Flex2000 – Produtos Flexíveis S.A.

Estabelecimento fabril de Ovar

FORMULÁRIO E ESTUDO DE AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Tipologia de instalação: produção e transformação de espumas flexíveis de poliuretano.

Zona Industrial de Ovar - Fase III - Rua Eng. Ferreira Dias - 3880-327 Ovar

Identificação do operador

Flex 2000 – Produtos Flexíveis, SA

Identificação do estabelecimento

Flex 2000 – Produtos Flexíveis, SA, Rua Eng.º Ferreira Dias s/n – Zona Industrial de Ovar – Fase III, 3880-327 Ovar

Enquadramento do estabelecimento no Decreto-Lei n.º 150/2015, de 5 de agosto*

* A avaliação do enquadramento do estabelecimento deve ser prévia à apresentação do presente formulário

Nível inferior de perigosidade		Nível superior de perigosidade	X

Descrição sumária do projeto

O projeto de alteração do estabelecimento consiste essencialmente no aumento da capacidade de armazenagem de Diisocianato de Tolueno (TDI), que passará das 702,6 toneladas para 2017,4 toneladas. Este aumento de capacidade será proporcionado pela instalação de um novo tanque de armazenagem de 1220 toneladas a instalar num edifício adequado, assim como a instalação de um novo tanque de 24,4 toneladas num edifício já existente. Simultaneamente será instalado um novo tanque de poliol (substância não abrangida pelo regime PAG). Será construído um novo cais de descarga que servirá para estes dois tanques. A alteração contempla ainda a remoção da armazenagem de GPL existente devido à substituição deste combustível por gás natural, que alimenta o estabelecimento através de um PRM ligado à rede pública de distribuição de gás natural. Inclui ainda a presente alteração ao abastecimento interno de gasóleo através da eliminação do tanque enterrado de gasóleo para um outro local e a sua substituição por um tanque aéreo de 20 m^3, a instalar num outro local.

O aumento de capacidade de armazenagem destas substâncias não implica qualquer aumento de capacidade de produção (apenas implica o aumento da capacidade de armazenagem de produto acabado), mas é indispensável para a competitividade e sobrevivência da empresa no mercado internacional, onde se encontra fortemente empenhada, visto que é um produto químico essencial para a produção de espuma de poliuretano, não é fabricado em Portugal, sendo adquirido na Europa, é transportado em camião especial através da Europa, é muito sujeito a interrupções de fornecimento (via greves de transporte, de fabricantes, de alfândegas, etc.) e é muito sujeito a variações de preço.

Indicar o regime jurídico ao abrigo do qual será pedida autorização do projeto

Decreto-lei nº 165/2014 de 9 de março – Regime de Extraordinário de Regularização Atividades Económicas
Decreto-Lei n.º 169/2012, de 1 de agosto, Sistema da Indústria Responsável (SIR)
Decreto-Lei n.º 151-B/2013, de 31 de outubro – Regime Jurídico de Avaliação de Impacte Ambiental

Resumo da conclusão sobre o impacte do projeto em termos de risco de acidente grave

O projeto de ampliação do estabelecimento, por si só, não aporta novos riscos ou aumenta de forma significativa o risco já existente da instalação, pois de uma forma global, os principais riscos são independentes do projeto e para além do mais estão implementados meios e procedimentos que mitigam e minimizam a ocorrência de acidentes graves e eventualmente das suas consequências para pessoas, ambiente e património.

– **Assinatura do responsável pelo estabelecimento**	
Nome	Carlos Pereira
Data	2 de Maio 2023

ÍNDICE

1 Objetivo e Âmbito 9

2 Caracterização do Estabelecimento e da Alteração 10

2.1 Substâncias Perigosas presentes no Estabelecimento 12
2.2 Descrição das Atividades 13
2.3 Condições de Armazenagem e Medidas de Prevenção e de Mitigação 14
2.3.1 Caraterização dos processos 16
2.3.2 Descrição das atividades de movimentação de produtos 16
2.3.3 Descrição dos sistemas de instrumentação e controlo 17

3 Identificação, Seleção e Análise dos possíveis cenários de Acidente 19

3.1 Análise Preliminar de Perigos 19
3.1.1 Identificação de Fontes de Risco Internas 19
3.1.2 Pontos Perigosos e Pontos Nevrálgicos 23
3.2 Identificação dos Potenciais Cenários de Acidente 24
3.3 Estimativa da frequência de ocorrência dos acidentes 25
3.3.1 Probabilidade de ignição do produto libertado 29
3.3.2 Frequência de ocorrência dos cenários 29
3.4 Seleção de Cenários 30
3.5 AVALIAÇÃO DE CONSEQUÊNCIAS 32
3.6 Substâncias Perigosas para os Organismos Aquáticos 38

4 Determinação das Zonas de Perigosidade 40

5 Caracterização da Vulnerabilidade da Envolvente 43

5.1 Elementos Construídos 43
5.2 Recetores Ambientalmente Sensíveis 46
5.3 Usos, Classificações e Qualificação dos Solos 46
5.4 Carta da Envolvente 46

6 Conclusão 47

ANEXO A - Localização do estabelecimento e descrição dos processos. 49

ANEXO B - Cartografia 50

ANEXO C - Fichas de dados de segurança dos produtos relevantes associados à alteração 57

ANEXO D - Cenários de acidente grave envolvendo substâncias perigosas associados à alteração 58

Cenário A - Rotura (10 mm) de cisterna abastecedora de TDI 2
Model: Liquid Release - Rotura 10 mm cisterna 5
Model: Pool Evaporation Rotura 10 mm cisterna 6
Model: Neutral Gas - Concentration - Rotura 10 mm cisterna 8
Cenário B - Rotura (total) de braço de descarga de TDI 10
Model: B - Liquid Release - Rotura total braço descarga TDI 13
Model: Pool Evaporation Rotura total braço descarga TDI 14
Model: Neutral Gas - Concentration - Rotura total braço descarga TDI 16
Cenário C - Rotura (10%) de braço de descarga de TDI 18
Model: Liquid Release - Rotura 10% braço descarga TDI 21
Model: Pool Evaporation Rotura 10%braço descarga TDI 22
Model: Neutral Gas - Concentration - Rotura 10% braço descarga TDI 24
Cenário D - Rotura (total) de tubagem de envio de TDI para o processo 26
Model: Pool Evaporation Rotura total tubagem TDI para processo 29
Model: Neutral Gas - Concentration - Rotura total braço descarga TDI 31
Cenário E - Rotura (10%) de tubagem de envio de TDI para o processo 33
Model: E - Liquid Release - Rotura 10% tubagem envio TDI processo 36
Model: Pool Evaporation Rotura 10% tubagem envio TDI processo 38
Model: Neutral Gas - Concentration - Rotura 10% tubagem envio TDI processo 40
Cenário F - Rotura (total) de reservatório de gasóleo 42
Model: Pool Evaporation - Colapso tanque gasóleo 44
Model: Neutral Gas - Flammable Cloud - Colapso tanque gasóleo 46
Cenário G - Rotura (100 mm) de reservatório de gasóleo 48
Model: G - Liquid Release Rotura 100 mm tanque gasóleo 52
Model: Pool Evaporation Rotura 100 mm tanque gasóleo 53
Model: Neutral Gas - Flammable Cloud Rotura 100 mm tanque gasóleo 55
Model: Pool Fire - Rotura 100 mm tanque gasóleo 57
Cenário H - Rotura (10 mm) de reservatório de gasóleo 59

Model: H - Liquid Release Rotura 10 mm tanque gasóleo 64
Model: Pool Evaporation Rotura 10 mm tanque gasóleo 65
Model: Neutral Gas - Flammable Cloud Rotura 10 mm tanque gasóleo 67
Model: Pool Fire Rotura 10 mm de reservatório de gasóleo 69
Cenário I - Rotura (total) de mangueira de descarga de gasóleo 71
Model: I - Liquid Release Rotura total mangueira gasóleo 76
Model: Pool Evaporation Rotura total mangueira gasóleo 78
Model: Neutral Gas - Flammable Cloud Rotura total mangueira gasóleo 80
Model: Pool Fire - Rotura total mangueira gasóleo 82
Cenário J - Rotura (10%) de mangueira de descarga de gasóleo 84
Model: J - Liquid Release Rotura (10%) mangueira gasóleo - 100% 89
Model: Pool Evaporation Rotura (10%) mangueira gasóleo 91
Model: Neutral Gas - Flammable Cloud Rotura (10%) mangueira gasóleo 93
Model: Pool Fire - Rotura (10%) mangueira gasóleo 95

Índice de tabelas

Tabela 1 - Substâncias perigosas associadas à alteração prevista 12
Tabela 2 - Eventos críticos e fenómenos perigosos associados 24
Tabela 3 - Frequência de ocorrência dos acidentes 26
Tabela 4 - Probabilidade de ignição imediata e classificação da inflamabilidade dos produtos 29
Tabela 5 - Probabilidade de ocorrência de ignição retardada 29
Tabela 6 - Probabilidade de ocorrência dos subcenários envolvendo o gasóleo 30
Tabela 7 - Limiares dos efeitos dos acidentes 32
Tabela 8 - Tempos de descarga considerados 33
Tabela 9 - Alcances dos efeitos relevantes dos cenários considerados 38
Tabela 10 - Resumo das zonas de perigosidade 40
Tabela 11 - Rotura (10 mm) de cisterna de TDI. Efeitos da descarga 2
Tabela 12 - Rotura (10 mm) de cisterna de TDI. Vaporização do derrame 2
Tabela 13 - Rotura (10 mm) de cisterna de TDI. Dispersão de nuvem tóxica 3
Tabela 14 - Rotura (total) de braço de descarga de TDI. Efeitos da descarga 10
Tabela 15 - Rotura (total) de braço de descarga de TDI. Vaporização do derrame 10
Tabela 16 - Rotura (total) de braço de descarga de TDI. Dispersão de nuvem tóxica 11
Tabela 17 - Rotura (10%) de braço de descarga de TDI. Efeitos da descarga 18

Tabela 18 - Rotura (10%) de braço de descarga de TDI. Vaporização do derrame 18
Tabela 19 - Rotura (10%) de braço de descarga de TDI. Dispersão de nuvem tóxica 19
Tabela 20 - Rotura (total) de tubagem de envio de TDI para o processo. Efeitos da descarga 26
Tabela 21 - Rotura (total) de tubagem de envio de TDI para o processo. Vaporização do derrame 26
Tabela 22 - Rotura (total) de tubagem de envio de TDI para o processo. Dispersão de nuvem tóxica 27
Tabela 23 - Rotura (10%) de tubagem de envio de TDI para o processo. Efeitos da descarga 33
Tabela 24 - Rotura (10%) de tubagem de envio de TDI para o processo. Vaporização do derrame 33
Tabela 25 - Rotura (10%) de tubagem de envio de TDI para o processo. Dispersão de nuvem tóxica 34
Tabela 26 - Rotura (total) de reservatório de gasóleo. Vaporização do derrame 42
Tabela 27 - Rotura (total) de reservatório de gasóleo. Dispersão de nuvem inflamável 42
Tabela 28 - Rotura (100 mm) de tanque de gasóleo. Efeitos da descarga 48
Tabela 29 - Rotura (100 mm) de reservatório de gasóleo. Vaporização do derrame 48
Tabela 30 - Rotura (100 mm) de reservatório de gasóleo. Dispersão de nuvem inflamável 49
Tabela 31 - Rotura (10 mm) de tanque de gasóleo. Efeitos da descarga 59
Tabela 32 - Rotura (10 mm) de reservatório de gasóleo. Vaporização do derrame 59
Tabela 33 - Rotura (10 mm) de reservatório de gasóleo. Dispersão de nuvem inflamável 60
Tabela 34 - Rotura (10 mm) de reservatório de gasóleo. Incêndio do derrame 60
Tabela 35 - Rotura (total) de mangueira de gasóleo. Efeitos da descarga 71
Tabela 36 - Rotura (total) de mangueira de gasóleo. Vaporização do derrame 71
Tabela 37 - Rotura (total) de mangueira de gasóleo. Dispersão de nuvem inflamável 72
Tabela 38 - Rotura (total) de mangueira de gasóleo. Incêndio do derrame 72
Tabela 39 - Rotura (10%) de mangueira de gasóleo. Efeitos da descarga 84
Tabela 40 - Rotura (10%) de mangueira de gasóleo. Vaporização do derrame 84
Tabela 41 - Rotura (10%) de mangueira de gasóleo. Dispersão de nuvem inflamável 85
Tabela 42 - Rotura (10%) de mangueira de gasóleo. Incêndio do derrame 85

Índice de figuras

Figura 1 - Acessos principais para a unidade industrial 10
Figura 2 - Áreas potencialmente afetadas pelo limiar de efeitos irreversíveis 41
Figura 3 - Áreas potencialmente afetadas pelo limiar de efeitos letais 42
Figura 4 – Envolvente do estabelecimento da Flex2000 (área definida pelas zonas de perigosidade) 44
Figura 5 - Extrato da carta de ordenamento e de condicionantes 45
Figura 6 - Extrato da planta de condicionantes - RAN 51
Figura 7 - Extrato da planta de condicionantes – REN 52
Figura 8 - Extrato da planta de ordenamento 53

Figura 9 - Extrato da planta de condicionantes - Outras condicionantes 55
Figura 10 - Rotura (10 mm) de cisterna de TDI. Dispersão de nuvem tóxica 4
Figura 11 - Rotura (total) de braço de descarga de TDI. Dispersão de nuvem tóxica 12
Figura 12 - Rotura (10%) de braço de descarga de TDI. Dispersão de nuvem tóxica.....20
Figura 13 - Rotura (total) de tubagem de envio de TDI para o processo. Dispersão de nuvem tóxica 28
Figura 14 - Rotura (10%) de tubagem de envio de TDI para o processo. Dispersão de nuvem tóxica 34
Figura 15 - Rotura (100 mm) de reservatório de gasóleo. Incêndio de derrame. Alcances dos efeitos das radiações de referência 50
Figura 16 - Rotura (10 mm) de tanque de gasóleo. Incêndio de derrame. Alcances dos valores de radiação de referência 61
Figura 17 - Rotura (10 mm) de reservatório de gasóleo. Incêndio de derrame. Probabilidade de ocorrência de fatalidades 62
Figura 18 - Rotura (total) de mangueira de gasóleo. Incêndio de derrame. Alcances dos valores de radiação de referência 73
Figura 19 - Rotura (total) de mangueira de gasóleo. Incêndio de derrame. Probabilidade de ocorrência de fatalidades 74
Figura 20 - Rotura (10%) de mangueira de gasóleo. Incêndio de derrame. Alcances dos valores de radiação de referência 86
Figura 21 - Rotura (10%) de mangueira de gasóleo. Incêndio de derrame. Probabilidade de ocorrência de fatalidades 87

1 OBJETIVO E ÂMBITO

Tem o presente estudo por objetivo dar cumprimento ao disposto na alínea b) do artigo 8º do Decreto-Lei n.º 150/2015, de 5 de agosto, que transcreve para o acervo legislativo nacional a diretiva n.º 2012/18/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 4 de julho de 2012 (Diretiva Seveso III) que estabelece as regras para a prevenção de acidentes graves que envolvam substâncias perigosas e para a limitação das suas consequências para o homem e para o ambiente referente ao **estabelecimento de Ovar** da empresa **Flex200 - Produtos flexíveis, S.A.** com sede na Rua Eng.º Ferreira Dias s/n – Zona Industrial de Ovar – Fase III, 3880-327 Ovar, distrito de Aveiro.

A obrigação de apresentação do presente estudo deriva do facto de o estabelecimento em causa, que se enquadra no **nível superior de perigosidade** do referido diploma legal, pretender efetuar uma alteração à capacidade de armazenagem de Diisocianato de Tolueno (TDI), substância designada que integra a lista de substâncias da parte 2 do anexo I do decreto-lei n.º 150/2015, que consubstancia uma alteração substancial.

Apresentar-se-á, adiante no presente estudo, a justificação do enquadramento do estabelecimento da Flex2000 no regime de prevenção de acidentes graves e respetivo nível de perigosidade.

O presente estudo foi elaborado de acordo com os critérios constantes no documento Formulário para requerimento de avaliação de compatibilidade de localização e orientações para elaboração do estudo de Avaliação de Compatibilidade de Localização, elaborado pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA) em dezembro de 2016 e visa apresentar o impacto que as alterações previstas representam para as instalações e envolvente no que se refere à ocorrência de acidentes graves envolvendo substâncias perigosas.

Neste sentido, o presente estudo incidirá sobre:

- A instalação de um novo tanque de TDI, com uma capacidade de 1220 toneladas, em edifício próprio a instalar e respetivo cais de descarga;
- A instalação de um novo tanque de TDI, com uma capacidade de 24,4 toneladas, no edifício existente, junto de outros tanques;
- A eliminação do posto de abastecimento de gasóleo e respetivo tanque subterrâneo;
- A instalação de um novo posto de abastecimento de gasóleo num outro local e com um tanque aéreo de 17,1 toneladas;
- A eliminação do reservatório de GPL;
- Alimentação do estabelecimento através de um PRM de gás natural da rede pública.

2 CARACTERIZAÇÃO DO ESTABELECIMENTO E DA ALTERAÇÃO

O estabelecimento da **Flex2000** situa-se na Zona Industrial da Cidade de Ovar – Fase III, união das freguesias de Ovar, São João, Arada e São Vicente de Pereira Jusã, Concelho de Ovar e Distrito de Aveiro. É uma empresa do Grupo Empresarial Cordex S.G.P.S. que se dedica à produção e transformação de espumas flexíveis de poliuretano.

A **Flex2000** – Produtos Flexíveis S.A. ocupa um lote com uma área total de 111 380 m^2, sendo a área de construção de aproximadamente 61 622 m^2 e está situada numa plataforma com cotas entre os 14 e os 19 m, em relação ao nível médio das águas do mar.

As coordenadas geográficas do estabelecimento são:

40º 52' 53'' N / 008º 37' 59'' W.

A unidade industrial é servida com um arruamento em todo o seu perímetro com excelentes condições de circulação.

Os acessos principais são a A-29 (antiga IC1) e a EN 109, ambas com direção ao Furadouro, como se poderá verificar na figura seguinte.

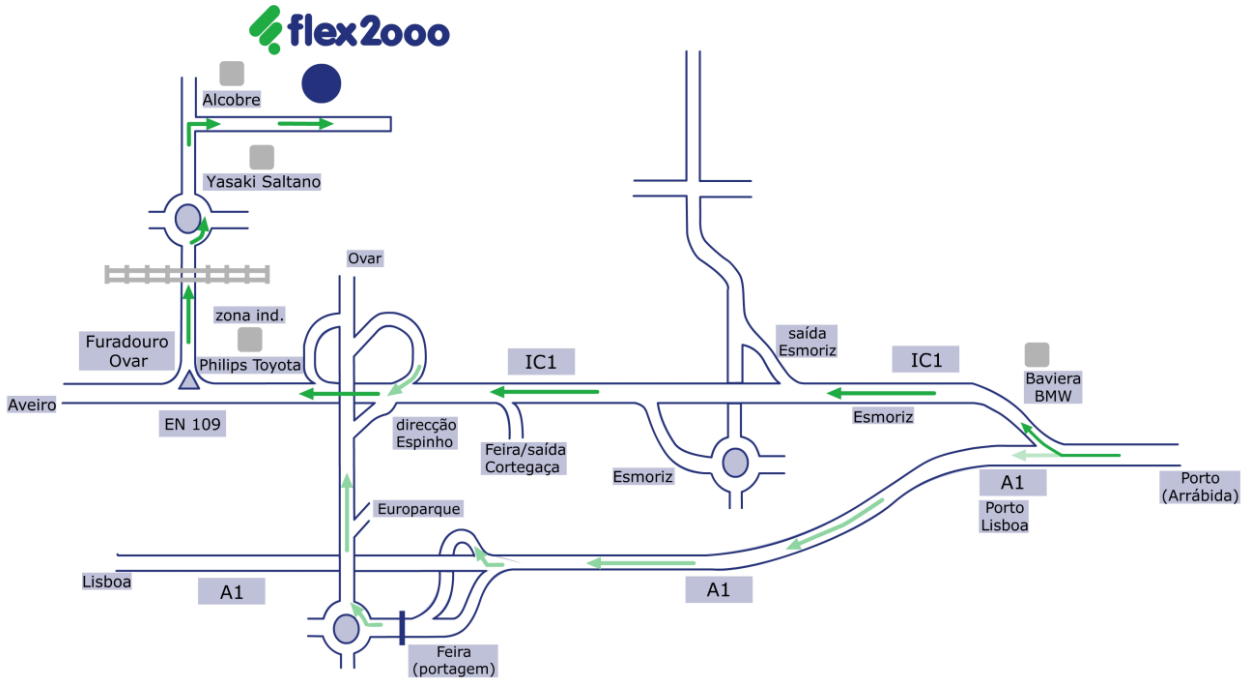


Figura 1 – Acessos principais para a unidade industrial

O acesso ao interior do estabelecimento é efetuado através de uma Portaria, localizada no lado nascente da unidade industrial. O acesso rodoviário à Zona Industrial de Ovar – Fase III, é realizado pela EN 327 que liga São Jacinto a Ovar, ou pela EN 109.

A **Flex2000** foi fundada no final dos anos 90 (16 de junho de 1998), resultando da separação das atividades económicas da casa mãe, que se especializou no fabrico de cordas, passando a espuma a ser produzida numa unidade dedicada – a **Flex2000**.

Desde o início, este estabelecimento esteve na vanguarda tecnológica da produção de espumas sintéticas, estando em constante atualização tecnológica e de especialização dos seus quadros e pessoal produtivo.

Em termos de licenciamento industrial a empresa apresenta o seguinte histórico:

- 1999: Apresentação de pedido de licenciamento;
- 2001: Autorização de Laboração ao abrigo do REAI;
- 2007 – Ampliação e desenvolvimento de atividade de reciclagem. Autorização de Exploração do Estabelecimento RELAI;
- 2011- Ampliação das instalações- Licença de Exploração Industrial nº 8/2013 – REAI – de 12/11/2013 (indústria tipo 1);
- 2013 - Ampliação e alteração das instalações. Título de Exploração nº 15200/2017-1, - SIR – de 29/05/2017 (indústria tipo 1);
- 2016 – Alteração com construção de nova sala de cisternas e novas curas - Comunicação decisão da Apreciação Prévia de 18/2 /2020 (indústria tipo 1).

Fruto do seu desenvolvimento económico, surge a necessidade de ampliação do estabelecimento para a instalação de novas máquinas e equipamentos, essenciais para o desenvolvimento técnico da empresa.

Durante os anos de 2015 e 2016 a empresa realizou diversos investimentos no domínio da prevenção de acidentes graves em que sobressai a construção de naves que envolvem os reservatórios de TDI, com o objetivo de impedir a formação de nuvens tóxicas resultantes do eventual derrame de produto na bacia de retenção e sua propagação para a envolvente. Desta forma qualquer acidente envolvendo a armazenagem de TDI ficará confinado no interior da infraestrutura não tendo qualquer possibilidade de propagação descontrolada para a envolvente.

No seguimento deste desenvolvimento contínuo e com o objetivo de garantir a sustentabilidade económica da Flex2000 face à exposição e concorrência dos mercados externos, surge a necessidade de implementar um ambicioso projeto de investimento, que consiga dotar a organização dos meios necessários para minimizar as ameaças e fraquezas atuais e potenciar as suas oportunidades e forças. Este projeto, delineado em 2017, consubstancia-se nas seguintes vertentes:

- Aumento da área da instalação industrial através da expansão para um terreno contíguo com cerca de 20ha, com construção de novas naves industriais, e outros edifícios para apoio à atividade;
- Aumento de capacidade instalada de produção de espumas, via redução dos estrangulamentos atuais da operação de cura;

Como projeto associado, releva-se a necessidade de rever a capacidade atual de armazenagem de TDI, matéria-prima fundamental para a produção de espumas, de modo a fazer face à crescente instabilidade do mercado internacional deste produto, quer em termos de oscilação de preços, quer, sobretudo, à irregularidade da sua disponibilidade no mercado.

2.1 SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS PRESENTES NO ESTABELECIMENTO

No que se refere a substâncias perigosas associadas à alteração, abrangidas pela parte 1 e ou pela parte 2 do Anexo II, do decreto-lei n.º 150/2015, de 5 de agosto, no estabelecimento da Flex2000 que são recebidas, processadas e armazenadas são as indicadas no quadro abaixo onde se indica, igualmente, a sua caracterização, localização, condições de pressão e temperatura, designação, categorias de perigo e quantidade máxima suscetível de se encontrar presente.

As fichas de dados de segurança dos produtos/categorias de produtos listado abaixo encontram-se em anexo.

Tabela 1 - Substâncias perigosas associadas à alteração prevista

Equipamento (localização)	Identificação em planta	Condições (Pressão e Temperatura)	Substância perigosa	Cat. perigo/ Sub.designada	Quantidade (tonelada)
Tanque TK 17	Planta em anexo	Pmax = atmosférica T = ambiente	Desmodur T80 (TDI)	Categoria: H1/ Designada (26)	1220
Tanque TK 13	Planta em anexo	Pmax = atmosférica T = ambiente	Desmodur T80 (TDI)	Categoria: H1/ Designada (26)	24,4
Tanque de gasóleo	Planta em anexo	Pmax = atmosférica T = ambiente	Gasóleo	Categoria: P5c/ Designada (34c)	17,1
Tubagem de gás natural		Pmax = 0,3 barg T = ambiente	Gás natural	Categoria: P2/ Designada (18)	0,0006

Para além das substâncias referidas no quadro anterior a alteração prevê o aumento de algumas matérias subsidiárias, sem expressão nas condições estruturais dos armazéns. As substâncias em causa não são enquadráveis no regime de prevenção de acidentes graves, sendo essencialmente papel, plásticos, silicones, catalisadores e corantes. [Questão 7.2]

No que diz respeito ao pré-polímero, as substâncias que integram esta classificação são as seguintes: Flexpur 952 VD, Flexpur 952 FR Flexpur 952 PT, Lutix 100 Flexpur Stick CL 20.0. Destas substâncias apenas o Flexpur Stick CL 20.0 tem características que lhe permitiam ser enquadrada no RPG (frases de advertência de perigo H400 e H410). Tendo em conta que a quantidade máxima suscetível de estar presente no estabelecimento são 10 kg, divididos em duas latas de 5 kg tal significa que a quantidade presente é muitíssimo inferior aos 2% da quantidade limiar para ser considerada (a quantidade representa 0,05% da quantidade limiar) [Questão 7.3]

O tanque T13 resulta da conversão de um tanque existente de 20 m3 na Sala de Cisternas III. A capacidade (em massa) do tanque T13 é 24,4 toneladas, considerando a densidade padrão do produto como sendo 1,22. O valor constante na ACL de 25,01 toneladas resultou de um valor de densidade que não é o aplicável ao produto previsto existir.

Tendo em conta a localização do tanque T13 (Sala de Cisternas III, já existente) e que neste local já existe armazenagem de TDI, a zona de descargas de cisterna para abastecimento dos tanques é a atualmente existente, sem qualquer alteração.

Não existem novas tubagens na Sala de Cisternas III(eventualmente alterações ao traçado das tubagens existentes para garantir a funcionalidade).

No caso da sala de cisternas IV existem novas tubagens. As novas tubagens efetuam a ligação entre o depósito T17 da sala de cisternas IV (armazenagem stock) e os depósitos da sala de cisternas I (abastecimento Produção). [Questão 7.5]

2.2 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

Não existe qualquer modificação do processo fabril nem da capacidade de produção de espumas, embora, como referido, a capacidade de transformação de espumas e como consequência de entrega de produto final seja aumentada. A alteração objeto do presente estudo assenta exclusivamente na atividade de armazenagem, incluindo as operações de receção de produtos a partir de cisterna (exceto o gás natural que é recebido por tubagem, através de um posto de regulação e medida - PRM), a armazenagem (exceto o gás natural que não tem armazenagem) e expedição para o processo ou consumidores.

A expedição do TDI é efetuada por bombas que enviam o produto através de tubagem dedicada para o processo. No caso do gasóleo, associado ao novo tanque será instalado um equipamento com dispensadores para abastecimento dos veículos do processo, essencialmente equipamentos mecânicos de movimentação de cargas. No que diz respeito ao gás natural, este será transportando por tubagens de diâmetro e comprimento variáveis até aos equipamentos utilizadores.

Assim, com a apresente alteração os processos tecnológicos e os diagramas de fabrico mantêm-se inalterados, apenas existirão mais alterações à capacidade de armazenagem de substâncias relevantes para o regime de prevenção de acidentes graves.

A alteração prevê ainda a instalação de um novo processo de recuperação de poliol que está descrito no capítulo 6.4 da MD. Dos dados existentes online a dissolução da espuma ocorre com *2 dicarboxylic acids*.

Em termos sucintos o processo de recuperação de poliol desenvolve-se segundo as etapas seguintes:

- O processo começa com a moagem dos desperdícios de espuma em pequenos fragmentos, separando devidamente quaisquer impurezas, como plástico, papel, etc.
- A espuma triturada é adicionada a um tanque com agitação e com controlo de temperatura contendo poliol poliéter básico.
- Ao poliol é adicionado Anidrido Ftálico e a mistura é feita à temperatura ambiente, durante cerca de 90 minutos.
- Posteriormente, é feita a adição de um catalisador (Peróxido de Hidrogénio a 50%).
- A espuma triturada e o poliol permanecem em agitação contínua durante cerca de duas horas.
- Em seguida, esta mistura é transferida para um reator onde é aquecida a cerca de 190ºC.
- Após 3 horas de reação, é adicionado ácido fosfórico, O objetivo é baixar o pH.
- Seguidamente, é adicionado um glicol que tem como função reduzir a acidez provocada pela adição do ácido.
- Do reator são extraídos destilados, através de uma coluna de destilação e de um condensador.
- Estes destilados são filtrados devidamente.
- Depois da reação completa, a mistura passa para um tanque de arrefecimento com agitação.
- Do tanque de arrefecimento a mistura é transferida para um tanque de armazenamento, passando através de um sistema de filtração de resíduos sólidos, onde são recolhidas, por

exemplo, impurezas que não foram devidamente separadas durante o processo de moagem da espuma.

- Finalmente, o poliol reciclado está pronto a ser incorporado na produção de espumas.

Este é um processo experimental, pioneiro, sujeito a alterações que a seu tempo serão devidamente enquadradas.

As substâncias utilizadas neste processo e respetivas quantidades máximas presente são as que se indicam na tabela seguinte.

Tabela 2 - Substâncias usadas na reciclagem de poliol e respetivas quantidades máximas

Produto	Quantidade
poliol poliéter básico	50t
Anidrido Ftálico	2t
Peróxido de Hidrogénio a 50%.	0,5t
Ácido fosfórico	20t
glicol	20t

Das substâncias perigosas abrangidas pelo regime de prevenção de acidentes graves envolvidas no futuro processo de recuperação de poliol apenas o Peróxido de Hidrogénio a 50% se encontra abrangido. No entanto, tendo em conta a quantidade presente (cerca de 500 kg) esta substância não deve ser considerada uma vez que se encontra presente numa quantidade francamente inferior ao limiar de enquadramento de 2% (quantidade presente inferior a 1% do limiar de enquadramento no nível inferior de perigosidade). [Questão 7.1]

2.3 CONDIÇÕES DE ARMAZENAGEM E MEDIDAS DE PREVENÇÃO E DE MITIGAÇÃO

Os tanques TK 13 e TK 17 serão mantidos com uma ligeira sobrepressão por azoto e serão instalados nas salas de cisternas III e IV, respetivamente, e estão equipados com válvulas de pressão e vácuo. Em caso de aumento da pressão no interior do tanque (normalmente por uma subida do nível durante um abastecimento) a válvula de pressão abre aliviando e descarrega para o interior da sala de cisternas parte da almofada de azoto. No caso de baixa pressão no interior do tanque (normalmente por diminuição do nível, por consumo no processo), a válvula de vácuo introduz azoto na parte superior do tanque, de modo a manter uma pressão de alguns milibares no tanque, prevenindo, assim, danos no tanque por entrar em vácuo.

Os tanques serão equipados com vária instrumentação de controlo, incluindo transmissores de nível para a sala de controlo, evitando, assim, de ter de ir ao interior das salas de cisternas para obter esta informação (nível, pressão e temperatura).

Para efeitos do controlo do nível, todos os reservatórios apresentam um sistema constituído por 4 células de carga localizadas na base dos depósitos.

As células de carga estão ligadas a um conversor de sinal (Sartorius Ref. MP20), que converte o sinal analógico (4 a 20 mA) em quantidade de produto nos depósitos. Todas estas informações são visualizadas no sistema de supervisão (*WinCC*) instalado no computador da produção química.

O indicador de nível terá configurado alarmes de nível alto e de nível baixo de modo a alertar a operação quando os valores limite forem atingidos.

Para além desta instrumentação de controlo, os tanques serão equipados com sensores independentes de nível muito alto e nível muito baixo que, ao serem ativados param imediatamente o processo em curso comandando bombas e fecho de válvulas, de acordo com o cenário em curso.

A sala de cisternas III, onde será instalado o tanque TK 13, é um edifício existentes e aloja uma série de outros tanques dos produtos necessários ao processo produtivo, incluindo o TDI. O edifício é uma construção hermética concebido de modo a conter os vapores que possam ser gerados com origem num eventual derrame que possa ocorrer, de modo a impedir a formação de atmosferas perigosas no exterior, nomeadamente a formação de uma nuvem tóxica.

A sala de cisternas IV, onde será instalado o tanque TK 17, seguirá a filosofia das salas de cisterna existentes, isto é, será uma construção hermética de modo a prevenir a libertação para o exterior de vapores gerados no seu interior originados, por exemplo, num eventual derrame. Neste mesmo edifício (sala de cisternas IV) será também instalado o tanque TK 16 com uma capacidade 1600 toneladas de poliol (substância não abrangida pelo regime de prevenção de acidentes graves).

As salas de cisternas III e IV formam igualmente uma bacia de retenção impermeabilizada constituída por um muro em betão. Em caso de derrame, o produto derramado é encaminhado para duas fossas (uma para receber TDI, outra para receber Poliol, cada uma com uma capacidade de 27 m^3). Em anexo apresenta-se desenho da rede de drenagem.

O reservatório de gasóleo será um reservatório aéreo e atmosférico, situado na zona poente do estabelecimento. A zona de proteção do equipamento de abastecimento e respetiva zona circundante é excelente, visto tratar-se de uma zona de jardins. O reservatório encontra-se instalado no interior de uma bacia de retenção impermeabilizada com uma capacidade para conter todo o conteúdo do reservatório. O grupo de medição, bombagem e dispensadores será instalado igualmente no interior da bacia de retenção de modo a conter um eventual derrame que possa ocorrer.

A zona de abastecimento, está envolvida por caleira com grelhas metálicas para recolha dos derrames e posterior encaminhamento para o tanque de recolha.

Os derrames provenientes da área de abastecimento serão recolhidos por caneletes e encaminhados para uma caixa separadora de hidrocarbonetos passando por uma caixa de retenção de areias e um separador de hidrocarbonetos. Este equipamento tem uma capacidade de tratar até 3 litros/segundo. A fase aquosa é encaminhada para a bacia de infiltração das águas pluviais passando por uma zona de recolha de amostras. O reservatório, em si mesmo, está instalado numa bacia de retenção impermeabilizada com pendente para uma zona de recolha de eventuais derrames que serão encaminhados para a caixa separadora. A capacidade de retenção da bacia é superior a 10 m^3, cumprindo com a exigência de capacidade para líquidos combustíveis de 2ª categoria nos termos do art.º 5º do Regulamento de segurança das instalações para armazenagem e tratamento industrial de petróleo bruto, seus derivados e resíduos, publicado pelo Decreto n.º 36 270, de 9 de maio de 1947.

O cais de descarga e abastecimento de gasóleo está circundado em todo o seu perímetro por caleiras de recolha tendo o piso, que é impermeabilizado, uma pendente para a zona de recolhas. Os derrames recolhidos são enviados para caixa separadora de hidrocarbonetos sendo submetidos ao tratamento acima referido.

Não existe qualquer tubagem de ligação da instalação de descarga, armazenamento e abastecimento de gasóleo a qualquer outro utilizador no estabelecimento. Trata-se de um posto de abastecimento de

gasóleo em que os utilizadores se deslocam ao local para abastecimento de combustível, não envia combustível para outro local ou reservatório.[Questão 7.4]

A descarga de gasóleo é acompanhada pelo operador da empresa fornecedora e por um trabalhador da flex2000. A ocorrência de um derrame descontrolado não é possível uma vez que o tempo de atuação sobres as válvulas de segurança seria muito curto. Por outro lado, em caso de derrame a zona de descarga é equipada em todo o perímetro com drenagem ligada ao separador de hidrocarbonetos. [Questão 7.16]

De forma a neutralizar e escoar as cargas eletrostáticas na descarga de combustível, existe uma ligação terra por meio de cabos de cobre.

No que se refere ao gás natural, que levou a fosse removido o existente tanque de GPL, a sua distribuição pelos consumidores do estabelecimento é feita com recurso a tubagem metálica de vários diâmetros de que resulta a quantidade de gás natural suscetível de se encontrar em qualquer momento no estabelecimento da Flex2000 de 2,4 m^3, ou seja 5,5 kg.

As ligações entre os diferentes troços de tubagem são soldadas, eliminando praticamente as ligações flangeadas o que reduz significativamente a probabilidade de ocorrência de fugas.

2.3.1 Caraterização dos processos

A caracterização geral do processo produtivo está desenvolvida nas descrições das atividades apresentadas anteriormente. No entanto, a movimentação de substâncias perigosas da armazenagem para o processo fabril é realizada da forma descrita na secção seguinte.

Não está prevista qualquer alteração à capacidade instalada de produção de espuma decorrente da alteração em análise. [Questão 7.9]

2.3.2 Descrição das atividades de movimentação de produtos

As atividades de descarga dos produtos perigosos no estabelecimento consistem no abastecimento dos reservatórios a partir de cisternas próprias para o transporte de cada um dos produtos existentes. Os locais de descarga estão claramente definidos para cada produto, são nivelados e impermeabilizados de modo a evitar a movimentação acidental de uma cisterna durante a operação ou a contaminação de solos em caso de derrame acidental. Adicionalmente, estes locais formam bacias de retenção constituídas por caleiras de recolha dispostas em todo o perímetro de modo a permitir a recolha e retenção de eventuais derrames e/ou águas de lavagem para posterior encaminhamento para destino final adequado.

A ligação das cisternas aos pontos de abastecimento é feita através de mangueiras flexíveis que são objeto de verificações periódicas.

O sistema de descarga de TDI é efetuado com braços de carga que encaixam na parte superior das cisternas rodoviárias e através da sua pressurização com azoto.

Todos os processos de descarga encontram-se devidamente procedimentados.

Relativamente à movimentação interna de substâncias perigosas ela é em regra realizada através de tubagens.

O TDI 65 é “transportado” por uma tubagem, toda ela em inox, de diferentes diâmetros conforme o caudal aplicado. Todas as válvulas utilizadas na tubagem e na cisterna são em inox.

O sistema dos reservatórios de armazenamento está localizado numa bacia de retenção com ligação a uma fossa, evitando qualquer fuga para a rede de esgotos ou águas pluviais.

Os novos reservatórios de TDI serão instalados no interior de naves (nave de cisterna III e nave de cisternas IV) que envolvem os reservatórios de modo a impedir a propagação de nuvens tóxicas resultantes de eventuais derrames de produto na bacia de retenção confinando assim a nuvem formada e impedindo a sua propagação para a envolvente.

O TDI 80 é "transportado" por uma tubagem, toda ela em inox, de diferentes diâmetros conforme o caudal aplicado. Todas as válvulas utilizadas na tubagem e na cisterna são em inox.

O sistema dos reservatórios de armazenamento está localizado numa bacia de retenção com ligação a uma fossa, evitando qualquer fuga para a rede de esgotos ou águas pluviais.

Tanto os reservatórios de armazenagem do TDI65 e TDI80 estão situados na mesma zona, separadas das cisternas de Poliol e delimitadas por caneletes em todo o seu perímetro, para que, em caso de derrame, não haja contacto entre os dois produtos.

A área utilizada para o tratamento de derrames na zona de descarga de gasóleo foi de 33 m^2.

A bacia de retenção do reservatório de gasóleo tem uma área de 24 m^2 e uma capacidade superior a 10 m^3. Não existem tubagens ou outros obstáculos na bacia.

A área utilizada entre caneletes na zona de descarga de TDI é de 96 m^2. [Questão 7.8]

2.3.3 Descrição dos sistemas de instrumentação e controlo

A instrumentação e controlo relevante sob o ponto de vista da segurança abrange principalmente a armazenagem de produtos perigosos, sendo que o processo de formação da espuma e o seu posterior tratamento (cura, corte e moldagem) não é suscetível de medidas de controlo particulares com exceção do controlo da temperatura da espuma na cura que é assegurado por sondas instaladas em diversos pontos dos blocos e controladas por sistemas de segurança.

