



| | | |
|---|-------------------|-------|
|  XUNTA DE GALICIA | PLAN CAMGAL | Anexo |
| | Análise de Riscos | II.2 |

1. INTRODUCCIÓN

A inmensa riqueza que posúe a costa de Galicia, tanto dende un punto de vista natural como social, económico e cultural, está continuamente exposta á posibilidade de sufrir unha vertedura de hidrocarburos ou substancias nocivas e potencialmente perigosas (SNPP).

Este risco é inherente á presenza de instalacións na beira do mar e ao forte tráfico marítimo que soportan as nosas costas. Nos últimos anos, unha media de 40.000 buques foron identificados no Dispositivo de Separación de Tráfico (DST) de Fisterra, deles máis de 14.000 portaban materiais perigosos. Ademais, a flota pesqueira galega é a máis numerosa de todas as rexións europeas e a maior do país co sector pesqueiro máis potente da Unión Europea. Proporcionalmente, Galicia posúe case a metade dos pesqueiros abandeirados en España, o que supón o 40% do total de toneladas e máis do 30% da suma da potencia dos motores.

Con esta situación, a contaminación accidental representa un factor importante que require previr, minimizar e controlar. Con esta filosofía desenvólvese a presente análise de riscos, cuxo obxectivo é establecer unha zonificación do risco en función do alcance dunha posible vertedura e da vulnerabilidade da zona afectada.

| | | |
|---|-------------------|-------|
|  XUNTA DE GALICIA | PLAN CAMGAL | Anexo |
| | Análise de Riscos | II.2 |

2. DEFINIÇÃO DOS OBXECTIVOS E ALCANCE DA ANÁLISE DE RISCOS

A formulación xeral da análise do risco baseouse no estudo de dous factores: o perigo e a vulnerabilidade. O perigo caracterízase como a probabilidade de ocorrencia de accidentes e, por conseguinte, de derramos accidentais de hidrocarburos e doutros contaminantes, dado que se consideran tanto os buques en ruta coma os emisarios submarinos e instalacións industriais costeiras.

Na análise de vulnerabilidade analízase o impacto que poden ter estes accidentes sobre o ámbito natural costeiro e mariño e as actividades de carácter socioeconómico que se desenvolven neste. Por conseguinte, primeiro estúdanse ambos os dous factores e, a continuación, avalíase o risco, o cal se representa cartograficamente, de maneira que a costa queda zonificada en diferentes tramos, en función dos cales se articula a planificación.

2.1. Obxectivos da análise de riscos

Deseñar unha metodoloxía de análise, cuantificación e avaliación do risco de contaminación do litoral por verteduras.


Avaliar o perigo mediante o inventariado de instalacións xeradoras de perigo, análise do tráfico marítimo e probabilidade de ocorrencia de accidentes.

Avaliar e cuantificar a vulnerabilidade dos distintos, elementos, bens e usos presentes no litoral.

Elaboración dunha cartografía temática baseada na zonificación do Risco.

2.2. Alcance da análise de riscos.

Xeograficamente, no ámbito do perigo, analizouse a zona comprendida entre os paralelos 40º15'N e 44º55'N e os meridianos 12º40'W e 7º5'W, onde se asume que poden ter lugar os posibles accidentes que poden afectar ao litoral galego. No ámbito

| | | |
|---|-------------------|-------|
|  XUNTA DE GALICIA | PLAN CAMGAL | Anexo |
| | Análise de Riscos | II.2 |

da vulnerabilidade analizouse o impacto sobre a costa da Comunidade Autónoma de Galicia.

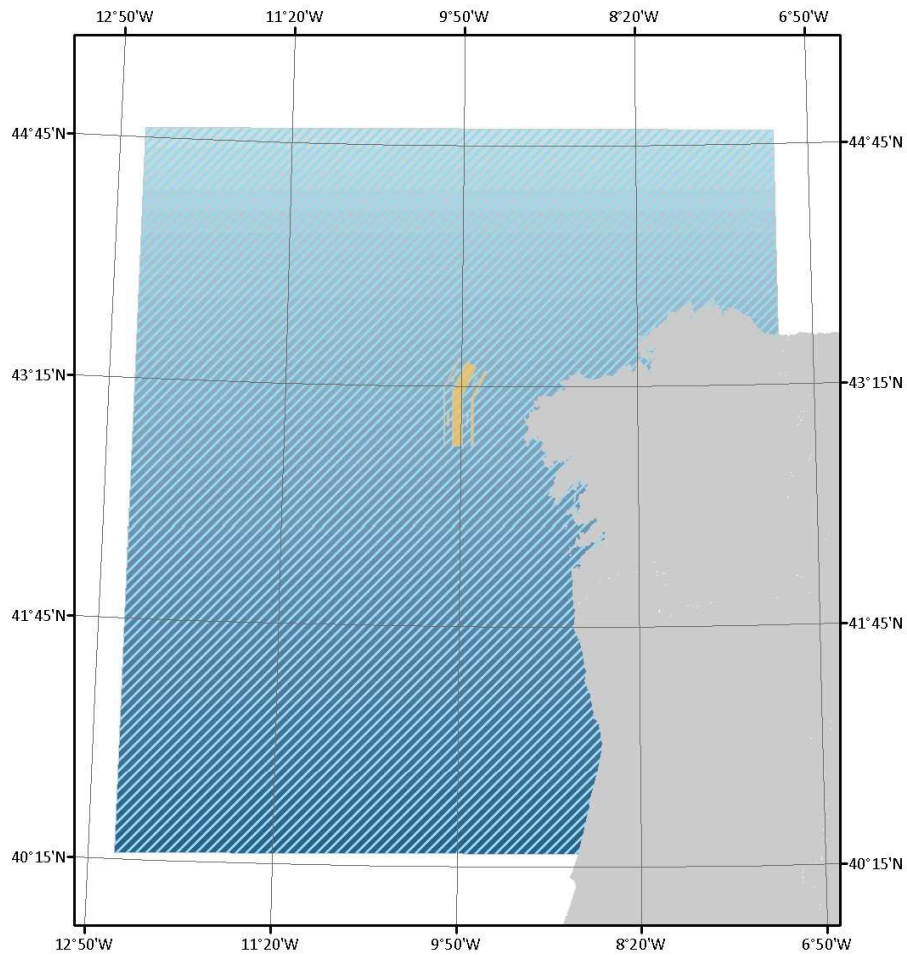




Figura 1. Ámbito xeográfico do estudo do perigo derivado do mar.

| | | |
|---|-------------------|-------|
|  XUNTA DE GALICIA | PLAN CAMGAL | Anexo |
| | Análise de Riscos | II.2 |

3. CONCEPTOS DE RISCO, PERIGO E VULNERABILIDADE.

A metodoloxía seguida para realizar a análise de riscos baséase en tres conceptos fundamentais. Son moitas as definicións dispoñibles na bibliografía para describir que é un risco, un perigo ou un obxecto vulnerable. De todas elas as que mellor se axustan ao noso caso de estudo son as seguintes, baseadas nas definicións de Riscos Naturais, (Ayala-Carecedo, Olcina, 2002).

- Perigo: frecuencia coa que se presentan fenómenos dunha determinada severidade (intensidade ou magnitude) nun intervalo de tempo e nun espazo determinado e que previsiblemente poidan ocasionar danos.
- Vulnerabilidade: predisposición intrínseca dun sistema (suxeito, grupo, elemento físico, etc.) a sufrir danos ante un fenómeno dunha severidade (intensidade ou magnitude) determinada. Nesta análise podemos falar da vulnerabilidade dos ecosistemas ante manchas de hidrocarburos e substancias nocivas e potencialmente perigosas (SNPP), pero tamén podemos falar da vulnerabilidade das actividades económicas que se desenvolven na costa como o turismo ou a pesca. Tense que considerar que os sistemas serán máis vulnerables canto máis poidan resultar danados e canto máis tarden en recuperarse deste dano.
- Risco: dano ou perdas esperadas a consecuencia dun suceso ou conxunto de sucesos que poden afectar negativamente ás persoas, ao medio, e aos bens. Este risco está composto basicamente por dous conceptos: A perigosidade e a vulnerabilidade.
- Exposición: número e tipo de elementos vulnerables que padecen un determinado grao de perigo.
- Elemento vulnerable: elemento exposto a padecer danos ante un perigo.

| | | |
|---|-------------------|-------|
|  XUNTA DE GALICIA | PLAN CAMGAL | Anexo |
| | Análise de Riscos | II.2 |

4. ESTUDO DO PERIGO

Unha vez coñecido o termo perigo é necesario describir cales son aqueles elementos que se consideraron como xeradores de perigo de contaminación mariña accidental na costa galega e cal é a metodoloxía que se seguiu para a súa avaliación.


