft Loss Calculation - Acceptable

◆ Pressure Relieving Capacity : Acceptable
 P/V valve capacity : 1710 m3/h
 Required volumetric flow rate : 1034 m3/h

ANEXO T - TABELA 5 - RESULTADO DO CALCULO DE QUEDA DE PRESSÃO PARA METHYL ALCOHOL

6.2 SUMMARY TABLE OF PRESSURE DROP FOR METHYL ALCOHOL
(PIPE & FITTINGS FROM A TO M)

[DESIGN CONDITION] NO.1,2,3 C.O TK.

PAGE 26

1. P/V valve setting pressure (kg/cm ²)	Press.	0.2	Vac.	0.035
2. P/V valve venting capacity at 0.2 bar.	abt.	1710 m ³ /h		
3. Cargo vapour pressure at 115°F		7 PSI		
4. Vapour specific gravity		1.11		
5. Vapour-air mixture weight density (50%-50%)		1.38 kg/m ³		
6. Vapour growth rate		1.25		
7. Cargo tank loading rate		600 m ³ /H		
8. Required cargo vent flow rate		750 m ³ /H		
9. Kind of cargo to be loaded		Methyl alcohol		

[TOTAL OF FRICTION LOSS COEFFICIENT]

		NODE						FRICTION LOSS COEFFICIENT (I)
		A-B		B-C		C-M		
		N	N * f	N	N * f	N	N * f	
90' ELBOW	150 A	2	0.60	2	0.60	2	0.60	0.3
	200 A	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.28
	300 A	0	0.00	0	0.00	4	1.12	0.28
45' ELBOW	150 A	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.179
	200 A	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.167
	300 A	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.166
EXPANSION COUPLING	150 A	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.17
	200A	1	0.16	0	0.00	0	0.00	0.16
	300A	0	0.00	1	0.15	0	0.00	0.15
TEE-BRANCH	150 A	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.9
	200 A	2	1.68	2	1.68	3	2.52	0.84
	300 A	1	0.84	0	0.00	3	2.52	0.84
B/F VALVE	150A	2	1.35	2	1.35	2	1.35	0.675
	300A	0	0.00	0	0.00	1	0.49	0.49
CRGO REDUCER	150*200A	2	0.44	2	0.44	2	0.44	0.219
	200*300A	1	0.08	0	0.00	0	0.00	0.075

[FRICTION LOSS CALCULATION]

		NODE			
		A-B	B-C	C-M	
INSIDE DIA. OF PIPE	150A	0.1510	0.1510	0.1510	
	200A	0.1999	0.1999	0.1999	
	300A	0.2995	0.2995	0.2995	
PIPE LENGTH	150A	2.4	2.4	2.4	
	200A	19.5	2	2	
	300A	3	21	26	
FLOW RATE (m ³ /h)	150A	750	750	750	
	200A	1500	1500	1500	
	300A	1500	3000	4500	
TOTAL OF FRICTION	150A	1.950	1.950	1.950	
	200A	2.278	2.118	2.958	
	300A	0.915	0.150	4.130	
VELOCITY (m/sec)	150A	100 % : 14.549	100 % : 14.549	100 % : 14.549	
		80 % : 11.639	80 % : 11.639	80 % : 11.639	
		50 % : 7.275	50 % : 7.275	50 % : 7.275	
	200A	100 % : 16.604	100 % : 16.604	100 % : 16.604	
		80 % : 13.283	80 % : 13.283	80 % : 13.283	
		50 % : 8.302	50 % : 8.302	50 % : 8.302	
	300A	100 % : 7.397	100 % : 14.793	100 % : 22.190	
		80 % : 5.918	80 % : 11.834	80 % : 17.752	
		50 % : 3.699	50 % : 7.397	50 % : 11.095	
		TOTAL			
FRICTION LOSS IN FIT'G <Δ H> (mmAq)	100 %	76.884	72.56	229.898	379.342
	80 %	49.205	46.437	147.133	242.775
	50 %	19.222	18.141	57.476	94.839
FRICTION LOSS IN PIPE <Δ P> (mmAq)	100 %	30.596	20.337	45.444	96.377
	80 %	19.581	13.015	29.084	61.68
	50 %	7.649	5.085	11.361	24.095
SUB-TOTAL LOSS (mmAq)	100 %	107.48	92.897	275.342	475.719
	80 %	68.786	59.452	176.217	304.455
	50 %	26.871	23.226	68.837	118.934
TOTAL LOSS AT LOADING FLOW RATE 100%		475.719 mmAq			4666.8 N/m ²
TOTAL LOSS AT LOADING FLOW RATE 80%		304.455 mmAq			2986.7 N/m ²
TOTAL LOSS AT LOADING FLOW RATE 50%		118.934 mmAq			1166.74 N/m ²

6.2-1 P/V Valve Pressure Relieving Capacity

PAGE 27

◆ Reference : Methyl alcohol

1)	Cargo transfer rate to each tank	QL	600 m ³ /h
2)	Specific gravity of cargo vapor	SGV	1.11
3)	Partial volume of cargo vapor at 46.1°C(115°F) (Specified by the USCG to be taken as 50%)	Vv	0.5
4)	Partial volume of at air 46.1°C(115°F) (Specified by the USCG to be taken as 50%)	Va	0.5
5)	Vapor growth rate	R	1.25
6)	Density correction factor	F	1.03
7)	Required air equivalent volumetric flow rate	QA	770 m ³ /h

◆ Calculation are based on the equations in SVR Rule [5-1-7/21.5.2.(d)] and published by the Coast Guard Marine Safety Center (11/09/93).

