

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Páginas revistas: 22, 23, 25-26, 28, 31-37, 40-44. Adicionadas 121-134

DIRECTOR DO PROJECTO: M. J. Duarte
(nome & rubrica)

D	02-02-2017	Inclusão de cenário complementar	S. Firmino	V. Garcia	L. Filipe
C	28-12-2016	Actualização pontos 8 e 9	S. Firmino	V. Garcia	L. Filipe
B	11-11-2016	Reemissão para Aprovação	S. Firmino	V. Garcia	L. Filipe
A	15-10-2015	Emissão para Aprovação	S. Firmino	V. Garcia	L. Filipe
Rev	Data DD/MM/AA	DESCRIÇÃO	EMITIDO (nome & rubrica)	VERIFICADO (nome & rubrica)	APROVAÇÃO TÉCNICA (nome & rubrica)
REVISÕES DO DOCUMENTO					

As secções modificadas na última revisão são identificadas por uma linha vertical na margem direita

OZ-Energia**Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria****AValiação de compatibilidade de localização****ÍNDICE**

1	INTRODUÇÃO	6
2	CARACTERIZAÇÃO DO ESTABELECIMENTO	7
2.1	LOCALIZAÇÃO DO ESTABELECIMENTO.....	7
2.2	INSTALAÇÕES ADJACENTES.....	7
2.3	SITUAÇÃO ACTUAL	8
2.4	ALTERAÇÕES DECORRENTES DA IMPLEMENTAÇÃO DO PROJECTO.....	9
2.4.1	Reservatórios de GPL.....	9
2.4.2	Bombas de GPL	10
2.5	SEGURANÇA PROCESSUAL	10
2.5.1	Novos Reservatórios de GPL	10
2.5.2	Bombas de GPL	11
2.5.3	Linhas de carga/descarga de GPL.....	11
2.6	CARACTERIZAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS ENVOLVIDAS NO PROJECTO DE ALTERAÇÃO	12
2.7	DESCRIÇÃO DAS ACTIVIDADES NO ESTABELECIMENTO RELACIONADAS COM A SUBSTANCIA PERIGOSA	13
2.8	MEDIDAS DE MITIGAÇÃO DE RISCO DE ACIDENTE	13
2.9	SISTEMAS E MEIOS DE PROTECÇÃO CONTRA INCÊNDIOS (PCI)	13
2.10	SISTEMAS DE PROTECÇÃO NOS RESERVATÓRIOS	13
2.11	PROTECÇÃO DA ZONA DE BOMBAGEM DE GPL	14
2.12	REDE DE ÁGUA DE PROTECÇÃO E COMBATE A INCÊNDIOS.....	14
2.13	RESERVA E SISTEMA DE BOMBAGEM DE ÁGUA DE PROTECÇÃO E COMBATE A INCÊNDIOS.....	14
2.14	SISTEMA DE DETECÇÃO E ALARME.....	15
2.14.1	Sistema de deteção na zona dos reservatórios recobertos de GPL	15
2.15	MATERIAL AUXILIAR DE PROTECÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO.....	15
3	IDENTIFICAÇÃO DAS POSSÍVEIS FONTES DOS CENÁRIOS DE ACIDENTE	16
3.1	FONTES DE PERIGO EXTERNAS.....	16
3.2	FONTES DE PERIGO INTERNAS	18
4	ANÁLISE HISTÓRICA DE ACIDENTES EM INSTALAÇÕES SIMILARES.....	20
5	CENÁRIOS DE ACIDENTE	22

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AValiação de compatibilidade de localização

5.1	IDENTIFICAÇÃO DOS POTENCIAIS CENÁRIOS DE ACIDENTE.....	22
5.2	DETERMINAÇÃO DA FREQUÊNCIA DOS EVENTOS INICIADORES	22
5.3	CONSIDERAÇÕES PRÉVIAS À DETERMINAÇÃO DAS PROBABILIDADES QUE CONDICIONAM A EVOLUÇÃO DESDE O EVENTO INICIADOR ATÉ AO ACIDENTE QUE CAUSA O DANO.....	24
5.4	ESTIMATIVA DA FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DOS ACIDENTES	25
5.4.1	Árvores de Eventos.....	25
5.4.2	Seleção de Cenários.....	28
5.5	AValiação das consequências.....	29
6	DETERMINAÇÃO DAS CONSEQUÊNCIAS DOS CENÁRIOS	30
6.1	CRITÉRIOS GERAIS UTILIZADOS	30
6.1.1	Condições meteorológicas.....	30
6.1.2	Estabilidade atmosférica	31
6.2	DESCRIÇÃO DOS CRITÉRIOS UTILIZADOS NOS CENÁRIOS SELECIONADOS.....	31
7	DETERMINAÇÃO DAS ZONAS DE PERIGOSIDADE	34
7.1	DETERMINAÇÃO DAS CONSEQUÊNCIAS DOS CENÁRIOS DE RISCO	34
8	CARACTERIZAÇÃO DA VULNERABILIDADE DA ENVOLVENTE	37
8.1	ELEMENTOS DE USO SENSÍVEL E CONSTRUÍDOS.....	37
8.2	USO DO SOLO.....	38
9	CONCLUSÕES.....	44
	ANEXO I - HISTÓRICO DE ACIDENTES.....	46
	ANEXO II - CENÁRIO O1	49
	Média condições atmosféricas.....	56
	Model: Full Bore, Liquefied Gas Bottom Discharge (TPDIS model)	56
	Model: Gas Turbulent free jet	57
	Model: Pool evaporation.....	58
	Model: Dense Gas Dispersion: Concentration	59
	Model: Jet Fire (Chamberlain model)	60
	Model: Flash fire (Instantaneous gas release).....	61
	Model: Pool fire	62

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AValiação de compatibilidade de localização

Model: Dense Gas Dispersion: Flammable Cloud	64
ANEXO III - CENÁRIO O2.....	65
Média condições atmosféricas.....	74
Model: Full Bore, Liquefied Gas Bottom Discharge (TPDIS model)	74
Model: Gas Turbulent free jet	75
Model: Pool evaporation.....	76
Model: Dense Gas Dispersion: Concentration	77
Model: Jet Fire (Chamberlain model)	78
Model: Flash fire (Instantaneous gas release).....	79
Model: Pool fire	80
Model: Dense Gas Dispersion: Flammable Cloud	82
Model: Explosion (Multi Energy model).....	83
ANEXO IV - CENÁRIO O3.....	84
Média condições atmosféricas.....	87
Model: Liquefied Gas Instantaneous Release (AMINAL model).....	87
Model: Pool evaporation.....	88
Model: Pool fire	89
ANEXO V - CENÁRIO O4.....	91
Média condições atmosféricas.....	100
Model: Full Bore, Liquefied Gas Bottom Discharge (TPDIS model)	100
Model: Gas Turbulent free jet	101
Model: Pool evaporation.....	102
Model: Dense Gas Dispersion: Concentration	103
Model: Jet Fire (Chamberlain model)	104
Model: Flash fire (Instantaneous gas release).....	105
Model: Pool fire	106
Model: Dense Gas Dispersion: Flammable Cloud	108
Model: Explosion (Multi Energy model).....	109
ANEXO VI - CENÁRIO O5.....	110

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Média condições atmosféricas.....	116
Model: Full Bore, Liquefied Gas Bottom Discharge (TPDIS model)	116
Model: Gas Turbulent free jet	117
Model: Pool evaporation.....	118
Model: Dense Gas Dispersion: Concentration	119
Model: Jet Fire (Chamberlain model)	120
ANEXO VII – CENÁRIO O1B (COM BACIA DE RETENÇÃO).....	121
Média condições atmosféricas.....	128
Model: Full Bore, Liquefied Gas Bottom Discharge (TPDIS model)	128
Model: Gas Turbulent free jet	129
Model: Pool evaporation.....	130
Model: Dense Gas Dispersion: Concentration	131
Model: Jet Fire (Chamberlain model)	132
Model: Flash fire (Instantaneous gas release).....	132
Model: Pool fire	134

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A presente análise de risco tem como objectivo apresentar informação relativa às zonas de perigosidade associadas ao projecto de alteração do estabelecimento, disponibilizando informação de suporte de forma a permitir a decisão relativa à compatibilidade de localização do projecto de alteração, que constitui o objecto do presente processo de avaliação de impacte ambiental.

O projecto de alteração do estabelecimento consiste na implementação de quatro reservatórios do tipo *mounded vessels* (reservatórios cilíndricos horizontais recobertos) para armazenagem de gases de petróleo liquefeito (GPL), dotando o estabelecimento com capacidade para acomodar a carga completa do navio.

Serão aproviетadas as condições existentes no cais de descarga para a descarga de GPL por navio, assim como para a expedição por camião cisterna, sendo apenas necessário criar novas linhas para a interligação dos *mounded vessels* ao compressor existente e a colocação de três bombas para:

- Duas (2) bombas para trasfega entre os reservatórios novos e os existentes;
- Uma (1) bomba para envio de GPL para camião cisterna;

Nesta análise estão ainda incluídas as seguintes atividades:

- Identificação de perigos;
- Seleção e análise de cenários de acidente;
- Modelação dos cenários seleccionados e respectivas consequências (para a modelação dos cenários seleccionados será utilizado o software EFFECTS da TNO versão 10.0.0);
- Representação gráfica da estimativa dos alcances para os cenários seleccionados, em planta do estabelecimento que inclua a área envolvente, a escala adequada;
- Avaliação das medidas de prevenção, controlo e mitigação e conclusão sobre o risco.

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

2 CARACTERIZAÇÃO DO ESTABELECIMENTO

2.1 LOCALIZAÇÃO DO ESTABELECIMENTO

O Terminal da OZ Energia ocupa uma área de aproximadamente de 80.000 m² e tem uma capacidade actual instalada de cerca de 61.900 m³. É um estabelecimento de armazenagem de GPL, gasóleo, biodiesel, armazenagem e fabricação (temporariamente desativadas) de Óleos Lubrificantes, Ilhas de carga e descarga e cais de descarga de navios enchimento de garrafas de GPL e armazenagem de resíduos (slop oil).

2.2 INSTALAÇÕES ADJACENTES

Próximas do estabelecimento da OZ ENERGIA identificam-se as seguintes instalações industriais:

- Cais de Munições da NATO;
- Cais da Silopor, movimentação e armazenagem de cereais;
- Terminal da ETC - Receção, armazenagem e expedição de combustíveis líquidos fuel e gasóleo. Com uma capacidade de armazenagem instalada de cerca de 55.000 m³;
- Terminal da Petrogal S.A.- Receção e armazenagem de combustíveis líquidos, como sejam gasóleo e biodiesel. Tem uma capacidade de armazenagem instalada de cerca de 195.106 m³;
- Mais afastado existe a estabelecimento da Banática da Repsol Portuguesa. Este terminal movimenta e armazena essencialmente gasóleo, fuel oil, asfaltos, GPL e produtos químicos, tendo uma capacidade instalada de armazenagem de 75.808m³.



Figura 1 - Instalações adjacentes

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

O estabelecimento está delimitado:

- **A Norte** - Encontra-se o rio Tejo;
- **A Sul** - uma área habitacional / rural dispersa;
- **A Este** - A cerca de 500 metros encontra-se as instalações da NATO – Cais de munições;
- **A Oeste** - A Oeste o terminal é limitado pelo início da área urbana da Trafaria.

2.3 SITUAÇÃO ACTUAL

Actualmente o estabelecimento é constituído pelas seguintes zonas, a saber:

- armazenagem de GPL, constituída por duas (2) esferas e dois (2) tanques cilíndricos (perfazendo uma capacidade total 3.500 m³);
- armazenagem de combustíveis líquidos, constituída por seis (6) tanques de gasóleo (perfazendo uma capacidade total 49.000 m³),
- armazenagem de biodiesel (FAME) (perfazendo uma capacidade 380 m³);
- armazenagem de óleos lubrificantes (temporariamente vazios) (perfazendo uma capacidade total de 4.480 m³);
- armazenagem de aditivos para os óleos com localização dentro da Fábrica de óleos (temporariamente vazios) (perfazendo uma capacidade total de 321 m³);
- Ilhas de carga e descarga para cisternas de GPL e combustíveis líquidos (gasóleo);
- Central de enchimento de garrafas de GPL;
- Cais para trasfega para vários produtos armazenados no terminal;
- Fábrica de óleos (temporariamente inativa);
- Bombagem e compressor de GPL;
- Bombagem de combustíveis líquidos;
- Sistema de proteção e combate a incêndios;

Tem ainda os seguintes edifícios de apoio:

- escritórios,
- sala de controlo;
- o laboratório;
- grupo gerador de emergência;
- portaria;

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AValiação de compatibilidade de localização

2.4 ALTERAÇÕES DECORRENTES DA IMPLEMENTAÇÃO DO PROJECTO

A alteração pretendida implementar no estabelecimento preve dotar o estabelecimento de capacidade de armazenagem para receber a descarga de um navio completa, sendo para tal necessário recorrer à instalação de quatro novos reservatórios de GPL do tipo *mounded vessels* e respectiva bombagem associada, dimensionados para receber a capacidade total de um navio de GPL, aproximadamente 2.000 m³. Serão mantidos os restantes reservatórios de armazenagem e equipamentos associados como bombas, compressor existentes. As alterações previstas relativas ao manuseamento de GPL são descritas em seguida.



Figura 2 - Alterações previstas na instalação

2.4.1 Reservatórios de GPL

A capacidade total útil de cada um dos reservatórios será de 500m³. O seu diâmetro não deverá exceder os 4,2 m por questões de transporte. Os reservatórios estão projectados para receber propano ou butano.

Tabela 1 - Características dos novos reservatórios.

Reservatórios	T-35 / T-36 / T-37 / T-38
Fluido	GPL
Volume útil (m ³)	500
Diâmetro máximo (m)	4,2
Comprimento máximo TL-TL (m)	43,2

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AValiação de COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Todos os reservatórios são munidos de válvulas de segurança ESD nas entradas e saídas de GPL que permite o seu isolamento quando a paragem geral de emergência é accionada. Para monitorização de nível nos reservatórios existem dois transmissores de nível tipo radar, independentes, um com função de alarme (alto e baixo) e outro para indicação de nível.

2.4.2 Bombas de GPL

É previsto a colocação de três bombas de GPL, na zona adjacente aos reservatórios:

- Duas bombas para trasfega entre reservatórios (uma operação + uma reserva);
- Uma bomba para enchimento de camiões cisterna.

Para as bombas de trasfega entre reservatórios novos e existentes e para as linhas de interligação dos mesmos foi considerado um caudal de 80 m³/h. Este caudal permite vaziar um reservatório completo em 6h. Assumiu-se este caudal, pois permitia, tendo em conta o diâmetro das linhas existentes no parque (4") cumprir os critérios de dimensionamento ($v < 3,5$ m/s).

A bomba de enchimento de camiões cisterna é dimensionada para um caudal máximo de enchimento de aproximadamente 30 m³/h, limitação imposta pelo contador da ilha de enchimento.

Esta bomba não terá reserva, pois caso seja necessário proceder à sua manutenção será feita a trasfega dos reservatórios novos para os reservatórios existentes e aí reencaminhados para o enchimento de cisternas.

Tabela 2 - Caudais para as novas bombas

Bomba	Serviço	Caudal (m ³ /h)
B-9 / B-10	Trasfega de reservatórios	80
B-11	Carregamento de cisternas	30

2.5 SEGURANÇA PROCESSUAL

2.5.1 Novos Reservatórios de GPL

- Paragem de emergência - Fecho da alimentação e saída de GPL através do uso de válvulas ESD (*Emergency Shut Down Valves*) por accionamento da botoneira.
- Protecção por nível muito alto – Uso de transmissor de nível com encravamento por nível muito alto que fecha a válvula de entrada de GPL quando o nível muito alto é atingido.
- Protecção por nível muito baixo – Uso de transmissor de nível com encravamento por nível muito baixo que pára a bomba quando o nível muito baixo é atingido.

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

- iv) Protecção por pressão alta - Uso de transmissor de pressão com encravamento por pressão alta que fecha a válvula de entrada de GPL quando a pressão do reservatório se aproxima da sua pressão de *design* máxima.
- v) Protecção por pressão baixa - Uso de transmissor de pressão com encravamento por pressão baixa que fecha a válvula de saída de GPL gasoso ou pára a bomba quando a pressão do reservatório se aproxima da sua pressão de design mínima.
- vi) A válvula on-off de saída de produto do reservatório não abre em simultâneo com a válvula on-off de entrada de produto. O intuito deste encravamento é impedir as operações de recepção e expedição de GPL a partir do mesmo reservatório, evitando assim mistura de lotes.
- vii) A válvula on-off de saída de GPL gasoso do reservatório não abre em simultâneo com a válvula on-off de GPL gasoso. O intuito deste encravamento é impedir que se esteja a retirar e a colocar GPL gasoso no mesmo reservatório, pressurizando o mesmo.

2.5.2 Bombas de GPL

- i) Paragens de emergência – Todas as bombas serão paradas pelo accionamento da botoneira;
- ii) Protecção por caudal mínimo. As bombas serão providas de um flow switch na sua descarga com um encravamento por caudal baixo. Este encravamento pára a bomba quando o caudal for inferior ao caudal mínimo especificado pelo fornecedor da bomba;
- iii) Paragem de emergência por nível baixo no tanque, conforme descrito anteriormente;
- iv) As bombas B9-e B10 serão providas de um selector no DCS que impeça o arranque da bomba de reserva (B-10) enquanto a bomba B-9 está em operação ou vice-versa.

2.5.3 Linhas de carga/descarga de GPL

- i) A válvula on-off (XV-018) e a válvula on-off (XV-017) têm um interlock que as impede de abrir em simultâneo. O objectivo é seccionar a alimentação das esferas existentes, dos reservatórios novos.
- ii) A válvula on-off (XV-019) e a válvula on-off (XV-018) têm um interlock que as impede de abrir em simultâneo. O objectivo é evitar o retorno de caudal.

Todos os instrumentos serão identificados ("*Tag number*") de acordo com as normas e procedimentos instituídos para o Terminal da Trafaria.

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Todos os instrumentos deverão ser fornecidos de acordo com a classificação das áreas em que estão inseridos.

2.6 CARACTERIZAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS ENVOLVIDAS NO PROJECTO DE ALTERAÇÃO

Tabela 3 - Substancias perigosas envolvidas no projecto de alteração

EQUIPAMENTO	IDENTIFICAÇÃO EM PLANTA	CONDIÇÕES (PRESSÃO E TEMPERATURA)	SUBSTÂNCIA PERIGOSA	CATEGORIAS DE PERIGO / SUBSTÂNCIA DESIGNADA	QUANTIDADE (TONELADA)
Existente					
Esfera de Butano	T-34		Butano	P2	- ton
Esfera de Propano	T-31		Propano	P2	- ton
Charutos Propano 2 reservatórios	T-32 e T-33		Propano	P2	- ton
Novo					
Reservatório recobertos de GPL, Volume útil 487,5 m ³ 4 reservatórios	T35/36/37/38	Pressão 0,8 – 10 barg; Temperatura 5 - 35°C	Butano / Propano	P2	286 ton ¹
Bomba da ilha de enchimento	B11	Pressão 8,7 – 17,5 barg; Temperatura 5 - 35°C	Butano / Propano	P2	-
2 - Bombas de transferência de GPL entre reservatórios	B09 / B10	Pressão 10 – 18,9 barg; Temperatura 5 - 35°C	Butano / Propano	P2	-

¹Reservatórios com 500 m³, para o cálculo da quantidade em toneladas foi considerada a densidade considerada mais gravosa.

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AValiação de compatibilidade de localização

2.7 DESCRIÇÃO DAS ACTIVIDADES NO ESTABELECIMENTO RELACIONADAS COM A SUBSTANCIA PERIGOSA

Em termos de actividade, o terminal manterá o mesmo tipo de actividade já existente. O GPL é preferencialmente recebido por via marítima ao invés da via terrestre e armazenado nos novos reservatórios cilíndricos horizontais recobertos, mantendo-se a operação de expedição por camião cisterna, como actualmente ocorre.

No anexo X é apresentada a planta geral do estabelecimento com a identificação dos equipamentos relativos ao projecto de alteração e o local onde é efectuado acesso das viaturas que irão fazer a expedição das substâncias perigosas.

2.8 MEDIDAS DE MITIGAÇÃO DE RISCO DE ACIDENTE

As operações do Terminal de Armazenagem são efetuadas por pessoal treinado para o efeito.

As linhas de entrada e de saída de GPL dos reservatórios serão equipadas com válvulas ESD (*Emergency Shut Down*). Ao atingir o nível muito alto dos reservatórios, fecham-se automaticamente as respectivas válvulas de entrada.

Os reservatórios possuirão válvulas de segurança que permitirão aliviar a pressão em para os casos de emergência aplicáveis, com descarga para local seguro.

A rede de tubagens de fase líquida de GPL estará protegida por válvulas de alívio térmico (TSV). E as novas bombas serão equipadas com dupla selagem.

Em termos de protecção e combate a incêndios, a estabelecimento será equipada com:

- Detecção de gás (GPL), para detecção de possíveis fugas de GPL dos reservatórios ou bombas;
- Detecção de incêndio junto aos reservatórios de GPL e bombas;
- Botoneiras de emergência para alarme de incêndio nas proximidades;
- Sistema de refrigeração fixo (tipo dilúvio) com válvula manual, nas flanges exteriores no corpo dos reservatórios recobertos de GPL;
- Sistema fixo de protecção das bombas através de sprays de água;

2.9 SISTEMAS E MEIOS DE PROTECÇÃO CONTRA INCÊNDIOS (PCI)

2.10 SISTEMAS DE PROTECÇÃO NOS RESERVATÓRIOS

Os reservatórios recobertos de GPL, serão dotados de sistema de refrigeração fixo (tipo dilúvio), nas flanges exteriores no corpo e nas válvulas exteriores de descarga de produto. Foi considerado o arrefecimento de todos os reservatórios em simultâneo.

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Os sprays do sistema de refrigeração deverão ser direccionados e montados de modo a garantir que a água descarregada tem caudal e alcance efectivos de modo a cobrir toda a superfície a proteger.

2.11 PROTECÇÃO DA ZONA DE BOMBAGEM DE GPL

As novas bombas serão equipadas com um sistema fixo de protecção através de pulverizadores abertos água. A actuação deste sistema será efectuada em simultâneo com a actuação dos sprays dos reservatórios, sendo que a válvula de actuação é a mesma.

2.12 REDE DE ÁGUA DE PROTECÇÃO E COMBATE A INCÊNDIOS

Existe uma rede água de incêndio aérea em anel distribuída pela instalação, munida com hidrantes (bocas de incêndio) com ligações compatíveis às utilizadas pelos bombeiros da instalação e locais, e canhões fixos implementados junto aos tanques de combustíveis, reservatórios de GPL e cais.

2.13 RESERVA E SISTEMA DE BOMBAGEM DE ÁGUA DE PROTECÇÃO E COMBATE A INCÊNDIOS

A reserva de água é constituída por duas piscinas de água localizadas no ponto mais alto do Terminal (cota 82), com capacidades de 1509 m³ e 1451 m³.

A pressurização da água é obtida por gravidade, assistida por uma bomba auxiliar – Bomba B1 – de arranque manual remoto. Deste modo a água estará prontamente disponível em todo o terminal com uma pressão mínima da ordem dos 6 a 7 kg/cm² (com a bomba B1 em funcionamento);

Em condições normais a água passará através do “by-pass” instalado na bomba, cuja válvula está normalmente aberta. O accionamento da bomba é feito através da consola, que fecha automaticamente o “by-pass” para que não haja retorno de água. Adicionalmente existe uma botoneira em frente à casa das caldeiras, por baixo da escada de acesso aos escritórios, que permite também ligar a bomba B1. Esta apenas deverá ser actuada quando for aberta algumas das válvulas do SI.

Encontram-se ainda instaladas, no cais, duas bombas submersíveis de água salgada (B2 e B3). Ambas têm como função aumentar a autonomia para 6 horas. O accionamento destas bombas é também efectuada na consola de controlo ou alternativamente no quadro existente na rampa de acesso ao cais.

A bomba submersível B2 no rio necessita de ser ligada caso se verifique necessidade de mais pressão/caudal na rede;

A bomba submersível B3 no rio necessita apenas de ser ligada caso se verifique que a água existente nas piscinas pode não ser suficiente para combater a emergência;

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AValiação de compatibilidade de localização

O anel do sistema principal de combate a incêndios é alimentado pelas piscinas; todas as válvulas do anel principal estão abertas e as derivações para os circuitos secundários estão fechadas.

2.14 SISTEMA DE DETECÇÃO E ALARME

Na instalação existe um sistema de alarme e paragem de emergência implantado por todo o Terminal.

O sistema de alarme ativa a sirene do Terminal e a Paragem de Emergência para a alimentação de energia aos quadros de alimentação dos equipamentos do sector do GPL, ilhas de enchimento e todo o equipamento associado (bombas e contadores), válvulas de corte das tubagens de abastecimento de produtos e válvulas dos tanques de GPL.

Existem botoneiras de atuação (duplas, para alarme ou paragem de emergência) em todo o Terminal, e pode ser feito o reconhecimento de qual a zona accionada através do painel de comando existente na sala de controlo do edifício de escritórios.

2.14.1 Sistema de deteção na zona dos reservatórios recobertos de GPL

Será considerada deteção de incêndio junto aos reservatórios recobertos de GPL, e respetiva bombagem, serão também implementados detectores de gases, na mesma zona, os quais alertam sobre uma concentração excessiva no caso de fugas.

Será considerada uma válvula motorizada para o sistema de sprays de água dos reservatórios recobertos e bombagem, esta ficará ligada ao quadro de actuação existente.

2.15 MATERIAL AUXILIAR DE PROTECÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO

Na instalação existem caixas de serviço de incêndio, com mangueiras e acessórios para ligação aos hidrantes existentes. Existem ainda extintores em diversas zonas da instalação. Junto à nova bombagem de GPL serão instalados novos extintores.

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

3 IDENTIFICAÇÃO DAS POSSÍVEIS FONTES DOS CENÁRIOS DE ACIDENTE

Nesta secção são identificadas as zonas/equipamentos críticos do ponto de vista da segurança devido às fontes de perigo internas, devidas à presença de substâncias perigosas, e às fontes de perigo externas, nomeadamente as fontes de perigo naturais, sociais e instalações adjacentes.

3.1 FONTES DE PERIGO EXTERNAS

Sismos

O estabelecimento da OZ energia está situado numa zona com risco sísmico, como se pode observar no Mapa de Intensidade Sísmica máxima observadas em Portugal, durante os anos de 1902 e 1972, o valor que correspondente a esta zona foi de **grau IX - desastroso** da Escala de Mercalli Modificada, como se pode verificar na figura seguinte.

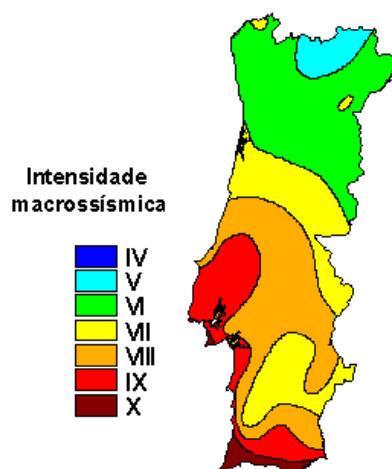


Figura 3 - Zonas sísmicas e carta de isossistas de Portugal Continental

(retirado <http://www-ext.lnec.pt/LNEC/DE/NESDE/divulgacao/tectonica.html> 18-09-2015)

Os sismos podem provocar a rotura dos diferentes equipamentos que constituem as instalações com a consequente fuga do produto contido.

As consequências de um sismo deste tipo são ocorrência de danos consideráveis em edifícios bem construídos, deslocamento de casas simplesmente apoiadas nas fundações, rotura de algumas canalizações subterrâneas e abertura de fendas relevantes no solo.

Assim, atendendo às características de sismicidade da zona do terminal da OZ energia, admite-se que a ocorrência de um sismo de **grau IX** poderá ter consequências ao nível estrutural dos edifícios e sistemas do estabelecimento. Assim, prevê-se a ocorrência de um sismo desta intensidade poderá

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

causar danos nas instalações com potencial para provocar a rotura de alguns circuitos dos diferentes equipamentos que constituem as instalações, com a consequente fuga do produto contido podendo eventualmente provocar efeitos tais como incêndios.

Contudo, considera-se que os critérios de dimensionamento das estruturas e equipamentos instalados tiveram em conta estas eventuais situações.

Inundações

No que respeita a inundações, o Terminal encontra-se implantado na zona ribeirinha do Rio Tejo, tipicamente sujeita a este tipo de fenómenos. De acordo com a figura 2 a estabelecimento, em particular o cais de atracagem dos navios, encontra-se em zona com susceptibilidade de cheias, já a zona de tancagem (visto se encontrar a uma cota mais alta superior a 6 metros do nível do mar) não se prevê que esteja susceptível a inundações.

Como consequência de sismos podem ocorrer ainda “tsunamis”, fenómeno que já afetou a região de Lisboa, por diversas vezes, nomeadamente a zona ribeirinha como é aquela em que se encontra implantado o Terminal.

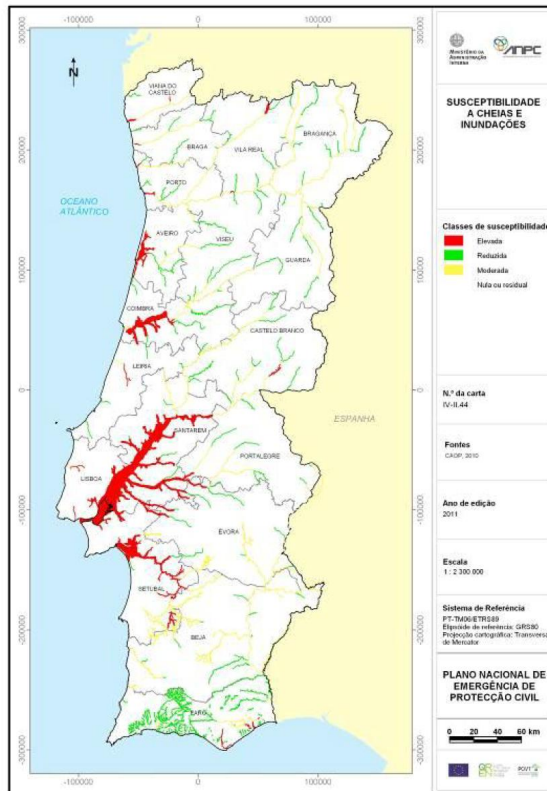


Figura 4 - Carta de susceptibilidade a cheias e inundações

(fonte: Avaliação Nacional de Risco - 2014)

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AValiação DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Ventos

Ainda que incluamos aqui como uma possível fonte de risco a considerar, não existe uma grande ameaça para as instalações a presença de fortes ventos na zona, já que não existem estruturas esbeltas e a possibilidade de que o vento forte provoque a rotura de um reservatório é muito remota.

Raios

Em caso de tempestades com fortes descargas elétricas, os depósitos de armazenagem seriam os equipamentos mais vulneráveis, podendo produzir-se um incêndio dos produtos nos reservatórios e, por outro, o impacto de um raio contra as paredes poderia ocasionar a rotura dos mesmos. A ligação dos reservatórios à terra reduz os riscos elétricos por descargas atmosféricas, efetuando-se o escoamento das cargas elétricas para o solo.

Acidentes em unidades industriais adjacentes

O risco não é elevado, no entanto existe algum risco de que o estabelecimento possa vir a ser afetada por acidentes industriais adjacentes, como sejam incêndios / explosões ou nuvens tóxicas de gás, dada a sua proximidade a outras instalações adjacentes.

Colisão de Veículos

Existe algum risco de colisão de veículos na zona das ilhas de carga/descarga, visto ser esta a zona de circulação dos mesmos. As colisões podem afetar os racks de tubagem e as próprias ilhas.

3.2 FONTES DE PERIGO INTERNAS

O presente estudo refere-se ao terminal cuja atividade é a armazenagem de GPL, gasóleo, gasóleo de aquecimento, biodiesel e óleos lubrificantes. Existe ainda o processo de fabrico de óleos lubrificantes, mas uma vez que este está fora de serviço temporariamente, apenas se considera como atividade para a análise de risco a recepção e expedição de produtos. Considerou-se que internamente os riscos existentes encontram-se relacionados com a atividade de carga e descarga e com as zonas de armazenagem. As fontes de perigo internas têm a sua origem principalmente em falhas mecânicas ou falhas humanas. Ver tabela 2 abaixo.

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AValiação de compatibilidade de localização

Tabela 4 - Fontes de Perigo Internas

FONTES DE RISCO	PRODUTO	MOTIVOS	TIPO DE RISCO
Carga / Descarga de Cisternas	Todos	Estacionamento de veículo e possível movimentação durante operação.	Derrame
	Todos	Ligação de mangueiras	Fuga
	Todos	Processo de Carga / descarga (risco de sobreenchimento ou perda de contenção por sobrepressão / vácuo)	
	Líquidos	Mangueiras flexíveis (maior fragilidade com risco de desgaste)	
Linhas/Tubagem	Todos	Corrosão / fadiga material	Derrame
	Todos	Sobrepressão / vácuo	
	Todos	Juntas desadequadas ou em más condições	Fuga
	Todos	Flanges mal apertadas	
	Todos	Ruturas nas soldaduras (defeito da soldadura / falha de inspeção)	
	Todos GPL	- Impacto de veículos - Rutura por tensões térmicas	
Bombas	Todos	Falha / rutura no veio	Derrame
		Fuga nos empanques mecânicos	
		Falha na operação (cavitação / sobrepressão)	Fuga
Tanques de Armazenagem	Todos	Corrosão / fadiga do material	Derrame
		Sobrepressão / vácuo	
		Impacto de veículos	Fuga
		Sobreenchimento	
		Explosão interna	

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AValiação de compatibilidade de localização

4 ANÁLISE HISTÓRICA DE ACIDENTES EM INSTALAÇÕES SIMILARES

Atendendo às fontes de perigo identificadas anteriormente, foi efetuada uma análise dos acidentes ocorridos em instalações similares, com recurso à base de dados FACTS, gerida *pelo Unified Industrial & Harbour Fire Department in Rotterdam-Rozenburg*, Holanda.