4.1. Determinación dos focos de perigo

Entendemos como foco de perigo toda aquela instalación, ou actividade que poida ser a orixe dunha vertedura cuxa propagación afecte ao litoral. Nesta análise, os focos de perigo clasificáronse sobre a base da súa localización, obténdose dous grupos ben diferenciados. Por un lado encóntranse os focos en terra ou fixos, sendo todos aqueles que están localizados nun punto estático do litoral, e son susceptibles de provocar unha vertedura dende a terra ao mar. Por outro lado encóntranse os focos marítimos ou móbiles, que son todos aqueles barcos que se encontran en ruta dentro da zona de estudo e son polo tanto susceptibles de provocar unha vertedura no mar que afecte ao litoral.

4.1.1. Focos Fixos


Como xa se comentou, os focos fixos son aqueles localizados nun punto do litoral, nesta análise catalogáronse os seguintes:

- Emisarios submarinos: A Lei 8/2001, do 2 de agosto, de protección da calidade das augas das rías de Galicia e de ordenación do servizo público de depuración de augas residuais urbanas (DOG 21-8-2001; BOE 25-9-2001), regula a ordenación do servizo de depuración de augas residuais urbanas. Así mesmo, esta lei pretende a protección da calidade das augas das rías de Galicia mediante o establecemento de obxectivos de calidade e de límites para a emisión de verteduras, así como a ordenación das actividades que puidesen resultar incompatibles coa devandita protección, cuxa instalación requirirá unha especial atención ás esixencias ambientais. Tendo en conta isto, e o feito de que por parte da administración se están a levar a cabo

| | | |
|---|-------------------|-------|
|  XUNTA DE GALICIA | PLAN CAMGAL | Anexo |
| | Análise de Riscos | II.2 |

rigorosos controis que garanten o seu cumprimento, pódese considerar que os emisarios, tanto industriais coma urbanos, non representan un risco importante de contaminación. A pesar diso, dado que son puntos de comunicación directa ao mar, tivéronse en conta nesta análise.

- Instalacións industriais: Nesta análise consideráronse empresas xeradoras de perigo aquelas que se encontren baixo o obrigado cumprimento do R.D. 1254/1999, do 16 de xullo, polo que se aproban medidas de control dos riscos inherentes aos accidentes nos que interveñan substancias perigosas. Do total de empresas situadas en Galicia baixo esta lexislación, foron seleccionadas só aquelas que debido á súa situación son susceptibles de provocar unha contaminación mariña ou litoral.
- Instalacións portuarias: O Real Decreto 253/2004, do 13 de febreiro, polo que se establecen medidas de prevención e loita contra a contaminación nas operacións de carga, descarga e manipulación de hidrocarburos no ámbito marítimo e portuario establece a obriga de que todo porto marítimo conte cun Plan interior de continxencias por contaminación mariña accidental. Este plan ten como obxecto establecer os medios materiais e humanos, así como o protocolo de actuacións a desenvolver para combater calquera tipo de vertedura mariña que se produza no ámbito de responsabilidade portuaria. Malia a adopción de estritos procedementos de boas prácticas operacionais, os derramos de hidrocarburos e doutras substancias potencialmente contaminantes poden acontecer e, dependendo do seu tamaño e localización, poden causar danos tanto materiais coma ambientais fóra do ámbito de responsabilidade do porto. Por esta razón, nesta análise consideráronse como focos xeradores de perigo os 122 portos pertencentes ao ente público "Portos de Galicia" e os seis portos de interese xeral pertencentes a Portos do Estado e localizados na Comunidade Autónoma de Galicia.

| | | |
|---|-------------------|-------|
|  XUNTA DE GALICIA | PLAN CAMGAL | Anexo |
| | Análise de Riscos | II.2 |

4.1.2. Focos móbiles

O perigo dos barcos en ruta como fontes de contaminación queda definida polo nome e volume de corredores marítimos existentes nas proximidades do litoral da Comunidade Autónoma de Galicia. Unha media de 40.000 buques son identificados anualmente no Dispositivo de Separación de Tráfico de Fisterra, deles máis de 14.000 portan materiais perigosos. Ademais, a flota pesqueira galega é a máis numerosa de todas as rexións europeas e a maior do país.


Para a identificación do tráfico de buques que circulan no ámbito desta análise, empregáronse datos AIS (Automatic Identification System) facilitados pola base de datos de la empresa DataVoice S.A. que mantén o portal www.localizotodo.com. Isto presenta vantaxes (obtéñense datos fiables de posición, carga, velocidade) e inconvenientes, o máis relevante o feito de que non todos os buques teñen a obriga de informar da súa situación a través do AIS, polo que non todas ás posibles orixes de verteduras van ser contempladas.

4.2. Estudo dos accidentes: Análise histórica

O litoral galego foi escenario nos últimos 37 anos de seis catástrofes marítimas de grande envergadura vinculadas con accidentes de buques nas súas costas. A estes accidentes debemos sumar outros de menor volume, cuxas consecuencias non tiveron tanta repercusión.

Neste apartado recompílase a información existente, tanto das causas coma das súas consecuencias, daqueles accidentes que tiveron graves repercusións no medio da Comunidade Autónoma de Galicia. Fonte dos datos: Proxecto Erocips, Cedre.

| | |
|----------------------------------|--|
| Nome: Polycommander | Data: 05/05/1970 |
| Zona: Illas Cíes | Natureza do contaminante: petróleo cru lixeiro de Arabia |
| Cantidade Transportada: 49.400 t | Cantidade vertida: 15.000 t |
| Tipo de Navío: Petroleiro | Data de construción: 1965 |
| Pavillón: noruegués | Causa do Accidente: varada |

| | | |
|---|-------------------|-------|
|  XUNTA DE GALICIA | PLAN CAMGAL | Anexo |
| | Análise de Riscos | II.2 |

O 5 de maio de 1970, mentres viaxaba de Sidón (Líbano) a Donges (Francia), o petroleiro noruegués Polycommander tivo que desviarse cara a Vigo para deixar a un pasaxeiro enfermo. O buque encallou sobre unha rocha querendo entrar no porto, 15.000 toneladas de petróleo cru lixeiro de Arabia vertéronse no mar e incendiáronse a causa dunhas faíscas que emanaban da liña de escape dun buque de pesca que patrullaba nas proximidades.


Durante máis de 30 horas, o Polycommander é asolado por un incendio e varias explosións. A tripulación e algúns pasaxeiros presentes a bordo foron evacuados a tempo sans e salvos.

Para extinguir o incendio aplicouse espuma e espárexéronse dispersantes sobre a capa de petróleo. O uso de barreiras flotantes plásticas revelouose ineficaz.

A calor desprendida polo incendio xerou movementos de aire, os fumes e as fraccións volátiles subiron moi alto na atmosfera para logo caer sobre os pobos próximos á zona do accidente, recubrindoos con cinza.

A vertedura afectou principalmente ás localidades de Baiona e Panxón, aínda que durante os días seguintes tras o accidente se transvasa o cru que quedou nas adegas.


| | |
|---|--|
| Nome: Urquiola | Data: 12/05/1976 |
| Zona: A Coruña | Natureza do contaminante: petróleo cru lixeiro de Kuwait |
| Cantidade Transportada: 101.000 t | Cantidade vertida: 101.000 t |
| Tipo de Navío: Petroleiro | Data de construción: 1973 |
| Pavillón: español | Causa do Accidente: varada |
| <p>O 12 de maio de 1976, o petroleiro Urquiola choca contra un fondo elevado non sinalado nos mapas á entrada do porto de A Coruña e dana o seu casco. O barco recibiu a orde de abandonar o esteiro de A Coruña pola mesma entrada, o que causou un segundo impacto coas rochas. Unhas horas máis tarde, un incendio estala sobre o barco provocando a morte do capitán e unha vertedura ao mar de 101.000 toneladas</p> | |

| | | |
|---|-------------------|-------|
|  XUNTA DE GALICIA | PLAN CAMGAL | Anexo |
| | Análise de Riscos | II.2 |

de petróleo cru que afecta aproximadamente a 200 km de costa. Unha gran parte do petróleo quémase e provoca unha nube negra que penetra terra dentro.

