

MEMORIAL DESCRITIVO TÉCNICO

**ESTAÇÃO MÓVEL DE ARMAZENAMENTO, CONDICIONAMENTO
E ABASTECIMENTO DE GÁS NATURAL LIQUEFEITO (GNL)**

Marca	PRF
Modelo	MOOV
Tipo de bem	Bem de capital — unidade funcional integrada
Condição	Usado, submetido a reengenharia e adequação técnica
Aplicação	Abastecimento de GNL em veículos rodoviários pesados

1. OBJETO E APLICAÇÃO

Este memorial descreve tecnicamente uma estação móvel completa destinada ao armazenamento criogênico, condicionamento termodinâmico e abastecimento de gás natural liquefeito (GNL) em veículos rodoviários pesados movidos a GNL.

O bem constitui uma unidade funcional única e integrada, projetada para executar, de forma automática e encadeada, o ciclo completo de recepção do GNL a partir de caminhão-tanque, armazenamento em vaso criogênico, pressurização, saturação e transferência medida para o tanque criogênico do veículo abastecido.

A estação foi concebida para instalação sobre base de concreto ou sobre implemento rodoviário do tipo prancha ou carreta, conferindo portabilidade ao conjunto e permitindo o reposicionamento da unidade conforme a necessidade operacional. O implemento rodoviário não integra o escopo do bem descrito neste memorial.

A aplicação prevista é o suprimento de GNL a frotas cativas de veículos pesados em locais desprovidos de infraestrutura fixa de abastecimento, atuando como posto autônomo abastecido por caminhão-tanque criogênico.



Figura 1 — Configuração típica de operação da estação, com veículo em abastecimento.

2. CARACTERIZAÇÃO COMO UNIDADE FUNCIONAL INDIVISÍVEL

Os subsistemas descritos no capítulo 3 não constituem equipamentos autônomos. Foram projetados, dimensionados e certificados como partes de um conjunto único, compartilhando arquitetura de controle, instrumentação, lógica de intertravamento e cadeia de segurança.

Nenhum subsistema é operável isoladamente, nem pode ser substituído por modelo ou tipo diverso sem comprometer a operacionalidade e a segurança do conjunto. As características a seguir demonstram a indivisibilidade funcional do bem:

- Controlador lógico programável (PLC) único, que governa a totalidade da estação. Não há controladores locais autônomos nos subsistemas.
- Instrumentação compartilhada: os sinais de nível, pressão e temperatura do vaso criogênico são condição de partida da bomba submersa e de habilitação do dispensador. A bomba não parte sem confirmação simultânea dessas variáveis pelo PLC.

- Cadeia de segurança cruzada: a detecção de gás, chama ou vazamento em qualquer ponto da estação — inclusive no dispensador afastado — comanda a parada de emergência global do conjunto, incluindo o corte da bomba e o fechamento das válvulas pneumáticas do armazenamento.
- Interfaces de interligação exclusivas: as mangueiras criogênicas e os cabos-manga possuem engates e conectores desenvolvidos especificamente para esta estação, com codificação mecânica que admite uma única posição de montagem e impede a conexão a equipamentos de outra procedência.
- Balanço termodinâmico integrado: o sistema de saturação é dimensionado em função da curva de pressão do vaso criogênico e da vazão da bomba específicos desta estação, não sendo transponível a outra configuração.
- Comunicação dedicada entre o dispensador e o painel de controle, por meio da qual os parâmetros de vazão, pressão e temperatura do processo de abastecimento são supervisionados de forma centralizada.

Em consequência, a substituição, supressão ou operação isolada de qualquer subsistema descaracteriza o bem, inviabiliza sua função e invalida as certificações de conformidade obtidas para o conjunto.

3. DESCRIÇÃO TÉCNICA DOS SUBSISTEMAS

3.1. Subsistema de armazenamento criogênico

Vaso criogênico horizontal de parede dupla com isolamento a vácuo e perlita, customizado com bocais de entrada e saída específicos para a arquitetura da estação, tubulação de líquido e de vapor, válvulas pneumáticas e manuais, instrumentação de controle e sistema de drenagem. Incorpora unidade de pressurização por vaporizador (PBU) para manutenção da pressão de operação.