Foram aplicados filtros à base de dados de modo a selecionar as substâncias representativas do estabelecimento, nomeadamente o GPL e o gasóleo, e os processos/atividades representativos (armazenagem e carga/descarga ou transferência de produto). Na pesquisa por relação substância/condições do estabelecimento obtiveram-se 48 acidentes, apresentando-se os resultados no Anexo 1.

Caracterização dos acidentes

Os Acidentes analisados foram distribuídos por tipo de consequência e origem dos mesmos.

Tabela 5 - Consequências dos acidentes

TIPO	NÚMERO DE ACIDENTES	% TOTAL
Derrame	27	56
Incêndio	36	75
Fire ball	3	6
Explosão	15	31
BLEVE	4	8
Total	48	100

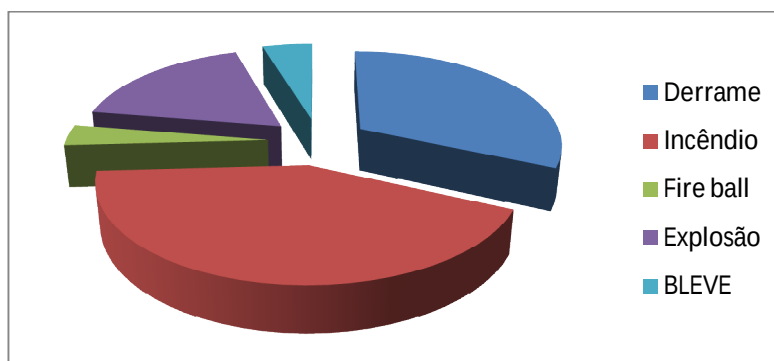


Figura 5 - Distribuição por consequência dos acidentes

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Tabela 6 - Origem dos acidentes

TIPO	NÚMERO DE ACIDENTES	% TOTAL
Desconhecido	16	33
Falha Humana	7	15
Falha Técnica	12	25
Falha Manutenção	3	6
Natural	6	13
Sabotagem	2	4
Operação	2	4
Total	48	100

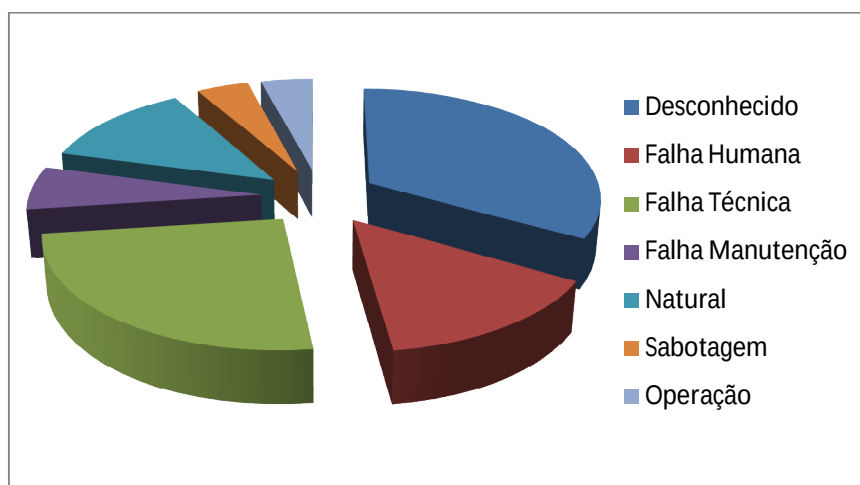


Figura 6 - Distribuição por origem dos acidentes

OZ-Energia**Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria****AValiação de compatibilidade de localização**

5 CENÁRIOS DE ACIDENTE

5.1 IDENTIFICAÇÃO DOS POTENCIAIS CENÁRIOS DE ACIDENTE

Com base na análise preliminar de riscos e no histórico de acidentes em instalações similares identificaram-se os potenciais cenários de acidente:

- Rutura/Colapso no reservatório de armazenagem de produto líquido inflamável com derrame de produto e com possível incêndio / explosão do derrame;
- Rutura de tubagem associada à ilha de carga de produto líquido inflamável com derrame de produto e com possível incêndio / explosão do derrame;
- Rutura de flexível ligado à cisterna de transporte de produto líquido inflamável com derrame de produto e com possível incêndio / explosão do derrame.
- Rutura/Colapso no reservatório de armazenagem GPL com derrame de produto e com possível incêndio / explosão do derrame;
- Rutura de tubagem de GPL com derrame de produto e com possível incêndio / explosão do derrame;

5.2 DETERMINAÇÃO DA FREQUÊNCIA DOS EVENTOS INICIADORES

Para a caracterização da frequência dos cenários seguiram-se as orientações constantes na publicação *Guideline for Quantitative Risk Assessment (Purple Book)*, edição de 2005 produzida pelo TNO.

Em seguida, após determinar-se a frequência dos eventos iniciadores referentes ao projecto de alteração, ou seja, a instalação dos quatro (4) novos reservatórios cilíndricos horizontais recobertos de GPL, salientado-se que a probabilidade de ocorrência de BLEVE é nula.

As probabilidades referentes aos eventos iniciadores são as abaixo descritas.

Foi inicialmente considerada uma frequência relativa a reservatórios pressurizados de $5,00 \times 10^{-7}$ /ano para os tipos de eventos iniciadores, libertação instantânea de todo o conteúdo (colapso de reservatório de GPL) e rutura de 100mm do reservatório de GPL. No entanto, uma vez que os reservatórios são recobertos e apresentam uma redução do evento de falha devido ao seu *design*, pode ser considerada uma frequência inferior correspondente a $1,00 \times 10^{-7}$ /ano (*Purple Book*, Item 3.2.1, Tab. 3.3 – Nota 2). Em seguida, apresenta-se a tabela revista em conformidade.

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AValiação de compatibilidade de localização

Tabela 7 - Frequência de ocorrência de eventos iniciadores

EVENTO	FREQUÊNCIA	NOTAS	Nº EQUIPAMENTOS	FREQUÊNCIA
Libertação instantânea de todo o conteúdo (colapso de reservatório de GPL)	$5,00 \times 10^{-7}$ /ano	Tab. 3.3 – G.1 Instantânea	4	$2,00 \times 10^{-6}$ /ano
	$1,00 \times 10^{-7}$ /ano	Item 3.2.1, Tab. 3.3 – Nota 2		$4,00 \times 10^{-7}$ /ano
Rutura de 10 mm do reservatório de GPL	$1,00 \times 10^{-5}$ /ano	Tab. 3.3 – G.3 Contínua 10 mm de rotura	4	$4,00 \times 10^{-5}$ /ano
Rutura de 100 mm do reservatório de GPL	$5,00 \times 10^{-7}$ /ano	Tab. 3.3 – G.2 Contínua de 10 min com 100 mm de rotura	4	$2,00 \times 10^{-6}$ /ano
	$1,00 \times 10^{-7}$ /ano	Item 3.2.1, Tab. 3.3 – Nota 2		$4,00 \times 10^{-7}$ /ano
Rutura total de tubagem (diâmetro nominal > 150 mm)	$1,00 \times 10^{-7}$ /m. ano	Tab. 3.7 – G.1 Considerado uma linha com um diâmetro > 150 mm	30 m	$3,00 \times 10^{-6}$ /ano
Fuga na tubagem (diâmetro nominal > 150 mm)	$5,00 \times 10^{-7}$ /m. ano	Tab. 3.7 – G.2 Considerado uma linha com diâmetro nominal > 150 mm	30 m	$1,50 \times 10^{-5}$ /ano

Os valores de probabilidade/frequência apresentados referem-se aos eventos iniciadores dos cenários considerados. Para o cálculo da probabilidade de ocorrência dos cenários não será tida em consideração a possibilidade de intervenção humana, não sendo assim contabilizadas as intervenções dos operadores na reposição dos desvios que possam ocorrer, nem a atuação das equipas de intervenção, internas e externas.

De acordo com o “Purple book” para o diâmetro da fuga foi considerado 10% do diâmetro da tubagem o que neste caso equivale a 20 mm.

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AValiação de compatibilidade de localização

5.3 CONSIDERAÇÕES PRÉVIAS À DETERMINAÇÃO DAS PROBABILIDADES QUE CONDICIONAM A EVOLUÇÃO DESDE O EVENTO INICIADOR ATÉ AO ACIDENTE QUE CAUSA O DANO

Para a determinação das probabilidades desde o evento iniciador até ao acidente, foram tidas em consideração as probabilidades referidas no *Reference Manual Bev Risk Assessments*, do *National Institute of Public Health and the Environment (RIVM) – Netherlands*.

Tabela 8 - Probabilidades de ocorrências desde evento iniciador ao acidente

	P IGNIÇÃO DIRETA	REFERÊNCIA	P DERRAME SEM IGNIÇÃO	F EXPLOÇÃO	REFERÊNCIA	F BLEVE
GPL (colapso do reservatório libertação instantânea)	0,7	Tabela 7, categoria 0, fonte > 10 000kg	(1- P IGNIÇÃO DIRETA) 0,3	0,4	Parágrafo 3.4.6.9	0*
GPL (rutura do reservatório 10 mm)	0,2	Tabela 7, categoria 0, fonte < 10kg/s	0,8	0,4	Parágrafo 3.4.6.9	0*
GPL (rutura do reservatório 100 mm)	0,5	Tabela 7, categoria 0, fonte 10 - 100kg/s	0,5	0,4	Parágrafo 3.4.6.9	0*
GPL (libertação contínua, rutura total tubagem com 200 mm)	0,7	Tabela 7, categoria 0, fonte > 100 kg/s	0,3	0,4	Parágrafo 3.4.6.9	0*
GPL (libertação contínua, rutura parcial de tubagem com 200 mm)	0,5	Tabela 7, categoria 0, fonte (10- 100 kg/s)	0,5	0,4	Parágrafo 3.4.6.9	0*

* Dado que os reservatórios são recobertos (*mounded*), não existe aquecimento do reservatório contíguo e consequente libertação instantânea seguida de ignição e não existe probabilidade de ocorrência de BLEVE, fenómeno descrito de seguida.

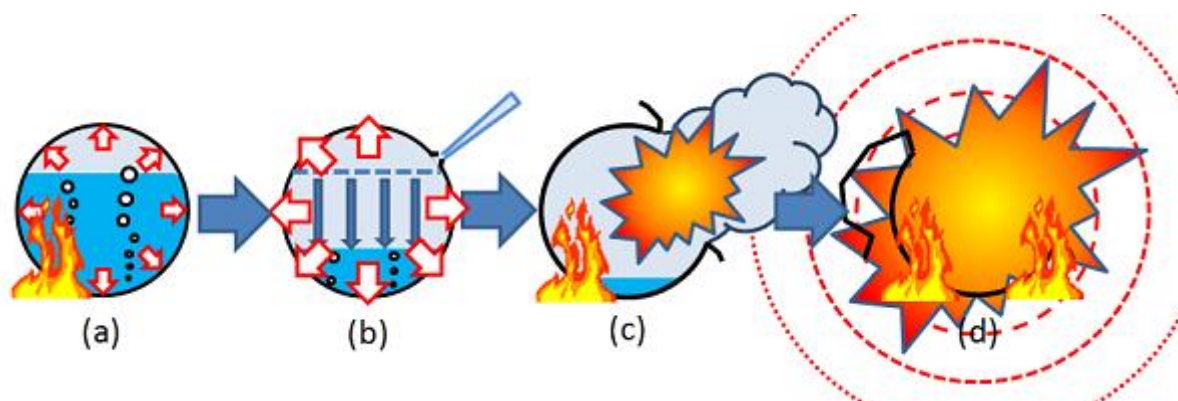


Figura 7 - Fenómeno BLEVE

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Fenómeno de BLEVE:

No início do incêndio perto de um reservatório pressurizado, o líquido contido no interior irá evaporar e aumentar a pressão no interior (a), o que poderá dar origem a uma perda de resistência do material, a depressão instantânea de pressão para atingir a pressão atmosférica e a vaporização dos fluidos (tudo ao mesmo tempo (b)) irá causar a explosão (c), de seguida o GPL vaporizado vai se espalhar, incendeia-se e causa uma *Unconfined Vapor Cloud Explosion* (d).

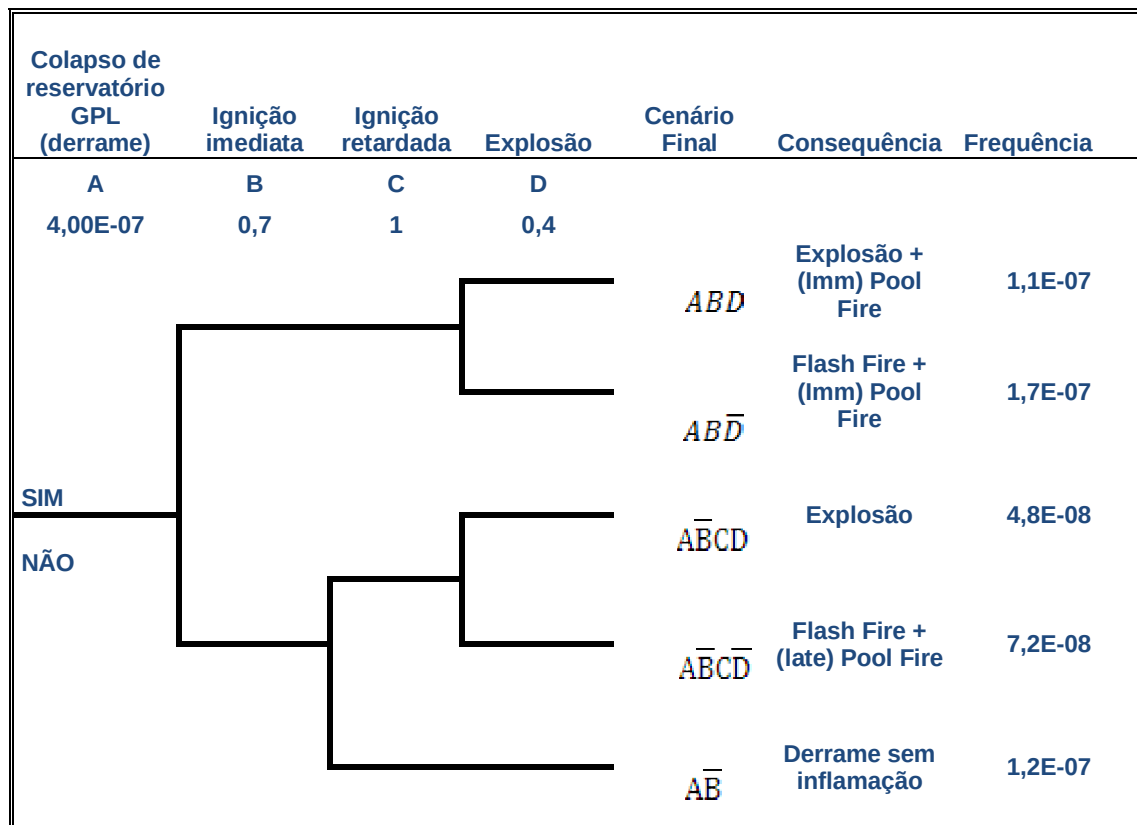
5.4 ESTIMATIVA DA FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DOS ACIDENTES

A probabilidade de ocorrência dos acidentes é determinada mediante árvores de eventos, considerando os valores de probabilidade de ocorrência dos eventos iniciadores definidos no ponto 5.2. e as probabilidades de ignição direta, probabilidade de explosão, etc, definidas no ponto 5.3.

Assim, de acordo com alterações efectuadas e anteriormente mencionadas, actualizou-se o valor da frequência nas árvores de eventos 1 e 3 apresentadas.

5.4.1 Árvores de Eventos

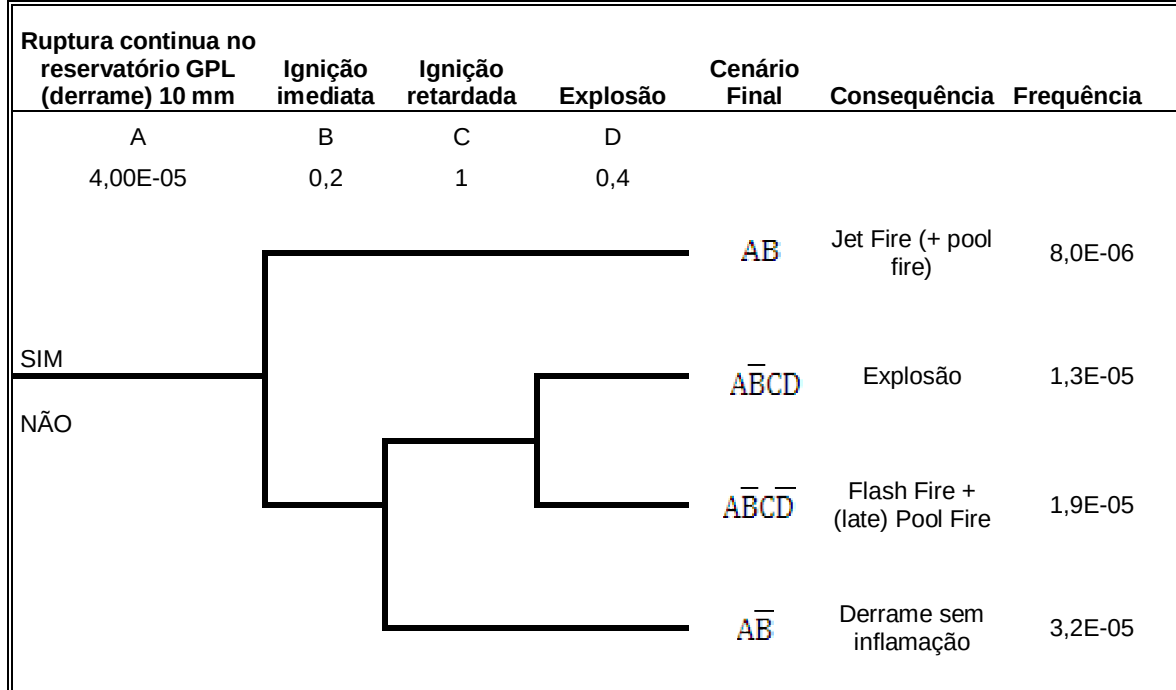
Árvore Eventos 1 - Rutura total de reservatório de GPL



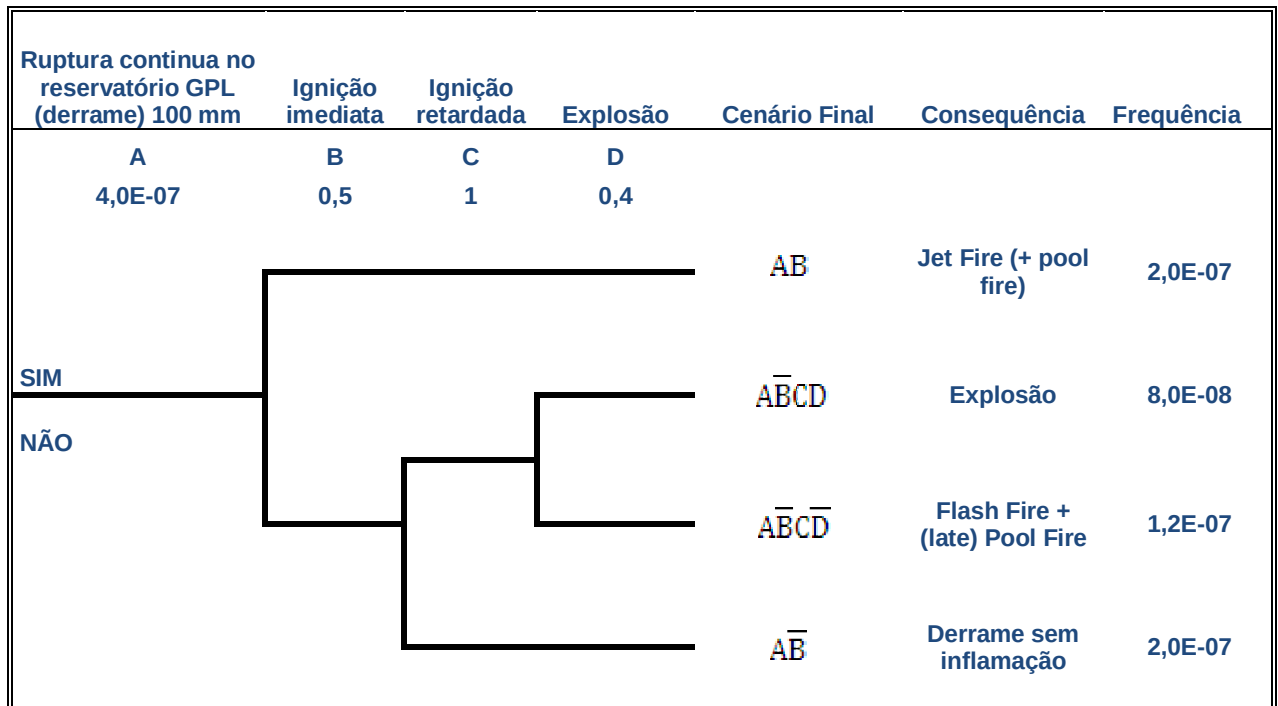
Somatório da probabilidade de *Pool fire* imediato = $1,1 \text{ E-}07 + 1,7 \text{ E-}07 = 2,8\text{E-}07$

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AValiação de compatibilidade de localização

Árvore Eventos 2 - Ruptura continua no reservatório GPL (derrame) 10 mm, considerando 4 reservatórios



Árvore Eventos 3 - Ruptura continua no reservatório GPL (derrame) 100 mm considerando 4 reservatórios



OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Árvore Eventos 4 - Rutura total de tubagem de GPL (tubagem dos mounded para as bombas)

Rutura total de tubagem GPL (derrame)	Ignição imediata	Ignição retardada	Explosão	Cenário Final	Consequência	Frequência
A	B	C	D			
3,00E-06 ¹	0,7	0,3	0,4			
SIM NÃO				AB	Jet Fire (+ pool fire)	2,1E-06
				AB̄CD	Explosão	1,1E-07
				AB̄C̄D̄	Flash Fire + (late) Pool Fire	1,6E-07
				ĀB̄	Derrame sem inflamação	3,0E-06

1 – Considerando um *full bore* na tubagem, com diâmetro nominal = 200 mm e 30 m de comprimento.

Árvore Eventos 5 - Rutura parcial de tubagem de GPL (tubagem dos mounded para as bombas)

Rutura parcial de tubagem GPL (derrame)	Ignição imediata	Ignição retardada	Explosão	Cenário Final	Consequência	Frequência
A	B	C	D			
1,50E-05 ²	0,5	0,5	0,4			
SIM NÃO				AB	Jet Fire (+ pool fire)	7,5E-06
				AB̄CD	Explosão	3,0E-06
				AB̄C̄D̄	Flash Fire + (late) Pool Fire	4,5E-06
				ĀB̄	Derrame sem inflamação	1,5E-05

2 – Considerando um *furo* de 20 mm na tubagem, com diâmetro do tubo = 200 mm e 30 m de comprimento.

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

5.4.2 Seleção de Cenários

Dada a revisão do valor da frequência do evento iniciador para os cenários de colapso e rutura de 100mm no reservatório, referida no ponto 5.2 e tabela 7, a probabilidade de ocorrência dos cenários O3 e O5 é inferior a 1×10^{-6} / ano, não sendo elegível para a seleção de cenários a analisar no estudo de avaliação de compatibilidade de localização. Assim, considera-se que as modelações apresentadas para estes cenários não devem ser consideradas na definição das zonas de perigosidade.

- **Cenário O1 - GPL – Rutura total de tubagem 200mm do reservatório para as bombas**
 - ❖ Derrame sem Inflamação $3,0 \times 10^{-6}$ /ano;
 - ❖ Jet Fire + Pool Fire $2,1 \times 10^{-6}$ /ano;
- **Cenário O2 - GPL – Rutura parcial de tubagem 200mm do reservatório para as bombas**
 - ❖ Derrame sem Inflamação: $1,5 \times 10^{-5}$ /ano;
 - ❖ Flash Fire + Pool Fire $4,5 \times 10^{-6}$ /ano;
 - ❖ Jet Fire + Pool Fire $7,5 \times 10^{-6}$ /ano;
 - ❖ Explosão $3,0 \times 10^{-6}$ /ano;
- **Cenário O3 - GPL – Rutura total de reservatório**
 - ❖ *Pool Fire imediato* $2,8 \times 10^{-7}$ /ano;
- **Cenário O4 - GPL – Rutura continua no reservatório GPL (derrame) 10 mm**
 - ❖ Derrame sem Inflamação $3,2 \times 10^{-5}$ /ano;
 - ❖ Flash Fire + Pool Fire $1,9 \times 10^{-5}$ /ano;
 - ❖ Jet Fire + Pool Fire $8,0 \times 10^{-6}$ /ano;
 - ❖ Explosão $1,3 \times 10^{-5}$ /ano;
- **Cenário O5 - GPL – Rutura continua no reservatório GPL (derrame) 100 mm**
 - ❖ Jet Fire + Pool Fire: $2,0 \times 10^{-7}$ /ano;
 - ❖ Derrame sem Inflamação: $2,0 \times 10^{-7}$ /ano;

Tendo em conta as probabilidades de ocorrência calculadas anteriormente e utilizando o critério para a seleção de cenários cuja probabilidade de ocorrência é igual ou superior a 1×10^{-6} /ano consideram-se representativos para o presente estudo os seguintes cenários de acidente: Cenários O1, O2 e O4.

Em complemento ao cenário apresentado em O1, de rutura total de tubagem sem confinamento, foi equacionado o estudo do mesmo cenário com confinamento em bacia, designado por O1b, para o qual são consideradas as mesmas probabilidades de ocorrência indicadas em seguida:

- **Cenário O1b - GPL – Rutura total de tubagem 200mm do reservatório para as bombas confinada**
 - ❖ Derrame sem Inflamação $3,0 \times 10^{-6}$ /ano;
 - ❖ Jet Fire + Pool Fire $2,1 \times 10^{-6}$ /ano;

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AValiação de compatibilidade de localização

5.5 AVALIAÇÃO DAS CONSEQUÊNCIAS

A modelação dos cenários foi efetuada com base em pressupostos que, traduzindo uma simplificação da realidade, permitem uma boa aproximação dos possíveis desenvolvimentos, a saber:

- As consequências dos acidentes modelados refletem as condições mais desfavoráveis, propagação direcional sem grandes interferências de obstáculos, nomeadamente no que se refere a alcance de níveis de radiação, efeitos de sobrepressão e de nuvens tóxicas;
- Todas as distâncias apresentadas têm como origem o centro geométrico do local onde ocorre o evento e representam distâncias máximas, na direção do vento e ao nível do solo;
- A dispersão de nuvens inflamáveis foi modelada até 50% do limite inferior de inflamabilidade (LII) do produto em causa;
- A direção do vento utilizada foi a que maior frequência apresenta ao longo do ano, isto é NW;
- Em termos meteorológicos, foram seguidas as recomendações para a modelação de cenários constantes no *Purple Book*. Assim, foi considerado o regime mais frequente dentro dos critérios da publicação referida, vento de 5 ms⁻¹ com estabilidade atmosférica neutra (classe D), que se representará por condição D/5;
- Considera-se que as condições atmosféricas se mantêm durante um período de tempo elevado e em toda a área abrangida pela nuvem dispersa, dentro dos limites das concentrações de estudo;
- Perda de carga num derrame ou fuga. Nos cenários em que foi considerada a fuga ou derrame de um produto assumiu-se como perda de carga, devida à geometria e irregularidade do orifício de descarga os valores seguintes:
 - o 38% para ruturas parciais de tubagens ou ruturas de reservatórios;
 - o 0% para ruturas totais de tubagens;
- Os efeitos dos cenários foram calculados tendo em conta os valores de referência constantes no quadro seguinte.

Tabela 9 - Valores-limite para a determinação das distâncias de segurança

	LIMIAR DA POSSIBILIDADE DE OCORRÊNCIA DE LETALIDADE	LIMIAR DA POSSIBILIDADE DE OCORRÊNCIA DE EFEITOS IRREVERSÍVEIS NA SAÚDE HUMANA
Dose tóxica	AEGL 3* (60 min)	AEGL 2* (60 min)
Radiação térmica (exposição de 30 s)	7 kW/m ²	5 kW/m ²
Inflamabilidade	50% Limite inferior de inflamabilidade	---
Sobrepressão	0,14 bar	0,05 bar

* AEGL: Acute Exposure Guideline Levels, Environment Protection Agency, EUA.

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AValiação de compatibilidade de localização

6 DETERMINAÇÃO DAS CONSEQUÊNCIAS DOS CENÁRIOS

6.1 CRITÉRIOS GERAIS UTILIZADOS

6.1.1 Condições meteorológicas

Os dados apresentados de seguida foram retirados do site: pt.windfinder.com/ à data de 18-09-2015, são dados de observação, entre 08/2012 e 08/2015 da estação meteorológica de Almada colégio campo das flores (sendo esta a estação mais próxima que apresenta dados de estatísticos de ventos).

Assim a considera-se que a estabelecimento da OZ, na Trafaria estará sob a influência de ventos predominantes de Noroeste, sendo que a velocidade média mensal varia entre 5 e 8 kts (2,5 e 4,5 m/s).

Tabela 10 - Distribuição média de ventos e condições climáticas em Almada (08/2012 - 08/2015)

Mês do ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Maio	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	1-12
Predominante Dir. do vento	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤	➤
Probabilidade de vento >= 4 Beaufort (%)	19	24	23	12	30	26	31	27	11	8	10	11	19
Média													
Velocidade do vento (kts)	7	8	7	5	8	8	8	8	6	5	5	6	6
Temp. média do ar. (°C)	13	13	15	18	20	24	25	24	24	20	15	13	18

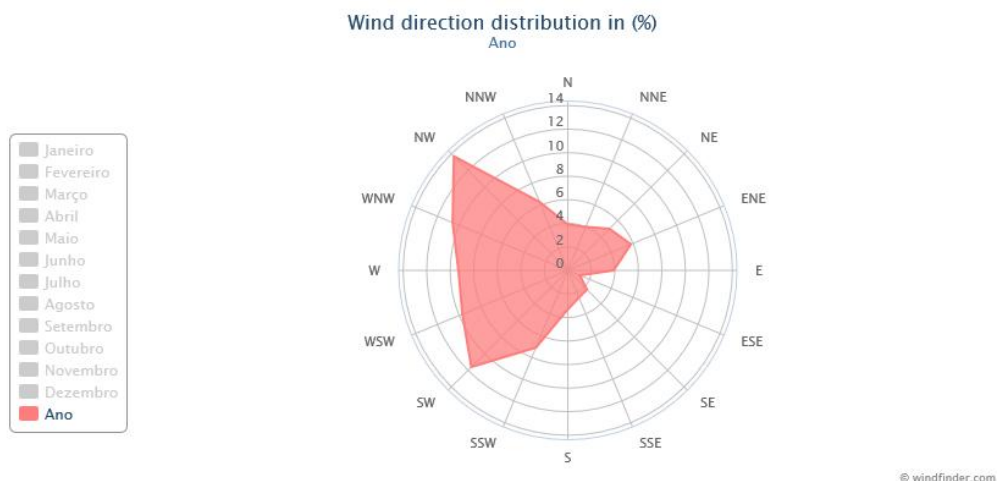


Figura 8 - Distribuição da direção de proveniência do vento em % em Almada (2012-2015)

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AValiação DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

6.1.2 Estabilidade atmosférica

No que respeita à estabilidade da atmosfera, foram consideradas as mesmas classes definidas no do estabelecimento a classe D do critério de Pasquill, para o cenário de vento baixo e à noite (1 m/s), e classe D para o cenário de vento médio (4,5 m/s).

- Humidade relativa média considerada: 76%
- Temperatura média Ambiente: 17°C
- Direção predominante do vento: NW.

6.2 DESCRIÇÃO DOS CRITÉRIOS UTILIZADOS NOS CENÁRIOS SELECIONADOS

Em complemento ao apresentado, foi adicionalmente modelado o Cenário O1b, considerando a existência de uma “bacia de retenção física”, para uma representação mais realista das condições existentes na instalação dada a orografia natural do terreno e existência de bacias de retenção dos tanques adjacentes a oeste e a norte e, declive (taludes) do terreno a sul e este, formando-se uma bacia natural com área de 943 m². Na figura seguinte apresenta-se um extracto com a delimitação da área considerada.