Instalouse unha barreira para frear o avance do petróleo e espárexéronse dispersantes. Malia estas medidas o impacto ecolóxico e económico é elevado, o efecto do derramo nas pesqueiras de mariscos locais notouse case de inmediato. A mortalidade nalgunhas áreas alcanzou o 70%. As pesqueiras de baixura da zona, que inclúen as sardiñas e pescada, foron pechadas. Os efectos observados nas poboacións de aves foron mínimos, a excepción das gaviotas, onde se recolleron exemplares petroleados. As rías, que experimentaron o maior impacto foron a ría de A Coruña, e a ría de Ares e Betanzos. As praias do Raso e Perbes víronse severamente afectadas.


| | | | |
|---|--|--|--|
| Nome: Andrios Patria | | Data: 31/12/1978 | |
| Zona: A Coruña | | Natureza do contaminante: petróleo cru iraní | |
| Cantidade Transportada: 210.000 t | | Cantidade vertida: 60.000 t | |
| Tipo de Navío: Petroleiro | | Data de construción: 1970 | |
| Pavillón: grego | | Causa do Accidente: explosión | |
| <p>O 31 de decembro de 1978, o petroleiro "Andros Patria" transportaba unha carga de 210.000 toneladas de petróleo cru, cando se produciu unha greta de 50 pés no seu casco nas axitadas augas fronte ao Cabo Fisterra. A continuación produciuse unha explosión que provocou un incendio e unha vertedura de 60.000 toneladas de petróleo cru iraniano. Para loitar contra a contaminación, a Mariña española espárexeu dispersantes sobre as dúas grandes manchas de petróleo, rotas en parte naturalmente pola acción das ondas, víronse afectados 100 m da liña de costa e morreron 1.000 aves mariñas.</p> <p>Todos os tripulantes menos tres abandonaron o barco. Os Gobernos Español, Portugués, Francés e Británico denegaron o permiso para que o petroleiro entrase nas súas augas territoriais por temor á contaminación. Finalmente o buque foi remolcado a</p> | | | |

| | | |
|---|-------------------|-------|
|  XUNTA DE GALICIA | PLAN CAMGAL | Anexo |
| | Análise de Riscos | II.2 |

250 millas ao sur dos Azores, onde se iniciou a transferencia ship to ship. O 9 de febreiro o buque encontrábase a 200 quilómetros ao noroeste das illas de Cabo Verde, finalmente permitiúselles a entrada en augas portuguesas e o 19 de febreiro atracou en Lisboa.

| | |
|--|--|
| Nome: Casón | Data: 05/12/1987 |
| Zona: Cabo Fisterra | Natureza do contaminante: produtos químicos, inflamables, tóxicos e corrosivos |
| Cantidade Transportada: 1.100 t | Cantidade vertida: 1.100 t |
| Tipo de Navío: Cargueiro | Data de construción: 1969 |
| Pavillón: panameño | Causa do Accidente: varada |
| <p>Resumo do accidente: O 5 de decembro de 1987, o cargueiro Cason que transporta 1.100 toneladas de produtos químicos, vara nas costas españolas preto do Cabo Fisterra. A carga consiste en preto de 5.000 barrís, bidóns, colectores e sacos de produtos inflamables (xileno, butanol, acrilato de butil, ciclohexanona, sodio), tóxicos (aceite de anilina, difenilmetano, o-cresol, dibutil ftalato) e corrosivos (ácido fosfórico, anhídrido ftalico).</p> <p>O navío inflámase ao poñerse en contacto a auga do mar e a carga de sodio. No incendio perecen 23 dos 31 membros da tripulación.</p> <p>Consecuencias inmediatas do accidente: O efecto da vertedura nas pesqueiras de mariscos locais notouse case de inmediato. A mortalidade nalgunhas áreas alcanzou o 70%. Houbo preocupación pola reprodución destas poboacións, e a taxa de recuperación foi lenta. Pecháronse as pesqueiras de baixura da zona, que inclúen as sardiñas e pescada.</p> | |

| | |
|------------------|--|
| Nome: Aegean Sea | Data: 03/12/1992 |
| Zona: A Coruña | Natureza do contaminante: petróleo cru lixeiro |

| | | |
|---|-------------------|-------|
|  XUNTA DE GALICIA | PLAN CAMGAL | Anexo |
| | Análise de Riscos | II.2 |

| | |
|-----------------------------------|----------------------------|
| Cantidad Transportada: 79000 t | Cantidad vertida: 67.000 t |
| Tipo de Navío: Petrolero-mineiro. | Data de construción: 1973 |
| Pavillón: grego | Causa do Accidente: varada |


O 3 de decembro de 1992 o petrolero “Aegean Sea” intenta entrar no porto de A Coruña, antes do amanecer, durante unha forte tempestade.

Debido a un golpe de vento, desvíase fóra da canle de entrada e encalla, rompendose en dous e comezando a arder. A proa afúndese a unha profundidade de cincuenta metros mentres que a popa continuou visible. A excepción dalgúns m³ que foron extraídos da popa, toda a carga verteuse. Non obstante a maioría foi consumida durante o incendio ou dispersouse grazas á acción do mar. Na loita contra a contaminación utilizáronse barreiras flotantes que permitiron recuperar ao redor de 5.000 m³ de mestura petróleo/auga.

Foi necesaria a limpeza manual da costa xa que contamináanse uns 300 km. A zona afectada (máis ou menos a mesma que a afectada pola marea negra do Urquiola) é unha zona de importante actividade pesqueira e marisqueira, presenta instalacións piscícolas, especializadas na cría do rodaballo e do salmón, instalacións de depuración de bivalvos e unha importante actividade de cultivo do mexillón.

Para impedir o consumo de produtos capturados na zona afectada, a Consellería de Pesca, Marisqueo e Acuicultura da Xunta de Galicia, decretou a prohibición xeral da pesca, e a venda de produtos de acuicultura ou de instalacións de depuración de moluscos coas consecuentes perdas económicas.

| | |
|---------------------------------------|--|
| Nome: Prestige | Data: 13/11/2002 |
| Zona: Cabo Fisterra | Natureza do contaminante: Fuel oil pesado (nº 2) |
| Cantidad Transportada: 77.000 t | Cantidad vertida: 64.000 t |
| Tipo de Navío: Petrolero casco simple | Data de construción: 1976 |
| Pavillón: bahamas | Causa do Accidente: varada |


| | | |
|---|-------------------|-------|
|  XUNTA DE GALICIA | PLAN CAMGAL | Anexo |
| | Análise de Riscos | II.2 |

O mércores 13 de novembro de 2002 o petroleiro Prestige, monocasco de bandeira de Bahamas, enviou unha chamada de auxilio en alta mar na rexión do Cabo Fisterra. O buque tanque transportaba 77.000 toneladas de fuel óleo pesado cargado en San Petersburgo (Rusia) e Ventspils (Letonia), e dirixíase a Singapore a través de Xibraltar, viuse inmerso nun forte temporal e sufriu unha vía de auga. A medida que entraba auga, o motor foise danando ata que a nave quedou fóra de control derivando a mercé das condicións meteorolóxicas. Unha observación aérea revelou unha fuga de combustible no mar.

Durante toda a noite, varios remolcadores trataron de remolcar o petroleiro pero o sistema de remolque de emerxencia da nave non funcionaba e os diferentes intentos fallaron. O 14 de novembro foi remolcado ao norte-noroeste durante todo o día, e logo cara ao sur. O día 15 sufriu unha brecha de máis de 35 m no lado dereito. O día 16, foi remolcado cara ao sur-oeste para evitar as augas portuguesas. O día 19 ás 9 da mañá, o buque partiuse en dous, nas coordenadas 42 ° 15 N e 12 ° 08 W, a unhas 130 millas náuticas da costa española, ao oeste-sueste de Cabo Fisterra.

O 18 de novembro, as autoridades españolas prohibiron todas as formas da pesca e a recolección de mariscos ao longo de 96 quilómetros das costas de Galicia. A prohibición estendeuse a 498 km e logo a 554 km de costa. A zona afectada é moi rica en actividades de pesca e a piscicultura (ostras, mexillóns, rodaballo e outras especies). O goberno español acompañou a prohibición dunha axuda financeira aos 7.000 pescadores afectados, moitos dos cales participaron nas operacións de recollida da vertedura no mar e na costa. A actividade marisqueira nas rías de A Coruña, Ferrol e Cedeira autorizouse novamente o 1 de abril de 2003.


O resto de zonas foron abertas sucesivamente nas seguintes datas do ano 2003: 1 de febreiro, 25 de febreiro, 17 de marzo, 1 de abril, 14 de abril, 1 de maio, 2 de xuño e 1 de xullo.

| | | |
|---|-------------------|-------|
|  XUNTA DE GALICIA | PLAN CAMGAL | Anexo |
| | Análise de Riscos | II.2 |


4.3. Escenarios accidentais posibles

A continuación identifícanse os escenarios nos que é posible que se produza un accidente que poidan dar lugar a unha vertedura contaminante no mar. Esta identificación previa non significa que non se poidan producir outros incidentes pero senta as bases para realizar o cálculo de estimación de probabilidade de ocorrencia dos accidentes.

