

2. IMPACTES AMBIENTALS EN PORTS

2.1. Introducció

Existeixen una sèrie d'interaccions entre les activitats humanes i les característiques de les zones costaneres que donen lloc a impactes en el medi ambient. Aquests poden ser en alguns casos beneficiosos i en altres neutres o negatius. És llavors quan que la intervenció humana té un paper molt important en la gestió del medi costaner, ja que pot potenciar, mantenir o minimitzar els impactes segons la seva conveniència.

Cal dir, però, que l'extensió amb la qual les operacions portuàries poden afectar el medi costaner depèn de diverses variables, com ara la magnitud i la freqüència de les operacions, la presència i la proximitat al lloc d'operació d'hàbitats o d'espècies sensibles i les condicions locals del lloc d'actuació (condicions hidrodinàmiques, característiques dels sediments, variabilitat estacional i condicions meteorològiques, i estat previ de la qualitat de l'aigua) (Associated British Ports, 1999).

L'estudi realitzat per l'Organització Europea de Ports (ESPO) l'any 1996, *ESPO Environmental Questionnaire* (Eco-information, 1999), dóna una idea de quina és la importància relativa dels diferents problemes ambientals generats pels ports. Un total de 281 ports de 15 països europeus van participar en el qüestionari ambiental de l'ESPO. Amb els resultats obtinguts es va poder veure quins eren els principals problemes

ambientals en ports. Aquests resultats, obtinguts l'any 1996 (Wooldridge i McMullon, 1996), poden ser contrastats amb els de l'anàleg *ESPO Environmental Survey* del 2003, que han respost més de 100 ports europeus en el marc del projecte ECOPORTS. La taula 1 recull els principals problemes ambientals en ports per ordre d'importància decreixent i la comparació entre els dos qüestionaris.

Taula 1. Principals problemes ambientals en ports europeus segons els resultats de l'ESPO Environmental Questionnaire de 1996 i segons els de l'ESPO Environmental Survey de 2003. Font: Stojanovic i Wooldridge, 2003b.

	1996	2003
1	Desenvolupament del port (aigua)	Generació de residus
2	Qualitat de l'aigua	Residus del dragatge
3	Residus del dragatge	Dragatge
4	Dragatge	Pols
5	Pols	Desenvolupament del port (terra)
6	Desenvolupament del port (terra)	Soroll
7	Sòl contaminat	Mercaderies perilloses
8	Pèrdua d'hàbitat / degradació	Qualitat de l'aire
9	Volum de tràfic	Qualitat de l'aigua
10	Abocaments industrials	Aigües de sentina dels vaixells

Es pot veure que l'any 1996 el *desenvolupament del port (relacionat amb l'aigua)* semblava el problema ambiental més important per als ports participants, seguit per la *qualitat de l'aigua* i pels *residus del dragatge*. En canvi, l'any 2003 les principals preocupacions ambientals dels ports han estat la *generació de residus*, el *dragatge* i els *residus del dragatge*, en aquest ordre. Per tant, els canvis principals que han succeït durant aquests set anys són l'aparició a la primera posició de la generació de residus (la qual no era present en cap posició en el rànquing de 1996), la decreixent importància de la qualitat de l'aigua i l'augment considerable de la importància del soroll i de les mercaderies perilloses. Aquests canvis reflecteixen l'augment de la conscienciació ambiental en els ports i les actuacions portades a terme com a resultat de diversos

factors: la forta pressió de la legislació ambiental, la necessitat de tenir una bona imatge pública i la conveniència de tenir en consideració consignataris i públic d'interès (terceres parts).

2.2. Impactes ambientals potencials en ports

Un cop vistos els principals problemes ambientals que existeixen en els ports, convindria conèixer-ne l'origen, de manera que tot seguit s'analitzen les diferents activitats portuàries susceptibles de generar aquests impactes ambientals.

2.2.1. Operacions realitzades pels vaixells

L'entrada d'un vaixell en un port no és tan senzilla com pot semblar. El fet que hi hagi un pràctic per ajudar els vaixells en aquestes operacions ho fa evident. Quan un vaixell s'aproxima al port, ha de realitzar una sèrie d'operacions com ara ubicar-se, ancorar, amarrar, fer les maniobres necessàries per poder ser descarregat o carregat, etc. Un cop el vaixell ha dut a terme la seva funció, ha de sortir del port valent-se altra vegada d'un seguit de moviments. Totes aquestes operacions poden produir els impactes ambientals que tot seguit es comenten.

2.2.1.1. Solc generat pels vaixells

El moviment dels vaixells a través de l'aigua pot afectar potencialment les característiques del medi costaner, especialment sota certes sota certes circumstàncies, com ara la generació d'ones i de terbolesa induïda per l'hèlix del vaixell en la columna d'aigua. La magnitud de les ones generades depèn de les característiques del vaixell (velocitat, mida i desplaçament, disseny, etc.).

Malgrat la poca recerca feta en la investigació dels impactes potencials del solc generat pels vaixells sobre els hàbitats marins, se'n poden remarcar tres efectes principals:

Erosió intermareal

El solc que generen els vaixells té un efecte erosiu sobre la zona intermareal d'estuaris, aiguamolls, etc. Això és degut al fet que les ones generades trenquen en aquesta zona i per tant erosionen el material dipositat. Cal dir que existeixen altres causes d'erosió d'aquest espai, com la reducció del subministrament de sediment i episodis de tempestes, de manera que es fa difícil saber quin percentatge d'erosió es deu a causes naturals i quin, a l'efecte del solc dels vaixells.

El dany erosiu que fa cada vaixell també depèn de la distància d'aquest a la línia de costa. Com més a prop sigui, més erosió provocarà.

Resuspensió de sediments

Com a resultat del moviment dels vaixells, es dona la resuspensió de sediments del fons i dels marges dels canals de navegació; això pot representar un problema en estuaris, cales poc profundes, badies, hàbitats dels pisos intermareals i bancs de sorra.

El sediment en suspensió fa disminuir el feix de llum que penetra en la columna d'aigua i, per tant, es dona un efecte negatiu en plantes i algues, que en fa disminuir la productivitat i que afecta en conseqüència tot l'ecosistema. A més, la resuspensió pot causar perturbacions als animals marins més sensibles, particularment a causa de l'efecte d'ofegament produït quan es dipositen els sediments (Associated British Ports, 1999).

Depenent de la composició dels sediments (matèria orgànica, nutrients, contaminants...), la resuspensió pot afectar la qualitat de l'aigua, per exemple disminuint l'oxigen disponible, i això pot tenir efectes perjudicials sobre plantes i animals marins. Cal dir, però, que la quantitat de sediments dissolts generats pels vaixells és molt menor que la generada per fenòmens naturals com ara les tempestes.

Turbulència i aeració

La turbulència causada per l'acció de les hèlixs dels vaixells dona lloc a una aeració de la columna d'aigua. Aquest efecte és considerat beneficiós, ja que l'aeració aporta oxigen dissolt a l'aigua, de manera que n'augmenta la concentració, la qual cosa resulta positiva per a la flora i la fauna (UK CEED, 1993).

Però també existeixen efectes negatius sobre el plàncton i els microorganismes, pels canvis ràpids de pressió que es donen en l'aigua quan aquesta passa a través de l'hèlix. Aquest efecte, però, tampoc no representa una gran amenaça per a la vida dels microorganismes marins, degut a la seva alta taxa de reproducció.

2.2.1.2. Col·lisions entre vaixells i animals marins

Els moviments d'entrada i de sortida de vaixells als ports poden causar efectes negatius sobre la vida marina, simplement per la presència dels vaixells en l'espai navegable. La investigació demostra que, si bé els xocs entre mamífers marins i vaixells no són habituals, succeeixen de tant en tant. La causa principal dels xocs és la velocitat que porten els vaixells, que no dona temps a evitar l'accident, en el qual l'animal pot resultar greument ferit o fins i tot mort. Generalment, el risc de col·lisions amb animals marins és més gran en embarcacions recreatives i en vaixells d'observació de dofins.

2.2.1.3. Soroll creat pels vaixells i per l'activitat portuària

El soroll associat a les operacions realitzades pels vaixells pot causar perturbacions als animals marins (mamífers, ocells i peixos) i a les persones que viuen en nuclis propers.

La principal font de soroll dels vaixells és la generada pel motor. Aquest soroll es transmet per l'atmosfera o a través de l'estructura del vaixell. El volum de so generat i transmès a l'aire o a l'aigua depèn de la mida, del disseny i de la localització del motor, i de la mida i del tipus de construcció del vaixell. A més a més, la maquinària i les activitats del port (càrrega, descàrrega, transport) també generen soroll (IAPH, 1991).