Características principais

PARÂMETRO	ESPECIFICAÇÃO
Capacidade bruta	60 m ³ ± 4%
Capacidade útil aproximada	55 m ³
Pressão máxima de trabalho (MAWP)	11,0 bar
Temperatura de projeto	-196 °C a +50 °C
Compartimentos	1 (um)
Geometria	Cilíndrico reto, secção circular
Diâmetro	3.000 mm
Suportes	2 pernas com twistlocks
Vaso interno	Aço inoxidável
Vaso externo	Aço carbono
Isolamento térmico	Perlita sob vácuo
Homologação	Diretiva PED 2014/68/UE
Código de projeto	EN 13458



Figura 2 — Vista lateral do conjunto: vaso criogênico de armazenamento e área de processo.

3.2. Subsistema de transferência criogênica

Bomba submersa criogênica montada em skid, responsável pela transferência do GNL do caminhão-tanque para o vaso de armazenamento e deste para o dispensador. O skid admite reposicionamento para adequação à posição de estacionamento do caminhão-tanque, mantida a proximidade necessária ao vaso para garantir a recirculação de resfriamento da bomba.

A interligação entre o vaso e o skid de bombas é feita por mangueiras criogênicas com isolamento a vácuo. Durante a operação de descarregamento do caminhão-tanque, o PLC bloqueia o abastecimento de veículos, impedindo a operação simultânea.

Características principais

PARÂMETRO	ESPECIFICAÇÃO
Tipo	Submersa criogênica (Vanzetti)
Quantidade	1
Fluido	GNL
Estágios	2
Pressão diferencial máxima	12 bar
Vazão	300 L/min
Potência / rotação	12,6 kW / 6.000 rpm, com inversor de frequência
Certificação ATEX	94/9/EC — Group Gas 2, Group II Category II, Zone 1
Certificação de pressão	97/23/EC PED



Figura 3 — Skid de transferência com bomba submersa criogênica, válvulas e instrumentação.

3.3. Subsistema de saturação

Vaporizador de saturação instalado na linha de abastecimento, com tecnologia de saturação em fluxo (saturation on the fly), destinado a ajustar as condições de temperatura e pressão do GNL aos requisitos dos tanques criogênicos veiculares. A solução permite o abastecimento de veículos de diferentes fabricantes com distintas especificações de pressão de recepção.

Características principais

PARÂMETRO	ESPECIFICAÇÃO
Material de construção	Estrutura, tubulação e aletas em alumínio AL 6060
Pressão máxima de trabalho (MAWP)	20 bar
Faixa de temperatura	-196 °C a +60 °C
Certificação	PED

O desempenho do subsistema pressupõe rotatividade mínima do produto armazenado, a fim de evitar o aquecimento excessivo do GNL no vaso.



Figura 4 — Conjunto de vaporização e saturação instalado junto ao vaso de armazenamento.

3.4. Subsistema de abastecimento

Dispensador de GNL integrado à interface de abastecimento — mangueiras, bocais e válvulas criogênicas de controle dos processos de arrefecimento e enchimento — com medição por efeito Coriolis na linha de líquido.

Características principais

PARÂMETRO	ESPECIFICAÇÃO
Quantidade	1
Conexão de abastecimento	JC Carter
Tecnologia de medição	Coriolis
Medidor	1 medidor de vazão na linha de líquido
Vazão	50 kg/min
Interface	Display LCD
Protocolo de comunicação	IFSF ou equivalente
Dispositivos de segurança	Botão homem-morto; botão de emergência; dispositivo break-away; conexão de aterramento do veículo
Classificação de área	Zona 2
Acessórios	Pistola de ar comprimido; sistema de descongelamento e limpeza do bocal