- Colisión coas estruturas do porto: Choque dun barco cunha estrutura portuaria, normalmente durante as manobras de atraque.
- Afundimento e quebra estrutural: Inclúe os barcos que se afunden como resultado dunha quebra ou brecha no seu casco, debido ao mal tempo ou ás malas condicións de barco, podendo producirse fisuras ou mesmo partíndose en dous sen que se produza como consecuencia do accidente contra outro buque ou calquera tipo de choque.
- Abordaxe: Choque dun buque contra outro ben durante a navegación ou ben durante cando un deles se encontra fondeado ou atracado.
- Descargas ilegais: Verteduras que se orixinan dun xeito intencionado, por exemplo pola limpeza dos tanques.
- Varada: Inclúe todos os accidentes nos que o barco queda encallado, ben por pasar por enriba de obstáculos, por perda de propulsión, por falta de calado, etc.
- Lume/ Explosión: Accidente de buque ben durante a navegación, ou ben mentres están amarrados ou ancorados, onde o lume e / ou unha explosión é o primeiro evento rexistrado.
- Operacións do buque (carga e descarga): Accidentes acontecidas durante as operacións de carga e descarga, onde unha vertedura pode aparecer debido á rotura das mangueriras, fugas nas unións da manguera (bridas), por deficiencia nas manobras ou por ruptura dos embalaxes.

| | | |
|---|-------------------|-------|
|  XUNTA DE GALICIA | PLAN CAMGAL | Anexo |
| | Análise de Riscos | II.2 |

- Hidrocarburos ou substancias químicas perigosas almacenados: É a situación típica de ocorrencia dun derramo nos tanques ou depósitos de almacenamento por un erro do operador, (desbordamento dun encoro, por exemplo), fallos nas paredes ou na parte inferior dos tanques (por corrosión), e nas canalizacións ou válvulas, ou por outro tipo de accidente (explosión, por exemplo).
- Manipulación de fertilizantes ou pesticidas: Cando o movemento e almacenamento dos produtos se realiza nos portos, con peiraos en ceo aberto ou peiraos pavimentados con asfalto ou cemento. Os efluentes contaminados poden ser arrastrados pola chuvia, a través dos sistemas de pluviais, alcanzando o sistema acuático.
- Rotura da embalaxe de mercadorías perigosas: Cando o movemento e almacenamento dos colectores, tanques ou tambores de mercadorías perigosas, se realiza nos portos (a ceo aberto, en peiraos pavimentados de asfalto ou cemento). A ruptura dunha prestancia, pode por efecto da chuvia xerar efluentes contaminados, que a través do sistema de drenaxe pluvial poden alcanzar o medio acuático.
- O tráfico por estrada: Accidentes de tránsito (colisión, xiro), con ou sen lume, con vehículos que transportan mercadorías do Código Marítimo Internacional de Mercadorías Perigosas, ou hidrocarburos para o reabastecemento dos buques, ao longo de estradas próximas ao mar, as verteduras de produtos, poden chegar ao medio acuático de forma directa ou a través do sistema de drenaxe pluvial.
- O tráfico ferroviario: Accidentes ferroviarios (colisión e descarrilamento), con ou sen lume, de trens que transportan hidrocarburos ou mercadorías perigosas, ao longo de vías férreas próximas ao mar. As verteduras de produtos poden chegar ao medio acuático de forma directa ou a través do sistema de drenaxe pluvial.

| | | |
|---|-------------------|-------|
|  XUNTA DE GALICIA | PLAN CAMGAL | Anexo |
| | Análise de Riscos | II.2 |

- Descargas dende empresas: Derramos de hidrocarburos ou outras substancias nocivas e potencialmente perigosas dende as instalacións industriais instaladas preto do mar, ríos ou esteiros. O produto derramado pode alcanzar o mar ben directamente ou ben a través dos respectivos sistemas de rede de sumidoiros.


4.4. Estimación da probabilidade de ocorrencia.

Unha vez coñecidos os escenarios de posibles accidentes é necesario coñecer a probabilidade de que neles se produza un accidente. Para coñecer esta probabilidade é necesario coñecer cal é a frecuencia coa que os accidentes se producen en cada un dos escenarios, para o cal debemos recorrer aos datos históricos.

No caso de accidentes acontecidos no mar foi doado encontrar estes históricos, xa que son varias as organizacións (The International Tanker Owners Pollution Federation Limited, National Oceanic and Atmospheric Administration, Le Cedre, Maritime Coastguard Agency, Servizo de Gardacostas de Galicia) que elaboran e manteñen bases de datos nas que se recompila toda a información relativa a accidentes marítimos. Non obstante, non foi así no caso de verteduras accidentais acontecidas dende instalacións en terra. A información relativa a este tipo de accidentes encóntrase dispersa en diferentes bases de datos, moitas veces en formato non electrónico; ademais, nalgúns casos, a información non é pública e polo tanto non se puido conseguir.

Esta falta de información marcou un punto crítico na análise de riscos. Sen coñecer a frecuencia coa que se produce un accidente non se pode valorar o perigo que supón. Por esta razón decidiuse abordar a análise de risco dende dous enfoques diferenciados:

Perigo derivado do mar, para cuxo cálculo se realizou unha estimación da probabilidade de que aconteza un accidente con resultado de vertedura, da severidade desas verteduras, e se modelizou a traxectoria, sobre a base das distintas condicións océano-meteorolóxicas da zona.

| | | |
|---|-------------------|-------|
|  XUNTA DE GALICIA | PLAN CAMGAL | Anexo |
| | Análise de Riscos | II.2 |

Perigo derivado das instalacións en terra, onde para o cálculo se tivo en conta a distancia aos focos de perigo.

4.5. Perigo derivado do mar

Para realizar o cálculo do perigo derivado do mar empregáronse os datos de AIS para o período comprendido entre o 1 de febreiro de 2010 e o 31 de xaneiro de 2011, provenientes da base de datos de DataVoice S.A. (www.localizatodo.com). Nun primeiro paso, os datos de AIS foron filtrados por tipo de barco, coa intención de basear a análise soa naqueles barcos cuxa mercadoría puidese supoñer un potencial perigo ambiental. A continuación pasouse un novo filtro a estes datos, nesta ocasión coa intención de reducir a frecuencia coa que a posición dos barcos é actualizada. Deste modo reduciuse o volume de datos, pasando de ter unha posición cada 5 minutos a ter unha posición cada dúas horas.

O resultado final é un mapa onde se detallan as posicións cada dúas horas de todos aqueles barcos con mercadorías potencialmente perigosas que no período comprendido entre febreiro de 2010 e xaneiro de 2011 se encontraban na área de estudo.

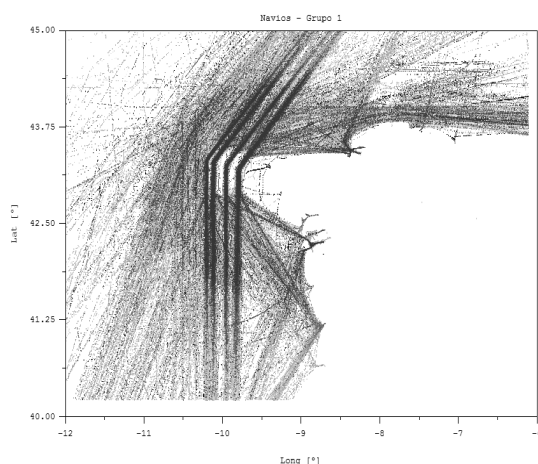



Figura 2. Posición cada dúas horas dos barcos con mercadorías potencialmente perigosas que no período comprendido entre febreiro de 2010 e xaneiro de 2011 se encontraban o en área de estudo.

| | | |
|---|-------------------|-------|
|  XUNTA DE GALICIA | PLAN CAMGAL | Anexo |
| | Análise de Riscos | II.2 |

4.5.1. Cálculo da probabilidade de accidente.

Partindo do mapa da Figura 1 calculouse a probabilidade de que un barco sufrise un accidente en cada unha esas posicións.

O cálculo da probabilidade dos accidentes levouse a cabo empregando a metodoloxía descrita en Filipe and Pratas (2007), desenvolvida no proxecto EROCIPS. Para este cálculo empregouse o dato da frecuencia anual de accidentes que se deduce dos datos históricos da base de datos de Lloyds Register.

Seguindo a metodoloxía empregada a probabilidade de accidente pode ser corrixida ou axustada para cada posición en función do tipo de barco, a súa proximidade á costa, a súa localización dentro dunha área de cobertura do Dispositivo de Xestión de Tráfico de buques (VTS), e as condicións oceano-meteorolóxicas. Non obstante, a información dispoñible a través de AIS non permite a identificación clara do tipo de barco, nin se dispoñía de datos de visibilidade, polo que estes dous factores de corrección non foron empregados neste estudo.


Para realizar as simulacións da traxectoria dunha posible vertedura e calcular os factores que corrixan a probabilidade de que aconteza un accidente, emitírase unha partícula lagranxiana en cada posición que ten cada buque cada dúas horas durante o período considerado, segundo a Figura 1. A traxectoria destas partículas son calculadas a través do modelo MOHID Particle Tracking model, forzado segundo as condicións oceano-meteorolóxicas de ese momento, tal como se describe no apartado 4.5.3.

4.5.2. Estimación do perigo e a severidade da vertedura.

O cálculo do perigo realizouse para cada unha das partículas emitidas nunha posición e nun instante concreto. Para iso defínese o índice de perigo que se basea na seguinte ecuación:

$$\text{Índice de Perigo } (i,j,t) = (\text{Probabilidade de accidentes } (p,t) * \text{Masa } (p,t))$$

Onde "i,j" é a cela e "p" son as partículas presentes na cela "i,j" no instante "t".

| | | |
|---|-------------------|-------|
|  XUNTA DE GALICIA | PLAN CAMGAL | Anexo |
| | Análise de Riscos | II.2 |


A probabilidade de accidente calcúlase no punto de emisión de cada partícula. Todas as partículas, no momento da súa emisión, teñen a mesma masa asociada. Para facilitar os cálculos asumíuse unha masa igual á inversa da probabilidade de accidente multiplicada por 10. Deste modo, o perigo dunha partícula que non sufra decaemento será de 10. Este índice de perigo integrouse nunha malla cun paso espacial de 6 Km. Para cada instante o perigo de cada cela será o do máximo índice de perigo presente nesa cela.