Malgrat que no es disposa de gaires estudis sobre la influència del soroll en la vida marina, existeix certa preocupació pel que fa al possible efecte que pot tenir sobre el comportament dels organismes, ja que fins i tot pot arribar a fer-los canviar d'hàbitat. Aquest seria el cas dels dofins, que tenen un sistema de localització per eco, de manera que el soroll que hi hagi sota l'aigua podria alterar aquest sistema i fer que els dofins es desplaressin (Browning, Williams i Haarland, 1997). El comportament de les foques també es veuria alterat pel soroll en l'època de reproducció i quan alimenten la seva descendència.

Pel que fa a la població que viu en nuclis urbans propers al port o que treballa al port, també pateix els efectes negatius del soroll. La OMS (Organització Mundial de la Salut) ha realitzat una sèrie d'estudis sobre els efectes del soroll en les persones i ha arribat a la conclusió que pot conduir al malestar general (pèrdua d'hores de son, ansietat, irritabilitat, etc.), a la reducció de l'eficiència en el treball, a l'augment de la pressió sanguínia amb els consegüents efectes cardiovasculars, a traumes psicològics (el soroll pot agreujar l'estrès) i, en els casos més extrems, al deteriorament del sistema auditiu.

2.2.1.4. Accidents marítims

Existeix un risc inherent d'ocurrència d'accidents marítims quan les mercaderies són transportades per mar. Si succeeix un accident d'aquest tipus, pot haver-hi ruptures del buc de l'embarcació i pèrdua de càrrega o fuga de combustible; tot això pot afectar negativament el medi ambient (vegeu l'apartat 2.2.7.).

2.2.1.5. Ancoratge i amarratge

Els estuaris i les badies representen espais de protecció i seguretat per a l'ancoratge dels vaixells. No obstant això, aquest ancoratge pot pertorbar o danyar animals i plantes que visquin al llit del mar, per exemple, per l'increment dels sediments dissolts o pel dany directe de l'àncora.

Els efectes més negatius es donen en àrees amb espècies sensibles o amb espècies de creixement lent, com ara alguns tipus de marisc, coralls, etc. Les praderies de *Posidonia* també es veuen afectades per l'ancoratge, ja que sovint són arrancades del seu hàbitat i així perden la seva funció protectora contra l'erosió. La pertorbació que pot causar l'ancoratge depèn de la freqüència, de la magnitud i de la localització de l'activitat, del tipus de sediment i de la sensibilitat de les comunitats bentòniques.

D'altra banda, l'amarratge permanent en zones properes als hàbitats naturals provoca efectes negatius pel que fa al soroll i al solc dels vaixells.

2.2.1.6. Emissions de contaminants atmosfèrics

Com a conseqüència de la crema de combustibles fòssils per al funcionament dels motors dels vaixells, s'alliberen al medi atmosfèric una sèrie de contaminants, com ara CO₂, NO_x, SO_x, etc. Aquests, a part de contribuir al canvi climàtic a escala global (efecte hivernacle, pluja àcida), també tenen efectes negatius a escala local, com ara corrosió dels vehicles emmagatzemats al port a cel obert, efectes perjudicials sobre la salut (boirum fotoquímic), etc. (Conesa, 1993).

2.2.2. Manipulació de la càrrega i emmagatzematge

El transport de mercaderies per mar fa necessaris el procés de càrrega i descàrrega d'aquestes quan s'arriba al port. Posteriorment, les mercaderies han de ser emmagatzemades, fins que es transportin per un altre mitjà terrestre. Totes aquestes activitats generen impactes ambientals, que tot seguit es comenten.

2.2.2.1. Descàrregues i emissions degudes a la manipulació de la càrrega

Durant les operacions de manipulació de la càrrega en ports, sovint poden produir-se de forma accidental descàrregues i emissions.

En tractar càrregues de material sec, com ara gra, carbó, ferro, etc., es genera pols, que pot tenir efectes negatius sobre el medi ambient i sobre les persones que siguin al port o en zones urbanes properes.

Aquesta pols originada per l'emmagatzematge a l'aire lliure i per la manipulació de material sec genera una sèrie de partícules fines en l'aire, que poden arribar a assolir nivells perillosos per a la salut humana, ja que són fàcilment inhalables i arriben als pulmons. Com a conseqüència, poden produir-se al·lèrgies, malalties respiratòries, etc. Hi ha estudis (South Coast Air Quality Management District, 1994) que mostren clarament la relació entre l'augment de partícules inhalables, conegudes com a PM₁₀ (perquè tenen un diàmetre màxim de 10 µm), i l'increment de persones mortes per malalties cardiovasculars o respiratòries. D'altra banda, les partícules emeses poden ser tòxiques o perilloses per a tota la població o per a un sector. Un bon exemple el constitueixen els episodis d'emissió de partícules de soja al port de Barcelona. La soja conté una substància que pot produir al·lèrgia. En els episodis esmentats hi hagueren autèntiques epidèmies d'asma.

A més, una part d'aquest material sec conté altes concentracions de matèria orgànica, nutrients o ambdues coses, com ara fertilitzants i aliments d'animals, amb una demanda biològica d'oxigen alta. Per tant, grans fuites d'aquestes substàncies poden causar l'enriquiment de nutrients i la disminució de l'oxigen dissolt, els quals suposen l'asfíxia de la vida marina dels voltants i l'augment de la sensació d'ofegament de sectors dèbils de la població (generalment gent gran i nens). Com a constatació d'aquest fet, hi ha l'evidència de l'increment en la utilització de medicaments contra l'asma en zones properes a ports.

Pel que fa a les càrregues de material líquid, cal fer-ne la descàrrega a través de canonades i això pot comportar emissions i fuites de substàncies com ara olis, gas líquid, pesticides, metalls pesants, etc., que afecten negativament tant el medi ambient marí com el terrestre, ja que poden anar a parar a l'aigua i també al sòl (fins i tot als aqüífers) i contaminar-los.

En darrer lloc, també hi pot haver emissions a l'atmosfera degudes als vapors generats per algun tipus de mercaderia que és descarregada o carregada i pel mateix trànsit intern del port (CO₂, NO_x, SO_x, etc.).

La gravetat de la contaminació de l'entorn degut a la manipulació de la càrrega (aigua, aire, sòl) depèn de la naturalesa de la substància i de la quantitat abocada al medi. Segons aquests factors, les substàncies perjudicials poden causar en major o en menor grau bioacumulació, biomagnificació, risc per a la salut humana (ingestió oral, inhalació o contacte dèrmic), dany als organismes marins, etc.

2.2.2.2. Soroll de les operacions

El soroll associat a la manipulació de la càrrega i al transport en general pot causar una pertorbació tant de la fauna com de les persones que habiten en les zones costaneres. Aquests efectes han estat poc estudiats i ja s'han comentat en l'apartat 2.2.1.3.

2.2.2.3. Contaminació lumínica

La majoria dels ports treballen vint-i-quatre hores al dia i això fa que estiguin il·luminats tota la nit, de manera que es genera una aurèola lumínica al voltant del port, que pot provocar molèsties als nuclis urbans propers, bàsicament problemes d'insomni, neguit i malestar general. Aquesta llum també pot afectar la fauna i la flora marítimes, el cicle biològic de les quals es veu alterat per l'augment de les hores de llum (BTO, 1990).

2.2.3. Manteniment del port

Aquestes activitats impliquen tant el manteniment dels vaixells com el de les estructures del port. El problema és que la majoria dels productes utilitzats en la cura i el manteniment de les infraestructures dels ports i dels vaixells són perillosos per al medi ambient, sobretot si s'utilitzen sense cura o en excés.

2.2.3.1. Generació de residus i fuites a causa de les operacions de manteniment

Els residus poden entrar al port com a resultat de nombroses activitats, que inclouen la neteja dels molls i dels vaixells, les restes de pintura dels vaixells, etc. Per totes aquestes actuacions, les aigües dels ports es veuen contaminades amb olis, dissolvents, pintures, detergents, etc. Aquests contaminants poden tenir, a més d'un important impacte estètic, efectes nocius o tòxics en els animals i les plantes. En molts casos, les conseqüències poden ser temporals i mínimes; no obstant això, els riscos dels possibles efectes adversos s'incrementen quan els agents químics de neteja s'utilitzen incorrectament i per sobre de les quantitats necessàries. Un factor addicional que contribueix a empitjorar la situació és l'estancament de l'aigua del port, que experimenta molt poca renovació.

Entre els productes més utilitzats i perillosos, es destaquen els següents:

Biocides i lleixiu

Algunes superfícies, com ara el moll, l'amarrador, la grada, etc., poden resultar colonitzades per bacteris i algues. Per a la seguretat del públic, s'han de netejar, i per fer-ho s'utilitzen biocides, és a dir, substàncies químiques que serveixen per destruir i extreure aquests agents que s'enganxen a les superfícies. Un dels productes més utilitzats en ports petits per extreure algues és el lleixiu, perquè és barat i fàcil d'aplicar, però pot tenir efectes negatius sobre el medi ambient, com ara la toxicitat per als peixos i mol·luscs i la disminució de la diversitat d'espècies.