Assim, todos os reservatórios apresentam um sistema constituído por 4 células de carga localizadas na base dos depósitos para controlo de níveis bem como uma sonda de nível máximo.

As células de carga estão ligadas a um conversor de sinal (Sartorius Ref. MP20), que converte o sinal analógico (4 a 20 mA) em quantidade de produto nos depósitos. Todas estas informações são visualizadas no sistema de supervisão (*WinCC*) instalado no computador da produção química.

Os reservatórios das salas de cisternas possuem sondas hidrostáticas (marca E+H), que nos indicam diretamente o peso no interior do reservatório.

Todos os reservatórios possuem válvulas de segurança de pressão e vácuo.

Todas as Salas de Cisternas serão equipadas com um sistema deteção de TDI que permite a leitura de dados em continuo no computador da produção química, com replicação na portaria. Está a ser estudada a solução de difusão de alarmes por telemóvel, sobretudo nos períodos de ocupação reduzida. A sensibilidade e configuração de alarme do sistema de deteção são configuráveis por software sem recurso a células de valores ou intervalos discretos.

As salas de cisterna possuem bacia de retenção que permitem a captura da totalidade de um eventual derrame. Estão equipadas com sistema de bombagem para o exterior de modo a permitir a remoção do produto mantendo as salas fechadas.

As ações que se seguem à emissão de um alarme são as que já estão estabelecidas para a restante instalação: Evacuação, vedação do acesso ao local, equipa da brigada equipa-se para combate a derrame, confirmação de derrame, aplicação da solução descontaminaste para minimizar a dispersão do produto, remoção do produto derramado para cisterna. [Questão 7.5]

As novas zonas de cura serão dotadas de sistema de deteção e combate a incêndio conforme as instalações existentes com as características seguintes:

- Sistemas de deteção: Detetores de aspiração e detetores térmicos com emissão de alarme para a central e exterior.
- Sistemas de combate automáticos; Sprinklers
- Sistemas de combate passivos: Rede seca de diluvio e extintores.

Cada cura será dotada de uma bacia de retenção materializada em todo o seu perímetro com cerca de 25cm de altura. [Questão 7.6]

3 IDENTIFICAÇÃO, SELEÇÃO E ANÁLISE DOS POSSÍVEIS CENÁRIOS DE ACIDENTE

3.1 ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS

A análise preliminar de perigos tem como objetivo identificar os perigos genéricos que podem ocorrer no estabelecimento com origem nas alterações previstas tendo em conta os equipamentos e substâncias que se serão instaladas e que podem representar acidentes industriais graves, durante o funcionamento do estabelecimento.

Para tal foram identificadas as zonas/equipamentos críticos do ponto de vista da segurança, considerando as fontes de perigo internas, relacionadas com a presença de substâncias perigosas, externas, naturais e sociais.

Foi igualmente efetuada a análise histórica de acidentes decorrentes no estabelecimento ou em instalações similares, e discussão das principais conclusões derivadas, em termos de tipologia de acidentes, causa, probabilidade, entre outros.

3.1.1 Identificação de Fontes de Risco Internas

As fontes de perigo internas podem ter origem em falhas mecânicas ou falhas humanas. Foi efetuada a análise das fontes de perigo internas associadas às alterações objeto do presente estudo com origem nas falhas mecânicas aos seguintes equipamentos e zonas:

- Zonas de descarga;
- Armazenagem;
- Linhas de transporte;
- Equipamentos de impulsão: bombas.

3.1.1.1 Zonas de descarga/armazenagem

As principais causas que podem dar origem a fugas de produtos são as seguintes:

- Deficiências nas mangueiras/braços de descarga utilizados para a descarga de produto;
- Corrosão interna, relacionada com as características químicas das substâncias transportadas, características do material do reservatório;
- Corrosão externa, relacionada com as condições atmosféricas do local;
- Falhas por fadiga ou por defeito do material;
- Rotura de juntas que se encontram nas uniões entre as tubagens e equipamentos;
- Fugas por falhas na operação (má ligação, erro na abertura de válvulas, etc.);
- Deficiências nas cisternas com formação de orifício;
- Derrames por transbordo de substância/preparação;
- Explosão interna provocada por impacto de raios;
- Roturas por sobrepressão ou vazio no interior do reservatório;
- Impacto de cisterna contra superfície sólida provocando perda de contenção;

- Sabotagens;
- Falha no controlo de nível das condições de armazenamento.

Como medidas mitigadoras refira-se:

- A seleção de materiais adequados aos produtos a processar (quer no que se refere a mangueiras e braços de carga, quer no que diz respeito a tubagens fixas);
- A existência de delimitação da área máxima de um eventual derrame com encaminhamento do produto eventualmente derramado para tanques de recolha de derrames dedicados;
- A inspeção por entidades acreditadas e testes periódicos aos equipamentos utilizados no processo de movimentação de produtos incluindo juntas e vedantes;
- A formação e treino dos operadores que executam estas operações que inclui a sensibilização para os riscos envolvidos bem como os procedimentos de atuação em caso de falha;
- As cisternas que operam com substâncias perigosas são cisternas com certificação ADR, o que implica que sejam submetidas às inspeções e ensaios previstos no regulamento de modo a permitir a sua operação;
- Os motoristas das cisternas que transportam substâncias perigosas são acreditados com certificação ADR o que implica a frequência (com sucesso) de curso específico ministrado por entidade acreditada para o efeito;
- Os caminhos de circulação dos veículos cisterna encontram-se definidos de forma clara e devidamente sinalizados. A portaria controla o número de veículos que podem operar em simultâneo no estabelecimento. Os excedentes terão de aguardar no exterior;
- Os reservatórios de destino encontram-se instalados em salas estanques com capacidade para conter eventuais derrames e para impedir a libertação de gases e vapores decorrentes de um derrame ou perda de contenção;
- O acesso ao estabelecimento é vedado em todo o perímetro e controlado por sistema fechado de vídeo (CCTV). O acesso ao estabelecimento faz-se através de portaria ocupada em permanência. Os edifícios que alojam as substâncias perigosas estão instalados em locais de não caracterizados e sem fácil acesso a partir do exterior.

Tendo em conta que o tanque T13 apenas sofre uma alteração de conteúdo armazenado e que se encontra instalado numa sala de cisternas onde se encontra presente outro reservatório de maior dimensão com TDI (tanque T12) considera-se atual a análise preliminar de perigos. [Questão 7.10]

3.1.1.2 Linhas de transporte

A perda de contenção no transporte por tubagens pode surgir como consequência dos seguintes efeitos:

- Corrosão interna, relacionada com as características químicas das substâncias transportadas, características do material da tubagem;
- Corrosão externa, relacionada com as condições atmosféricas do local;
- Falhas por fadiga ou por defeito do material;
- Rotura ou deformação devido a tensões térmicas;
- Roturas por sobrepressões provocadas por fecho rápido de válvulas;

- Rotura de juntas que se encontram nas uniões entre as tubagens e equipamentos;
- Mau aperto de flanges;
- Falhas operacionais, manutenção, etc.

Como medidas mitigadoras refira-se:

- A seleção de materiais adequados aos produtos a processar;
- A impermeabilização dos traçados das linhas com recolha de eventuais derrame e encaminhamento dos mesmo para tanques de recolha dedicados;
- A não coexistência no mesmo plano das linhas de transporte ou proteção física com as vias de circulação de veículos e equipamentos;
- A inspeção por entidades acreditadas e testes periódicos aos equipamentos utilizados no processo de movimentação de produtos incluindo juntas, mangueiras, braços e vedantes;
- A formação e treino dos operadores que executam as operações de transferência que incluem a sensibilização para os riscos envolvidos bem como os procedimentos de atuação em caso de falha;
- Os reservatórios de destino encontram-se instalados em salas estanques com capacidade para conter eventuais derrames e para impedir a libertação de gases e vapores decorrentes de um derrame ou perda de contenção;
- O acesso ao estabelecimento é vedado em todo o perímetro e controlado por sistema fechado de vídeo (CCTV). O acesso ao estabelecimento faz-se através de portaria ocupada em permanência. Os edifícios que alojam as substâncias perigosas estão instalados em locais de não caracterizados e sem fácil acesso a partir do exterior.

3.1.1.3 Equipamentos de impulsão: bombas

Os equipamentos de impulsão representam fontes potenciais de fugas e de variações de pressão ou de fluxo, como tal são considerados elementos críticos. Os riscos que apresentam estes equipamentos podem ser provocados por:

- Falhas/ruturas no veio das bombas;
- Perda de contenção nos empanques mecânicos;
- Falhas na operação: cavitação; válvula de compressão fechada (sobreaquecimento/falta de caudal).

Como medidas mitigadoras refira-se:

- Utilização do tipo de equipamentos adequados aos produtos com que trabalham e respetiva segregação (i.e. equipamento dedicados ao produto, sem recurso à utilização de equipamentos multiproduto);
- A instalação das bombas em bacia de retenção dedicada e impermeabilizada com encaminhamento de eventuais derrames para tanques (fossas) de recolha para espaços dedicados;
- A inspeção por entidades acreditadas e testes periódicos aos equipamentos utilizados no processo de movimentação de produtos incluindo juntas e vedantes;

- A formação e treino dos operadores que executam as operações de transferência que incluem a sensibilização para os riscos envolvidos bem como os procedimentos de atuação em caso de falha.

3.1.1.4 Serviços e utilidades: Rede elétrica

A rede elétrica poderá estar na origem de fontes de ignição ou de falhas de operacionalidade de equipamentos e sistemas relevantes sob o ponto de vista da segurança.

Os principais riscos da rede elétrica são:

- Pode ser origem de incêndio;
- Falha no sistema de fornecimento elétrico produzirá o não funcionamento de equipamentos necessários para o funcionamento normal das instalações, como alarmes, etc.

Para a alimentação dos diversos consumidores existem quadros elétricos de baixa tensão parciais em todos os setores e áreas adjacentes das instalações do estabelecimento.

Todos os quadros elétricos de força motriz de média ou de baixa tensão são metálicos.

A alimentação normal de energia elétrica dos edifícios e equipamentos de processo encontra-se assegurada através de rede de média tensão da entidade distribuidora a centros de consumo que serão equipados com um posto de transformação.

Como medidas mitigadoras refira-se:

- Dimensionamento e instalação dos componentes da rede por técnicos e entidades credenciadas;
- Inspeções regulares à rede elétrica e seus componentes com recurso a termografia;
- Política de exploração da rede elétrica que proíbe a sobre-exploração de circuitos.

3.1.1.5 Gás

A remoção do tanque de GPL constituiu um significativo impacto em termos da redução de risco. A substituição do combustível dos consumidores internos para gás natural constituiu, pelos mesmos motivos, um enorme benefício no risco de acidente envolvendo este tipo de substância perigosa porquanto:

- Reduz a quantidade de substância perigosa presente;
- Deixa de existir a presença de gás liquefeito no estado líquido no estabelecimento;
- Elimina a quase totalidade das ligações flangeadas nas tubagens, reduzindo, de forma significativa, a probabilidade de fugas e, sobretudo, a sua dimensão;

3.1.1.6 Armazenagem e abastecimento de gasóleo

Existirá um posto de abastecimento de combustível para reabastecimento da frota de equipamentos de movimentação mecânica de cargas. Por questões de segurança, a área do posto de abastecimento, encontrar-se-á deslocada das áreas de produção e de circulação de outros veículos e de outros locais onde seja suscetível, em termos da operação normal do estabelecimento, a aglomeração de um número elevado de pessoas, materiais e veículos.

Os principais riscos associados à existência da utilidade são o derrame de gasóleo por rotura de mangueira de descarga/envio, reservatório e/ou tubagem de transporte para consumidor com contaminação de solos e/ou recursos hídricos e, caso esteja presente uma fonte de ignição

suficientemente forte, incêndio do derrame com potenciais efeitos em equipamento e/ou instalações na envolvente próxima.

- No que se refere à armazenagem, esta será efetuada em reservatório instalado em bacia de retenção com uma capacidade de retenção superior a 10 m^3, cumprindo com a exigência de capacidade para líquidos combustíveis de 2ª categoria nos termos do art.º 5º do Regulamento de segurança das instalações para armazenagem e tratamento industrial de petróleo bruto, seus derivados e resíduos, publicado pelo Decreto n.º 36 270, de 9 de maio de 1947;

  Os derrames provenientes da área de armazenagem serão recolhidos por caneletes e encaminhados para uma caixa separadora de hidrocarbonetos passando por uma caixa de retenção de areias e um separador de hidrocarbonetos. A fase aquosa é encaminhada para a bacia de infiltração das águas pluviais passando por uma zona de recolha de amostras. [Questão 7.4]

- Cais de descarga no interior de um caixão impermeável, sendo muito pouco provável que possa constituir uma fonte de perigo.

  O cais de descarga e abastecimento de gasóleo está circundado em todo o seu perímetro por caleiras de recolha tendo o piso, que é impermeabilizado, uma pendente para a zona de recolhas. Os derrames recolhidos são enviados para caixa separadora de hidrocarbonetos sendo submetidos ao tratamento acima referido. [Questão 7.4]

3.1.2 Pontos Perigosos e Pontos Nevrálgicos

Consideram-se pontos perigosos, todos os espaços ou atividades desenvolvidas nesses mesmos espaços suscetíveis de causarem algum dano, quer às pessoas, ao ambiente e que em caso de dano prejudiquem o normal funcionamento da fábrica.

Estes são locais de risco acrescido, seja pela concentração de materiais combustíveis ou inflamáveis.

Os locais considerados como perigosos pela alteração objeto do presente estudo são:

- Sala de cisternas III (instalação do tanque TK 13 de TDI);
- Sala de cisternas IV (instalação do tanque TK 17 de TDI);
- Armazenagem e posto de abastecimento de gasóleo.

Existem também locais ou instalações que devido à sua importância é necessário em caso de acidente, mantê-los operacionais, designando-se assim estes locais por pontos nevrálgicos.

No estabelecimento em questão os pontos nevrálgicos, sob o ponto de vista da segurança de pessoas e bens, da proteção ambiental e/ou da continuidade das operações são:

- Centro médico;
- Central do grupo de bombagem do serviço de incêndio;
- Portaria.

Estes locais são os primeiros a preservar em caso de acidente, ou a recuperar em primeiro lugar se forem atingidos.

3.2 IDENTIFICAÇÃO DOS POTENCIAIS CENÁRIOS DE ACIDENTE

Para cada um dos acontecimentos iniciadores identificam-se os diferentes cenários acidentais que poderão ocorrer que se indicam no quadro seguinte.

Tabela 3 - Eventos críticos e fenómenos perigosos associados

Evento crítico	Eventos propagadores	Fenómenos perigosos
Colapso de cisterna abastecedora de TDI	Derrame de TDI Vaporização de TDI Dispersão de TDI	Formação de nuvem tóxica
Rotura (100 mm) de cisterna abastecedora de TDI	Derrame de TDI Vaporização de TDI Dispersão de TDI	Formação de nuvem tóxica
Rotura (100 mm) de cisterna abastecedora de TDI	Derrame de TDI Vaporização de TDI Dispersão de TDI	Formação de nuvem tóxica
Rotura total do braço de descarga de TDI	Derrame de TDI Vaporização de TDI Dispersão de TDI	Formação de nuvem tóxica
Rotura parcial (10%) do braço de descarga de TDI	Derrame de TDI Vaporização de TDI Dispersão de TDI	Formação de nuvem tóxica
Colapso do tanque TK 17 (TDI)	Derrame de TDI Vaporização de TDI Dispersão de TDI	Formação de nuvem tóxica
Rotura (100 mm) do tanque TK 17 (TDI)	Derrame de TDI Vaporização de TDI Dispersão de TDI	Formação de nuvem tóxica
Rotura (10 mm) do tanque TK 17 (TDI)	Derrame de TDI Vaporização de TDI Dispersão de TDI	Formação de nuvem tóxica
Rotura total de tubagem de envio de TDI para o processo (Φ < 75 mm)	Derrame de TDI Vaporização de TDI Dispersão de TDI	Formação de nuvem tóxica
Rotura parcial (10%) de tubagem de envio de TDI para o processo (Φ < 75 mm)	Derrame de TDI Vaporização de TDI Dispersão de TDI	Formação de nuvem tóxica
Rotura catastrófica de reservatório de gasóleo	Derrame de gasóleo	Contaminação de recursos hídricos Incêndio de derrame

Evento crítico	Eventos propagadores	Fenómenos perigosos
	Formação de atmosfera inflamável	
Rotura 100 mm de reservatório de gasóleo	Derrame de gasóleo Formação de atmosfera inflamável	Contaminação de recursos hídricos Incêndio de derrame
Rotura 10 mm de reservatório de gasóleo	Derrame de gasóleo Formação de atmosfera inflamável	Contaminação de recursos hídricos Incêndio de derrame
Rotura total de cisterna de gasóleo	Derrame de gasóleo Formação de atmosfera inflamável	Contaminação de recursos hídricos Incêndio de derrame
Rotura 100 mm de cisterna de gasóleo	Derrame de gasóleo Formação de atmosfera inflamável	Contaminação de recursos hídricos Incêndio de derrame
Rotura 10 mm de cisterna de gasóleo	Derrame de gasóleo Formação de atmosfera inflamável	Contaminação de recursos hídricos Incêndio de derrame
Rotura total de mangueira de abastecimento de gasóleo	Derrame de gasóleo Formação de atmosfera inflamável	Contaminação de recursos hídricos Incêndio de derrame
Rotura parcial de mangueira de abastecimento de gasóleo	Derrame de gasóleo Formação de atmosfera inflamável	Contaminação de recursos hídricos Incêndio de derrame

3.3 ESTIMATIVA DA FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DOS ACIDENTES

Nesta secção apresenta-se a obtenção da estimativa da frequência de ocorrência dos cenários de acidentes identificados.

Para a caracterização, e posterior estimativa de frequência de ocorrência dos cenários, seguiram-se as orientações constantes nas publicações Reference Manual Bevi Risk Assessments, versão 3.2, 2009 (National Institute of Public Health and the Environment - RIVM - Holanda), ***ARAMIS D1C*** *– Appendix 10, Generic frequencies data for the critical events, produzida pela Faculté Polytechnique de Mons – Major Risk Centre, Bélgica - edição julho 2009* e Guidelines for Quantitative Risk Assessments produzida pelo TNO edição de 2005, vulgarmente conhecida como Purple Book.

O quadro seguinte apresenta os valores obtidos nas publicações de referência consultadas para probabilidade de ocorrência dos eventos iniciadores considerados.

Tabela 4 - Frequência de ocorrência dos acidentes

Evento	Frequência	Valor usado (por ano)	Fonte e comentários
Colapso de cisterna abastecedora de TDI	1,00E-05/ano	2,74E-07	Considerado 240 abastecimentos-/ano com duração de 1 hora BEVI 3.2 - Secção C. Tabela 42, cenário 1
Rotura (100 mm) de cisterna abastecedora de TDI	1,20E-05/ano	3,29E-07	Considerado 240 abastecimentos-/ano com duração de 1 hora ARAMIS - Apêndice 10, secção 10. Tabela 13, nota 9
Rotura (10 mm) de cisterna abastecedora de TDI	5,10E-05/ano	1,39E-06	Considerado 240 abastecimentos-/ano com duração de 1 hora ARAMIS - Apêndice 10, secção 10. Tabela 13, nota 9
Rotura total do braço de descarga de TDI	3,00E-08/h	7,20E-06	Considerado 240 abastecimentos-/ano com duração de 1 hora BEVI 3.2 - Secção C. Tabela 50, cenário 1
Rotura parcial (10%) do braço de descarga de TDI	3,00E-07/h	7,20E-05	Considerado 240 abastecimentos-/ano com duração de 1 hora BEVI 3.2 - Secção C. Tabela 50, cenário 2
Colapso do tanque TK 17 (TDI)	1,00E-08/ano	1,00E-08	Considerado 1 tanque atmosférico de contenção total na sala de cisternas IV BEVI 3.2 - Secção C. Tabela 20
Rotura (100 mm) do tanque TK 17 (TDI)	1,10E-08/ano	1,10E-08	Considerado 1 tanque atmosférico de contenção total na sala de cisternas IV ARAMIS - Apêndice 10, secção 7. Tabela 9, nota 4
Rotura (10 mm) do tanque TK 17 (TDI)	1,25E-07/ano	1,25E-07	Considerado 1 tanque atmosférico de contenção total na sala de cisternas IV ARAMIS - Apêndice 10, secção 7. Tabela 9, nota 4
Rotura total de tubagem de envio de TDI para o processo (Φ < 150 mm)	3,00E-07/m.ano	6,00E-06	Considerado 20 metros de tubagem DN80 exposta BEVI 3.2 - Secção C. Tabela 27

Evento	Frequência	Valor usado (por ano)	Fonte e comentários
Rotura parcial (10%) de tubagem de envio de TDI para o processo (Φ < 150 mm)	2,00E-06/m.ano	4,00E-05	Considerado 20 metros de tubagem DN80 exposta BEVI 3.2 - Secção C. Tabela 27
Rotura catastrófica de reservatório de gasóleo	5,00E-06/ano	5,00E-06	BEVI 3.2 - Secção C. Tabela 17, cenário 1
Rotura 100 mm de reservatório de gasóleo	1,20E-05/ano	1,20E-05	ARAMIS - Apêndice 10, secção 7. Tabela 9, nota 4
Rotura 10 mm de reservatório de gasóleo	1,00E-04/ano	1,00E-04	BEVI 3.2 - Secção C. Tabela 17, cenário 3
Rotura total de cisterna de gasóleo	1,00E-05/ano	2,74E-08	Considerado 24 abastecimentos anuais com a duração de 1 hora BEVI 3.2 - Secção C. Tabela 42
Rotura 100 mm de cisterna de gasóleo	1,20E-05/ano	3,29E-08	Considerado 24 abastecimentos-/ano com duração de 1 hora ARAMIS - Apêndice 10, secção 10. Tabela 13, nota 9
Rotura 10 mm de cisterna de gasóleo	5,10E-05/ano	1,39E-07	Considerado 24 abastecimentos-/ano com duração de 1 hora ARAMIS - Apêndice 10, secção 10. Tabela 13, nota 9
Rotura total de mangueira de abastecimento de gasóleo	4,00E-06/ano	9,60E-05	Considerado 24 abastecimentos-/ano com duração de 1 hora BEVI 3.2 - Secção C. Tabela 50, cenário 1
Rotura parcial de mangueira de abastecimento de gasóleo	4,00E-05/ano	9,60E-04	Considerado 24 abastecimentos-/ano com duração de 1 hora BEVI 3.2 - Secção C. Tabela 50, cenário 2

NOTAS:

Tendo em conta que a probabilidade de falha catastrófica de reservatório atmosférico instalado em Sala de Cisternas em que ocorre contenção total e capacidade de retenção total de um eventual derrame é, de acordo com a publicação BEVI 3.2 - Secção C. Tabela 20 é de 1,00 x 10^{-8}/ano e que nesta sala de cisternas se encontram, após a alteração, dois reservatórios de TDI (incluindo o tanque T13), a probabilidade de ocorrência do colapso de ocorrência de reservatório de TDI será de 2,00 x 10^{-8}/ano.

Para a rotura de 100 mm do reservatório atmosférico T13 instalado em Sala de Cisternas em que ocorre contenção total de vapores libertados e de retenção total de um eventual derrame, de acordo com o estudo ARAMIS - Apêndice 10, secção 7. Tabela 9, nota 4, a probabilidade de ocorrência será 1,10 x 10^{-8}/ano. Considerando que, na situação futura estarão dois reservatórios de TDI na Sala de Cisternas III, a probabilidade de ocorrer uma rotura de 100 mm no tanque T13 será de 2,2 x 10^{-8}/ano.

Para a rotura de 10 mm de reservatório atmosférico T13 instalado em Sala de Cisternas em que ocorre contenção total de vapores libertados e capacidade de retenção total de um eventual derrame, de acordo com o estudo ARAMIS - Apêndice 10, secção 7. Tabela 9, nota 4, a probabilidade de ocorrência será 1,25 x 10^{-7}/ano. Considerando que, na situação futura estarão dois reservatórios de TDI na Sala de Cisternas III, a probabilidade de ocorrer uma rotura de 10 mm no tanque T13 será de 2,5 x 10^{-7}/ano. [Questão 7.11]

Uma vez que o conteúdo do estudo de avaliação de compatibilidade de localização incide, de acordo com a nota constante no documento Formulário para requerimento de avaliação de compatibilidade de localização e orientações para elaboração do estudo de Avaliação de Compatibilidade de Localização, produzido pela Agência Portuguesa do Ambiente em dezembro de 2016 que refere *No caso de projetos de alteração, o âmbito do estudo corresponde à alteração pretendida e não à totalidade do estabelecimento* e não havendo alterações que impliquem com o abastecimento de cisternas à Sala de Cisternas III, os valores apresentados referem-se exclusivamente aos abastecimentos associados ao tanque 17. [Questão 7.11]

De acordo com os critérios da Agência para a Proteção Ambiental (EPA) dos Estados Unidos da América, uma contenção secundária (ou edifício de contenção) é uma estrutura totalmente enclausurada (p.e. através de quatro paredes, um teto e um pavimento que acomoda uma acumulação de substâncias perigosas ou resíduos resultantes da perda de contenção de um contentor primário (p.e. reservatório) em que existe a monitorização do espaço intersticial entre o contentor primário (o reservatório de substância perigosa) e o contentor secundário (o contentor secundário ou edifício de contenção).

Os requisitos da EPA referem para que se considere uma contenção secundária a mesma deve, em caso de falha da contenção primária, ser capaz de manter a totalidade do volume que pode ser derramado até que o mesmo possa ser recolhido

O conceito de dupla contenção, bem como os respetivos requisitos, decorrem das medidas de segurança recomendadas (ou impostas) a centrais nucleares, nomeadamente os reatores ou armazenagem de resíduos radioativos que, por maioria de razão, podem ser estendidos ao conceito de dupla contenção no domínio da prevenção de acidentes graves envolvendo substâncias perigosas para além das substâncias radioativas.

Neste sentido, considerou-se que a instalação de um reservatório num edifício que cumpra os requisitos acima referidos devem ser considerados como cumprindo os requisitos de dupla contenção. . [Questão 7.11]

Tendo em conta o estádio de desenvolvimento do projeto, ainda não foram definidas as medidas de segurança técnicas aplicáveis aos cenários considerados pelo que os resultados apresentados deverão ser encarados como sendo os piores cenários credíveis. As medidas de mitigação específicas serão definidas, se necessário, em sede dos projetos de especialidade [Questão 7.12]

Tendo em conta os resultados obtidos nesta fase e o facto de não deverem ser considerados os cenários cuja probabilidade de ocorrência seja inferior a 1x10^{-6}/ano, não serão objeto de análise em termos de desenvolvimento dos cenários a selecionar, nem de tratamento em termos de modelação dos seus efeitos, os cenários referentes a:

- Colapso de cisterna abastecedora de TDI;
- Rotura (100 mm) de cisterna abastecedora de TDI;
- Colapso do tanque TK 17 (TDI);
- Rotura (100 mm e 10 mm) do tanque TK 17 (TDI);

- Colapso de cisterna abastecedora de gasóleo;
- Rotura (100 mm e 10 mm) de cisterna abastecedora de gasóleo;

De igual forma, não foi elaborada árvore de acontecimentos para a rotura parcial de reservatório de armazenagem de gasóleo uma vez que a rotura do reservatório interior é já um cenário terminal.

3.3.1 Probabilidade de ignição do produto libertado

Relativamente à possibilidade de o produto libertado ser inflamável e poder adquirir energia de ativação, dentro do estabelecimento, para iniciar um eventual incêndio/explosão, considera-se este facto com baixa probabilidade de ocorrência pois trata-se de áreas ATEX com controlo efetivo das fontes de ignição.

De acordo com *Reference Manual BEVI Versão 3.2, modulo B, tabelas 7, 8 e 9* a probabilidade de ignição imediata de acordo com classificação de inflamabilidade dos produtos em estudo, é a seguinte:

Tabela 5 - Probabilidade de ignição imediata e classificação da inflamabilidade dos produtos

Produto	Categoria	Tipo de armazenagem	Cenário	% ignição imediata
Gasóleo	2	Reservatório/cisterna	Instantâneo/contínuo	0

No caso do presente estudo, apenas será considerado o gasóleo

Tendo em conta as recomendações constantes no mesmo documento de referência a probabilidade de ocorrência de uma ignição retardada depende do local onde ocorre a libertação e do tipo de envolvente, de acordo com o referido na tabela seguinte, e depende da distância a que ocorrerá a diluição da nuvem inflamável para uma concentração inferior a metade do limite inferior de inflamabilidade.

Tabela 6 - Probabilidade de ocorrência de ignição retardada

DISTÂNCIA PARA ½ DO LII	PROBABILIDADE DE IGNIÇÃO RETARDADA
Dentro do perímetro do estabelecimento e em área classificada como ATEX	0,00
Dentro do perímetro do estabelecimento	0,00
Fora do perímetro do estabelecimento	0,00

Assim, tendo em conta as características do gasóleo e de acordo com a referência acima referida não se considera que, em caso de derrame, se forme uma nuvem inflamável que migre em função da direção e velocidade do vento à superfície e que vá adquirir energia de ativação noutro local. Considera-se apenas que poderá ser fornecida ao derrame a energia de ativação necessária, por causa fortuita, originando a inflamação do produto derramado, com uma probabilidade de 0,00.

3.3.2 Frequência de ocorrência dos cenários

Com base nos elementos acima referidos, proceder-se-á em seguida à determinação da frequência de ocorrência dos cenários de acidente considerados e dos respetivos eventos perigosos a considerar.

Assim, tendo em conta a probabilidade de ocorrência dos eventos iniciadores, consideram-se os subcenários de acidente envolvendo gasóleo os que se apresentam no quadro seguinte.

Tabela 7 - Probabilidade de ocorrência dos subcenários envolvendo o gasóleo

EVENTO INICIADOR	PROBABILIDADE FINAL	PROBABILIDADE SUBCENÁRIO	
		Derrame sem ignição	Inflamação
Rotura catastrófica de reservatório de gasóleo	5,00E-06/ano	4,55E-06/ano	4,50E-07/ano
Rotura (100 mm) de reservatório de gasóleo	1,20E-05/ano	1,09E-05/ano	1,08E-06/ano
Rotura (10 mm) de reservatório de gasóleo	1,00E-04/ano	9,10E-05/ano	9,00E-06/ano
Rotura total de mangueira de gasóleo	9,60E-05/ano	8,74E-05/ano	8,64E-06/ano
Rotura parcial de mangueira de gasóleo	9,60E-04/ano	8,74E-04/ano	8,64E-05/ano

Para os cenários envolvendo o TDI, a perda de contenção de tubagem ou reservatório constitui já o evento perigoso final, tendo em conta que um derrame deste produto formará unicamente uma atmosfera tóxica, atendendo às suas características.

Assim, as probabilidades referidas anteriormente para os eventos envolvendo roturas de reservatórios e tubagens de TDI são as mesmas para os eventos perigosos decorrentes da perda de contenção (formação de atmosfera tóxica).

3.4 SELEÇÃO DE CENÁRIOS

Tendo em conta os resultados obtidos nos pontos anteriores e o critério de apenas serem considerados os cenários cuja probabilidade de ocorrência seja igual ou superior a 1,00E-06/ano consideram-se representativos da alteração ao estabelecimento da Flex2000, os cenários seguintes:

- **Cenário A**
  - Evento iniciador - rotura (10 mm) de cisterna abastecedora de TDI (P = 1,39E-06/ano).
  - Fenómenos perigosos associados:
    - Formação de atmosfera tóxica (P = 1,39E-06/ano).
- **Cenário B**
  - Evento iniciador - rotura (total) de braço de descarga de TDI (P = 7,20E-06/ano).
  - Fenómenos perigosos associados:
    - Formação de atmosfera tóxica (P = 7,20E-06/ano).
- **Cenário C**
  - Evento iniciador - rotura (10%) de braço de descarga de TDI (P = 7,20E-05/ano).
  - Fenómenos perigosos associados:
    - Formação de atmosfera tóxica (P = 7,20E-05/ano).
- **Cenário D**
  - Evento iniciador - rotura (total) de tubagem de envio de TDI para o processo (P = 6,00E-06/ano).
  - Fenómenos perigosos associados:

        - Formação de atmosfera tóxica (P = 6,00E-06/ano).

- **Cenário E**
    - Evento iniciador - rotura (10%) de tubagem de envio de TDI para o processo (P = 4,00E-05/ano).
    - Fenómenos perigosos associados:
        - Formação de atmosfera tóxica (P = 4,00E-05/ano).
- **Cenário F**
    - Evento iniciador - rotura (total) de reservatório de gasóleo (P = 5,00E-06/ano).
    - Fenómenos perigosos associados:
        - Derrame sem ignição (P = 4,55E-06/ano).
- **Cenário G**
    - Evento iniciador - rotura (100 mm) de reservatório de gasóleo (P = 1,20E-05/ano).
    - Fenómenos perigosos associados:
        - Derrame sem ignição (P = 1,09E-05/ano);
        - Incêndio de derrame (P = 1,08E-06/ano).
- **Cenário H**
    - Evento iniciador - rotura (10 mm) de reservatório de gasóleo (P = 1,00E-04/ano).
    - Fenómenos perigosos associados:
        - Derrame sem ignição (P = 9,10E-05/ano);
        - Incêndio de derrame (P = 9,00E-06/ano).
- **Cenário I**
    - Evento iniciador - rotura (total) de mangueira de abastecimento de gasóleo (P = 9,60E-05/ano).
    - Fenómenos perigosos associados:
        - Derrame sem ignição (P = 8,74E-05/ano);
        - Incêndio de derrame (P = 8,64E-06/ano).
- **Cenário J**
    - Evento iniciador - rotura (10%) de mangueira de abastecimento de gasóleo (P = 9,60E-04/ano).
    - Fenómenos perigosos associados:
        - Derrame sem ignição (P = 8,74E-04/ano);
        - Incêndio de derrame (P = 8,64E-05/ano).

3.5 AVALIAÇÃO DE CONSEQUÊNCIAS

Os resultados das modelações dos cenários selecionados, de acordo com o referido neste ponto, encontram-se disponíveis nos relatórios das modelações, em anexo ao presente documento.

A modelação dos cenários selecionados, foi efetuada recorrendo aos modelos matemáticos incluídos no *package Effects 11.4.0*, desenvolvido pela GEXCON (Holanda), utilizando os valores de sobrepressão, radiação térmica e toxicidade indicados no quadro seguinte. Na modelação dos cenários foram consideradas as condições meteorológicas mais frequentes na área de implantação do projeto e um tempo de libertação da substância perigosa de 10 ou 60 minutos, consoante o cenário e os sistemas de segurança associados a cada um deles.

Tabela 8 - Limiares dos efeitos dos acidentes

Efeito	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)**	7,0 kW/m^2	5,0 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. No caso de não existir AEGL para a substância em causa, poderá optar-se pelo uso de ERPG (*Emergency Response Planning Guidelines*, American Industrial Hygiene Association, EUA).

Como pode ser facilmente verificado pela análise dos relatórios das modelações efetuadas, a distância até ao LII/2 foi efetuada com recurso ao modelo Neutral Gas - Flammable Cloud do software Effects 11.4 (versão mais atual da altura) em que, como pode ser verificado pelo relatório de modelação incluído, não foi obtido qualquer alcance da concentração de LII/2 de vapores de gasóleo.

Ora, tendo em conta que para substâncias da 2.ª/3.ª/4ª, de acordo com a tabela 11 da secção 3.4.6.7 do manual BEVI module B, a probabilidade e ignição retardada nestas condições é zero. [Questão 7.11]

Os dados utilizados relativos à intensidade do vento, temperatura e humidade relativa (médias anuais) referem-se à estação meteorológica da Universidade de Aveiro.

Os cenários foram desenvolvidos para as condições meteorológicas médias mais prováveis para a zona de implantação da instalação. Assim, as condições adotadas nas modelações foram as seguintes:

- Vento de Norte (N)
- Velocidade do vento: 5 m/s
- Classe de estabilidade: D
- Temperatura: 15,6 ºC
- Humidade relativa: 80%

Os resultados das modelações dos cenários selecionados, de acordo com o referido neste ponto, encontram-se disponíveis nos relatórios das modelações em anexo ao presente documento.

No que se refere a tempos de libertação foram utilizados os valores de 10 ou de 60 minutos, de acordo com os cenários e com os sistemas e dispositivos de segurança existentes. Como é natural, esta afirmação carece de concretização em cada cenário considerado, conforme se pode comprovar nos relatórios das modelações anexos aos cenários incluídos. Para os diversos cenários foram utilizados os tempos de libertação que se indicam no quadro abaixo de acordo com os critérios igualmente constantes no mesmo quadro.

Tabela 9 - Tempos de descarga considerados

Cenário	Substância	Tempo de libertação	Racional
A	TDI	1 hora	Valor considerado como máximo. Possível tempo máximo de descarga calculado pelo modelo de descarga
B	TDI	2 minutos	A descarga de TDI é feita por braço metálico que liga à cisterna pelo topo desta. Em caso de rotura do braço a descarga para sem qualquer intervenção humana ou instrumental
C	TDI	1 hora	Valor considerado como máximo. Possível tempo máximo de descarga calculado pelo modelo de descarga
D	TDI	10 minutos	Atuação remota do sistema de bloqueio, a partir da sala de controlo ocupada em permanência e operador no local, na sequência de alarme recebido na sala de controlo (pressão e deteção de TDI)
E	TDI	10 minutos	Atuação remota do sistema de bloqueio, a partir da sala de controlo ocupada em permanência e operador no local, na sequência de alarme recebido na sala de controlo (pressão e deteção de TDI)
F	Gasóleo	1 hora ou até esvaziar completamente	Valor considerado como máximo. Possível tempo máximo de descarga calculado pelo modelo de descarga
G	Gasóleo	1 hora ou até esvaziar completamente	Valor considerado como máximo. Possível tempo máximo de descarga calculado pelo modelo de descarga
H	Gasóleo	1 hora ou até esvaziar completamente	Valor considerado como máximo. Possível tempo máximo de descarga calculado pelo modelo de descarga
I	Gasóleo	1 hora ou até esvaziar completamente	Valor considerado como máximo. Possível tempo máximo de descarga calculado pelo modelo de descarga

Cenário	Substância	Tempo de libertação	Racional
J	Gasóleo	1 hora ou até esvaziar completamente	Valor considerado como máximo. Possível tempo máximo de descarga calculado pelo modelo de descarga

De referir que nos cenários envolvendo as substâncias perigosas foi adotada uma abordagem conservadora ao considerar que o tempo necessário para atuação do operador no isolamento dos circuitos, seria no máximo 10 minutos, sendo que a automação do sistema desencadeia o fecho automático das válvulas de fundo da cisterna, no caso de ser excedido o caudal máximo previsto (situação em que é assumido a ocorrência de uma rotura a jusante) sem intervenção humana, isto é, de forma instantânea.

Os tempos de descarga dos cenários B e C referem-se efetivamente à descarga de cisternas, em que existe a deteção automática e o desencadear da paragem da operação de descarga, com interrupção da alimentação de azoto (força motriz para a transferência entre as cisternas e os reservatórios de destino) e fecho de válvulas. O termo conservador refere-se ao tempo de 10 minutos, uma vez que o tempo de reação, na realidade, será francamente inferior. Saliente-se que o comentário em causa não está associado a nenhum evento/cenário em concreto, sendo um comentário geral, aplicável ao conjunto de cenários referidos na tabela 8 do estudo de ACL, sendo que esta condição se encontra claramente referida no texto.

No que diz respeito aos cenários de rotura de tubagem de envio da armazenagem para o processo (cenários D e E) foi utilizado o mesmo tempo no pressuposto de que a engenharia de base ou engenharia de detalhe (ainda não desenvolvidas, nesta fase de evolução do projeto) irá adotar uma medida de limitação da quantidade libertada (com recurso, p.e. a válvulas de excesso de caudal ou válvulas automáticas, acionadas por deteção igualmente automática) cujo tipo e desempenho será definido no desenvolvimento da engenharia de detalhe (a desenvolver após a aprovação da ACL), conforme recomendação transmitida à Flex2000 de modo a incluir uma reação standard pera este tipo de situações em caso de perda de contenção a jusante e que são consideradas na generalidade das melhores práticas da indústria na atualidade.