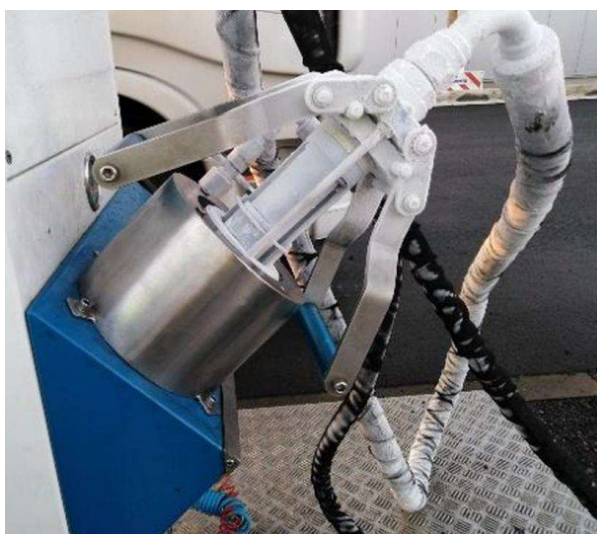


Figura 5 — Bocal de abastecimento com conexão JC Carter e mangueira criogênica.

3.5. Plataforma destacável do dispensador

Característica distintiva da estação, a plataforma do dispensador foi projetada para ser destacada e reposicionada em relação ao módulo de armazenamento, permitindo o atendimento das distâncias regulamentares de segurança entre o ponto de abastecimento e o vaso criogênico, bem como a adequação a diferentes configurações de layout do sítio de instalação.

A instalação e a remoção da plataforma são executadas por dispositivos manuais embutidos no próprio conjunto, sem necessidade de guias, guindastes ou empilhadeiras. A reconexão ao restante da estação é feita exclusivamente por meio das mangueiras criogênicas e dos cabos-manga com conectores codificados descritos no item 2, que admitem uma única posição de encaixe e tornam o procedimento imune a erro de montagem.



Figura 6 — Dispensador em posição afastada do módulo de armazenamento, atendendo às distâncias de segurança.

3.6. Subsistema de controle, automação e sistemas auxiliares

Painel de controle elétrico alojado em estrutura compacta posicionada no lado oposto ao das válvulas do vaso, de modo a mantê-lo fora da área classificada. Concentra a totalidade dos sinais dos equipamentos instalados, processa-os e emite os comandos que governam a operação automática do conjunto. Não existem controladores locais autônomos nos demais subsistemas.

Funções controladas:

- Operação de carregamento do vaso criogênico de armazenamento
- Gestão de alarmes, emergências e falhas da estação
- Controlador lógico programável (PLC)
- Interruptor geral e botoeira de emergência
- Barreiras intrinsecamente seguras
- Inversor de frequência (Siemens)
- Proteção contra sobrecarga térmica do motor da bomba
- Fonte ininterrupta de energia (UPS) com autonomia mínima de 120 minutos para a instrumentação

As conexões ao painel são executadas por plugues de engate rápido com certificação ATEX.

Integram este subsistema, como recursos auxiliares do controle e sem função autônoma fora dele:

- Unidade de ar comprimido dedicada ao acionamento pneumático das válvulas de processo, composta por compressor com reservatório e purga automática, painel de filtragem e redução de pressão e painel de eletroválvulas. Em caso de indisponibilidade do compressor, admite-se a conexão de cilindro de nitrogênio gasoso como fonte reserva de acionamento.
- Gestão de abastecimentos integrada ao painel central e ao dispensador, com identificação do veículo por etiqueta RFID e registro do histórico de abastecimentos, acessível por interface web.



Figura 7 — Contentor de controle com quadros elétricos e automação, posicionado fora da área classificada.

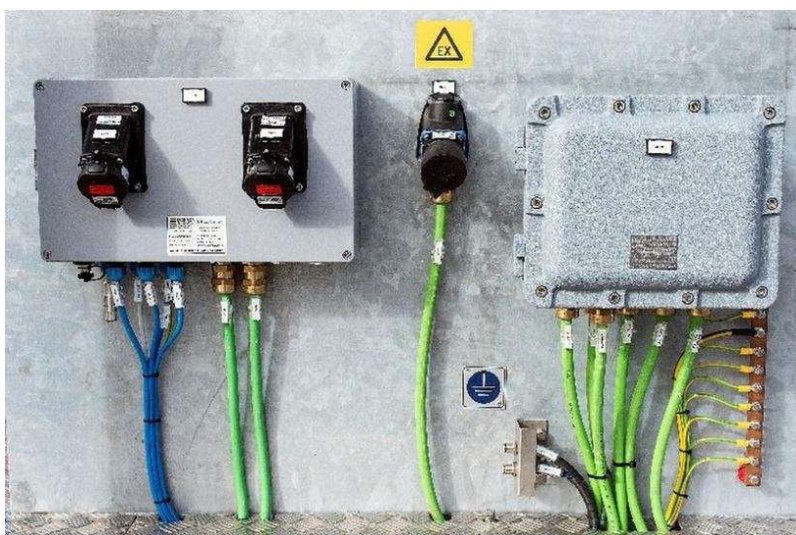


Figura 8 — Pannel de conexões com plugues de engate rápido de certificação ATEX.