Per evitar tant com sigui possible el dany al medi ambient, aquests agents han d'estar diluïts, perquè sinó es poden acumular en sediments i en animals marins.

Detergents

Sovint, en les operacions de neteja s'utilitzen sabons i detergents, especialment en els vaixells. Quan entren en contacte amb l'aigua, formen una mena d'*aigua gris*, que conté nutrients i fosfats, que afavoreix el creixement de les algues i que dona lloc a un procés d'eutrofització.

2.2.3.2. Pintures antiincrustants

Els bucs dels vaixells passen molt temps submergits en l'aigua i com a resultat són colonitzats per organismes marins. Aquest embrutiment incrementa el fregament del buc amb l'aigua, de manera que es consumeix més combustible. Per evitar-ho, s'apliquen pintures antiincrustants o *antifouling*, les quals contenen biocides que eliminen els organismes que hi ha enganxats a la carcassa dels vaixells. Però l'alliberament al medi ambient marí d'aquests productes té efectes negatius.

Actualment, els agents *antifouling* són formulats amb molta precisió, per alliberar quantitats necessàries i no excessives dels biocides, de manera que només matin els organismes joves, que són els que causen problemes (BMFI, 1997). Però anys enrere, el biocida més usat en pintures *antifouling* per vaixells era el tributíl estany (TBT), els efectes del qual es comenten tot seguit.

TBT (tributíl estany)

Durant més de trenta anys, el TBT va ser un agent *antifouling* molt utilitzat en pintures per al sector marítim. Ha estat descrit com una de les substàncies més perilloses introduïdes al medi ambient marí. Els anys vuitanta es va veure que aquest agent causava danys molt importants en les espècies marines, com ara deformitats en mol·luscs, reducció del creixement en algues i efectes tòxics en peixos joves. També hi ha evidència de la bioacumulació del TBT en les cadenes alimentàries, amb alts nivells en mamífers marins, i s'ha provat la supressió del sistema immunològic en alguns d'aquests mamífers (Iwata *et al.*, 1995). Com a conseqüència d'aquests efectes, han aparegut diverses prohibicions sobre l'ús del TBT, però actualment encara s'utilitza. De totes maneres, es comencen a buscar substituïts, per exemple les pintures *antifouling* amb coure.

Pintures *antifouling* amb coure

Malgrat que el coure és un element essencial per als processos metabòlics en organismes vius, també és un dels contaminants de l'aigua més perillosos si s'hi troba en

excés. A causa de la seva toxicitat, també s'utilitza el coure com a biocida per als bucs de les embarcacions. Però no s'ha d'oblidar que l'ús del coure també comporta nombrosos impactes. La seva presència en l'aigua i en els sediments pot conduir a l'acumulació per part dels animals bentònics i pot provocar, per exemple, una reducció de la taxa de respiració o perjudicis en el creixement de mol·luscs (Sobral i Widdows, 1997). Cal tenir en compte també que alguns organismes són resistents al coure, i llavors s'ha d'afegir a la pintura biocides addicionals, coneguts com a *biocides d'ampliació*.

2.2.4. Operacions de dragatge i reubicació del material extret

El dragatge és una activitat fonamental en la majoria dels ports. L'Associació Central de Dragatge defineix aquesta activitat com "l'excavació de material provinent del llit del mar, del riu o del llac, i la recol·locació del material extret en un altre lloc" (IADC/CEDA, 1997).

Existeixen diverses raons per dragar una zona: la construcció, la regeneració de platges, l'extracció de minerals, el control de les inundacions, la descontaminació d'una zona, etc. Però el motiu més habitual de dragatge és la navegació. En aquest cas, el dragatge s'entén com l'extracció periòdica de material dipositat (sorra, fang...) en els canals propers als ports, per mantenir-ne l'amplada i la profunditat adequades i garantir així l'accés segur dels vaixells a port.

Els efectes ambientals del dragatge poden originar-se en dos processos: en primer lloc, en el dragatge mateix; i després, en la reubicació del material extret en aquesta activitat. Per això, en analitzar els impactes negatius s'han desglossat segons quin dels dos processos els genera. Cal dir, però, que el dragatge també té efectes positius, que no s'han d'oblidar, com l'extracció de contaminants dels sediments i la millora de la qualitat de l'aigua gràcies al restabliment de la profunditat i del flux. Tot seguit, es tracten els impactes negatius del dragatge i de la reubicació del material extret.

2.2.4.1. Eliminació de la fauna bentònica

Durant les operacions de dragatge, l'extracció de material del llit del mar també s'emporta els animals que viuen als sediments (fauna bentònica). En els canals que estan contínuament subjectes a dragatge, és pràcticament impossible que es desenvolupi una comunitat bentònica estable, la qual cosa fragmenta l'hàbitat del canal i les espècies que hi viuen.

2.2.4.2. Sediments dissolts i terbolesa

Tant en l'extracció com en la reubicació del material es produeix la resuspensió de sediments, que comporta l'enterboliment del medi marí, de manera que disminueix la quantitat de llum que arriba a la columna d'aigua. Això afecta principalment la funció fotosintètica de les plantes, però també els animals. A més, genera un impacte estètic important, per la poca transparència de l'aigua, que provoca la sensació d'embrutiment del port (IAPH, 1991).

Aquests sediments dissolts poden afectar els animals filtradors (per exemple, els mol·luscs), que veuen malmesos els seus òrgans de respiració i alimentació. De la mateixa manera, els peixos joves es poden veure afectats si els sediments queden atrapats en les seves brànquies i poden arribar a morir (Wilber, 1971).

Cal dir, però, que els efectes dels sediments dissolts generalment són de curta durada, és a dir, es mantenen, a tot estirar, un període de fins a una setmana després d'haver realitzat el dragatge i en una àrea màxima d'un quilòmetre al voltant de l'activitat.

2.2.4.3. Matèria orgànica i nutrients

Durant el dragatge o durant la reubicació del material extret hi pot haver alliberament de sediments rics en matèria orgànica, que poden conduir a processos d'eutrofització. L'augment excessiu de la productivitat del sistema (més creixement d'algues, més aliment per al zooplàncton i per als organismes superiors) fa disminuir l'oxigen present en l'aigua, principalment per culpa dels processos de putrefacció dels organismes quan

moren. Això pot conduir a l'asfíxia dels animals marins i de les plantes que viuen en aquestes zones o pot fer fugir les espècies migratòries que passen per allà. L'efecte és més negatiu si es dona en estadis vitals en què l'oxigen és més necessari (per exemple, durant la migració primaverenca del salmó) (IAPH, 1991).

2.2.4.4. Sediments contaminats

En els sediments es pot trobar una gran varietat de contaminants, com ara metalls pesants, pesticides, petroli, TBT, etc. Amb el dragatge i la reubicació del material extret, tots aquests contaminants es poden alliberar a la columna d'aigua, de manera que queden a l'abast d'animals i plantes, amb el risc potencial de contaminació i enverinament que representen per a aquests organismes. Si aquests contaminants s'acumulen a la xarxa tròfica, poden causar desordres morfològics o reproductius en mol·luscs, peixos i mamífers (Associated British Ports, 1995). En general, l'efecte és més negatiu en organismes joves que en adults.

2.2.4.5. Deposició de sediments dissolts

Tant els sediments dispersats durant el dragatge com els sediments dissolts en la posterior reubicació dels materials extrets es dipositen sobre els organismes bentònics i els causen estrès, els redueixen les taxes de creixement o reproducció (Murray, 1994) i, en els pitjors casos, els produeixen processos d'asfíxia que poden tenir conseqüències fatals (Bray, Bates i Land, 1997). Cal dir que la sensibilitat dels organismes marins a la sedimentació varia segons diferents factors. Per exemple, si el medi inicial ja té de forma natural càrregues altes de material dissolt, l'efecte del dragatge és mínim.

2.2.4.6. Canvis en el règim hidrodinàmic i geomorfològic

Malgrat que les activitats de dragatge poden causar alguns canvis en el flux hidrodinàmic, també hi ha altres fenòmens naturals que hi contribueixen, com ara l'augment o la disminució del nivell del mar. Així, es fa difícil isolar un fenomen dels altres. Alguns dels efectes que es poden donar per causa del dragatge són: la intrusió marina, l'increment de l'activitat de les ones en la línia de la costa, el canvi del rang i dels

corrents mareals, l'erosió potencial de zones intercotidals, efectes morfològics secundaris, canvis en el procés d'erosió, transport i sedimentació, etc.