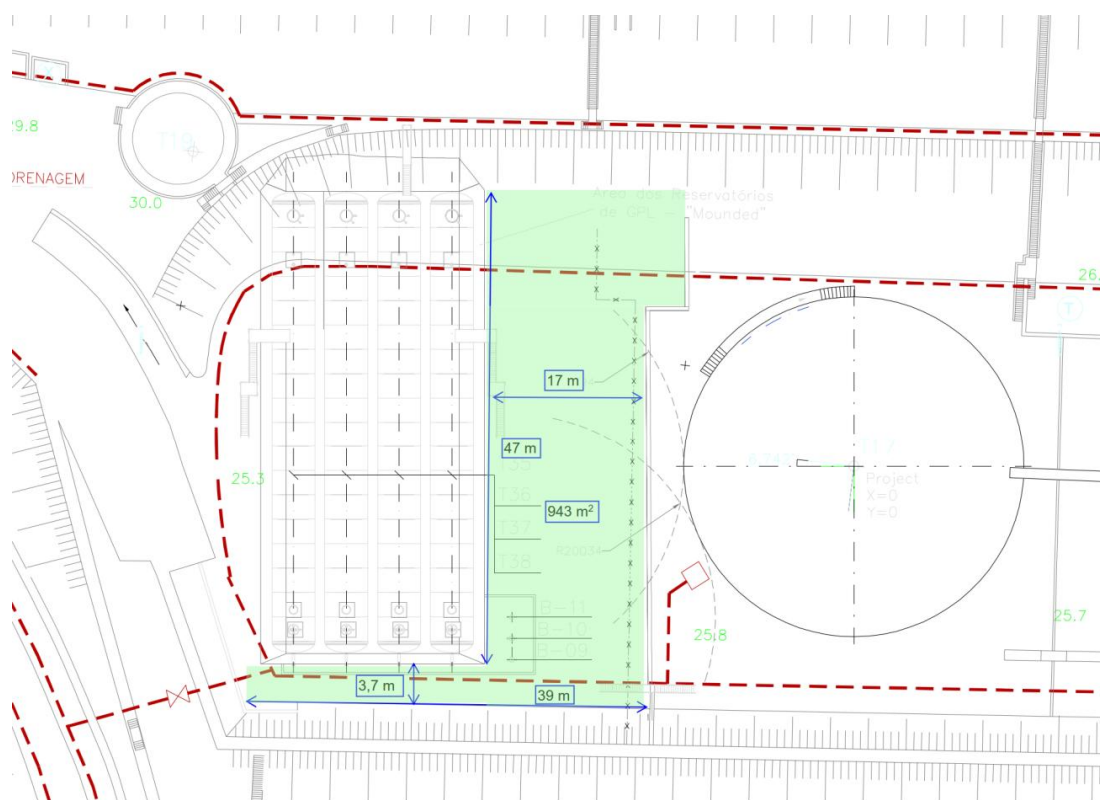


Figura 9 - “Bacia de retenção” adjacente à área de implantação dos reservatórios recobertos

OZ-Energia**Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria****AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO**

Assim, o cenário de modelação mais realista para as condições actuais do estabelecimento é o que considera a bacia natural do terreno (com bacia de retenção) – O1b e não o O1 (onde foi modelado um derrame sem confinamento).

Para os cenários O2 e O4 não foi revista a modelação uma vez que a área dispersão de produto é inferior à área da bacia, não existindo alteração dos resultados.

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Na tabela seguinte resume-se os critérios utilizados para a determinação dos cenários:

Tabela 11 - Critérios utilizados nos cenários

Cenário	Equipamento	Massa libertada	Massa presente no equipamento (ton)	Evento crítico	Fenómeno associado	Tempo libertação (s)	Tempo necessário para esvaziar o reservatório (s)	Caudal (kg/s)	Diâmetro da fuga (mm)	Condições metereológicas	Área correspondente do derrame (m ²)
O1	Tubagem de GPL	250	252	Rutura total tubagem	Derrame Flash+Pool Fire Jet+Pool Fire	1324	1679	189,1	200	média	19580
O1b	Tubagem de GPL em bacia										943
O2	Tubagem de GPL	250	252	Rutura parcial tubagem 20 mm	Derrame Flash+Pool Fire Jet+Pool Fire Explosão	1800	1,703E05	1,7735	20	média	184
O3*	Reservatório GPL	236	252	Colapso	Pool fire imediato	Imediato	-	-	-	média	483
O4	Reservatório GPL	250	252	Rutura de 10mm	Derrame Flash+Pool Fire Jet+Pool Fire Explosão	3600	1,66E+05	2,0687	10	média	215
O5*	Reservatório GPL	250	252	Rutura de 100mm	Derrame Jet+Pool Fire	1220	1765	205,2	100	média	23726

***Cenários não elegíveis (de acordo com o justificado item 5.2)**

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

7 DETERMINAÇÃO DAS ZONAS DE PERIGOSIDADE

7.1 DETERMINAÇÃO DAS CONSEQUÊNCIAS DOS CENÁRIOS DE RISCO

Tabela 12 - Alcances obtidos para os diversos cenários

Cenário	Evento crítico	Fenómeno associado	Derrame concentração 50 % LII	Radiação		Sobrepessão	
				Radiação térmica 5 kW/m ² (efeitos irreversíveis)	Radiação térmica 7 kW/m ² (morte)	0,05 bar (efeitos irreversíveis)	0,14 bar (morte)
O1	Tubagem GPL	Pool Fire Jet Fire	285	107 124	95 108	- -	- -
O1b	Tubagem GPL em bacia	Pool Fire Jet Fire	58,4	94,6 124	84 108	- -	- -
O2	Tubagem GPL	Pool Fire Jet Fire Explosão	24	15 16	13 14	35	14
O3*	Colapso Reservatório	Pool fire imediato	-	71	63	-	-
O4	Reservatório GPL rutura 10 mm	Pool Fire Jet Fire Explosão	27	16,5 8,5 -	14,7 7,5 -	- - 37	- - 15
O5*	Reservatório GPL rutura 100 mm	Jet Fire	307	70	61	-	-

*Cenários não elegíveis (de acordo com o justificado item 5.2)

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO



Figura 10 - Maiores alcances determinados associados ao projecto de alteração, obtidos para a totalidade dos cenários estudados (O1, O1b, O2 e O4)

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

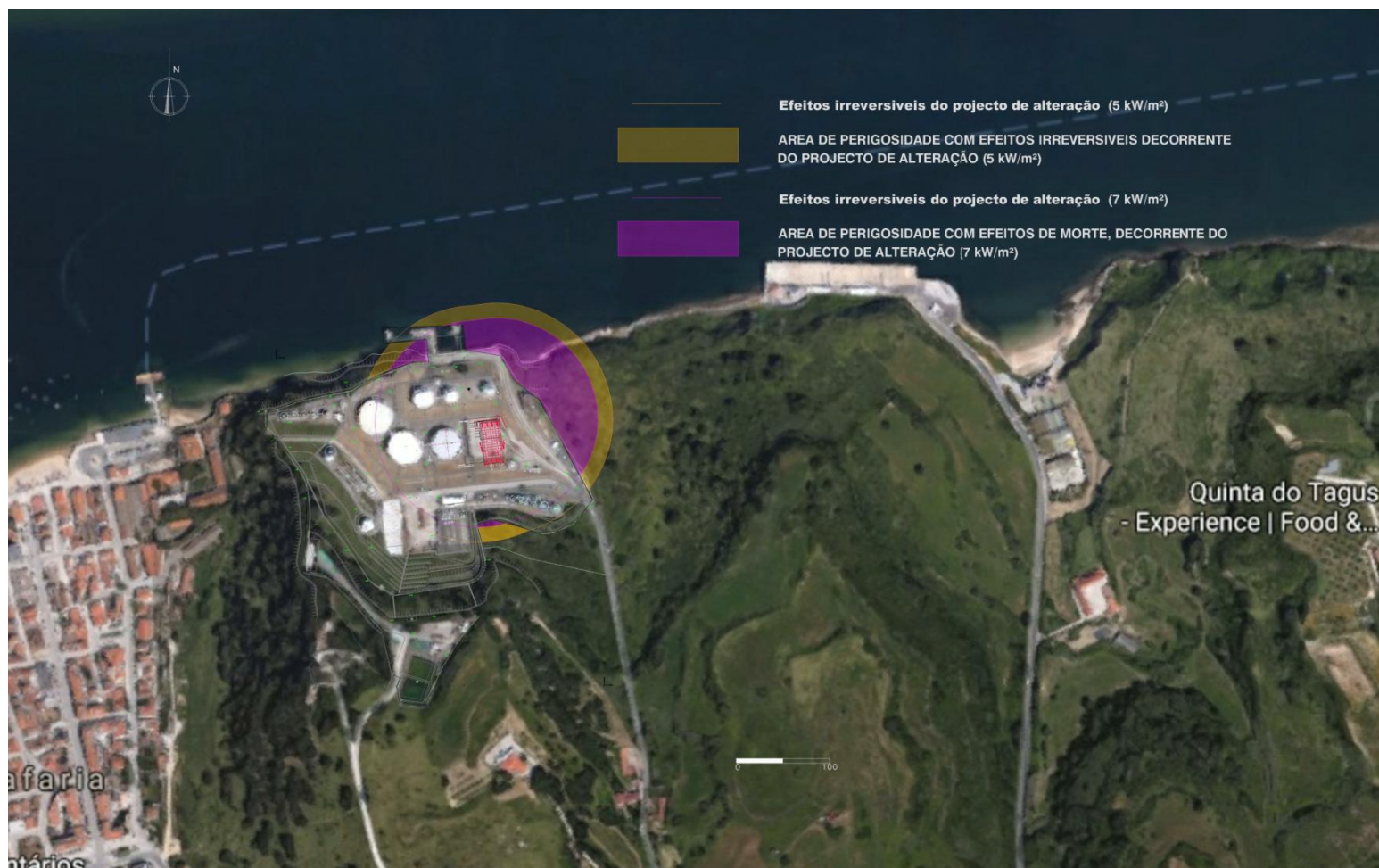


Figura 11 - Maiores alcances determinados associados ao projecto de alteração, considerando o cenário O1b e a exclusão O1

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AValiação DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Tendo consideração os alcances estimados, verifica-se que as zonas de perigosidade associadas ao projecto de alteração são determinadas para a radiação térmica de 5 e 7 kW/m² (uma zona de efeitos letais e outra de efeitos irreversíveis) para o cenário O1b.

8 CARACTERIZAÇÃO DA VULNERABILIDADE DA ENVOLVENTE

8.1 ELEMENTOS DE USO SENSÍVEL E CONSTRUÍDOS

O Terminal da OZ Energia está localizado na margem esquerda do rio Tejo, na proximidade dos aglomerados da Trafaria e Murfacém, união de freguesias de Caparica e Trafaria. O estabelecimento situa-se na frente marginal do concelho e enquadra-se nas áreas classificadas como “Áreas Indústria Logística Armazenagem”.

Na envolvente ao local do estabelecimento do Terminal da Trafaria existem áreas florestais intercaladas por áreas agrícolas, áreas sociais e instalações militares. A área de intervenção do projeto de alteração da armazenagem de GPL, nomeadamente da implantação dos novos reservatórios e bombas ocorre sob plataforma impermeabilizada existente, já estabilizada e actualmente revestida com laje de betão.

Existem elementos construídos localizados 305 metros a sul, designadamente a Quinta dos Buxos e a 250 metros uma vivenda situada junto às piscinas de água de incêndio, e a ponte, a aproximadamente 276 metros, as instalações militares do Forte da Trafaria.

Ambas, a Quinta dos Buxos e a vivenda foram identificadas como habitações não permanentes, com utilização de carácter ocasional e as instalações militares do Forte da Trafaria encontram-se desactivadas.

A este a instalação confina com área florestal e agrícola e a norte o estabelecimento é delimitado pelo rio Tejo.

Vias rodoviárias

Próximo do estabelecimento não existem vias rodoviárias de grande tráfego de veículos e a mais próxima é utilizada maioritariamente para acesso ao estabelecimento. Os veículos que nela circulam vão descarregar produto e/ou são abastecidos no estabelecimento, não representando um potencial risco de ignição de nuvem inflamável já que os mesmos são a gasóleo e munidos de tapa-chamas.

Vias fluviais

Os navios de descarga de produtos para o Terminal com entrada em São Julião da Barra para acesso ao Terminal de Líquidos de Porto dos Buchos. Nas proximidades do cais existe tráfego fluvial,

OZ-Energia**Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria****AValiação de compatibilidade de localização**

nomeadamente a ligação Belém - Trafaria. No entanto, existem normas que definem a distância de afastamento que estes barcos devem garantir relativamente ao cais ou aos navios aí atracados.

Aeroportos e bases aéreas

A base aérea do Montijo encontra-se a cerca de 16 km do Terminal e o aeroporto Internacional da Portela a cerca de 13 km. Dado o facto dos corredores de aterragem e descolagem se encontrarem afastados do estabelecimento, considera-se que o risco de acidente com aeronave que possa afectar o estabelecimento e originar um acidente grave é muito reduzido.

Áreas Sociais

Em termos de áreas sociais, a aproximadamente 800 metros do estabelecimento do Terminal da Trafaria, existe a povoação de Murfacém, localizada a sul e a povoação da Trafaria situada a oeste do Terminal. Murfacém corresponde a um pequeno aglomerado populacional e fica situada no cimo da encosta sendo atravessada pela principal via rodoviária de acesso ao Terminal e a localidade da Trafaria junto ao litoral, correspondendo a um núcleo ribeirinho urbano medianamente povoado, identificando-se as seguintes infra-estruturas sociais:

- Terminal de Granéis Sólidos da Trafaria (com concessão atribuída à SILOPOR);
- Praia da Cova do Vapor;
- Terminal fluvial da Trafaria utilizado nas acostagens dos cacilheiros que fazem o transporte fluvial de passageiros até à margem norte do Tejo (Lisboa).

Instalações Militares

A norte da área de implantação do projecto, ainda no interior da instalação, existe uma faixa de servidão militar (6 metros) consignada às tubagens pertencentes à POL NATO de Lisboa. O projeto respeita a área de salvaguarda e servidão das mesmas. Existem as instalações militares do Forte da Trafaria a poente e a instalação militar do Cais do Portinho da Costa a nascente.

8.2 USO DO SOLO

Em termos do PDM em vigor, verifica-se que a área do Terminal da Trafaria da *OZ Energia* se encontra incluída na unidade operativa *UNOPs 6 – Pera*. Esta unidade operativa inclui as seguintes classes e categorias de Espaços na envolvente do terminal da Trafaria:

- a) Espaços de vocação turística;
- b) Espaços industriais;

OZ-Energia**Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria****AValiação de compatibilidade de localização**

- c) Espaços culturais e naturais;
- d) Espaços agrícolas;
- e) Espaço de uso militar.

A área de implantação dos novos reservatórios de GPL e as respetivas bombas serão instaladas no interior do Terminal da *OZ Energia*, em espaço com classificação de “Espaço Industrial”.

De acordo com a carta de Ordenamento do PDM de Almada, o Terminal da Trafaria da *OZ Energia* localiza-se predominantemente em “*Espaços Industriais*” e a zona mais a sul abrange “Espaços Culturais e Naturais”. Na envolvente direta, mais concretamente a ponte, está definido um “Espaço Urbano Consolidado” (Trafaria), a sudoeste, sul e nascente “Espaços Culturais e Naturais”. Dado que os novos reservatórios de GPL e as respetivas bombas serão instaladas no interior do Terminal da *OZ Energia* em espaço com classificação de “Espaço Industrial” não se verificará a afetação de outras classes de espaço.

De acordo com o definido em PDM os espaços culturais e naturais, nomeadamente a arriba fóssil da Costa da Caparica constitui uma área paisagística sensível e objecto de regulamentação. Estas áreas, de acordo com PDM, estão sujeitas a condicionamentos à edificação de acordo com restrições decorrentes da lei geral, ou seja, do regime jurídico da Reserva ecológica nacional (decreto-lei nº 93/90 de 19 de Março. Para além do mencionado, só serão admitidas construções de apoio à actividade agrícola e de habitação, desde que situadas a uma distância igual ou superior a 500 metros, medida a partir da linha máxima de preia-mar.

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

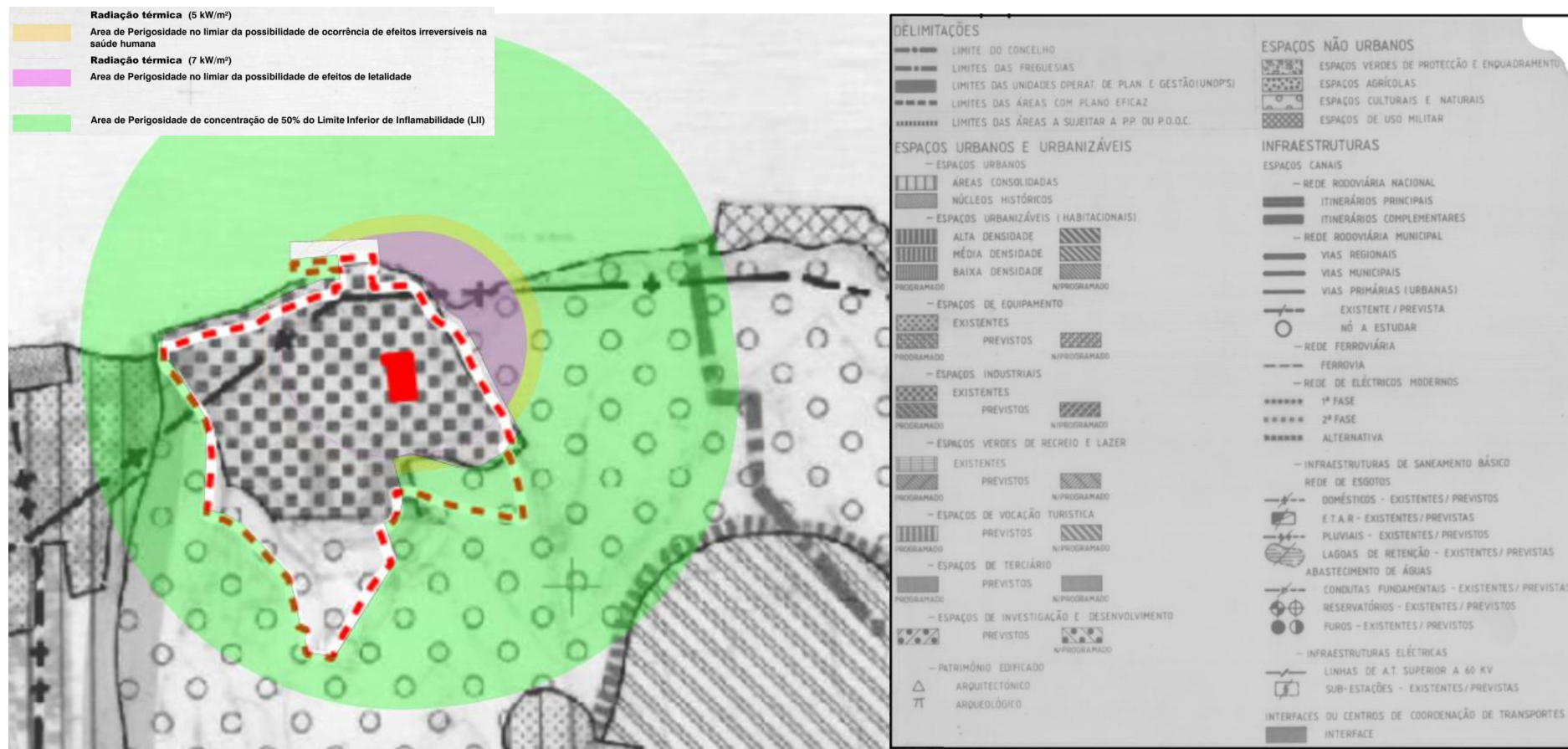


Figura 12 - Extracto do PDM com a delimitação das zonas de perigosidade decorrentes da alteração de projecto (cenários O1, O1b, O2 e O4)

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

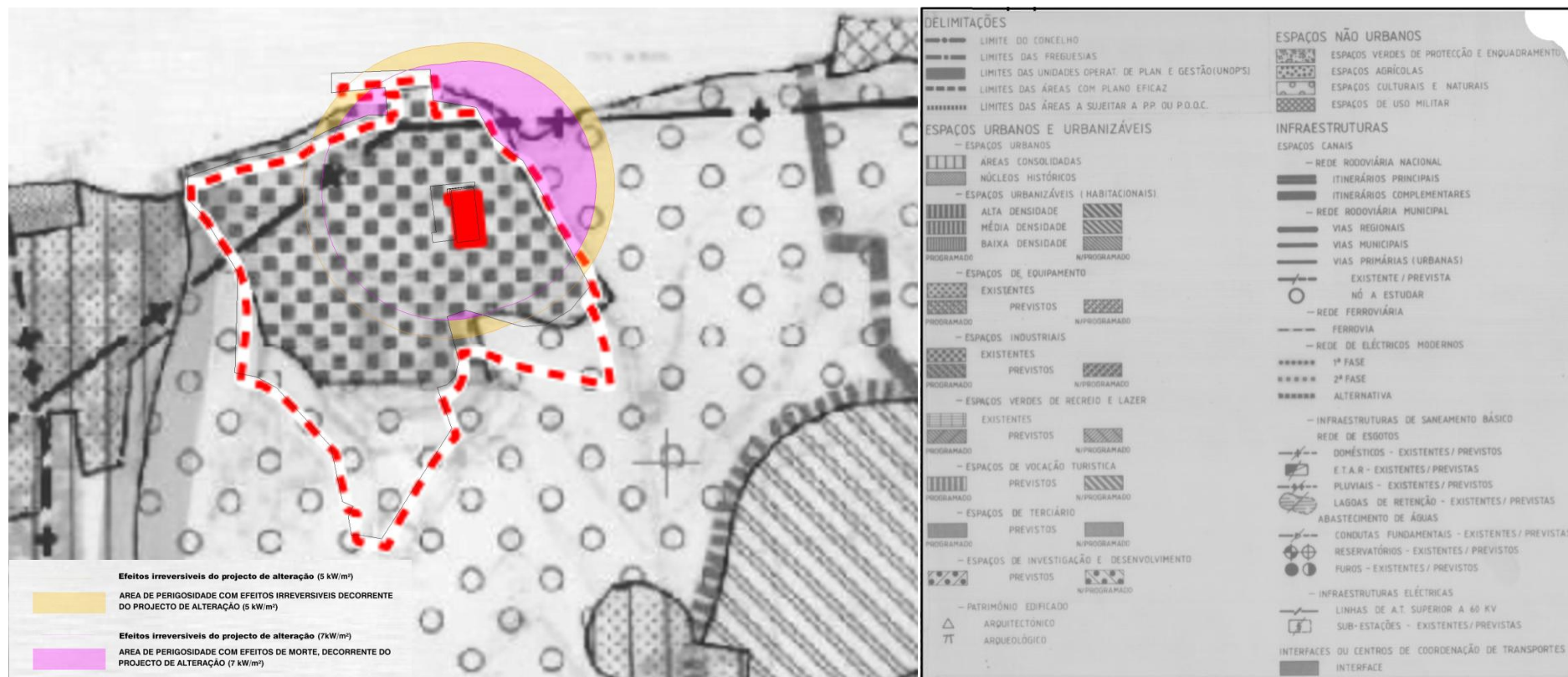


Figura 13 - Extracto do PDM com a delimitação das zonas de perigosidade decorrentes da alteração de projecto, considerando o cenário O1b e a exclusão O1

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO



Figura 14 - Google maps com a delimitação das zonas de perigosidade decorrentes do projecto de alteração

A figura anterior ilustra as áreas afectadas pelo maior alcance de 50% do LII a nível do solo. A sudeste, embora exista uma mancha de área com uso de vocação turística não programada ligeiramente afectada pela zona de perigosidade, não abrange nenhum elemento edificado. A oeste do estabelecimento é afectada a zona militar restrita e desactivada. A sul existe a edificação da Quinta dos Buxos que se encontra em área de espaços de culturas e naturais, com utilização de carácter ocasional.

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

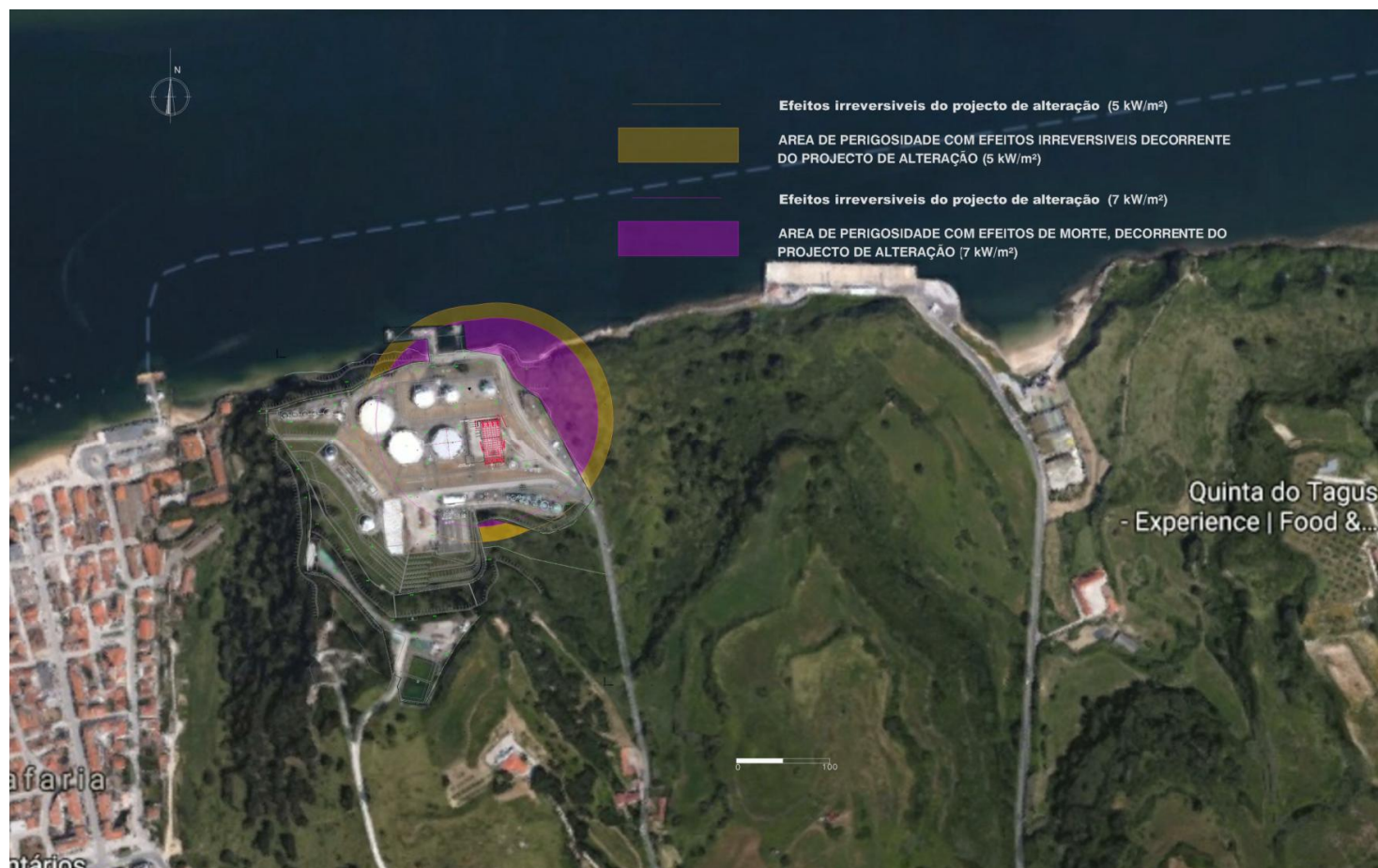


Figura 15 - Google maps com a delimitação das zonas de perigosidade decorrentes do projecto de alteração, considerando o cenário O1b e a exclusão O1
 A figura anterior ilustra as zonas de perigosidade (de efeitos letais (7 kW/m^2) e irreversíveis (5 kW/m^2)) não abrange qualquer elemento construído ou ambientalmente sensível.

OZ-Energia**Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria****AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO**

9 CONCLUSÕES

O projecto de alteração do terminal da Trafaria da OZ Energia corresponde à implantação de quatro novos reservatórios recobertos e respectiva bombagem, cujos resultados se analisam nesta avaliação de compatibilidade de localização. A restante armazenagem e equipamentos de apoio e utilidades serão mantidos sem modificações.

A alteração a implementar na actual instalação pretende aumentar a capacidade de tancagem de forma a permitir o abastecimento de produto à presente operação por via marítima em detrimento da via rodoviária, melhorando as condições de segurança no abastecimento da instalação ao reduzir significativamente as descargas de produto por via rodoviária e consequentemente o tráfego de camiões cisterna que circula nas vias de acesso da área.

Da análise efectuada, os cenários referentes a áreas de perigosidade devidas a radiação estendem-se, no máximo, 80 metros para além dos limites do estabelecimento, a este. A zona abrangida corresponde a espaços não urbanos, com uso cultural e natural (áreas agrícolas e florestais), onde não se encontra prevista edificação.

A estimativa de maior zona de perigosidade resulta do potencial cenário correspondente ao derrame, sem ignição, de GPL devido a uma rotura de 100 mm no reservatório, com alcance máximo de 307 m de concentração equivalente a 50% do Limite Inferior de Inflamabilidade (LII).

Tendo em consideração a vulnerabilidade da envolvente, as zonas de perigosidade abrangem maioritariamente área de espaços culturais e naturais, estando esta sujeita a condicionamentos de edificação (regime jurídico de RAN e REN).

Existe uma pequena área de vocação turística que poderá ser afectada pela maior zona de perigosidade. No entanto, dado que esta se encontra a menos de 500 metros da Orla costeira, classificada como paisagem protegida da arriba fóssil da Costa de Caparica, não é previsível a edificação nesta faixa.

Na área urbana consolidada possivelmente afectada pela zona de perigosidade, identificaram-se dois elementos construídos: a instalação militar desactivada do Forte da Trafaria e a habitação de ocupação não permanente da Quinta dos Buxos. Nestes locais não se estima a presença permanente de pessoas, dado o carácter da sua utilização.

Por forma a analisar os resultados obtidos nos cenários modelados, temos a referir que o *software* utilizado não tem em consideração os desníveis do terreno nem os diversos obstáculos existentes, sendo a modelação realizada como se se tratasse de um terreno plano quando a área prevista para a implantação do projecto se encontra circunscrita naturalmente por encostas e arribas na sua envolvente, que criam uma barreira natural a sul, este e oeste.

OZ-Energia**Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria****AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO**

A sul, o terreno encontra-se limitado por arriba com desnível superior a 55 metros. A probabilidade da nuvem com concentração igual ou superior a 50% LII atingir a habitação aí localizada é muito remota.

A oeste, as barreiras físicas existentes no estabelecimento, nomeadamente tanques adjacentes e respectivas bacias de retenção, funcionam como barreira de retenção ao deslocamento da nuvem inflamável sendo muito improvável que a nuvem de gás inflamável atingisse o nível do solo em concentração igual ou superior a 50% do LII na zona do Forte da Trafaria.

Note-se que o estabelecimento é dotado de meios fixos e móveis de combate a incêndio, designadamente na zona da tancagem adjacente à área de implantação de projecto. Estão ainda previstos implementar no projecto meios de deteção de incêndio e gás inflamável e de protecção contra incêndio com arrefecimento na área de intervenção, que salvaguardam o estabelecimento.

Assim, de acordo com a análise efectuada, pela orografia natural do terreno não é provável que a nuvem de gás inflamável com concentração igual ou superior a 50% do limite inferior de inflamabilidade (LII) atinja os elementos construídos referidos anteriormente, donde se conclui a viabilidade do projecto de alteração em termos da compatibilidade de localização de acidentes graves.

Tendo por base na revisão do valor da frequência do evento iniciador para os cenários de colapso e rutura de 100mm no reservatório, referida na determinação da frequência dos cenários, a probabilidade de ocorrência dos cenários O3 e O5 é inferior a 1×10^{-6} / ano, não sendo por isso elegíveis para a seleção de cenários a analisar no estudo de avaliação de compatibilidade de localização.

Considerando que o projecto de alteração será implantado em zona de “bacia de retenção física natural”, complementou-se o anterior cenário O1 com um novo cenário, o O1b, com rutura total da tubagem em área confinada. Este representa mais realisticamente as condições existentes de orografia e envolvente construída, visto que considera a bacia natural do terreno O1b e não o O1 (que modelava um derrame sem confinamento).

As zonas de perigosidade estimadas tendo em consideração o cenário O1b são devidas à radiação de efeitos irreversíveis e letais, e estendem-se no máximo 80m para além dos limites do estabelecimento, a este. As áreas abrangidas pelas zonas de perigosidade correspondem, de acordo com o PDM, a espaços não urbanos, com uso cultural e natural (áreas agrícolas e florestais), onde não se encontra nenhum elemento edificado ou ambientalmente sensível.

Assim, de acordo com a análise efectuada poderá concluir-se pela compatibilidade do projecto alteração em termos de prevenção de acidentes graves.