É coñecido que as substancias contaminantes, unha vez vertidas ao mar, sofren unha serie de cambios físicos (dispersión), químicos (disolución) e biolóxicos (degradación bacteriana) que condicionan a taxa de persistencia do contaminante no medio acuático. Tendo isto en conta, á hora de definir a evolución da masa das partículas modelizadas ao longo de tempo formuláronse tres casos sobre a base das diferentes taxas de desaparición das partículas.

- Caso 1. Modelización de partículas con persistencia alta. A traxectoria das partículas foi simulada durante 72 horas sen que a súa masa sufrise diminución.
- Caso 2. Modelización de partículas sen persistencia. A traxectoria das partículas foi simulada durante 72 horas, neste caso, a masa das partículas sufriu un decaemento exponencial que reduce a masa en dúas ordes de magnitude despois de tres días.
- Caso 3. Modelización de partículas con persistencia media. A traxectoria das partículas foi simulada durante 144, neste caso, a masa das partículas sofre un decaemento exponencial que reduce a masa en dúas ordes de magnitude despois de seis días.

4.5.3. Condicións océano-meteorolóxicas

A traxectoria de cada unha das partículas lagranxianas foi simulada considerando o efecto das correntes superficiais, ás que se lles engadía a deriva de Stokes e o efecto directo do vento, asumindo un 3% da súa velocidade para simular o "efecto vela" da

| | | |
|---|-------------------|-------|
|  XUNTA DE GALICIA | PLAN CAMGAL | Anexo |
| | Análise de Riscos | II.2 |

vertedura. Os datos de ondada, vento e correntes corresponden ao período dos datos AIS considerados, é dicir, todo o ano 2010.

As condicións meteo-oceanográficas definíronse sobre a base de modelos numéricos operacionais (tanto meteorolóxicos, coma de ondada e correntes) executados na área de estudo por parte do IST e Hidromod. Usouse o modelo MM5, como modelo meteorolóxico. Este execútase diariamente no Instituto Superior Técnico de Lisboa nunha malla que cobre toda a Península Ibérica (Trancoso et al., 2006).

O modelo de ondada elixida foi o Wave Watch III (WW3). Este modelo execútase operacionalmente para toda a fachada atlántica tanto por Hidromod coma polo Instituto Superior Técnico de Lisboa (Ribeiro et al., 2009) (Figura 2).

Por último, as condicións hidrodinámicas calculáronse a través do modelo MOHID que tanto Hidromod coma o IST executan para toda a fachada atlántica (Riflet et al., 2008) (Figura 3) co obxectivo de coñecer as condicións oceanográficas da zona.

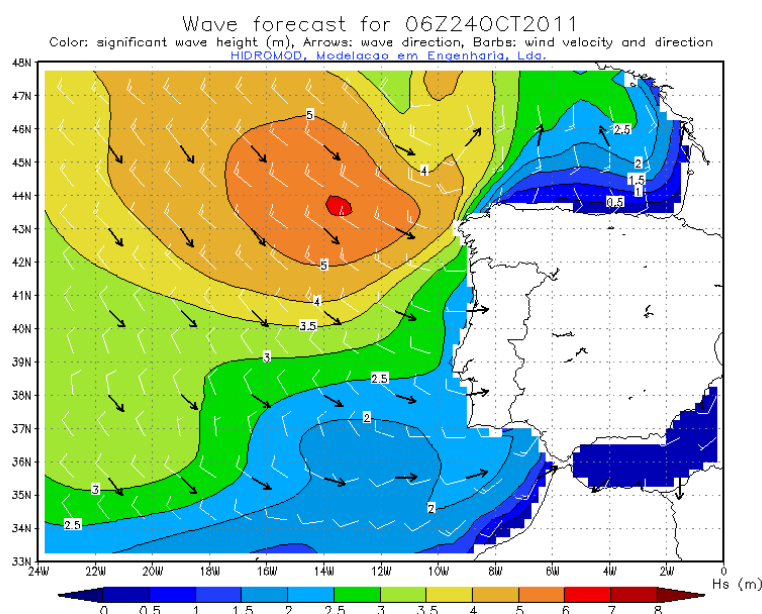



Figura 3. Simulación de vento e ondas para a área ibérica.

| | | |
|---|-------------------|-------|
|  XUNTA DE GALICIA | PLAN CAMGAL | Anexo |
| | Análise de Riscos | II.2 |

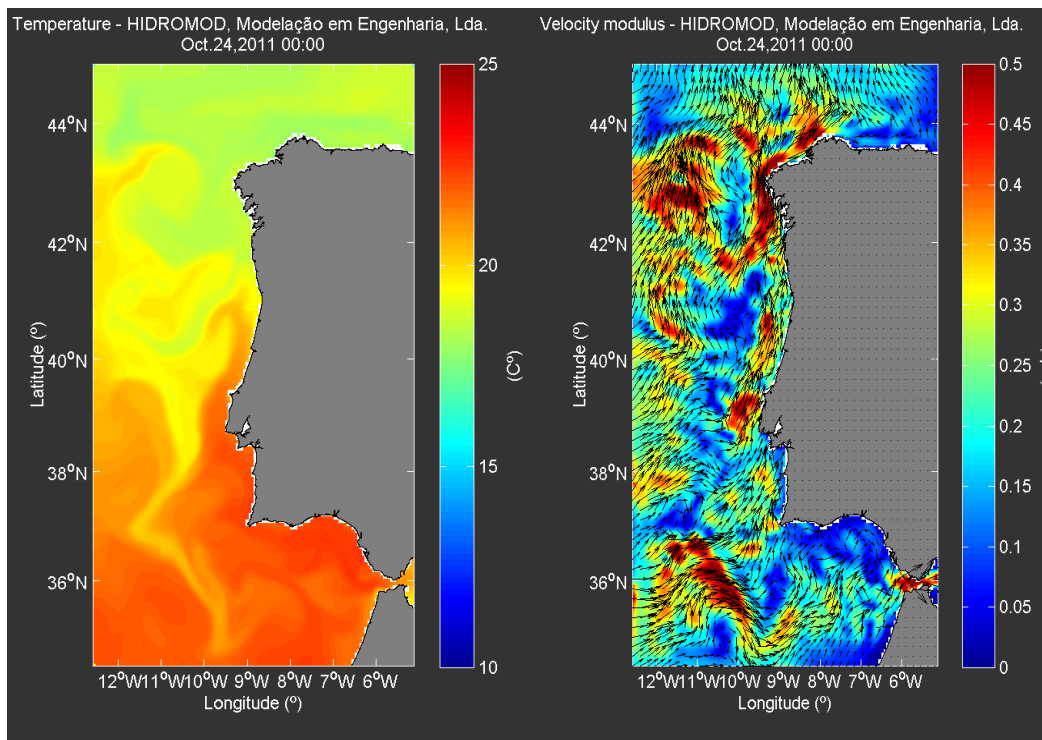



Figura 4. Saídas do MOHID para Galicia e a costa Portuguesa. Temperatura superficial á esquerda e velocidade superficial á dereita.

O modelo MM5 subministra os datos de vento necesarios para executar o modelo WW3, ademais de subministrar datos de temperatura, cobertura nubrada, radiación e precipitación ao modelo MOHID. Usáronse as simulacións do ano 2010 para facer esta análise. Estas interpoláronse a unha malla cunha resolución de 0.06 ° obtendo un dato horario, para todo 2010, de todas as variables necesarias: velocidade e dirección da corrente, velocidade e dirección de vento, altura significativa da ondada, así como o seu período e dirección media.

| | | |
|---|-------------------|-------|
|  XUNTA DE GALICIA | PLAN CAMGAL | Anexo |
| | Análise de Riscos | II.2 |

4.5.4. Mapas de perigo derivado do mar.

Tras realizar a simulación, para cada un dos escenarios, obtéñense os mapas de perigo derivado do mar. Estes mapas clasifican a costa segundo o grao de perigo de verteduras orixinadas en accidentes marítimos.

A representación dos datos obtidos en mapas pódese realizar sobre a base de diferentes parámetros estatísticos, nesta análise téñese seleccionado os seguintes:


- Percentil 99.
- Media.
- Valor Máximo.
- Desviación Estándar.

Os mapas pódense consultar no apartado 9 deste anexo.

Como se pode observar nos mapas, a ausencia de decaemento no caso 1 induce a perigos maiores que se observan tanto no percentil 99, coma na media e nos valores máximos. Cando o decaemento é máis intenso, como acontece no caso 2, os maiores valores de perigo están concentrados de xeito persistente nas áreas de tráfico marítimo. Este patrón de comportamento mantense tamén no caso 3.