2.2.4.7. Recàrrega d'espais intermareals

És un mètode molt efectiu per combatre l'erosió dels hàbitats intermareals, causada per la pressió exercida sobre la costa i pel nivells del mar cada cop més alts. Així, la recàrrega d'hàbitats intermareals amb material de dragatge (mescla de sorra, grava i roca), que és més groller que l'inicial, s'utilitza per protegir els aiguamolls de l'atac de les ones i de l'erosió (Carpenter i Brampton, 1996).

Cal tenir en compte, però, que amb el procés de recàrrega la natura del medi haurà sofert canvis importants i que, per tant, es produirà un reemplaçament d'espècies a les comunitats autòctones. Així, la recàrrega té beneficis a llarg termini (evita l'erosió), però també té impactes a curt termini (asfíxia d'animals bentònics, resuspensió de sediments). Per això, cada recàrrega intermareal que es vulgui fer ha de ser estudiada sospesant-ne els pros i els contres, abans de dur-la a terme.

2.2.5. Producció de residus

L'Agència de Protecció del Medi Ambient defineix *residu* com "qualsevol substància que suposa un rebuig o un efluent superflu no desitjat, generat per l'aplicació de qualsevol procés". En les operacions que realitzen els vaixells de forma quotidiana, es generen una sèrie de residus que si no són ben gestionats poden anar a parar al mar, amb el consegüent risc potencial de contaminació. Els residus presents en l'ambient marí es classifiquen de la manera següent:

- petroli
- aigües residuals
- escombraries
- aigües de llast

- agents *antifouling* i residus de manteniment (vegeu l'apartat 2.2.3.2).
- material de dragatge contaminat (vegeu l'apartat 2.2.4.4).

Tot seguit es tractaran els impactes generats pels residus que encara no han estat analitzats en el present treball.

2.2.5.1. Petroli

Hi ha moltes vies per les quals el petroli pot arribar al medi marí: operacions marítimes, accidents i descàrregues il·legals, fugites, aigües residuals, descàrregues industrials, etc. Dels 2,4 milions de tones d'hidrocarburs que es vessen al mar anualment, els vaixells, petrolers i no petrolers són responsables en el 41% dels casos (Marí i Jaime, 1998).

És difícil avaluar els efectes del petroli en el medi ambient, a causa de la gran varietat de fonts, quantitats i naturalesa d'aquest combustible, i també perquè els efectes depenen de les característiques químiques, físiques i biològiques del medi ambient afectat. No obstant això, hi ha alguns efectes generals del petroli sobre el medi ambient. Així, l'exposició a les fugites d'aquest combustible pot conduir a la mortalitat massiva de les comunitats bentòniques, de peixos, de mamífers marins i d'ocells (Vila, 2000). A més, els constituents tòxics del petroli, com els metalls pesants, poden ser emmagatzemats als sediments i poden entrar a la xarxa tròfica, cosa que pot crear desordres en la fisiologia i en el comportament dels organismes, que els poden ocasionar la reducció del creixement i de la reproducció i, en els pitjors casos, la mort.

2.2.5.2. Aigües residuals

La causa principal de la contaminació de les aigües marines és la descàrrega al mar d'aigües residuals urbanes tractades. En el cas dels ports, a més a més, hi pot haver l'abocament d'aigües residuals de vaixells o d'aigües de rentat de dipòsits. Els efectes adversos per a la salut i l'impacte ambiental i estètic que suposa la contaminació per aigües residuals en zones costaneres estan ben documentats, i s'han monitoritzat bastants paràmetres ambientals per corroborar-ho, especialment microbiològics (Vila,

2000). Es coneixen principalment tres efectes negatius de l'abocament d'aigües residuals:

Disminució de l'oxigen dissolt

quan l'aigua residual es descompon utilitza l'oxigen que hi ha dissolt en l'aigua. Si la concentració de residus és alta, l'oxigen dissolt que resta per als peixos i per als altres animals aquàtics pot ser insuficient i poden morir.

Malalties

Les aigües residuals poden portar bacteris i virus, que poden posar en perill la salut pública tant dels banyistes com de les persones que mengen mol·luscs contaminats.

Enriquiment de nutrients

Les aigües residuals són riques en nutrients, els quals poden incrementar el creixement d'algues i plantes. Això pot conduir a una reducció de la penetració de la llum a través de la columna d'aigua, a la producció de toxines i a la disminució d'oxigen quan es dona la descomposició.

A més de l'efecte mateix de l'aigua residual, també cal tenir en compte que hi ha altres substàncies en les aigües residuals que van a parar al mar, com ara amoni, clor i zinc, que són tòxiques per a la vida marina.

2.2.5.3. Escombraries

Les escombraries entren al port per moltes vies. Les que generen més problemes són aquells residus no biodegradables, particularment els plàstics, que suposen una amenaça per a la vida marina. La resistència i la durabilitat dels plàstics els fa molt persistents, i poden ser transportats a grans distàncies pels corrents marítims i pel vent. Els plàstics poden produir l'ofegament d'animals bentònics i de plantes en hàbitats intermareals i submareals. A més, poden tenir efectes negatius en ocells i mamífers marins (incloent-hi dofins i foques), com a resultat de la ingestió o de l'estrangulació.

Finalment, la presència d'escombraries flotants en l'aigua també crea un impacte estètic important i, a més, poden ser un mitjà de transport d'organismes aquàtics perjudicials.

2.2.5.4. Aigua de llast

El moviment dels vaixells requereix l'entrada d'aigua de llast perquè assoleixin el grau d'estabilitat necessari per poder navegar. Aquest tipus d'aigua és considerada residual quan arriba al port, ja que pot contenir una gran varietat de substàncies nocives, com petroli, plantes i animals no nadius i organismes causants de malalties. La introducció d'espècies no natives és considerada una de les cinc majors amenaces per a la biodiversitat marina, segons el Conveni de Biodiversitat. L'efecte de la introducció és imprevisible: pot ser que la nova espècie sigui indetectable o bé que domini i desplaci les comunitats natives (Carlton, 1996).

2.2.6. Obra civil

A part dels impactes generats de forma directa per les activitats que es realitzen en ports, s'ha considerat oportú fer una anàlisi de les intervencions costaneres en enginyeria civil que provoquen un impacte ambiental, realitzant primerament una classificació de les diferents obres marítimes (ports, ampliacions portuàries, emissaris submarins, obres de defensa costanera...), seguida d'una identificació dels impactes produïts per aquestes obres en el medi (en la flora, en la fauna, en el medi terrestre, en l'aigua...).

2.2.6.1. Tipus d'obres marítimes

Tot seguit es descriuen les obres marítimes per les quals es pot veure afectat o malmès el medi costaner. Se n'identifiquen les característiques bàsiques amb l'objectiu d'adquirir unes certes nocions que permetin analitzar a posteriori els impactes que provoquen.

Ports

Segons l'activitat que desenvolupen els ports, es pot establir una classificació funcional d'acord amb l'Estudi del Pla de ports esportius (Departament d'Obres Públiques i Política Territorial, 1983):

- *Concessió industrial particular*: si el port realitza un tràfic comercial específic per a una única empresa que ha obtingut una concessió per construir-lo i explotar-lo.
- *Industrial*: si en la zona de serveis del port o a prop d'aquesta zona hi ha indústries que generen un tràfic marítim important.
- *Comercial*: si es realitzen tràfics comercials per a indústries i empreses del rerepaís del port.
- *Esportiva*: si tot el port o alguna dàrsena estan especialitzats en embarcacions d'oci.
- *Pesquera*: si el port o alguna dàrsena tenen embarcacions de pesca i els serveis corresponents.

Tots els ports són susceptibles de produir una sèrie d'impactes, independentment de la tipologia a la qual pertanyin, encara que, pel fet de realitzar-s'hi unes activitats diferencials, produiran uns impactes específics sobre el medi (que s'han vist en apartats anteriors).

Ampliacions portuàries

Els darrers anys, el tràfic comercial ha crescut considerablement. D'una banda, les embarcacions pesqueres, que no han sofert un augment en nombre, s'han modernitzat i han augmentat les capacitats i les dimensions. De l'altra, hi ha hagut un creixement espectacular de les modernes embarcacions esportives i d'oci i de la demanda d'ancoratge per a aquestes (Generalitat de Catalunya, 1994). Tots aquests factors han obligat a plantejar l'ampliació i la modernització de diversos ports que ja existien. Com a exemples molt clars, es poden esmentar les ampliacions dels ports de Barcelona i Tarragona.