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

ANEXO I - HISTÓRICO DE ACIDENTES

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

ANO	PAÍS	ACTIVIDADE	LOCALIZAÇÃO	CAUSA	CONSEQUÊNCIA	SUBSTÂNCIA
2012	AFG	Armazenagem	Parque Armazenagem	Falha técnica	BLEVE / Explosão / Incêndio / Fireball	GPL, Oil, Propano
2011	USA	Trasfega	Armazenagem / Depósito	Falha humana	Incêndio	GPL
2011	AUS	Trasfega	Terminal	Falha manutenção	Incêndio	GPL, Propano
2011	USA	Armazenagem	Armazenagem / Depósito	Desconhecida	BLEVE / Incêndio / Fireball	GPL, Propano
2011	J	Armazenagem	Armazenagem / Depósito	Falha técnica	BLEVE / Explosão / Incêndio	GPL, Asfalto
2010	GB	Armazenagem	Armazenagem / Depósito	Falha técnica	Explosão / Incêndio	GPL, Etanol, Detergente
2010	USA	Armazenagem	Armazenagem / Depósito	Falha manutenção	Incêndio	GPL, Propano
2010	D	Armazenagem	Reservatório	Desconhecida	Derrame	Gasóleo/Fuel
2009	D	Armazenagem	Parque Armazenagem	Falha técnica	Incêndio	GPL, Butano, Buteno, Propano
2009	D	Armazenagem	Parque Armazenagem	Falha técnica	Incêndio / Derrame	Gasóleo
2009	D	Armazenagem	Reservatório	Falha técnica	Derrame	Gasóleo
2008	USA	Armazenagem	Armazenagem / Depósito	Natural	Derrame	Gasóleo/Fuel
2008	ZA	Armazenagem	Armazenagem / Depósito	Natural	Explosão / Incêndio / Derrame	Gasóleo/Fuel
2008	RO	Armazenagem	Reservatório	Desconhecida	Incêndio	Gasóleo/Fuel
2008	NZ	Armazenagem	Armazenagem / Depósito	Desconhecida	Explosão / Incêndio / Derrame	GPL, Propano, Óleo Vegetal (margarina), madeira
2007	EC	Trasfega	Armazenagem / Depósito	Falha humana	Explosão / Incêndio / Fireball	GPL
2007	AS	Armazenagem	Terminal	Desconhecida	Incêndio	GPL
2007	NZ	Armazenagem	Armazenagem / Depósito	Sabotagem	Derrame	Gasóleo/Fuel
2007	USA	Armazenagem	Armazenagem / Depósito	Desconhecida	Derrame	Gasóleo/Fuel
2007	USA	Armazenagem	Armazenagem / Depósito	Falha técnica	Incêndio/Derrame	Gasóleo/Fuel
2006	CN	Armazenagem	Armazenagem / Depósito	Falha humana	Incêndio	GPL
2006	GB	Armazenagem	Armazenagem / Depósito	Falha técnica	Incêndio / Derrame	Gasóleo/Fuel
2005	AUS	Armazenagem	Armazenagem / Depósito	Desconhecida	Incêndio	GPL
2005	GB	Armazenagem	Armazenagem / Depósito	Desconhecida	Incêndio	GPL
2005	USA	Armazenagem	Armazenagem / Depósito	Natural	BLEVE / Explosão / Incêndio	GPL, Propano, Propileno

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

ANO	PAÍS	ACTIVIDADE	LOCALIZAÇÃO	CAUSA	CONSEQUÊNCIA	SUBSTÂNCIA
2005	GB	Armazenagem	Armazenagem / Depósito	Operação	Derrame	Gasóleo/Fuel
2005	GB	Armazenagem	Armazenagem / Depósito	Sabotagem	Incêndio / Derrame	Gasóleo/Fuel
2004	AUS	Armazenagem	Armazenagem / Depósito	Desconhecida	Explosão / Incêndio	GPL
2004	D	Armazenagem	Armazenagem / Depósito	Falha técnica	Explosão / Incêndio	GPL, Gás natural, Metano, hidrogénio
2004	AUS	Refinaria	Armazenagem	Falha técnica	Incêndio	GPL, Propano
2003	USA	Armazenagem	Armazenagem / Depósito	Falha manutenção	Explosão / Incêndio	GPL, Propano
2003	MAL	Armazenagem	Armazenagem / Depósito	Natural	Explosão / Incêndio	GPL
2003	USA	Armazenagem	Armazenagem / Depósito	Desconhecida	Incêndio / Derrame	Gasolina
2003	USA	Armazenagem	Armazenagem / Depósito	Desconhecida	Incêndio/Derrame	Gasóleo/Fuel
2003	GB	Armazenagem	Armazenagem / Depósito	Falha técnica	Incêndio/Derrame	Gasóleo/Fuel
2003	USA	Armazenagem	Armazenagem / Depósito	Falha humana	Incêndio/Derrame	Gasóleo/Fuel
2003	USA	Armazenagem	Armazenagem / Depósito	Falha humana	Explosão / Incêndio / Derrame	Gasóleo/Fuel
2003	USA	Armazenagem	Armazenagem / Depósito	Desconhecida	Derrame	Gasóleo/Fuel
2003	USA	Armazenagem	Armazenagem / Depósito	Falha humana	Derrame	Gasóleo/Fuel
2003	USA	Armazenagem	Armazenagem / Depósito	Desconhecida	Explosão / Incêndio / Derrame	Gasóleo/Fuel
2003	USA	Armazenagem	Armazenagem / Depósito	Desconhecida	Derrame	Gasóleo/Fuel
2003	USA	Armazenagem	Armazenagem / Depósito	Desconhecida	Explosão / Incêndio / Derrame	Gasóleo/Fuel
2003	USA	Armazenagem	Reservatório	Operação	Incêndio	Gasóleo/Fuel
2002	TR	Trasfega	Armazenagem / Depósito	Desconhecida	Explosão / Incêndio	GPL
2002	GB	Trasfega	Armazenagem / Depósito	Desconhecida	Incêndio / Derrame	GPL
2002	USA	Armazenagem	Armazenagem / Depósito	Natural	Derrame	Gasóleo/Fuel
2002	USA	Armazenagem	Armazenagem / Depósito	Natural	Derrame	Gasóleo/Fuel
2001	CH	Armazenagem	Armazenagem / Depósito	Falha técnica	Incêndio/Derrame	Gasóleo/Fuel

OZ-Energia**Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria****AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO**

ANEXO II - CENÁRIO 01**GPL – Rutura total de tubagem 200mm**

- Derrame sem Inflamação
- Jet Fire
- Pool Fire
- Flash fire

OZ-Energia**Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria****AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO**

O cenário O1 representa a rutura total da tubagem de ligação de um reservatório recoberto às bombas. A tubagem considerada tem diâmetro de 200 mm.

Descarga

Foi considerada uma rutura na tubagem de fundo do reservatório onde o gás se encontra inicialmente liquefeito utilizando o modelo *Liquefied Gas Bottom Discharge (TPDIS model)* do programa *EFFECTS 10.0.4* para simular essa rutura, o fluido considerado nas modelações foi o Propano. Os principais resultados obtidos utilizando os modelos do programa *EFFECTS 10.0.4* são os apresentados em seguida.*

Tabela 13 - Cenário O1 – Resultados do modelo Liquefied Gas Bottom Discharge (TPDIS model)

Resultado	
Massa total libertada (kg)	2,50E05
Caudal representativo (kg/s)	189,1

Este tipo de descarga resulta num charco (pool) e num jacto.

Para simulação do jacto utilizou-se o modelo *Gas Turbulent free jet* do programa *EFFECTS 10.0.4* com base na simulação do cenário de rutura. Os principais resultados obtidos são os apresentados em seguida.*

Tabela 14 - Cenário O1 – Resultado do modelo Gas Turbulent free jet

Resultado	
Velocidade do jacto (kg/s)	70,8
Comprimento do jacto (m)	9,7

Para simulação do cenário referente ao charco considerou-se a rutura na zona junto ao reservatório de GPL (onde possui maior % da linha de 200 mm considerada). Não foi considerada bacia de retenção visto que os tanques são recobertos, não se encontrando dentro de uma bacia. Para tal utilizou-se o modelo *Pool Evaporation* do programa *EFFECTS 10.0.4*, com base na simulação do cenário de rutura.

Os principais resultados obtidos são os apresentados em seguida.*

* Os relatórios completos dos modelos referidos podem ser vistos no final do anexo.

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO
Tabela 15 - Cenário O1 – Resultados do modelo *Pool Evaporation*

Resultado	
vento médio	
Taxa de evaporação representativa (kg/s)	171,7
Duração de evaporação representativa (s)	1456,8
Massa Total Evaporada (kg)	2,50E05
Diâmetro representativo do derrame (m)	158

Dispersão

De forma a caracterizar a possível área explosiva resultante do cenário considerado, utilizou-se o modelo *Dense Gas Dispersion: Concentration* do programa *EFFECTS 10.0.4* tendo como base os resultados da modelação anterior. Foi calculada a área correspondente a uma pluma com concentração de metade do limite inferior de explosividade (LEL/2), i.e. 1,1%. A dispersão teve em conta o vento predominante (NW). No entanto, dependendo do vento, a pluma poderá potencialmente atingir o contorno circular representado a tracejado. Ver resultado principal e figura apresentada em seguida.*

Tabela 16 - Cenário O1 – Resultado do modelo *Dense Gas Dispersion: Concentration*

Resultado	
vento médio	
Distância máxima correspondente ao valor do LEL/2 (m)	285

* Os relatórios completos dos modelos referidos podem ser vistos no final do anexo.

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

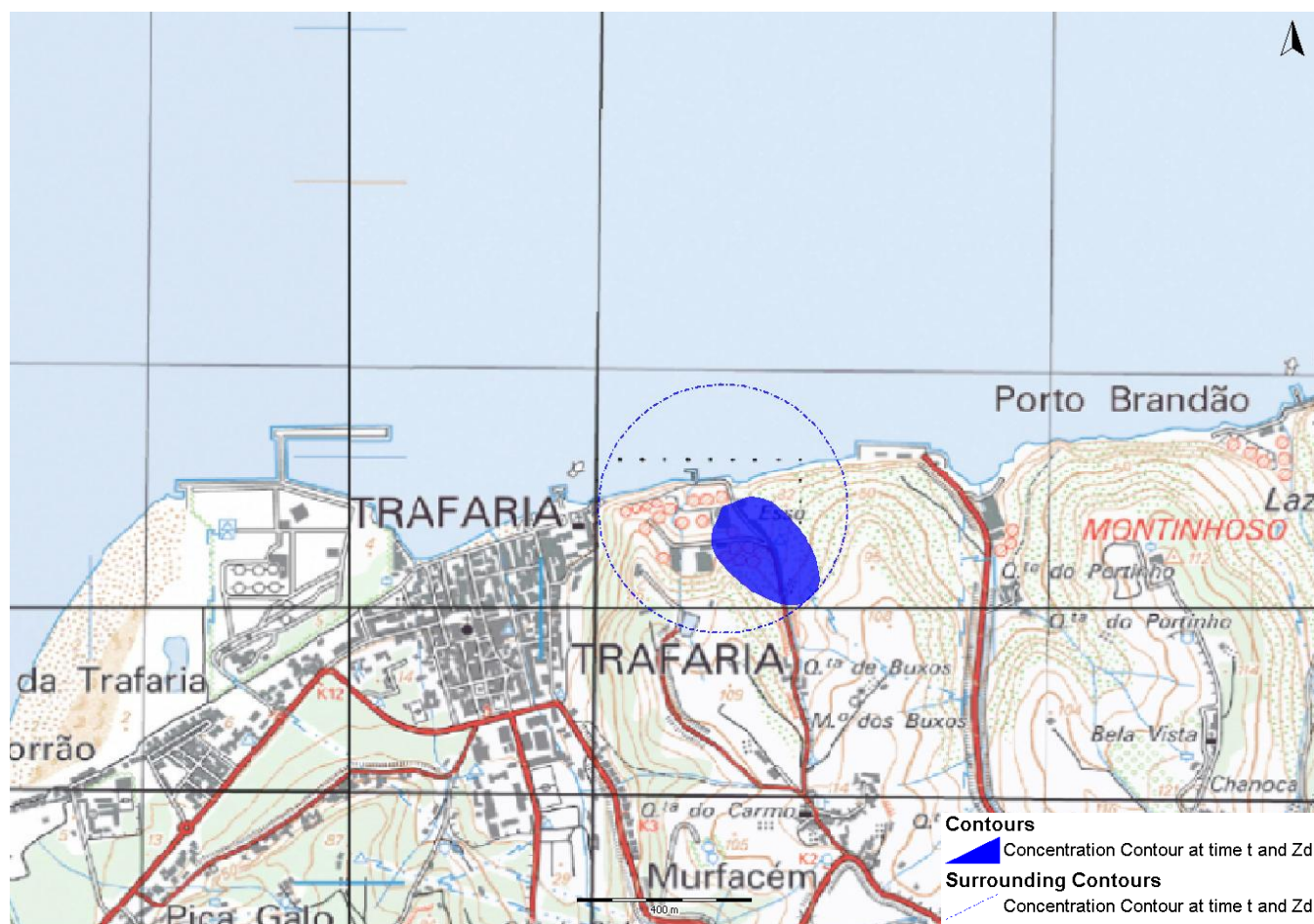


Figura 16 - Cenário O1 – Estimativa de alcance da pluma correspondente a 50% do LEL (média)

Incêndio

Caso exista a possibilidade de inflamação (existência de fonte de ignição), poderão existir dois tipos distintos de incêndio – Jet Fire + Pool fire e Flash Fire + Pool fire – dependendo da existência de ignição imediata ou retardada.

No entanto, para facilidade de visualização considerou-se os tipos de incêndio Jet Fire e Flash em separado do Pool Fire.

Os efeitos do Jet Fire foram modelados recorrendo ao modelo *Jet Fire (Chamberlain model)* do programa *EFFECTS 10.0.4*, tendo como base os resultados da modelação de descarga. Os resultados apresentados consideram a chama na direção do vento predominante (de NW). No entanto, dependendo da direção da chama e do vento, os diferentes níveis de radiação poderão potencialmente atingir os contornos circulares representados a tracejado.

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Ver resultados principais e figura apresentados em seguida.*

Tabela 17 - Cenário O1 – Resultado do modelo *Jet Fire (Chamberlain model)*

Resultado	
	vento médio
Distância do centro até onde a radiação de 5 kW/m ² é sentida (m)	124
Distância do centro até onde a radiação de 7 kW/m ² é sentida (m)	108

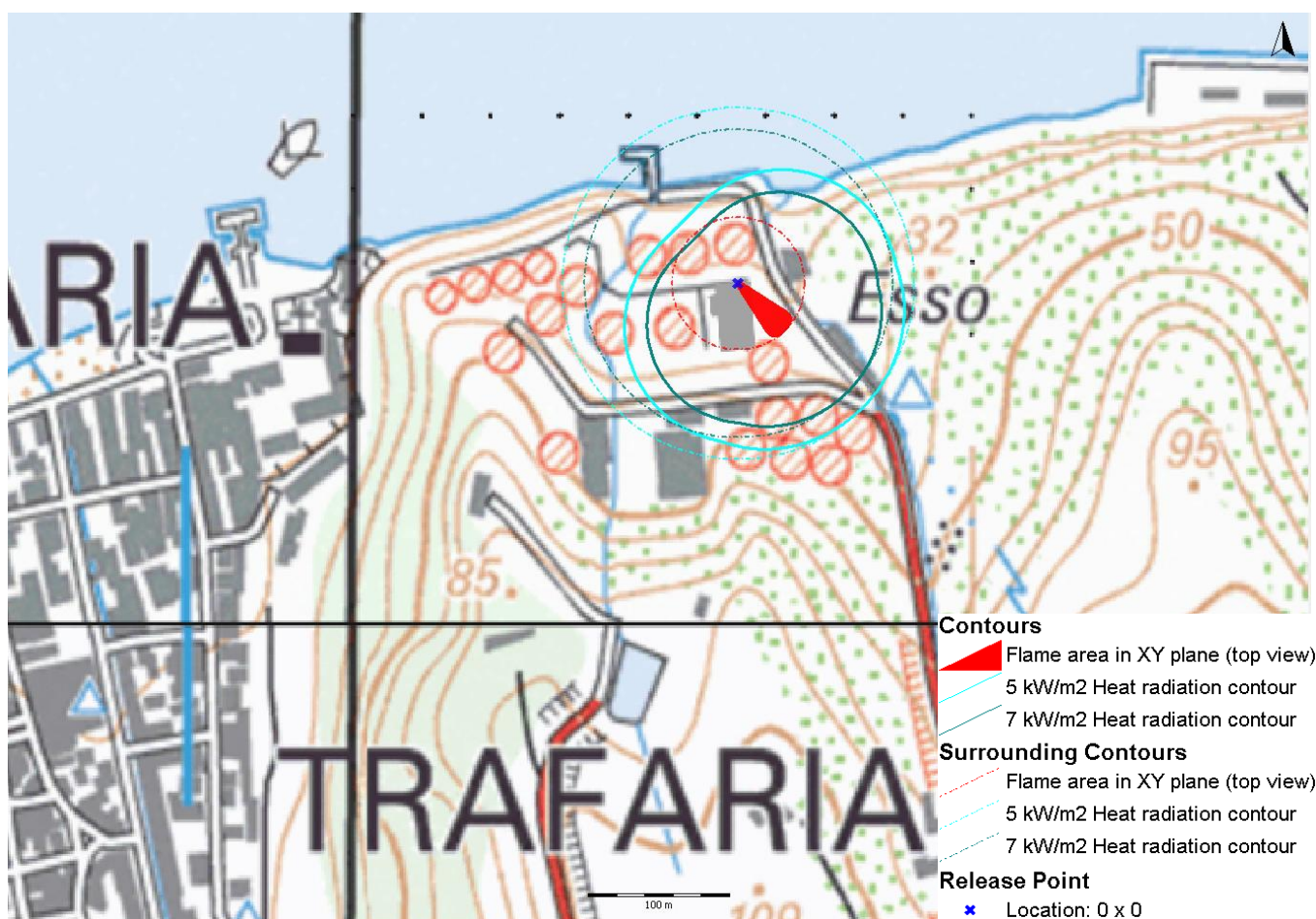


Figura 17 - Cenário O1 – Estimativa de alcance de níveis de radiação do Jet Fire (vento médio)

Quanto ao efeito da inflamação do charco, foi utilizado o modelo *Pool Fire* do programa *EFFECTS 10.0.4*, tendo como base os resultados da modelação de descarga. Para efeitos de

* Os relatórios completos dos modelos referidos podem ser vistos no final do anexo.

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

cálculo de radiação, o programa assume um derrame circular de área idêntica à da bacia. Os resultados apresentados têm em conta o vento predominante de NW que provoca a inclinação da chama aumentando a distância a que se faz sentir o efeito da radiação. No entanto, dependendo da direção do vento, os diferentes níveis de radiação poderão potencialmente atingir os contornos circulares representados a tracejado (por limitações do programa apenas se consegue visualizar este efeito para 3 valores de radiação). Embora não se encontre representado, este efeito é válido para o outro valor de radiação.

Foi ainda simulado um flash fire utilizando o modelo *Flash Fire (Instantaneous gas release)* do programa *EFFECTS 10.0.4* e considerando-se para isso valores que conduzissem a uma massa total idêntica à da massa explosiva obtida com o modelo *Dense Gas Dispersion: Explosive mass* do programa *EFFECTS*.

Ver resultados principais e figura apresentados em seguida.*

Tabela 18 - Cenário O1 – Resultado do modelo Pool Fire

Resultado	
	vento médio
Distância do centro até onde a radiação de 5 kW/m ² é sentida (m)	107
Distância do centro até onde a radiação de 7 kW/m ² é sentida (m)	95

Tabela 19 - Cenário O1 – Resultado do modelo Flash Fire

Resultado	
Raio da Bola de fogo (m)	27

* Os relatórios completos dos modelos referidos podem ser vistos no final do anexo.

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

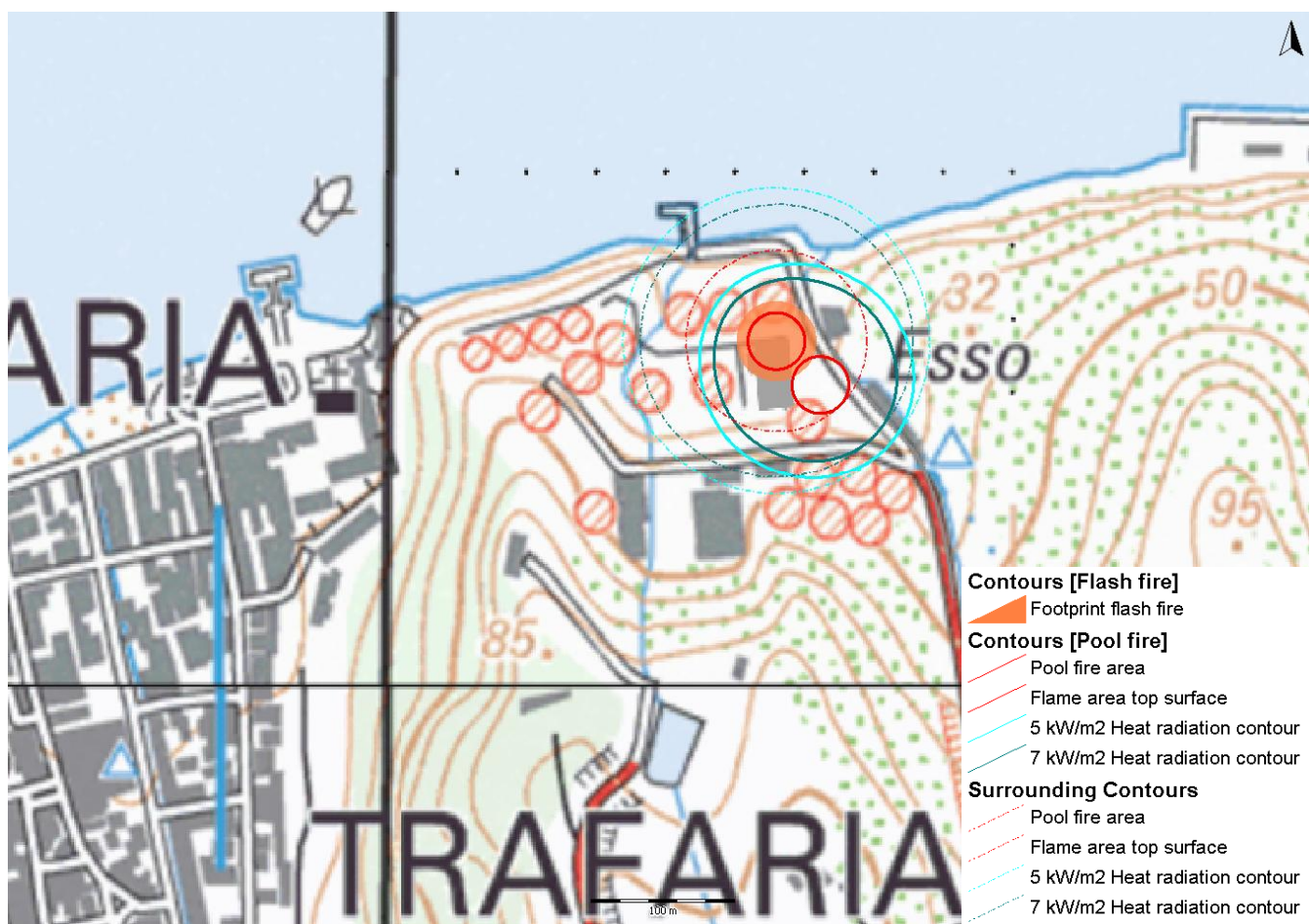


Figura 18 - Cenário O1 – Estimativa de alcance de níveis de radiação do Pool fire e Flash fire (média)

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Média condições atmosféricas

Model: Full Bore, Liquefied Gas Bottom Discharge (TPDIS model)

version: v2015.06.10003 (11-11-2016)

Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Chapter 2 and Modelling source terms for the atmospheric dispersion of hazardous substances, Jaakko Kukkonen

Parameters

Inputs

Chemical name	PROPANE (DIPPR)
Use which representative step	First 20% average (flammable)
Type of vessel outflow	Release from vessel through (a hole in) pipe
<i>Fixed Mass flow rate of the source (kg/s)</i>	
Pipeline length (m)	30
Pipeline diameter (mm)	200
Pipeline roughness (mm)	0,045
Hole diameter (mm)	200
Hole rounding	Rounded edges
<i>Discharge coefficient (-)</i>	1
Height difference between pipe entrance and exit (m)	1
Height leak above tank bottom (m)	0
Initial temperature in vessel (°C)	17
Vessel volume (m3)	500
Vessel type	Horizontal cylinder
Length cylinder (m)	41
Filling degree (%)	100
Expansion type	Adiabatic
<i>n value</i>	
Pressure inside vessel determination	Use vapour pressure
<i>Initial (absolute) pressure in vessel (bar)</i>	7,7319
Type of calculation	Calculate until device is empty
<i>Maximum release duration (s)</i>	
Ambient pressure (bar)	1,0151

Results

Initial mass in vessel (kg)	2,5154E05
Initial (vapour) pressure in vessel (bar)	7,7319
Time needed to empty vessel (s)	1679
<i>Massflowrate at end outflow (kg/s)</i>	0
Total mass released (kg)	2,5029E05
<i>Pressure in vessel at end outflow (bar)</i>	1,0151
<i>Temperature in vessel at end outflow (°C)</i>	-49,698
<i>VapourMass fraction at end outflow (-)</i>	1
<i>Liquid mass in vessel at end outflow (kg)</i>	0
<i>Vapour mass in vessel at end outflow (kg)</i>	1255,2
<i>Height of liquid at end outflow (m)</i>	0
<i>Fillingdegree at end outflow (%)</i>	0
<i>Exit pressure at end outflow (bar)</i>	1,0151
<i>Exit temperature at end outflow (°C)</i>	-49,698
Maximum mass flow rate (kg/s)	191,8
Representative release rate (kg/s)	189,1
Representative outflow duration (s)	1324
Representative temperature (°C)	5,9497
Corresponding pressure (bar)	5,6726
Representative vapour mass fraction (-)	0,031966

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Model: Gas Turbulent free jet

version: v2016.03.10783 (11-11-2016)

Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Chapter 4 and Critical Turbulent Buoyant Jets, Chen & Rodi

Parameters

Inputs

Chemical name	PROPANE (DIPPR)
Release rate definition	Calculate value
Mass flow rate (kg/s)	189,1
Type of vessel outflow	Release from vessel through (a hole in) pipe
Pipeline length (m)	30
Pipeline diameter (mm)	200
Pipeline roughness (mm)	0,045
Hole diameter (mm)	200
Hole rounding	Rounded edges
Discharge coefficient (-)	1
Initial temperature in vessel (°C)	17
Initial (absolute) pressure in vessel (bar)	7,7319
Ambient temperature (°C)	17
Ambient pressure (bar)	1,0151
Predefined concentration	Lower Flammability Limit
Threshold concentration (vol %)	2,1
Contour plot accuracy (%)	1
Height of release (Z-coordinate) (m)	0
Outflow angle in XZ plane (0°=horizontal; 90°=vertical) (deg)	45
Predefined wind direction	NW
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	315

Results

Initial source strength (kg/s)	70,759
Density of the expanded gas (kg/m ³)	1,8882
Limit of momentum region (m)	36,639
Froude number	24296
Jet width at limit of momentum region (m)	9,714
Input mass flow rate for dispersion calculations (kg/s)	65,721
Offset X direction (distance) start dispersion (m)	25,908
Offset Z direction (height) start dispersion (m)	25,908
Explosive mass (kg)	
Maximum distance of source to LFL (m)	
Temperature after expansion (°C)	17

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Model: Pool evaporation

version: v2016.04.10841 (11-11-2016)

Reference: Yellow Book CPR14E 2nd Edition - Chapter 5: Evaporation. Trijssenaar-Buhre, I.J.M, Sterkenburg, R.P., Wijnant-Timmerman, S.I.: An advanced model for spreading and evaporation of accidentally released hazardous liquids on land. Diffusion coefficient in Schmidt number based on Fuller, Schetter and Gitting correlation, see <http://www.thermopedia.com/content/696>

Parameters

Inputs

Chemical name	PROPANE (DIPPR)
Use which representative step	First 20% average (flammable)
Evaporation from land or water	Land
Type of release in pool	Semi-continuous
Type of pool growth on Land	Spreading
Type of pool growth on Water	
Maximum pool surface area (m2)	
Mass flow rate of the source (kg/s)	189,1
Duration of the release (s)	1324
Total mass released (kg)	2,5029E05
Temperature of the pool (°C)	17
Temperature of the subsoil (°C)	16
Temperature of the water (°C)	
Max temperature difference between pool and water (K)	
Wind speed at 10 m height (m/s)	4,5
Ambient temperature (°C)	17
Ambient pressure (bar)	1,0151
Ambient relative humidity (%)	76
Solar radiation flux	Calculate value
Solar heat radiation flux (W/m2)	
Cloud cover (%)	0
Date: day number	15
Date: month number	7
Date: year number	2015
North/South latitude of the location (deg)	38
Type of subsoil (evaporation)	Average subsoil
Subsoil roughness description (pool)	flat sandy soil, concrete, tiles, plant-yard
Maximum evaluation time for evaporation (s)	3600

Results

Heat flux from solar radiation (kW/m2)	1,4897
Time pool spreading ends (s)	
Time until pool has totally evaporated (s)	
Purple book representative evaporation rate (kg/s)	171,71
Purple book representative evaporation duration (s)	1456,8
Representative temperature (°C)	-58,972
Representative pool diameter (m)	157,89
Density after mixing with air (kg/m3)	1,62
Total evaporated mass (kg)	2,5014E05
... duration evaporation time (s)	3599,5
Corresponding representative pool surface area (m2)	19580
Schmidt number used	1,1902

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Model: Dense Gas Dispersion: Concentration

version: v2016.01.10697 (18-11-2016)

Reference: Yellow Book 3rd edition 1997 chapter 4; Ermak, D.L. User manual for SLAB Lawrence Livermore National Laboratory, June 1990

Parameters

Inputs

Chemical name	PROPANE (DIPPR)
Type of heavy gas release	Horizontal Jet release
Total mass released (kg)	2,5029E05
Mass flow rate of the source (kg/s)	171,71
Duration of the release (s)	1456,8
Initial liquid mass fraction (-)	0,8
Fixed pool surface (m2)	
Diameter of expanded jet (m)	2
Temperature after release (°C)	-58,972
Height of release (Z-coordinate) (m)	0,5
Offset X direction (distance) start dispersion (m)	0
Offset Z direction (height) start dispersion (m)	0
Ambient temperature (°C)	17
Ambient pressure (bar)	1,0151
Ambient relative humidity (%)	76
Meteorological data	Pasquill
Pasquill stability class	D (Neutral)
Wind speed at 10 m height (m/s)	4,5
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) (1/m)	
Roughness length description	High crops; scattered large objects, 15 < x/h < 20..
Time t after start release (s)	1515
Concentration averaging time (s)	60
Reporting distance (Xd) (m)	26
Distance perpendicular to wind direction (Yd) (m)	0
Height (Zd) (m)	0
Predefined concentration	User defined
Threshold concentration (vol %)	1,1
Contour plot accuracy (%)	1
Predefined wind direction	NW
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	315
Use dynamic concentration presentation	No
Resolution of the time consuming graphs	High

Results

Concentration at (Xd, Yd, Zd, t) (mg/m3)	505,96
Maximum concentration at (Yd, Zd) (mg/m3)	1,8521E06
...at distance (m)	6,6902
Maximum distance to User defined concentration (m)	285,3
Width of User defined outer contour (m)	180,88
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (1/m)	0

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Model: Jet Fire (Chamberlain model)

version: v2016.02.10780 (15-11-2016)

Reference: Chamberlain, G.A., Development in design methods for predicting thermal radiation from flares–Chem. Eng. Res. Des. Vol.65 July 1987 pagina 299 - 309–Cook, J. et al, A comprehensive program for the calculation of flame radiation levels–Loss Prev. in Process Ind. January 1990, vol.3 –Damage: Green Book 1st edition 1992, chapter 1 (Heat radiation); pages 11-36

Parameters	
Inputs	
Chemical name	PROPANE (DIPPR)
(Calculated) Mass flow rate (kg/s)	70,759
Exit temperature (°C)	5,2584
Exit pressure (bar)	5,5483
Hole diameter (mm)	200
Hole rounding	Rounded edges
Discharge coefficient (-)	1
Outflow angle in XZ plane (0°=horizontal; 90°=vertical) (deg)	45
Release height (Stack height) (m)	0
Ambient temperature (°C)	17
Ambient pressure (bar)	1,0151
Ambient relative humidity (%)	76
Meteorological data	Pasquill
Pasquill stability class	D (Neutral)
Wind speed at 10 m height (m/s)	4,5
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) (1/m)	
Roughness length description	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.
Flame temperature (°C)	926,85
Amount of CO2 in atmosphere (-)	0,0003
Fraction of the flame covered by soot (%)	0
Maximum heat exposure duration (s)	20
Reporting distance (Xd) (m)	100
Height of the receiver (m)	0
Predefined wind direction	NW
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	315
Heat radiation level (lowest) for first contour plot (kW/m2)	5
Heat radiation level for second contour plot (kW/m2)	7
Heat radiation level (highest) for third contour plot (kW/m2)	12,5
Report heat radiation grid	No
Resolution for surface discretization	High
Take protective effects of clothing into account	No
Correction lethality protection clothing (-)	
Percentage of mortality for contour calculations (%)	0
Heat radiation lethal damage Probit A ((sec*(W/m2)^n))	-36,38
Heat radiation lethal damage Probit B	2,56
Heat radiation damage Probit N	1,3333
Results	
Type of flow of the jet	Two Phase flow
Wind speed at avg height of jet (m/s)	5,8912
Exit velocity of expanding jet (m/s)	206,31
Angle between hole and flame axis (alpha) (deg)	3,4496
Frustum lift off height (b) (m)	0,80865
Width of frustum base (W1) (m)	1,97
Width of frustum tip (W2) (m)	20,022
Length of frustum (flame) (Rl) (m)	53,103
Surface area of frustum (m2)	2178,7
Surface emissive power (max) (kW/m2)	400
Surface emissive power (actual) (kW/m2)	400
Heat radiation at Xd (kW/m2)	8,521
Atmospheric transmissivity at Xd (%)	71,958
View factor at Xd (-)	0,029604
Heat radiation dose at Xd (s*(kW/m2)^4/3)	348,08
5 kW/m2 Heat radiation distance (m)	123,46
7 kW/m2 Heat radiation distance (m)	108,11
12,5 kW/m2 Heat radiation distance (m)	85,732
Percentage first degree burns at Xd (%)	73,843
Percentage second degree burns at Xd (%)	0,37755
Percentage third degree burns at Xd (%)	0,24064
0% First degree burns distance (m)	
0% Second degree burns distance (m)	
0% Third degree (Lethal) burns distance (m)	

OZ-Energia**Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria****AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO****Model: Flash fire (Instantaneous gas release)**

version: v2015.06.10003 (10-11-2016)

Reference: Calculation of Gas expansion and mixing to half sphere at UEL concentration (Purple Book method)

Parameters**Inputs**

Chemical name	PROPANE (DIPPR)
Initial temperature in equipment (°C)	25
Initial (absolute) pressure in vessel (bar)	7,15
Vessel volume (m3)	500
Ambient temperature (°C)	17
Ambient pressure (bar)	1,0151

Results

Total mass released (kg)	7163
Temperature after expansion (°C)	2,1996
Radius of the flash fire (m)	26,978

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Model: Pool fire

version: v2016.02.10780 (11-11-2016)

Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Paragraph 6.5.4~Rew, P.J. & Hulbert, W.G. (1997) Modelling of Thermal radiation from external hydrocarbon poolfires, in Trans IChemE, Vol.75 part B,~Rew, P.J. & Hulbert, W.G. (1996), Development of a pool fire thermal radiation model', HSE Contract research report no. 96, ~ Damage: Green Book 1st edition 1992, chapter 1 (Heat radiation); pages 11-36~