Nos tres casos, a media de perigo é máis intensa ao longo das rutas de tráfico, non obstante, isto non é así cando o que observamos son os valores extremos, como por exemplo o percentil 99, neste caso sí se observan claras diferenzas. No caso 2, debido ao seu perigo, distínguense claramente as principais rutas, este efecto vaise esvaecendo no caso 3 e é inapreciable no caso 1.

Destes resultados conclúese que para verteduras nas que o produto contaminante sofre decaemento, o perigo se encontra localizado nas principais rutas de tráfico marítimo. Non obstante, se a vertedura é dunha substancia persistente (sen decaemento) o maior perigo encóntrase localizado na costa de Fisterra.

| | | |
|---|-------------------|-------|
|  XUNTA DE GALICIA | PLAN CAMGAL | Anexo |
| | Análise de Riscos | II.2 |

4.6. Perigo derivado das instalacións en terra.


Como comentamos no apartado 4.4, a falta de información relativa ás frecuencias de accidentes nos focos fixos impediunos desenvolver esta análise seguindo a metodoloxía empregada para os accidentes acontecidos no mar.

Para estimar o perigo das instalacións en terra, a cada tipo de foco asignóuselle un valor de perigo. Este valor foi asignado tendo en conta por un lado a gravidade dunha posible vertedura en función das substancias presentes no foco e por outro lado tendo en conta as medidas de control e eliminación dispoñibles en caso de que se produza esa vertedura.

Tendo en conta estes dous factores asignáronse os seguintes valores de perigo nunha escala de 1 a 5. Amósanse na seguinte táboa (Táboa 2)

| Foco de perigo | Índice de perigo |
|--|------------------|
| Emisario urbano | 1 |
| Emisario industrial | 1 |
| Porto pertencente a Portos de Galicia | 2 |
| Porto de interese Xeral, (Portos do Estado). | 3 |
| Industrias reguladas R.D. 1254/1999 | 3 |

Unha vez coñecidos os focos e o seu perigo asociado, elabórase unha malla de 1 km de resolución cubrindo toda a costa galega. Nun primeiro paso calcúlase o valor de cada cela sumando os perigos dos focos asociados que caen dentro de cada unha de estas celas. Nun segundo paso, e tendo en conta que a experiencia previa nos ensina que unha vertedura accidental pode afectar a zonas contiguas, tomouse como área de afectación destas verteduras, 6 km arredor de cada foco de perigo. Para realizar este

| | | |
|---|-------------------|-------|
|  XUNTA DE GALICIA | PLAN CAMGAL | Anexo |
| | Análise de Riscos | II.2 |


cálculo de afectación a zonas contiguas, suponse unha masa inicial, igual ao valor do perigo asociado e formúlase un decaemento lineal en función da distancia.

Así, cada cela da malla terá un perigo asociado polas instalacións que teña dentro, mais o perigo que lle poida chegar de celas adxacentes.

4.6.1. Mapa de Perigo derivado das instalacións en terra.

Tras realizar o cálculo obtense os mapas de perigo derivado das instalacións en terra. Estes mapas clasifican a costa segundo o grao de perigo de verteduras orixinadas en accidentes acontecidos en instalacións en terra. Estes mapas pódense consultar no apartado 10 deste anexo.

Como se pode ver, aquelas zonas máis industrializadas están sometidas a un maior perigo, destacando as grandes cidades como son A Coruña, Ferrol e Vigo. Tamén cabe destacar a zona comprendida na Ría de Arousa, onde debido á proliferación de industrias conserveiras a presenza de emisarios industriais é maior que no resto de Galicia.

| | | |
|---|-------------------|-------|
|  XUNTA DE GALICIA | PLAN CAMGAL | Anexo |
| | Análise de Riscos | II.2 |

5. ESTUDO DA VULNERABILIDADE DA COSTA DE GALICIA.

Como se detallou no apartado 2, entendemos como vulnerables aqueles elementos cunha predisposición intrínseca a sufrir danos ante un fenómeno dunha severidade (intensidade ou magnitude) determinada.

O obxectivo deste estudo de vulnerabilidade é determinar que elementos do territorio, bens e persoas, son máis susceptibles ante o perigo dunha posible contaminación mariña e de que forma poden quedar afectados (exposición ao perigo). Esta catalogación é necesaria de cara a priorizar as actuacións en caso dunha contaminación accidental de grande escala.


Para a clasificación dos elementos vulnerables seguíronse dous criterios diferenciados. Por un lado, valóranse aqueles elementos cuxa vulnerabilidade ten un carácter ambiental e por outro lado aqueles elementos vulnerables dende un punto de vista socioeconómico.

Seguindo esta clasificación, determináronse os seguintes elementos vulnerables:

- Vulnerabilidade socioeconómica. Resultante das seguintes:
- Vulnerabilidade demográfica.
- Vulnerabilidade turística.
- Vulnerabilidade da pesca, do marisqueo e da acuicultura.
- Vulnerabilidade ambiental. Resultante das seguintes:
- Vulnerabilidade das figuras de protección.
- Vulnerabilidade derivada do tipo de hábitat.

5.1. Cálculo da vulnerabilidade socioeconómica.

Para obter a vulnerabilidade global das actividades socioeconómicas realízase unha ponderación de todos os criterios socioeconómicos co mesmo peso. Para iso, nun primeiro paso, calculouse a vulnerabilidade da costa sobre a base de cada un destes criterios, obténdose un mapa para cada unha das vulnerabilidades.

| | | |
|---|-------------------|-------|
|  XUNTA DE GALICIA | PLAN CAMGAL | Anexo |
| | Análise de Riscos | II.2 |

Posteriormente, todos estes mapas foron integrados nun mapa único de vulnerabilidade socioeconómica.

5.1.1. Vulnerabilidade demográfica

A poboación de Galicia concéntrase maioritariamente nas zonas costeiras, sendo as áreas das Rías Baixas e a do Golfo Ártabro (áreas metropolitanas de A Coruña e Ferrol) as de maior densidade poboacional. É lóxico pensar que en caso de producirse unha vertedura, a poboación que habita na zona costeira, se verá afectada dun xeito fundamentalmente social, xa que modifica a súa calidade de vida ao afectar á calidade dos recursos mariños, das augas de baño e á saúde pública. Ademais, unha vertedura supoñerá un empeoramento da calidade das praias e unha mingua no espazo de dominio público. É polo tanto obvio, que o impacto que supón unha vertedura para a poboación, vén determinado pola densidade de poboación nos municipios costeiros.

Para determinar a vulnerabilidade demográfica da costa de Galicia calculouse a densidade de poboación sobre a base dos datos do “Instituto Galego de Estatística”.


Unha vez calculadas as densidades de poboación definíronse 5 intervalos de vulnerabilidade demográfica que responden a distribución natural da mostra (optimización de Jenks), agrupándose os valores similares e maximizando as diferenzas entre clases.

Tras realizar o cálculo obtense o mapa de vulnerabilidade demográfica. Este mapa clasifica a costa segundo o seu grao de vulnerabilidade en función da densidade de poboación.

O mapa resultante pódese consultar no apartado 11 desde anexo.

5.1.2. Vulnerabilidade turística.

É ben coñecido que o turismo é unha das actividades económicas ligadas ao litoral, sendo en ocasións mesmo o motor económico da zona. Unha vertedura pode provocar unha diminución do atractivo turístico da zona, podendo ocasionar graves danos económicos á zona afectada.

| | | |
|---|-------------------|-------|
|  XUNTA DE GALICIA | PLAN CAMGAL | Anexo |
| | Análise de Riscos | II.2 |

Para avaliar a vulnerabilidade da costa en función deste factor empregouse o Índice comparativo da importancia turística, tomando como fonte o Anuario económico de España 2010 do servizo de estudos de La Caixa ao dispor de información homoxénea a nivel municipal e comarcal para todo o territorio nacional.

Este índice obtense en función da cota ou imposto de actividades económicas correspondente ás actividades turísticas, o cal se basea á súa vez na categoría dos establecementos turísticos (hoteis e moteis, hoteis-apartamentos, hostais e pensións, fondas e casas de hóspedes, cámpings e apartamentos xestionados por empresas), número de cuartos e ocupación anual (todo o ano ou parte do ano); polo que constitúe practicamente un indicador da oferta turística.


O índice turístico referiuse á área de cada un dos concellos costeiros. Unha vez calculado este índice definíronse 5 intervalos de vulnerabilidade turística que responden a distribución natural da mostra (optimización de Jenks), agrupándose os valores similares e maximizando as diferenzas entre clases.

Tras realizar o cálculo obtense o mapa de vulnerabilidade turística. Este mapa clasifica a costa segundo o seu grao de vulnerabilidade en función do turismo e pódese consultar no apartado 12 desde anexo.

5.1.3. Vulnerabilidade da pesca, do marisqueo e da acuicultura.

Galicia é unha rexión intimamente ligada ao mar, case as 3/4 partes de Galicia limitan co mar, e a súa costa supón case 1/3 da costa continental española. Esta gran cantidade de costa motivou que Galicia buscase no mar moitos dos recursos necesarios para o seu desenvolvemento. O mar foi un dos factores máis importantes no desenvolvemento económico e social de Galicia, e por iso existe unha gran dependencia dos seus recursos. A explotación dos recursos naturais, pesca, marisqueo e acuicultura, é un dos piares da economía galega e un dos seus sinais de identidade. (Iniesta & Branco, 2005).