Importa ter em conta, no entanto, que , em termos dos alcances dos efeitos dos cenários não ocorrerá qualquer alteração, já que o tempo de duração da libertação não é, erradamente, parâmetro tido em conta na avaliação dos referidos efeitos. Isto é, o alcance serão sempre os mesmos (ou muito semelhantes), mas o tempo de permanência será francamente reduzido. No entanto, o alcance da concentração AEGL-2 e AEGL-3 será praticamente a mesma. Os efeitos sobre as pessoas é que serão diferentes pois a dose (resultado da concentração e tempo de exposição) será significativamente menor. O ter de referir na documentação valores de concentração para 60 minutos implica referir uma dose francamente acima do real. [Questão 7.12]

A descarga de TDI para o tanque T13 e T17 é feito com recurso a braço de descarga que acopla à cisterna pela parte superior. Associadas à operação de descarga de TDI estão disponíveis as medidas de segurança seguintes:

- - A existência de sistemas de paragem rápida;
- - As operações de descarga de cisternas ser acompanhada em permanência pelo motorista e operador no local com acesso ao dispositivo de paragem de emergência;
- - A existência de vídeo vigilância apontadas para os locais de descarga, com visualização permanente na sala de controlo.

Neste caso, estima-se que o tempo máximo em que o escoamento contínuo será de 2 minutos (majorando o tempo que, na realidade, será muito menor). No caso de rotura parcial, apesar de haver uma perda de caudal, admite-se que o escoamento continue, tendo sido adotado o tempo máximo de 3600 segundos. [Questão 7.12]

No que se refere às bacias de retenção dos reservatórios, para o reservatório T 17, atendendo a que o mesmo se encontra instalado no interior de um edifício estanque em que a base em betão tem capacidade para conter a capacidade total dos produtos armazenados, a questão da altura da bacia de contenção não se põe.

No caso do reservatório de gasóleo, a parede envolvente da bacia tem uma altura de 0,72 metros que, em conjunto com a respetiva área constitui uma área de contenção da ordem dos 17 m^3, muito superior aos 10 m^3 exigidos regulamentarmente. [Questão 7.13]

No que se refere à base de dados das características dos produtos utilizada para modelação dos cenários de acidente considerados foi utilizada a base de dados da aplicação EFFECTS que inclui a base dados DIPPR (2015) a qual contém os valores limite (AEGL e outros critérios) para centenas de substâncias e misturas, incluindo o TDI. Chama-se a atenção que os resultados que constam dos relatórios das modelações os valores de concentração encontram expressos em **mg/m^3** e não em ppm. [Questão 7.13]

No que se refere à capacidade das cisternas foi considerada uma capacidade de 20 m^3 que corresponde ao volume típico dos veículos que operam no estabelecimento. Existem, porventura, cisternas de menor e capacidade, sendo a capacidade máxima legal de cerca de 30 m^3. A seleção do tipo de veículo é uma opção dos transportadores que selecionará sempre uma cisterna adequada para o transporte de cada produto tendo em conta a disponibilidade de meios e do frete contratado (p.e. se o operador pede 8 toneladas, não será, seguramente, utilizada uma cisterna de 20 m^3.

No que diz respeito às tubagens serão, obviamente, utilizadas as tubagens existentes que são fixas. Se a questão diz respeito aos diâmetros das mangueiras, apesar de não existirem diferenças significativas serão utilizados adaptadores para combinar o diâmetro das mangueiras com os diâmetros das tubagens.

Independentemente da capacidade das cisternas e da dimensão das mangueiras, tal tem pouco, ou nenhum, impacto nos resultados dos cenários uma vez que o fator determinante é a área ocupada pelo derrame que condiciona a taxa de vaporização e, consequentemente, os alcances das concentrações de referência. [Questão 7.13]

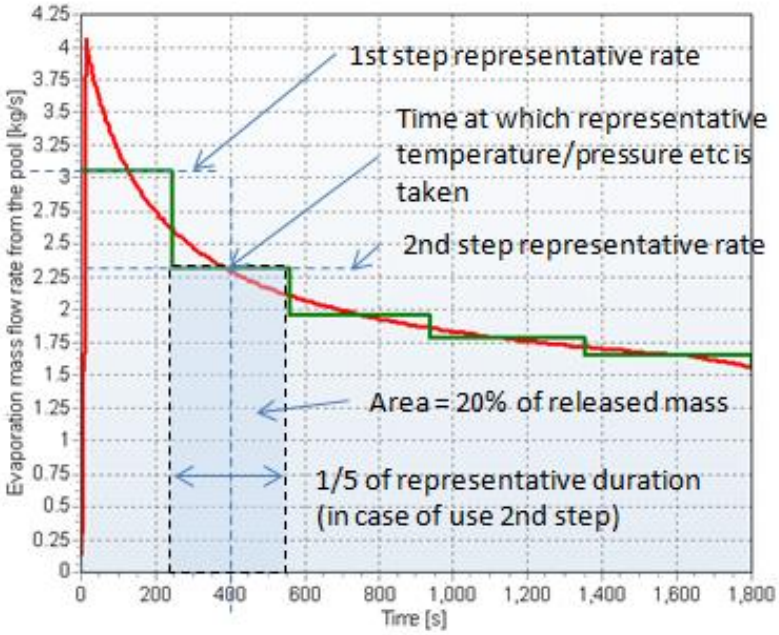
Quando ocorre uma libertação a partir de uma perda de contenção de um recipiente (reservatório, tubagem ou outro) sem recurso a equipamentos de impulsão, a pressão (e, necessariamente, o caudal) de descarga não é uniforme, mas influenciado pela pressão a montante, gerada pela altura da coluna de líquido no reservatório. Para resolver esta situação o TNO/GEXCON criaram o modelo de descarga representativa que tem por objetivo aproximar os efeitos da descarga produzida pelos modelos com a realidade, criando o efeito de modelo representativo da descarga, a utilizar nos restantes eventos decorrentes da perda de contenção.

Assim, os modelos da aplicação Effects utilizam a figura de duração representativa da descarga.

Dependendo se o cálculo é realizado até que um recipiente esteja vazio ou até um tempo especificado pelo utilizador, a duração representativa da descarga é:

- a massa no reservatório dividida pela «taxa de descarga representativa» ou
- o fluxo de massa total até o tempo especificado pelo usuário dividido pela 'taxa de descarga representativa'

O gráfico da "aproximação do Purple Book de uma fonte variável no tempo" ilustra o primeiro e segundo maior bloco de tempo.



O Purple Book, parágrafo 4.6, descreve a ligação entre os modelos de descarga e os modelos de dispersão de nuvens de vapor.

De acordo com a descrição, a aplicação EFFECTS aproxima o termo de fonte variável no tempo em cinco segmentos de tempo discretos com condições de descarga constantes, dividindo a massa total liberada uniformemente nesses 5 segmentos de tempo sempre disponível na lista de gráficos

As regras seguintes são seguidas pela aplicação:

- Para substâncias inflamáveis, as condições de descarga são iguais às condições do primeiro segmento (mais alto), aproximando a descarga variável no tempo com cinco segmentos de tempo;
- Para substâncias tóxicas, as condições de descarga são iguais às condições do segundo segmento (segundo mais alto), aproximando a descarga variável no tempo com cinco segmentos de tempo.

Conforme pode ser confirmado pela análise dos relatórios das modelações, a generalidade dos cenários considerou um tempo de libertação de 3600 segundos. Excetuam-se os cenários de colapso total de reservatório (considerado como libertação instantânea), rotura de mangueira de descarga de cisterna (considerado 600 segundos). Nos casos em que ocorre o esvaziamento total do reservatório antes dos 3600 segundos foi considerado o tempo até ao esvaziamento total. O valor de *Representative outflow duration* que surge nos relatórios surge sempre na secção de resultados e não de dados de entrada e é calculado pelos modelos, conforme descrito acima. [Questão 7.13]

Como pode facilmente ser verificado por consulta aos relatórios das modelações os alcances das concentrações referem-se aos valores de AEGL2 e AEGL3 para 3600 segundos de exposição. O valor de 1800 segundos é um valor que o modelo calcula ao fim de um determinado tempo após o início da vaporização, tendo sido escolhido o tempo 1800 segundos. Como pode ser verificado os valores obtidos

são rigorosamente os mesmos, o que significa que aos 1800 segundos a pluma está estabilizada em termos de massa e respetivos alcances. [Questão 7.13]

Quanto ao impacto dos esclarecimentos na questão 7.13 considera-se que, das questões formuladas e das respostas fornecidas não resulta a necessidade de rever as modelações dos eventos considerados. [Questão 7.14]

No que se refere à utilização da capacidade dos reservatórios a 100%, a utilização de uma capacidade a 100% de um reservatório não faz qualquer sentido e constitui uma irregularidade crítica em termos de segurança. Além do mais, é necessário ter em conta que os efeitos dos derrames dependem sobretudo da sua extensão e não da quantidade derramado. Apesar disso, foram efetuadas novas modelações dos cenários A, B, D, E, G, H, I e J cujos resultados se encontram em anexo. Comparando os valores obtidos com a modelação a 100% da capacidade com os obtidos anteriormente, verifica-se que as diferenças são mínimas, ou mesmo inexistentes, sendo que as que existem derivarão do facto de as agora efetuadas terem sido feitas com uma versão mais recente da aplicação informática, em que houve alterações a vários modelos. [Questão 7.14]

Quanto ao cenário de rotura de 10% do braço de descarga de TDI, o valor utilizado não é a capacidade do tanque T17. Com efeito, o valor utilizado foi de 2000 m^3, enquanto a capacidade do tanque T17 é de 1000 m^3.

O modelo de descarga disponível faz depender o caudal instantâneo à pressão na fonte que é formada pela altura da coluna de líquido adicionada por um valor de sobrepressão adicional (p.e. uma almofada de vapor ou azoto pressurizada). Quando a descarga é feita sem recurso a bomba, o modelo responde perfeitamente e os resultados representam a realidade de forma aceitável.

A questão coloca-se quando a transferência é feita com recurso a bomba ou pela adição de uma almofada gasosa, como é o caso no cenário em causa (com recurso a uma almofada de azoto) pois à medida que nível de líquido baixa a pressão no interior do reservatório baixa por dois motivos: a redução da coluna de líquido e pela redução da pressão da almofada de vapor, alterando substancialmente, para menos, a pressão de descarga.

A solução foi criar um "reservatório virtual" que mantivesse as condições de descarga o mais próximo possível das condições reais. Para tal, foi criado um reservatório de grande capacidade (2000 m^3, neste caso) e que fosse o menos possível à variação da altura da coluna de líquido. Para tal considerou-se um reservatório cilíndrico horizontal com um comprimento de 20 metros o que permitiu que, durante o tempo de descarga, a coluna de líquido e a pressão no reservatório variassem o menos possível, apresentando a descarga um comportamento muito mais próximo de uma transferência com recurso a bomba. [Questão 7.14]

No que diz respeito à rotura total do braço de descarga de TDI esta situação não se coloca uma vez que, por motivos já explicado nos esclarecimentos à questão 7.12, o tempo de descarga será muito curto e não há necessidade de criar uma situação que garanta a pressão. [Questão 7.14]

No caso de envio de envio de TDI para o processo por tubagem foram utilizados dois métodos:

- Para a rotura total de tubagem foi utilizado o caudal nominal da bomba;
- Para a rotura de 10% do diâmetro da tubagem foi usado o método anteriormente referido Considerando as explicações dadas acima não foi identificada a necessidade de tratar novos cenários. [Questão 7.15]

O quadro seguinte resume os principais resultados obtidos na modelação dos diversos cenários.

Tabela 10 - Alcances dos efeitos relevantes dos cenários considerados

CENÁRIO DE ACIDENTE	DISPERSÃO NUVEM (LII/2) (m)		DISTÂNCIA SOBREPRESSÃO (m)		DISTÂNCIA INCÊNDIO DE DERRAME (m)		DISTÂNCIA DE JATO (m)		DISTÂNCIA AEGL-2 (m)		DISTÂNCIA AEGL-3 (m)	
	C	L	50 mbar	140 mbar	5,0 kW/m²	7,0 kW/m²	5,0 kW/m²	7,0 kW/m²	C	L	C	L
Cenário A - Rotura (10 mm) de cisterna de TDI	--	--	--	--	--	--	--	--	377	24	112	12
Cenário B - Rotura (total) de braço descarga de TDI	--	--	--	--	--	--	--	--	132	13	NA	NA
Cenário C - Rotura (10%) de braço descarga TDI	--	--	--	--	--	--	--	--	154	14	NA	NA
Cenário D - Rotura (total) de tubagem TDI p/ processo	--	--	--	--	--	--	--	--	427	28	115	17
Cenário E - Rotura (10%) de tubagem TDI p/ processo	--	--	--	--	--	--	--	--	460	28	147	11
Cenário F - Colapso tanque gasóleo	NA	NA	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Cenário G - Rotura (100 mm) tanque gasóleo	NA	NA	--	--	12	11	--	--	--	--	--	--
Cenário H - Rotura (10 mm) tanque gasóleo	NA	NA	--	--	12	11	--	--	--	--	--	--
Cenário I - Rotura (total) de mangueira gasóleo	NA	NA			14	13						
Cenário J - Rotura (10%) de mangueira gasóleo	NA	NA			14	13						

3.6 SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS PARA OS ORGANISMOS AQUÁTICOS

Relativamente aos cenários de libertação de «substâncias perigosas» para os organismos aquáticos, de entre as substâncias relevantes em termos de quantidade presentes no estabelecimento, apenas o gasóleo apresenta características que os classificam como perigosos para os organismos aquáticos sendo enquadrado na categoria de perigo E2 sendo que este produto se enquadra igualmente em outras categorias de perigo, nomeadamente inflamáveis (P5c).

De referir que todos o gasóleo é armazenado em um reservatório aéreo instalado em bacia de retenção em betão com uma capacidade para contar a capacidade máxima do reservatório (20 m^3) num local francamente aberto e de pouco movimento de veículos, sendo que apenas os equipamentos utilizados na movimentação mecânica de cargas acedem com regularidade ao local para reabastecer.

Acresce que, na envolvente próxima não existem cursos ou mananciais de água relevantes.

O cais de descarga constitui igualmente uma plataforma impermeável circundada em todo o perímetro por dispositivos de recolha de eventuais derrames ligados às bacias de recolha.

Assim, tendo em conta os recursos hídricos existentes na envolvente e as suas características e os meios de recolha e contenção existentes no estabelecimento, considera-se como sendo muito pouco provável a ocorrência de contaminação de recursos hídricos como consequência de perda de contenção

de produtos classificados como perigosos para os organismos aquáticos no estabelecimento de Ovar da Flex2000.

4 DETERMINAÇÃO DAS ZONAS DE PERIGOSIDADE

Tendo em conta os resultados obtidos na modelação dos cenários selecionados e os limiares definidos na tabela 9, identificam-se as zonas de perigosidade representadas nas figuras abaixo. Para a definição das zonas de perigosidade foram os representados os maiores alcances de cada um dos efeitos de referência obtidos na modelação dos cenários, nomeadamente os valores correspondentes ao limiar da possibilidade de ocorrência de letalidade e o limiar da possibilidade de ocorrência de efeitos irreversíveis na saúde humana, que se designam, respetivamente por: zona de letalidade e por zona de efeitos irreversíveis.

Tabela 11 - Resumo das zonas de perigosidade

Cenário	Limiar de Efeitos Irreversíveis (m)	Limiar da Letalidade (m)
Cenário A - Rotura (10 mm) de cisterna de TDI	377	112
Cenário B - Rotura (total) de braço descarga de TDI	132	--
Cenário C - Rotura (10%) de braço descarga TDI	154	--
Cenário D - Rotura (total) de tubagem TDI p/ processo	427	115
Cenário E - Rotura (10%) de tubagem TDI p/ processo	460	147
Cenário F - Colapso tanque gasóleo	--	--
Cenário G - Rotura (100 mm) tanque gasóleo	12	11
Cenário H - Rotura (10 mm) tanque gasóleo	12	11
Cenário I - Rotura (total) mangueira gasóleo	14	13
Cenário J - Rotura (10%) mangueira gasóleo	14	13

As figuras seguintes representam as áreas potencialmente afetadas pelos efeitos correspondentes aos efeitos irreversíveis e aos efeitos letais dos cenários considerados.

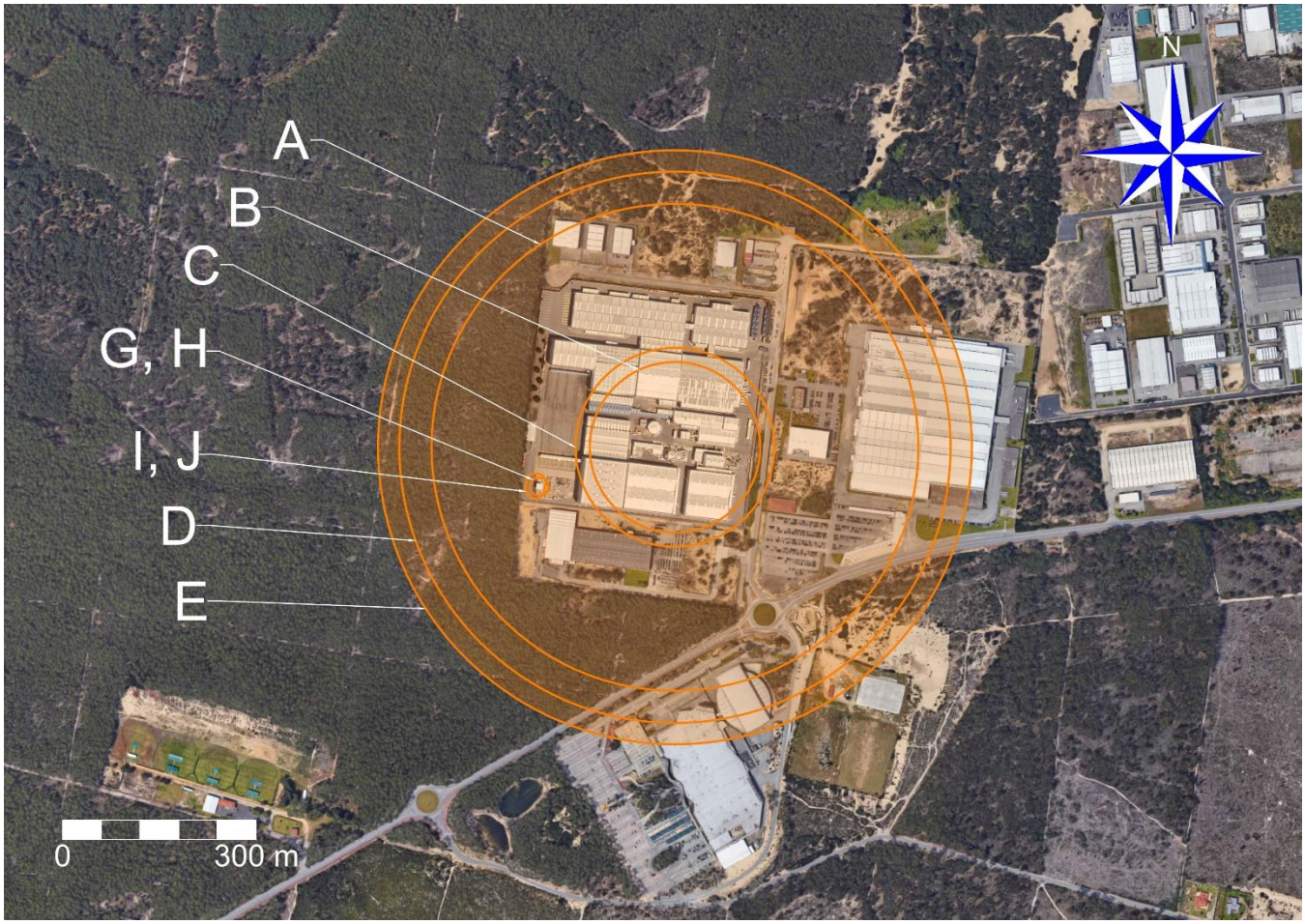


Figura 2 - Áreas potencialmente afetadas pelo limiar de efeitos irreversíveis

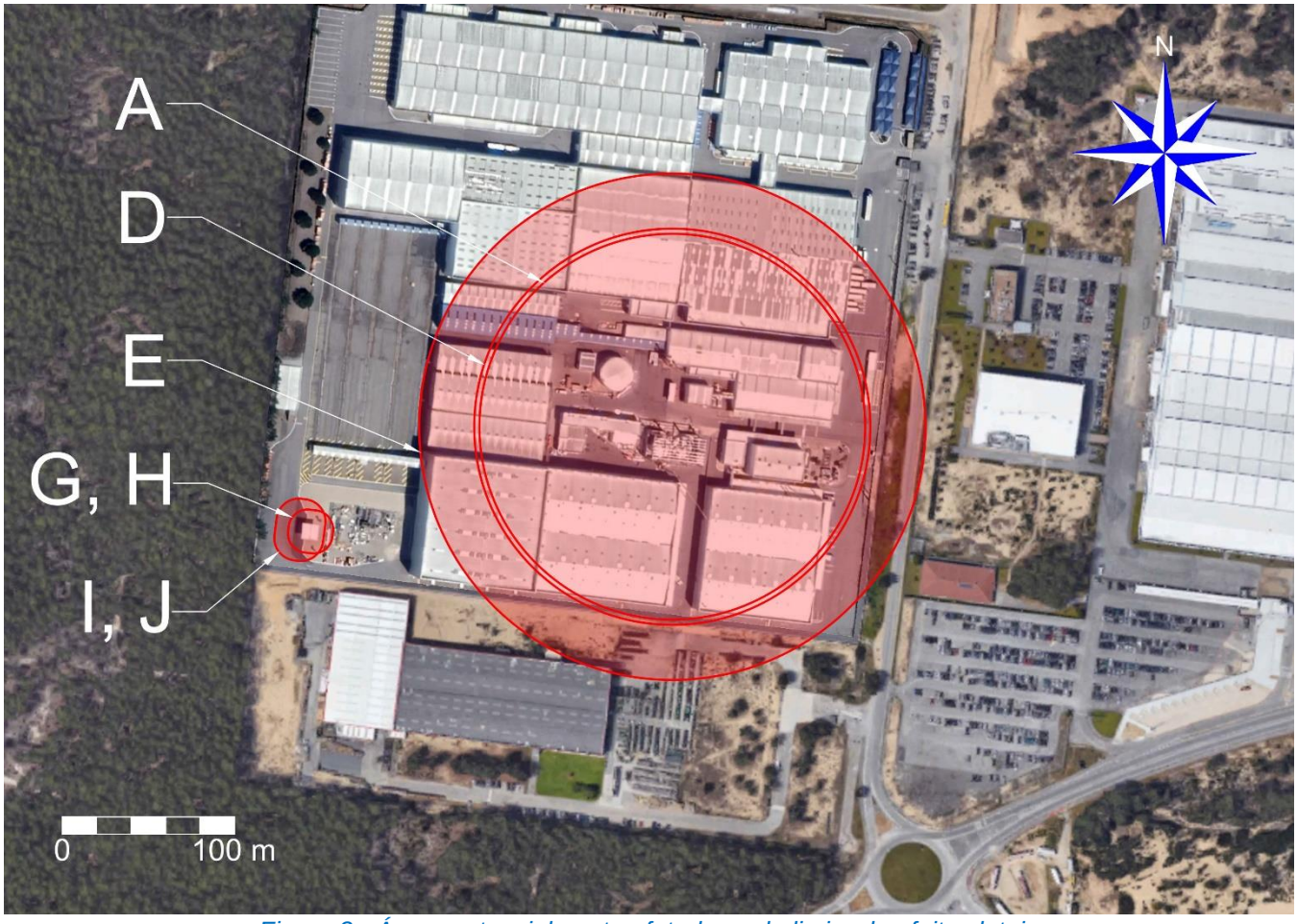


Figura 3 - Áreas potencialmente afetadas pelo limiar de efeitos letais

5 CARACTERIZAÇÃO DA VULNERABILIDADE DA ENVOLVENTE

Como se pôde verificar na secção anterior, as zonas de perigosidade obtidas, com exceção de alguns cenários envolvendo o TDI, ficam, em regra, confinadas ao perímetro do estabelecimento da Flex2000. Dos alcances obtidos nas modelações efetuadas, para os cenários de acidente considerados representativos, conclui-se para estes acidentes que não afetam qualquer infraestrutura relevante na envolvente próxima pelo que não é previsível que venham a ocorrer danos pessoais, materiais ou ambientais relevantes pelos referidos efeitos dos cenários de acidente.

No que se refere aos cenários envolvendo a armazenagem de TDI verifica-se que os eventos considerados têm o potencial para afetar áreas para além dos limites físicos do estabelecimento, sendo que as áreas potencialmente afetadas são outros estabelecimentos industriais instalados na zona industrial, não afetando áreas residenciais ou outro tipo de ocupação, nomeadamente estabelecimentos públicos, escolares ou comerciais.

Há, no entanto, que ter em conta que, por uma lado, as áreas efetivamente perigosas (afetadas por concentrações AEGL-3) ficarão dentro do perímetro do estabelecimento ou a curtas distâncias depois deste limite e que, por outro, a determinação da probabilidade de ocorrência destes cenários e dos seu eventos perigosos foi efetuada tendo em conta a pior situação possível, sem ter em conta eventuais características específicas dos equipamentos envolvidos, maximizando a probabilidade de ocorrência dos eventos iniciadores e, consequentemente, dos eventos perigosos associados.

5.1 ELEMENTOS CONSTRUÍDOS

O estabelecimento está implantado numa zona classificada na Carta de Ordenamento do Plano Diretor Municipal de Ovar como sendo ***espaços de atividades económicas***, não se verificando a existência de qualquer edificado de habitação, comercial ou que se possa considerar como local de concentração significativa de pessoas num raio de mais de trezentos metros.

Esta distância é superior ao alcance previsível da generalidade dos efeitos relevantes dos cenários representativos da alteração, com exceção de alguns cenários envolvendo o TDI.

Na figura abaixo apresenta-se localização esquemática do estabelecimento com indicação da área de ampliação (não referida no presente estudo por não implicar a presença ou utilização de substâncias perigosas enquadráveis no regime de prevenção de acidentes graves).

No que diz respeito a habitações permanentes não existe qualquer ocupação deste tipo dentro da área determinada pelas zonas de perigosidade do estabelecimento (raio de 460 metros).

Dentro desta área existem alguns estabelecimentos industriais.

Em termos de outros equipamentos identificam-se a sul os seguintes:

- Centro Comercial Dolce Vita Ovar (a cerca de 460 metros);
- Arena de Ovar (pavilhão desportivo, a cerca de 320 metros);
- Centro de formação de futebol da Associação Desportiva de Ovar (a cerca de 440 metros).

Não existem na envolvente próximas outras ocupações de relevo, nomeadamente escolas, creches, estabelecimentos de saúde, lares, quarteis de bombeiros, instalações de forças de segurança ou instalações de administração local ou repartições públicas [Questão 7.18].

A figura seguinte representa as áreas sensíveis potencialmente afetas pelos efeitos dos cenários considerados e que se encontram dentro das zonas e perigosidade associadas. [Questão 7.22]

Figura 4 – Envolvente do estabelecimento da Flex2000 (área definida pelas zonas de perigosidade – Raio 460 m)

No que se refere a vias de circulação rodoviária, alguns dos cenários considerados envolvendo o TDI apenas têm o potencial para afetar a via rodoviária de acesso à zona industrial onde se encontra o estabelecimento da Flex2000. Esta via é, em regra, apenas por veículos que acedem a esta parte da zona industrial, pelo que não é espectável a afetação relevante de outros veículos. Acresce que os efeitos da exposição a concentrações se referem a uma hora de exposição ou a tempos de exposição de, no mínimo, 30 segundos e que as zonas potencialmente afetadas são vias de circulação rodoviária em que em que os utilizadores se encontram em circulação sem paragens, pode concluir-se que os efeitos potenciais sobre os ocupantes de veículos que transitem nos troços afetados venham a sofrer qualquer tipo de efeito nocivo, uma vez que o tempo de exposição é de apenas alguns segundos.

A área envolvente à instalação está delimitada a poente por espaços com coberto vegetal e de alguns terrenos agrícolas dispersos.

Na área contígua, nomeadamente num raio de mais de 800 m, não estão identificadas interfaces de transporte de passageiros, vias de comunicação importantes, escolas, lares e centros de dia para idosos ou para pessoas com deficiência, hospitais e outros estabelecimentos de saúde com internamento.

No que diz respeito aos elementos de uso dedicado ao socorro da população em caso de acidente grave, não se identificaram na envolvente próxima corpos de bombeiros, postos de forças de segurança ou estabelecimentos de saúde.

A cerca de 2700 metros, a noroeste do limite do estabelecimento da Flex2000, encontra-se a Aeroporto de Manobra n.º 1.

A figura seguinte apresenta um extrato da planta de ordenamento e planta de condicionantes com indicação da localização do estabelecimento da Flex2000 e da expansão prevista.

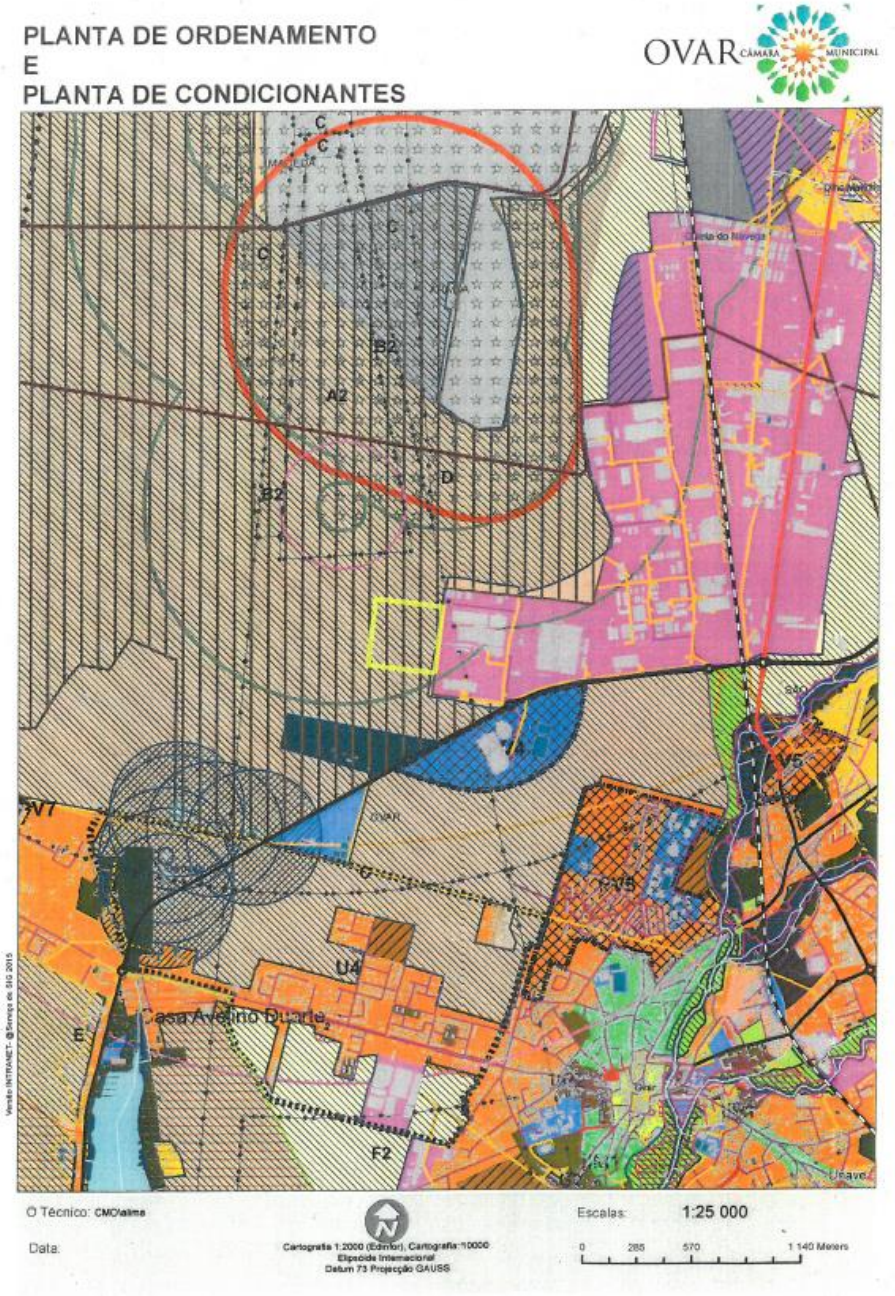


Figura 5 - Extrato da carta de ordenamento e de condicionantes

5.2 RECETORES AMBIENTALMENTE SENSÍVEIS

Não foram identificados recetores ambientalmente sensíveis, na envolvente próxima do local de implantação do estabelecimento da Flex2000.

5.3 USOS, CLASSIFICAÇÕES E QUALIFICAÇÃO DOS SOLOS

Em anexo encontram-se os extratos das cartas de solos e uso de solos, do Plano Diretor Municipal (PDM).

5.4 CARTA DA ENVOLVENTE

As cartas da envolvente, à escala 1:10 000, estão incluídas em anexo.

6 CONCLUSÃO

Da análise da estimativa da frequência dos eventos iniciadores, importa realçar que o projeto referente à alteração prevista para o estabelecimento da Flex2000 em Ovar não tem impacte significativo em termos do risco para a envolvente, destacando-se:

- Os potenciais cenários de acidente associados a perdas de contenção dos químicos presentes que são relevantes para o regime de prevenção de acidentes graves, incluindo os reservatórios das cisternas rodoviárias que operarão no estabelecimento apresentam frequências de ocorrência de incidentes bastante baixos, em que os eventos iniciadores são da ordem de 10^{-4} ou inferior;
- Refira-se que os cenários potencialmente mais gravosos envolvendo a armazenagem de Diisocianato de tolueno (TDI) apresentam probabilidades de ocorrência da ordem de 10^{-8}, sobretudo devido à opção de instalar tanques de armazenagem de contenção total (estanques à libertação de líquidos e de vapores). Esta é uma abordagem muito segura tornando muito pouco credível que uma perda de contenção de um reservatório possa originar a formação de uma nuvem tóxica no ambiente exterior, o que implicaria a falha em simultâneo da contenção secundária;
- Com exceção dos cenários envolvendo o TDI, o impacto decorrente dos cenários de perda de contenção dos produtos perigosos (total/parcial) de reservatório/contentor, tubagem e/ou mangueira ou braço de carga/descarga são limitados e não afeta qualquer ponto sensível na envolvente.

Tendo como base a análise de riscos realizada, conclui-se que apenas a rotura de tubagem de envio de TDI para o processo apresenta um valor de probabilidade de ocorrência mais elevado, devido ao comprimento das tubagens. Ainda assim, este evento iniciador tem uma probabilidade de ocorrência de $1{,}00E^{-06}$ e $1{,}00E^{-07}$/ano (para o evento iniciador), o que significa que se trata de um evento classificável como de probabilidade de ocorrência muito baixa, não se esperando que ocorra durante a vida útil da instalação, sendo que os eventos perigosos associados a este evento iniciador apresentam, ainda, valores de frequência inferiores, normalmente na ordem de $10E^{-05}$/ano ou inferiores.

No que concerne à vulnerabilidade da envolvente, conclui-se:

- A área de implantação do estabelecimento da Flex2000 apresenta uma envolvente terrestre caracterizada por uma ocupação industrial e rural, sem condicionantes, sobretudo sensíveis. As áreas das zonas de perigosidade que atualmente não se encontram ocupadas, enquadram-se no PDM, pelo que a ocupação prevista será dedicada a estabelecimentos industriais, sendo que, na generalidade, as zonas em causa ficarão contidas dentro dos limites do estabelecimento;
- No que se refere à área de expansão onde se desenvolve o novo projeto esta insere-se em Solo Rural – Espaço Florestal de Conservação, nos termos do mesmo regulamento do PDM. Está totalmente inserida em Regime Florestal e em Regime da REN (Reserva Ecológica Nacional), como área de máxima infiltração e dunas, e classificada como Risco de Incêndio Médio. Saliente-se, no entanto, que a localização do projeto foi viabilizada por via do RERAE (ver capítulo 3 do EIA), estando a Câmara Municipal de Ovar a promover, nos termos do seu art.º 12º, a necessária e competente alteração do regulamento do PDM, para acomodar a pretensão;

- As zonas de perigosidade não têm, em regra, impacte em habitações, edifícios que recebem público, edifícios escolares, edifícios públicos, infraestruturas, linhas elétricas de alta tensão ou património arquitetónico e arqueológico;
- No que diz respeito a estabelecimentos comerciais considera-se que parte do centro comercial existente a sul do estabelecimento da Flex2000 poderá ser parcialmente afetado por efeitos irreversíveis decorrentes de uma rotura (total ou parcial) de tubagem de envio de TDI para o processo, em determinadas condições meteorológicas;
- As condições referidas no parágrafo anterior aplicam-se igualmente ao pavilhão multiusos "Arena João Gonçalves", integrado no perímetro do centro comercial anteriormente referido e que, nas mesmas circunstâncias em que aquele possa ser afetado, também este o será. A ocupação deste espaço é contudo bastante mais irregular, considerando-se a situação mais gravosa aquela em que, na ocasião esteja a ocorrer um evento com a presença de público;
- Os elementos construídos abrangidos pelas zonas de letalidade para uma hora de exposição ficam, em regra, confinados no interior do perímetro da instalação ou em estabelecimentos industriais na envolvente próxima a nascente e norte, não se identificando outros estabelecimentos potencialmente afetados por este tipo de efeitos pelo que não é espectável a ocorrência de danos pessoais fora do estabelecimento, incluindo na estrada de acesso ao mesmo;
- As zonas de perigosidade decorrentes da alteração prevista não têm impacte sobre recetores ambientalmente sensíveis, nomeadamente REN, cursos de água e respetivos leitos e margens;
- Os acidentes graves suscetíveis de ocorrer estão associados à perda de contenção de produtos, não se prevendo a ocorrência de contaminação do ambiente.

De acordo com o PDM (plantas em anexo), o estabelecimento da Flex2000 encontra-se instalado num espaço classificado como sendo Espaços Para Atividades Económicas. A envolvente próxima do estabelecimento são ou espaços com a mesma classificação ou Espaço Florestal de Conservação, Espaço de Equipamentos e um espaço abrangido pelo Plano de Pormenor Núcleo Desportivo Norte de Ovar.

De acordo com o Regulamento do PDM e com as cartas associadas a atividade desenvolvida pelo estabelecimento da Flex2000 é compatível com a classificação do solo onde se encontra instalado, incluindo a ocupação após a alteração prevista.

No que respeita à envolvente, nomeadamente ao alcance das zonas de perigosidade abrange espaços para atividades económicas, espaços florestais de conservação e uma parte de espaço de equipamentos, não tendo sido encontrado no Regulamento do PDM qualquer condicionantes destes espaços com a atividade da Flex2000. [Questão 7.23]

Em conclusão, tendo em consideração o exposto, considera-se que o projeto em estudo, nomeadamente a alteração prevista para o estabelecimento da Flex2000, em Ovar, tem um reduzido impacte no nível de risco de acidentes graves.

Neste sentido, tendo em conta os cenários considerados e os seus efeitos, bem como a ocupação da envolvente, considera-se que a alteração objeto do presente estudo é compatível com a envolvente.

ANEXO A – LOCALIZAÇÃO DO ESTABELECIMENTO E DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS.

Para maior detalhe consultar memória descritiva do projeto e estudo de impacte ambiental.