- 1) $QA = QL \times R \times F$ [5-1-7/21.5.2(d)]
- 2) $p_{va,115} = [(SGv)(Vv) + Va] \text{ pa}$ U.S.Coast Guard
- 3) $F = (p_{va}/pa)^{0.5} = ((SGv)(Vv)+Va)^{0.5}$ [5-1-7/21.5.2(d)]

◆ TOTAL PRESSURE DROF : 476 mmWG
 80% of H.P.V. SETTING : 1600 mmWG
 Result of Draft Loss Calculation - Acceptable

◆ Pressure Relieving Capacity - Acceptable
 P/V valve capacity : 1710 m³/h
 Required volumetric flow rate : 770 m³/h

ANEXO U - TABELA 6 - RESULTADO DO CALCULO DE QUEDA DE PRESSÃO PARA GASOLINA

6.3 SUMMARY TABLE OF PRESSURE DROP FOR GASOLINE

(PIPE & FITTINGS FROM A TO M)

[DESIGN CONDITION] NO.1,2,3 C.O TK.

PAGE 28

1. P/V valve setting pressure (kg/cm ²)	Press.	0.2	Vac.	0.035
2. P/V valve venting capacity at 0.2 bar.	abl.	1710 m ³ /h		
3. Cargo vapour pressure at 115°F		12.5 PSI		
4. Vapour specific gravity		3.4		
5. Vapour-air mixture weight density (50%-50%)		3.58 kg/m ³		
6. Vapour growth rate		1.25		
7. Cargo tank loading rate		600 m ³ /H		
8. Required cargo vent flow rate		750 m ³ /H		
9. Kind of cargo to be loaded		Gasoline		

[TOTAL OF FRICTION LOSS COEFFICIENT]

		NODE						FRICTION LOSS COEFFICIENT (f)
		A-B		B-C		C-M		
		N	N * f	N	N * f	N	N * f	
90° ELBOW	150 A	2	0.60	2	0.60	2	0.60	0.3
	200 A	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.28
	300 A	0	0.00	0	0.00	4	1.12	0.28
45° ELBOW	150 A	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.179
	200 A	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.167
	300 A	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.166
EXPANSION COUPLING	150 A	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.17
	200A	1	0.16	0	0.00	0	0.00	0.16
	300A	0	0.00	1	0.15	0	0.00	0.15
TEE-BRANCH	150 A	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.9
	200 A	2	1.68	2	1.68	3	2.52	0.84
	300 A	1	0.84	0	0.00	3	2.52	0.84
B/F VALVE	150A	2	1.35	2	1.35	2	1.35	0.675
	300A	0	0.00	0	0.00	1	0.49	0.49
CRGGO REDUCER	150*200A	2	0.44	2	0.44	2	0.44	0.219
	200*300A	1	0.08	0	0.00	0	0.00	0.075

[FRICTION LOSS CALCULATION]

		NODE			
		A-B	B-C	C-M	
INSIDE DIA. OF PIPE	150A	0.1510	0.1510	0.1510	
	200A	0.1999	0.1999	0.1999	
	300A	0.2995	0.2995	0.2995	
PIPE LENGTH	150A	2.4	2.4	2.4	
	200A	19.5	2	2	
	300A	3	21	26	
FLOW RATE (m ³ /h)	150A	750	750	750	
	200A	1500	1500	1500	
	300A	1500	3000	4500	
TOTAL OF FRICTION	150A	1.950	1.950	1.950	
	200A	2.278	2.118	2.958	
	300A	0.915	0.150	4.130	
VELOCITY (m/sec)	150A	100 % : 14.549	100 % : 14.549	100 % : 14.549	
		80 % : 11.639	80 % : 11.639	80 % : 11.639	
		50 % : 7.275	50 % : 7.275	50 % : 7.275	
	200A	100 % : 16.604	100 % : 16.604	100 % : 16.604	
		80 % : 13.283	80 % : 13.283	80 % : 13.283	
		50 % : 8.302	50 % : 8.302	50 % : 8.302	
	300A	100 % : 7.397	100 % : 14.793	100 % : 22.190	
		80 % : 5.918	80 % : 11.834	80 % : 17.752	
		50 % : 3.699	50 % : 7.397	50 % : 11.095	
FRICTION LOSS IN FIT'G <Δ H> (mmAq)	100 %	199.222	188.017	595.709	982.948
	80 %	127.499	120.327	381.249	629.075
	50 %	49.809	47.007	148.93	245.746
FRICTION LOSS IN PIPE <Δ P> (mmAq)	100 %	79.279	52.698	117.754	249.731
	80 %	50.737	33.725	75.362	159.824
	50 %	19.82	13.176	29.439	62.435
SUB-TOTAL LOSS (mmAq)	100 %	278.501	240.715	713.463	1232.679
	80 %	178.236	154.052	456.611	788.899
	50 %	69.629	60.183	178.369	308.181
TOTAL LOSS AT LOADING FLOW RATE 100%		1232.679 mmAq		12092.58 N/m ²	
TOTAL LOSS AT LOADING FLOW RATE 80%		788.899 mmAq		7739.1 N/m ²	
TOTAL LOSS AT LOADING FLOW RATE 50%		308.181 mmAq		3023.26 N/m ²	

CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA

MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALTE. GRAÇA ARANHA