Emissaris submarins

El desig i la conveniència d'allunyar els productes sobrants de les zones pròximes a la costa és el que va provocar la construcció de canonades submarines, dites *emissaris submarins*. Tractant-se, naturalment, d'efluents d'abocament permès, l'objectiu de l'emissari submarí ha d'ésser eliminar tots els signes apreciables de contaminació que afectin la seguretat i l'atractiu de les platges o de les zones freqüentades pels banyistes. Perquè aquestes obres tinguin un resultat satisfactori, l'experiència diu que la seva longitud mínima ha de ser d'uns mil dos-cents metres i que han d'arribar a una profunditat mínima de vint metres, sempre d'acord amb el cabal que es pretengui evacuar (Peña, 1993). Els materials amb els quals es construeixen els emissaris submarins són diversos: plàstic, fosa dúctil, formigó, etc.

Obres de defensa costanera

La confluència en el litoral de tres medis, aigua, terra i aire, genera una relació d'influència mútua en la qual la terra pot resultar el medi més modificat. Els canvis poden afectar determinades activitats humanes o posar en perill ecosistemes molt valuosos per a l'ésser humà. Històricament, l'ésser humà ha intentat controlar aquests canvis i fins i tot ha provat de modelar la zona costanera al seu gust, amb propòsits i solucions més o menys adequats segons les circumstàncies de cada moment. En aquest apartat es tracten les obres que es dissenyen amb aquesta finalitat:

- *Defenses longitudinals*

Aquest tipus de protecció s'entén com un substitut parcial de la protecció natural allà on aquesta és insuficient o s'ha perdut. Així doncs, el primer objectiu d'una obra d'aquest tipus és parar la degradació o l'esllavissament dels terrenys com a conseqüència de l'atac de les onades.

Dins d'aquestes defenses longitudinals, se sol distingir entre els *murs* i els *revestiments*. Els primers es defineixen com a "estructures rígides o flexibles,

destinades a defensar el terreny després de l'impacte de les ones". Poden ubicar-se en una zona emergida o bé assentats a gran profunditat.

Els elements més utilitzats per construir-los són el formigó, els gabions i l'escullera. Atinent a la seva forma en perfil, els podem classificar en (Moral i Berenguer, 1980):

- verticals (palplanxes, caixons, etc.)
- en pendent (còncaus, convexos)
- amb formes especials (escalons, entrants, dissipadores)

Els revestiments es pensen com "una protecció superficial que es disposa sobre el terreny original i que aporta una major capacitat de resistència a la degradació enfront de l'acció de l'aigua o del vent". Igual que passava amb els murs, hi ha una gran quantitat de tipus de revestiments i poden executar-se amb diferents materials, encara que en tots els casos se sol disposar una capa de filtre en el terreny i una capa resistent per evitar la sortida de fins.

- *Espigons o obres transversals*

El disseny d'aquestes obres pot perseguir diversos objectius, com provocar la formació de platges o evitar l'erosió de les existents, protegir els ports dels aterraments, canalitzar les zones navegables, retenir els sediments en les plantes de *by-passing*, etc. Tenen una tipologia estructural molt variada; es poden agrupar segons: la permeabilitat davant del flux longitudinal de sorres (permeables o impermeables), la longitud (llargs o curts), la forma en planta (rectes, corbs, trencats o en T), l'altura de coronació (alts o baixos, constants o ajustables) i els materials emprats en la construcció (escullera, blocs, palplanxes, fusta, recintes, sorra) (Enríquez i Berenguer, 1986).

- *Dics aïllats*

La utilització d'aquestes estructures té com a finalitat provocar la formació d'una platja (hemitómbol, tómbol), protegir una platja que ja hi ha, evitant-ne o retardant-ne l'erosió, i de forma general, esmorteir l'energia de les onades en la zona d'ombra

creada darrere seu. La diferència funcional més notable d'aquests elements radica en la seva altura de coronació (emergits o submergits, depassables o indepassables). Altres criteris de classificació, semblants als dels espigons, poden ser la forma, l'orientació respecte de la costa o els materials de construcció (Herbich, 2000).

- *Alimentació o manipulació artificial de sorres*

L'alimentació artificial de platges consisteix en l'aportació de sorra, utilitzant mitjans artificials, a una zona costanera que té un balanç sedimentari negatiu o que presenta unes dimensions inferiors a les que es desitgen. Es poden distingir diferents mètodes segons el sistema de transport i col·locació de la nova sorra en la platja (C.U.R, 1987):

- *Abocament davant la zona de trencament:* aquest mètode requereix que hi hagi un dipòsit submarí que actuï com a zona de préstec. Després del dragatge, l'abocament es realitza a profunditats d'entre cinc i vuit metres, segons el tipus de vaixells, i la incorporació de la sorra fins a la zona superior de la platja es confia a l'acció de l'aigua.
- *Abocament hidràulic sobre la platja:* s'utilitza quan el dipòsit d'aportació és submarí o bé es pot aconseguir fàcilment la seva fluidificació. El transport fins a la platja es realitza totalment o parcialment per canonada i la distribució en el perfil de la platja es confia a la dinàmica marina, encara que també es pot dur a terme mitjançant mètodes mecànics.
- *Abocament o rebliment mecànic d'una platja:* s'utilitza quan l'aportació de material prové de pedreres o és manipulat des de terra. La descàrrega a la platja es pot fer mitjançant capes, formant dipòsits aïllats i deixant que les onades els distribueixin o bé construint espigons de sorra erosionables.

- *Altres obres*

La singularitat de cada cas concret impedeix presentar una relació tancada de solucions o obres de defensa costanera. L'enginy dels projectistes fa que es

puguin proposar infinites alternatives per un mateix problema. Així doncs, mai no s'ha de desistir de la recerca d'una solució idònia per cada problema concret, encara que és cert que a vegades el factor econòmic limita el ventall de possibilitats. A continuació, s'enumeren una sèrie de solucions alternatives que poden ser útils en algunes situacions (Enríquez i Berenguer, 1986):

- Per modificar la propagació de les onades s'utilitzen illes plataforma o cons de difracció.
- Per atenuar l'energia de les onades es poden emprar algues artificials, barreres hidràuliques, etc.
- Per fixar el terreny es poden plantar diferents espècies vegetals.

Manteniment

Totes les obres esmentades anteriorment tenen una vida útil limitada i amb el temps necessitaran certes reparacions, independentment de qualsevol tipus d'imprevist que pugui afectar-les i que faci necessària una intervenció urgent i prematura. Les reparacions i les actuacions de manteniment han de ser previstes i planificades amb antelació per evitar possibles problemes en el futur.

Entre les actuacions més freqüents i costoses es poden remarcar els dragatges per evitar la pèrdua de fondària en els ports (vistes en la secció 2.2.4.). Les reparacions dels dics també són una operació típica, en la qual, entre altres operacions, se substitueixen els blocs d'escullera perduts.

2.2.6.2. Identificació dels impactes produïts per les obres marítimes

En aquest apartat s'identifiquen i enumeren els diferents impactes produïts per les obres marítimes. S'ha d'assenyalar que no tots els impactes són negatius; alguns poden ésser positius, per causa de la seva finalitat, perquè limiten una evolució natural desfavorable per al medi o hi posen fi, i hauran de ser potenciats. Cal dir, però, que no només hi ha *impactes directes* ocasionats per les obres, sinó també *impactes indirectes* (per exemple,

l'acció directa d'un dic en la propagació de les ones pot influir en el litoral i provocar l'erosió de les platges), *impactes en cadena* (la destrucció de vegetació submarina per culpa de l'abocament de productes tòxics pot provocar un desplaçament de la fauna i, com a conseqüència d'això, una disminució de la pesca) i *impactes sinèrgics* (certes contaminacions simultànies poden amplificar l'impacte resultant). A més, s'ha de tenir present l'impacte que generarà l'ús d'aquestes obres en el futur. Tot seguit s'analitzen els impactes de l'obra civil en cadascun dels medis que afecta.

Impactes sobre el medi terrestre

Qualsevol tipus d'obra marítima generarà una sèrie de modificacions entorn de la seva ubicació. L'estat inicial de les característiques físiques del medi, les seves condicions i els seus recursos biològics i, en alguns casos, fins i tot els seus valors socioculturals experimentaran transformacions. El grau d'aquestes transformacions pot ser inapreciable, lleu o intens i poden produir-se de forma sobtada o progressivament. Poden tenir efectes negatius o positius, reversibles o irreversibles.

El sòl afectat per la construcció d'un port inclou tant el sòl ocupat per la geometria del port com el que rep la influència de la seva implantació i permanència en el temps. En aquest sentit, es pot parlar d'una destrucció directa del sòl on s'ubica l'obra i dels seus voltants. Bàsicament, es poden distingir dos àmbits afectats per l'impacte de la construcció i de l'explotació d'una obra marítima (Moral i Berenguer, 1980): *el fons de les dàrsenes* i *el litoral més proper*.