ANEXO B – CARTOGRAFIA

Incluem-se neste anexo as plantas seguintes:

- Extrato da planta de condicionantes – RAN
- Extrato da planta de condicionantes – REN
- Extrato da planta de ordenamento
- Extrato da planta de condicionantes – Outras condicionantes

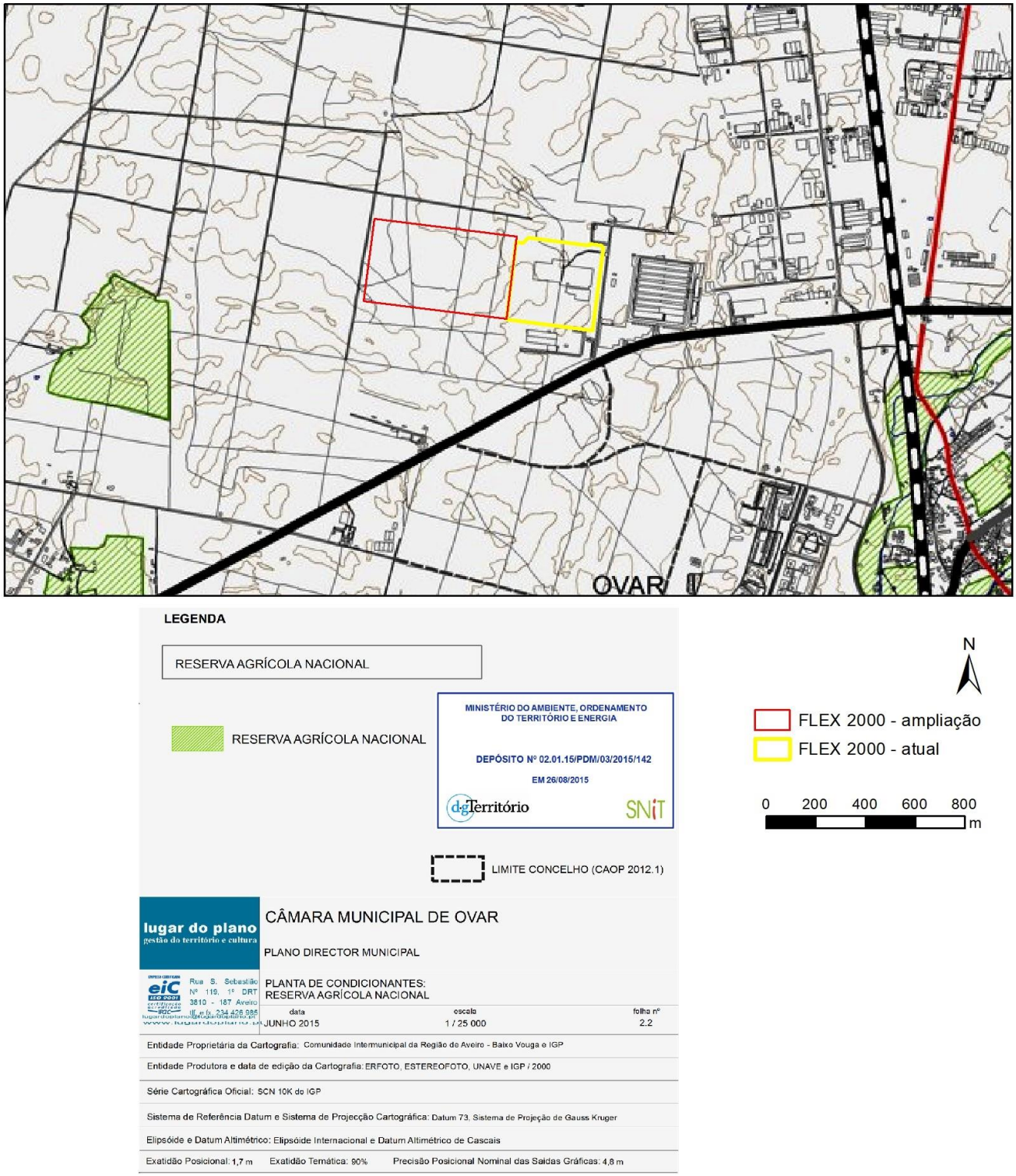


Figura 6 - Extrato da planta de condicionantes - RAN

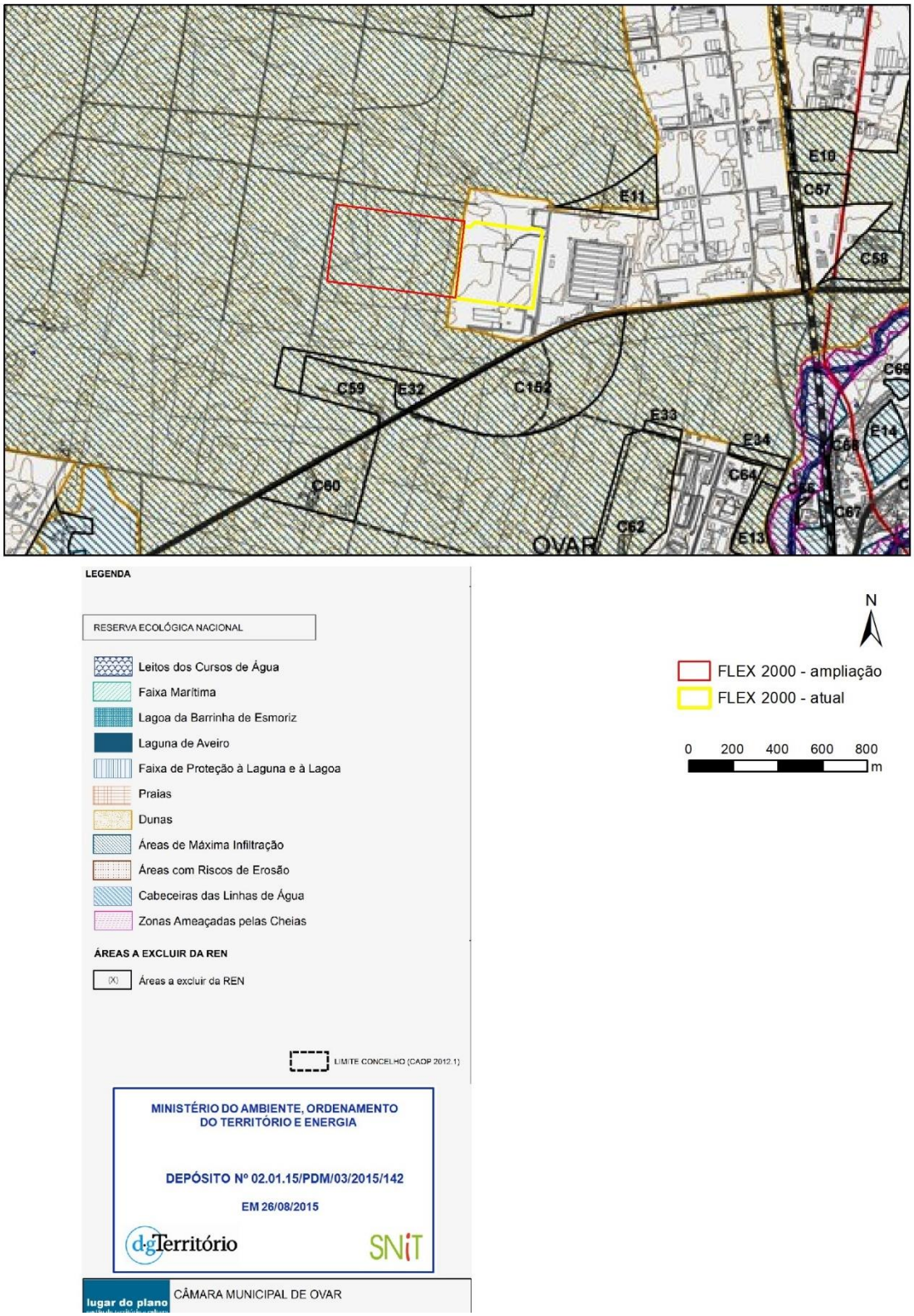


Figura 7 - Extrato da planta de condicionantes – REN

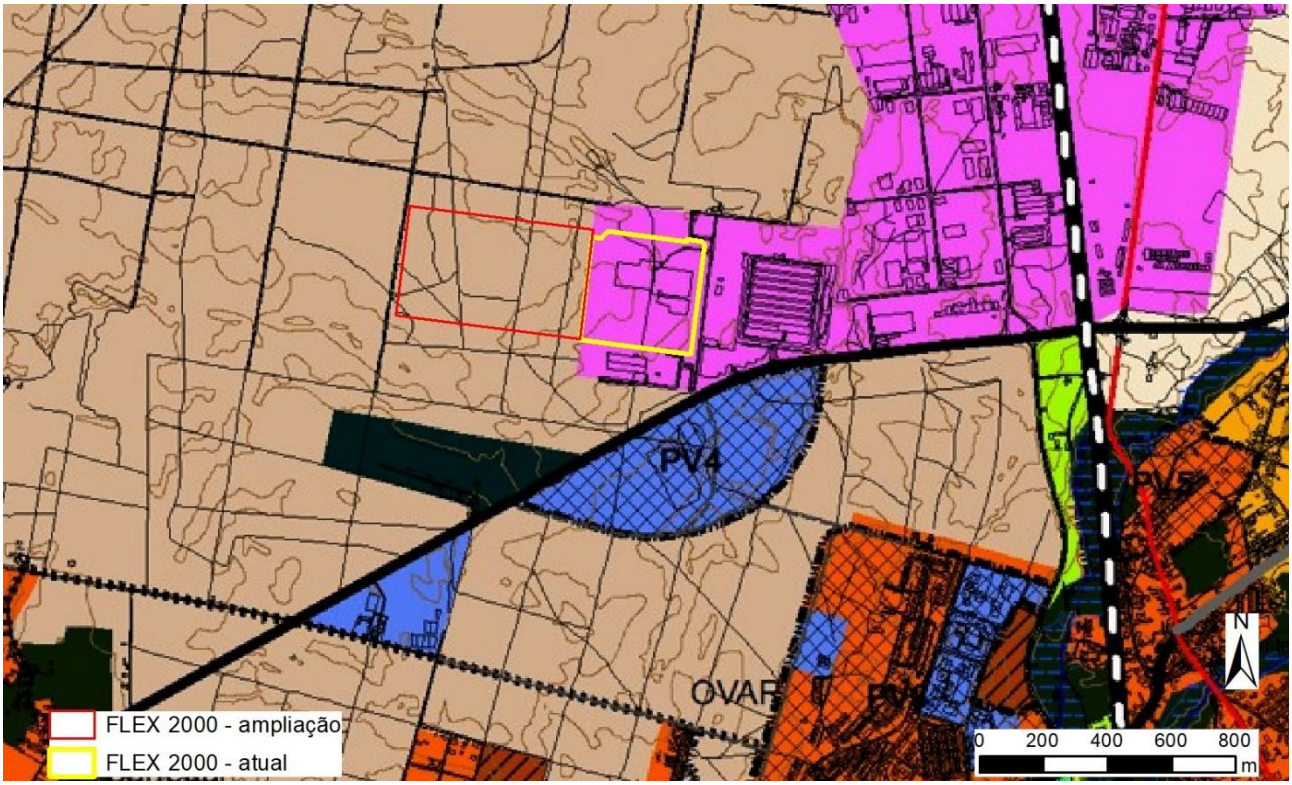
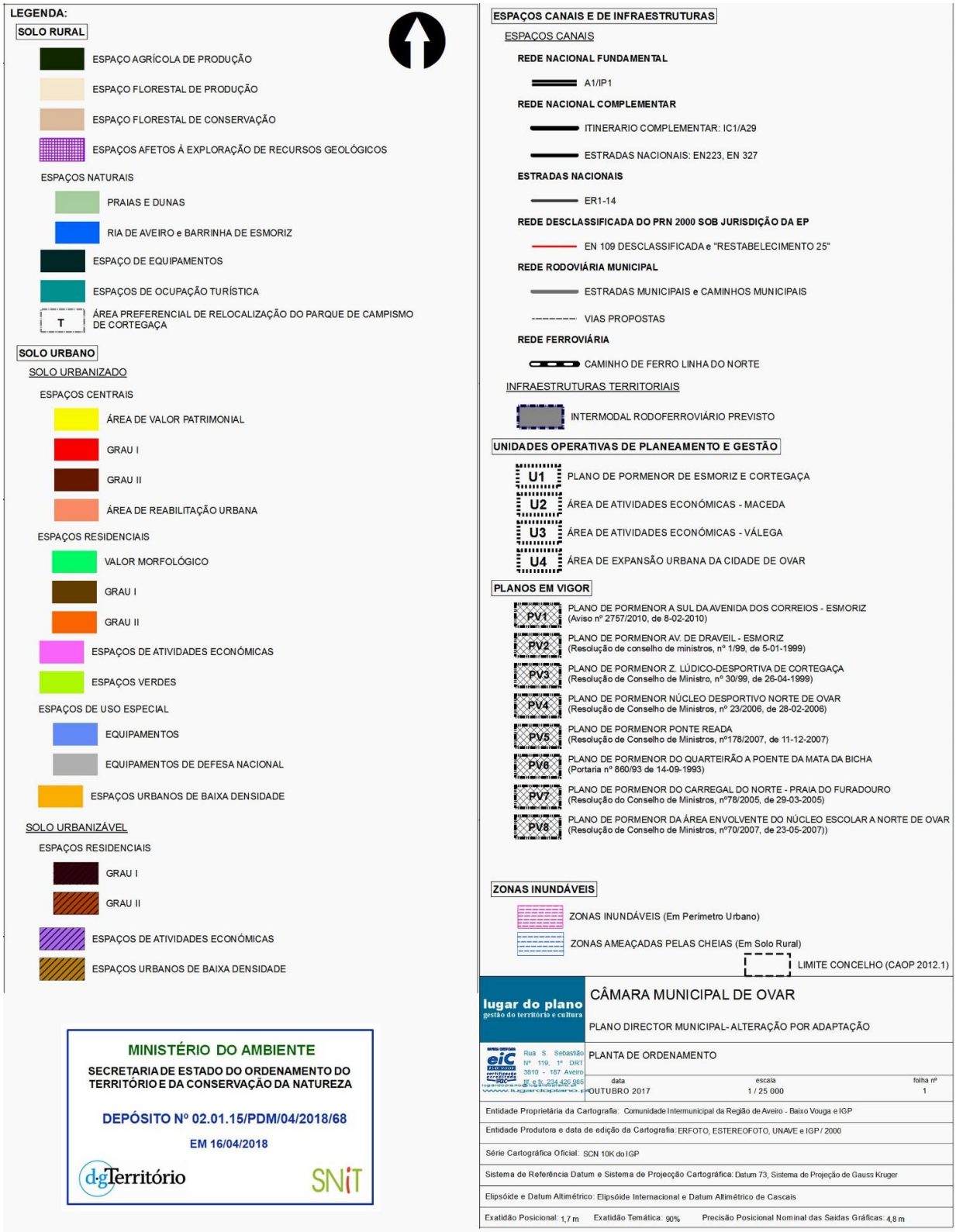


Figura 8 - Extrato da planta de ordenamento


LEGENDA:
SOLO RURAL
ESPAÇO AGRÍCOLA DE PRODUÇÃO
ESPAÇO FLORESTAL DE PRODUÇÃO
ESPAÇO FLORESTAL DE CONSERVAÇÃO
ESPAÇOS AFETOS À EXPLORAÇÃO DE RECURSOS GEOLÓGICOS
ESPAÇOS NATURAIS
PRAIAS E DUNAS
RIA DE AVEIRO e BARRINHA DE ESMORIZ
ESPAÇO DE EQUIPAMENTOS
ESPAÇOS DE OCUPAÇÃO TURÍSTICA
T
ÁREA PREFERENCIAL DE RELOCALIZAÇÃO DO PARQUE DE CAMPISMO DE CORTEGAÇA
SOLO URBANO
SOLO URBANIZADO
ESPAÇOS CENTRAIS
ÁREA DE VALOR PATRIMONIAL
GRAU I
GRAU II
ÁREA DE REABILITAÇÃO URBANA
ESPAÇOS RESIDENCIAIS
VALOR MORFOLÓGICO
GRAU I
GRAU II
ESPAÇOS DE ATIVIDADES ECONÓMICAS
ESPAÇOS VERDES
ESPAÇOS DE USO ESPECIAL
EQUIPAMENTOS
EQUIPAMENTOS DE DEFESA NACIONAL
ESPAÇOS URBANOS DE BAIXA DENSIDADE
SOLO URBANIZÁVEL
ESPAÇOS RESIDENCIAIS
GRAU I
GRAU II
ESPAÇOS DE ATIVIDADES ECONÓMICAS
ESPAÇOS URBANOS DE BAIXA DENSIDADE
MINISTÉRIO DO AMBIENTE
SECRETARIA DE ESTADO DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E DA CONSERVAÇÃO DA NATUREZA
DEPÓSITO Nº 02.01.15/PDM/04/2018/68
EM 16/04/2018
dgTerritório
SNIT
ESPAÇOS CANAIS E DE INFRAESTRUTURAS
ESPAÇOS CANAIS
REDE NACIONAL FUNDAMENTAL
A1/IP1
REDE NACIONAL COMPLEMENTAR
ITINERARIO COMPLEMENTAR: IC1/A29
ESTRADAS NACIONAIS: EN223, EN 327
ESTRADAS NACIONAIS
ER1-14
REDE DESCLASSIFICADA DO PRN 2000 SOB JURISDIÇÃO DA EP
EN 109 DESCLASSIFICADA e "RESTABELECIMENTO 25"
REDE RODOVIÁRIA MUNICIPAL
ESTRADAS MUNICIPAIS e CAMINHOS MUNICIPAIS
VIAS PROPOSTAS
REDE FERROVIÁRIA
CAMINHO DE FERRO LINHA DO NORTE
INFRAESTRUTURAS TERRITORIAIS
INTERMODAL RODOFERROVIÁRIO PREVISTO
UNIDADES OPERATIVAS DE PLANEAMENTO E GESTÃO
U1 PLANO DE PORMENOR DE ESMORIZ E CORTEGAÇA
U2 ÁREA DE ATIVIDADES ECONÓMICAS - MACEDA
U3 ÁREA DE ATIVIDADES ECONÓMICAS - VÁLEGA
U4 ÁREA DE EXPANSÃO URBANA DA CIDADE DE OVAR
PLANOS EM VIGOR
PV1 PLANO DE PORMENOR A SUL DA AVENIDA DOS CORREIOS - ESMORIZ (Aviso nº 2757/2010, de 8-02-2010)
PV2 PLANO DE PORMENOR AV. DE DRAVEIL - ESMORIZ (Resolução de conselho de ministros, nº 1/99, de 5-01-1999)
PV3 PLANO DE PORMENOR Z. LÚDICO-DESPORTIVA DE CORTEGAÇA (Resolução de Conselho de Ministro, nº 30/99, de 26-04-1999)
PV4 PLANO DE PORMENOR NÚCLEO DESPORTIVO NORTE DE OVAR (Resolução de Conselho de Ministros, nº 23/2006, de 28-02-2006)
PV5 PLANO DE PORMENOR PONTE READA (Resolução de Conselho de Ministros, nº178/2007, de 11-12-2007)
PV6 PLANO DE PORMENOR DO QUARTEIRÃO A POENTE DA MATA DA BICHA (Portaria nº 860/93 de 14-09-1993)
PV7 PLANO DE PORMENOR DO CARREGAL DO NORTE - PRAIA DO FURADOURO (Resolução do Conselho de Ministros, nº78/2005, de 29-03-2005)
PV8 PLANO DE PORMENOR DA ÁREA ENVOLVENTE DO NÚCLEO ESCOLAR A NORTE DE OVAR (Resolução de Conselho de Ministros, nº70/2007, de 23-05-2007))
ZONAS INUNDÁVEIS
ZONAS INUNDÁVEIS (Em Perímetro Urbano)
ZONAS AMEAÇADAS PELAS CHEIAS (Em Solo Rural)
LIMITE CONCELHO (CAOP 2012.1)
lugar do plano
gestão do território e cultura
CÂMARA MUNICIPAL DE OVAR
PLANO DIRECTOR MUNICIPAL- ALTERAÇÃO POR ADAPTAÇÃO
PLANTA DE ORDENAMENTO
data
OUTUBRO 2017
escala
1 / 25 000
folha nº
1
Entidade Proprietária da Cartografia: Comunidade Intermunicipal da Região de Aveiro - Baixo Vouga e IGP
Entidade Produtora e data de edição da Cartografia: ERFOTO, ESTEREOFOTO, UNAVE e IGP / 2000
Série Cartográfica Oficial: SCN 10K do IGP
Sistema de Referência Datum e Sistema de Projecção Cartográfica: Datum 73, Sistema de Projeção de Gauss Kruger
Elipsóide e Datum Altimétrico: Elipsóide Internacional e Datum Altimétrico de Cascais
Exatidão Posicional: 1,7 m
Exatidão Temática: 90%
Precisão Posicional Nominal das Saidas Gráficas: 4,8 m

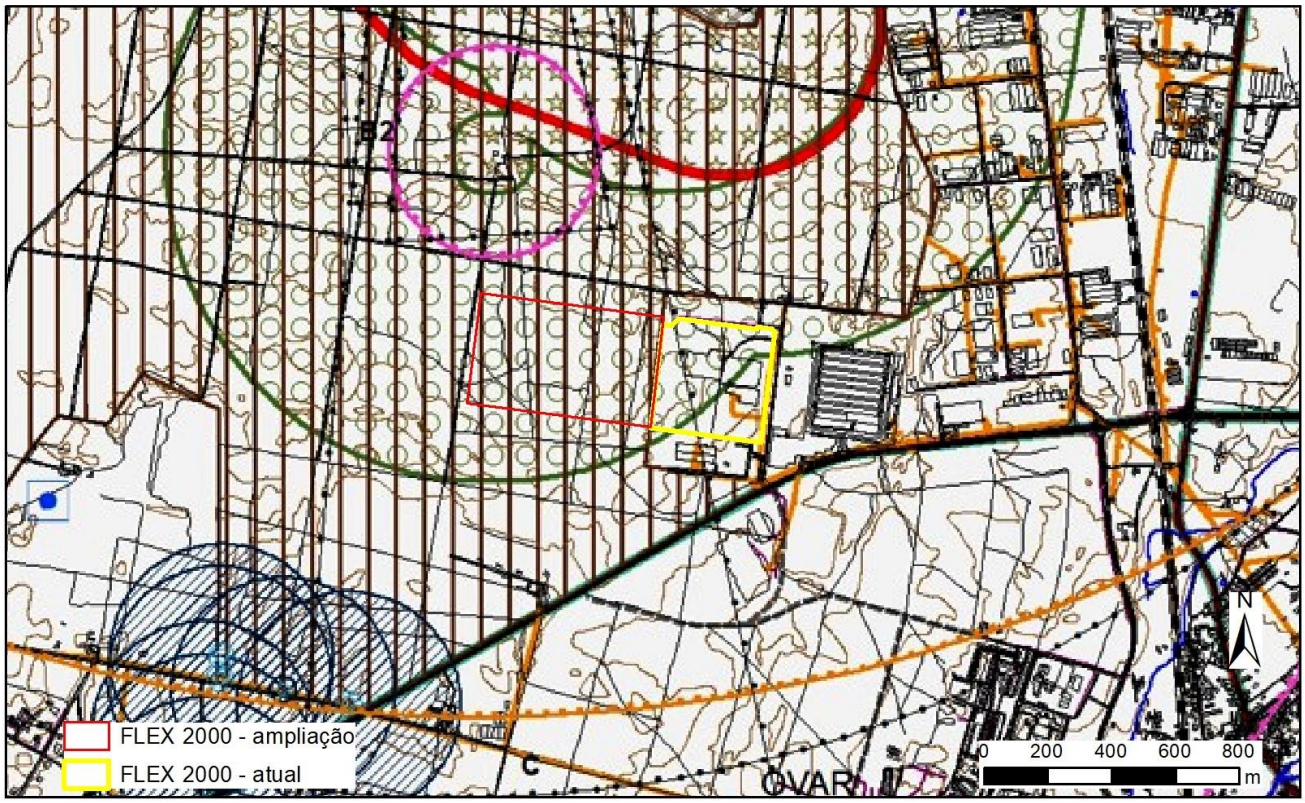
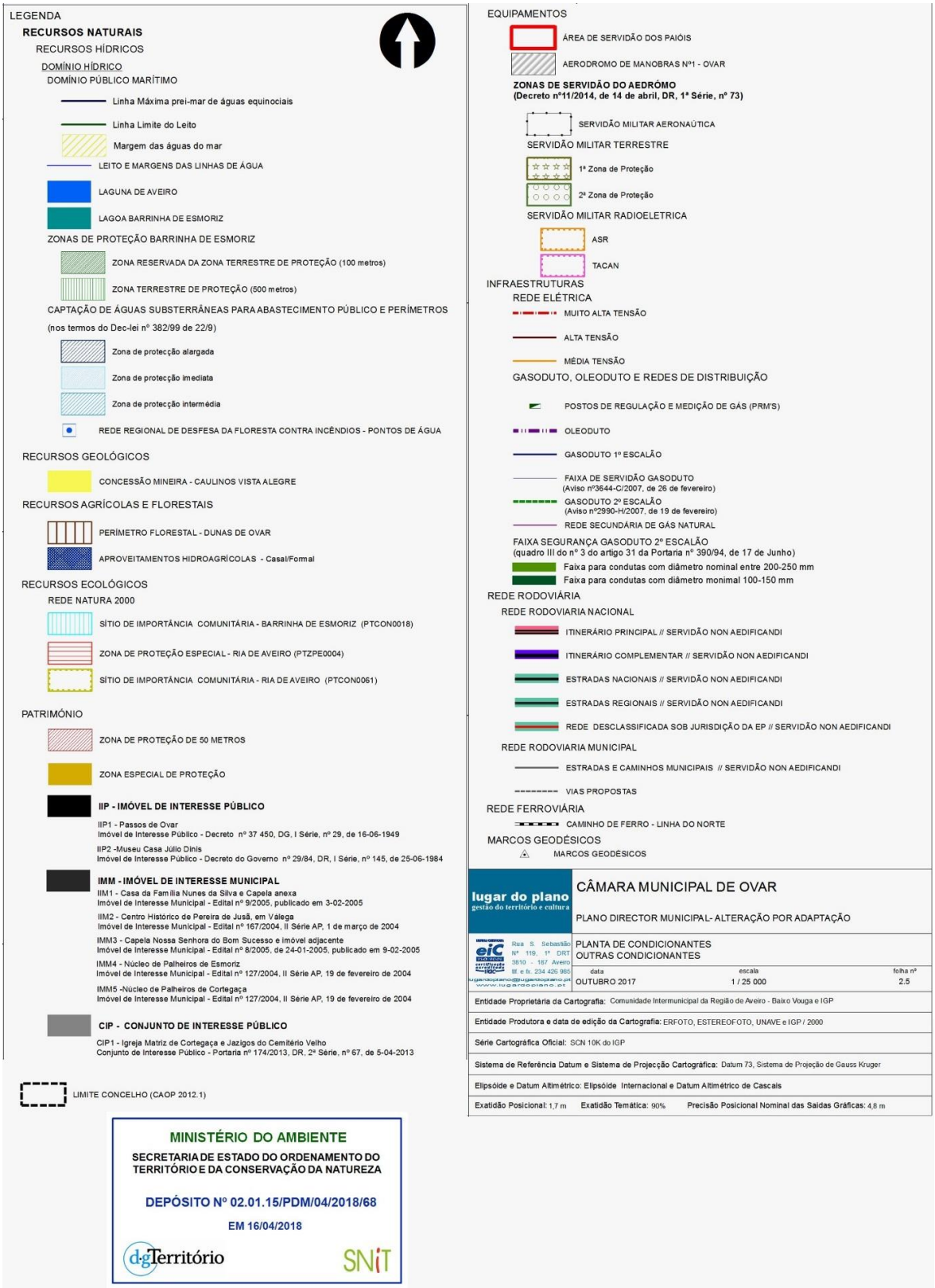


Figura 9 - Extrato da planta de condicionantes - Outras condicionantes


LEGENDA
RECURSOS NATURAIS
RECURSOS HÍDRICOS
DOMÍNIO HÍDRICO
DOMÍNIO PÚBLICO MARÍTIMO
Linha Máxima prei-mar de águas equinociais
Linha Limite do Leito
Margem das águas do mar
LEITO E MARGENS DAS LINHAS DE ÁGUA
LAGUNA DE AVEIRO
LAGOA BARRINHA DE ESMORIZ
ZONAS DE PROTEÇÃO BARRINHA DE ESMORIZ
ZONA RESERVADA DA ZONA TERRESTRE DE PROTEÇÃO (100 metros)
ZONA TERRESTRE DE PROTEÇÃO (500 metros)
CAPTAÇÃO DE ÁGUAS SUBSTERRÂNEAS PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO E PERÍMETROS
(nos termos do Dec-lei nº 382/99 de 22/9)
Zona de protecção alargada
Zona de protecção imediata
Zona de protecção intermédia
REDE REGIONAL DE DESFESA DA FLORESTA CONTRA INCÊNDIOS - PONTOS DE ÁGUA
RECURSOS GEOLÓGICOS
CONCESSÃO MINEIRA - CAULINOS VISTA ALEGRE
RECURSOS AGRÍCOLAS E FLORESTAIS
PERÍMETRO FLORESTAL - DUNAS DE OVAR
APROVEITAMENTOS HIDROAGRÍCOLAS - Casal/Formal
RECURSOS ECOLÓGICOS
REDE NATURA 2000
SÍTIO DE IMPORTÂNCIA COMUNITÁRIA - BARRINHA DE ESMORIZ (PTCON0018)
ZONA DE PROTEÇÃO ESPECIAL - RIA DE AVEIRO (PTZPE0004)
SÍTIO DE IMPORTÂNCIA COMUNITÁRIA - RIA DE AVEIRO (PTCON0061)
PATRIMÓNIO
ZONA DE PROTEÇÃO DE 50 METROS
ZONA ESPECIAL DE PROTEÇÃO
IIP - IMÓVEL DE INTERESSE PÚBLICO
IIP1 - Passos de Ovar
Imóvel de Interesse Público - Decreto nº 37 450, DG, I Série, nº 29, de 16-06-1949
IIP2 -Museu Casa Júlio Dinis
Imóvel de Interesse Público - Decreto do Governo nº 29/84, DR, I Série, nº 145, de 25-06-1984
IMM - IMÓVEL DE INTERESSE MUNICIPAL
IIM1 - Casa da Família Nunes da Silva e Capela anexa
Imóvel de Interesse Municipal - Edital nº 9/2005, publicado em 3-02-2005
IIM2 - Centro Histórico de Pereira de Jussã, em Valega
Imóvel de Interesse Municipal - Edital nº 167/2004, II Série AP, 1 de março de 2004
IMM3 - Capela Nossa Senhora do Bom Sucesso e imóvel adjacente
Imóvel de Interesse Municipal - Edital nº 8/2005, de 24-01-2005, publicado em 9-02-2005
IMM4 - Núcleo de Palheiros de Esmoriz
Imóvel de Interesse Municipal - Edital nº 127/2004, II Série AP, 19 de fevereiro de 2004
IMM5 -Núcleo de Palheiros de Cortegaça
Imóvel de Interesse Municipal - Edital nº 127/2004, II Série AP, 19 de fevereiro de 2004
CIP - CONJUNTO DE INTERESSE PÚBLICO
CIP1 - Igreja Matriz de Cortegaça e Jazigos do Cemitério Velho
Conjunto de Interesse Público - Portaria nº 174/2013, DR, 2ª Série, nº 67, de 5-04-2013
LIMITE CONCELHO (CAOP 2012.1)
MINISTÉRIO DO AMBIENTE
SECRETARIA DE ESTADO DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E DA CONSERVAÇÃO DA NATUREZA
DEPÓSITO Nº 02.01.15/PDM/04/2018/68
EM 16/04/2018
dgTerritório
SNIT
EQUIPAMENTOS
ÁREA DE SERVIDÃO DOS PAIÓIS
AERODROMO DE MANOBRAS Nº1 - OVAR
ZONAS DE SERVIDÃO DO AEDRÓMO
(Decreto nº11/2014, de 14 de abril, DR, 1ª Série, nº 73)
SERVIDÃO MILITAR AERONAÚTICA
SERVIDÃO MILITAR TERRESTRE
1ª Zona de Proteção
2ª Zona de Proteção
SERVIDÃO MILITAR RADIOELETRICA
ASR
TACAN
INFRAESTRUTURAS
REDE ELÉTRICA
MUITO ALTA TENSÃO
ALTA TENSÃO
MÉDIA TENSÃO
GASODUTO, OLEODUTO E REDES DE DISTRIBUIÇÃO
POSTOS DE REGULAÇÃO E MEDIÇÃO DE GÁS (PRM'S)
OLEODUTO
GASODUTO 1º ESCALÃO
FAIXA DE SERVIDÃO GASODUTO
(Aviso nº3644-C/2007, de 26 de fevereiro)
GASODUTO 2º ESCALÃO
(Aviso nº2990-H/2007, de 19 de fevereiro)
REDE SECUNDÁRIA DE GÁS NATURAL
FAIXA SEGURANÇA GASODUTO 2º ESCALÃO
(quadro III do nº 3 do artigo 31 da Portaria nº 390/94, de 17 de Junho)
Faixa para condutas com diâmetro nominal entre 200-250 mm
Faixa para condutas com diâmetro monimal 100-150 mm
REDE RODOVIÁRIA
REDE RODOVIARIA NACIONAL
ITINERÁRIO PRINCIPAL // SERVIDÃO NON AEDIFICANDI
ITINERÁRIO COMPLEMENTAR // SERVIDÃO NON AEDIFICANDI
ESTRADAS NACIONAIS // SERVIDÃO NON AEDIFICANDI
ESTRADAS REGIONAIS // SERVIDÃO NON AEDIFICANDI
REDE DESCLASSIFICADA SOB JURISDIÇÃO DA EP // SERVIDÃO NON AEDIFICANDI
REDE RODOVIARIA MUNICIPAL
ESTRADAS E CAMINHOS MUNICIPAIS // SERVIDÃO NON AEDIFICANDI
VIAS PROPOSTAS
REDE FERROVIÁRIA
CAMINHO DE FERRO - LINHA DO NORTE
MARCOS GEODÉSICOS
MARCOS GEODÉSICOS
lugar do plano
gestão do território e cultura
CÂMARA MUNICIPAL DE OVAR
PLANO DIRECTOR MUNICIPAL- ALTERAÇÃO POR ADAPTAÇÃO
Rua S. Sebastião Nº 119, 1º DRT 3810 - 187 Aveiro
tlf. e fx. 234 426 965
www.lugardoplano.pt
PLANTA DE CONDICIONANTES
OUTRAS CONDICIONANTES
data
OUTUBRO 2017
escala
1 / 25 000
folha nº
2.5
Entidade Proprietária da Cartografia: Comunidade Intermunicipal da Região de Aveiro - Baixo Vouga e IGP
Entidade Produtora e data de edição da Cartografia: ERFOTO, ESTEREOFOTO, UNAVE e IGP / 2000
Série Cartográfica Oficial: SCN 10K do IGP
Sistema de Referência Datum e Sistema de Projecção Cartográfica: Datum 73, Sistema de Projeção de Gauss Kruger
Elipsóide e Datum Altimétrico: Elipsóide Internacional e Datum Altimétrico de Cascais
Exatidão Posicional: 1,7 m
Exatidão Temática: 90%
Precisão Posicional Nominal das Saídas Gráficas: 4,8 m

ANEXO C – FICHAS DE DADOS DE SEGURANÇA DOS PRODUTOS RELEVANTES ASSOCIADOS À ALTERAÇÃO

Desmodur
T80_Bayer.pdf

ANEXO D - CENÁRIOS DE ACIDENTE GRAVE ENVOLVENDO SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS ASSOCIADOS À ALTERAÇÃO

ANEXO– CENÁRIOS DE ACIDENTE GRAVE ENVOLVENDO SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS

Cenário A - Rotura (10 mm) de cisterna abastecedora de TDI

Cenário B - Rotura (total) de braço de descarga de TDI

Cenário C - Rotura (10%) de braço de descarga de TDI

Cenário D - Rotura (total) de tubagem de envio de TDI para o processo

Cenário E - Rotura (10%) de tubagem de envio de TDI para o processo

Cenário F - Rotura (total) de reservatório de gasóleo

Cenário G - Rotura (100 mm) de reservatório de gasóleo

Cenário H - Rotura (10 mm) de reservatório de gasóleo

Cenário I - Rotura (total) de mangueira gasóleo

Cenário J - Rotura (10%) de mangueira gasóleo

Cenário A - Rotura (10 mm) de cisterna abastecedora de TDI

Condições Específicas do Acidente		

• Evento: Rotura de 10 mm de cisterna abastecedora de TDI
• Produto: Diisocianato de Tolueno (TDI)
• Condições atmosféricas:
  ○ Vento: N – 5 m/s
  ○ Estabilidade: D
  ○ Temperatura: 15,6 °C
• Duração do evento: 3600 segundos
• Diâmetro do orifício de descarga: 10 mm		

PROBABILIDADES		
Evento iniciador: 1,39 x 10^{-6}		
Incêndio: NA	**Nuvem tóxica: 1,39 x 10^{-6}**	**Flash fire/pool fire: NA**

DESCARGA

Para a determinação do caudal de descarga e da quantidade de TDI libertada em 3600 segundos foi utilizado o modelo *Liquid release* da aplicação informática Effects 12.1.0 desenvolvido pela GEXCON (Holanda/Noruega), tendo sido obtidos os resultados que se apresentam no quadro seguinte.

Tabela 12 - Rotura (10 mm) de cisterna de TDI. Efeitos da descarga

Efeito	Valor
Caudal representativo de descarga	0,338 kg/s
Quantidade libertada em 3600 s	1201 kg

Este evento vai originar um derrame no solo. Para efeitos da modelação da vaporização do TDI, foi assumido que derrame poderá ocupar até ao máximo da área do cais de descarga, circunscrita por caneletes que impedem a propagação do derrame e recolhem o TDI derramado, enviando-o para o tanque de recolha de derrames.

Para a modelação da vaporização foi utilizado o modelo Pool Evaporation da aplicação informática Effects 12.1.0 desenvolvido pela GEXCON (Holanda/Noruega), tendo sido obtidos os resultados que se apresentam no quadro seguinte.

Tabela 13 - Rotura (10 mm) de cisterna de TDI. Vaporização do derrame

Efeito	Valor
Área máxima do derrame	93 m^2
Tempo para atingir a área máxima	1672 s
Taxa de evaporação representativa	0,0024 kg/s

Efeito	Valor
Massa de TDI vaporizada em 3600 s	8,6 kg

DISPERSÃO DA NUVEM TÓXICA

De acordo com a recomendação do TNO, atendendo à densidade da mistura vapores de TDI/ar não ultrapassa em 10% a densidade do ar, para a modelação da dispersão da nuvem resultante da vaporização do TDI derramado foi utilizado o modelo Neutral Gas Concentration da aplicação informática Effects 12.1.0 desenvolvido pela GEXCON (Holanda/Noruega), tendo sido obtidos os resultados que se apresentam no quadro seguinte.

Tabela 14 - Rotura (10 mm) de cisterna de TDI. Dispersão de nuvem tóxica

Efeito	Valor
Alcance da concentração AEGL-2 (1 hora)	377 m
Largura da concentração AEGL-2 (1 hora)	24 m
Alcance da concentração AEGL-3 (1 hora)	112 m
Largura da concentração AEGL-3 (1 hora)	12 m

Estes efeitos encontram-se representados na figura seguinte.

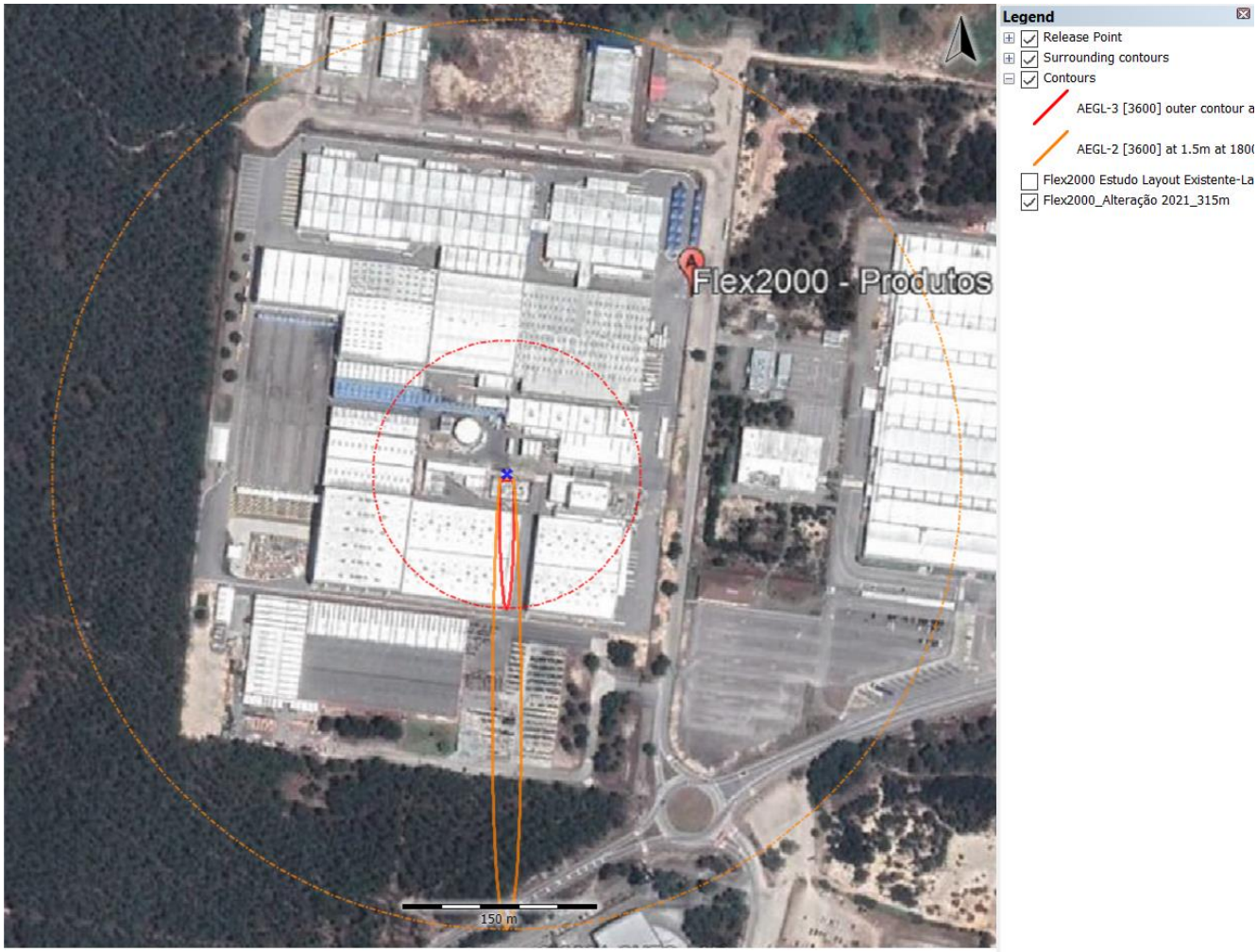


Figura 10 - Rotura (10 mm) de cisterna de TDI. Dispersão de nuvem tóxica

CONSEQUÊNCIAS

Os valores obtidos indicam que, no caso da exposição a vapores de TDI, poderão ocorrer efeitos nocivos para operadores do estabelecimento e, em menor escala, em estabelecimentos existentes na envolvente próxima. Com efeito, os resultados da modelação indicam que a concentração correspondente ao AEGL-3 a 1,5 metros ficará sempre no interior do perímetro do estabelecimento. No que se refere ao valor de concentração correspondente ao AEGL-2 a 1,5 metros poderá ultrapassar os limites físicos do estabelecimento, afetando os estabelecimentos mais próximos, nomeadamente os que se encontram a nascente e a norte do estabelecimento da Flex2000.