Parameters	
Inputs	
Chemical name	PROPANE (DIPPR)
Type of pool fire calculation	Pool fire model Yellow Book
Pool size determination	Unconfined fixed feed
Total mass released (kg)	2,5029E05
Mass flow rate of the source (kg/s)	171,71
Duration of the release (s)	1456,8
Type of pool (poolfire)	Circular
Max. pool surface poolfire (m2)	1240,8
Diameter of the rim (m)	
Width of rim (m)	
Width of rectangle (m)	
Length of rectangle (m)	
Rotation rectangle (North = 0 degrees) (deg)	
Height of the receiver (m)	0
Height of the confined pool above ground level (m)	
Temperature of the pool (°C)	17
Fraction combustion heat radiated (-)	0,35
Soot Fraction	Calculate/Default
Fraction of the flame covered by soot (-)	0,8
Wind speed at 10 m height (m/s)	4,5
Ambient temperature (°C)	17
Ambient pressure (bar)	1,0151
Ambient relative humidity (%)	76
Amount of CO2 in atmosphere (-)	0,0003
Reporting distance (Xd) (m)	100
Maximum heat exposure duration (s)	20
Predefined wind direction	NW
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	315
Heat radiation level (lowest) for first contour plot (kW/m2)	5
Heat radiation level for second contour plot (kW/m2)	7
Heat radiation level (highest) for third contour plot (kW/m2)	12,5
Report heat radiation grid	No
Resolution for surface discretization	High
Take protective effects of clothing into account	No
Correction lethality protection clothing (-)	
Percentage of mortality for contour calculations (%)	0
Heat radiation lethal damage Probit A ((sec*(W/m2)^n)	-36,38
Heat radiation lethal damage Probit B	2,56
Heat radiation damage Probit N	1,3333
Results	
Equivalent diameter poolfire (m)	39,747
Max Diameter top flame (length ellipse) (m)	
Calculated pool surface area (m2)	1240,8
Combustion rate (kg/s)	146,41
Duration of the pool fire (s)	1708,4
Surface emissive power flame (kW/m2)	71,773
Surface emissive power (clear flame) (kW/m2)	
Surface emissive power (sooted flame) (kW/m2)	
Flame tilt (deg)	48,181
Flame temperature (°C)	789,01
Length of the flame (m)	58,25
Height of clear fraction Flame (m)	
Weight ratio of HCL/chemical (%)	0
Weight ratio of NO2/chemical (%)	0
Weight ratio of SO2/chemical (%)	0
Weight ratio of CO2/chemical (%)	299,5
Weight ratio of H2O/chemical (%)	163,5
Heat radiation at Xd (kW/m2)	6,1074
Atmospheric Transmissivity at Xd (%)	69,938

OZ-Energia**Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria****AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO**

Viewfactor at Xd (-)	0,12167
Heat radiation dose at Xd ($s \cdot (kW/m^2)^{4/3}$)	223,27
5 kW/m ² Heat radiation distance (m)	107,12
7 kW/m ² Heat radiation distance (m)	95,342
12,5 kW/m ² Heat radiation distance (m)	76,852
Percentage first degree burns at Xd (%)	24,138
Percentage second degree burns at Xd (%)	0
Percentage third degree burns at Xd (%)	0
0% First degree burns distance (m)	
0% Second degree burns distance (m)	
0% Third degree (Lethal) burns distance (m)	

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO
Model: Dense Gas Dispersion: Flammable Cloud

version: v2016.02.10740 (11-11-2016)

Reference: Yellow Book 3rd edition 1997 chapter 4; Ermak, D.L. User manual for SLAB Lawrence Livermore National Laboratory, June 1990

Parameters
Inputs

Chemical name	PROPANE (DIPPR)
Type of heavy gas release	Horizontal Jet release
Total mass released (kg)	2,5029E05
Mass flow rate of the source (kg/s)	171,71
Duration of the release (s)	1456,8
Initial liquid mass fraction (-)	0,8
Fixed pool surface (m2)	
Diameter of expanded jet (m)	2
Temperature after release (°C)	-58,972
Height of release (Z-coordinate) (m)	0,5
Offset X direction (distance) start dispersion (m)	0
Offset Z direction (height) start dispersion (m)	0
Ambient temperature (°C)	17
Ambient pressure (bar)	1,0151
Ambient relative humidity (%)	76
Meteorological data	Pasquill
Pasquill stability class	D (Neutral)
Wind speed at 10 m height (m/s)	4,5
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) (1/m)	
Predefined wind direction	NW
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	315
Roughness length description	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.
Reporting time flammable cloud	Time maximum explosive mass
Time t after start release (s)	
Concentration averaging time (s)	60
Use 50% LFL for cloud contour	No
Use mass between LFL and UFL	Yes
Use dynamic concentration presentation	No
Resolution of the time consuming graphs	High

Results

Flammability threshold concentration (mg/m3)	38503
Maximum distance to flammable concentration (m)	221,82
Width of flammable cloud outer contour (m)	164,54
Maximum flammable mass (kg)	5423,2
Maximum area of flammable cloud (m2)	27816
Time t reported (s)	1456,8
Flammable mass at time t (kg)	5423,2
Area flammable cloud at time t (m2)	27816
Height to LFL a time T (m)	4,4
Length of flammable cloud at time t (m)	222,29
Width of flammable cloud at time t (m)	164,54
Offset between release and flammable cloud at time t (m)	-0,18538
Offset between release and cloud centre at time t (m)	110,96
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (1/m)	0

OZ-Energia**Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria****AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO**

ANEXO III - CENÁRIO O2**GPL – Rutura de 20 mm na tubagem**

- Derrame sem Inflamação
- Jet Fire
- Pool Fire
- Flash fire
- Explosão

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

O cenário O2 representa a rutura parcial da tubagem de ligação de um reservatório recoberto às bombas. A tubagem considerada tem diâmetro de 200 mm e foi considerado uma rutura de 20 mm.

Descarga

Foi considerada uma rutura na tubagem de fundo do reservatório onde o gás se encontra inicialmente liquefeito utilizando o modelo *Liquefied Gas Bottom Discharge (TPDIS model)* do programa *EFFECTS 10.0.4* para simular essa rutura, o fluido considerado nas modelações foi o Propano. Os principais resultados obtidos utilizando os modelos do programa *EFFECTS 10.0.4* são os apresentados em seguida.*

Tabela 20 - Cenário 2 – Resultados do modelo Liquefied Gas Bottom Discharge (TPDIS model)

Resultado	
Massa total libertada (kg)	2,50E05
Caudal representativo (kg/s)	1,7735

Este tipo de descarga resulta num charco (pool) e num jacto.

Para simulação do jacto utilizou-se o modelo *Gas Turbulent free jet* do programa *EFFECTS 10.0.4* com base na simulação do cenário de rutura. Os principais resultados obtidos são os apresentados em seguida.*

Tabela 21 - Cenário O2 – Resultado do modelo Gas Turbulent free jet

Resultado	
Velocidade do jacto (kg/s)	0,708
Comprimento do jacto (m)	1,1334

Para simulação do cenário referente ao charco não foi considerada bacia de retenção visto que os tanques são recobertos, não se encontrando dentro de uma bacia. Para tal utilizou-se o modelo *Pool Evaporation* do programa *EFFECTS 10.0.4*, com base na simulação do cenário de rutura.

Os principais resultados obtidos são os apresentados em seguida.*

* Os relatórios completos dos modelos referidos podem ser vistos no final do anexo.

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO
Tabela 22 - Cenário O2 – Resultados do modelo *Pool Evaporation*

Resultado	
vento médio	
Taxa de evaporação representativa (kg/s)	1,6937
Duração de evaporação representativa (s)	3388,6
Massa Total Evaporada (kg)	5739,1
Diâmetro representativo do derrame (m)	15,31

Dispersão

De forma a caracterizar a possível área explosiva resultante do cenário considerado, utilizou-se o modelo *Dense Gas Dispersion: Concentration* do programa *EFFECTS 10.0.4* tendo como base os resultados da modelação anterior. Foi calculada a área correspondente a uma pluma com concentração de metade do limite inferior de explosividade (LEL/2), i.e. 1,1%. A dispersão teve em conta o vento predominante (NW). No entanto, dependendo do vento, a pluma poderá potencialmente atingir o contorno circular representado a tracejado. Ver resultado principal e figura apresentada em seguida.*

Tabela 23 - Cenário O2 – Resultado do modelo *Dense Gas Dispersion: Concentration*

Resultado	
vento médio	
Distância máxima correspondente ao valor do LEL/2 (m)	24,3

* Os relatórios completos dos modelos referidos podem ser vistos no final do anexo.

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

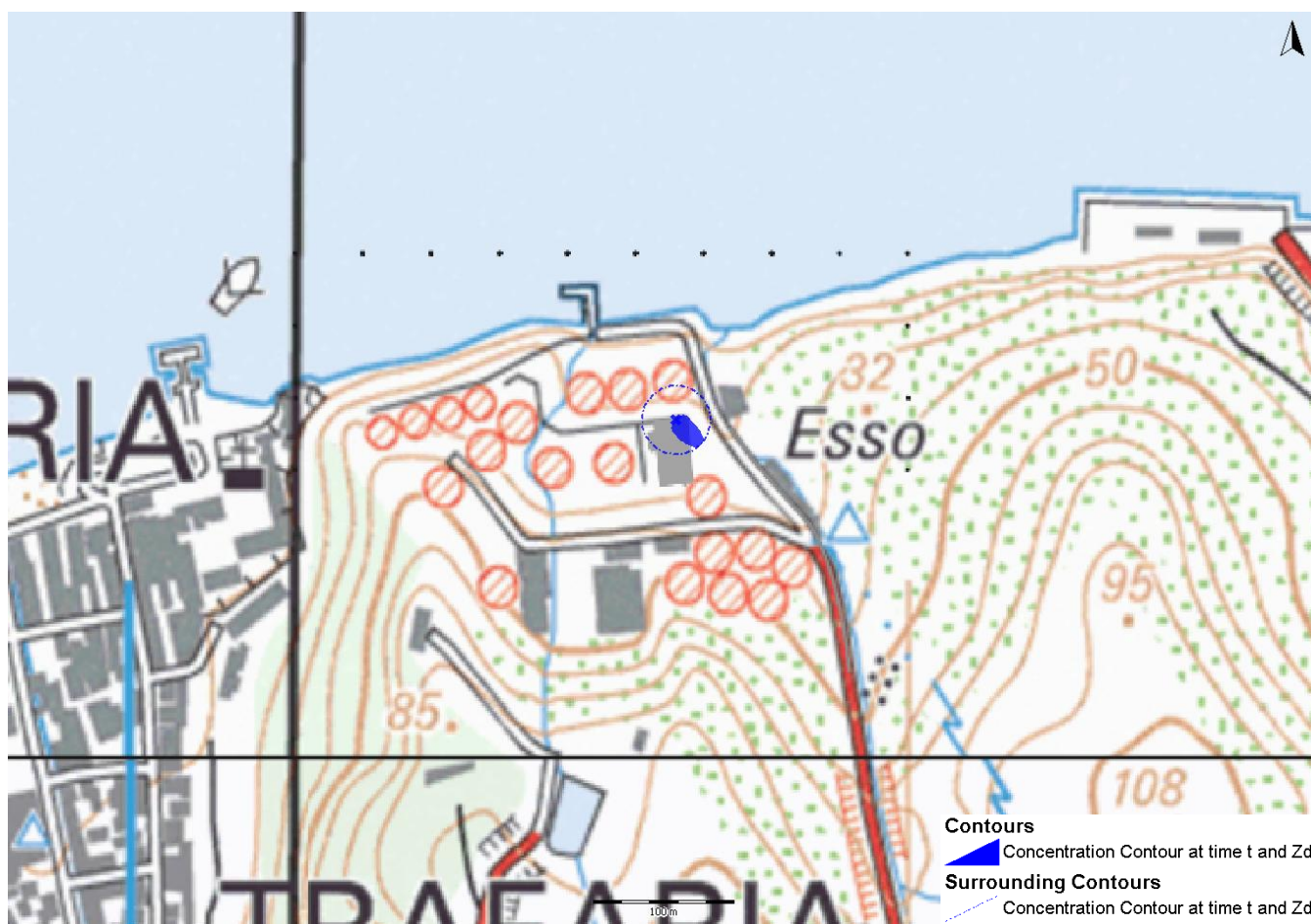


Figura 19 - Cenário O2 – Estimativa de alcance da pluma correspondente a 50% do LEL (média)

Incêndio

Caso exista a possibilidade de inflamação (existência de fonte de ignição), poderão existir dois tipos distintos de incêndio – Jet Fire + Pool fire e Flash Fire + Pool fire – dependendo da existência de ignição imediata ou retardada.

No entanto, para facilidade de visualização considerou-se os tipos de incêndio Jet Fire e Flash em separado do Pool Fire.

Os efeitos do Jet Fire foram modelados recorrendo ao modelo *Jet Fire (Chamberlain model)* do programa *EFFECTS 10.0.4*, tendo como base os resultados da modelação de descarga. Os resultados apresentados consideram a chama na direção do vento predominante (de NW). No entanto, dependendo da direção da chama e do vento, os diferentes níveis de radiação poderão potencialmente atingir os contornos circulares representados a tracejado.

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Ver resultados principais e figura apresentados em seguida.*

Tabela 24 - Cenário O2- Resultado do modelo *Jet Fire (Chamberlain model)*

Resultado	
vento médio	
Distância do centro até onde a radiação de 5 kW/m ² é sentida (m)	16
Distância do centro até onde a radiação de 7 kW/m ² é sentida (m)	14,2



Figura 20 - Cenário O2 – Estimativa de alcance de níveis de radiação do Jet Fire (vento médio)

* Os relatórios completos dos modelos referidos podem ser vistos no final do anexo.

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Quanto ao efeito da inflamação do charco, foi utilizado o modelo *Pool Fire* do programa *EFFECTS 10.0.4*, tendo como base os resultados da modelação de descarga. Para efeitos de cálculo de radiação, o programa assume um derrame circular de área idêntica à da bacia. Os resultados apresentados têm em conta o vento predominante de NW que provoca a inclinação da chama aumentando a distância a que se faz sentir o efeito da radiação. No entanto, dependendo da direção do vento, os diferentes níveis de radiação poderão potencialmente atingir os contornos circulares representados a tracejado.

Foi ainda simulado um flash fire utilizando o modelo *Flash Fire (Instantaneous gas release)* do programa *EFFECTS 10.0.4* e considerando-se para isso valores que conduzissem a uma massa total idêntica à da massa explosiva obtida com o modelo *Dense Gas Dispersion: Explosive mass* do programa *EFFECTS*.

Ver resultados principais e figura apresentados em seguida.*

Tabela 25 - Cenário O2 – Resultado do modelo Pool Fire

Resultado	
vento médio	
Distância do centro até onde a radiação de 5 kW/m ² é sentida (m)	15
Distância do centro até onde a radiação de 7 kW/m ² é sentida (m)	13,4

Tabela 26 - Cenário O2 – Resultado do modelo Flash Fire

Resultado	
Raio da Bola de fogo (m)	27

* Os relatórios completos dos modelos referidos podem ser vistos no final do anexo.

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO



Figura 21 - Cenário O2 – Estimativa de alcance de níveis de radiação do Pool fire e Flash fire (média)

Massa Explosiva

Por forma a calcular a massa que se encontra dentro dos limites de flamabilidade e que poderá dar origem a uma explosão utilizou-se o modelo *Dense Gas Dispersion: Flammable cloud* do programa *EFFECTS 10.0.4*, tendo como base os resultados da modelação do *Pool Evaporation*. A dispersão teve em conta o vento predominante (NW). No entanto, dependendo da direção do vento, a pluma poderá potencialmente atingir o contorno circular representado a tracejado. Ver figura apresentada em seguida.*

* Os relatórios completos dos modelos referidos podem ser vistos no final do anexo.

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO



Figura 22 - Cenário O2 – Estimativa de alcance da pluma correspondente à massa explosiva (concentração entre LEL e UEL) (média)

Explosão

Considerando a simulação acima, foi utilizado o modelo *Explosion (Multi Energy model)* do programa *EFFECTS 10.0.4* por forma a calcular a extensão a que se conseguem produzir os valores de sobrepressão 50 mbar e 140 mbar. Para cálculo considerou-se 10% de confinamento da massa explosiva e a curva de força de explosão escolhida foi a número 6 (deflagração forte).

Abaixo apresentam-se as distâncias referentes aos valores de sobrepressão.*

* Os relatórios completos dos modelos referidos podem ser vistos no final do anexo.

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Tabela 27 - Cenário O2 – Resultados dos modelos Explosion (Multi Energy Model)

Resultado	
vento médio	
Distância do centro até onde a sobrepressão de 50 mbar é sentida (m)	35
Distância do centro até onde a sobrepressão de 140 mbar é sentida (m)	14

Em seguida apresenta-se a figura onde se representam os contornos para os valores de alcance dos diversos níveis de sobrepressão. A representação considera a deslocação da nuvem de acordo com o vento predominante (NW).



Figura 23 - Cenário O2 – Estimativa de alcance dos níveis de sobrepressão resultantes de uma explosão

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Média condições atmosféricas

Model: Full Bore, Liquefied Gas Bottom Discharge (TPDIS model)

version: v2015.06.10003 (17-11-2016)

Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Chapter 2 and Modelling source terms for the atmospheric dispersion of hazardous substances, Jaakko Kukkonen

Parameters

Inputs

Chemical name	PROPANE (DIPPR)
Use which representative step	First 20% average (flammable)
Type of vessel outflow	Release from vessel through (a hole in) pipe
<i>Fixed Mass flow rate of the source (kg/s)</i>	
Pipeline length (m)	30
Pipeline diameter (mm)	200
Pipeline roughness (mm)	0,045
Hole diameter (mm)	20
Hole rounding	Rounded edges
<i>Discharge coefficient (-)</i>	1
Height difference between pipe entrance and exit (m)	1
Height leak above tank bottom (m)	0
Initial temperature in vessel (°C)	17
Vessel volume (m3)	500
Vessel type	Horizontal cylinder
Length cylinder (m)	41
Filling degree (%)	100
Expansion type	Adiabatic
<i>n value</i>	
Pressure inside vessel determination	Use vapour pressure
<i>Initial (absolute) pressure in vessel (bar)</i>	7,7319
Type of calculation	Calculate until device is empty
<i>Maximum release duration (s)</i>	
Ambient pressure (bar)	1,0151

Results

Initial mass in vessel (kg)	2,5154E05
Initial (vapour) pressure in vessel (bar)	7,7319
Time needed to empty vessel (s)	1,703E05
<i>Massflowrate at end outflow (kg/s)</i>	0
Total mass released (kg)	2,5029E05
<i>Pressure in vessel at end outflow (bar)</i>	1,0151
<i>Temperature in vessel at end outflow (°C)</i>	-48,497
<i>VapourMass fraction at end outflow (-)</i>	1
<i>Liquid mass in vessel at end outflow (kg)</i>	0
<i>Vapour mass in vessel at end outflow (kg)</i>	1247,5
<i>Height of liquid at end outflow (m)</i>	0
<i>Fillingdegree at end outflow (%)</i>	0
<i>Exit pressure at end outflow (bar)</i>	1,0151
<i>Exit temperature at end outflow (°C)</i>	-48,497
Maximum mass flow rate (kg/s)	1,7755
Representative release rate (kg/s)	1,7735
Representative outflow duration (s)	1800
Representative temperature (°C)	6,4628
Corresponding pressure (bar)	5,7581
Representative vapour mass fraction (-)	0,031937

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO
Model: Gas Turbulent free jet

version: v2016.03.10783 (17-11-2016)

Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Chapter 4 and Critical Turbulent Buoyant Jets, Chen & Rodi

Parameters
Inputs

Chemical name	PROPANE (DIPPR)
Release rate definition	Calculate value
Mass flow rate (kg/s)	1,7735
Type of vessel outflow	Release from vessel through (a hole in) pipe
Pipeline length (m)	30
Pipeline diameter (mm)	200
Pipeline roughness (mm)	0,045
Hole diameter (mm)	20
Hole rounding	Rounded edges
Discharge coefficient (-)	1
Initial temperature in vessel (°C)	17
Initial (absolute) pressure in vessel (bar)	7,7319
Ambient temperature (°C)	17
Ambient pressure (bar)	1,0151
Predefined concentration	Lower Flammability Limit
Threshold concentration (vol %)	2,1
Contour plot accuracy (%)	1
Height of release (Z-coordinate) (m)	0
Outflow angle in XZ plane (0°=horizontal; 90°=vertical) (deg)	45
Predefined wind direction	NW
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	315

Results

Initial source strength (kg/s)	0,70759
Density of the expanded gas (kg/m ³)	1,8882
Limit of momentum region (m)	11,586
Froude number	2,4296E05
Width of the concentration contour (m)	1,1334
Input mass flow rate for dispersion calculations (kg/s)	0
Offset X direction (distance) start dispersion (m)	8,1928
Offset Z direction (height) start dispersion (m)	8,1928
Explosive mass (kg)	0,35101
Maximum distance of source to LFL (m)	9,8967
Temperature after expansion (°C)	17

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO
Model: Pool evaporation

version: v2016.04.10841 (17-11-2016)

Reference: Yellow Book CPR14E 2nd Edition - Chapter 5: Evaporation. Trijssenaar-Buhre, I.J.M, Sterkenburg, R.P., Wijnant-Timmerman, S.I.: An advanced model for spreading and evaporation of accidentally released hazardous liquids on land. Diffusion coefficient in Schmidt number based on Fuller, Schetter and Gitting correlation, see <http://www.thermopedia.com/content/696>
Parameters
Inputs

Chemical name	PROPANE (DIPPR)
Use which representative step	First 20% average (flammable)
Evaporation from land or water	Land
Type of release in pool	Semi-continuous
Type of pool growth on Land	Spreading
Type of pool growth on Water	
Maximum pool surface area (m2)	
Mass flow rate of the source (kg/s)	1,7735
Duration of the release (s)	3600
Total mass released (kg)	2,5029E05
Temperature of the pool (°C)	17
Temperature of the subsoil (°C)	16
Temperature of the water (°C)	
Max temperature difference between pool and water (K)	
Wind speed at 10 m height (m/s)	4,5
Ambient temperature (°C)	17
Ambient pressure (bar)	1,0151
Ambient relative humidity (%)	76
Solar radiation flux	Calculate value
Solar heat radiation flux (W/m2)	
Cloud cover (%)	0
Date: day number	15
Date: month number	7
Date: year number	2015
North/South latitude of the location (deg)	38
Type of subsoil (evaporation)	Average subsoil
Subsoil roughness description (pool)	flat sandy soil, concrete, tiles, plant-yard
Maximum evaluation time for evaporation (s)	3600

Results

Heat flux from solar radiation (kW/m2)	1,4897
Time pool spreading ends (s)	
Time until pool has totally evaporated (s)	
Purple book representative evaporation rate (kg/s)	1,6937
Purple book representative evaporation duration (s)	3388,6
Representative temperature (°C)	-63,24
Representative pool diameter (m)	15,313
Density after mixing with air (kg/m3)	1,2739
Total evaporated mass (kg)	5739,1
... duration evaporation time (s)	3599,5
Corresponding representative pool surface area (m2)	184,18
Schmidt number used	1,1902

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Model: Dense Gas Dispersion: Concentration

version: v2016.01.10697 (17-11-2016)

Reference: Yellow Book 3rd edition 1997 chapter 4; Ermak, D.L. User manual for SLAB Lawrence Livermore National Laboratory, June 1990

Parameters

Inputs

Chemical name	PROPANE (DIPPR)
Type of heavy gas release	Horizontal Jet release
Total mass released (kg)	2,5029E05
Mass flow rate of the source (kg/s)	1,6937
Duration of the release (s)	3388,6
Initial liquid mass fraction (-)	0,8
Fixed pool surface (m2)	
Diameter of expanded jet (m)	2
Temperature after release (°C)	-63,24
Height of release (Z-coordinate) (m)	0,5
Offset X direction (distance) start dispersion (m)	0
Offset Z direction (height) start dispersion (m)	0
Ambient temperature (°C)	17
Ambient pressure (bar)	1,0151
Ambient relative humidity (%)	76
Meteorological data	Pasquill
Pasquill stability class	D (Neutral)
Wind speed at 10 m height (m/s)	4,5
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) (1/m)	
Roughness length description	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.
Time t after start release (s)	10
Concentration averaging time (s)	20
Reporting distance (Xd) (m)	26
Distance perpendicular to wind direction (Yd) (m)	0
Height (Zd) (m)	0
Predefined concentration	User defined
Threshold concentration (vol %)	1,1
Contour plot accuracy (%)	1
Predefined wind direction	NW
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	315
Use dynamic concentration presentation	No
Resolution of the time consuming graphs	High

Results

Concentration at (Xd, Yd, Zd, t) (mg/m3)	0
Maximum concentration at (Yd, Zd) (mg/m3)	1,8521E06
...at distance (m)	0,99597
Maximum distance to User defined concentration (m)	24,373
Width of User defined outer contour (m)	13,5
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (1/m)	0

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Model: Jet Fire (Chamberlain model)

version: v2016.02.10780 (17-11-2016)

Reference: Chamberlain, G.A., Development in design methods for predicting thermal radiation from flares–Chem. Eng. Res. Des. Vol.65 July 1987 pagina 299 - 309–Cook, J. et al, A comprehensive program for the calculation of flame radiation levels–Loss Prev. in Process Ind. January 1990, vol.3 –Damage: Green Book 1st edition 1992, chapter 1 (Heat radiation); pages 11-36

Parameters	
Inputs	
Chemical name	PROPANE (DIPPR)
(Calculated) Mass flow rate (kg/s)	0,70759
Exit temperature (°C)	5,2584
Exit pressure (bar)	5,5483
Hole diameter (mm)	20
Hole rounding	Rounded edges
Discharge coefficient (-)	1
Outflow angle in XZ plane (0°=horizontal; 90°=vertical) (deg)	45
Release height (Stack height) (m)	0
Ambient temperature (°C)	17
Ambient pressure (bar)	1,0151
Ambient relative humidity (%)	76
Meteorological data	Pasquill
Pasquill stability class	D (Neutral)
Wind speed at 10 m height (m/s)	4,5
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) (1/m)	
Roughness length description	High crops; scattered large objects, 15 < x/h < 20.
Flame temperature (°C)	926,85
Amount of CO2 in atmosphere (-)	0,0003
Fraction of the flame covered by soot (%)	0
Maximum heat exposure duration (s)	20
Reporting distance (Xd) (m)	100
Height of the receiver (m)	0
Predefined wind direction	NW
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	315
Heat radiation level (lowest) for first contour plot (kW/m2)	5
Heat radiation level for second contour plot (kW/m2)	7
Heat radiation level (highest) for third contour plot (kW/m2)	12,5
Report heat radiation grid	No
Resolution for surface discretization	High
Take protective effects of clothing into account	No
Correction lethality protection clothing (-)	
Percentage of mortality for contour calculations (%)	0
Heat radiation lethal damage Probit A ((sec*(W/m2)^n))	-36,38
Heat radiation lethal damage Probit B	2,56
Heat radiation damage Probit N	1,3333
Results	
Type of flow of the jet	Two Phase flow
Wind speed at avg height of jet (m/s)	4,0047
Exit velocity of expanding jet (m/s)	206,31
Angle between hole and flame axis (alpha) (deg)	11,184
Frustum lift off height (b) (m)	0,12126
Width of frustum base (W1) (m)	0,017722
Width of frustum tip (W2) (m)	2,7856
Length of frustum (flame) (Rl) (m)	7,9653
Surface area of frustum (m2)	41,695
Surface emissive power (max) (kW/m2)	248,22
Surface emissive power (actual) (kW/m2)	248,22
Heat radiation at Xd (kW/m2)	0,055278
Atmospheric transmissivity at Xd (%)	69,037
View factor at Xd (-)	0,00032258
Heat radiation dose at Xd (s*(kW/m2)^4/3)	0,42115
5 kW/m2 Heat radiation distance (m)	16,004
7 kW/m2 Heat radiation distance (m)	14,183
12,5 kW/m2 Heat radiation distance (m)	11,457
Percentage first degree burns at Xd (%)	0
Percentage second degree burns at Xd (%)	0
Percentage third degree burns at Xd (%)	0
0% First degree burns distance (m)	
0% Second degree burns distance (m)	
0% Third degree (Lethal) burns distance (m)	

OZ-Energia**Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria****AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO****Model: Flash fire (Instantaneous gas release)**

version: v2015.06.10003 (11-11-2016)

Reference: Calculation of Gas expansion and mixing to half sphere at UEL concentration (Purple Book method)

Parameters**Inputs**

Chemical name	PROPANE (DIPPR)
Initial temperature in equipment (°C)	25
Initial (absolute) pressure in vessel (bar)	7,15
Vessel volume (m3)	500
Ambient temperature (°C)	17
Ambient pressure (bar)	1,0151

Results

Total mass released (kg)	7163
Temperature after expansion (°C)	2,1996
Radius of the flash fire (m)	26,978

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO
Model: Pool fire

version: v2016.02.10780 (17-11-2016)

Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Paragraph 6.5.4~Rew, P.J. & Hulbert, W.G. (1997) Modelling of Thermal radiation from external hydrocarbon poolfires, in Trans IChemE, Vol.75 part B,~Rew, P.J. & Hulbert, W.G. (1996), Development of a pool fire thermal radiation model', HSE Contract research report no. 96, ~ Damage: Green Book 1st edition 1992, chapter 1 (Heat radiation); pages 11-36~

Parameters
Inputs

Chemical name	PROPANE (DIPPR)
Type of pool fire calculation	Pool fire model Yellow Book
Pool size determination	Unconfined fixed feed
Total mass released (kg)	2,5029E05
Mass flow rate of the source (kg/s)	1,6937
Duration of the release (s)	3388,6
Type of pool (poolfire)	Circular
Max. pool surface poolfire (m2)	1240,8
Diameter of the rim (m)	
Width of rim (m)	
Width of rectangle (m)	
Length of rectangle (m)	
Rotation rectangle (North = 0 degrees) (deg)	
Height of the receiver (m)	0
Height of the confined pool above ground level (m)	
Temperature of the pool (°C)	17
Fraction combustion heat radiated (-)	0,35
Soot Fraction	Calculate/Default
Fraction of the flame covered by soot (-)	0,8
Wind speed at 10 m height (m/s)	4,5
Ambient temperature (°C)	17
Ambient pressure (bar)	1,0151
Ambient relative humidity (%)	76
Amount of CO2 in atmosphere (-)	0,0003
Reporting distance (Xd) (m)	100
Maximum heat exposure duration (s)	20
Predefined wind direction	NW
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	315
Heat radiation level (lowest) for first contour plot (kW/m2)	5
Heat radiation level for second contour plot (kW/m2)	7
Heat radiation level (highest) for third contour plot (kW/m2)	12,5
Report heat radiation grid	No
Resolution for surface discretization	High
Take protective effects of clothing into account	No
Correction lethality protection clothing (-)	
Percentage of mortality for contour calculations (%)	0
Heat radiation lethal damage Probit A ((sec*(W/m2)^n))	-36,38
Heat radiation lethal damage Probit B	2,56
Heat radiation damage Probit N	1,3333

Results

Equivalent diameter poolfire (m)	4,1613
Max Diameter top flame (length ellipse) (m)	
Calculated pool surface area (m2)	13,6
Combustion rate (kg/s)	1,6048
Duration of the pool fire (s)	3576,2
Surface emissive power flame (kW/m2)	48,822
Surface emissive power (clear flame) (kW/m2)	
Surface emissive power (sooted flame) (kW/m2)	
Flame tilt (deg)	56,454
Flame temperature (°C)	692,1
Length of the flame (m)	11,09
Height of clear fraction Flame (m)	
Weight ratio of HCL/chemical (%)	0
Weight ratio of NO2/chemical (%)	0
Weight ratio of SO2/chemical (%)	0
Weight ratio of CO2/chemical (%)	299,5
Weight ratio of H2O/chemical (%)	163,5
Heat radiation at Xd (kW/m2)	0,029799
Atmospheric Transmissivity at Xd (%)	64,064
Viewfactor at Xd (-)	0,00095274
Heat radiation dose at Xd (s*(kW/m2)^4/3)	0,18477

OZ-Energia**Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria****AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO**

5 kW/m2 Heat radiation distance (m)	15,11
7 kW/m2 Heat radiation distance (m)	13,425
12,5 kW/m2 Heat radiation distance (m)	10,35
Percentage first degree burns at Xd (%)	0
Percentage second degree burns at Xd (%)	0
Percentage third degree burns at Xd (%)	0
0% First degree burns distance (m)	
0% Second degree burns distance (m)	
0% Third degree (Lethal) burns distance (m)	

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO
Model: Dense Gas Dispersion: Flammable Cloud

version: v2016.02.10740 (17-11-2016)

Reference: Yellow Book 3rd edition 1997 chapter 4; Ermak, D.L. User manual for SLAB Lawrence Livermore National Laboratory, June 1990

Parameters
Inputs

Chemical name	PROPANE (DIPPR)
Type of heavy gas release	Horizontal Jet release
Total mass released (kg)	2,5029E05
Mass flow rate of the source (kg/s)	1,6937
Duration of the release (s)	3388,6
Initial liquid mass fraction (-)	0,8
Fixed pool surface (m2)	
Diameter of expanded jet (m)	2
Temperature after release (°C)	-63,24
Height of release (Z-coordinate) (m)	0,5
Offset X direction (distance) start dispersion (m)	0
Offset Z direction (height) start dispersion (m)	0
Ambient temperature (°C)	17
Ambient pressure (bar)	1,0151
Ambient relative humidity (%)	76
Meteorological data	Pasquill
Pasquill stability class	D (Neutral)
Wind speed at 10 m height (m/s)	4,5
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) (1/m)	
Predefined wind direction	NW
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	315
Roughness length description	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.
Reporting time flammable cloud	Time maximum explosive mass
Time t after start release (s)	
Concentration averaging time (s)	60
Use 50% LFL for cloud contour	Yes
Use mass between LFL and UFL	Yes
Use dynamic concentration presentation	No
Resolution of the time consuming graphs	High

Results

Flammability threshold concentration (mg/m3)	19252
Maximum distance to flammable concentration (m)	25,208
Width of flammable cloud outer contour (m)	13,5
Maximum flammable mass (kg)	6,0898
Maximum area of flammable cloud (m2)	279,71
Time t reported (s)	3388,6
Flammable mass at time t (kg)	6,0898
Area flammable cloud at time t (m2)	279,71
Height to LFL a time T (m)	2,2
Length of flammable cloud at time t (m)	25,61
Width of flammable cloud at time t (m)	13,5
Offset between release and flammable cloud at time t (m)	-0,18849
Offset between release and cloud centre at time t (m)	12,617
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (1/m)	0

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Model: Explosion (Multi Energy model)

version: v2016.01.10697 (17-11-2016)

Reference: Yellow Book CPR14E 3rd Edition - Chapter 5: Vapour cloud explosions Mercx, W.P.M, van den Berg, A.C., van Leeuwen, D, "Application of correlations to quantify the source strength of vapour cloud explosions in realistic situations Final report for the project GAMES, Oktober 1998, TNO- report PML 1998-C53 (1998)

Parameters		
Inputs	Explosão 140 mbar	Explosão 50 mbar
Chemical name	PROPANE (DIPPR)	PROPANE (DIPPR)
Ambient pressure (bar)	1,0151	1,0151
Total mass in explosive range (kg)	6,0898	6,0898
Fraction of flammable cloud confined (-)	0,1	0,1
Use GAME overpressure method	No	No
Curve number	6 (Strong deflagration)	6 (Strong deflagration)
Game expansion type		
Volume Blockage Ratio (%)		
Flame path length (m)		
Typical obstacle diameter (m)		
Reporting distance (Xd) (m)	50	50
Offset between release point and cloud centre (m)	12,617	12,617
Threshold overpressure (mbar)	140	50
Predefined wind direction	NW	NW
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	315	315
Results	Explosão 140 mbar	Explosão 50 mbar
Confined mass in explosive range (kg)	0,60898	0,60898
Total combustion energy (MJ)	28,216	28,216
Maximum peak overpressure (bar)	0,51872	0,51872
Game equivalent Curve nr (-)		
Laminar Burning Velocity used (m/s)		
Peak overpressure at Xd (mbar)	33,087	33,087
Peak dynamic pressure at Xd (mbar)	1,0151	1,0151
Pressure impulse at Xd (Pa*s)	14,687	14,687
Positive phase duration at Xd (ms)	8,8776	8,8776
Distance from center cloud to treshold overpressure (m)	13,94	34,615
Blast-wave shape at Xd	Shock Wave	Shock Wave
Damage (general description) at Xd	No damage or very minor damage	No damage or very minor damage
Damage to brick houses at Xd	Habitable after relatively easy repairs. Minor structural damage (3 kPa).	Habitable after relatively easy repairs. Minor structural damage (3 kPa).
Damage to typical American-style houses at Xd	No damage or very minor damage	No damage or very minor damage
Damage to structures (empirical) at Xd	No damage or very minor damage	No damage or very minor damage

OZ-Energia**Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria****AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO**

ANEXO IV - CENÁRIO O3**GPL – Colapso do Reservatório**

- Derrame sem Inflamação
- Pool Fire

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

O cenário O3 representa o colapso do reservatório recoberto de GPL.