Pel que fa a l'impacte en *el fons de les dàrsenes*, es pot dir que generalment està ocasionat per:

- Treballs de construcció del port (rebliments i dragatges)
Els rebliments solen ser rics en bacteris i matèria orgànica, els quals, per sedimentació, es dipositen en el fons i el contaminen. Els dragatges afecten la geometria i les característiques del fons (vegeu l'apartat 2.2.4).

- Operacions portuàries (abocaments i dragatges)

Durant l'exploració d'una obra, els materials d'abocament es van dipositant en el fons de les dàrsenes. Aquests materials sovint estan contaminats, de manera que contribueixen a embrutar el fons marí creant fangs, que han de ser controlats mitjançant un seguiment bioquímic.

Pel que fa al *litoral més proper*, l'impacte de l'obra civil es pot observar en:

- La batimetria

El possible dragatge de canals d'entrada i, en general, les variacions de la profunditat i dels talussos poden produir fenòmens de reflexió, refracció, etc. que modifiquin la batimetria de la zona pròxima.

- La dinàmica costanera

La implantació d'una obra marítima pot provocar alteracions notables en la dinàmica costanera de la mateixa unitat fisiogràfica i pot originar l'erosió de la zona litoral (mitjançant la concentració d'energia de les onades o la interrupció directa del transport longitudinal de sediments).

L'erosió del litoral, provocada indirectament per les modificacions de l'atac de les ones, constitueix el major impacte negatiu provocat per un projecte marítim. La complexitat de cada cas obliga a estudiar i executar l'impacte previsible i les obres de protecció simultàniament amb les obres del projecte.

Finalment, l'aportació de sorres a la costa utilitzant medis artificials també suposa un impacte significatiu sobre el medi terrestre. L'existència d'una platja a la costa representa, generalment, el millor mitjà de protecció dels terrenys costaners enfront de l'acció del mar, a més de constituir, intrínsecament, un bé de gran valor. La generació d'una platja i la seva estabilitat en el temps depenen de l'arribada de sediments (fonts de

materials) en quantitats suficients per compensar les pèrdues que pugui tenir (Junyent i Villares, 1997).

Les últimes dècades, el tractament dels recursos en l'àmbit litoral ha tingut un fort desenvolupament i ha tendit a alterar i a fer disminuir l'arribada de sediments continentals a la zona costanera (regulació de rius, protecció dels penya-segats, extraccions en rius, etc.), a restringir-ne la redistribució al llarg de la costa (obres marítimes) i a emprar les reserves sedimentàries existents (ocupació de camps de dunes, extraccions en platges per a diversos usos). Aquestes actituds han motivat que en nombroses zones el balanç sedimentari hagi estat negatiu. En no poder-lo compensar de forma immediata, han sorgit processos erosius de difícil correcció (Junyent-Villares, 1998).

L'alimentació amb sorres de la costa emprant medis artificials és una actuació clarament positiva respecte a l'objectiu de consecució o estabilització d'una platja, ja que soluciona una deficiència natural. Amb aquesta actuació es modifica el balanç sedimentari de forma instantània, incrementant l'entrada de sediments. Segons el sistema d'alimentació que s'utilitzi, les coordenades espacials i temporals de l'impacte de l'actuació seran diferents (C.U.R, 1987):

- Si l'alimentació hidràulica és amb abocament en la zona subaèria de la platja, la redistribució de la sorra per formar el nou perfil es produeix de forma gradual però homogènia. El flux descendent de l'aigua acompanya la sorra en la seva barreja.
- Si s'utilitza l'abocament per medis terrestres, la part superior de la platja es veu sobtadament coberta per una capa de sorres de gran espessor. L'acció del mar va redistribuint lentament la sorra (si no hi ha temporals) al llarg del perfil de platja.
- Si l'alimentació és amb gànquils en les proximitats de la platja, les zones on cau directament el material sofreixen un fort canvi. La redistribució del dipòsit submergit, per l'acció de les onades, a partir d'aquí és molt lenta.

Com a síntesi, es pot remarcar la importància de dos aspectes clau en l'avaluació dels canvis físics que es puguin derivar d'una actuació de regeneració amb aportació artificial:

- compatibilitat entre la sorra que ja hi havia a la zona i la d'aportació
- dinàmica litoral i ritmes d'evolució de la platja.

Impactes sobre l'aigua

L'estat original de l'aigua és alterat per la construcció i l'explotació d'una obra marítima, per mitjà de dos mecanismes: d'una banda, pel confinament d'una determinada àrea de flotació per la geometria de les obres i, de l'altra, per l'aportació de determinats components a l'aigua mitjançant aquests processos. Això afectarà la qualitat de les aigües, especialment de les aigües interiors dels ports. En aquestes, els fenòmens de dilució són mínims, fet que provoca la concentració de contaminants, que pot donar lloc a fenòmens d'eutrofització, pudors, aspectes estètics desagradables, fenòmens de corrosió sobre estructures metàl·liques i sòlids flotants que pertorbin la navegació. La contaminació de les aigües pot ser de dos tipus (Clark, 2001):

1- *Contaminació per components químics, biològics i matèries en suspensió*, provinents de productes de rebliment durant les obres, de remoure el fons marí a causa del dragatge, etc.

El fenomen més remarcable a què dona lloc la contaminació biològica és l'eutrofització, que produeix un creixement desmesurat de les formes de vida vegetal, flotants i suspeses, segons la quantitat de nutrients disponibles (nitrats, fosfats, vitamines). Els paràmetres que normalment cal controlar són:

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------------------|
| – concentració de nutrients | – concentració de fitoplàncton |
| – concentració de clorofil·la | – consum d'oxigen |
| – temperatura | – producció primària (grams carboni /any) |
| – terbolesa. | |

Les condicions del port, amb una menor renovació de l'aigua de l'interior de les dàrsenes, fan que s'incrementi el grau d'eutrofització, per l'augment de nutrients disponibles i la major producció biològica a partir d'aquesta major disponibilitat. El valor d'aquesta diferència depèn del moment concret del cicle hidrogràfic, però probablement serà màxima a la primavera. Seguint les recomanacions de l'Estudi del Pla de ports esportius de Catalunya de 1983, s'ha de calcular el coeficient de bescanvi hídic, que s'expressa com el quocient entre la superfície de la secció a la bocana i el volum d'aigua abrigada. Aquest coeficient, que oscil·la entre 2 i 200 aproximadament, dóna una mesura de la qualitat biològica potencial dels ports.

2- Contaminació de la superfície a causa de greixos, olis i sòlids flotants, com a conseqüència d'abocaments d'embarcacions i d'escolaments, que ocasiona la inhibició del procés de fotosíntesi i provoca un enterboliment de l'aigua.

Hi ha una sèrie de zones on els efectes de l'alteració dels paràmetres de qualitat de l'aigua són més negatius, com per exemple les zones de pesca, les zones de cultius marins, les superfícies de valor paisatgístic, etc.

Pel que fa als impactes produïts en l'aigua pels emissors submarins, poden ser molt importants si aquests no es dissenyen correctament. Els abocaments presenten diferents problemes segons la seva naturalesa. En el cas de les aigües residuals d'origen domèstic, l'alt contingut en matèria orgànica pot portar problemes d'eutrofització. Evidentment, hi ha substàncies d'alt risc, com són els insecticides, els productes organoclorats, etc.

Finalment, l'alimentació artificial de sorra també suposa un perill per al medi aquós. La introducció de sediments aliens a l'ecosistema pot ser perjudicial per a la conservació i el desenvolupament de la vida animal o vegetal en el seu entorn, sobretot si els sediments són anòxics, rics en matèria orgànica o excessivament fins. Els dos primers tipus de sediments empobreixen el contingut d'oxigen de l'aigua, i li donen un aspecte tèrbol i una olor de putrefacció. El darrer pot produir l'oclusió dels intersticis granulars en les capes

superiors del fons, la qual cosa pot dificultar el desenvolupament i la migració vertical de l'endofauna.

Impactes sobre l'aire

Les variables meteorològiques incideixen sobre la dispersió dels contaminants i, a la vegada, la presència en l'aire de contaminants afecta de manera diversa els factors meteorològics (sobretot la temperatura i la visibilitat).

La contaminació que es pot generar per la implantació d'una obra marítima (especialment en el cas d'un port), prové de forma directa de les substàncies que s'hi manipulen i que són susceptibles de ser transportades eòlicament. D'altra banda, també es poden considerar les emissions relacionades amb els motors d'explosió del trànsit intern del port i amb l'ús de combustibles fòssils per al transport, com les de CO_x, NO_x, SO₂, etc., que contribueixen entre altres efectes a l'escalfament global (Hernández, 1995). Cal dir, però, que comparant aquest tipus de transport amb el que es dona per carretera o ferrocarril, és el que suposa menys costos externs (pol·lució atmosfèrica, trànsit, soroll, accidents, etc.).