Para avaliar o impacto dunha vertedura sobre estas actividades económicas definíronse tres índices, un para cada unha das actividades.

| | | |
|---|-------------------|-------|
|  XUNTA DE GALICIA | PLAN CAMGAL | Anexo |
| | Análise de Riscos | II.2 |


A Lei 11/2008, do 3 de decembro, de pesca de Galicia, modificada pola Lei 6/2009, do 11 de decembro, define o marisqueo como o exercicio da actividade extractiva, levada a cabo a pé ou dende embarcación, na zona marítima ou marítimo-terrestre, dirixido de modo exclusivo e con artes selectivas e específicas á captura dunha ou varias especies de moluscos, crustáceos, tunicados, equinodermos e outros invertebrados mariños, con fins de comercialización. En consonancia co anteriormente exposto, o Decreto 423/1993, do 17 de decembro, polo que se refunde a normativa vixente en materia de marisqueo, extracción de algas e cultivos mariños, modificado polo Decreto 237/2002, do 11 de xullo, establece que a extracción de marisco e algas estará suxeita ao "Plan Xeral de Explotación Marisqueira" aprobado con carácter anual pola "Consellería de Pesca, Marisqueo e Acuicultura" (hoxe en día Consellería de Medio Rural e do Mar)

O mecanismo de elaboración do "plan xeral" permite ás entidades asociativas do sector a participación activa na xestión dos recursos marisqueiros mediante a presentación de plans de explotación para as autorizacións e para zonas de libre marisqueo nos que procuran unha mellora da explotación con respecto ás normas xerais de libre marisqueo.

Tendo en conta isto, para establecer o grao de vulnerabilidade relativo a estas actividades no litoral, tomáronse como base os seguintes datos: Ámbito xeográfico das distintas confrarías, plans de explotación, prezos medios (€/Kg) das especies.

A partir dos plans de explotación calculouse o potencial de extracción de cada confraría, para todas as especies presentes no plan de explotación en base os seguintes datos: tope de captura para cada especie, nº mariscadoras, nº embarcacións, nº tripulantes, nº días máximos de extracción.

A partir dos datos de kg extraídos, de todas as especies para todas as confrarías de Galicia, créanse 5 intervalos, que se corresponden coa distribución natural da mostra. A cada un destes intervalos outórgaselle un índice de extracción (Ie).

| | | |
|---|-------------------|-------|
|  XUNTA DE GALICIA | PLAN CAMGAL | Anexo |
| | Análise de Riscos | II.2 |


Para ponderar o prezo das distintas especies créase o Índice mercado (Im). Para o cálculo deste índice tómanse os prezos medios das especies de estudo para o ano 2010 e igual que no caso anterior se fan cinco intervalos, outorgando un Im a cada un de estes intervalos.

Finalmente, para coñecer a afectación económica de cada unha das confrarías fronte a un episodio de contaminación mariña accidental, emprégase o Índice económico (Iec), segundo a seguinte ecuación:

$$Iec = \sum_{especie=1}^n Ie * Im$$

Unha vez calculado o índice económico de cada confraría e tendo en conta a distribución dos datos fanse cinco intervalos. A cada un destes intervalos outórgaselle un Índice de vulnerabilidade (Iv) que indicará que confrarías serán máis susceptibles (Iv=5) e cales o serán menos (IV=1) ante o perigo dunha posible contaminación mariña. Tras realizar o cálculo obtense o mapa de vulnerabilidade marisqueira. Este mapa clasifica a costa segundo o seu grao de vulnerabilidade en función da súa actividade marisqueira, e pódese consultar no apartado 13 desde anexo.

Para determinar a vulnerabilidade de Galicia derivada das actividades pesqueiras e da acuicultura, tomouse como fonte de datos o portal www.pescadegalicia.com. Neste caso, os índices de vulnerabilidade foron calculados como medidas indirectas derivadas do número de buques rexistrados no Rexistro de buques pesqueiros da Comunidade Autónoma de Galicia. Tomáronse, como base do cálculo da vulnerabilidade da pesca, os buques rexistrados na pesquería comunitaria e no caladoiro nacional e, como base do cálculo da vulnerabilidade da acuicultura, os buques adicados a acuicultura e auxiliares. Para minimizar o erro o cálculo da vulnerabilidade foi referido a cada unha das comarcas costeiras e posteriormente foi extrapolado a nivel de concello.

| | | |
|---|-------------------|-------|
|  XUNTA DE GALICIA | PLAN CAMGAL | Anexo |
| | Análise de Riscos | II.2 |

Tras realizar o cálculo obtéñense os mapas de vulnerabilidade pesqueira e vulnerabilidade da acuicultura. Estes mapas clasifican a costa segundo o seu grao de vulnerabilidade en función destas actividades e pódese atopar nos apartados 14 e 15 deste anexo.

5.1.4. Vulnerabilidade socioeconómica.

Para obter unha vulnerabilidade socioeconómica, tivéronse en conta as vulnerabilidades anteriores, obténdose o valor da vulnerabilidade socioeconómica final a partir da media aritmética das vulnerabilidades parciais, como se amosa nos mapas do apartado 16 deste anexo.


5.2. Calculo da vulnerabilidade ambiental.

Ao igual que no caso da vulnerabilidade socioeconómica, para obter a vulnerabilidade ambiental, realizouse unha ponderación de varios criterios. Neste caso, calculouse a vulnerabilidade da costa sobre a base de dous criterios, a presenza de figuras de protección e o tipo de hábitat. Obtívose un mapa para cada unha destas vulnerabilidades e posteriormente, os dous mapas foron integrados nun mapa único de vulnerabilidade ambiental.

5.2.1. Vulnerabilidade das figuras de protección.

Galicia ten unha superficie de 29.574 km², no seu territorio ten cabida unha gran diversidade de medios naturais grazas á súa posición xeográfica e á súa orografía. A rede galega de espazos naturais protexidos representa máis do 12% da superficie total de Galicia. Nela recóllense aqueles espazos naturais da comunidade autónoma que dispón dun réxime especial de protección en virtude das diferentes normativas autonómicas, estatais ou comunitarias así como convenios internacionais.

Estes espazos naturais recollen os ecosistemas máis representativos e significativos do territorio galego: costas e rías, lagoas, ecosistemas fluviais, serras do interior, fragas e devesas, etc. A normativa autonómica que regula a protección está recollida na Lei 9/2001, de conservación da natureza do 21 de agosto.

| | | |
|---|-------------------|-------|
|  XUNTA DE GALICIA | PLAN CAMGAL | Anexo |
| | Análise de Riscos | II.2 |

Nesta análise, para valorar a vulnerabilidade das figuras de protección, baseámonos no tipo de figura definida no artigo 9 desta lei, e nas figuras de protección a nivel internacional. Outorgando a cada figura de protección un índice de vulnerabilidade obténdose a táboa resultante:

| Figura de protección | Índice de vulnerabilidade |
|--|---------------------------|
| Parque nacional, Reserva natural. | 5 (Moi alto) |
| Parques naturais | 4 (Alto) |
| Zona especial protección aves (ZEPA) | 4 (Alto) |
| Lugar de importancia comunitario (LIC) | 4(Alto) |


Tras realizar a clasificación da costa obtéñense os mapas de vulnerabilidade ambiental. Estes mapas clasifican a costa segundo o seu grao de vulnerabilidade en función a presenza de figuras de protección e amósanse no apartado 17 deste anexo.

5.2.2. Vulnerabilidade derivada do tipo de hábitat.

Para realizar o estudo da vulnerabilidade derivada do tipo de hábitat tívose en conta o índice de sensibilidade costeira e as directrices dadas polo Impact Reference System da Comisión Europea.

Para facer fronte as verteduras accidentais de hidrocarburos no mar, expertos da NOAA desenvolveron no 1979 o índice de sensibilidade ambiental (ESI). Segundo o ESI Guidelines (versión 3.0 NOAA 2002), a sensibilidade dun hábitat intermareal dependerá dos seguintes factores: exposición relativa á ondada e a correntes mareais, pendente da liña de costa, tipo de substrato, produtividade biolóxica.