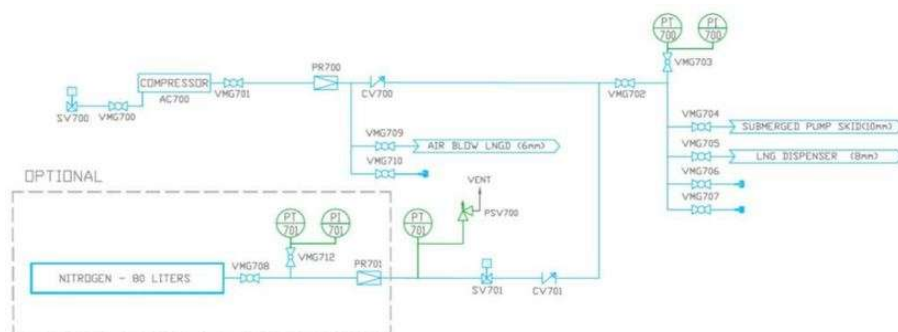


Figura 9 — Esquemático do circuito de ar comprimido para acionamento pneumático das válvulas de processo, com fonte reserva de nitrogênio.

3.7. Sistemas de segurança e intertravamento

Conjunto de dispositivos de proteção integrados à lógica de intertravamento do painel central. A atuação de qualquer um deles é global e independente do subsistema em que a condição foi detectada.

DISPOSITIVO	LOCALIZAÇÃO
Detector de gás (3)	Painel de controle; área de processo; dispensador
Detector de chama (1)	Área de armazenamento de GNL
Botoeira de emergência (3)	Painel de controle; área de processo; dispensador
Detector de vazamentos (2)	Área de descarga; dispensador

A estação entra em modo de parada de emergência mediante acionamento de qualquer botoeira, detecção de temperatura fora de faixa, ou registro de concentração de metano ou de radiação acima dos limites admissíveis. A parada compreende o corte da bomba submersa e o fechamento das válvulas pneumáticas do armazenamento, ainda que a condição tenha sido detectada no dispensador afastado.

4. CONDIÇÕES DE TRANSPORTE, MONTAGEM E INSTALAÇÃO

O bem é transportado desmontado em seus subsistemas constituintes. A desmontagem tem finalidade exclusivamente logística: reduzir os esforços de içamento sobre as tubulações e equipamentos interligados e evitar danos decorrentes de trepidação no transporte marítimo e rodoviário.

A desmontagem para transporte não configura modularidade funcional. Os subsistemas não são intercambiáveis, não são substituíveis por modelos ou tipos diversos e não são operáveis de forma independente, conforme demonstrado no capítulo 2. A remontagem no destino restitui a configuração única de projeto.

Os recursos que viabilizam a remontagem no destino são parte integrante do projeto do bem:

- Mangueiras criogênicas flexíveis com engates rápidos de conexão dedicada, projetadas para impedir erro de montagem
- Plugues elétricos e de instrumentação do tipo engate rápido, com codificação mecânica de posição única
- Cabos-manga com conectores desenvolvidos especificamente para a arquitetura desta estação

A montagem é executada conforme manual de instruções e operação fornecido com o bem, que detalha os procedimentos de montagem e instalação.

5. NORMAS E CERTIFICAÇÕES APLICÁVEIS

NORMA / DIRETIVA	APLICAÇÃO
PED 2014/68/UE	Equipamentos sob pressão — vaso criogênico de armazenamento
EN 13458	Código de projeto de vasos criogênicos estáticos isolados a vácuo
97/23/EC PED	Bomba criogênica submersa
94/9/EC ATEX	Equipamentos em atmosfera explosiva — Group II Category II, Zone 1
IFSF	Protocolo de comunicação do sistema de abastecimento