Importa, no entanto, referir que os valores considerados são para uma hora de exposição e que a população afetada será essencialmente de colaboradores de empresas que integram a zona industrial que, em princípio, terá condições físicas e psicológicas para adotar as medidas de autoproteção necessárias.

Model: Liquid Release - Rotura 10 mm cisterna

version: v2023.03.6a2d846 (13/03/2023)
Reference: Yellow Book, CPR-14E, 3rd edition 1997, Paragraph 2.5.4

Parameters	
Inputs	
Process Conditions	
Chemical name	2,4-TOLUENE DIISOCYANATE (DIPPR)
Initial temperature in vessel (°C)	16
Overpressure above liquid (assuming closed system) (bar)	0
Calculation Method	
Use which representative rate	Second 20% average (toxic)
Type of vessel outflow	Release through hole in vessel
Type of release calculation	Calculate until specified time
Maximum release duration (s)	3600
Process Dimensions	
Vessel volume (m3)	20
Filling degree (%)	100
Vessel type	Horizontal cylinder
Length cylinder (m)	8
Hole diameter (mm)	10
Hole rounding	Sharp edges
Height leak above tank bottom (m)	0,1
Environment	
Ambient pressure (bar)	1,015

Results	
Source Definition	
Initial mass in vessel (kg)	24488
Mass flow rate at time t (kg/s)	0,32477
Total mass released at time t (kg)	1201,2
Filling degree at time t (%)	95,094
Height of liquid at time t (m)	1,6127
Maximum mass flow rate (kg/s)	0,34267
Representative release rate (kg/s)	0,33778
Representative outflow duration (s)	1800
Representative pressure (bar)	1,2115

Contour dimensions

Other information	
Main program	EFFECTS 12.1.0.23031 Legacy
Last calculation	13/03/2023 09:42:24
Last duration	0s 673ms
Chemical database	
Chemical source	DIPPR
Chemical source date	01/05/2015

EFFECTS report created by MJMACEDO-MDR\mjmac at 13/03/2023 09:48:14

Model: Pool Evaporation Rotura 10 mm cisterna

version: v2023.03.4ac4940 (13/03/2023)
Reference: Yellow Book CPR14E 2rd 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	
Process Conditions	
Chemical name	2,4-TOLUENE DIISOCYANATE (DIPPR)
Calculation Method	
Use which representative rate	Second 20% average (toxic)
Evaporation from land or water	Land
Type of release in pool	Semi-continuous
Maximum evaluation time for evaporation (s)	3600
Source Definition	
Mass flow rate of the source (kg/s)	0,33778
Duration of the release (s)	3600
Temperature of the pool (°C)	16
Process Dimensions	
Type of pool growth on Land	Spreading in bunds
Max. pool surface area (m2)	96
Meteo Definition	
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Environment	
Temperature of the subsoil (°C)	9
Ambient temperature (°C)	15,6
Ambient pressure (bar)	1,015
Ambient relative humidity (%)	80
Solar radiation flux	Calculate value
Cloud cover (%)	5
Date: day number	1
Date: month number	7
North/South latitude of the location (deg)	42
Type of subsoil (evaporation)	Isolation concrete
Subsurface roughness description (pool)	flat sandy soil, concrete, tiles, plant-yard

Results	
Source Definition	
Time pool spreading ends (s)	1671,5
Time until pool has totally evaporated (s)	
Representative evaporation rate (kg/s)	0,0024502
Purple book representative evaporation duration (s)	3521,7
Representative temperature (°C)	64,652
Representative pool diameter (m)	10,888
Density after mixing with air (kg/m3)	1,226
Total evaporated mass (kg)	8,6289
... duration evaporation time (s)	3599,5
Pool surface area (m2)	93,111
Schmidt number used	2,0916
Environment	

Heat flux from solar radiation (kW/m2)	1,4732

Contour dimensions	

Other information	
Main program	EFFECTS 12.1.0.23031 Legacy
Last calculation	13/03/2023 09:42:24
Last duration	0s 622ms
Chemical database	
Chemical source	DIPPR
Chemical source date	01/05/2015

EFFECTS report created by MJMACEDO-MDR\mjmac at 13/03/2023 09:49:18

Model: Neutral Gas - Concentration - Rotura 10 mm cisterna

version: v2023.03.5472238 (13/03/2023)
Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Chapter 4

Parameters	
Inputs	
Process Conditions	
Chemical name	2,4-TOLUENE DIISOCYANATE (DIPPR)
Source Definition	
Type of neutral gas release	Semi-continuous
Type of continuos source	Evaporating pool release
Mass flow rate of the source (kg/s)	0,0024502
Duration of the release (s)	3521,7
Pool surface area (m2)	93,111
Process Dimensions	
Height of release (Z-coordinate) (m)	0
Meteo Definition	
Meteorological data	Pasquill
Pasquill stability class	D (Neutral)
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Predefined wind direction	N
Environment	
Ambient temperature (°C)	15,6
Ambient pressure (bar)	1,015
North/South latitude of the location (deg)	42
Roughness length description	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.
Accuracy	
Grid resolution	High
Reporting	
Time t after start release (s)	1800
Concentration averaging time (s)	20
Reporting/receiver distance (Xd) (m)	50
Reporting/receiver height (Zd) (m)	1,5
Use dynamic concentration presentation	No
Predefined concentration	No

Results	
Meteo Definition	
Mixing height used (m)	500
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (1/m)	0
Concentration Results	
Threshold concentration used (mg/m3)	0,60104
Concentration at (Xd, Yd, Zd, t) (mg/m3)	8,3944
Maximum concentration at Zd (mg/m3)	14,521
...at distance (m)	14
Stand. dev. of turbulent velocity in vert. direction used (m/s)	0,58041
Stand. dev. of turbulent velocity in horiz. direction used (m/s)	0,84462

Contour dimensions
Concentration contours

Names	Max. dist [m]	Min. dist [m]	Dist. width [m]	Max. width [m]	Value [mg/m3]
AEGL-3 [3600] outer contour at 1.5 m	112	4	23	12	3,6931
AEGL-3 [3600] at 1.5m at 1800s	112	4	23	12	3,6931
AEGL-2 [3600] outer contour at 1.5 m	377	3	188	24	0,60104
AEGL-2 [3600] at 1.5m at 1800s	377	3	188	24	0,60104

Other information	
Main program	EFFECTS 12.1.0.23031 Legacy
Last calculation	13/03/2023 09:42:24
Last duration	0s 207ms
Chemical database	
Chemical source	DIPPR
Chemical source date	01/05/2015

EFFECTS report created by MJMACEDO-MDR\mjmac at 13/03/2023 09:50:19

Cenário B - Rotura (total) de braço de descarga de TDI

Condições Específicas do Acidente		

• Evento: Rotura total de braço de descarga de TDI
• Produto: Diisocianato de Tolueno (TDI)
• Condições atmosféricas:
  ○ Vento: N – 5 m/s
  ○ Estabilidade: D
  ○ Temperatura: 15,6 °C
• Duração do evento: 120 segundos
• Diâmetro do orifício de descarga: 100 mm		

PROBABILIDADES		
Evento iniciador: 7,20 x 10^{-6}		
Incêndio: NA	**Nuvem tóxica: 7,20 x 10^{-6}**	**Flash fire/pool fire: NA**

DESCARGA

Para a determinação do caudal de descarga e da quantidade de TDI libertada em 120 segundos foi utilizado o modelo *Liquid release* da aplicação informática Effects 12.1.0 desenvolvido pela GEXCON (Holanda/Noruega), tendo sido obtidos os resultados que se apresentam no quadro seguinte.

Tabela 15 - Rotura (total) de braço de descarga de TDI. Efeitos da descarga

Efeito	Valor
Caudal representativo de descarga	32,5 kg/s
Quantidade libertada em 120 s	3839 kg

Este evento vai originar um derrame no solo. Para efeitos da modelação da vaporização do TDI, foi assumido que derrame poderá ocupar até ao máximo da área do cais de descarga, circunscrita por caneletes que impedem a propagação do derrame e recolhem o TDI derramado, enviando-o para o tanque de recolha de derrames.

Para a modelação da vaporização foi utilizado o modelo Pool Evaporation da aplicação informática Effects 12.1.0 desenvolvido pela GEXCON (Holanda/Noruega), tendo sido obtidos os resultados que se apresentam no quadro seguinte.

Tabela 16 - Rotura (total) de braço de descarga de TDI. Vaporização do derrame

Efeito	Valor
Área máxima do derrame	96 m^2
Tempo para atingir a área máxima	20 s
Taxa de evaporação representativa	0,00049 kg/s

Efeito	Valor
Massa de TDI vaporizada em 3600 s	3,07 kg

DISPERSÃO DA NUVEM TÓXICA

De acordo com a recomendação do TNO, atendendo à densidade da mistura vapores de TDI/ar não ultrapassa em 10% a densidade do ar, para a modelação da dispersão da nuvem resultante da vaporização do TDI derramado foi utilizado o modelo Neutral Gas Concentration da aplicação informática Effects 12.1.0 desenvolvido pela GEXCON (Holanda/Noruega), tendo sido obtidos os resultados que se apresentam no quadro seguinte.

Tabela 17 - Rotura (total) de braço de descarga de TDI. Dispersão de nuvem tóxica

Efeito	Valor
Alcance da concentração AEGL-2 (1 hora)	132 m
Largura da concentração AEGL-2 (1 hora)	13 m
Alcance da concentração AEGL-3 (1 hora)	NA
Largura da concentração AEGL-3 (1 hora)	NA

Estes efeitos encontram-se representados na figura seguinte.

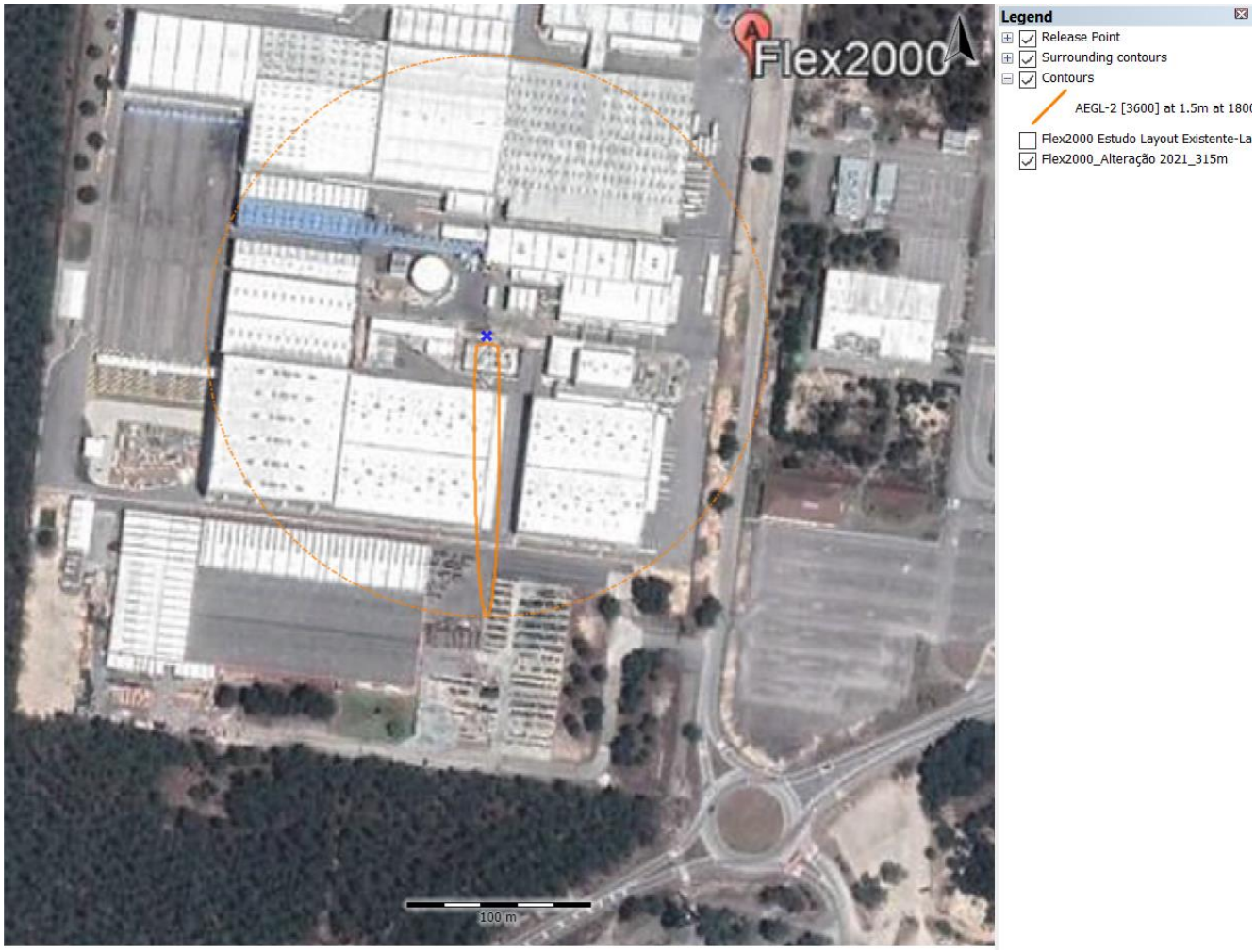


Figura 11 - Rotura (total) de braço de descarga de TDI. Dispersão de nuvem tóxica

CONSEQUÊNCIAS

Os valores obtidos indicam que, no caso da exposição a vapores de TDI, poderão ocorrer efeitos nocivos para operadores do estabelecimento não sendo espectável que as concentrações de referência afetem áreas na envolvente próxima. Com efeito, os resultados da modelação indicam que a concentração correspondente ao AEGL-3 a 1,5 metros não será atingida e que a concentração correspondente ao AEGL-2 a 1,5 metros ficará sempre no interior do perímetro do estabelecimento.

Importa, no entanto, referir que os valores considerados são para uma hora de exposição e que a população afetada será essencialmente de colaboradores da empresa que, em princípio, terá condições físicas e psicológicas para adotar as medidas de autoproteção necessárias.

Model: B - Liquid Release - Rotura total braço descarga TDI

version: v2023.03.6a2d846 (13/03/2023)
Reference: Yellow Book, CPR-14E, 3rd edition 1997, Paragraph 2.5.4

Parameters	
Inputs	
Process Conditions	
Chemical name	2,4-TOLUENE DIISOCYANATE (DIPPR)
Initial temperature in vessel (°C)	16
Overpressure above liquid (assuming closed system) (bar)	0
Calculation Method	
Use which representative rate	Second 20% average (toxic)
Type of vessel outflow	Release through hole in vessel
Type of release calculation	Calculate until specified time
Maximum release duration (s)	120
Process Dimensions	
Vessel volume (m3)	20
Filling degree (%)	100
Vessel type	Horizontal cylinder
Length cylinder (m)	8
Hole diameter (mm)	100
Hole rounding	Sharp edges
Height leak above tank bottom (m)	0,1
Environment	
Ambient pressure (bar)	1,015

Results	
Source Definition	
Initial mass in vessel (kg)	24488
Mass flow rate at time t (kg/s)	30,133
Total mass released at time t (kg)	3838,7
Filling degree at time t (%)	84,319
Height of liquid at time t (m)	1,4023
Maximum mass flow rate (kg/s)	34,267
Representative release rate (kg/s)	32,533
Representative outflow duration (s)	120
Representative pressure (bar)	1,1973

Contour dimensions

Other information	
Main program	EFFECTS 12.1.0.23031 Legacy
Last calculation	13/03/2023 09:52:37
Last duration	0s 494ms
Chemical database	
Chemical source	DIPPR
Chemical source date	01/05/2015

EFFECTS report created by MJMACEDO-MDR\mjmac at 13/03/2023 09:57:43

Model: Pool Evaporation Rotura total braço descarga TDI

version: v2023.03.4ac4940 (13/03/2023)
Reference: Yellow Book CPR14E 2rd 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	
Process Conditions	
Chemical name	2,4-TOLUENE DIISOCYANATE (DIPPR)
Calculation Method	
Use which representative rate	Second 20% average (toxic)
Evaporation from land or water	Land
Type of release in pool	Semi-continuous
Maximum evaluation time for evaporation (s)	3600
Source Definition	
Mass flow rate of the source (kg/s)	32,533
Duration of the release (s)	120
Temperature of the pool (°C)	16
Process Dimensions	
Type of pool growth on Land	Spreading in bunds
Max. pool surface area (m2)	96
Meteo Definition	
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Environment	
Temperature of the subsoil (°C)	9
Ambient temperature (°C)	15,6
Ambient pressure (bar)	1,015
Ambient relative humidity (%)	80
Solar radiation flux	Calculate value
Cloud cover (%)	5
Date: day number	1
Date: month number	7
North/South latitude of the location (deg)	42
Type of subsoil (evaporation)	Isolation concrete
Subsurface roughness description (pool)	flat sandy soil, concrete, tiles, plant-yard

Results	
Source Definition	
Time pool spreading ends (s)	20
Time until pool has totally evaporated (s)	
Representative evaporation rate (kg/s)	0,00049775
Purple book representative evaporation duration (s)	6174,5
Representative temperature (°C)	42,131
Representative pool diameter (m)	11,056
Density after mixing with air (kg/m3)	1,2256
Total evaporated mass (kg)	3,0733
... duration evaporation time (s)	3599,5
Pool surface area (m2)	96
Schmidt number used	2,0916
Environment	

Heat flux from solar radiation (kW/m2)	1,4732

Contour dimensions	

Other information	
Main program	EFFECTS 12.1.0.23031 Legacy
Last calculation	13/03/2023 09:52:37
Last duration	0s 451ms
Chemical database	
Chemical source	DIPPR
Chemical source date	01/05/2015

EFFECTS report created by MJMACEDO-MDR\mjmac at 13/03/2023 09:58:41

Model: Neutral Gas - Concentration - Rotura total braço descarga TDI

version: v2023.03.5472238 (13/03/2023)
Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Chapter 4

Parameters	
Inputs	
Process Conditions	
Chemical name	2,4-TOLUENE DIISOCYANATE (DIPPR)
Source Definition	
Type of neutral gas release	Semi-continuous
Type of continuos source	Evaporating pool release
Mass flow rate of the source (kg/s)	0,00049775
Duration of the release (s)	6174,5
Pool surface area (m2)	96
Process Dimensions	
Height of release (Z-coordinate) (m)	0
Meteo Definition	
Meteorological data	Pasquill
Pasquill stability class	D (Neutral)
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Predefined wind direction	N
Environment	
Ambient temperature (°C)	15,6
Ambient pressure (bar)	1,015
North/South latitude of the location (deg)	42
Roughness length description	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.
Accuracy	
Grid resolution	High
Reporting	
Time t after start release (s)	1800
Concentration averaging time (s)	20
Reporting/receiver distance (Xd) (m)	50
Reporting/receiver height (Zd) (m)	1,5
Use dynamic concentration presentation	No
Predefined concentration	No

Results	
Meteo Definition	
Mixing height used (m)	500
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (1/m)	0
Concentration Results	
Threshold concentration used (mg/m3)	0,60104
Concentration at (Xd, Yd, Zd, t) (mg/m3)	1,6819
Maximum concentration at Zd (mg/m3)	2,9051
...at distance (m)	14
Stand. dev. of turbulent velocity in vert. direction used (m/s)	0,58041
Stand. dev. of turbulent velocity in horiz. direction used (m/s)	0,84462

Contour dimensions
Concentration contours

Names	Max. dist [m]	Min. dist [m]	Dist. width [m]	Max. width [m]	Value [mg/m3]
AEGL-2 [3600] at 1.5m at 1800s	132	4	29	13	0,60104
AEGL-2 [3600] outer contour at 1.5 m	132	4	29	13	0,60104

Other information	
Main program	EFFECTS 12.1.0.23031 Legacy
Last calculation	13/03/2023 09:52:38
Last duration	0s 120ms
Chemical database	
Chemical source	DIPPR
Chemical source date	01/05/2015

EFFECTS report created by MJMACEDO-MDR\mjmac at 13/03/2023 09:59:36

Cenário C - Rotura (10%) de braço de descarga de TDI

Condições Específicas do Acidente		

• Evento: Rotura parcial (10%) de braço de descarga de TDI
• Produto: Diisocianato de Tolueno (TDI)
• Condições atmosféricas:
  ○ Vento: N – 5 m/s
  ○ Estabilidade: D
  ○ Temperatura: 15,6 °C
• Duração do evento: 3600 segundos
• Diâmetro do orifício de descarga: 10 mm		

PROBABILIDADES		
Evento iniciador: 7,20 x 10^{-5}		
Incêndio: NA	**Nuvem tóxica: 7,20 x 10^{-5}**	**Flash fire/pool fire: NA**

DESCARGA

Para a determinação do caudal de descarga e da quantidade de TDI libertada em 120 segundos foi utilizado o modelo *Liquid release* da aplicação informática Effects 11.4.0 desenvolvido pela GEXCON (Holanda/Noruega), tendo sido obtidos os resultados que se apresentam no quadro seguinte.

Tabela 18 - Rotura (10%) de braço de descarga de TDI. Efeitos da descarga

Efeito	Valor
Caudal representativo de descarga	1,53 kg/s
Quantidade libertada em 3600 s	5535 kg

Este evento vai originar um derrame no solo. Para efeitos da modelação da vaporização do TDI, foi assumido que derrame poderá ocupar até ao máximo da área do cais de descarga, circunscrita por caneletes que impedem a propagação do derrame e recolhem o TDI derramado, enviando-o para o tanque de recolha de derrames.

Para a modelação da vaporização foi utilizado o modelo Pool Evaporation da aplicação informática Effects 11.4.0 desenvolvido pela GEXCON (Holanda/Noruega), tendo sido obtidos os resultados que se apresentam no quadro seguinte.

Tabela 19 - Rotura (10%) de braço de descarga de TDI. Vaporização do derrame

Efeito	Valor
Área máxima do derrame	96 m^2
Tempo para atingir a área máxima	378 s
Taxa de evaporação representativa	0,00062 kg/s

Efeito	Valor
Massa de TDI vaporizada em 3600 s	2,08 kg

DISPERSÃO DA NUVEM TÓXICA

De acordo com a recomendação do TNO, atendendo à densidade da mistura vapores de TDI/ar não ultrapassa em 10% a densidade do ar, para a modelação da dispersão da nuvem resultante da vaporização do TDI derramado foi utilizado o modelo Neutral Gas Concentration da aplicação informática Effects 11.4.0 desenvolvido pela GEXCON (Holanda/Noruega), tendo sido obtidos os resultados que se apresentam no quadro seguinte.

Tabela 20 - Rotura (10%) de braço de descarga de TDI. Dispersão de nuvem tóxica

Efeito	Valor
Alcance da concentração AEGL-2 (1 hora)	154 m
Largura da concentração AEGL-2 (1 hora)	14 m
Alcance da concentração AEGL-3 (1 hora)	NA
Largura da concentração AEGL-3 (1 hora)	NA

Estes efeitos encontram-se representados na figura seguinte.

Figura 12 - Rotura (10%) de braço de descarga de TDI. Dispersão de nuvem tóxica

CONSEQUÊNCIAS

Os valores obtidos indicam que, no caso da exposição a vapores de TDI, poderão ocorrer efeitos nocivos para operadores do estabelecimento não sendo espectável que as concentrações de referência afetem áreas na envolvente próxima. Com efeito, os resultados da modelação indicam que a concentração correspondente ao AEGL-3 a 1,5 metros não será atingida e que a concentração correspondente ao AEGL-2 a 1,5 metros ficará sempre no interior do perímetro do estabelecimento.

Importa, no entanto, referir que os valores considerados são para uma hora de exposição e que a população afetada será essencialmente de colaboradores da empresa que, em princípio, terá condições físicas e psicológicas para adotar as medidas de autoproteção necessárias.

Model: Liquid Release - Rotura 10% braço descarga TDI

version: v2021.11.983b09d (25/11/2021)
Reference: Yellow Book, CPR-14E, 3rd edition 1997, Paragraph 2.5.4

Parameters	
Inputs	
Process Conditions	
Chemical name	2,4-TOLUENE DIISOCYANATE (DIPPR)
Initial temperature in vessel (°C)	16
Overpressure above liquid (assuming closed system) (bar)	3
Calculation Method	
Use which representative rate	Second 20% average (toxic)
Type of vessel outflow	Release from vessel through (a hole in) pipe
Type of release calculation	Calculate until specified time
Maximum release duration (s)	3600
Process Dimensions	
Vessel volume (m3)	2000
Filling degree (%)	85
Vessel type	Horizontal cylinder
Length cylinder (m)	20
Pipeline length (m)	5
Pipeline diameter (mm)	100
Pipeline roughness (mm)	0,045
Hole diameter (mm)	10
Hole rounding	Sharp edges
Height leak above tank bottom (m)	0,1
Height difference between pipe entrance and exit (m)	0
Environment	
Ambient pressure (bar)	1,015

Results	
Source Definition	
Initial mass in vessel (kg)	2,0815E06
Mass flow rate at time t (kg/s)	1,5238
Total mass released at time t (kg)	5534,6
Filling degree at time t (%)	84,774
Height of liquid at time t (m)	8,9185
Maximum mass flow rate (kg/s)	1,5357
Representative release rate (kg/s)	1,5339
Representative outflow duration (s)	1800
Representative pressure (bar)	5,0674

Contour Dimensions

Other Information	
Main program	EFFECTS 11.4.0.21072 Legacy
Last Calculation	25/11/2021 12:17:45
Last Duration	0s 825ms
Chemical database	
Chemical source	DIPPR
Chemical source date	01/05/2015

EFFECTS report created by MJMACEDO-MDR\mjmac at 25/11/2021 12:24:09

Model: Pool Evaporation Rotura 10%braço descarga TDI

version: v2021.11.983b09d (25/11/2021)
Reference: Yellow Book CPR14E 2rd 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	
Process Conditions	
Chemical name	2,4-TOLUENE DIISOCYANATE (DIPPR)
Calculation Method	
Use which representative rate	Second 20% average (toxic)
Evaporation from land or water	Land
Type of release in pool	Semi-continuous
Maximum evaluation time for evaporation (s)	3600
Source Definition	
Mass flow rate of the source (kg/s)	1,5339
Duration of the release (s)	3600
Temperature of the pool (°C)	16
Process Dimensions	
Type of pool growth on Land	Spreading in bunds
Maximum pool surface area (m2)	96
Meteo Definition	
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Environment	
Temperature of the subsoil (°C)	9
Ambient temperature (°C)	15,6
Ambient pressure (bar)	1,015
Ambient relative humidity (%)	80
Solar radiation flux	Calculate value
Cloud cover (%)	5
Date: day number	1
Date: month number	7
North/South latitude of the location (deg)	42
Type of subsoil (evaporation)	Isolation concrete
Subsurface roughness description (pool)	flat sandy soil, concrete, tiles, plant-yard

Results	
Source Definition	
Time pool spreading ends (s)	377,5
Time until pool has totally evaporated (s)	
Representative evaporation rate (kg/s)	0,00061533
Purple book representative evaporation duration (s)	3384,2
Representative temperature (°C)	44,851
Representative pool diameter (m)	11,056
Density after mixing with air (kg/m3)	1,2256
Total evaporated mass (kg)	2,0824
... duration evaporation time (s)	3599,5
Pool surface area (m2)	96
Schmidt number used	2,0916
Dispersion model strategy	Neutral gas
Environment	
Heat flux from solar radiation (kW/m2)	1,4732

Contour Dimensions

Other Information	
Main program	EFFECTS 11.4.0.21072 Legacy
Last Calculation	25/11/2021 12:20:21

Last Duration	0s 634ms
Chemical database	
Chemical source	DIPPR
Chemical source date	01/05/2015

EFFECTS report created by MJMACEDO-MDR\mjmac at 25/11/2021 12:24:57

Model: Neutral Gas - Concentration - Rotura 10% braço descarga TDI

version: v2021.11.f0d0fb6 (25/11/2021)
Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Chapter 4

Parameters	
Inputs	
Process Conditions	
Chemical name	2,4-TOLUENE DIISOCYANATE (DIPPR)
Source Definition	
Type of neutral gas release	Semi-continuous
Type of continuos source	Evaporating pool release
Mass flow rate of the source (kg/s)	0,00061533
Duration of the release (s)	3384,2
Pool surface area (m2)	96
Process Dimensions	
Height of release (Z-coordinate) (m)	0
Meteo Definition	
Meteorological data	Pasquill
Pasquill stability class	D (Neutral)
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Predefined wind direction	N
Environment	
Ambient temperature (°C)	15,6
Ambient pressure (bar)	1,015
North/South latitude of the location (deg)	42
Roughness length description	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.
Accuracy	
Grid resolution	High
Reporting	
Time t after start release (s)	1800
Concentration averaging time (s)	20
Distance from release centre (m)	50
Reporting/receiver height (Zd) (m)	1,5
Predefined concentration	No
Use dynamic concentration presentation	No

Results	
Meteo Definition	
Mixing height used (m)	500
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (1/m)	0
Concentration Results	
Threshold concentration used (mg/m3)	0,60104
Concentration at (Xd, Yd, Zd, t) (mg/m3)	2,0792
Maximum concentration at Zd (mg/m3)	3,5914
...at distance (m)	13,953
Stand. dev. of turbulent velocity in vert. direction used (m/s)	0,58041
Stand. dev. of turbulent velocity in horiz. direction used (m/s)	0,84462

Contour Dimensions

Concentration contours

Names	Max. Dist [m]	Min. Dist [m]	Dist. Width [m]	Max. Width [m]	Value [mg/m3]
AEGL-2 [3600] outer contour at 1.5 m	154	4	39	14	0,60104
AEGL-2 [3600] at 1.5m at 1800s	154	4	39	14	0,60104

Other Information	
Main program	EFFECTS 11.4.0.21072 Legacy
Last Calculation	25/11/2021 12:20:21
Last Duration	0s 212ms
Chemical database	

Chemical source	DIPPR
Chemical source date	01/05/2015

EFFECTS report created by MJMACEDO-MDR\mjmac at 25/11/2021 12:25:35

Cenário D - Rotura (total) de tubagem de envio de TDI para o processo

Condições Específicas do Acidente		

• Evento: Rotura total de tubagem de envio de TDI para o processo
• Produto: Diisocianato de Tolueno (TDI)
• Condições atmosféricas:
  ○ Vento: N – 5 m/s
  ○ Estabilidade: D
  ○ Temperatura: 15,6 °C
• Duração do evento: 600 segundos
• Caudal de transferência: 6,7 kg/s
• Diâmetro do orifício de descarga: 80 mm		

PROBABILIDADES		
Evento iniciador: 6,00 x 10^{-6}		
Incêndio: NA	**Nuvem tóxica: 6,00 x 10^{-6}**	**Flash fire/pool fire: NA**

DESCARGA

No que diz respeito a este cenário – Rotura total de envio de TDI para o processo, não faz qualquer sentido aplicar o modelo *liquid release* porquanto a transferência é feita com recurso a bomba que tem um débito fixo. Neste sentido foi utilizado o caudal nominal da bomba, valor que alimenta o derrame. [Questão 7.13]

Tendo em conta o caudal de descarga e o tempo de resposta foram considerados os resultados que se apresentam no quadro seguinte.

Tabela 21 - Rotura (total) de tubagem de envio de TDI para o processo. Efeitos da descarga

Efeito	Valor
Caudal representativo de descarga	6,7 kg/s
Quantidade libertada em 600 s	4020 kg

Este evento vai originar um derrame no solo. Para efeitos da modelação da vaporização do TDI, foi assumido que derrame não será circunscrito, tendo, no entanto, sido assimida uma área máxima de 200 m^2, tendo em conta os obstáculos existentes na zona onde se desenvolve o traçado das tubagens de transferência.

Para a modelação da vaporização foi utilizado o modelo Pool Evaporation da aplicação informática Effects 11.4.0 desenvolvido pela GEXCON (Holanda/Noruega), tendo sido obtidos os resultados que se apresentam no quadro seguinte.

Tabela 22 - Rotura (total) de tubagem de envio de TDI para o processo. Vaporização do derrame

Efeito	Valor
Área máxima do derrame	200 m^2
Tempo para atingir a área máxima	182 s
Taxa de evaporação representativa	0,0031 kg/s
Massa de TDI vaporizada em 3600 s	19,2 kg

DISPERSÃO DA NUVEM TÓXICA

De acordo com a recomendação do TNO, atendendo à densidade da mistura vapores de TDI/ar não ultrapassa em 10% a densidade do ar, para a modelação da dispersão da nuvem resultante da vaporização do TDI derramado foi utilizado o modelo Neutral Gas Concentration da aplicação informática Effects 11.4.0 desenvolvido pela GEXCON (Holanda/Noruega), tendo sido obtidos os resultados que se apresentam no quadro seguinte.

Tabela 23 - Rotura (total) de tubagem de envio de TDI para o processo. Dispersão de nuvem tóxica

Efeito	Valor
Alcance da concentração AEGL-2 (1 hora)	427 m
Largura da concentração AEGL-2 (1 hora)	28 m
Alcance da concentração AEGL-3 (1 hora)	115 m
Largura da concentração AEGL-3 (1 hora)	17 m

Estes efeitos encontram-se representados na figura seguinte.

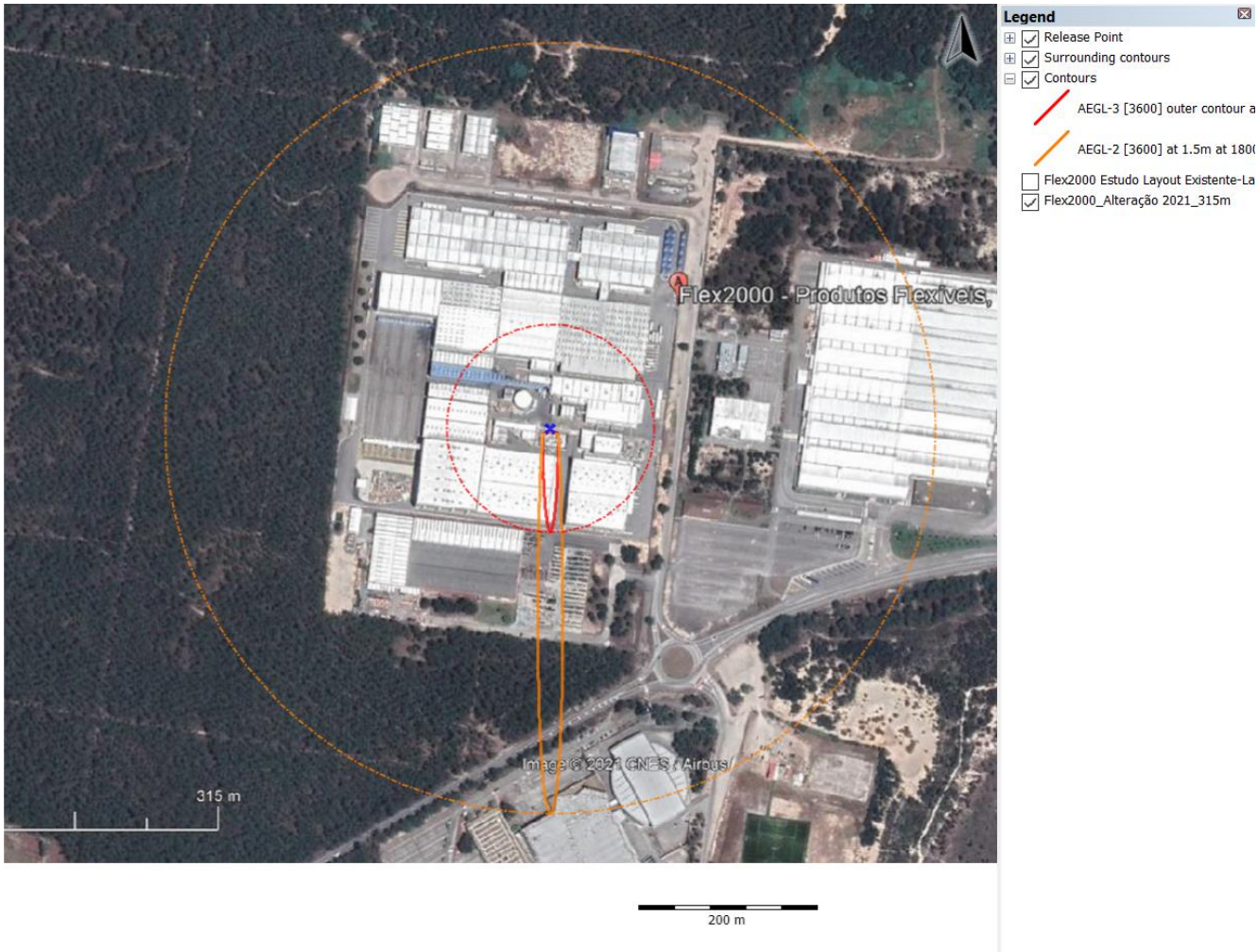


Figura 13 - Rotura (total) de tubagem de envio de TDI para o processo. Dispersão de nuvem tóxica

CONSEQUÊNCIAS

nocivos para operadores do estabelecimento e, em menor escala, em estabelecimentos existentes na envolvente próxima. Com efeito, os resultados da modelação indicam que a concentração correspondente ao AEGL-3 a 1,5 metros ficará sempre no interior do perímetro do estabelecimento. No que se refere ao valor de concentração correspondente ao AEGL-2 a 1,5 metros poderá ultrapassar os limites físicos do estabelecimento, afetando os estabelecimentos mais próximos, nomeadamente os que se encontram a nascente e a norte do estabelecimento da Flex2000.

Importa, no entanto, referir que os valores considerados são para uma hora de exposição e que a população afetada será essencialmente de colaboradores de empresas que integram a zona industrial que, em princípio, terá condições físicas e psicológicas para adotar as medidas de autoproteção necessárias.