Descarga

Foi considerado o colapso do reservatório onde o gás se encontra inicialmente liquefeito utilizando o modelo Liquefied Gas Instantaneous Release (AMINAL model) do programa *EFFECTS 10.0.4* para simular essa rutura, o fluido considerado nas modelações foi o Propano. Os principais resultados obtidos utilizando os modelos do programa *EFFECTS 10.0.4* são os apresentados em seguida.*

Tabela 28 - Cenário O3 – Resultados do modelo Liquefied Gas Instantaneous Release (AMINAL model)

Resultado	
Massa total libertada (kg)	2,36E05

Este tipo de descarga resulta num charco (pool).

Tabela 29 - Cenário O3 – Resultados do modelo *Pool Evaporation*

Resultado	
	vento médio
Taxa de evaporação representativa (kg/s)	57,1
Duração de evaporação representativa (s)	1,14
Massa Total Evaporada (kg)	65,3
Diâmetro representativo do derrame (m)	24,8

Incêndio

Para o presente cenário apenas é possibilidade de inflamação (existência de fonte de ignição), com um tipo de incêndio –Pool Fire– para uma ignição imediata.

Quanto ao efeito da inflamação do charco, foi utilizado o modelo *Pool Fire* do programa *EFFECTS 10.0.4*, tendo como base os resultados da modelação de descarga. Para efeitos de cálculo de radiação, o programa assume um derrame circular de área idêntica à da bacia. Os resultados apresentados têm em conta o vento predominante de NW que provoca a inclinação da chama aumentando a distância a que se faz sentir o efeito da radiação. No entanto, dependendo da direção do vento, os diferentes níveis de radiação poderão potencialmente atingir os contornos circulares representados a tracejado.

* Os relatórios completos dos modelos referidos podem ser vistos no final do anexo.

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Ver resultados principais e figura apresentados em seguida.*

Tabela 30 - Cenário O3 – Resultado do modelo Pool Fire

Resultado	
vento médio	
Distância do centro até onde a radiação de 5 kW/m ² é sentida (m)	71
Distância do centro até onde a radiação de 7 kW/m ² é sentida (m)	63

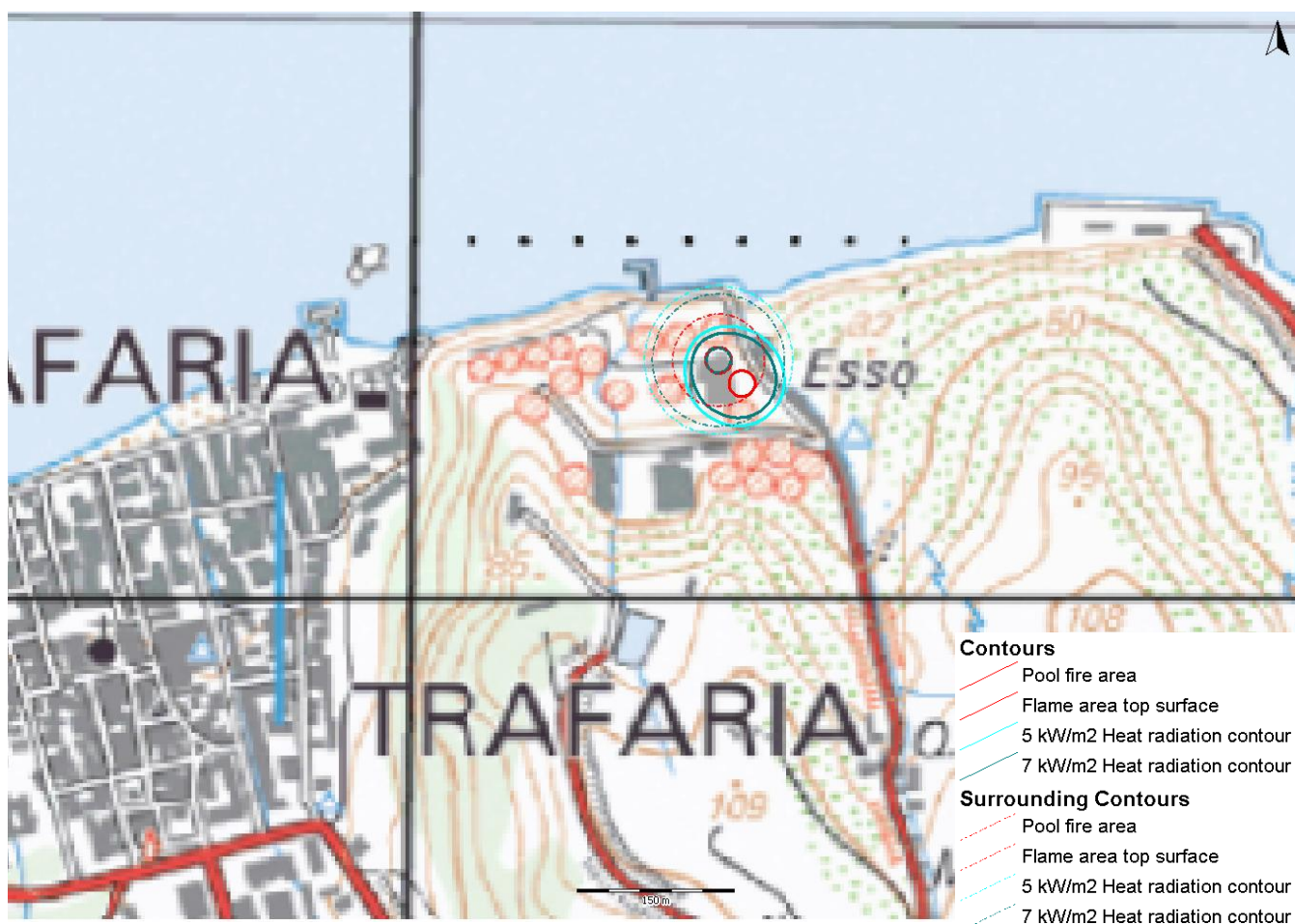


Figura 24 - Cenário O3 – Estimativa de alcance de níveis de radiação do Pool fire

* Os relatórios completos dos modelos referidos podem ser vistos no final do anexo.

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO
Média condições atmosféricas
Model: Liquefied Gas Instantaneous Release (AMINAL model)

version: v2016.01.10706 (11-11-2016)

Reference: AMINAL- Belgium, "Nieuwe richtlijn voor het berekenen van flash en spray" doc.97/001 which is original source of CPR 18E, table 4.8, pg. 4.14

Parameters	
Inputs	
Chemical name	PROPANE (DIPPR)
Vessel volume (m3)	500
Filling degree (%)	100
Initial temperature in vessel (°C)	17
Pressure inside vessel determination	Use vapour pressure
<i>Initial (absolute) pressure in vessel (bar)</i>	7,7319
Ambient pressure (bar)	1,0151
Results	
Initial mass in vessel (kg)	2,5179E05
Adiabatic vapour flash fraction (-)	0,34007
Liquid mass fraction in cloud (-)	0,63771
Total mass in cloud (kg)	2,3634E05
Rainout mass (as liquid) (kg)	15442
Temperature jet/cloud (°C)	-42,04
Temperature of the pool (°C)	-42,04
Radius of the flammable cloud (m)	86,529
Representative density (kg/m3)	6,67

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO
Model: Pool evaporation

version: v2016.04.10841 (11-11-2016)

Reference: Yellow Book CPR14E 2nd Edition - Chapter 5: Evaporation. Trijssenaar-Buhre, I.J.M, Sterkenburg, R.P., Wijnant-Timmerman, S.I.: An advanced model for spreading and evaporation of accidentally released hazardous liquids on land. Diffusion coefficient in Schmidt number based on Fuller, Schetter and Gitting correlation, see <http://www.thermopedia.com/content/696>

Parameters	
Inputs	
Chemical name	PROPANE (DIPPR)
Use which representative step	First 20% average (flammable)
Evaporation from land or water	Land
Type of release in pool	Instantaneous
Type of pool growth on Land	Spreading
Type of pool growth on Water	
Maximum pool surface area (m2)	
Mass flow rate of the source (kg/s)	
Duration of the release (s)	
Total mass released (kg)	2,5179E05
Temperature of the pool (°C)	-42,04
Temperature of the subsoil (°C)	16
Temperature of the water (°C)	
Max temperature difference between pool and water (K)	
Wind speed at 10 m height (m/s)	4,5
Ambient temperature (°C)	17
Ambient pressure (bar)	1,0151
Ambient relative humidity (%)	76
Solar radiation flux	Calculate value
Solar heat radiation flux (W/m2)	
Cloud cover (%)	0
Date: day number	15
Date: month number	7
Date: year number	2015
North/South latitude of the location (deg)	38
Type of subsoil (evaporation)	Average subsoil
Subsoil roughness description (pool)	flat sandy soil, concrete, tiles, plant-yard
Maximum evaluation time for evaporation (s)	2
Results	
Heat flux from solar radiation (kW/m2)	1,4897
Time pool spreading ends (s)	
Time until pool has totally evaporated (s)	
Purple book representative evaporation rate (kg/s)	57,106
Purple book representative evaporation duration (s)	1,1444
Representative temperature (°C)	-42,04
Representative pool diameter (m)	24,781
Density after mixing with air (kg/m3)	1,7649
Total evaporated mass (kg)	65,355
... duration evaporation time (s)	1,5
Corresponding representative pool surface area (m2)	482,3
Schmidt number used	1,1902

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Model: Pool fire

version: v2016.02.10780 (11-11-2016)

Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Paragraph 6.5.4~Rew, P.J. & Hulbert, W.G. (1997) Modelling of Thermal radiation from external hydrocarbon poolfires, in Trans IChemE, Vol.75 part B,~Rew, P.J. & Hulbert, W.G. (1996), Development of a pool fire thermal radiation model', HSE Contract research report no. 96, ~ Damage: Green Book 1st edition 1992, chapter 1 (Heat radiation); pages 11-36~

Parameters	
Inputs	
Chemical name	PROPANE (DIPPR)
Type of pool fire calculation	Pool fire model Yellow Book
Pool size determination	Confined
Total mass released (kg)	2,5179E05
Mass flow rate of the source (kg/s)	57,106
Duration of the release (s)	
Type of pool (poolfire)	Circular
Max. pool surface poolfire (m2)	482,3
Diameter of the rim (m)	
Width of rim (m)	
Width of rectangle (m)	
Length of rectangle (m)	
Rotation rectangle (North = 0 degrees) (deg)	
Height of the receiver (m)	0
Height of the confined pool above ground level (m)	0,1
Temperature of the pool (°C)	-42,04
Fraction combustion heat radiated (-)	0,35
Soot Fraction	Calculate/Default
Fraction of the flame covered by soot (-)	0,8
Wind speed at 10 m height (m/s)	4,5
Ambient temperature (°C)	17
Ambient pressure (bar)	1,0151
Ambient relative humidity (%)	76
Amount of CO2 in atmosphere (-)	0,0003
Reporting distance (Xd) (m)	26
Maximum heat exposure duration (s)	20
Predefined wind direction	NW
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	315
Heat radiation level (lowest) for first contour plot (kW/m2)	5
Heat radiation level for second contour plot (kW/m2)	7
Heat radiation level (highest) for third contour plot (kW/m2)	12,5
Report heat radiation grid	No
Resolution for surface discretization	High
Take protective effects of clothing into account	No
Correction lethality protection clothing (-)	
Percentage of mortality for contour calculations (%)	0
Heat radiation lethal damage Probit A ((sec*(W/m2)^n)	-36,38
Heat radiation lethal damage Probit B	2,56
Heat radiation damage Probit N	1,3333
Results	
Equivalent diameter poolfire (m)	24,781
Max Diameter top flame (length ellipse) (m)	
Calculated pool surface area (m2)	482,3
Combustion rate (kg/s)	56,911
Duration of the pool fire (s)	4424,2
Surface emissive power flame (kW/m2)	66,068
Surface emissive power (clear flame) (kW/m2)	
Surface emissive power (sooted flame) (kW/m2)	
Flame tilt (deg)	50,022
Flame temperature (°C)	767,37
Length of the flame (m)	41,16
Height of clear fraction Flame (m)	
Weight ratio of HCL/chemical (%)	0
Weight ratio of NO2/chemical (%)	0
Weight ratio of SO2/chemical (%)	0
Weight ratio of CO2/chemical (%)	299,5
Weight ratio of H2O/chemical (%)	163,5
Heat radiation at Xd (kW/m2)	36,783

OZ-Energia**Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria****AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO**

Atmospheric Transmissivity at Xd (%)	82,926
Viewfactor at Xd (-)	0,67138
Heat radiation dose at Xd (s*(kW/m2)^4/3)	2446,6
5 kW/m2 Heat radiation distance (m)	70,724
7 kW/m2 Heat radiation distance (m)	62,972
12,5 kW/m2 Heat radiation distance (m)	50,435
Percentage first degree burns at Xd (%)	100
Percentage second degree burns at Xd (%)	99,935
Percentage third degree burns at Xd (%)	98,51
0% First degree burns distance (m)	
0% Second degree burns distance (m)	
0% Third degree (Lethal) burns distance (m)	

OZ-Energia**Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria****AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO**

ANEXO V - CENÁRIO O4**GPL – Rutura de 10 mm no reservatório**

- Derrame sem Inflamação
- Jet Fire
- Pool Fire
- Flash fire
- Explosão

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

O cenário O4 representa uma rutura de 10 mm num reservatório recoberto.

Descarga

Foi considerada uma rutura no reservatório onde o gás se encontra inicialmente liquefeito utilizando o modelo *Liquefied Gas Bottom Discharge (TPDIS model)* do programa *EFFECTS 10.0.4* para simular essa rutura, o fluido considerado nas modelações foi o Propano. Os principais resultados obtidos utilizando os modelos do programa *EFFECTS 10.0.4* são os apresentados em seguida.*

Tabela 31 - Cenário O4 – Resultados do modelo Liquefied Gas Bottom Discharge (TPDIS model)

Resultado	
Massa total libertada (kg)	2,50E05
Caudal representativo (kg/s)	2,0687

Este tipo de descarga resulta num charco (pool) e num jacto.

Para simulação do jacto utilizou-se o modelo *Gas Turbulent free jet* do programa *EFFECTS 10.0.4* com base na simulação do cenário de rutura. Os principais resultados obtidos são os apresentados em seguida.*

Tabela 32 - Cenário O4 – Resultado do modelo Gas Turbulent free jet

Resultado	
Velocidade do jacto (kg/s)	0,1769
Comprimento do jacto (m)	0,56671

Para simulação do cenário referente ao charco não foi considerada bacia de retenção visto que os tanques são recobertos, não se encontrando dentro de uma bacia. Para tal utilizou-se o modelo *Pool Evaporation* do programa *EFFECTS 10.0.4*, com base na simulação do cenário de rutura.

Os principais resultados obtidos são os apresentados em seguida.*

* Os relatórios completos dos modelos referidos podem ser vistos no final do anexo.

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Tabela 33 - Cenário O4 – Resultados do modelo *Pool Evaporation*

Resultado	
vento médio	
Taxa de evaporação representativa (kg/s)	1,9715
Duração de evaporação representativa (s)	3394
Massa Total Evaporada (kg)	6690,9
Diâmetro representativo do derrame (m)	16,5

Dispersão

De forma a caracterizar a possível área explosiva resultante do cenário considerado, utilizou-se o modelo *Dense Gas Dispersion: Concentration* do programa *EFFECTS 10.0.4* tendo como base os resultados da modelação anterior. Foi calculada a área correspondente a uma pluma com concentração de metade do limite inferior de explosividade (LEL/2), i.e. 1,1%. A dispersão teve em conta o vento predominante (NW). No entanto, dependendo do vento, a pluma poderá potencialmente atingir o contorno circular representado a tracejado. Ver resultado principal e figura apresentada em seguida.*

Tabela 34 - Cenário O4 – Resultado do modelo *Dense Gas Dispersion: Concentration*

Resultado	
vento médio	
Distância máxima correspondente ao valor do LEL/2 (m)	26,8

* Os relatórios completos dos modelos referidos podem ser vistos no final do anexo.

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO



Figura 25 - Cenário O4 – Estimativa de alcance da pluma correspondente a 50% do LEL

Incêndio

Caso exista a possibilidade de inflamação (existência de fonte de ignição), poderão existir dois tipos distintos de incêndio – Jet Fire + Pool fire e Flash Fire + Pool fire – dependendo da existência de ignição imediata ou retardada.

No entanto, para facilidade de visualização considerou-se os tipos de incêndio Jet Fire e Flash em separado do Pool Fire.

Os efeitos do Jet Fire foram modelados recorrendo ao modelo *Jet Fire (Chamberlain model)* do programa *EFFECTS 10.0.4*, tendo como base os resultados da modelação de descarga. Os resultados apresentados consideram a chama na direção do vento predominante (de NW). No entanto, dependendo da direção da chama e do vento, os diferentes níveis de radiação poderão potencialmente atingir os contornos circulares representados a tracejado.

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Ver resultados principais e figura apresentados em seguida.*

Tabela 35 - Cenário O4– Resultado do modelo *Jet Fire (Chamberlain model)*

Resultado	
vento médio	
Distância do centro até onde a radiação de 5 kW/m ² é sentida (m)	8,5
Distância do centro até onde a radiação de 7 kW/m ² é sentida (m)	7,5



Figura 26 - Cenário O4 – Estimativa de alcance de níveis de radiação do Jet Fire (vento médio)

* Os relatórios completos dos modelos referidos podem ser vistos no final do anexo.

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Quanto ao efeito da inflamação do charco, foi utilizado o modelo *Pool Fire* do programa *EFFECTS 10.0.4*, tendo como base os resultados da modelação de descarga. Para efeitos de cálculo de radiação, o programa assume um derrame circular de área idêntica à da bacia. Os resultados apresentados têm em conta o vento predominante de NW que provoca a inclinação da chama aumentando a distância a que se faz sentir o efeito da radiação. No entanto, dependendo da direção do vento, os diferentes níveis de radiação poderão potencialmente atingir os contornos circulares representados a tracejado.

Foi ainda simulado um flash fire utilizando o modelo *Flash Fire (Instantaneous gas release)* do programa *EFFECTS 10.0.4* e considerando-se para isso valores que conduzissem a uma massa total idêntica à da massa explosiva obtida com o modelo *Dense Gas Dispersion: Explosive mass* do programa *EFFECTS*.

Ver resultados principais e figura apresentados em seguida.*

Tabela 36 - Cenário O4 – Resultado do modelo Pool Fire

Resultado	
vento médio	
Distância do centro até onde a radiação de 5 kW/m ² é sentida (m)	16,5
Distância do centro até onde a radiação de 7 kW/m ² é sentida (m)	14,7

Tabela 37 - Cenário O4 – Resultado do modelo Flash Fire

Resultado	
Raio da Bola de fogo (m)	27

* Os relatórios completos dos modelos referidos podem ser vistos no final do anexo.

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO



Figura 27 - Cenário O4 – Estimativa de alcance de níveis de radiação do Pool fire e Flash fire (média)

Massa Explosiva

Por forma a calcular a massa que se encontra dentro dos limites de flamabilidade e que poderá dar origem a uma explosão utilizou-se o modelo *Dense Gas Dispersion: Flammable cloud* do programa *EFFECTS 10.0.4*, tendo como base os resultados da modelação do *Pool Evaporation*. A dispersão teve em conta o vento predominante (NW). No entanto, dependendo da direção do vento, a pluma poderá potencialmente atingir o contorno circular representado a tracejado. Ver figura apresentada em seguida.*

* Os relatórios completos dos modelos referidos podem ser vistos no final do anexo.

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

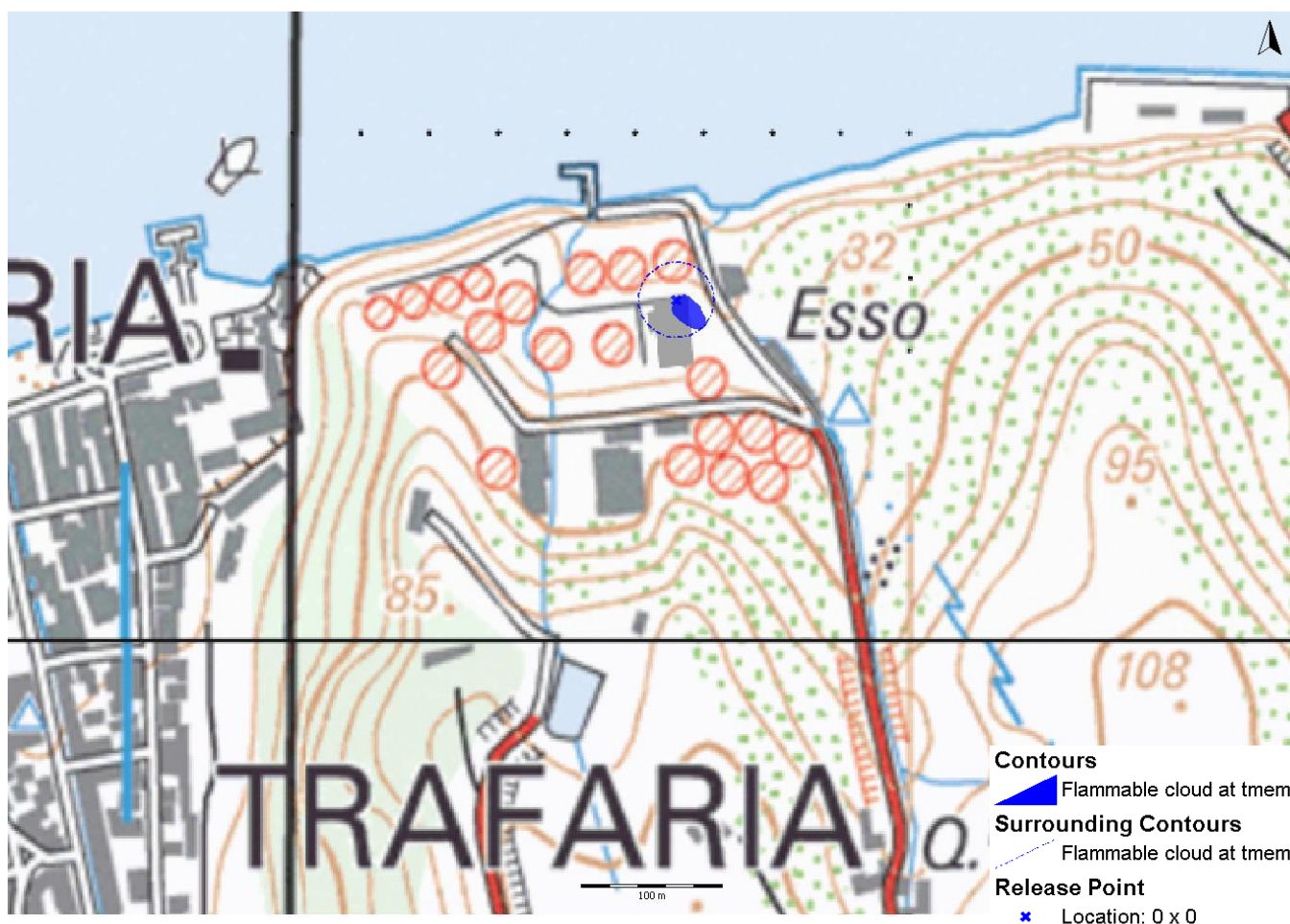


Figura 28 - Cenário O4 – Estimativa de alcance da pluma correspondente à massa explosiva (concentração entre LEL e UEL)

Explosão

Considerando a simulação acima, foi utilizado o modelo *Explosion (Multi Energy model)* do programa *EFFECTS 10.0.4* por forma a calcular a extensão a que se conseguem produzir os valores de sobrepressão 50 mbar e 140 mbar. Para cálculo considerou-se 10% de confinamento da massa explosiva e a curva de força de explosão escolhida foi a número 6 (deflagração forte).

Abaixo apresentam-se as distâncias referentes aos valores de sobrepressão.*

* Os relatórios completos dos modelos referidos podem ser vistos no final do anexo.

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Tabela 38 - Cenário O4 – Resultados dos modelos Explosion (Multi Energy Model)

Resultado	
vento médio	
Distância do centro até onde a sobrepressão de 50 mbar é sentida (m)	37
Distância do centro até onde a sobrepressão de 140 mbar é sentida (m)	15

Em seguida apresenta-se a figura onde se representam os contornos para os valores de alcance dos diversos níveis de sobrepressão. A representação considera a deslocação da nuvem de acordo com o vento predominante (NW).



Figura 29 - Cenário O4 – Estimativa de alcance dos níveis de sobrepressão resultantes de uma explosão

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Média condições atmosféricas

Model: Full Bore, Liquefied Gas Bottom Discharge (TPDIS model)

version: v2015.06.10003 (15-11-2016)

Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Chapter 2 and Modelling source terms for the atmospheric dispersion of hazardous substances, Jaakko Kukkonen

Parameters

Inputs

Chemical name	PROPANE (DIPPR)
Use which representative step	First 20% average (flammable)
Type of vessel outflow	Release through hole in vessel
Fixed Mass flow rate of the source (kg/s)	
Pipeline length (m)	
Pipeline diameter (mm)	
Pipeline roughness (mm)	
Hole diameter (mm)	10
Hole rounding	Rounded edges
Discharge coefficient (-)	1
Height difference between pipe entrance and exit (m)	
Height leak above tank bottom (m)	0
Initial temperature in vessel (°C)	17
Vessel volume (m3)	500
Vessel type	Horizontal cylinder
Length cylinder (m)	41
Filling degree (%)	100
Expansion type	Adiabatic
n value	
Pressure inside vessel determination	Use vapour pressure
Initial (absolute) pressure in vessel (bar)	7,7319
Type of calculation	Calculate until device is empty
Maximum release duration (s)	
Ambient pressure (bar)	1,0151

Results

Initial mass in vessel (kg)	2,5154E05
Initial (vapour) pressure in vessel (bar)	7,7319
Time needed to empty vessel (s)	1,6643E05
Massflowrate at end outflow (kg/s)	0
Total mass released (kg)	2,5027E05
Pressure in vessel at end outflow (bar)	1,0151
Temperature in vessel at end outflow (°C)	-51,929
VapourMass fraction at end outflow (-)	1
Liquid mass in vessel at end outflow (kg)	0
Vapour mass in vessel at end outflow (kg)	1269,6
Height of liquid at end outflow (m)	0
Fillingdegree at end outflow (%)	0
Exit pressure at end outflow (bar)	1,0151
Exit temperature at end outflow (°C)	-51,929
Maximum mass flow rate (kg/s)	2,069
Representative release rate (kg/s)	2,0687
Representative outflow duration (s)	1800
Representative temperature (°C)	16,994
Corresponding pressure (bar)	7,9226
Representative vapour mass fraction (-)	0

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Model: Gas Turbulent free jet

version: v2016.03.10783 (15-11-2016)

Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Chapter 4 and Critical Turbulent Buoyant Jets, Chen & Rodi

Parameters

Inputs

Chemical name	PROPANE (DIPPR)
Release rate definition	Calculate value
Mass flow rate (kg/s)	2,0687
Type of vessel outflow	Release through hole in vessel
Pipeline length (m)	
Pipeline diameter (mm)	
Pipeline roughness (mm)	
Hole diameter (mm)	10
Hole rounding	Rounded edges
Discharge coefficient (-)	1
Initial temperature in vessel (°C)	17
Initial (absolute) pressure in vessel (bar)	7,7319
Ambient temperature (°C)	17
Ambient pressure (bar)	1,0151
Predefined concentration	Lower Flammability Limit
Threshold concentration (vol %)	2,1
Contour plot accuracy (%)	1
Height of release (Z-coordinate) (m)	0
Outflow angle in XZ plane (0°=horizontal; 90°=vertical) (deg)	45
Predefined wind direction	NW
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	315

Results

Initial source strength (kg/s)	0,1769
Density of the expanded gas (kg/m3)	1,8882
Limit of momentum region (m)	8,1928
Froude number	4,8593E05
Width of the concentration contour (m)	0,56671
Input mass flow rate for dispersion calculations (kg/s)	0
Offset X direction (distance) start dispersion (m)	5,7932
Offset Z direction (height) start dispersion (m)	5,7932
Explosive mass (kg)	0,043876
Maximum distance of source to LFL (m)	4,9498
Temperature after expansion (°C)	17

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO
Model: Pool evaporation

version: v2016.04.10841 (15-11-2016)

Reference: Yellow Book CPR14E 2nd Edition - Chapter 5: Evaporation. Trijssenaar-Buhre, I.J.M, Sterkenburg, R.P., Wijnant-Timmerman, S.I.: An advanced model for spreading and evaporation of accidentally released hazardous liquids on land. Diffusion coefficient in Schmidt number based on Fuller, Schetter and Gitting correlation, see <http://www.thermopedia.com/content/696>
Parameters
Inputs

Chemical name	PROPANE (DIPPR)
Use which representative step	First 20% average (flammable)
Evaporation from land or water	Land
Type of release in pool	Semi-continuous
Type of pool growth on Land	Spreading
Type of pool growth on Water	
Maximum pool surface area (m2)	
Mass flow rate of the source (kg/s)	2,0687
Duration of the release (s)	3600
Total mass released (kg)	2,5027E05
Temperature of the pool (°C)	17
Temperature of the subsoil (°C)	16
Temperature of the water (°C)	
Max temperature difference between pool and water (K)	
Wind speed at 10 m height (m/s)	4,5
Ambient temperature (°C)	17
Ambient pressure (bar)	1,0151
Ambient relative humidity (%)	76
Solar radiation flux	Calculate value
Solar heat radiation flux (W/m2)	
Cloud cover (%)	0
Date: day number	15
Date: month number	7
Date: year number	2015
North/South latitude of the location (deg)	38
Type of subsoil (evaporation)	Average subsoil
Subsoil roughness description (pool)	flat sandy soil, concrete, tiles, plant-yard
Maximum evaluation time for evaporation (s)	3600

Results

Heat flux from solar radiation (kW/m2)	1,4897
Time pool spreading ends (s)	
Time until pool has totally evaporated (s)	
Purple book representative evaporation rate (kg/s)	1,9715
Purple book representative evaporation duration (s)	3393,8
Representative temperature (°C)	-63,09
Representative pool diameter (m)	16,529
Density after mixing with air (kg/m3)	1,2781
Total evaporated mass (kg)	6690,9
... duration evaporation time (s)	3599,5
Corresponding representative pool surface area (m2)	214,57
Schmidt number used	1,1902

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO
Model: Dense Gas Dispersion: Concentration

version: v2016.01.10697 (15-11-2016)

Reference: Yellow Book 3rd edition 1997 chapter 4; Ermak, D.L. User manual for SLAB Lawrence Livermore National Laboratory, June 1990