Pel que fa als emissors submarins, poden provocar males olors i contaminació atmosfèrica si no estan ben dissenyats. Igualment, la implantació d'una defensa longitudinal (mur o revestiment), d'espigons, de dics o de camps d'espigons on es depositin escombraries o residus en estat de putrefacció pot produir contaminació.

Segons la naturalesa del material utilitzat, també es pot generar una possible contaminació atmosfèrica en l'alimentació artificial d'una platja. Sense oblidar un dels impactes més comuns en tots els tipus d'obres marítimes, que és el soroll, tant en la fase de construcció com en la fase d'explotació, amb les conseqüències negatives que comporta.

Impactes sobre la flora i la fauna

Els mecanismes més significatius que poden afectar el medi biològic natural en la construcció o en l'ampliació d'obres portuàries són els següents (Corominas *et al.*, 1998):

- Ocupació d'espais, tant per cobriment (dics, molls, paviments), com per confinament (dàrsenes). Els seus efectes més típics poden ser la desaparició o la degradació d'una extensió limitada del biòtop afectat (dunes, maresmes).
- Alteració de les condicions hidrodinàmiques, en forma de reflexions, modificació de la propagació de les onades, canvis en els corrents costaners fluvials o mareals i en els cicles d'emersió-immersió.
- Modificació dels fons en profunditat o en composició (dragatges i abocaments submarins) i dels terrenys (moviments de terres i pedreres).
- Increment de la terbolesa, puntual o permanent, per la presència de fons en suspensió (dragatges, corrents i abocaments).
- Alliberament de substàncies tòxiques o contaminants contingudes en els materials de construcció.
- Formació de nous hàbitats (dics i espigons).
- Abocaments o emissions de caràcter funcional, tant els controlats (emissaris, fums, pintures...), com els involuntaris, difícilment evitables.
- Abocaments o emissions accidentals.

Els efectes ambientals d'aquestes accions poden traduir-se en:

- La desaparició o la disminució de les espècies vegetals o animals del medi, principalment del medi hídric.
- La putrefacció o eutrofització de les aigües interiors.
- L'alteració de la biocenosi o la ruptura de les cadenes alimentàries per la desaparició d'espècies sensibles.
- La modificació de les zones de predilecció de certes espècies.

- La modificació de valors de la producció primària i les conseqüències d'aquesta modificació sobre els nivells d'oxigen, a causa de:
 - l'augment o la disminució del contingut de partícules en suspensió en l'aigua;
 - la reducció del poder d'arrossegament de la marea, que provoca un augment excessiu de sals nutritives;
 - la modificació de les estructures tròfiques de les comunitats biològiques, deguda als canvis que s'han produït en la seva composició.

Cal dir, però, que la infraestructura portuària pot tenir efectes positius per a algunes espècies, ja que els pot suposar un abric favorable i els pot oferir la possibilitat de fixació i protecció.

Pel que fa a l'alimentació artificial de sorres, es pot dir que qualsevol de les tres fases que comprèn (extracció de sorra, transport i recobriment d'una altra zona) pot provocar l'alteració d'hàbitats i de cadenes tròfiques.

En la platja on s'efectua l'alimentació artificial de sorra, es produeixen efectes característics i independents, que tot seguit s'esmenten. Cal dir que els tres primers són físics i els tres darrers, biològics.

- El sediment que ja hi havia a la platja queda recobert, de manera més o menys important i en una extensió més o menys gran, pel nou material aportat.
- El perfil de la platja submergida queda modificat en certa manera.
- L'acció de les onades i els corrents sobre els nous dipòsits produeix un increment de la terbolesa.
- S'altera la posta i la incubació d'ous.
- S'obstrueixen les brànquies pels sediments fins en suspensió i, per tant, es produeix l'ofegament de la fauna aquàtica.
- S'originen ruptures de la xarxa alimentària.

Aspectes estètics

Els components negatius de l'impacte estètic de l'obra radiquen principalment i de forma general en (Canter, 2000):

- el canvi del pla inclinat natural de la platja per un paràmetre quasi vertical a vegades, d'altura exagerada;
- la monotonia en els llargs desenvolupaments longitudinals de l'obra;
- la pèrdua de la varietat cromàtica i del relleu natural del front;
- l'absència de navegació;
- la brutícia i l'aridesa del parament exterior, lligada a la seva utilització com a abocador i al seu potencial per retenir escombraries i residus.

L'alimentació artificial de sorra es destaca com una de les tipologies d'obra amb major valoració estètica. Tot i el seu caràcter artificial, la intervenció pot deixar efectes que convé tenir en compte:

- canvi de la tonalitat de les sorres;
- alteració de la granulometria i de la textura dels sediments superficials de la platja;
- modificació del pendent i de la platja submergida;
- augment de la terbolesa de l'aigua.

Se sol recomanar que els àrids que es triïn per alimentar la platja siguin tan semblants com es pugui als autòctons, quant a distribució granulomètrica.

Aspectes socioculturals i econòmics

La coexistència de l'element aigua i l'element terra al litoral dona lloc a la convergència de diversos tipus d'usos d'aquest espai. La simultaneïtat temporal i espacial d'aquests usos sol generar conflictes, a causa del grau de compatibilitat entre uns i altres. Els usos que es donen més freqüentment en les zones de límit entre terra i aigua es poden resumir en:

- turisticoresidencial
- comercial
- espai natural
- ludicorecreatiu
- estrategicomilitar
- historicocultural
- miner
- altres

A continuació es detallen els impactes socials i econòmics més importants originats per la implantació d'un port (Autorità Portuale di Livorno, 2003):

- Augment de l'activitat econòmica, tant per la construcció del port (genera treball a curt termini) com pel seu funcionament (genera treball a llarg termini, atrau la inversió privada i pública)
- Repercussió sobre els plans existents d'ordenació territorial: ús del sòl, vies de comunicació, abastament d'aigua i energia, habitatges, serveis.
- Repercussió de la construcció del port en l'entorn (pedreres, habitatges i vials provisionals, escombraries).
- Variació del valor de les propietats veïnes.
- Variació de la fiscalitat pública.
- Modificació de les conductes socials i dels costums de la zona.

Pel que fa a l'alimentació artificial de sorra, està plenament assumit el fet que l'existència d'una platja com a límit entre la zona terrestre i la zona marítima és una de les formes més adequades per aconseguir la protecció dels terrenys posteriors a aquesta. Però, ara per ara, la regeneració de zones costaneres mitjançant l'alimentació de sorres de forma exclusiva planteja els problemes següents:

- estabilitat del rebliment
- cost de l'actuació.

Per tant, és convenient realitzar un estudi cost-benefici per determinar la viabilitat de l'alimentació artificial de sorra com a solució al problema, i a més, s'hi hauria d'afegir una anàlisi de les possibles millores ecològiques o estètiques.

Finalment, cal dir que les activitats turisticorecreatives es veuen notablement afavorides per la regeneració de platges. L'increment de la superfície possibilita l'afluència d'un major nombre d'usuaris i l'ampliació de l'oferta d'activitats recreatives. Només una granulometria excessivament gruixuda dels sediments aportats pot fer incòmode el trànsit per la platja i pot produir un efecte contrari al desitjat (Junyent, 1997).

2.2.7. Impacte ambiental accidental

Per completar l'anàlisi dels impactes ambientals en ports, convé destacar que una part important d'aquests impactes són accidentals, és a dir, que s'ocasionen de forma no voluntària. A vegades, els ports pateixen accidents d'ordre major, que generen impactes ambientals molt importants, com fuites de productes tòxics, explosions o incendis, que succeeixen de forma fortuïta (IAPH, 1991). Per tal de reflectir aquest fet, en l'annex I s'inclou un article sobre accidents ocorreguts en ports, en el qual es pot veure que el percentatge d'accidents que generen aquests impactes és força important (Darbra *et al.*, 2004a). En aquesta anàlisi, s'han estudiat 1.033 accidents ocorreguts en ports entre principis de segle i octubre de 2003. Les dades s'han obtingut de la base de dades MHIDAS (Major Hazard Incident Data Service) (MHIDAS, 2003).

L'estudi mostra una tendència clara a l'augment de la freqüència dels accidents en ports al llarg del temps. Un 85% dels accidents han tingut lloc després del 1980. Aquest comportament es deu bàsicament a dues raons: per una banda, a un accés més fàcil a la informació sobre accidents recents; i per una altra banda, a l'increment del comerç marítim en els darrers anys. Aquesta tendència també es va detectar en estudis anteriors (Ronza *et al.*, 2003; Darbra i Casal, 2004).