Model: Pool Evaporation Rotura total tubagem TDI para processo

version: v2021.11.983b09d (25/11/2021)
Reference: Yellow Book CPR14E 2rd 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	
Process Conditions	
Chemical name	2,4-TOLUENE DIISOCYANATE (DIPPR)
Calculation Method	
Use which representative rate	Second 20% average (toxic)
Evaporation from land or water	Land
Type of release in pool	Semi-continuous
Maximum evaluation time for evaporation (s)	3600
Source Definition	
Mass flow rate of the source (kg/s)	6,7
Duration of the release (s)	600
Temperature of the pool (°C)	16
Process Dimensions	
Type of pool growth on Land	Spreading in bunds
Maximum pool surface area (m2)	200
Meteo Definition	
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Environment	
Temperature of the subsoil (°C)	9
Ambient temperature (°C)	15,6
Ambient pressure (bar)	1,015
Ambient relative humidity (%)	80
Solar radiation flux	Calculate value
Cloud cover (%)	5
Date: day number	1
Date: month number	7
North/South latitude of the location (deg)	42
Type of subsoil (evaporation)	Isolation concrete
Subsurface roughness description (pool)	flat sandy soil, concrete, tiles, plant-yard

Results	
Source Definition	
Time pool spreading ends (s)	182
Time until pool has totally evaporated (s)	
Representative evaporation rate (kg/s)	0,0030703
Purple book representative evaporation duration (s)	6246,9
Representative temperature (°C)	57,329
Representative pool diameter (m)	15,958
Density after mixing with air (kg/m3)	1,226
Total evaporated mass (kg)	19,18
... duration evaporation time (s)	3599,5
Pool surface area (m2)	200
Schmidt number used	2,0916
Dispersion model strategy	Neutral gas
Environment	
Heat flux from solar radiation (kW/m2)	1,4732

Contour Dimensions	

Other Information	
Main program	EFFECTS 11.4.0.21072 Legacy
Last Calculation	25/11/2021 14:50:13

Last Duration	0s 889ms
Chemical database	
Chemical source	DIPPR
Chemical source date	01/05/2015

EFFECTS report created by MJMACEDO-MDR\mjmac at 25/11/2021 14:55:59

Model: Neutral Gas - Concentration - Rotura total braço descarga TDI

version: v2021.11.f0d0fb6 (25/11/2021)
Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Chapter 4

Parameters	
Inputs	
Process Conditions	
Chemical name	2,4-TOLUENE DIISOCYANATE (DIPPR)
Source Definition	
Type of neutral gas release	Semi-continuous
Type of continuos source	Evaporating pool release
Mass flow rate of the source (kg/s)	0,0030703
Duration of the release (s)	6246,9
Pool surface area (m2)	200
Process Dimensions	
Height of release (Z-coordinate) (m)	0
Meteo Definition	
Meteorological data	Pasquill
Pasquill stability class	D (Neutral)
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Predefined wind direction	N
Environment	
Ambient temperature (°C)	15,6
Ambient pressure (bar)	1,015
North/South latitude of the location (deg)	42
Roughness length description	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.
Accuracy	
Grid resolution	High
Reporting	
Time t after start release (s)	1800
Concentration averaging time (s)	20
Distance from release centre (m)	50
Reporting/receiver height (Zd) (m)	1,5
Predefined concentration	No
Use dynamic concentration presentation	No

Results	
Meteo Definition	
Mixing height used (m)	500
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (1/m)	0
Concentration Results	
Threshold concentration used (mg/m3)	0,60104
Concentration at (Xd, Yd, Zd, t) (mg/m3)	7,2758
Maximum concentration at Zd (mg/m3)	12,416
...at distance (m)	13,846
Stand. dev. of turbulent velocity in vert. direction used (m/s)	0,58041
Stand. dev. of turbulent velocity in horiz. direction used (m/s)	0,84462

Contour Dimensions

Concentration contours

Names	Max. Dist [m]	Min. Dist [m]	Dist. Width [m]	Max. Width [m]	Value [mg/m3]
AEGL-3 [3600] at 1.5m at 1800s	115	4	18	17	3,6931
AEGL-3 [3600] outer contour at 1.5 m	115	4	18	17	3,6931
AEGL-2 [3600] at 1.5m at 1800s	427	3	208	28	0,60104
AEGL-2 [3600] outer contour at 1.5 m	427	3	208	28	0,60104

Other Information	
Main program	EFFECTS 11.4.0.21072 Legacy
Last Calculation	25/11/2021 14:50:14

Last Duration	0s 374ms
Chemical database	
Chemical source	DIPPR
Chemical source date	01/05/2015

EFFECTS report created by MJMACEDO-MDR\mjmac at 25/11/2021 14:56:46

Cenário E - Rotura (10%) de tubagem de envio de TDI para o processo

Condições Específicas do Acidente		

• Evento: Rotura parcial (10%) de tubagem de envio de TDI para o processo
• Produto: Diisocianato de Tolueno (TDI)
• Condições atmosféricas:
  ○ Vento: N – 5 m/s
  ○ Estabilidade: D
  ○ Temperatura: 15,6 °C
• Duração do evento: 600 segundos
• Caudal de transferência: 6,7 kg/s
• Diâmetro do orifício de descarga: 8 mm		

PROBABILIDADES		
Evento iniciador: 4,00 x 10^{-5}		
Incêndio: NA	**Nuvem tóxica: 4,00 x 10^{-5}**	**Flash fire/pool fire: NA**

DESCARGA

Para a determinação do caudal de descarga e da quantidade de TDI libertada em 600 segundos foi utilizado o modelo *Liquid release* da aplicação informática Effects 12.1.0 desenvolvido pela GEXCON (Holanda/Noruega), tendo sido obtidos os resultados que se apresentam no quadro seguinte.

Tabela 24 - Rotura (10%) de tubagem de envio de TDI para o processo. Efeitos da descarga

Efeito	Valor
Caudal representativo de descarga	0,56 kg/s
Quantidade libertada em 600 s	341,2 kg

Este evento vai originar um derrame no solo. Para efeitos da modelação da vaporização do TDI, foi assumido que derrame não será circunscrito, tendo, no entanto, sido assumida uma área máxima de 200 m^2, tendo em conta os obstáculos existentes na zona onde se desenvolve o traçado das tubagens de transferência.

Para a modelação da vaporização foi utilizado o modelo Pool Evaporation da aplicação informática Effects 12.1.0 desenvolvido pela GEXCON (Holanda/Noruega), tendo sido obtidos os resultados que se apresentam no quadro seguinte.

Tabela 25 - Rotura (10%) de tubagem de envio de TDI para o processo. Vaporização do derrame

Efeito	Valor
Área máxima do derrame	58 m^2
Taxa de evaporação representativa	0,0034 kg/s
Massa de TDI vaporizada em 3600 s	12,5 kg

DISPERSÃO DA NUVEM TÓXICA

De acordo com a recomendação do TNO, atendendo à densidade da mistura vapores de TDI/ar não ultrapassa em 10% a densidade do ar, para a modelação da dispersão da nuvem resultante da vaporização do TDI derramado foi utilizado o modelo Neutral Gas Concentration da aplicação informática Effects 12.1.0 desenvolvido pela GEXCON (Holanda/Noruega), tendo sido obtidos os resultados que se apresentam no quadro seguinte.

Tabela 26 - Rotura (10%) de tubagem de envio de TDI para o processo. Dispersão de nuvem tóxica

Efeito	Valor
Alcance da concentração AEGL-2 (1 hora)	460 m
Largura da concentração AEGL-2 (1 hora)	28 m
Alcance da concentração AEGL-3 (1 hora)	147 m
Largura da concentração AEGL-3 (1 hora)	11 m

Estes efeitos encontram-se representados na figura seguinte.

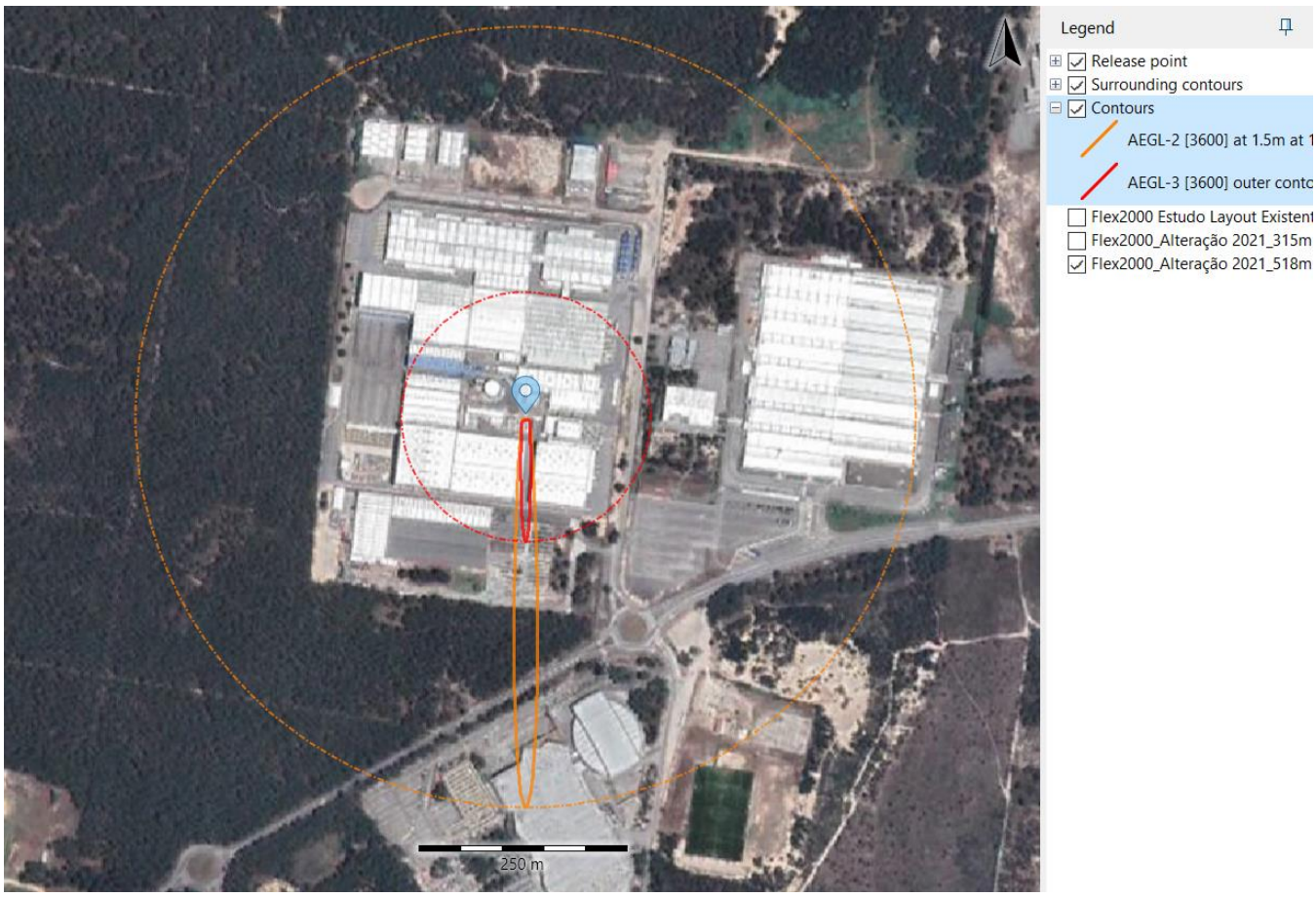


Figura 14 - Rotura (10%) de tubagem de envio de TDI para o processo. Dispersão de nuvem tóxica

CONSEQUÊNCIAS

nocivos para operadores do estabelecimento e, em menor escala, em estabelecimentos existentes na envolvente próxima. Com efeito, os resultados da modelação indicam que a concentração correspondente ao AEGL-3 a 1,5 metros ficará praticamente sempre no interior do perímetro do estabelecimento. No que se refere ao valor de concentração correspondente ao AEGL-2 a 1,5 metros poderá ultrapassar os limites físicos do estabelecimento, afetando os estabelecimentos mais próximos, nomeadamente os que se encontram a nascente e a norte do estabelecimento da Flex2000.

Importa, no entanto, referir que os valores considerados são para uma hora de exposição e que a população afetada será essencialmente de colaboradores de empresas que integram a zona industrial que, em princípio, terá condições físicas e psicológicas para adotar as medidas de autoproteção necessárias.

Model: E - Liquid Release - Rotura 10% tubagem envio TDI processo

version: v2023.03.6a2d846 (13/03/2023)
Reference: Yellow Book, CPR-14E, 3rd edition 1997, Paragraph 2.5.4

Parameters	
Inputs	
Process Conditions	
Chemical name	2,4-TOLUENE DIISOCYANATE (DIPPR)
Initial temperature in vessel (°C)	16
Overpressure above liquid (assuming closed system) (bar)	3
Calculation Method	
Use which representative rate	Second 20% average (toxic)
Type of vessel outflow	Release from vessel through (a hole in) pipe
Type of release calculation	Calculate until specified time
Maximum release duration (s)	600
Process Dimensions	
Vessel volume (m3)	2000
Filling degree (%)	100
Vessel type	Horizontal cylinder
Length cylinder (m)	20
Pipeline length (m)	5
Pipeline diameter (mm)	80
Pipeline roughness (mm)	0,045
Hole diameter (mm)	8
Hole rounding	Sharp edges
Height leak above tank bottom (m)	0,1
Height difference between pipe entrance and exit (m)	0
Environment	
Ambient pressure (bar)	1,015

Results	
Source Definition	
Initial mass in vessel (kg)	2,4488E06
Mass flow rate at time t (kg/s)	0,56458
Total mass released at time t (kg)	341,25
Filling degree at time t (%)	99,986
Height of liquid at time t (m)	11,262
Maximum mass flow rate (kg/s)	1,0163
Representative release rate (kg/s)	0,56488
Representative outflow duration (s)	600
Representative pressure (bar)	2,3567

Contour dimensions

Other information	
Main program	EFFECTS 12.1.0.23031 Legacy
Last calculation	13/03/2023 10:08:11
Last duration	0s 672ms
Chemical database	
Chemical source	DIPPR
Chemical source date	01/05/2015

EFFECTS report created by MJMACEDO-MDR\mjmac at 13/03/2023 10:16:41

Model: Pool Evaporation Rotura 10% tubagem envio TDI processo

version: v2023.03.4ac4940 (13/03/2023)
Reference: Yellow Book CPR14E 2rd 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	
Process Conditions	
Chemical name	2,4-TOLUENE DIISOCYANATE (DIPPR)
Calculation Method	
Use which representative rate	Second 20% average (toxic)
Evaporation from land or water	Land
Type of release in pool	Semi-continuous
Maximum evaluation time for evaporation (s)	3600
Source Definition	
Mass flow rate of the source (kg/s)	0,56488
Duration of the release (s)	600
Temperature of the pool (°C)	16
Process Dimensions	
Type of pool growth on Land	Spreading in bunds
Max. pool surface area (m2)	200
Meteo Definition	
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Environment	
Temperature of the subsoil (°C)	9
Ambient temperature (°C)	15,6
Ambient pressure (bar)	1,015
Ambient relative humidity (%)	80
Solar radiation flux	Calculate value
Cloud cover (%)	5
Date: day number	1
Date: month number	7
North/South latitude of the location (deg)	42
Type of subsoil (evaporation)	Isolation concrete
Subsurface roughness description (pool)	flat sandy soil, concrete, tiles, plant-yard

Results	
Source Definition	
Time pool spreading ends (s)	
Time until pool has totally evaporated (s)	
Representative evaporation rate (kg/s)	0,0033723
Purple book representative evaporation duration (s)	3712,7
Representative temperature (°C)	76,791
Representative pool diameter (m)	8,5997
Density after mixing with air (kg/m3)	1,2264
Total evaporated mass (kg)	12,52
... duration evaporation time (s)	3599,5
Pool surface area (m2)	58,084
Schmidt number used	2,0916
Environment	

Heat flux from solar radiation (kW/m2)	1,4732

Contour dimensions	

Other information	
Main program	EFFECTS 12.1.0.23031 Legacy
Last calculation	13/03/2023 10:08:11
Last duration	0s 624ms
Chemical database	
Chemical source	DIPPR
Chemical source date	01/05/2015

EFFECTS report created by MJMACEDO-MDR\mjmac at 13/03/2023 10:17:31

Model: Neutral Gas - Concentration - Rotura 10% tubagem envio TDI processo

version: v2023.03.5472238 (13/03/2023)
Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Chapter 4

Parameters	
Inputs	
Process Conditions	
Chemical name	2,4-TOLUENE DIISOCYANATE (DIPPR)
Source Definition	
Type of neutral gas release	Semi-continuous
Type of continuos source	Evaporating pool release
Mass flow rate of the source (kg/s)	0,0033723
Duration of the release (s)	3712,7
Pool surface area (m2)	58,084
Process Dimensions	
Height of release (Z-coordinate) (m)	0
Meteo Definition	
Meteorological data	Pasquill
Pasquill stability class	D (Neutral)
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Predefined wind direction	N
Environment	
Ambient temperature (°C)	15,6
Ambient pressure (bar)	1,015
North/South latitude of the location (deg)	42
Roughness length description	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.
Accuracy	
Grid resolution	High
Reporting	
Time t after start release (s)	1800
Concentration averaging time (s)	20
Reporting/receiver distance (Xd) (m)	50
Reporting/receiver height (Zd) (m)	1,5
Use dynamic concentration presentation	No
Predefined concentration	No

Results	
Meteo Definition	
Mixing height used (m)	500
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (1/m)	0
Concentration Results	
Threshold concentration used (mg/m3)	0,60104
Concentration at (Xd, Yd, Zd, t) (mg/m3)	14,046
Maximum concentration at Zd (mg/m3)	25,304
...at distance (m)	14
Stand. dev. of turbulent velocity in vert. direction used (m/s)	0,58041
Stand. dev. of turbulent velocity in horiz. direction used (m/s)	0,84462

Contour dimensions
Concentration contours

Names	Max. dist [m]	Min. dist [m]	Dist. width [m]	Max. width [m]	Value [mg/m3]
AEGL-3 [3600] outer contour at 1.5 m	147	4	41	11	3,6931
AEGL-3 [3600] at 1.5m at 1800s	147	4	41	11	3,6931
AEGL-2 [3600] at 1.5m at 1800s	460	3	243	28	0,60104
AEGL-2 [3600] outer contour at 1.5 m	460	3	243	28	0,60104

Other information	
Main program	EFFECTS 12.1.0.23031 Legacy
Last calculation	13/03/2023 10:08:11
Last duration	0s 217ms
Chemical database	
Chemical source	DIPPR
Chemical source date	01/05/2015

EFFECTS report created by MJMACEDO-MDR\mjmac at 13/03/2023 10:18:10

Cenário F - Rotura (total) de reservatório de gasóleo

Condições Específicas do Acidente		

• Evento: Rotura catastrófica de tanque de gasóleo
• Produto: Gasóleo
• Condições atmosféricas:
  ○ Vento: N – 5 m/s
  ○ Estabilidade: D
  ○ Temperatura: 15,6 °C
• Duração do evento: Instantâneo		

PROBABILIDADES		
Evento iniciador: 5,00 x 10^{-6}		
Derrame: 4,55 x 10^{-6}	**Nuvem tóxica: NA**	**Flash fire/pool fire: NA**

DESCARGA

Para a modelação da vaporização foi utilizado o modelo Pool Evaporation da aplicação informática Effects 11.4.0 desenvolvido pela GEXCON (Holanda/Noruega), tendo sido obtidos os resultados que se apresentam no quadro seguinte. Tendo em conta que o tanque se encontra instalado no interior de uma bacia de retenção com capacidade suficiente para conter todo conteúdo, considerou-se que a área máxima do derrame seria a capacidade útil da referida bacia de retenção.

Tabela 27 - Rotura (total) de reservatório de gasóleo. Vaporização do derrame

Efeito	Valor
Área máxima do derrame	24 m^2
Tempo para atingir a área máxima	Instantâneo
Taxa de evaporação representativa	0,00056 kg/s
Massa de gasóleo vaporizada em 3600 s	2,03 kg

DISPERSÃO DA NUVEM INFLAMÁVEL

De acordo com a recomendação do TNO, atendendo à densidade da mistura vapores de gasóleo/ar não ultrapassa em 10% a densidade do ar, para a modelação da dispersão da nuvem resultante da vaporização do gasóleo derramado foi utilizado o modelo Neutral Gas Concentration da aplicação informática Effects 11.4.0 desenvolvido pela GEXCON (Holanda/Noruega), tendo sido obtidos os resultados que se apresentam no quadro seguinte.

Tabela 28 - Rotura (total) de reservatório de gasóleo. Dispersão de nuvem inflamável

Efeito	Valor
Alcance da concentração LII/2	NA
Largura da concentração LII/2	NA

Efeito	Valor
Massa inflamável constituída	NA

Não existindo dispersão de nuvem inflamável não se coloca o cenário de explosão não confinada de nuvem inflamável (flash fire) com retorno da chama ao derrame. Neste sento, assume-se que a energia de ativação ao gasóleo derramado terá de ser fornecida diretamente ao derrame, provocando um incêndio de derrame (pool fire).

Quanto a este cenário, como pode ser facilmente verificado na tabela 6 do estudo de compatibilidade de localização, a probabilidade de ignição do derrame é 4,50 x 10^{-7}/ano que, como é evidente, inferior ao limiar para que este cenário seja considerado, razão pela qual não foi modelado o evento de incêndio de derrame (Pool fire).

Chama-se a atenção que não foi considerado o evento de ignição retardada com retorno da chama ao local de derrame. A ignição do gasóleo considerada foi o de fornecimento de energia de ativação diretamente ao derrame, por causa fortuita. [Questão 7.13]

Não se preveem consequências para além da perda de produto.

Model: Pool Evaporation - Colapso tanque gasóleo

version: v2021.11.983b09d (25/11/2021)
Reference: Yellow Book CPR14E 2rd 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	
Process Conditions	
Chemical name	Diesel Sample (Sample mixtures)
Calculation Method	
Use which representative rate	First 20% average (flammable)
Evaporation from land or water	Land
Type of release in pool	Instantaneous
Maximum evaluation time for evaporation (s)	3600
Source Definition	
Total mass released (kg)	15488
Temperature of the pool (°C)	16
Process Dimensions	
Type of pool growth on Land	Spreading in bunds
Maximum pool surface area (m2)	24
Meteo Definition	
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Environment	
Temperature of the subsoil (°C)	9
Ambient temperature (°C)	15,6
Ambient pressure (bar)	1,015
Ambient relative humidity (%)	80
Solar radiation flux	Calculate value
Cloud cover (%)	5
Date: day number	1
Date: month number	7
North/South latitude of the location (deg)	41
Type of subsoil (evaporation)	Heavy concrete
Subsurface roughness description (pool)	flat sandy soil, concrete, tiles, plant-yard

Results	
Source Definition	
Time pool spreading ends (s)	
Time until pool has totally evaporated (s)	
Representative evaporation rate (kg/s)	0,0005584
Purple book representative evaporation duration (s)	3643,8
Representative temperature (°C)	17,284
Representative pool diameter (m)	5,5279
Density after mixing with air (kg/m3)	1,2258
Total evaporated mass (kg)	2,0347
... duration evaporation time (s)	3599,5
Pool surface area (m2)	24
Schmidt number used	2,5454
Dispersion model strategy	Neutral gas
Environment	
Heat flux from solar radiation (kW/m2)	1,4826

Contour Dimensions

Other Information	
Main program	EFFECTS 11.4.0.21072 Legacy
Last Calculation	25/11/2021 16:45:14
Last Duration	1s 0ms

Chemical database	
Chemical source	Sample mixtures
Chemical source date	01/03/2015

EFFECTS report created by MJMACEDO-MDR\mjmac at 25/11/2021 17:14:44

Model: Neutral Gas - Flammable Cloud - Colapso tanque gasóleo

version: v2021.11.f0d0fb6 (25/11/2021)
Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Chapter 4

Parameters	
Inputs	
Process Conditions	
Chemical name	Diesel Sample (Sample mixtures)
Source Definition	
Type of neutral gas release	Semi-continuous
Type of continuos source	Evaporating pool release
Mass flow rate of the source (kg/s)	0,0005584
Duration of the release (s)	3643,8
Pool surface area (m2)	24
Process Dimensions	
Height of release (Z-coordinate) (m)	0
Meteo Definition	
Meteorological data	Pasquill
Pasquill stability class	D (Neutral)
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Predefined wind direction	N
Environment	
Ambient temperature (°C)	15,6
Ambient pressure (bar)	1,015
North/South latitude of the location (deg)	41
Roughness length description	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.
Accuracy	
Grid resolution	High
Reporting	
Ignition time flammable cloud	Time maximum explosive mass
Concentration averaging time (s)	20
Use 50% LFL for cloud contour	Yes
Use mass between LFL and UFL	Yes
Use dynamic concentration presentation	No

Results	
Meteo Definition	
Mixing height used (m)	500
Concentration Results	
Flammability threshold concentration (mg/m3)	21123
Maximum distance to flammable concentration (m)	
Maximum flammable mass (kg)	0
Maximum area of flammable cloud (m2)	0
at Time T (s)	0
Flammable mass at time t (kg)	0
Area flammable cloud at time t (m2)	
Volume of the flammable cloud at time t (m3)	
Height to LFL at time t (m)	0
Length of flammable cloud at time t (m)	0
Width of flammable cloud at time t (m)	0
Offset flammable cloud at time t (m)	0
Offset flammable cloud centre at time t (m)	0

Contour Dimensions

Other Information	
Main program	EFFECTS 11.4.0.21072 Legacy
Last Calculation	25/11/2021 16:49:50
Last Duration	0s 67ms

Chemical database	
Chemical source	Sample mixtures
Chemical source date	01/03/2015

EFFECTS report created by MJMACEDO-MDR\mjmac at 25/11/2021 17:15:34

Cenário G - Rotura (100 mm) de reservatório de gasóleo

Condições Específicas do Acidente		

• Evento: Rotura (100 mm) de tanque de gasóleo
• Produto: Gasóleo
• Condições atmosféricas:
  ○ Vento: N – 5 m/s
  ○ Estabilidade: D
  ○ Temperatura: 15,6 °C
• Duração do evento: 3600 segundos ou até esvaziar completamente		

PROBABILIDADES		
Evento iniciador: 1,20 x 10^{-5}		
Derrame: 1,09 x 10^{-5}	**Nuvem tóxica: NA**	**Flash fire/pool fire: 1,08 x 10^{-6}**

DESCARGA

Para a modelação da descarga pela rotura do tanque foi utilizado o modelo Liquid Release da aplicação informática Effects 12.1.0 desenvolvido pela GEXCON (Holanda/Noruega), tendo sido obtidos os resultados que se apresentam no quadro seguinte.

Tabela 29 - Rotura (100 mm) de tanque de gasóleo. Efeitos da descarga

Efeito	Valor
Caudal representativo de descarga	22,3 kg/s
Duração representativa da descarga	688 s

Para a modelação da vaporização foi utilizado o modelo Pool Evaporation da aplicação informática Effects 12.1.0 desenvolvido pela GEXCON (Holanda/Noruega), tendo sido obtidos os resultados que se apresentam no quadro seguinte. Tendo em conta que o tanque se encontra instalado no interior de uma bacia de retenção com capacidade suficiente para conter todo conteúdo, considerou-se que a área máxima do derrame seria a capacidade útil da referida bacia de retenção.

Tabela 30 - Rotura (100 mm) de reservatório de gasóleo. Vaporização do derrame

Efeito	Valor
Área máxima do derrame	24 m^2
Tempo para atingir a área máxima	8 s
Taxa de evaporação representativa	0,00058 kg/s
Massa de gasóleo vaporizada em 3600 s	2,09 kg

DISPERSÃO DA NUVEM INFLAMÁVEL

De acordo com a recomendação do TNO, atendendo à densidade da mistura vapores de gasóleo/ar não ultrapassa em 10% a densidade do ar, para a modelação da dispersão da nuvem resultante da vaporização do gasóleo derramado foi utilizado o modelo Neutral Gas Concentration da aplicação informática Effects 12.1.0 desenvolvido pela GEXCON (Holanda/Noruega), tendo sido obtidos os resultados que se apresentam no quadro seguinte.

Tabela 31 - Rotura (100 mm) de reservatório de gasóleo. Dispersão de nuvem inflamável

Efeito	Valor
Alcance da concentração LII/2	NA
Largura da concentração LII/2	NA
Massa inflamável constituída	NA

Não existindo dispersão de nuvem inflamável não se coloca o cenário de explosão não confinada de nuvem inflamável (flash fire) com retorno da chama ao derrame. Neste sentido, assume-se que a energia de ativação ao gasóleo derramado terá de ser fornecida diretamente ao derrame, provocando um incêndio de derrame (pool fire).

Com recurso ao modelo Pool fire da aplicação informática Effects 12.1.0 desenvolvido pela GEXCON (Holanda/Noruega), foram obtidos os resultados que se apresentam no quadro abaixo.

A quantidade de gasóleo envolvida no incêndio de derrame, corresponde à quantidade total derramada, conforme pode facilmente ser verificado pela análise dos relatórios da modelação dos cenários de descarga de líquido e de incêndio de derrame onde são calculados e utilizados os mesmos valores (13 365 kg). [Questão 7.13]

Efeito	Valor
Altura das chamas	6,41 m
Emissividade das chamas	40,8 kW/m^2
Alcance da radiação 5 kW/m^2	12 m
Alcance da radiação 7 kW/m^2	11 m

A figura seguinte apresenta as áreas potencialmente afetadas pelos níveis de radiação térmica de referência.

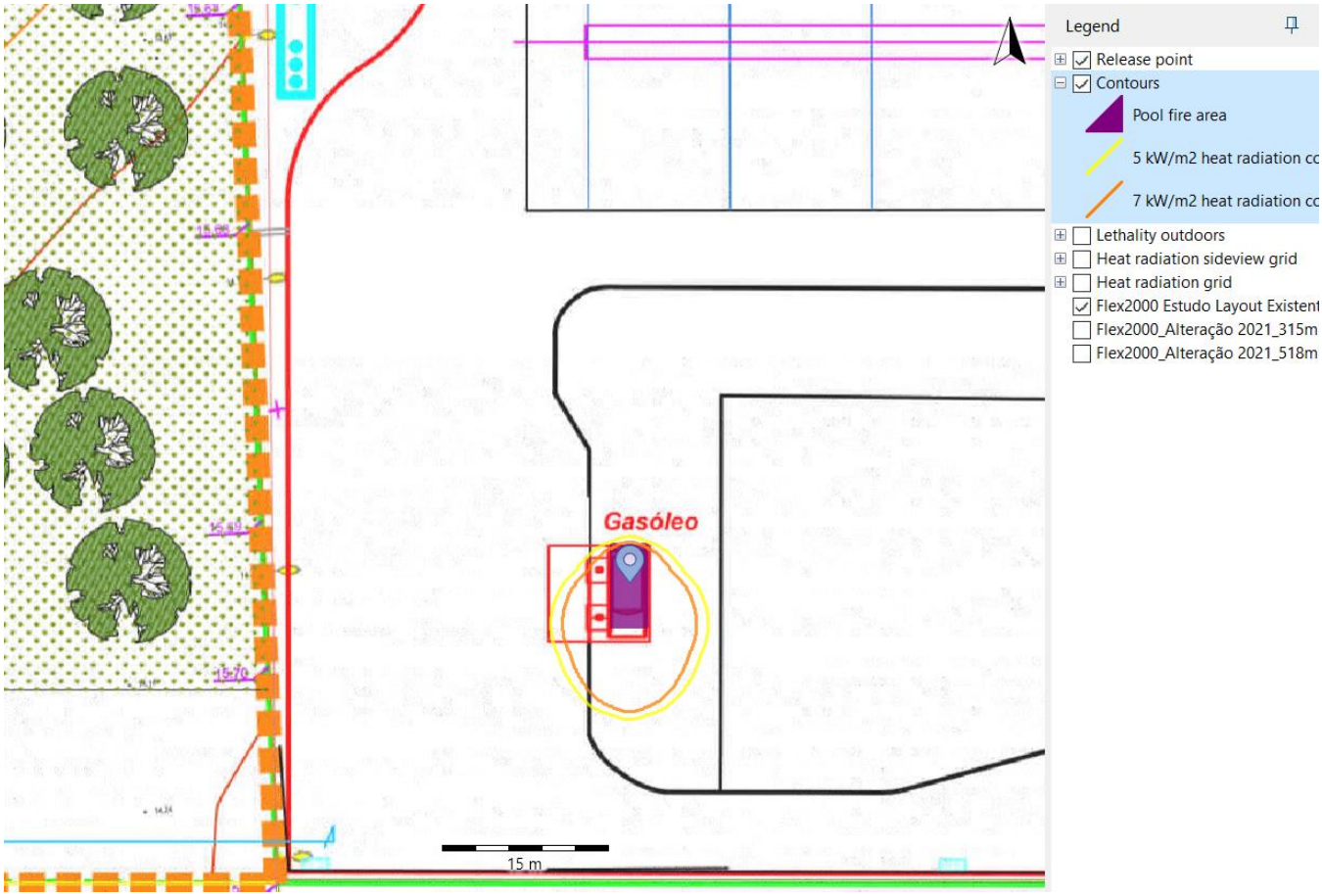


Figura 15 - Rotura (100 mm) de reservatório de gasóleo. Incêndio de derrame. Alcances dos efeitos das radiações de referência

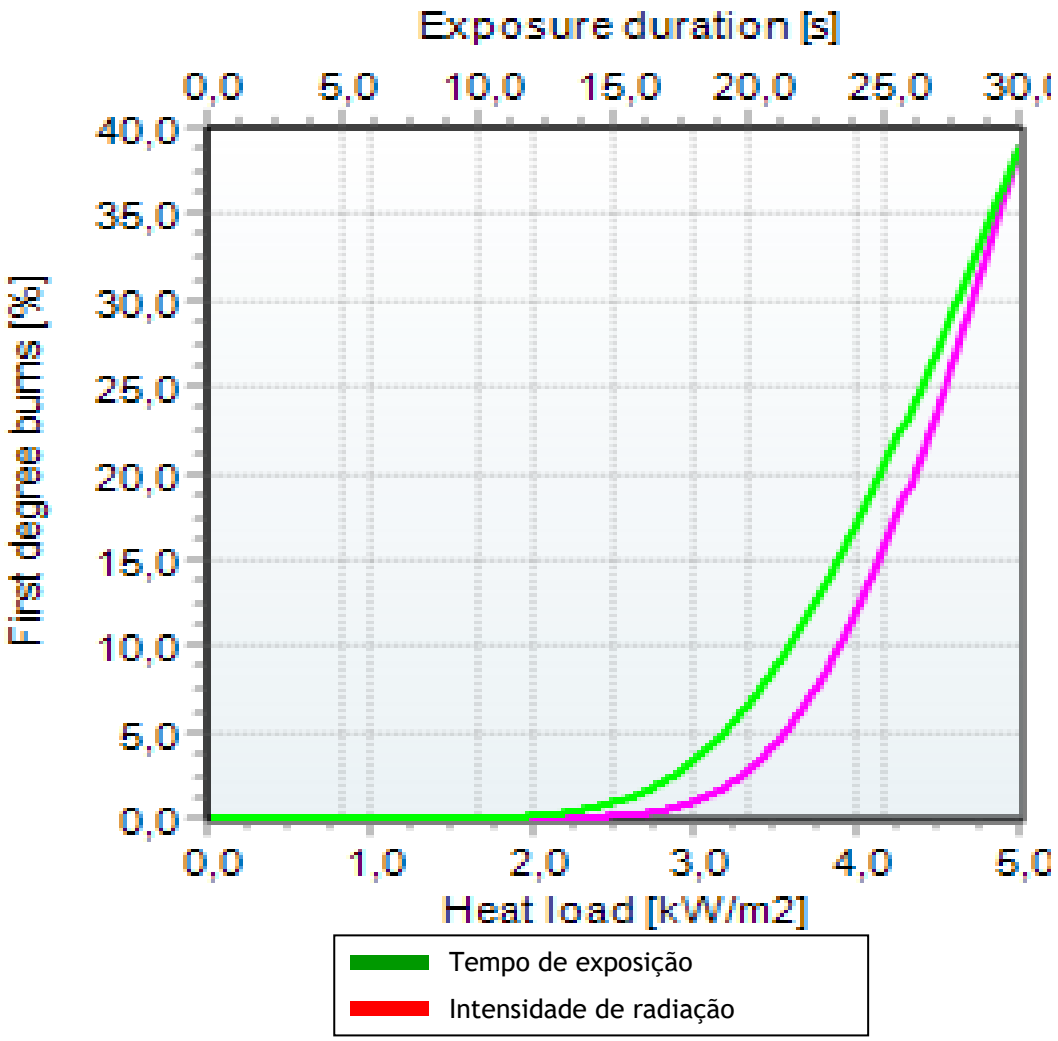
CONSEQUÊNCIAS

Tendo em conta a localização do tanque e a envolvente do mesmo, não se prevê qualquer dano relevante para pessoas, edifício ou equipamentos, com exceção dos associados à operação do reservatório.

Em termos das consequências provenientes do calor libertado pela combustão do derrame, estima-se que para um tempo de exposição de 30 segundos a probabilidade de um indivíduo não protegido, que se encontre no limiar da zona de alerta (nível de radiação de 5 kW/m^2), correspondente a cerca de 12 metros do limite da zona do incêndio na direção contrária ao vento, absorver uma quantidade de energia que lhe provocará queimaduras do 1º Grau é de 38,9%, sendo a probabilidade de ocorrência de mortes, a esta mesma distância, de 0%.

Considerando 30 segundos como tempo suficiente para as pessoas se abrigarem da radiação incidente, verifica-se, tal como se pode observar no gráfico seguinte que, para intensidades de radiação inferiores a 2,5 kW/m^2 não são de esperar danos significativos (queimaduras de 1º Grau) para um tempo de exposição de 30 segundos.

De igual forma, não serão significativas as consequências resultantes de uma exposição com uma duração inferior a 12 segundos.



Em termos dos efeitos provocados pelos fumos e gases, não se prevê a ocorrência de zonas afetadas pelos gases da combustão, ao nível do solo, em que a concentração de gases tóxicos atinja valores perigosos.

No que se refere aos efeitos deste cenário nas águas superficiais não se perspetivam impactos significativos atendendo à existência de uma área de retenção impermeabilizada e de tanque de drenagem de derrames com capacidade suficiente evitando a sua escorrência e eventual contaminação de solos e águas. Poderão, no entanto, ocorrer situações de derrame de águas contaminadas proveniente da aplicação da água/espuma utilizadas no combate ao incêndio, sobretudo se estas forem aplicadas em grandes quantidades. Compete, neste caso, ao Comandante das Operações de Socorro, no local, tomar as providências necessárias para evitar este tipo de situações.