Parameters
Inputs

Chemical name	PROPANE (DIPPR)
Type of heavy gas release	Horizontal Jet release
Total mass released (kg)	2,5027E05
Mass flow rate of the source (kg/s)	1,9715
Duration of the release (s)	1886,2
Initial liquid mass fraction (-)	0,8
Fixed pool surface (m2)	
Diameter of expanded jet (m)	2
Temperature after release (°C)	-63,09
Height of release (Z-coordinate) (m)	0,5
Offset X direction (distance) start dispersion (m)	0
Offset Z direction (height) start dispersion (m)	0
Ambient temperature (°C)	17
Ambient pressure (bar)	1,0151
Ambient relative humidity (%)	76
Meteorological data	Pasquill
Pasquill stability class	D (Neutral)
Wind speed at 10 m height (m/s)	4,5
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) (1/m)	
Roughness length description	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.
Time t after start release (s)	3600
Concentration averaging time (s)	20
Reporting distance (Xd) (m)	26
Distance perpendicular to wind direction (Yd) (m)	0
Height (Zd) (m)	0
Predefined concentration	User defined
Threshold concentration (vol %)	1,1
Contour plot accuracy (%)	1
Predefined wind direction	NW
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	315
Use dynamic concentration presentation	No
Resolution of the time consuming graphs	High

Results

Concentration at (Xd, Yd, Zd, t) (mg/m3)	0,014344
Maximum concentration at (Yd, Zd) (mg/m3)	1,8521E06
...at distance (m)	0,9744
Maximum distance to User defined concentration (m)	26,828
Width of User defined outer contour (m)	15,188
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (1/m)	0

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Model: Jet Fire (Chamberlain model)

version: v2016.02.10780 (15-11-2016)

Reference: Chamberlain, G.A., Development in design methods for predicting thermal radiation from flares–Chem. Eng. Res. Des. Vol.65 July 1987 pagina 299 - 309–Cook, J. et al, A comprehensive program for the calculation of flame radiation levels–Loss Prev. in Process Ind. January 1990, vol.3 –Damage: Green Book 1st edition 1992, chapter 1 (Heat radiation); pages 11-36

Parameters	
Inputs	
Chemical name	PROPANE (DIPPR)
(Calculated) Mass flow rate (kg/s)	0,1769
Exit temperature (°C)	5,2584
Exit pressure (bar)	5,5483
Hole diameter (mm)	10
Hole rounding	Rounded edges
Discharge coefficient (-)	1
Outflow angle in XZ plane (0°=horizontal; 90°=vertical) (deg)	45
Release height (Stack height) (m)	0
Ambient temperature (°C)	17
Ambient pressure (bar)	1,0151
Ambient relative humidity (%)	76
Meteorological data	Pasquill
Pasquill stability class	D (Neutral)
Wind speed at 10 m height (m/s)	4,5
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) (1/m)	
Roughness length description	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.
Flame temperature (°C)	926,85
Amount of CO2 in atmosphere (-)	0,0003
Fraction of the flame covered by soot (%)	0
Maximum heat exposure duration (s)	20
Reporting distance (Xd) (m)	100
Height of the receiver (m)	0
Predefined wind direction	NW
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	315
Heat radiation level (lowest) for first contour plot (kW/m2)	5
Heat radiation level for second contour plot (kW/m2)	7
Heat radiation level (highest) for third contour plot (kW/m2)	12,5
Report heat radiation grid	No
Resolution for surface discretization	High
Take protective effects of clothing into account	No
Correction lethality protection clothing (-)	
Percentage of mortality for contour calculations (%)	0
Heat radiation lethal damage Probit A ((sec*(W/m2)^n))	-36,38
Heat radiation lethal damage Probit B	2,56
Heat radiation damage Probit N	1,3333
Results	
Type of flow of the jet	Two Phase flow
Wind speed at avg height of jet (m/s)	3,5581
Exit velocity of expanding jet (m/s)	206,31
Angle between hole and flame axis (alpha) (deg)	13,608
Frustum lift off height (b) (m)	0,068129
Width of frustum base (W1) (m)	0,0086174
Width of frustum tip (W2) (m)	1,5314
Length of frustum (flame) (Rl) (m)	4,4757
Surface area of frustum (m2)	12,824
Surface emissive power (max) (kW/m2)	201,76
Surface emissive power (actual) (kW/m2)	201,76
Heat radiation at Xd (kW/m2)	0,012573
Atmospheric transmissivity at Xd (%)	68,785
View factor at Xd (-)	9,0595E-05
Heat radiation dose at Xd (s*(kW/m2)^4/3)	0,05847
5 kW/m2 Heat radiation distance (m)	8,468
7 kW/m2 Heat radiation distance (m)	7,5318
12,5 kW/m2 Heat radiation distance (m)	6,1296
Percentage first degree burns at Xd (%)	0
Percentage second degree burns at Xd (%)	0
Percentage third degree burns at Xd (%)	0
0% First degree burns distance (m)	
0% Second degree burns distance (m)	
0% Third degree (Lethal) burns distance (m)	

OZ-Energia**Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria****AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO****Model: Flash fire (Instantaneous gas release)**

version: v2015.06.10003 (11-11-2016)

Reference: Calculation of Gas expansion and mixing to half sphere at UEL concentration (Purple Book method)

Parameters**Inputs**

Chemical name	PROPANE (DIPPR)
Initial temperature in equipment (°C)	25
Initial (absolute) pressure in vessel (bar)	7,15
Vessel volume (m3)	500
Ambient temperature (°C)	17
Ambient pressure (bar)	1,0151

Results

Total mass released (kg)	7163
Temperature after expansion (°C)	2,1996
Radius of the flash fire (m)	26,978

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO
Model: Pool fire

version: v2016.02.10780 (15-11-2016)

Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Paragraph 6.5.4~Rew, P.J. & Hulbert, W.G. (1997) Modelling of Thermal radiation from external hydrocarbon poolfires, in Trans IChemE, Vol.75 part B,~Rew, P.J. & Hulbert, W.G. (1996), Development of a pool fire thermal radiation model', HSE Contract research report no. 96, ~ Damage: Green Book 1st edition 1992, chapter 1 (Heat radiation); pages 11-36~

Parameters
Inputs

Chemical name	PROPANE (DIPPR)
Type of pool fire calculation	Pool fire model Yellow Book
Pool size determination	Unconfined fixed feed
Total mass released (kg)	2,5027E05
Mass flow rate of the source (kg/s)	2,0687
Duration of the release (s)	3600
Type of pool (poolfire)	Circular
Max. pool surface poolfire (m2)	214,57
Diameter of the rim (m)	
Width of rim (m)	
Width of rectangle (m)	
Length of rectangle (m)	
Rotation rectangle (North = 0 degrees) (deg)	
Height of the receiver (m)	0
Height of the confined pool above ground level (m)	
Temperature of the pool (°C)	17
Fraction combustion heat radiated (-)	0,35
Soot Fraction	Calculate/Default
Fraction of the flame covered by soot (-)	0,8
Wind speed at 10 m height (m/s)	4,5
Ambient temperature (°C)	17
Ambient pressure (bar)	1,0151
Ambient relative humidity (%)	76
Amount of CO2 in atmosphere (-)	0,0003
Reporting distance (Xd) (m)	100
Maximum heat exposure duration (s)	20
Predefined wind direction	NW
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	315
Heat radiation level (lowest) for first contour plot (kW/m2)	5
Heat radiation level for second contour plot (kW/m2)	7
Heat radiation level (highest) for third contour plot (kW/m2)	12,5
Report heat radiation grid	No
Resolution for surface discretization	High
Take protective effects of clothing into account	No
Correction lethality protection clothing (-)	
Percentage of mortality for contour calculations (%)	0
Heat radiation lethal damage Probit A ((sec*(W/m2)^n))	-36,38
Heat radiation lethal damage Probit B	2,56
Heat radiation damage Probit N	1,3333

Results

Equivalent diameter poolfire (m)	4,6241
Max Diameter top flame (length ellipse) (m)	
Calculated pool surface area (m2)	16,793
Combustion rate (kg/s)	1,9816
Duration of the pool fire (s)	3758,2
Surface emissive power flame (kW/m2)	49,67
Surface emissive power (clear flame) (kW/m2)	
Surface emissive power (sooted flame) (kW/m2)	
Flame tilt (deg)	56,097
Flame temperature (°C)	696,23
Length of the flame (m)	11,984
Height of clear fraction Flame (m)	
Weight ratio of HCL/chemical (%)	0
Weight ratio of NO2/chemical (%)	0
Weight ratio of SO2/chemical (%)	0
Weight ratio of CO2/chemical (%)	299,5
Weight ratio of H2O/chemical (%)	163,5
Heat radiation at Xd (kW/m2)	0,037309
Atmospheric Transmissivity at Xd (%)	64,229
Viewfactor at Xd (-)	0,0011695
Heat radiation dose at Xd (s*(kW/m2)^4/3)	0,24934

OZ-Energia**Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria****AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO**

5 kW/m2 Heat radiation distance (m)	16,52
7 kW/m2 Heat radiation distance (m)	14,692
12,5 kW/m2 Heat radiation distance (m)	11,365
Percentage first degree burns at Xd (%)	0
Percentage second degree burns at Xd (%)	0
Percentage third degree burns at Xd (%)	0
0% First degree burns distance (m)	
0% Second degree burns distance (m)	
0% Third degree (Lethal) burns distance (m)	

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO
Model: Dense Gas Dispersion: Flammable Cloud

version: v2016.02.10740 (15-11-2016)

Reference: Yellow Book 3rd edition 1997 chapter 4; Ermak, D.L. User manual for SLAB Lawrence Livermore National Laboratory, June 1990

Parameters
Inputs

Chemical name	PROPANE (DIPPR)
Type of heavy gas release	Horizontal Jet release
Total mass released (kg)	2,5027E05
Mass flow rate of the source (kg/s)	1,9715
Duration of the release (s)	3600
Initial liquid mass fraction (-)	0,8
Fixed pool surface (m2)	
Diameter of expanded jet (m)	2
Temperature after release (°C)	-63,09
Height of release (Z-coordinate) (m)	0,5
Offset X direction (distance) start dispersion (m)	0
Offset Z direction (height) start dispersion (m)	0
Ambient temperature (°C)	17
Ambient pressure (bar)	1,0151
Ambient relative humidity (%)	76
Meteorological data	Pasquill
Pasquill stability class	D (Neutral)
Wind speed at 10 m height (m/s)	4,5
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) (1/m)	
Predefined wind direction	NW
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	315
Roughness length description	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.
Reporting time flammable cloud	Time maximum explosive mass
Time t after start release (s)	
Concentration averaging time (s)	3600
Use 50% LFL for cloud contour	Yes
Use mass between LFL and UFL	Yes
Use dynamic concentration presentation	No
Resolution of the time consuming graphs	High

Results

Flammability threshold concentration (mg/m3)	19252
Maximum distance to flammable concentration (m)	26,576
Width of flammable cloud outer contour (m)	15,188
Maximum flammable mass (kg)	7,4933
Maximum area of flammable cloud (m2)	323,4
Time t reported (s)	3600
Flammable mass at time t (kg)	7,4933
Area flammable cloud at time t (m2)	323,4
Height to LFL a time T (m)	2,2
Length of flammable cloud at time t (m)	26,784
Width of flammable cloud at time t (m)	15,188
Offset between release and flammable cloud at time t (m)	-0,18849
Offset between release and cloud centre at time t (m)	13,204
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (1/m)	0

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Model: Explosion (Multi Energy model)

version: v2016.01.10697 (16-11-2016)

Reference: Yellow Book CPR14E 3rd Edition - Chapter 5: Vapour cloud explosions Mercx, W.P.M, van den Berg, A.C., van Leeuwen, D, "Application of correlations to quantify the source strength of vapour cloud explosions in realistic situations Final report for the project GAMES, Oktober 1998, TNO- report PML 1998-C53 (1998)

Parameters		
Inputs		
	Explosão 140 mbar	Explosão 50 mbar
Chemical name	PROPANE (DIPPR)	PROPANE (DIPPR)
Ambient pressure (bar)	1,0151	1,0151
Total mass in explosive range (kg)	7,4933	7,4933
Fraction of flammable cloud confined (-)	0,1	0,1
Use GAME overpressure method	No	No
Curve number	6 (Strong deflagration)	6 (Strong deflagration)
Game expansion type		
Volume Blockage Ratio (%)		
Flame path length (m)		
Typical obstacle diameter (m)		
Reporting distance (Xd) (m)	50	50
Offset between release point and cloud centre (m)	0	0
Threshold overpressure (mbar)	140	50
Predefined wind direction	NW	NW
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	315	315
Results		
	Explosão 140 mbar	Explosão 50 mbar
Confined mass in explosive range (kg)	0,74933	0,74933
Total combustion energy (MJ)	34,719	34,719
Maximum peak overpressure (bar)	0,51872	0,51872
Game equivalent Curve nr (-)		
Laminar Burning Velocity used (m/s)		
Peak overpressure at Xd (mbar)	35,758	35,758
Peak dynamic pressure at Xd (mbar)	1,0151	1,0151
Pressure impulse at Xd (Pa*s)	16,856	16,856
Positive phase duration at Xd (ms)	9,4278	9,4278
Distance from center cloud to threshold overpressure (m)	14,938	37,093
Blast-wave shape at Xd	Shock Wave	Shock Wave
Damage (general description) at Xd	Minor damage (Zone D: 3.5 - 17 kPa). Habitable after relatively easy repairs.	Minor damage (Zone D: 3.5 - 17 kPa). Habitable after relatively easy repairs.
Damage to brick houses at Xd	Minor structural damage (3 kPa).	Minor structural damage (3 kPa).
Damage to typical American-style houses at Xd	No damage or very minor damage	No damage or very minor damage
Damage to structures (empirical) at Xd	No damage or very minor damage	No damage or very minor damage

OZ-Energia**Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria****AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO**

ANEXO VI - CENÁRIO O5**GPL – Rutura de 100 mm no reservatório**

- Derrame sem Inflamação
- Jet Fire

OZ-Energia**Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria****AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO**

O cenário O5 representa uma rutura de 100 mm num reservatório recoberto.

Descarga

Foi considerada uma rutura no reservatório onde o gás se encontra inicialmente liquefeito utilizando o modelo *Liquefied Gas Bottom Discharge (TPDIS model)* do programa *EFFECTS 10.0.4* para simular essa rutura, o fluido considerado nas modelações foi o Propano. Os principais resultados obtidos utilizando os modelos do programa *EFFECTS 10.0.4* são os apresentados em seguida.*

Tabela 39 - Cenário O5 – Resultados do modelo Liquefied Gas Bottom Discharge (TPDIS model)

Resultado	
Massa total libertada (kg)	2,50E05
Caudal representativo (kg/s)	205,2

Este tipo de descarga resulta num charco (pool) e num jacto.

Para simulação do jacto utilizou-se o modelo *Gas Turbulent free jet* do programa *EFFECTS 10.0.4* com base na simulação do cenário de rutura. Os principais resultados obtidos são os apresentados em seguida.*

Tabela 40 - Cenário O5 – Resultado do modelo Gas Turbulent free jet

Resultado	
Velocidade do jacto (kg/s)	17,69
Comprimento do jacto (m)	5,55

Para simulação do cenário referente ao charco não foi considerada bacia de retenção visto que os tanques são recobertos, não se encontrando dentro de uma bacia. Para tal utilizou-se o modelo *Pool Evaporation* do programa *EFFECTS 10.0.4*, com base na simulação do cenário de rutura.

Os principais resultados obtidos são os apresentados em seguida.*

* Os relatórios completos dos modelos referidos podem ser vistos no final do anexo.

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO
Tabela 41 - Cenário O5 – Resultados do modelo *Pool Evaporation*

Resultado	
vento médio	
Taxa de evaporação representativa (kg/s)	193,46
Duração de evaporação representativa (s)	3380,7
Massa Total Evaporada (kg)	6,5402E05
Diâmetro representativo do derrame (m)	173,81

Dispersão

De forma a caracterizar a possível área explosiva resultante do cenário considerado, utilizou-se o modelo *Dense Gas Dispersion: Concentration* do programa *EFFECTS 10.0.4* tendo como base os resultados da modelação anterior. Foi calculada a área correspondente a uma pluma com concentração de metade do limite inferior de explosividade (LEL/2), i.e. 1,1%. A dispersão teve em conta o vento predominante (NW). No entanto, dependendo do vento, a pluma poderá potencialmente atingir o contorno circular representado a tracejado. Ver resultado principal e figura apresentada em seguida.*

Tabela 42 - Cenário O5 – Resultado do modelo *Dense Gas Dispersion: Concentration*

Resultado	
vento médio	
Distância máxima correspondente ao valor do LEL/2 (m)	307

* Os relatórios completos dos modelos referidos podem ser vistos no final do anexo.

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

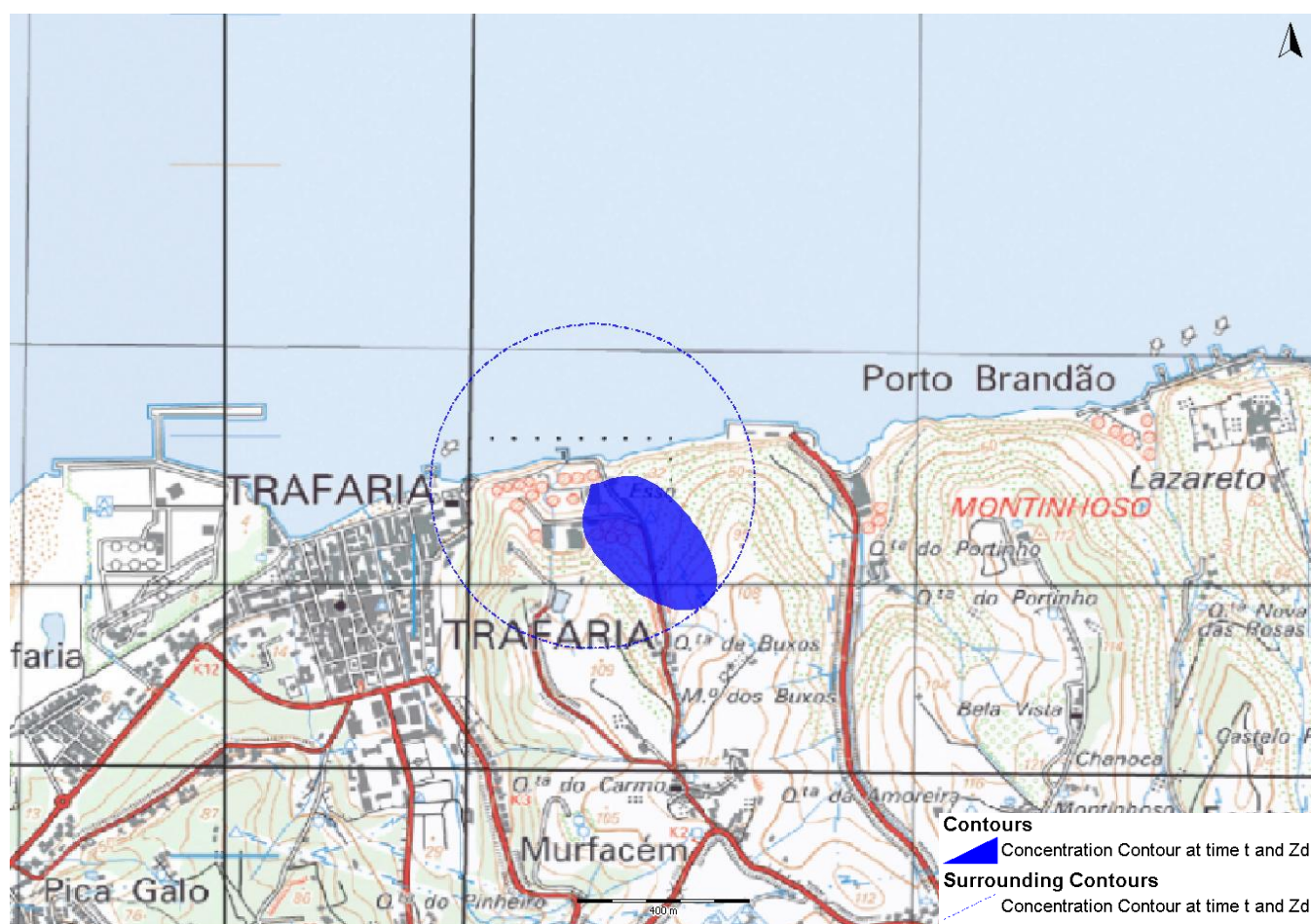


Figura 30 - Cenário O5 – Estimativa de alcance da pluma correspondente a 50% do LEL (média)

Incêndio

Caso exista a possibilidade de inflamação (existência de fonte de ignição), para as frequências superiores a 10^{-6} considera-se um tipo de incêndio – Jet Fire – dependendo da existência de ignição imediata ou retardada.

No entanto, para facilidade de visualização considerou-se os tipos de incêndio Jet Fire e Flash em separado do Pool Fire.

Os efeitos do Jet Fire foram modelados recorrendo ao modelo *Jet Fire (Chamberlain model)* do programa *EFFECTS 10.0.4*, tendo como base os resultados da modelação de descarga. Os resultados apresentados consideram a chama na direção do vento predominante (de NW). No entanto, dependendo da direção da chama e do vento, os diferentes níveis de radiação poderão potencialmente atingir os contornos circulares representados a tracejado.

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Ver resultados principais e figura apresentados em seguida.*

Tabela 43 - Cenário O5– Resultado do modelo *Jet Fire (Chamberlain model)*

Resultado	
vento médio	
Distância do centro até onde a radiação de 5 kW/m ² é sentida (m)	70
Distância do centro até onde a radiação de 7 kW/m ² é sentida (m)	61

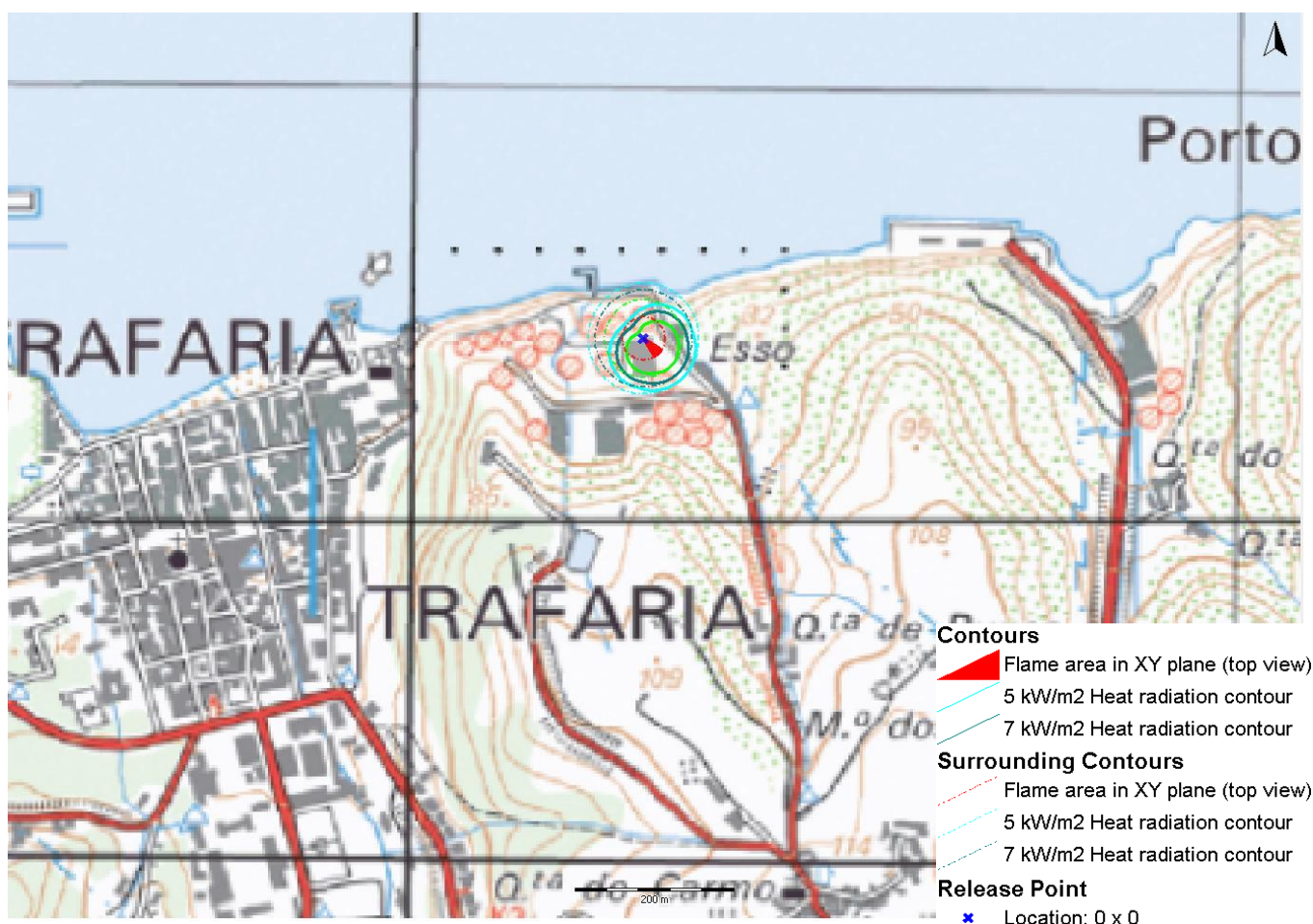


Figura 31 - Cenário O5 – Estimativa de alcance de níveis de radiação do Jet Fire (vento médio)

Massa Explosiva

* Os relatórios completos dos modelos referidos podem ser vistos no final do anexo.

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Por forma a calcular a massa que se encontra dentro dos limites de flamabilidade e que poderá dar origem a uma explosão utilizou-se o modelo *Dense Gas Dispersion: Flammable cloud* do programa *EFFECTS 10.0.4*, tendo como base os resultados da modelação do *Pool Evaporation*. A dispersão teve em conta o vento predominante (NW). No entanto, dependendo da direção do vento, a pluma poderá potencialmente atingir o contorno circular representado a tracejado. Ver figura apresentada em seguida.*

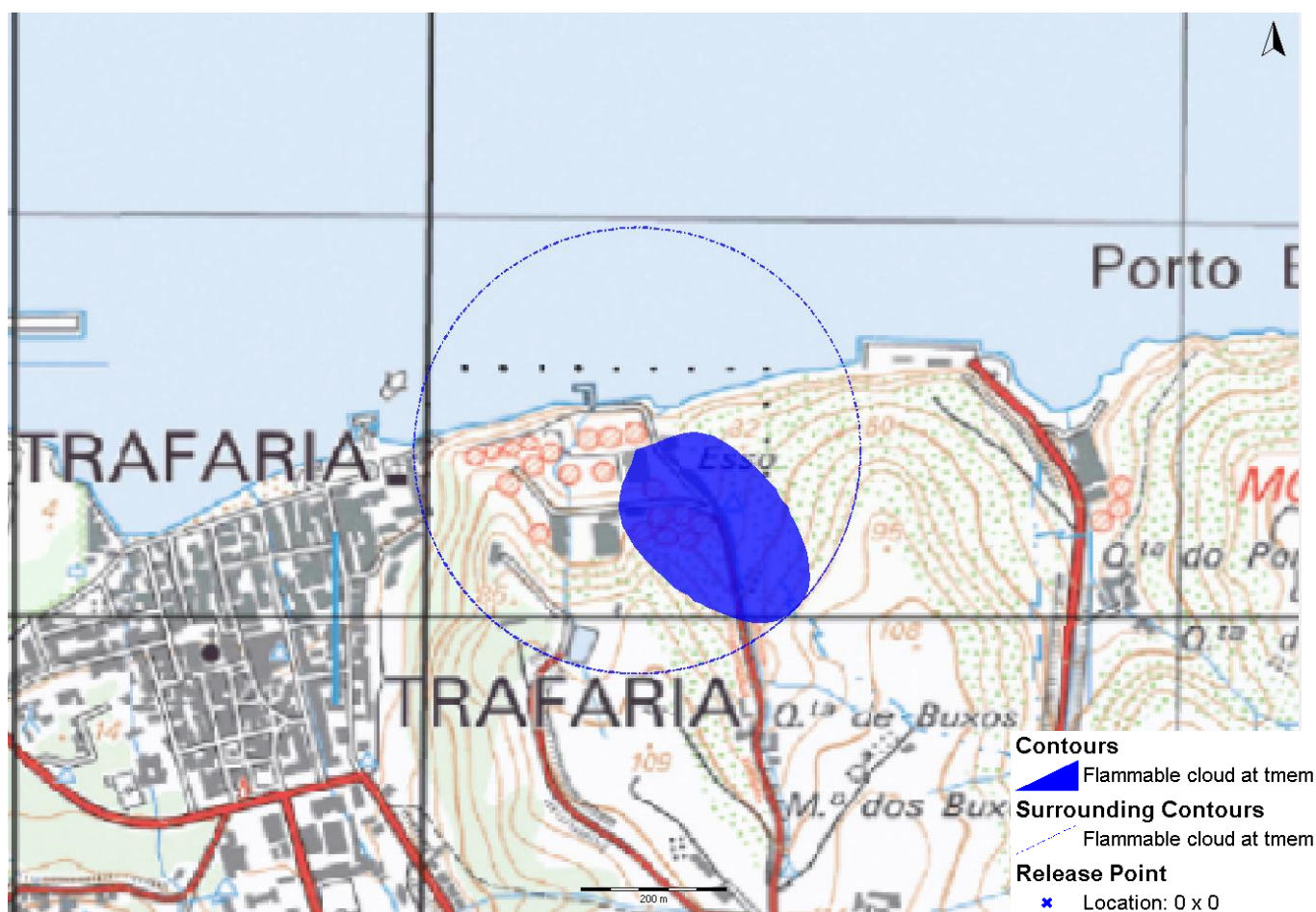


Figura 32 - Cenário O5 – Estimativa de alcance da pluma correspondente à massa explosiva (concentração entre LEL e UEL)

* Os relatórios completos dos modelos referidos podem ser vistos no final do anexo.

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Média condições atmosféricas

Model: Full Bore, Liquefied Gas Bottom Discharge (TPDIS model)

version: v2015.06.10003 (11-11-2016)

Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Chapter 2 and Modelling source terms for the atmospheric dispersion of hazardous substances, Jaakko Kukkonen

Parameters

Inputs

Chemical name	PROPANE (DIPPR)
Type of vessel outflow	Release through hole in vessel
Fixed Mass flow rate of the source (kg/s)	
Pipeline length (m)	
Pipeline diameter (mm)	
Hole diameter (mm)	100
Height difference between pipe entrance and exit (m)	
Height leak above tank bottom (m)	0
Initial temperature in vessel (°C)	17
Vessel volume (m3)	500
Vessel type	Horizontal cylinder
Length cylinder (m)	41
Filling degree (%)	100
Pressure inside vessel determination	Use vapour pressure
Initial (absolute) pressure in vessel (bar)	7,7319
Type of calculation	Calculate until device is empty
Maximum release duration (s)	

Results

Initial mass in vessel (kg)	2,5154E05
Initial (vapour) pressure in vessel (bar)	7,7319
Time needed to empty vessel (s)	1765
Massflowrate at end outflow (kg/s)	0
Total mass released (kg)	2,5026E05
Pressure in vessel at end outflow (bar)	1,0151
Temperature in vessel at end outflow (°C)	-48,568
VapourMass fraction at end outflow (-)	1
Liquid mass in vessel at end outflow (kg)	0
Vapour mass in vessel at end outflow (kg)	1281,3
Height of liquid at end outflow (m)	0
Fillingdegree at end outflow (%)	0
Exit pressure at end outflow (bar)	1,0151
Exit temperature at end outflow (°C)	-48,568
Maximum mass flow rate (kg/s)	206,9
Representative release rate (kg/s)	205,18
Representative outflow duration (s)	1220
Representative temperature (°C)	16,527
Corresponding pressure (bar)	7,7977
Representative vapour mass fraction (-)	0

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Model: Gas Turbulent free jet

version: v2016.03.10783 (11-11-2016)

Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Chapter 4 and Critical Turbulent Buoyant Jets, Chen & Rodi

Parameters

Inputs

Chemical name	PROPANE (DIPPR)
Release rate definition	Calculate value
Mass flow rate (kg/s)	205,18
Type of vessel outflow	Release through hole in vessel
Pipeline length (m)	
Pipeline diameter (mm)	
Hole diameter (mm)	100
Initial temperature in vessel (°C)	17
Initial (absolute) pressure in vessel (bar)	7,7319
Predefined concentration	Lower Flammability Limit
Threshold concentration (vol %)	2,1
Height of release (Z-coordinate) (m)	0
Outflow angle in XZ plane (0°=horizontal; 90°=vertical) (deg)	45

Results

Initial source strength (kg/s)	17,69
Density of the expanded gas (kg/m3)	1,8882
Limit of momentum region (m)	25,908
Froude number	48593
Jet width at limit of momentum region (m)	5,5548
Input mass flow rate for dispersion calculations (kg/s)	14,558
Explosive mass (kg)	
Maximum distance of source to LFL (m)	
Temperature after expansion (°C)	17

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Model: Pool evaporation

version: v2016.04.10841 (11-11-2016)

Reference: Yellow Book CPR14E 2nd Edition - Chapter 5: Evaporation. Trijssenaar-Buhre, I.J.M, Sterkenburg, R.P., Wijnant-Timmerman, S.I.: An advanced model for spreading and evaporation of accidentally released hazardous liquids on land. Diffusion coefficient in Schmidt number based on Fuller, Schetter and Gitting correlation, see <http://www.thermopedia.com/content/696>

Parameters	
Inputs	
Chemical name	PROPANE (DIPPR)
Use which representative step	First 20% average (flammable)
Evaporation from land or water	Land
Type of release in pool	Semi-continuous
Type of pool growth on Land	Spreading
Type of pool growth on Water	
Maximum pool surface area (m2)	
Mass flow rate of the source (kg/s)	205,18
Duration of the release (s)	3600
Total mass released (kg)	2,5026E05
Temperature of the pool (°C)	17
Temperature of the subsoil (°C)	16
Temperature of the water (°C)	
Max temperature difference between pool and water (K)	
Wind speed at 10 m height (m/s)	4,5
Ambient temperature (°C)	17
Ambient pressure (bar)	1,0151
Ambient relative humidity (%)	76
Solar radiation flux	Calculate value
Solar heat radiation flux (W/m2)	
Cloud cover (%)	0
Date: day number	15
Date: month number	7
Date: year number	2015
North/South latitude of the location (deg)	38
Type of subsoil (evaporation)	Average subsoil
Subsoil roughness description (pool)	flat sandy soil, concrete, tiles, plant-yard
Maximum evaluation time for evaporation (s)	3600
Results	
Heat flux from solar radiation (kW/m2)	1,4897
Time pool spreading ends (s)	
Time until pool has totally evaporated (s)	
Purple book representative evaporation rate (kg/s)	193,46
Purple book representative evaporation duration (s)	3380,7
Representative temperature (°C)	-60,263
Representative pool diameter (m)	173,81
Density after mixing with air (kg/m3)	1,6321
Total evaporated mass (kg)	6,5402E05
... duration evaporation time (s)	3599,5
Corresponding representative pool surface area (m2)	23726
Schmidt number used	1,1902

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Model: Dense Gas Dispersion: Concentration

version: v2016.01.10697 (18-11-2016)

Reference: Yellow Book 3rd edition 1997 chapter 4; Ermak, D.L. User manual for SLAB Lawrence Livermore National Laboratory, June 1990

Parameters

Inputs

Chemical name	PROPANE (DIPPR)
Type of heavy gas release	Horizontal Jet release
Total mass released (kg)	2,5026E05
Mass flow rate of the source (kg/s)	193,46
Duration of the release (s)	3380,7
Initial liquid mass fraction (-)	0,8
Fixed pool surface (m2)	
Diameter of expanded jet (m)	2
Temperature after release (°C)	-60,263
Height of release (Z-coordinate) (m)	0,5
Offset X direction (distance) start dispersion (m)	0
Offset Z direction (height) start dispersion (m)	0
Ambient temperature (°C)	17
Ambient pressure (bar)	1,0151
Ambient relative humidity (%)	76
Meteorological data	Pasquill
Pasquill stability class	D (Neutral)
Wind speed at 10 m height (m/s)	4,5
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) (1/m)	
Roughness length description	High crops; scattered large objects, 15 < x/h < 20.
Time t after start release (s)	1515
Concentration averaging time (s)	60
Reporting distance (Xd) (m)	26
Distance perpendicular to wind direction (Yd) (m)	0
Height (Zd) (m)	0
Predefined concentration	User defined
Threshold concentration (vol %)	1,1
Contour plot accuracy (%)	1
Predefined wind direction	NW
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	315
Use dynamic concentration presentation	No
Resolution of the time consuming graphs	High

Results

Concentration at (Xd, Yd, Zd, t) (mg/m3)	4,8967E05
Maximum concentration at (Yd, Zd) (mg/m3)	1,8521E06
...at distance (m)	7,1149
Maximum distance to User defined concentration (m)	306,66
Width of User defined outer contour (m)	193,21
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (1/m)	0

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO
Model: Jet Fire (Chamberlain model)

version: v2016.02.10780 (15-11-2016)

Reference: Chamberlain, G.A., Development in design methods for predicting thermal radiation from flares–Chem. Eng. Res. Des. Vol.65

July 1987 pagina 299 - 309–Cook, J. et al, A comprehensive program for the calculation of flame radiation levels–Loss Prev. in Process Ind.