El tipus d'accident més comú són les fuites (70% dels casos), seguides pel foc (30%) i les explosions (24%). El percentatge d'aquests tipus d'accident suma més del 100% perquè un mateix accident en pot incloure de diferents tipus (per exemple: fuga + explosió + foc).

Pel que fa al tipus d'operació que es realitzava quan es va produir l'accident, la més freqüent és la càrrega o la descàrrega dels vaixells (41%). En segon lloc (23%) hi ha els accidents ocorreguts durant les operacions de maniobra realitzades pels vaixells per sortir del port o per entrar-hi. Les operacions d'aproximació al port ocupen el tercer lloc (13%). Cal destacar que aquestes tres operacions són específiques dels ports i representen un 82% del total d'accidents (vegeu la figura 1).

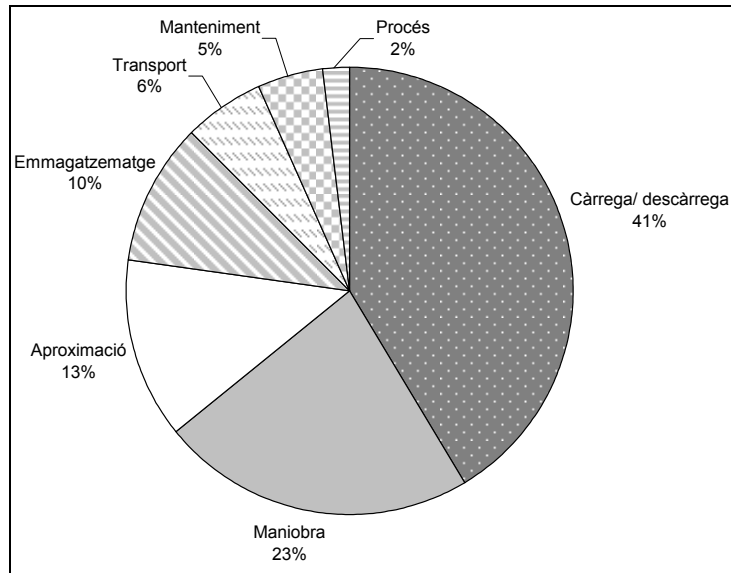


Figura 1. Operació que es duia a terme en el moment de l'accident.

Pel que fa a la causa dels accidents, la més freqüent és l'impacte: pràcticament la meitat dels accidents (48,5%) van ser deguts a col·lisions entre vaixells o entre vaixells i terra. El factor humà és la causa del 22,2% dels accidents.

Les substàncies més involucrades en els accidents són el petroli i els seus derivats (62%), en especial el cru (20%), el fuel (11%) i la gasolina (9%). Els gasos energètics (LPG, LNG, etc.) representen un 5% dels casos, i l'amoni, un 3%. Aquesta distribució de substàncies segueix la d'estudis anteriors (Darbra, Carol i Casal, 2002).

Finalment, les conseqüències sobre la població han estat examinades a partir de corbes p-N (Haastrup i Brockhoff, 1990). Els accidents assenyalats en la figura 2 s'han considerat atípics pel que fa al tractament estadístic, ja que han estat accidents molt greus on es van veure involucrades grans quantitats d'explosius. En aquesta mateixa figura, s'ha representat la recta que millor aproxima els accidents pel total d'aquests i una altra pels accidents succeïts de 1975 a 2003. S'ha vist que els accidents més recents són menys greus (el nombre de morts és inferior).

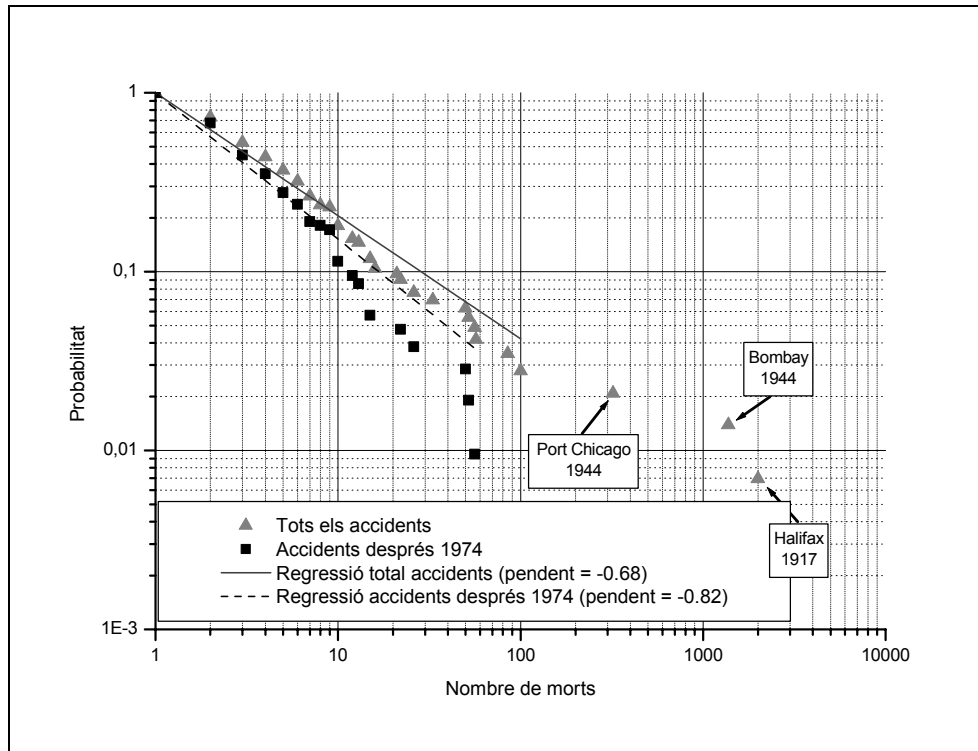


Figura 2. Probabilitat acumulada en funció del nombre de morts.

També s'ha estudiat la gravetat dels accidents en funció del grau de desenvolupament dels països (figura 3), i la conclusió que se n'ha extret és que els accidents tendeixen a ser menys greus a la Unió Europea, a Nord Amèrica, a Austràlia i al Japó que a la resta del món.

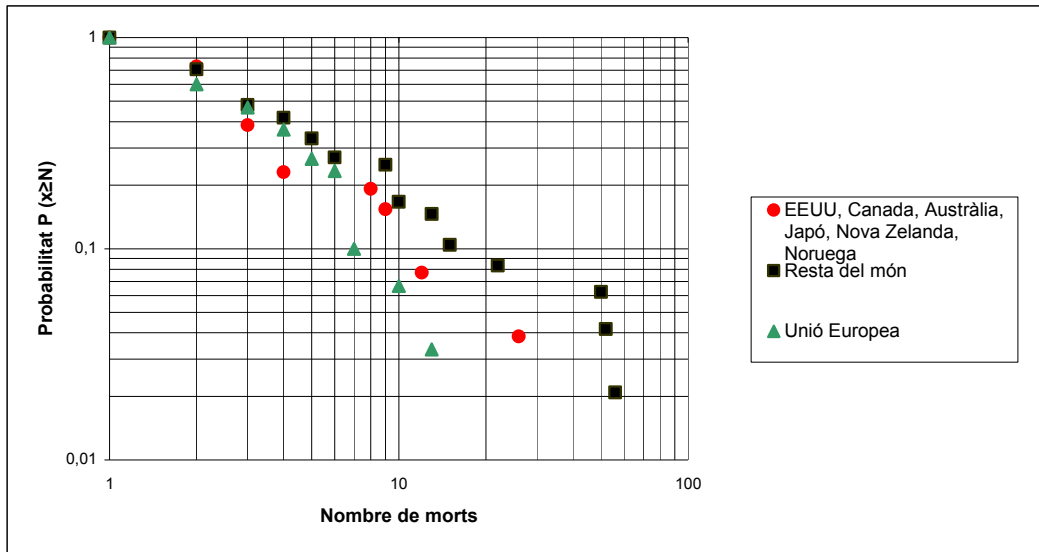


Figura 3. Influència del grau de desenvolupament del país en la gravetat de l'accident.

Després d'haver identificat els impactes ambientals més importants sobre zones costaneres com a conseqüència de l'activitat portuària i l'obra civil, és evident que s'hi haurien d'afegir altres impactes que encara no han estat detectats. En comparació al medi terrestre, el medi costaner disposa d'una informació més dispersa i limitada, de manera que existeixen buits sobre els impactes potencials provocats per les operacions portuàries. Aquesta manca d'informació és deguda, en part, a l'alta complexitat, la dinàmica i l'extensió del medi marí. És per això que es fa extremadament difícil predir amb certesa els efectes dels canvis antròpics sobre l'àmbit costaner.