Model: G - Liquid Release Rotura 100 mm tanque gasóleo

version: v2023.03.6a2d846 (13/03/2023)
Reference: Yellow Book, CPR-14E, 3rd edition 1997, Paragraph 2.5.4

Parameters	
Inputs	
Process Conditions	
Chemical name	Diesel Sample (Sample mixtures)
Initial temperature in vessel (°C)	16
Overpressure above liquid (assuming closed system) (bar)	0
Calculation Method	
Use which representative rate	First 20% average (flammable)
Type of vessel outflow	Release through hole in vessel
Type of release calculation	Calculate until specified time
Maximum release duration (s)	3600
Process Dimensions	
Vessel volume (m3)	20
Filling degree (%)	100
Vessel type	Horizontal cylinder
Length cylinder (m)	5
Hole diameter (mm)	100
Hole rounding	Sharp edges
Height leak above tank bottom (m)	0,1
Environment	
Ambient pressure (bar)	1,015

Results	
Source Definition	
Initial mass in vessel (kg)	15332
Mass flow rate at time t (kg/s)	0
Total mass released at time t (kg)	14880
Filling degree at time t (%)	1,5623
Height of liquid at time t (m)	0,1
Maximum mass flow rate (kg/s)	24,279
Representative release rate (kg/s)	22,279
Representative outflow duration (s)	688
Representative pressure (bar)	1,1515

Contour dimensions

Other information	
Main program	EFFECTS 12.1.0.23031 Legacy
Last calculation	13/03/2023 10:25:14
Last duration	39s 659ms
Chemical database	
Chemical source	Sample mixtures
Chemical source date	01/03/2015

EFFECTS report created by MJMACEDO-MDR\mjmac at 13/03/2023 10:33:25

Model: Pool Evaporation Rotura 100 mm tanque gasóleo

version: v2023.03.4ac4940 (13/03/2023)
Reference: Yellow Book CPR14E 2rd 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	
Process Conditions	
Chemical name	Diesel Sample (Sample mixtures)
Calculation Method	
Use which representative rate	First 20% average (flammable)
Evaporation from land or water	Land
Type of release in pool	Semi-continuous
Maximum evaluation time for evaporation (s)	3600
Source Definition	
Mass flow rate of the source (kg/s)	22,279
Duration of the release (s)	688
Temperature of the pool (°C)	16
Process Dimensions	
Type of pool growth on Land	Spreading in bunds
Max. pool surface area (m2)	24
Meteo Definition	
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Environment	
Temperature of the subsoil (°C)	9
Ambient temperature (°C)	15,6
Ambient pressure (bar)	1,015
Ambient relative humidity (%)	80
Solar radiation flux	Calculate value
Cloud cover (%)	5
Date: day number	1
Date: month number	7
North/South latitude of the location (deg)	41
Type of subsoil (evaporation)	Isolation concrete
Subsurface roughness description (pool)	flat sandy soil, concrete, tiles, plant-yard

Results	
Source Definition	
Time pool spreading ends (s)	8
Time until pool has totally evaporated (s)	
Representative evaporation rate (kg/s)	0,00057025
Purple book representative evaporation duration (s)	3648,2
Representative temperature (°C)	17,611
Representative pool diameter (m)	5,5279
Density after mixing with air (kg/m3)	1,2258
Total evaporated mass (kg)	2,0804
... duration evaporation time (s)	3599,5
Pool surface area (m2)	24
Schmidt number used	2,5454
Environment	

Heat flux from solar radiation (kW/m2)	1,4826

Contour dimensions	

Other information	
Main program	EFFECTS 12.1.0.23031 Legacy
Last calculation	13/03/2023 10:25:14
Last duration	39s 599ms
Chemical database	
Chemical source	Sample mixtures
Chemical source date	01/03/2015

EFFECTS report created by MJMACEDO-MDR\mjmac at 13/03/2023 10:34:06

Model: Neutral Gas - Flammable Cloud Rotura 100 mm tanque gasóleo

version: v2023.03.5472238 (13/03/2023)
Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Chapter 4

Parameters	
Inputs	
Process Conditions	
Chemical name	Diesel Sample (Sample mixtures)
Source Definition	
Type of neutral gas release	Semi-continuous
Type of continuos source	Evaporating pool release
Mass flow rate of the source (kg/s)	0,00057025
Duration of the release (s)	3648,2
Pool surface area (m2)	24
Process Dimensions	
Height of release (Z-coordinate) (m)	0
Meteo Definition	
Meteorological data	Pasquill
Pasquill stability class	D (Neutral)
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Predefined wind direction	N
Environment	
Ambient temperature (°C)	15,6
Ambient pressure (bar)	1,015
North/South latitude of the location (deg)	41
Roughness length description	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.
Accuracy	
Grid resolution	High
Reporting	
Concentration averaging time (s)	20
Use dynamic concentration presentation	No
Reporting/receiver height (Zd) (m)	0
Ignition time flammable cloud	Time maximum flammable mass
Use 50% LFL for cloud contour	Yes
Use mass between LFL and UFL	Yes

Results	
Meteo Definition	
Mixing height used (m)	500
Concentration Results	
Flammability threshold concentration (mg/m3)	21123
Maximum distance to flammable concentration (m)	0
Maximum flammable mass (kg)	0
Maximum area of flammable cloud (m2)	0
at time T (s)	0
Flammable mass at time t (kg)	0
Area flammable cloud at time t (m2)	0
Volume of the flammable cloud at time t (m3)	0
Height to LFL at time t (m)	0
Length of flammable cloud at time t (m)	0
Width of flammable cloud at time t (m)	0

Offset flammable cloud at time t (m)	0
Offset flammable cloud centre at time t (m)	0

Contour dimensions

Other information	
Main program	EFFECTS 12.1.0.23031 Legacy
Last calculation	13/03/2023 10:25:15
Last duration	0s 34ms
Chemical database	
Chemical source	Sample mixtures
Chemical source date	01/03/2015

EFFECTS report created by MJMACEDO-MDR\mjmac at 13/03/2023 10:34:47

Model: Pool Fire - Rotura 100 mm tanque gasóleo

version: v2023.03.3a154e6 (13/03/2023)
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	
Process Conditions	
Chemical name	Diesel Sample (Sample mixtures)
Calculation Method	
Type of pool fire calculation	Pool fire model Yellow Book
Type of pool fire source	Instantaneous
Fraction combustion heat radiated (-)	0,35
Soot definition	Calculate/Default
Source Definition	
Total mass released (kg)	14880
Temperature of the pool (°C)	16
Process Dimensions	
Type of pool shape (pool fire)	Rectangular
Width of rectangle (m)	7,5
Length of rectangle (m)	3,2
Rotation rectangle (North = 0°) (deg)	90
Non burning area within pool (m2)	0
Height of the confined pool above ground level (m)	0
Include shielding at bottomside flame	Yes
Height of shielding at bottomside flame (m)	1
Meteo Definition	
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Predefined wind direction	N
Environment	
Ambient temperature (°C)	15,6
Ambient pressure (bar)	1,015
Ambient relative humidity (%)	80
Amount of CO2 in atmosphere (-)	0,0003
Vulnerability	
Maximum heat exposure duration (s)	30
Take protective effects of clothing into account	No
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
Accuracy	
Grid resolution	High
Reporting	
Reporting/receiver height (Zd) (m)	1,5
Reporting/receiver distance (Xd) (m)	25

Results	
Fire Results	
Equivalent diameter of fire (m)	4,486
Flame footprint dimensions D,-D,DMW,MW	9;-4;-1;3

Calculated pool fire surface area (m2)	24
Combustion rate of the chemical (kg/s)	1,296
Duration of the fire (s)	11482
Surface emissive power flame (kW/m2)	40,819
Soot fraction used (-)	0,8
Flame tilt (deg)	57,488
Flame temperature (°C)	650,17
Length of the flame (m)	6,4057
Weight ratio of HCl/chemical (%)	0
Weight ratio of NO2/chemical (%)	0
Weight ratio of SO2/chemical (%)	0
Weight ratio of CO2/chemical (%)	310,38
Weight ratio of H2O/chemical (%)	136,98
(Max) Heat radiation level at Xd (kW/m2)	0,26373
Atmospheric transmissivity at Xd (%)	77,223
(Max) Viewfactor at Xd (-)	0,0083666
Heat radiation dose at Xd (s*(kW/m2)^4/3)	5,0738
Percentage first degree burns at Xd (%)	0
Percentage second degree burns at Xd (%)	0
Percentage lethal burns at Xd (%)	0
Distance to clothing burning dose (m)	8,7007

Contour dimensions					
Heat radiation contours					
Names	**Max. dist [m]**	**Min. dist [m]**	**Dist. width [m]**	**Max. width [m]**	**Value [kW/m2]**
7 kW/m2 heat radiation contour	11	-4	3	12	7
5 kW/m2 heat radiation contour	12	-4	3	14	5
Lethality contours					
Names	**Max. dist [m]**	**Min. dist [m]**	**Dist. width [m]**	**Max. width [m]**	**Value [%]**
1 % lethality contour	11	-4	3	12	1

Other information	
Main program	EFFECTS 12.1.0.23031 Legacy
Last calculation	13/03/2023 10:25:15
Last duration	38s 791ms
Chemical database	
Chemical source	Sample mixtures
Chemical source date	01/03/2015

EFFECTS report created by MJMACEDO-MDR\mjmac at 13/03/2023 10:35:42

Cenário H - Rotura (10 mm) de reservatório de gasóleo

Condições Específicas do Acidente		

• Evento: Rotura (10 mm) de tanque de gasóleo
• Produto: Gasóleo
• Condições atmosféricas:
  ○ Vento: N – 5 m/s
  ○ Estabilidade: D
  ○ Temperatura: 15,6 °C
• Duração do evento: 3600 segundos ou até esvaziar completamente		

PROBABILIDADES		
Evento iniciador: 1,00 x 10^{-4}		
Derrame: 9,10 x 10^{-5}	**Incêndio: 9,00 x 10^{-6}**	**Flash fire/pool fire: NA**

DESCARGA

Para a modelação da descarga pela rotura do tanque foi utilizado o modelo Liquid Release da aplicação informática Effects 12.1.0 desenvolvido pela GEXCON (Holanda/Noruega), tendo sido obtidos os resultados que se apresentam no quadro seguinte.

Tabela 32 - Rotura (10 mm) de tanque de gasóleo. Efeitos da descarga

Efeito	Valor
Caudal representativo de descarga	0,23 kg/s
Massa libertada em 3600 segundos	849 kg

Para a modelação da vaporização foi utilizado o modelo Pool Evaporation da aplicação informática Effects 12.1.0 desenvolvido pela GEXCON (Holanda/Noruega), tendo sido obtidos os resultados que se apresentam no quadro seguinte. Tendo em conta que o tanque se encontra instalado no interior de uma bacia de retenção com capacidade suficiente para conter todo conteúdo, considerou-se que a área máxima do derrame seria a capacidade útil da referida bacia de retenção.

Tabela 33 - Rotura (10 mm) de reservatório de gasóleo. Vaporização do derrame

Efeito	Valor
Área máxima do derrame	24 m^2
Tempo para atingir a área máxima	378 s
Taxa de evaporação representativa	0,003 kg/s
Massa de gasóleo vaporizada em 3600 s	9,5 kg

DISPERSÃO DA NUVEM INFLAMÁVEL

De acordo com a recomendação do TNO, atendendo à densidade da mistura vapores de gasóleo/ar não ultrapassa em 10% a densidade do ar, para a modelação da dispersão da nuvem resultante da vaporização do gasóleo derramado foi utilizado o modelo Neutral Gas Concentration da aplicação informática Effects 12.1.0 desenvolvido pela GEXCON (Holanda/Noruega), tendo sido obtidos os resultados que se apresentam no quadro seguinte.

Tabela 34 - Rotura (10 mm) de reservatório de gasóleo. Dispersão de nuvem inflamável

Efeito	Valor
Alcance da concentração LII/2	NA
Largura da concentração LII/2	NA
Massa inflamável constituída	NA

Não existindo dispersão de nuvem inflamável não se coloca o cenário de explosão não confinada de nuvem inflamável (flash fire) com retorno da chama ao derrame. Neste sentido, assume-se que a energia de ativação ao gasóleo derramado terá de ser fornecida diretamente ao derrame, provocando um incêndio de derrame (pool fire).

Admitindo que o derrame adquire energia de ativação no local, por causa fortuita, ocorrerá o incêndio do derrame (pool fire). Com recurso ao modelo Pool fire da aplicação informática Effects 12.1.0 desenvolvido pela GEXCON (Holanda/Noruega), foram obtidos os resultados que se apresentam no quadro seguinte

A quantidade de gasóleo envolvida foi calculada automaticamente pelo modelo considerando a taxa de libertação calculada e o tempo de libertação (ver relatório da modelação de incêndio de derrame). [Questão 7.13]

Tabela 35 - Rotura (10 mm) de reservatório de gasóleo. Incêndio do derrame

Efeito	Valor
Altura das chamas	3,9 m
Emissividade das chamas	37,2 kW^2
Alcance da radiação 5,0 kW/m^2	12 m
Alcance da radiação 7,0 kW/m^2	11 m

A figura seguinte apresenta a área potencialmente afetada pelos valores de radiação de referência.

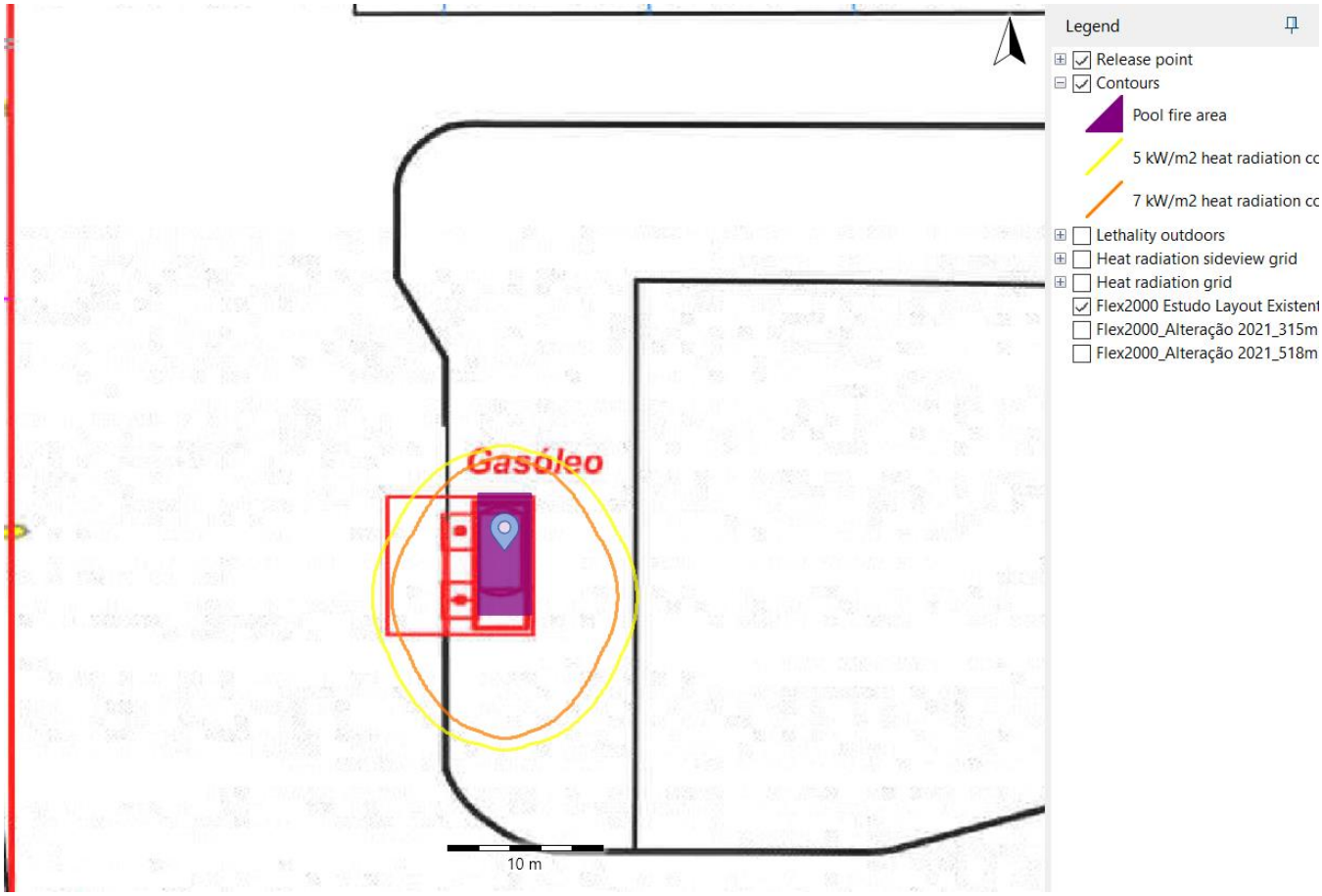


Figura 16 - Rotura (10 mm) de tanque de gasóleo. Incêndio de derrame. Alcances dos valores de radiação de referência

Considerando um tempo de exposição aos valores de radiação de referência utilizado por pessoal sem proteção específica e por um período de 30 segundos, apresenta-se na figura seguinte as áreas onde poderão ocorrer fatalidades.

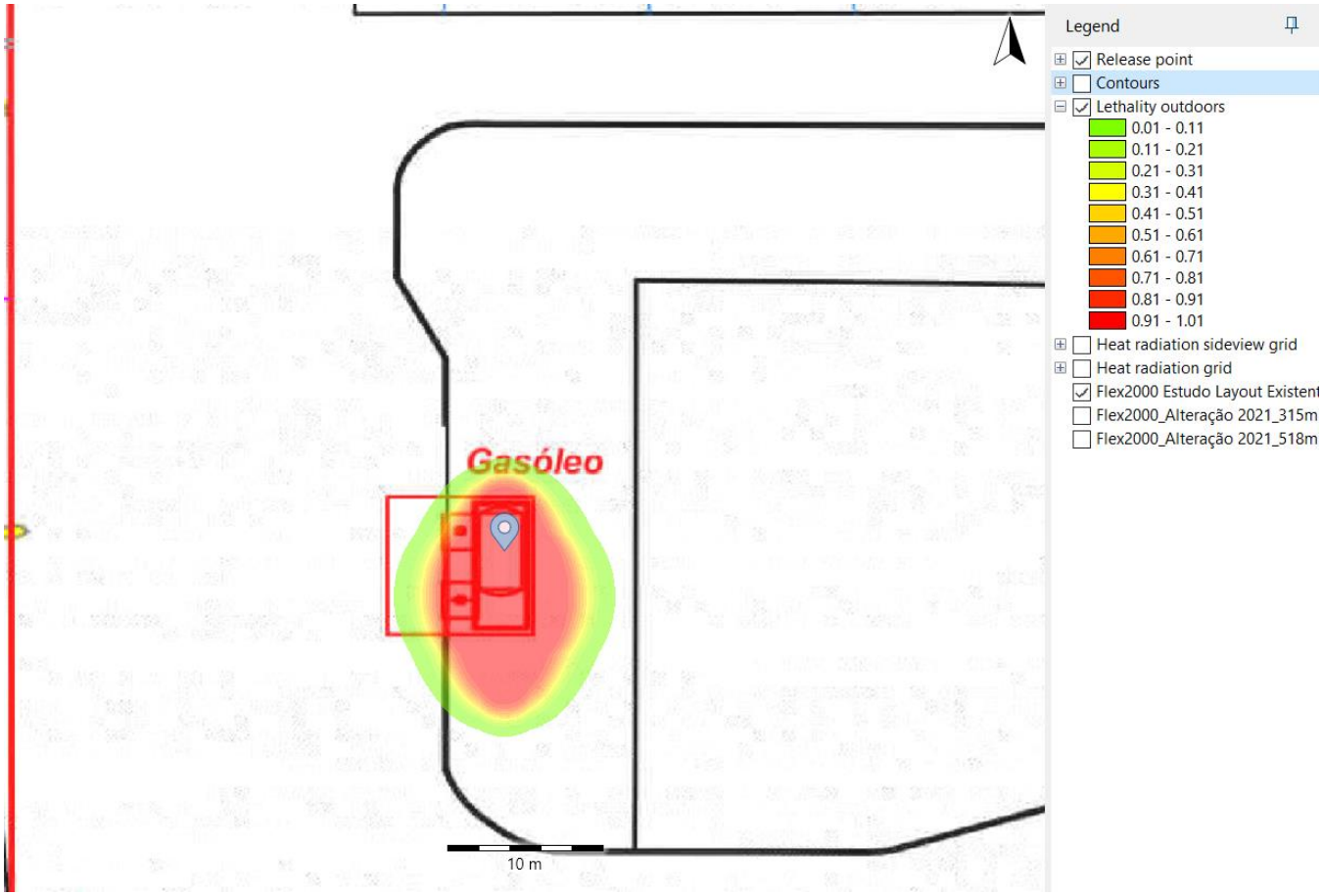


Figura 17 - Rotura (10 mm) de reservatório de gasóleo. Incêndio de derrame. Probabilidade de ocorrência de fatalidades

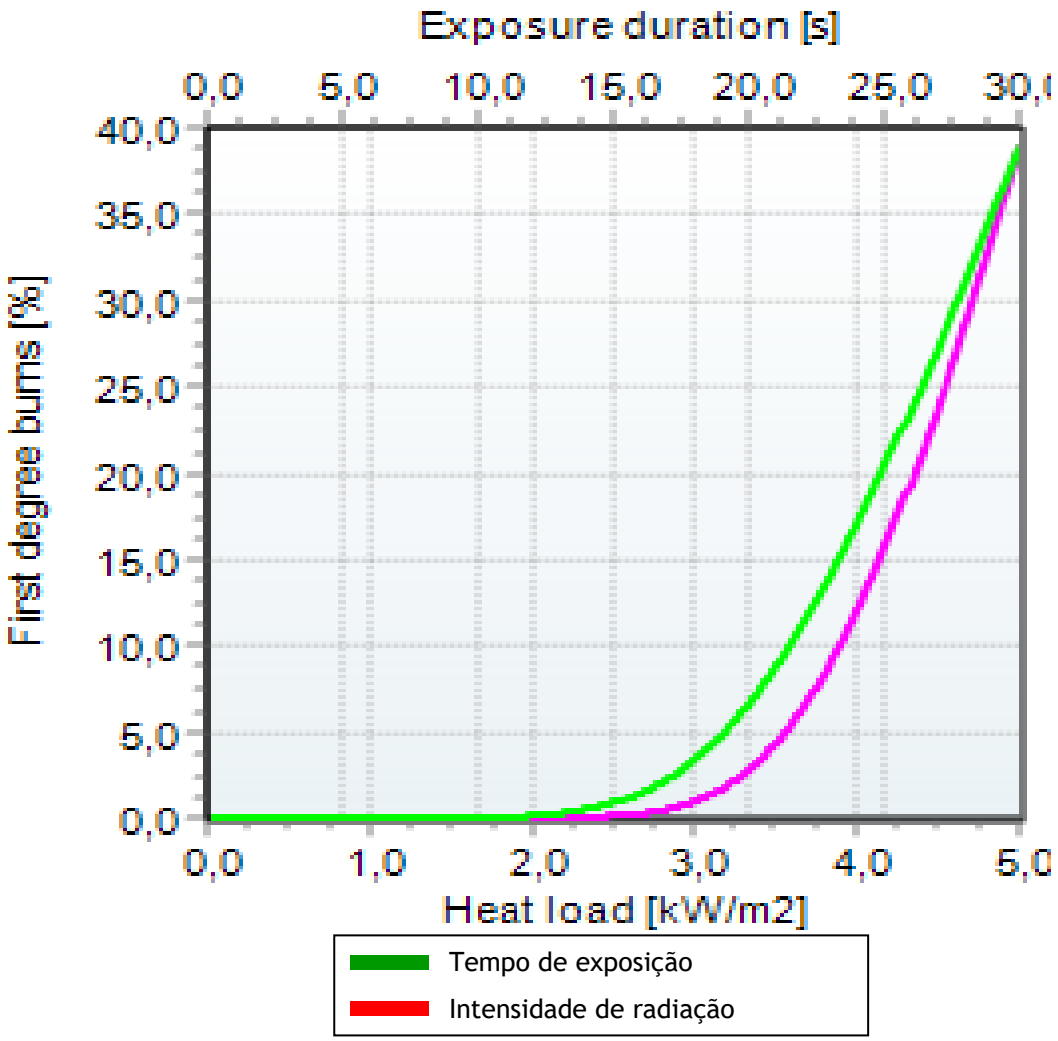
CONSEQUÊNCIAS

Tendo em conta a localização do tanque e a envolvente do mesmo, não se prevê qualquer dano relevante para pessoas, edifício ou equipamentos, com exceção dos associados à operação do reservatório.

Em termos das consequências provenientes do calor libertado pela combustão do derrame, estima-se que para um tempo de exposição de 30 segundos a probabilidade de um indivíduo não protegido, que se encontre no limiar da zona de alerta (nível de radiação de 5 kW/m^2), correspondente a cerca de 6 metros do limite da zona do incêndio na direção contrária ao vento, absorver uma quantidade de energia que lhe provocará queimaduras do 1º Grau é de 38,9%, sendo a probabilidade de ocorrência de mortes, a esta mesma distância, de 0%.

Considerando 30 segundos como tempo suficiente para as pessoas se abrigarem da radiação incidente, verifica-se, tal como se pode observar no gráfico seguinte que, para intensidades de radiação inferiores a 2,5 kW/m^2 não são de esperar danos significativos (queimaduras de 1º Grau) para um tempo de exposição de 30 segundos.

De igual forma, não serão significativas as consequências resultantes de uma exposição com uma duração inferior a 12 segundos.



Em termos dos efeitos provocados pelos fumos e gases, não se prevê a ocorrência de zonas afetadas pelos gases da combustão, ao nível do solo, em que a concentração de gases tóxicos atinja valores perigosos.

No que se refere aos efeitos deste cenário nas águas superficiais não se perspetivam impactos significativos atendendo à existência de uma área de retenção impermeabilizada e de tanque de drenagem de derrames com capacidade suficiente evitando a sua escorrência e eventual contaminação de solos e águas. Poderão, no entanto, ocorrer situações de derrame de águas contaminadas proveniente da aplicação da água/espuma utilizadas no combate ao incêndio, sobretudo se estas forem aplicadas em grandes quantidades. Compete, neste caso, ao Comandante das Operações de Socorro, no local, tomar as providências necessárias para evitar este tipo de situações.

Model: H - Liquid Release Rotura 10 mm tanque gasóleo

version: v2023.03.6a2d846 (13/03/2023)
Reference: Yellow Book, CPR-14E, 3rd edition 1997, Paragraph 2.5.4

Parameters	
Inputs	
Process Conditions	
Chemical name	Diesel Sample (Sample mixtures)
Initial temperature in vessel (°C)	16
Overpressure above liquid (assuming closed system) (bar)	0
Calculation Method	
Use which representative rate	First 20% average (flammable)
Type of vessel outflow	Release through hole in vessel
Type of release calculation	Calculate until specified time
Maximum release duration (s)	3600
Process Dimensions	
Vessel volume (m3)	20
Filling degree (%)	100
Vessel type	Horizontal cylinder
Length cylinder (m)	5
Hole diameter (mm)	10
Hole rounding	Sharp edges
Height leak above tank bottom (m)	0,1
Environment	
Ambient pressure (bar)	1,015

Results	
Source Definition	
Initial mass in vessel (kg)	15332
Mass flow rate at time t (kg/s)	0,22916
Total mass released at time t (kg)	849,06
Filling degree at time t (%)	94,461
Height of liquid at time t (m)	2,0213
Maximum mass flow rate (kg/s)	0,24279
Representative release rate (kg/s)	0,2411
Representative outflow duration (s)	1800
Representative pressure (bar)	1,1749

Contour dimensions

Other information	
Main program	EFFECTS 12.1.0.23031 Legacy
Last calculation	13/03/2023 10:37:40
Last duration	26s 893ms
Chemical database	
Chemical source	Sample mixtures
Chemical source date	01/03/2015

EFFECTS report created by MJMACEDO-MDR\mjmac at 13/03/2023 10:43:09

Model: Pool Evaporation Rotura 10 mm tanque gasóleo

version: v2023.03.4ac4940 (13/03/2023)
Reference: Yellow Book CPR14E 2rd 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	
Process Conditions	
Chemical name	Diesel Sample (Sample mixtures)
Calculation Method	
Use which representative rate	First 20% average (flammable)
Evaporation from land or water	Land
Type of release in pool	Semi-continuous
Maximum evaluation time for evaporation (s)	3600
Source Definition	
Mass flow rate of the source (kg/s)	0,2411
Duration of the release (s)	3600
Temperature of the pool (°C)	16
Process Dimensions	
Type of pool growth on Land	Spreading in bunds
Max. pool surface area (m2)	24
Meteo Definition	
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Environment	
Temperature of the subsoil (°C)	9
Ambient temperature (°C)	15,6
Ambient pressure (bar)	1,015
Ambient relative humidity (%)	80
Solar radiation flux	Calculate value
Cloud cover (%)	5
Date: day number	1
Date: month number	7
North/South latitude of the location (deg)	41
Type of subsoil (evaporation)	Isolation concrete
Subsurface roughness description (pool)	flat sandy soil, concrete, tiles, plant-yard

Results	
Source Definition	
Time pool spreading ends (s)	378
Time until pool has totally evaporated (s)	
Representative evaporation rate (kg/s)	0,0028966
Purple book representative evaporation duration (s)	3269,9
Representative temperature (°C)	45,579
Representative pool diameter (m)	5,5279
Density after mixing with air (kg/m3)	1,227
Total evaporated mass (kg)	9,4715
... duration evaporation time (s)	3599,5
Pool surface area (m2)	24
Schmidt number used	2,5454
Environment	

Heat flux from solar radiation (kW/m2)	1,4826

Contour dimensions	

Other information	
Main program	EFFECTS 12.1.0.23031 Legacy
Last calculation	13/03/2023 10:37:40
Last duration	26s 843ms
Chemical database	
Chemical source	Sample mixtures
Chemical source date	01/03/2015

EFFECTS report created by MJMACEDO-MDR\mjmac at 13/03/2023 10:44:06

Model: Neutral Gas - Flammable Cloud Rotura 10 mm tanque gasóleo

version: v2023.03.5472238 (13/03/2023)
Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Chapter 4

Parameters	
Inputs	
Process Conditions	
Chemical name	Diesel Sample (Sample mixtures)
Source Definition	
Type of neutral gas release	Semi-continuous
Type of continuos source	Evaporating pool release
Mass flow rate of the source (kg/s)	0,0028966
Duration of the release (s)	3269,9
Pool surface area (m2)	24
Process Dimensions	
Height of release (Z-coordinate) (m)	0
Meteo Definition	
Meteorological data	Pasquill
Pasquill stability class	D (Neutral)
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Predefined wind direction	N
Environment	
Ambient temperature (°C)	15,6
Ambient pressure (bar)	1,015
North/South latitude of the location (deg)	41
Roughness length description	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.
Accuracy	
Grid resolution	High
Reporting	
Concentration averaging time (s)	20
Use dynamic concentration presentation	No
Reporting/receiver height (Zd) (m)	0
Ignition time flammable cloud	Time maximum flammable mass
Use 50% LFL for cloud contour	Yes
Use mass between LFL and UFL	Yes

Results	
Meteo Definition	
Mixing height used (m)	500
Concentration Results	
Flammability threshold concentration (mg/m3)	21123
Maximum distance to flammable concentration (m)	0
Maximum flammable mass (kg)	0
Maximum area of flammable cloud (m2)	0
at time T (s)	0
Flammable mass at time t (kg)	0
Area flammable cloud at time t (m2)	0
Volume of the flammable cloud at time t (m3)	0
Height to LFL at time t (m)	0
Length of flammable cloud at time t (m)	0
Width of flammable cloud at time t (m)	0

Offset flammable cloud at time t (m)	0
Offset flammable cloud centre at time t (m)	0

Contour dimensions

Other information	
Main program	EFFECTS 12.1.0.23031 Legacy
Last calculation	13/03/2023 10:37:41
Last duration	0s 47ms
Chemical database	
Chemical source	Sample mixtures
Chemical source date	01/03/2015

EFFECTS report created by MJMACEDO-MDR\mjmac at 13/03/2023 10:44:51

Model: Pool Fire Rotura 10 mm de reservatório de gasóleo

version: v2023.03.3a154e6 (15/03/2023)
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	
Process Conditions	
Chemical name	Diesel Sample (Sample mixtures)
Calculation Method	
Type of pool fire calculation	Pool fire model Yellow Book
Type of pool fire source	Instantaneous
Fraction combustion heat radiated (-)	0,35
Soot definition	Calculate/Default
Source Definition	
Total mass released (kg)	849,06
Temperature of the pool (°C)	16
Process Dimensions	
Type of pool shape (pool fire)	Rectangular
Width of rectangle (m)	3,2
Length of rectangle (m)	7,5
Rotation rectangle (North = 0°) (deg)	90
Non burning area within pool (m2)	0
Height of the confined pool above ground level (m)	0
Include shielding at bottomside flame	No
Meteo Definition	
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Predefined wind direction	N
Environment	
Ambient temperature (°C)	15,6
Ambient pressure (bar)	1,015
Ambient relative humidity (%)	80
Amount of CO2 in atmosphere (-)	0,0003
Vulnerability	
Maximum heat exposure duration (s)	30
Take protective effects of clothing into account	No
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
Accuracy	
Grid resolution	High
Reporting	
Reporting/receiver height (Zd) (m)	1,5
Reporting/receiver distance (Xd) (m)	20

Results	
Fire Results	
Equivalent diameter of fire (m)	4,486
Flame footprint dimensions D,-D,DMW,MW	7;-2;1;8
Calculated pool fire surface area (m2)	24

Combustion rate of the chemical (kg/s)	1,296
Duration of the fire (s)	655,14
Surface emissive power flame (kW/m2)	40,819
Soot fraction used (-)	0,8
Flame tilt (deg)	57,488
Flame temperature (°C)	650,17
Length of the flame (m)	6,4057
Weight ratio of HCl/chemical (%)	0
Weight ratio of NO2/chemical (%)	0
Weight ratio of SO2/chemical (%)	0
Weight ratio of CO2/chemical (%)	310,38
Weight ratio of H2O/chemical (%)	136,98
(Max) Heat radiation level at Xd (kW/m2)	1,1097
Atmospheric transmissivity at Xd (%)	78,75
(Max) Viewfactor at Xd (-)	0,034522
Heat radiation dose at Xd (s*(kW/m2)^4/3)	34,466
Percentage first degree burns at Xd (%)	0
Percentage second degree burns at Xd (%)	0
Percentage lethal burns at Xd (%)	0
Distance to clothing burning dose (m)	7,4065

Contour dimensions					
Heat radiation contours					
Names	**Max. dist [m]**	**Min. dist [m]**	**Dist. width [m]**	**Max. width [m]**	**Value [kW/m2]**
7 kW/m2 heat radiation contour	11	-6	2	15	7
5 kW/m2 heat radiation contour	12	-7	2	16	5
Lethality contours					
Names	**Max. dist [m]**	**Min. dist [m]**	**Dist. width [m]**	**Max. width [m]**	**Value [%]**
1 % lethality contour	11	-5	2	14	1

Other information	
Main program	EFFECTS 12.1.0.23031 Legacy
Last calculation	15/03/2023 10:01:41
Last duration	45s 268ms
Chemical database	
Chemical source	Sample mixtures
Chemical source date	01/03/2015

EFFECTS report created by MJMACEDO-MDR\mjmac at 15/03/2023 10:03:36

Cenário I - Rotura (total) de mangueira de descarga de gasóleo

Condições Específicas do Acidente		

• Evento: Rotura (total) de mangueira de descarga de gasóleo
• Produto: Gasóleo
• Condições atmosféricas:
  ○ Vento: N – 5 m/s
  ○ Estabilidade: D
  ○ Temperatura: 15,6 °C
• Duração do evento: 3600 segundos ou até esvaziar completamente a cisterna
• Diâmetro do orifício de descarga: 80 mm		

PROBABILIDADES		
Evento iniciador: 9,60 x 10^{-5}		
Derrame: 8,74 x 10^{-5}	**Incêndio: 8,64 x 10^{-6}**	**Flash fire/pool fire: NA**

DESCARGA

Para a modelação da descarga pela rotura do tanque foi utilizado o modelo Liquid Release da aplicação informática Effects 12.1.0 desenvolvido pela GEXCON (Holanda/Noruega), tendo sido obtidos os resultados que se apresentam no quadro seguinte.

Caudal de descarga utilizado foi o do caudal nominal da bomba. [Questão 14]

Tabela 36 - Rotura (total) de mangueira de gasóleo. Efeitos da descarga

Efeito	Valor
Caudal representativo de descarga	15,6 kg/s
Tempo de descarga	979 s
Massa libertada	14 756kg

Para a modelação da vaporização foi utilizado o modelo Pool Evaporation da aplicação informática Effects 12.1.0 desenvolvido pela GEXCON (Holanda/Noruega), tendo sido obtidos os resultados que se apresentam no quadro seguinte. Tendo em conta que a descarga ocorre numa área específica delimitada por caneletes que recolhem um eventual derrame, a área máxima do derrame considerada foi a área delimitada pelos caneletes.

Tabela 37 - Rotura (total) de mangueira de gasóleo. Vaporização do derrame

Efeito	Valor
Área máxima do derrame	33 m^2
Tempo para atingir a área máxima	11 s
Taxa de evaporação representativa	0,0008 kg/s

Efeito	Valor
Massa de gasóleo vaporizada em 3600 s	2,9 kg

DISPERSÃO DA NUVEM INFLAMÁVEL

De acordo com a recomendação do TNO, atendendo à densidade da mistura vapores de gasóleo/ar não ultrapassa em 10% a densidade do ar, para a modelação da dispersão da nuvem resultante da vaporização do gasóleo derramado foi utilizado o modelo Neutral Gas Concentration da aplicação informática Effects 12.1.0 desenvolvido pela GEXCON (Holanda/Noruega), tendo sido obtidos os resultados que se apresentam no quadro seguinte.

Tabela 38 - Rotura (total) de mangueira de gasóleo. Dispersão de nuvem inflamável

Efeito	Valor
Alcance da concentração LII/2	NA
Largura da concentração LII/2	NA
Massa inflamável constituída	NA

Não existindo dispersão de nuvem inflamável não se coloca o cenário de explosão não confinada de nuvem inflamável (flash fire) com retorno da chama ao derrame. Neste sentido, assume-se que a energia de ativação ao gasóleo derramado terá de ser fornecida diretamente ao derrame, provocando um incêndio de derrame (pool fire).

Admitindo que o derrame adquire energia de ativação no local, por causa fortuita, ocorrerá o incêndio do derrame (pool fire). Com recurso ao modelo Pool fire da aplicação informática Effects 12.1.0 desenvolvido pela GEXCON (Holanda/Noruega), foram obtidos os resultados que se apresentam no quadro seguinte

Tabela 39 - Rotura (total) de mangueira de gasóleo. Incêndio do derrame

Efeito	Valor
Altura das chamas	7,2 m
Emissividade das chamas	41,7 kW^2
Alcance da radiação 5,0 kW/m^2	13 m
Alcance da radiação 7,0 kW/m^2	14 m

A figura seguinte apresenta a área potencialmente afetada pelos valores de radiação de referência.

Figura 18 - Rotura (total) de mangueira de gasóleo. Incêndio de derrame. Alcances dos valores de radiação de referência

Considerando um tempo de exposição aos valores de radiação de referência utilizado por pessoal sem proteção específica e por um período de 30 segundos, apresenta-se na figura seguinte as áreas onde poderão ocorrer fatalidades.

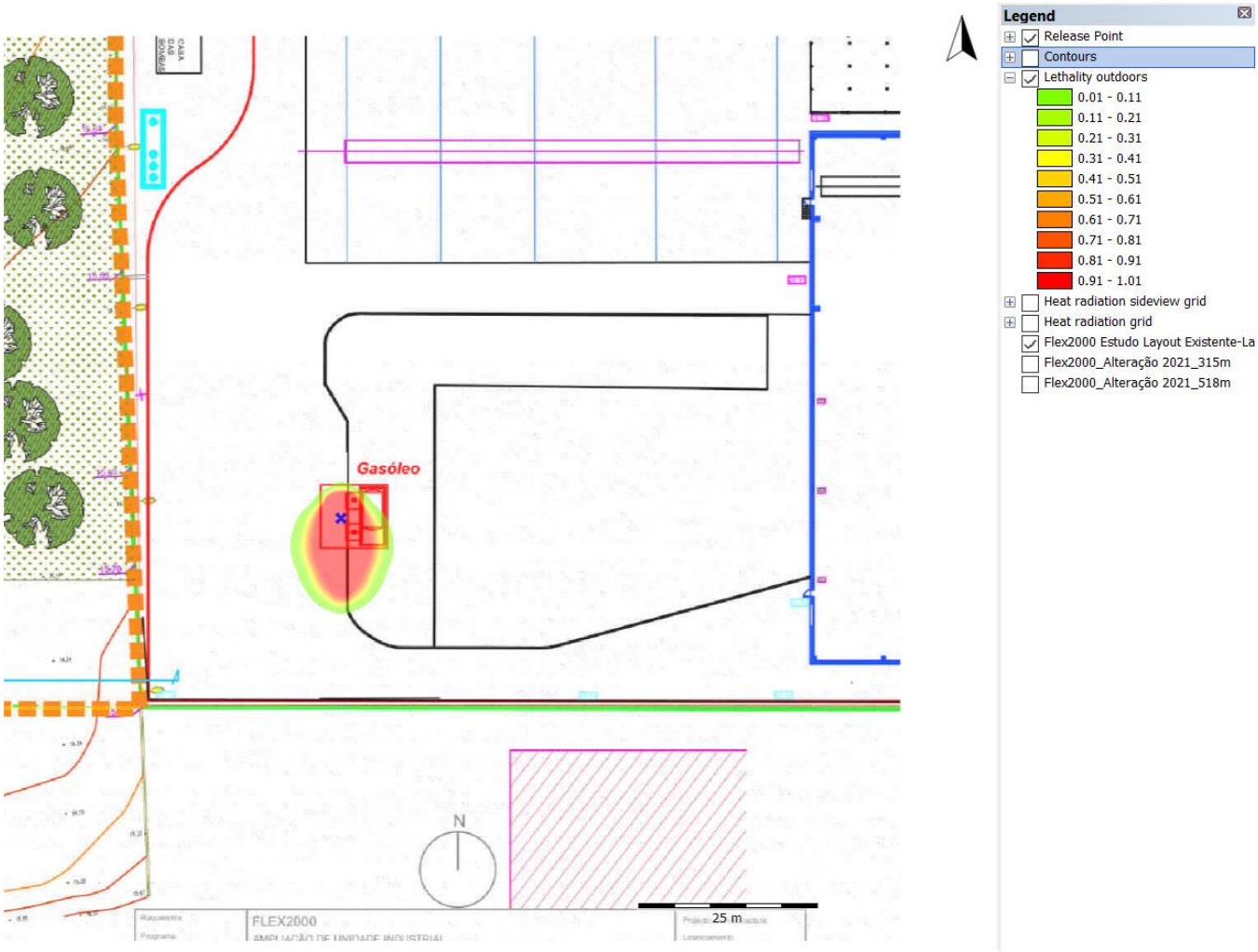


Figura 19 - Rotura (total) de mangueira de gasóleo. Incêndio de derrame. Probabilidade de ocorrência de fatalidades

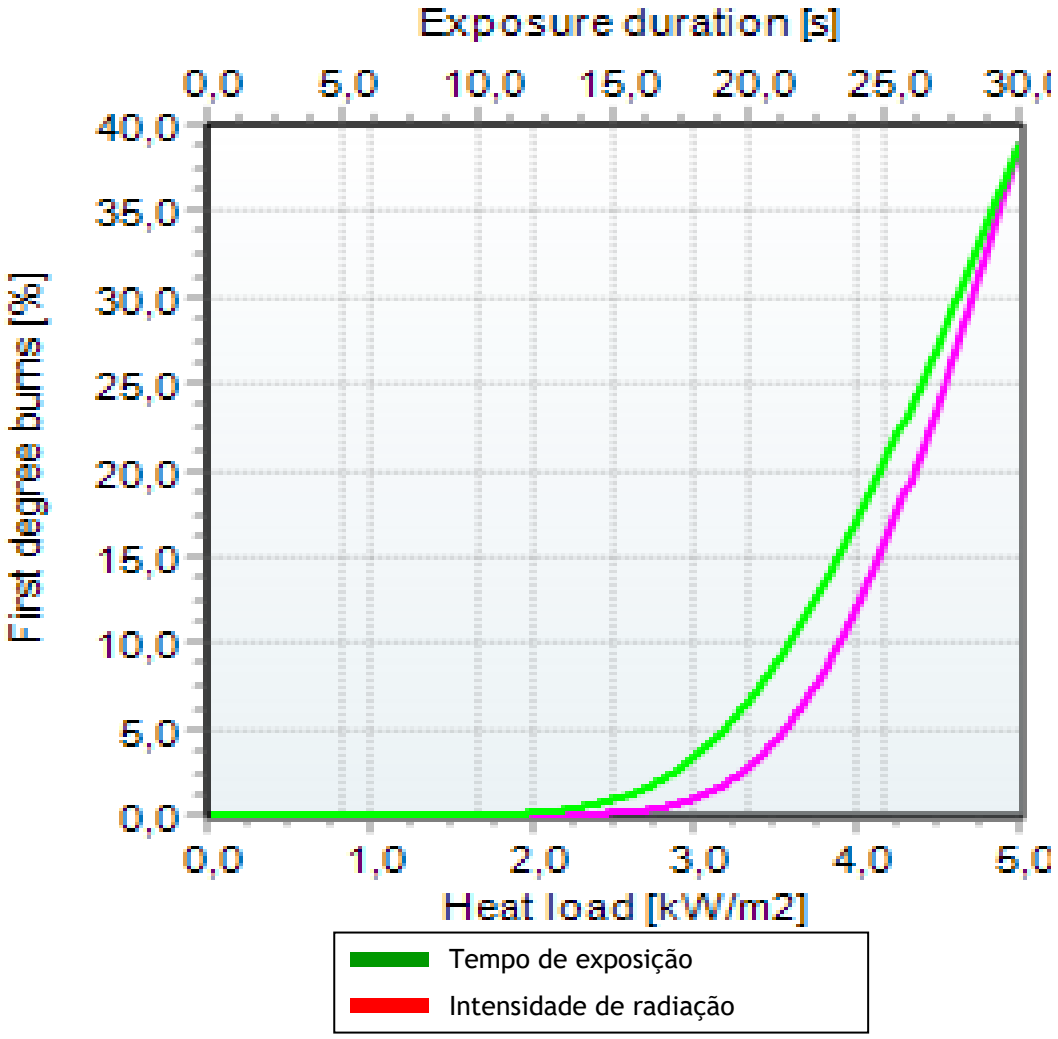
CONSEQUÊNCIAS

Tendo em conta a localização do tanque e a envolvente do mesmo, não se prevê qualquer dano relevante para pessoas, edifício ou equipamentos, com exceção dos associados à operação do reservatório.