January 1990, vol.3 –Damage: Green Book 1st edition 1992, chapter 1 (Heat radiation); pages 11-36

Parameters
Inputs

Chemical name	PROPANE (DIPPR)
(Calculated) Mass flow rate (kg/s)	17,69
Exit temperature (°C)	5,2584
Exit pressure (bar)	5,5483
Hole diameter (mm)	100
Hole rounding	Rounded edges
Discharge coefficient (-)	1
Outflow angle in XZ plane (0°=horizontal; 90°=vertical) (deg)	45
Release height (Stack height) (m)	0
Ambient temperature (°C)	17
Ambient pressure (bar)	1,0151
Ambient relative humidity (%)	76
Meteorological data	Pasquill
Pasquill stability class	D (Neutral)
Wind speed at 10 m height (m/s)	4,5
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) (1/m)	
Roughness length description	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.
Flame temperature (°C)	926,85
Amount of CO2 in atmosphere (-)	0,0003
Fraction of the flame covered by soot (%)	0
Maximum heat exposure duration (s)	20
Reporting distance (Xd) (m)	100
Height of the receiver (m)	0
Predefined wind direction	NW
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	315
Heat radiation level (lowest) for first contour plot (kW/m2)	5
Heat radiation level for second contour plot (kW/m2)	7
Heat radiation level (highest) for third contour plot (kW/m2)	12,5
Report heat radiation grid	No
Resolution for surface discretization	High
Take protective effects of clothing into account	No
Correction lethality protection clothing (-)	
Percentage of mortality for contour calculations (%)	0
Heat radiation lethal damage Probit A ((sec*(W/m2)^n))	-36,38
Heat radiation lethal damage Probit B	2,56
Heat radiation damage Probit N	1,3333

Results

Type of flow of the jet	Two Phase flow
Wind speed at avg height of jet (m/s)	5,355
Exit velocity of expanding jet (m/s)	206,31
Angle between hole and flame axis (alpha) (deg)	5,973
Frustum lift off height (b) (m)	0,45543
Width of frustum base (W1) (m)	0,35729
Width of frustum tip (W2) (m)	11,066
Length of frustum (flame) (Rl) (m)	29,909
Surface area of frustum (m2)	641,47
Surface emissive power (max) (kW/m2)	400
Surface emissive power (actual) (kW/m2)	400
Heat radiation at Xd (kW/m2)	1,9968
Atmospheric transmissivity at Xd (%)	70,532
View factor at Xd (-)	0,0070777
Heat radiation dose at Xd (s*(kW/m2)^4/3)	50,29
5 kW/m2 Heat radiation distance (m)	69,888
7 kW/m2 Heat radiation distance (m)	61,402
12,5 kW/m2 Heat radiation distance (m)	49,041
Percentage first degree burns at Xd (%)	0
Percentage second degree burns at Xd (%)	0
Percentage third degree burns at Xd (%)	0
0% First degree burns distance (m)	
0% Second degree burns distance (m)	
0% Third degree (Lethal) burns distance (m)	

OZ-Energia**Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria****AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO**

ANEXO VII – CENÁRIO O1b (COM BACIA DE RETENÇÃO)**GPL – Rutura total de tubagem 200mm**

- Derrame sem Inflamação
- Jet Fire
- Pool Fire
- Flash fire

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

O cenário O1b representa a rutura total da tubagem de fundo de ligação de um reservatório recoberto às bombas. A tubagem considerada tem diâmetro de 200 mm e um comprimento de 30 metros.

Descarga

Foi considerada uma rutura na tubagem de fundo do reservatório onde o gás se encontra inicialmente liquefeito utilizando o modelo *Liquefied Gas Bottom Discharge (TPDIS model)* do programa *EFFECTS 10.0.4* para simular essa rutura, o fluido considerado nas modelações foi o Propano. Os principais resultados obtidos utilizando os modelos do programa *EFFECTS 10.0.4* são os apresentados em seguida.*

Tabela 44 - Cenário O1b – Resultados do modelo Liquefied Gas Bottom Discharge (TPDIS model)

Resultado	
Massa total libertada (kg)	2,50E05
Caudal representativo (kg/s)	189,1

Este tipo de descarga resulta num charco (pool) e num jacto.

Para simulação do jacto utilizou-se o modelo *Gas Turbulent free jet* do programa *EFFECTS 10.0.4* com base na simulação do cenário de rutura. Os principais resultados obtidos são os apresentados em seguida.*

Tabela 45 - Cenário O1b – Resultado do modelo Gas Turbulent free jet

Resultado	
Velocidade do jacto (kg/s)	70,8
Comprimento do jacto (m)	9,7

Para simulação do cenário referente ao charco considerou-se a rutura na zona junto ao reservatório de GPL (onde esta localizada toda a linha de 200 mm considerada). Foi considerada a bacia de retenção “natural” barreira física resultado das bacias dos tanques adjacentes (Norte e Oeste) e declive do terreno para a Sul e Este. Para tal utilizou-se o modelo *Pool Evaporation* do programa *EFFECTS 10.0.4*, com base na simulação do cenário de rutura.

* Os relatórios completos dos modelos referidos podem ser vistos no final do anexo.

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Os principais resultados obtidos são os apresentados em seguida.*

Tabela 46 - Cenário O1b – Resultados do modelo *Pool Evaporation*

Resultado	
vento médio	
Taxa de evaporação representativa (kg/s)	17,44
Duração de evaporação representativa (s)	2800,3
Massa Total Evaporada (kg)	48830
Diâmetro representativo do derrame (m)	29,6

Dispersão

De forma a caracterizar a possível área explosiva resultante do cenário considerado, utilizou-se o modelo *Dense Gas Dispersion: Concentration* do programa *EFFECTS 10.0.4* tendo como base os resultados da modelação anterior. Foi calculada a área correspondente a uma pluma com concentração de metade do limite inferior de explosividade (LEL/2), i.e. 1,1%. A dispersão teve em conta o vento predominante (NW). No entanto, dependendo do vento, a pluma poderá potencialmente atingir o contorno circular representado a tracejado. Ver resultado principal e figura apresentada em seguida.*

Tabela 47 - Cenário O1b – Resultado do modelo *Dense Gas Dispersion: Concentration*

Resultado	
vento médio	
Distância máxima correspondente ao valor do LEL/2 (m)	58,4

* Os relatórios completos dos modelos referidos podem ser vistos no final do anexo.

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

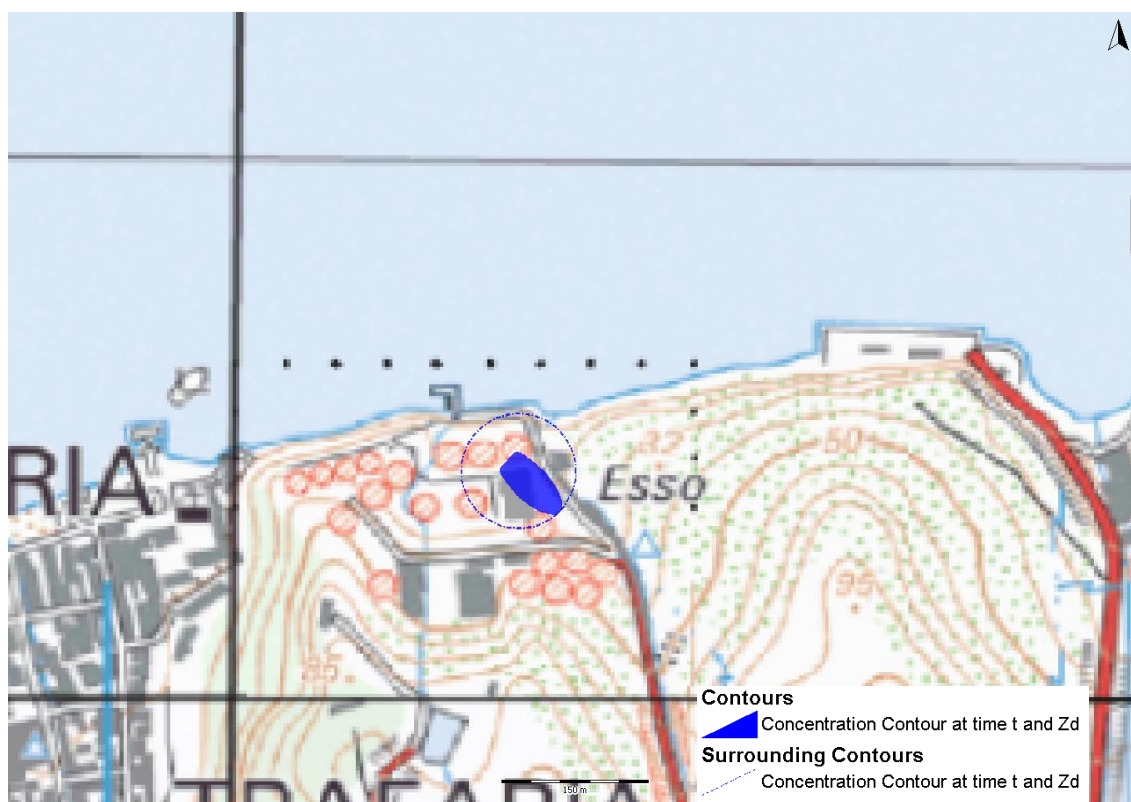


Figura 33 - Cenário O1b – Estimativa de alcance da pluma correspondente a 50% do LEL (média)

Incêndio

Caso exista a possibilidade de inflamação (existência de fonte de ignição), poderão existir dois tipos distintos de incêndio – Jet Fire + Pool fire e Flash Fire + Pool fire – dependendo da existência de ignição imediata ou retardada.

No entanto, para facilidade de visualização considerou-se os tipos de incêndio Jet Fire e Flash em separado do Pool Fire.

Os efeitos do Jet Fire foram modelados recorrendo ao modelo *Jet Fire (Chamberlain model)* do programa *EFFECTS 10.0.4*, tendo como base os resultados da modelação de descarga. Os resultados apresentados consideram a chama na direção do vento predominante (de NW). No entanto, dependendo da direção da chama e do vento, os diferentes níveis de radiação poderão potencialmente atingir os contornos circulares representados a tracejado.

Ver resultados principais e figura apresentados em seguida.*

* Os relatórios completos dos modelos referidos podem ser vistos no final do anexo.

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Tabela 48 - Cenário O1b – Resultado do modelo *Jet Fire (Chamberlain model)*

Resultado	
	vento médio
Distância do centro até onde a radiação de 5 kW/m ² é sentida (m)	124
Distância do centro até onde a radiação de 7 kW/m ² é sentida (m)	108

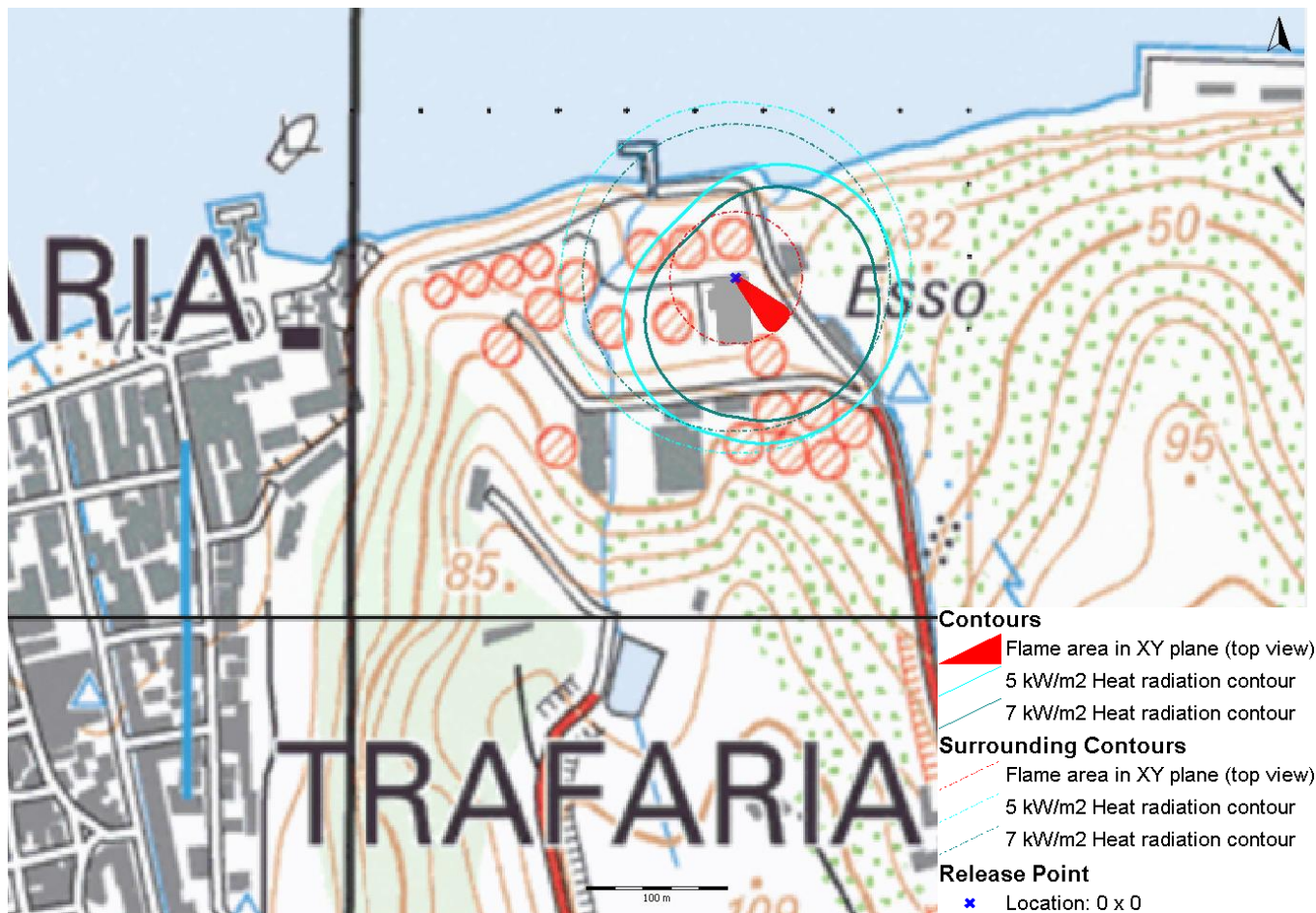


Figura 34 - Cenário O1b – Estimativa de alcance de níveis de radiação do Jet Fire (vento médio)

Quanto ao efeito da inflamação do charco, foi utilizado o modelo *Pool Fire* do programa *EFFECTS 10.0.4*, tendo como base os resultados da modelação de descarga. Para efeitos de cálculo de radiação, o programa assume um derrame circular de área idêntica à da bacia. Os resultados apresentados têm em conta o vento predominante de NW que provoca a inclinação da chama aumentando a distância a que se faz sentir o efeito da

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

radiação. No entanto, dependendo da direção do vento, os diferentes níveis de radiação poderão potencialmente atingir os contornos circulares representados a tracejado.

Foi ainda simulado um flash fire utilizando o modelo *Flash Fire (Instantaneous gas release)* do programa *EFFECTS 10.0.4* e considerando-se para isso valores que conduzissem a uma massa total idêntica à da massa explosiva obtida com o modelo *Dense Gas Dispersion: Explosive mass* do programa *EFFECTS*.

Ver resultados principais e figura apresentados em seguida.*

Tabela 49 - Cenário O1b – Resultado do modelo Pool Fire

Resultado	
	vento médio
Distância do centro até onde a radiação de 5 kW/m ² é sentida (m)	94,6
Distância do centro até onde a radiação de 7 kW/m ² é sentida (m)	84

Tabela 50 - Cenário O1b – Resultado do modelo Flash Fire

Resultado	
Raio da Bola de fogo (m)	27

* Os relatórios completos dos modelos referidos podem ser vistos no final do anexo.

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO



Figura 35 - Cenário O1b – Estimativa de alcance de níveis de radiação do Pool fire (média)



Figura 36 - Cenário O1b – Estimativa de alcance de níveis de radiação do Flash fire (média)

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO
Média condições atmosféricas
Model: Full Bore, Liquefied Gas Bottom Discharge (TPDIS model)

version: v2015.06.10003 (11-11-2016)

Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Chapter 2 and Modelling source terms for the atmospheric dispersion of hazardous substances, Jaakko Kukkonen

Parameters	
Inputs	
Chemical name	PROPANE (DIPPR)
Use which representative step	First 20% average (flammable)
Type of vessel outflow	Release from vessel through (a hole in) pipe
Fixed Mass flow rate of the source (kg/s)	
Pipeline length (m)	30
Pipeline diameter (mm)	200
Pipeline roughness (mm)	0,045
Hole diameter (mm)	200
Hole rounding	Rounded edges
Discharge coefficient (-)	1
Height difference between pipe entrance and exit (m)	1
Height leak above tank bottom (m)	0
Initial temperature in vessel (°C)	17
Vessel volume (m3)	500
Vessel type	Horizontal cylinder
Length cylinder (m)	41
Filling degree (%)	100
Expansion type	Adiabatic
n value	
Pressure inside vessel determination	Use vapour pressure
Initial (absolute) pressure in vessel (bar)	7,7319
Type of calculation	Calculate until device is empty
Maximum release duration (s)	
Ambient pressure (bar)	1,0151
Results	
Initial mass in vessel (kg)	2,5154E05
Initial (vapour) pressure in vessel (bar)	7,7319
Time needed to empty vessel (s)	1679
Massflowrate at end outflow (kg/s)	0
Total mass released (kg)	2,5029E05
Pressure in vessel at end outflow (bar)	1,0151
Temperature in vessel at end outflow (°C)	-49,698
VapourMass fraction at end outflow (-)	1
Liquid mass in vessel at end outflow (kg)	0
Vapour mass in vessel at end outflow (kg)	1255,2
Height of liquid at end outflow (m)	0
Fillingdegree at end outflow (%)	0
Exit pressure at end outflow (bar)	1,0151
Exit temperature at end outflow (°C)	-49,698
Maximum mass flow rate (kg/s)	191,8
Representative release rate (kg/s)	189,1
Representative outflow duration (s)	1324
Representative temperature (°C)	5,9497
Corresponding pressure (bar)	5,6726
Representative vapour mass fraction (-)	0,031966

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Model: Gas Turbulent free jet

version: v2016.03.10783 (11-11-2016)

Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Chapter 4 and Critical Turbulent Buoyant Jets, Chen & Rodi

Parameters

Inputs

Chemical name	PROPANE (DIPPR)
Release rate definition	Calculate value
Mass flow rate (kg/s)	189,1
Type of vessel outflow	Release from vessel through (a hole in) pipe
Pipeline length (m)	30
Pipeline diameter (mm)	200
Pipeline roughness (mm)	0,045
Hole diameter (mm)	200
Hole rounding	Rounded edges
Discharge coefficient (-)	1
Initial temperature in vessel (°C)	17
Initial (absolute) pressure in vessel (bar)	7,7319
Ambient temperature (°C)	17
Ambient pressure (bar)	1,0151
Predefined concentration	Lower Flammability Limit
Threshold concentration (vol %)	2,1
Contour plot accuracy (%)	1
Height of release (Z-coordinate) (m)	0
Outflow angle in XZ plane (0°=horizontal; 90°=vertical) (deg)	45
Predefined wind direction	NW
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	315

Results

Initial source strength (kg/s)	70,759
Density of the expanded gas (kg/m ³)	1,8882
Limit of momentum region (m)	36,639
Froude number	24296
Jet width at limit of momentum region (m)	9,714
Input mass flow rate for dispersion calculations (kg/s)	65,721
Offset X direction (distance) start dispersion (m)	25,908
Offset Z direction (height) start dispersion (m)	25,908
Explosive mass (kg)	
Maximum distance of source to LFL (m)	
Temperature after expansion (°C)	17

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Model: Pool evaporation

version: v2016.04.10841 (31-01-2017)

Reference: Yellow Book CPR14E 2nd Edition - Chapter 5: Evaporation. Trijssenaar-Buhre, I.J.M, Sterkenburg, R.P., Wijnant-Timmerman, S.I.: An advanced model for spreading and evaporation of accidentally released hazardous liquids on land. Diffusion coefficient in Schmidt number based on Fuller, Schetter and Gitting correlation, see <http://www.thermopedia.com/content/696>

Parameters	
Inputs	
Chemical name	PROPANE (DIPPR)
Use which representative step	First 20% average (flammable)
Evaporation from land or water	Land
Type of release in pool	Semi-continuous
Type of pool growth on Land	Spreading in bunds
Type of pool growth on Water	
Maximum pool surface area (m2)	943
Mass flow rate of the source (kg/s)	189,1
Duration of the release (s)	1324
Total mass released (kg)	2,5029E05
Temperature of the pool (°C)	17
Temperature of the subsoil (°C)	16
Temperature of the water (°C)	
Max temperature difference between pool and water (K)	
Wind speed at 10 m height (m/s)	4,5
Ambient temperature (°C)	17
Ambient pressure (bar)	1,0151
Ambient relative humidity (%)	76
Solar radiation flux	Calculate value
Solar heat radiation flux (W/m2)	
Cloud cover (%)	0
Date: day number	15
Date: month number	7
Date: year number	2015
North/South latitude of the location (deg)	38
Type of subsoil (evaporation)	Average subsoil
Subsoil roughness description (pool)	flat sandy soil, concrete, tiles, plant-yard
Maximum evaluation time for evaporation (s)	3600
Results	
Heat flux from solar radiation (kW/m2)	1,4897
Time pool spreading ends (s)	40
Time until pool has totally evaporated (s)	
Purple book representative evaporation rate (kg/s)	17,437
Purple book representative evaporation duration (s)	2800,3
Representative temperature (°C)	-42,04
Representative pool diameter (m)	29,563
Density after mixing with air (kg/m3)	1,4291
Total evaporated mass (kg)	48830
... duration evaporation time (s)	3599,5
Corresponding representative pool surface area (m2)	686,42
Schmidt number used	1,1902

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO
Model: Dense Gas Dispersion: Concentration

version: v2016.01.10697 (31-01-2017)

Reference: Yellow Book 3rd edition 1997 chapter 4; Ermak, D.L. User manual for SLAB Lawrence Livermore National Laboratory, June 1990

Parameters
Inputs

Chemical name	PROPANE (DIPPR)
Type of heavy gas release	Evaporating pool release
Total mass released (kg)	2,5029E05
Mass flow rate of the source (kg/s)	17,437
Duration of the release (s)	2800,3
Initial liquid mass fraction (-)	
Fixed pool surface (m2)	686
Diameter of expanded jet (m)	
Temperature after release (°C)	-42,04
Height of release (Z-coordinate) (m)	
Offset X direction (distance) start dispersion (m)	
Offset Z direction (height) start dispersion (m)	
Ambient temperature (°C)	17
Ambient pressure (bar)	1,0151
Ambient relative humidity (%)	76
Meteorological data	Pasquill
Pasquill stability class	D (Neutral)
Wind speed at 10 m height (m/s)	4,5
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) (1/m)	
Roughness length description	High crops; scattered large objects, 15 < x/h < 20.
Time t after start release (s)	1515
Concentration averaging time (s)	60
Reporting distance (Xd) (m)	26
Distance perpendicular to wind direction (Yd) (m)	0
Height (Zd) (m)	0
Predefined concentration	User defined
Threshold concentration (vol %)	1,1
Contour plot accuracy (%)	1
Predefined wind direction	NW
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	315
Use dynamic concentration presentation	No
Resolution of the time consuming graphs	High

Results

Concentration at (Xd, Yd, Zd, t) (mg/m3)	33531
Maximum concentration at (Yd, Zd) (mg/m3)	38855
...at distance (m)	18,335
Maximum distance to User defined concentration (m)	58,386
Width of User defined outer contour (m)	35,028
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (1/m)	0

OZ-Energia

Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Model: Jet Fire (Chamberlain model)

version: v2016.02.10780 (15-11-2016)

Reference: Chamberlain, G.A., Development in design methods for predicting thermal radiation from flares~Chem. Eng. Res. Des. Vol.65 July 1987 pagina 299 - 309~Cook,J. et al, A comprehensive program for the calculation of flame radiation levels~Loss Prev. in Process Ind. January 1990, vol.3 ~Damage: Green Book 1st edition 1992, chapter 1 (Heat radiation); pages 11-36

Parameters	
Inputs	
Chemical name	PROPANE (DIPPR)
(Calculated) Mass flow rate (kg/s)	70,759
Exit temperature (°C)	5,2584
Exit pressure (bar)	5,5483
Hole diameter (mm)	200
Hole rounding	Rounded edges
Discharge coefficient (-)	1
Outflow angle in XZ plane (0°=horizontal; 90°=vertical) (deg)	45
Release height (Stack height) (m)	0
Ambient temperature (°C)	17
Ambient pressure (bar)	1,0151
Ambient relative humidity (%)	76
Meteorological data	Pasquill
Pasquill stability class	D (Neutral)
Wind speed at 10 m height (m/s)	4,5
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) (1/m)	
Roughness length description	High crops; scattered large objects, 15 < x/h < 20.
Flame temperature (°C)	926,85
Amount of CO2 in atmosphere (-)	0,0003
Fraction of the flame covered by soot (%)	0
Maximum heat exposure duration (s)	20
Reporting distance (Xd) (m)	100
Height of the receiver (m)	0
Predefined wind direction	NW
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	315
Heat radiation level (lowest) for first contour plot (kW/m2)	5
Heat radiation level for second contour plot (kW/m2)	7
Heat radiation level (highest) for third contour plot (kW/m2)	12,5
Report heat radiation grid	No
Resolution for surface discretization	High
Take protective effects of clothing into account	No
Correction lethality protection clothing (-)	
Percentage of mortality for contour calculations (%)	0
Heat radiation lethal damage Probit A ((sec*(W/m2)^n))	-36,38
Heat radiation lethal damage Probit B	2,56
Heat radiation damage Probit N	1,3333
Results	
Type of flow of the jet	Two Phase flow
Wind speed at avg. jet height (m/s)	6,2368
Exit velocity of expanding jet (m/s)	206,31
Angle between hole and flame axis (alpha) (deg)	4,1115
Frustum lift off height (b) (m)	0,79928
Width of frustum base (W1) (m)	2,8195
Width of frustum tip (W2) (m)	20,015
Length of frustum (flame) (Rl) (m)	52,488
Surface area of frustum (m2)	2228,6
Surface emissive power (max) (kW/m2)	400
Surface emissive power (actual) (kW/m2)	400
Heat radiation at Xd (kW/m2)	8,6777
Atmospheric transmissivity at Xd (%)	71,978
View factor at Xd (-)	0,03014
Heat radiation dose at Xd (s*(kW/m2)^4/3)	356,65
5 kW/m2 Heat radiation distance (m)	124,18
7 kW/m2 Heat radiation distance (m)	108,82
Percentage first degree burns at Xd (%)	76,173
Percentage second degree burns at Xd (%)	0,46867
Percentage third degree burns at Xd (%)	0,29161
0% First degree burns distance (m)	
0% Second degree burns distance (m)	
0% Third degree (Lethal) burns distance (m)	

Model: Flash fire (Instantaneous gas release)

OZ-Energia**Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria****AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO**

version: v2015.06.10003 (10-11-2016)

Reference: Calculation of Gas expansion and mixing to half sphere at UEL concentration (Purple Book method)

Parameters**Inputs**

Chemical name	PROPANE (DIPPR)
Initial temperature in equipment (°C)	25
Initial (absolute) pressure in vessel (bar)	7,15
Vessel volume (m3)	500
Ambient temperature (°C)	17
Ambient pressure (bar)	1,0151

Results

Total mass released (kg)	7163
Temperature after expansion (°C)	2,1996
Radius of the flash fire (m)	26,978

OZ-Energia
Alteração da Armazenagem de GPL – Terminal da Trafaria
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO
Model: Pool fire

version: v2016.02.10780 (02-02-2017)

Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Paragraph 6.5.4–Rew, P.J. & Hulbert, W.G. (1997) Modelling of Thermal radiation from external hydrocarbon poolfires, in Trans IChemE, Vol.75 part B,–Rew, P.J. & Hulbert, W.G. (1996), Development of a pool fire thermal radiation model', HSE Contract research report no. 96, ~ Damage: Green Book 1st edition 1992, chapter 1 (Heat radiation); pages 11-36~

Parameters	
Inputs	
Chemical name	PROPANE (DIPPR)
Type of pool fire calculation	Pool fire model Yellow Book
Pool size determination	Confined
Total mass released (kg)	2,5029E05
Mass flow rate of the source (kg/s)	17,437
Duration of the release (s)	2800,3
Type of pool (poolfire)	Circular
Max. pool surface poolfire (m2)	943
Diameter of the rim (m)	
Width of rim (m)	
Width of rectangle (m)	
Length of rectangle (m)	
Rotation rectangle (North = 0 degrees) (deg)	
Height of the receiver (m)	0
Height of the confined pool above ground level (m)	2
Temperature of the pool (°C)	17
Fraction combustion heat radiated (-)	0,35
Soot Fraction	Calculate/Default
Fraction of the flame covered by soot (-)	0,8
Wind speed at 10 m height (m/s)	4,5
Ambient temperature (°C)	17
Ambient pressure (bar)	1,0151
Ambient relative humidity (%)	76
Amount of CO2 in atmosphere (-)	0,0003
Reporting distance (Xd) (m)	200
Maximum heat exposure duration (s)	20
Predefined wind direction	NW
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	315
Heat radiation level (lowest) for first contour plot (kW/m2)	5
Heat radiation level for second contour plot (kW/m2)	7
Heat radiation level (highest) for third contour plot (kW/m2)	12,5
Report heat radiation grid	No
Resolution for surface discretization	High
Take protective effects of clothing into account	No
Correction lethality protection clothing (-)	
Percentage of mortality for contour calculations (%)	0
Heat radiation lethal damage Probit A ((sec*(W/m2)^n))	-36,38
Heat radiation lethal damage Probit B	2,56
Heat radiation damage Probit N	1,3333
Results	
Equivalent diameter poolfire (m)	34,651
Max Diameter top flame (length ellipse) (m)	
Calculated pool surface area (m2)	943
Combustion rate (kg/s)	111,27
Duration of the pool fire (s)	2249,3
Surface emissive power flame (kW/m2)	70,063
Surface emissive power (clear flame) (kW/m2)	
Surface emissive power (sooted flame) (kW/m2)	
Flame tilt (deg)	48,721
Flame temperature (°C)	782,66
Length of the flame (m)	52,661
Height of clear fraction Flame (m)	
Weight ratio of HCL/chemical (%)	0
Weight ratio of NO2/chemical (%)	0
Weight ratio of SO2/chemical (%)	0
Weight ratio of CO2/chemical (%)	299,5
Weight ratio of H2O/chemical (%)	163,5
Heat radiation at Xd (kW/m2)	0,62297
Atmospheric Transmissivity at Xd (%)	61,924
Viewfactor at Xd (-)	0,014359
Heat radiation dose at Xd (s*(kW/m2)^4/3)	10,641
5 kW/m2 Heat radiation distance (m)	94,631
7 kW/m2 Heat radiation distance (m)	83,987
Percentage first degree burns at Xd (%)	0
Percentage second degree burns at Xd (%)	0
Percentage third degree burns at Xd (%)	0
0% First degree burns distance (m)	
0% Second degree burns distance (m)	
0% Third degree (Lethal) burns distance (m)	