No ano 2006 o Centro de Investigacións Mariñas (CIMA), dependente da Consellería do Medio Rural e do Mar realizou, no marco do proxecto CONTINMAR, a clasificación da costa galega en función da sensibilidade ambiental. Os resultados dese traballo incorporáronse a esta análise para valorar o grao de vulnerabilidade da costa en función do seu índice de sensibilidade ambiental. En base a dita clasificación e tendo

| | | |
|---|-------------------|-------|
|  XUNTA DE GALICIA | PLAN CAMGAL | Anexo |
| | Análise de Riscos | II.2 |

en conta tamén o ranking de sensibilidade dos diferentes ecosistemas proposto pola comisión europea no Impact Reference System, a cada categoría asígnaselle un índice de vulnerabilidade tal e como se mostra na seguinte táboa:

| Categoría Clasificación ESI | Índice de vulnerabilidade |
|-----------------------------|---------------------------|
| 1A, 1B, 1C, 2A, 2B | 1 (Moi baixo). |
| 3A, 3B, | 2 (Baixo). |
| 4, 5, 6A, 6B | 3 (Moderado). |
| 8A, 8B, 8C, 8D, | 4 (Alto). |
| 9A, 9B, 10A, | 5 (Moi alto). |


Tras realizar a clasificación da costa obtéñense os mapas de vulnerabilidade derivados do tipo de hábitat e amósanse no apartado 18 deste anexo.

5.2.3. Vulnerabilidade ambiental

A vulnerabilidade ambiental obtense a partir das dúas vulnerabilidades parciais mediante a seguinte matriz de cálculo.

| Vulnerabilidade ambiental | Vulnerabilidade tipo de hábitat | | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------|-------|----------|------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Vulnerabilidade figuras de protección | | | | | |
| 1 | Moi baixo | | | | |
| 2 | | Baixo | | | |
| 3 | | | Moderado | | |
| 4 | | | | Alto | |
| 5 | | | | | Moi alto |

Os mapas resultantes pódense consultar no apartado 19 deste anexo .


| | | |
|---|-------------------|-------|
|  XUNTA DE GALICIA | PLAN CAMGAL | Anexo |
| | Análise de Riscos | II.2 |

5.3. Vulnerabilidade da costa de Galicia.

Unha vez calculadas a vulnerabilidade socioeconómica e a vulnerabilidade ambiental ambas as dúas intégranse para dar lugar os mapas de vulnerabilidade da costa de Galicia en base a seguinte matriz:

| Vulnerabilidade da costa | Vulnerabilidade socioeconómica | | | | |
|--------------------------|--------------------------------|-------|----------|------|----------|
| | Moi baixa | Baixa | Moderada | Alta | Moi alta |
| Moi baixa | Moi baixo | | | | |
| Baixa | | Baixo | | | |
| Moderada | | | Moderado | | |
| Alta | | | | Alto | |
| Moi alta | | | | | Moi alto |

Os mapas de vulnerabilidade da costa de Galicia pódense consultar no apartado 20 deste anexo.


| | | |
|---|-------------------|-------|
|  XUNTA DE GALICIA | PLAN CAMGAL | Anexo |
| | Análise de Riscos | II.2 |

6. ANÁLISES DO RISCO E ZONIFICACIÓN DO TERRITORIO.

Unha vez analizada a perigosidade e a vulnerabilidade da costa procédese a determinar o risco en cada tramo do litoral. Para iso empregamos a seguinte matriz na que se cruzan tanto a perigosidade coma a vulnerabilidade.

| Risco | Perigo | | | | |
|--------------------------|-----------|-------|----------|------|----------|
| Vulnerabilidade da costa | Moi baixa | Baixa | Moderada | Alta | Moi alta |
| Moi baixa | Moi baixo | | | | |
| Baixa | | Baixo | | | |
| Moderada | | | Moderado | | |
| Alta | | | | Alto | |
| Moi alta | | | | | Moi alto |

Os mapas de risco resultantes pódense consultar no apartado 21 deste anexo.

| | | |
|---|-------------------|-------|
|  XUNTA DE GALICIA | PLAN CAMGAL | Anexo |
| | Análise de Riscos | II.2 |


7. CONCLUSIÓNS DA ANÁLISE DE RISCOS.

Os mapas de perigo revélanos que os escenarios máis afectados por unha vertedura cambian de xeito substancial en función do comportamento físico da substancia vertida, sendo a costa de Fisterra a máis afectada por aquelas verteduras nas que se vexan involucradas substancias que non sufran decaemento (fuel pesado) e que polo tanto, permanecen máis tempo no mar. Mentres que, se a substancia, unha vez vertida, sofre un proceso de degradación máis intenso, (evaporación, disolución, etc) a afectación desta vertedura é máis homoxénea ao longo de toda a costa pero moito menos severa, entendendo a severidade como cantidade de contaminante presente. No caso destas substancias contaminantes, o perigo concéntrase, como é lóxico, nas zonas onde se rexistra un maior tráfico marítimo.


O estudo do perigo derivado de instalacións en terra revelou que aquelas zonas máis industrializadas son as que están sometidas a un maior perigo. A metodoloxía aquí empregada baseouse na catalogación dos emisarios industriais e urbanos, os portos e as empresas que están reguladas polo R.D. 1254,1999 isto provocou que en zonas onde non están presentes ningún dos elementos mencionados, o perigo sexa moi baixo ou inexistente. Por iso, para aumentar a fiabilidade desta análise é recomendable ampliar o número de empresas catalogadas, incluíndo todas aquelas que malia non estar reguladas por este Real Decreto, debido á súa situación, si poden sufrir un accidente cuxas consecuencias supoñan un dano ambiental ou socioeconómico.

O estudo da vulnerabilidade revela que se ben existen diferenzas entre as distintas zonas, toda a costa presenta un nivel de vulnerabilidade importante.

A cartografía de risco aquí presentada nace como ferramenta de apoio para a toma de decisións durante a xestión dunha crise derivada dun episodio de contaminación. Non obstante hai que considerar que a limitada dispoñibilidade da información fai recomendable que a zonificación da costa que mostra esta cartografía de riscos sexa

| | | |
|---|-------------------|-------|
|  XUNTA DE GALICIA | PLAN CAMGAL | Anexo |
| | Análise de Riscos | II.2 |

analizada en conxunto coa cartografía de perigo e a cartografía de vulnerabilidade para evitar que a perda de información derivada da síntese desta sexa o menor posible.

| | | |
|---|-------------------|-------|
|  XUNTA DE GALICIA | PLAN CAMGAL | Anexo |
| | Análise de Riscos | II.2 |

8. REFERENCIAS

Filipe, D. and E. Pratas (2007). Methodology for risk assessment of accidents that originate hydrocarbon and other noxious and hazardous substances spills at sea, and their potential impact. EROCIPS Project Emergency Response to Coastal Oil, Chemical and Inner Pollution from Shipping Interreg IIIB: Atlantic Area Programme.

Iniesta and Blanco (2005). Biocacumulación de hidrocarburos y metales asociados a vertidos accidentales en especies de interés comercial de Galicia. Galician Journal of Marine Resources.

Petersen C. and N. W. Nielsen (2000). Diagnosis of visibility in DMI-HIRLAM. Danish Meteorological Institute – Scientific report – 00-11. Copenhagen, 2000.

Molares Vila J. (2006). Clasificación de la costa Gallega en función de su sensibilidad ambiental. “Desarrollo de Elementos, Herramientas, Protocolos de Actuación y de un sistema de Información para el diseño de planes de contingencia ante vertidos marinos accidentales.


Ribeiro, J., Silva, A.J.R. & Leitão, JC, 2009; Operational models for forecasting the sea waves for navigation support and risk management. 6ths Portuguese Workshops on Coastal and Port Engineering, PIANC Portugal, Funchal, October 2009.

Riflet, G., M. Juliano, R. Fernandes, P.C. Leitão and R. Neves (2008). Operational ocean forecasting of the portuguese waters. Mercator-Océan Quarterly Newsletter , 30:20-32, July, 2008.

Troncoso, A. R., Domingos, J. D., Torres, P., Pestana, R. Online Monitoring and Prediction of Wind Power: Portuguese Transmission System Operator’s Methodology. ENER’06 – International Conference on Renewable Energies, Security and Integrity of the Electrical Grid, 28-30 Setembro, Figueira da Foz, Portugal.

Report Series:

IPIECA (International Petroleum Industry Environmental Conservation Association):

| | | |
|---|-------------------|-------|
|  XUNTA DE GALICIA | PLAN CAMGAL | Anexo |
| | Análise de Riscos | II.2 |

V1. Directrices sobre las Consecuencias Biológicas de la Contaminación por Hidrocarburos.

V2. A Guide to Contingency Planning for Oil Spills on Water.

V6. Biological Impacts of Oil Pollution: Saltmarshes.

V7. Biological Impacts of Oil Pollution: Rocky Shores.

V8. Biological Impacts of Oil Pollution: Fisheries.

V9. Biological Impacts of Oil Pollution: Sedimentary Shores.

IMO (International Maritime Organization) /IPIECA:

V1. Sensitivity Mapping for Oil Spill Response.

Páxinas Web consultadas:

<http://www.ipieca.org>.

<http://www.imo.org/Pages/home.aspx>

<http://www.response.restoration.noaa.gov/oilaid/ISB>.

<http://www.rempec.org>.

<http://www.magrama.es/>.

<http://www.puertos.es>

<http://www.localizatodo.com/mapa/>

<http://www.portosdegalicia.es/>

<http://www.cmati.xunta.es/portal/jsp/index.jsp>

<http://economiaeindustria.xunta.es/portada>

<http://www.pescadegalicia.com>.

<http://www.turgalicia.es>.