Em termos das consequências provenientes do calor libertado pela combustão do derrame, estima-se que para um tempo de exposição de 30 segundos a probabilidade de um indivíduo não protegido, que se encontre no limiar da zona de alerta (nível de radiação de 5 kW/m^2), correspondente a cerca de 14 metros do limite da zona do incêndio na direção contrária ao vento, absorver uma quantidade de energia que lhe provocará queimaduras do 1º Grau é de 38,9%, sendo a probabilidade de ocorrência de mortes, a esta mesma distância, de 0%.

Considerando 30 segundos como tempo suficiente para as pessoas se abrigarem da radiação incidente, verifica-se, tal como se pode observar no gráfico seguinte que, para intensidades de radiação inferiores a 2,5 kW/m^2 não são de esperar danos significativos (queimaduras de 1º Grau) para um tempo de exposição de 30 segundos.

De igual forma, não serão significativas as consequências resultantes de uma exposição com uma duração inferior a 12 segundos.



Em termos dos efeitos provocados pelos fumos e gases, não se prevê a ocorrência de zonas afetadas pelos gases da combustão, ao nível do solo, em que a concentração de gases tóxicos atinja valores perigosos.

No que se refere aos efeitos deste cenário nas águas superficiais não se perspetivam impactos significativos atendendo à existência de uma área de retenção impermeabilizada e de tanque de drenagem de derrames com capacidade suficiente evitando a sua escorrência e eventual contaminação de solos e águas. Poderão, no entanto, ocorrer situações de derrame de águas contaminadas proveniente da aplicação da água/espuma utilizadas no combate ao incêndio, sobretudo se estas forem aplicadas em grandes quantidades. Compete, neste caso, ao Comandante das Operações de Socorro, no local, tomar as providências necessárias para evitar este tipo de situações.

Model: I - Liquid Release Rotura total mangueira gasóleo

version: v2023.03.6a2d846 (13/03/2023)
Reference: Yellow Book, CPR-14E, 3rd edition 1997, Paragraph 2.5.4

Parameters	
Inputs	
Process Conditions	
Chemical name	Diesel Sample (Sample mixtures)
Initial temperature in vessel (°C)	16
Overpressure above liquid (assuming closed system) (bar)	3
Calculation Method	
Use which representative rate	First 20% average (flammable)
Type of vessel outflow	Release from vessel through (a hole in) pipe
Type of release calculation	Calculate until specified time
Maximum release duration (s)	3600
Process Dimensions	
Vessel volume (m3)	20
Filling degree (%)	100
Vessel type	Horizontal cylinder
Length cylinder (m)	8
Pipeline length (m)	2
Pipeline diameter (mm)	80
Pipeline roughness (mm)	0,045
Hole diameter (mm)	80
Hole rounding	Sharp edges
Height leak above tank bottom (m)	0,05
Height difference between pipe entrance and exit (m)	0,5
Environment	
Ambient pressure (bar)	1,015

Results	
Source Definition	
Initial mass in vessel (kg)	15332
Mass flow rate at time t (kg/s)	0
Total mass released at time t (kg)	14756
Filling degree at time t (%)	0,78973
Height of liquid at time t (m)	0,05
Maximum mass flow rate (kg/s)	63,433
Representative release rate (kg/s)	15,655
Representative outflow duration (s)	979
Representative pressure (bar)	1,2831

Contour dimensions

Other information	
Main program	EFFECTS 12.1.0.23031 Legacy
Last calculation	13/03/2023 10:48:19
Last duration	46s 868ms
Chemical database	
Chemical source	Sample mixtures
Chemical source date	01/03/2015

EFFECTS report created by MJMACEDO-MDR\mjmac at 13/03/2023 10:55:26

Model: Pool Evaporation Rotura total mangueira gasóleo

version: v2023.03.4ac4940 (13/03/2023)
Reference: Yellow Book CPR14E 2rd 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	
Process Conditions	
Chemical name	Diesel Sample (Sample mixtures)
Calculation Method	
Use which representative rate	First 20% average (flammable)
Evaporation from land or water	Land
Type of release in pool	Semi-continuous
Maximum evaluation time for evaporation (s)	3600
Source Definition	
Mass flow rate of the source (kg/s)	15,655
Duration of the release (s)	979
Temperature of the pool (°C)	16
Process Dimensions	
Type of pool growth on Land	Spreading in bunds
Max. pool surface area (m2)	33
Meteo Definition	
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Environment	
Temperature of the subsoil (°C)	9
Ambient temperature (°C)	15,6
Ambient pressure (bar)	1,015
Ambient relative humidity (%)	80
Solar radiation flux	Calculate value
Cloud cover (%)	5
Date: day number	1
Date: month number	7
North/South latitude of the location (deg)	41
Type of subsoil (evaporation)	Isolation concrete
Subsurface roughness description (pool)	flat sandy soil, concrete, tiles, plant-yard

Results	
Source Definition	
Time pool spreading ends (s)	11
Time until pool has totally evaporated (s)	
Representative evaporation rate (kg/s)	0,00079929
Purple book representative evaporation duration (s)	3686,5
Representative temperature (°C)	18,186
Representative pool diameter (m)	6,482
Density after mixing with air (kg/m3)	1,2259
Total evaporated mass (kg)	2,9466
... duration evaporation time (s)	3599,5
Pool surface area (m2)	33
Schmidt number used	2,5454
Environment	

Heat flux from solar radiation (kW/m2)	1,4826

Contour dimensions	

Other information	
Main program	EFFECTS 12.1.0.23031 Legacy
Last calculation	13/03/2023 10:48:19
Last duration	46s 805ms
Chemical database	
Chemical source	Sample mixtures
Chemical source date	01/03/2015

EFFECTS report created by MJMACEDO-MDR\mjmac at 13/03/2023 10:56:12

Model: Neutral Gas - Flammable Cloud Rotura total mangueira gasóleo

version: v2023.03.5472238 (13/03/2023)
Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Chapter 4

Parameters	
Inputs	
Process Conditions	
Chemical name	Diesel Sample (Sample mixtures)
Source Definition	
Type of neutral gas release	Semi-continuous
Type of continuos source	Evaporating pool release
Mass flow rate of the source (kg/s)	0,00079929
Duration of the release (s)	3686,5
Pool surface area (m2)	33
Process Dimensions	
Height of release (Z-coordinate) (m)	0
Meteo Definition	
Meteorological data	Pasquill
Pasquill stability class	D (Neutral)
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Predefined wind direction	N
Environment	
Ambient temperature (°C)	15,6
Ambient pressure (bar)	1,015
North/South latitude of the location (deg)	41
Roughness length description	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.
Accuracy	
Grid resolution	High
Reporting	
Concentration averaging time (s)	20
Use dynamic concentration presentation	No
Reporting/receiver height (Zd) (m)	0
Ignition time flammable cloud	Time maximum flammable mass
Use 50% LFL for cloud contour	Yes
Use mass between LFL and UFL	Yes

Results	
Meteo Definition	
Mixing height used (m)	500
Concentration Results	
Flammability threshold concentration (mg/m3)	21123
Maximum distance to flammable concentration (m)	0
Maximum flammable mass (kg)	0
Maximum area of flammable cloud (m2)	0
at time T (s)	0
Flammable mass at time t (kg)	0
Area flammable cloud at time t (m2)	0
Volume of the flammable cloud at time t (m3)	0
Height to LFL at time t (m)	0
Length of flammable cloud at time t (m)	0
Width of flammable cloud at time t (m)	0

Offset flammable cloud at time t (m)	0
Offset flammable cloud centre at time t (m)	0

Contour dimensions

Other information	
Main program	EFFECTS 12.1.0.23031 Legacy
Last calculation	13/03/2023 10:48:20
Last duration	0s 27ms
Chemical database	
Chemical source	Sample mixtures
Chemical source date	01/03/2015

EFFECTS report created by MJMACEDO-MDR\mjmac at 13/03/2023 10:57:11

Model: Pool Fire - Rotura total mangueira gasóleo

version: v2023.03.3a154e6 (13/03/2023)
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	
Process Conditions	
Chemical name	Diesel Sample (Sample mixtures)
Calculation Method	
Type of pool fire calculation	Pool fire model Yellow Book
Type of pool fire source	Instantaneous
Fraction combustion heat radiated (-)	0,35
Soot definition	Calculate/Default
Source Definition	
Total mass released (kg)	14756
Temperature of the pool (°C)	16
Process Dimensions	
Type of pool shape (pool fire)	Rectangular
Width of rectangle (m)	9
Length of rectangle (m)	3,7
Rotation rectangle (North = 0°) (deg)	90
Non burning area within pool (m2)	0
Height of the confined pool above ground level (m)	0
Include shielding at bottomside flame	Yes
Height of shielding at bottomside flame (m)	1
Meteo Definition	
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Predefined wind direction	N
Environment	
Ambient temperature (°C)	15,6
Ambient pressure (bar)	1,015
Ambient relative humidity (%)	80
Amount of CO2 in atmosphere (-)	0,0003
Vulnerability	
Maximum heat exposure duration (s)	30
Take protective effects of clothing into account	No
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
Accuracy	
Grid resolution	High
Reporting	
Reporting/receiver height (Zd) (m)	1,5
Reporting/receiver distance (Xd) (m)	25

Results	
Fire Results	
Equivalent diameter of fire (m)	5,2441
Flame footprint dimensions D,-D,DMW,MW	11;-4;-1;4

Calculated pool fire surface area (m2)	33,3
Combustion rate of the chemical (kg/s)	1,7982
Duration of the fire (s)	8206,1
Surface emissive power flame (kW/m2)	41,705
Soot fraction used (-)	0,8
Flame tilt (deg)	56,973
Flame temperature (°C)	655,1
Length of the flame (m)	7,1847
Weight ratio of HCl/chemical (%)	0
Weight ratio of NO2/chemical (%)	0
Weight ratio of SO2/chemical (%)	0
Weight ratio of CO2/chemical (%)	310,38
Weight ratio of H2O/chemical (%)	136,98
(Max) Heat radiation level at Xd (kW/m2)	0,43451
Atmospheric transmissivity at Xd (%)	77,893
(Max) Viewfactor at Xd (-)	0,013375
Heat radiation dose at Xd (s*(kW/m2)^4/3)	9,873
Percentage first degree burns at Xd (%)	0
Percentage second degree burns at Xd (%)	0
Percentage lethal burns at Xd (%)	0
Distance to clothing burning dose (m)	9,8853

Contour dimensions					
Heat radiation contours					
Names	**Max. dist [m]**	**Min. dist [m]**	**Dist. width [m]**	**Max. width [m]**	**Value [kW/m2]**
7 kW/m2 heat radiation contour	13	-5	3	14	7
5 kW/m2 heat radiation contour	14	-6	3	17	5
Lethality contours					
Names	**Max. dist [m]**	**Min. dist [m]**	**Dist. width [m]**	**Max. width [m]**	**Value [%]**
1 % lethality contour	13	-5	3	14	1

Other information	
Main program	EFFECTS 12.1.0.23031 Legacy
Last calculation	13/03/2023 10:48:20
Last duration	46s 58ms
Chemical database	
Chemical source	Sample mixtures
Chemical source date	01/03/2015

EFFECTS report created by MJMACEDO-MDR\mjmac at 13/03/2023 10:58:09

Cenário J - Rotura (10%) de mangueira de descarga de gasóleo

Condições Específicas do Acidente		

• Evento: Rotura (10%) de mangueira de descarga de gasóleo
• Produto: Gasóleo
• Condições atmosféricas:
  ○ Vento: N – 5 m/s
  ○ Estabilidade: D
  ○ Temperatura: 15,6 °C
• Duração do evento: 3600 segundos ou até esvaziar completamente a cisterna
• Diâmetro do orifício de descarga: 8 mm		

PROBABILIDADES		
Evento iniciador: 9,60 x 10^{-4}		
Derrame: 8,74 x 10^{-4}	**Incêndio: 8,64 x 10^{-5}**	**Flash fire/pool fire: NA**

DESCARGA

Para a modelação da descarga pela rotura do tanque foi utilizado o modelo Liquid Release da aplicação informática Effects 12.1.0 desenvolvido pela GEXCON (Holanda/Noruega), tendo sido obtidos os resultados que se apresentam no quadro seguinte.

Caudal de descarga calculado conforme descrito na resposta à questão 14.

Tabela 40 - Rotura (10%) de mangueira de gasóleo. Efeitos da descarga

Efeito	Valor
Caudal representativo de descarga	0,17 kg/s
Tempo de descarga	3600 s
Massa libertada	566 kg

Para a modelação da vaporização foi utilizado o modelo Pool Evaporation da aplicação informática Effects 12.1.0 desenvolvido pela GEXCON (Holanda/Noruega), tendo sido obtidos os resultados que se apresentam no quadro seguinte. Tendo em conta que a descarga ocorre numa área específica delimitada por caneletes que recolhem um eventual derrame, a área máxima do derrame considerada foi a área delimitada pelos caneletes.

Tabela 41 - Rotura (10%) de mangueira de gasóleo. Vaporização do derrame

Efeito	Valor
Área máxima do derrame	33 m^2
Tempo para atingir a área máxima	840 s
Taxa de evaporação representativa	0,007 kg/s

Efeito	Valor
Massa de gasóleo vaporizada em 3600 s	31,8 kg

DISPERSÃO DA NUVEM INFLAMÁVEL

De acordo com a recomendação do TNO, atendendo à densidade da mistura vapores de gasóleo/ar não ultrapassa em 10% a densidade do ar, para a modelação da dispersão da nuvem resultante da vaporização do gasóleo derramado foi utilizado o modelo Neutral Gas Concentration da aplicação informática Effects 12.1.0 desenvolvido pela GEXCON (Holanda/Noruega), tendo sido obtidos os resultados que se apresentam no quadro seguinte.

Tabela 42 - Rotura (10%) de mangueira de gasóleo. Dispersão de nuvem inflamável

Efeito	Valor
Alcance da concentração LII/2	NA
Largura da concentração LII/2	NA
Massa inflamável constituída	NA

Não existindo dispersão de nuvem inflamável não se coloca o cenário de explosão não confinada de nuvem inflamável (flash fire) com retorno da chama ao derrame. Neste sentido, assume-se que a energia de ativação ao gasóleo derramado terá de ser fornecida diretamente ao derrame, provocando um incêndio de derrame (pool fire).

Admitindo que o derrame adquire energia de ativação no local, por causa fortuita, ocorrerá o incêndio do derrame (pool fire). Com recurso ao modelo Pool fire da aplicação informática Effects 12.1.0 desenvolvido pela GEXCON (Holanda/Noruega), foram obtidos os resultados que se apresentam no quadro seguinte

Tabela 43 - Rotura (10%) de mangueira de gasóleo. Incêndio do derrame

Efeito	Valor
Altura das chamas	7,2 m
Emissividade das chamas	41,7 kW^2
Alcance da radiação 5,0 kW/m^2	14 m
Alcance da radiação 7,0 kW/m^2	13m

A figura seguinte apresenta a área potencialmente afetada pelos valores de radiação de referência.

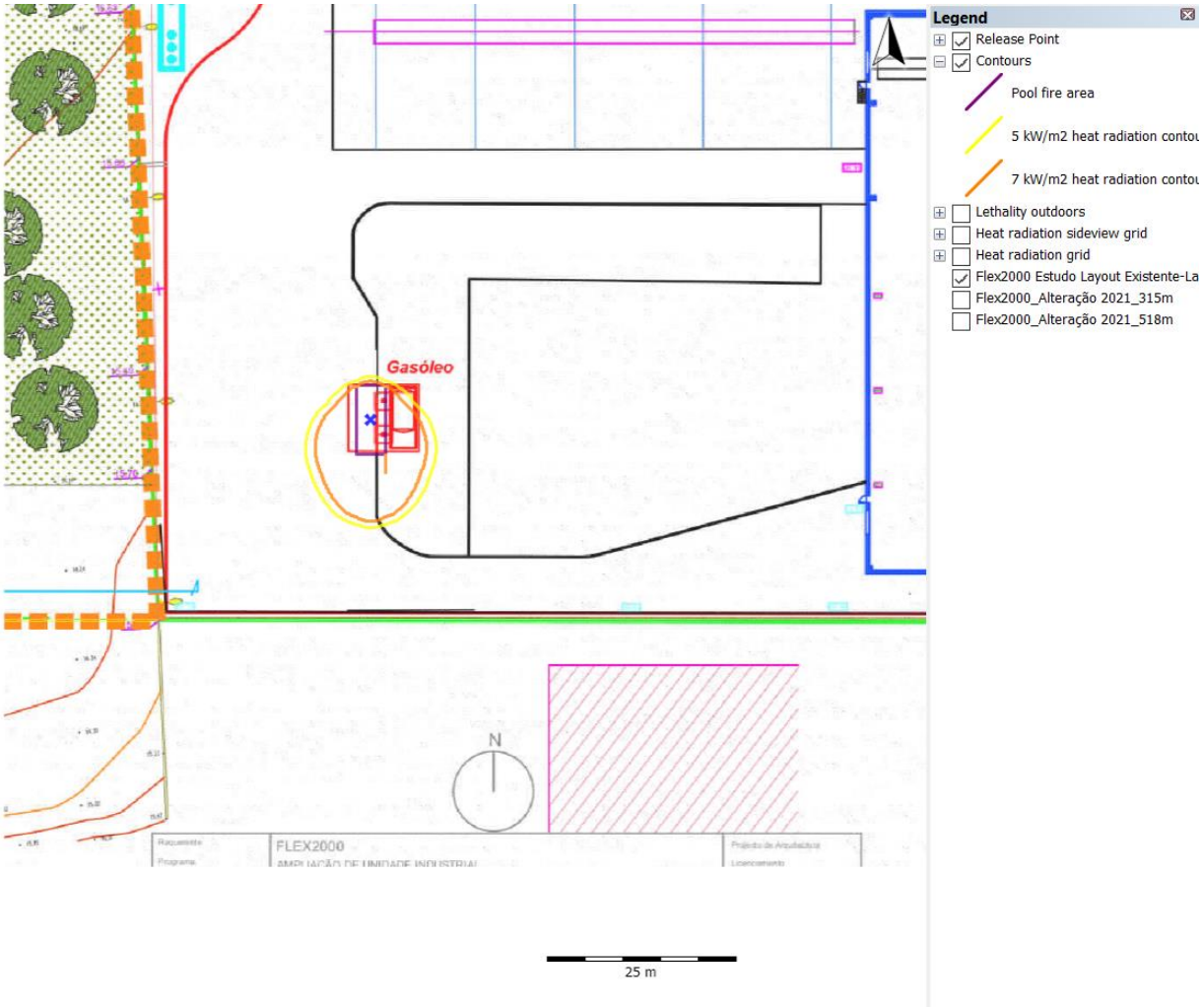


Figura 20 - Rotura (10%) de mangueira de gasóleo. Incêndio de derrame. Alcances dos valores de radiação de referência

Considerando um tempo de exposição aos valores de radiação de referência utilizado por pessoal sem proteção específica e por um período de 30 segundos, apresenta-se na figura seguinte as áreas onde poderão ocorrer fatalidades.

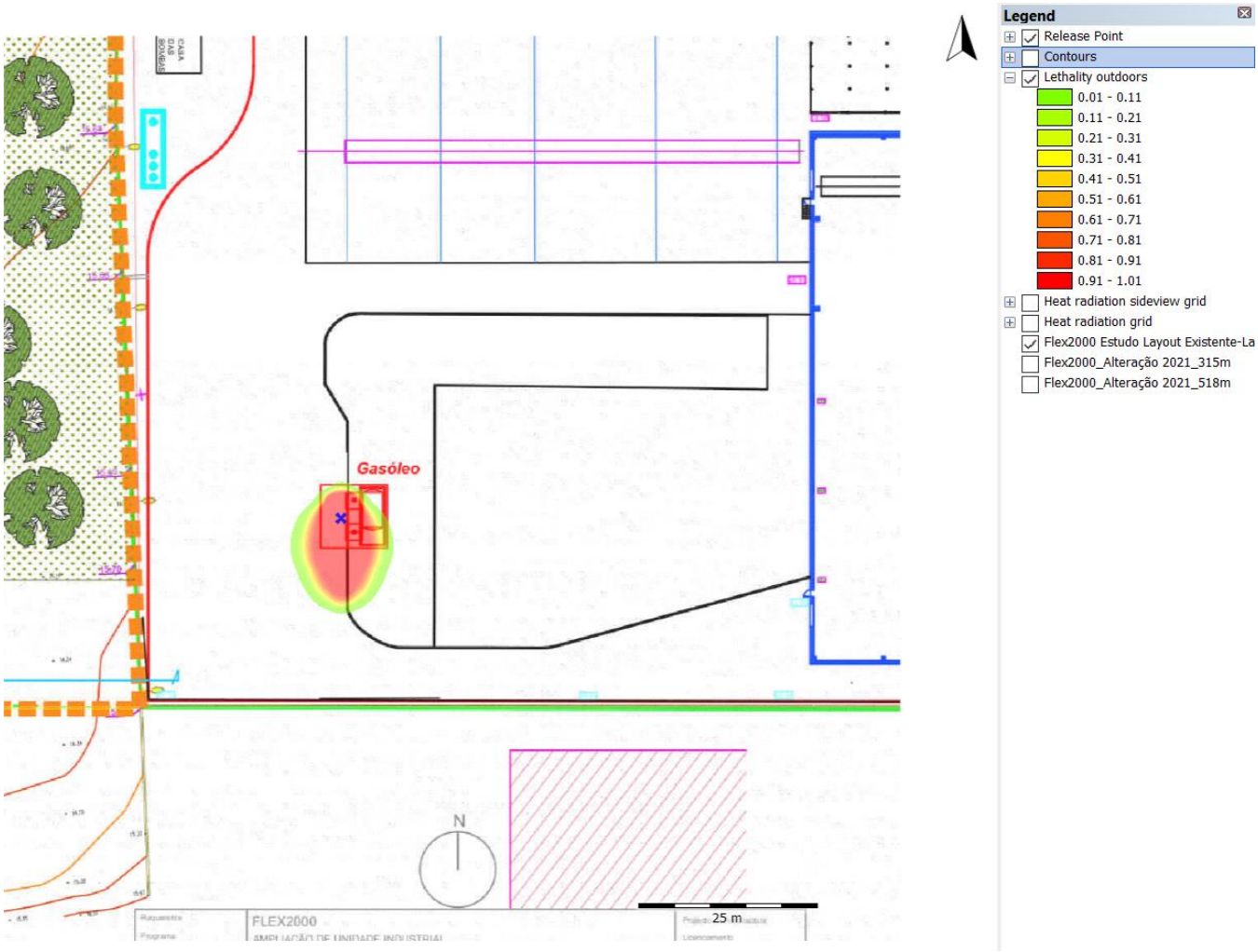


Figura 21 - Rotura (10%) de mangueira de gasóleo. Incêndio de derrame. Probabilidade de ocorrência de fatalidades

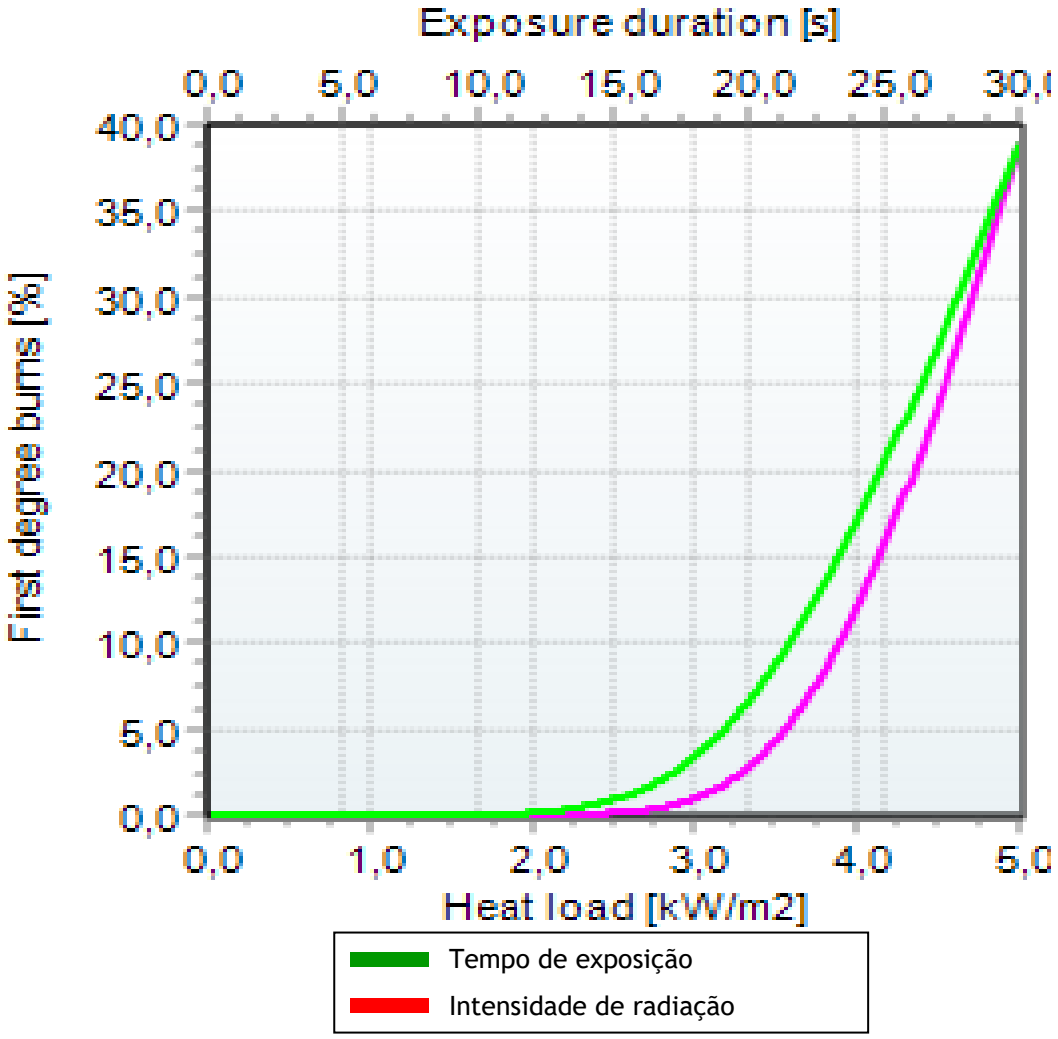
CONSEQUÊNCIAS

Tendo em conta a localização do tanque e a envolvente do mesmo, não se prevê qualquer dano relevante para pessoas, edifício ou equipamentos, com exceção dos associados à operação do reservatório.

Em termos das consequências provenientes do calor libertado pela combustão do derrame, estima-se que para um tempo de exposição de 30 segundos a probabilidade de um indivíduo não protegido, que se encontre no limiar da zona de alerta (nível de radiação de 5 kW/m^2), correspondente a cerca de 14 metros do limite da zona do incêndio na direção contrária ao vento, absorver uma quantidade de energia que lhe provocará queimaduras do 1º Grau é de 38,9%, sendo a probabilidade de ocorrência de mortes, a esta mesma distância, de 0%.

Considerando 30 segundos como tempo suficiente para as pessoas se abrigarem da radiação incidente, verifica-se, tal como se pode observar no gráfico seguinte que, para intensidades de radiação inferiores a 2,5 kW/m^2 não são de esperar danos significativos (queimaduras de 1º Grau) para um tempo de exposição de 30 segundos.

De igual forma, não serão significativas as consequências resultantes de uma exposição com uma duração inferior a 12 segundos.



Em termos dos efeitos provocados pelos fumos e gases, não se prevê a ocorrência de zonas afetadas pelos gases da combustão, ao nível do solo, em que a concentração de gases tóxicos atinja valores perigosos.

No que se refere aos efeitos deste cenário nas águas superficiais não se perspetivam impactos significativos atendendo à existência de uma área de retenção impermeabilizada e de tanque de drenagem de derrames com capacidade suficiente evitando a sua escorrência e eventual contaminação de solos e águas. Poderão, no entanto, ocorrer situações de derrame de águas contaminadas proveniente da aplicação da água/espuma utilizadas no combate ao incêndio, sobretudo se estas forem aplicadas em grandes quantidades. Compete, neste caso, ao Comandante das Operações de Socorro, no local, tomar as providências necessárias para evitar este tipo de situações.

Model: J - Liquid Release Rotura (10%) mangueira gasóleo - 100%

version: v2023.03.6a2d846 (13/03/2023)
Reference: Yellow Book, CPR-14E, 3rd edition 1997, Paragraph 2.5.4

Parameters	
Inputs	
Process Conditions	
Chemical name	Diesel Sample (Sample mixtures)
Initial temperature in vessel (°C)	16
Overpressure above liquid (assuming closed system) (bar)	3
Calculation Method	
Use which representative rate	First 20% average (flammable)
Type of vessel outflow	Release from vessel through (a hole in) pipe
Type of release calculation	Calculate until specified time
Maximum release duration (s)	3600
Process Dimensions	
Vessel volume (m3)	20
Filling degree (%)	100
Vessel type	Horizontal cylinder
Length cylinder (m)	8
Pipeline length (m)	2
Pipeline diameter (mm)	80
Pipeline roughness (mm)	0,045
Hole diameter (mm)	8
Hole rounding	Sharp edges
Height leak above tank bottom (m)	0,05
Height difference between pipe entrance and exit (m)	0,5
Environment	
Ambient pressure (bar)	1,015

Results	
Source Definition	
Initial mass in vessel (kg)	15332
Mass flow rate at time t (kg/s)	0,15304
Total mass released at time t (kg)	565,73
Filling degree at time t (%)	96,279
Height of liquid at time t (m)	1,6421
Maximum mass flow rate (kg/s)	0,68683
Representative release rate (kg/s)	0,17168
Representative outflow duration (s)	1800
Representative pressure (bar)	1,2611

Contour dimensions

Other information	
Main program	EFFECTS 12.1.0.23031 Legacy
Last calculation	13/03/2023 11:00:33
Last duration	47s 66ms
Chemical database	
Chemical source	Sample mixtures
Chemical source date	01/03/2015

EFFECTS report created by MJMACEDO-MDR\mjmac at 13/03/2023 11:05:42

Model: Pool Evaporation Rotura (10%) mangueira gasóleo

version: v2023.03.4ac4940 (13/03/2023)
Reference: Yellow Book CPR14E 2rd 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	
Process Conditions	
Chemical name	Diesel Sample (Sample mixtures)
Calculation Method	
Use which representative rate	First 20% average (flammable)
Evaporation from land or water	Land
Type of release in pool	Semi-continuous
Maximum evaluation time for evaporation (s)	3600
Source Definition	
Mass flow rate of the source (kg/s)	0,14826
Duration of the release (s)	1800
Temperature of the pool (°C)	16
Process Dimensions	
Type of pool growth on Land	Spreading in bunds
Max. pool surface area (m2)	33
Meteo Definition	
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Environment	
Temperature of the subsoil (°C)	9
Ambient temperature (°C)	15,6
Ambient pressure (bar)	1,015
Ambient relative humidity (%)	80
Solar radiation flux	Calculate value
Cloud cover (%)	5
Date: day number	1
Date: month number	7
North/South latitude of the location (deg)	41
Type of subsoil (evaporation)	Isolation concrete
Subsurface roughness description (pool)	flat sandy soil, concrete, tiles, plant-yard

Results	
Source Definition	
Time pool spreading ends (s)	840
Time until pool has totally evaporated (s)	
Representative evaporation rate (kg/s)	0,0070297
Purple book representative evaporation duration (s)	4526,6
Representative temperature (°C)	57,122
Representative pool diameter (m)	6,482
Density after mixing with air (kg/m3)	1,2286
Total evaporated mass (kg)	31,821
... duration evaporation time (s)	3599,5
Pool surface area (m2)	33
Schmidt number used	2,5454
Environment	

Heat flux from solar radiation (kW/m2)	1,4826

Contour dimensions	

Other information	
Main program	EFFECTS 12.1.0.23031 Legacy
Last calculation	13/03/2023 11:00:33
Last duration	47s 25ms
Chemical database	
Chemical source	Sample mixtures
Chemical source date	01/03/2015

EFFECTS report created by MJMACEDO-MDR\mjmac at 13/03/2023 11:06:21

Model: Neutral Gas - Flammable Cloud Rotura (10%) mangueira gasóleo

version: v2023.03.5472238 (13/03/2023)
Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Chapter 4

Parameters	
Inputs	
Process Conditions	
Chemical name	Diesel Sample (Sample mixtures)
Source Definition	
Type of neutral gas release	Semi-continuous
Type of continuos source	Evaporating pool release
Mass flow rate of the source (kg/s)	0,0070297
Duration of the release (s)	4526,6
Pool surface area (m2)	33
Process Dimensions	
Height of release (Z-coordinate) (m)	0
Meteo Definition	
Meteorological data	Pasquill
Pasquill stability class	D (Neutral)
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Predefined wind direction	N
Environment	
Ambient temperature (°C)	15,6
Ambient pressure (bar)	1,015
North/South latitude of the location (deg)	41
Roughness length description	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.
Accuracy	
Grid resolution	High
Reporting	
Concentration averaging time (s)	20
Use dynamic concentration presentation	No
Reporting/receiver height (Zd) (m)	0
Ignition time flammable cloud	Time maximum flammable mass
Use 50% LFL for cloud contour	Yes
Use mass between LFL and UFL	Yes

Results	
Meteo Definition	
Mixing height used (m)	500
Concentration Results	
Flammability threshold concentration (mg/m3)	21123
Maximum distance to flammable concentration (m)	0
Maximum flammable mass (kg)	0
Maximum area of flammable cloud (m2)	0
at time T (s)	0
Flammable mass at time t (kg)	0
Area flammable cloud at time t (m2)	0
Volume of the flammable cloud at time t (m3)	0
Height to LFL at time t (m)	0
Length of flammable cloud at time t (m)	0
Width of flammable cloud at time t (m)	0

Offset flammable cloud at time t (m)	0
Offset flammable cloud centre at time t (m)	0

Contour dimensions

Other information	
Main program	EFFECTS 12.1.0.23031 Legacy
Last calculation	13/03/2023 11:00:34
Last duration	0s 34ms
Chemical database	
Chemical source	Sample mixtures
Chemical source date	01/03/2015

EFFECTS report created by MJMACEDO-MDR\mjmac at 13/03/2023 11:07:00

Model: Pool Fire - Rotura (10%) mangueira gasóleo

version: v2023.03.3a154e6 (13/03/2023)
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	
Process Conditions	
Chemical name	Diesel Sample (Sample mixtures)
Calculation Method	
Type of pool fire calculation	Pool fire model Yellow Book
Type of pool fire source	Instantaneous
Fraction combustion heat radiated (-)	0,35
Soot definition	Calculate/Default
Source Definition	
Total mass released (kg)	565,73
Temperature of the pool (°C)	16
Process Dimensions	
Type of pool shape (pool fire)	Rectangular
Width of rectangle (m)	9
Length of rectangle (m)	3,7
Rotation rectangle (North = 0°) (deg)	90
Non burning area within pool (m2)	0
Height of the confined pool above ground level (m)	0
Include shielding at bottomside flame	Yes
Height of shielding at bottomside flame (m)	1
Meteo Definition	
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Predefined wind direction	N
Environment	
Ambient temperature (°C)	15,6
Ambient pressure (bar)	1,015
Ambient relative humidity (%)	80
Amount of CO2 in atmosphere (-)	0,0003
Vulnerability	
Maximum heat exposure duration (s)	30
Take protective effects of clothing into account	No
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
Accuracy	
Grid resolution	High
Reporting	
Reporting/receiver height (Zd) (m)	1,5
Reporting/receiver distance (Xd) (m)	25

Results	
Fire Results	
Equivalent diameter of fire (m)	5,2441
Flame footprint dimensions D,-D,DMW,MW	11;-4;-1;4

Calculated pool fire surface area (m2)	33,3
Combustion rate of the chemical (kg/s)	1,7982
Duration of the fire (s)	314,61
Surface emissive power flame (kW/m2)	41,705
Soot fraction used (-)	0,8
Flame tilt (deg)	56,973
Flame temperature (°C)	655,1
Length of the flame (m)	7,1847
Weight ratio of HCl/chemical (%)	0
Weight ratio of NO2/chemical (%)	0
Weight ratio of SO2/chemical (%)	0
Weight ratio of CO2/chemical (%)	310,38
Weight ratio of H2O/chemical (%)	136,98
(Max) Heat radiation level at Xd (kW/m2)	0,43451
Atmospheric transmissivity at Xd (%)	77,893
(Max) Viewfactor at Xd (-)	0,013375
Heat radiation dose at Xd (s*(kW/m2)^4/3)	9,873
Percentage first degree burns at Xd (%)	0
Percentage second degree burns at Xd (%)	0
Percentage lethal burns at Xd (%)	0
Distance to clothing burning dose (m)	9,8853

Contour dimensions					
Heat radiation contours					
Names	**Max. dist [m]**	**Min. dist [m]**	**Dist. width [m]**	**Max. width [m]**	**Value [kW/m2]**
7 kW/m2 heat radiation contour	13	-5	3	14	7
5 kW/m2 heat radiation contour	14	-6	3	17	5
Lethality contours					
Names	**Max. dist [m]**	**Min. dist [m]**	**Dist. width [m]**	**Max. width [m]**	**Value [%]**
1 % lethality contour	13	-5	3	14	1

Other information	
Main program	EFFECTS 12.1.0.23031 Legacy
Last calculation	13/03/2023 11:00:34
Last duration	46s 218ms
Chemical database	
Chemical source	Sample mixtures
Chemical source date	01/03/2015

EFFECTS report created by MJMACEDO-MDR\mjmac at 13/03/2023 11:07:40