Selecció d'Indicadors Ambientals per a Ports Marítims i elaboració de guies per a la seva aplicació pràctica

MEMÒRIA

Autor: Arnau Pla Mateu
Director: Rosa Maria Darbra Roman
Convocatòria: Abril 2016

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona
Resum

Els ports són enclavaments estratègics de gran importància a nivell econòmic. No obstant, degut a les activitats que s'hi practiquen s'hi poden ocasionar impactes ambientals. Una eina que pot ajudar a minimitzar-los és la gestió ambiental. La gestió ambiental és el conjunt d'activitats i estratègies desenvolupades per una organització per tal de protegir el medi ambient i prevenir els impactes ambientals que pot ocasionar com a conseqüència de la seva activitat. Aquest projecte final de carrera pretén identificar els indicadors ambientals més adequats per a monitoritzar la situació ambiental en els ports europeus.

Per a assolir l'objectiu d'aquest projecte, s'ha dut a terme una recerca bibliogràfica en organitzacions europees i internacionals del sector portuari i en institucions acadèmiques i governamentals implicades en la gestió del medi ambient en els ports que ha permès la identificació i recopilació de 646 indicadors ambientals, els quals es presten en aquest treball.

Seguidament, per tal d'escollir els indicadors més adequats per ser aplicats als ports marítimes, s'ha desenvolupat un mètode de filtratge que consta de tres etapes: un primer filtre genèric dels indicadors, un reagrupament d'aquells indicadors resultants del primer filtre que compartien un mateix concepte i, posteriorment, un segon filtre, més tècnic i específic, dels indicadors reagrupats. Aquest procediment ha permès seleccionar els 181 indicadors més adequats per a ser aplicats als ports marítimes. Finalment, s'ha desenvolupat un guia d'aplicació individualitzada per a cada un dels indicadors seleccionats en el mètode de filtratge.

Els 181 indicadors seleccionats en aquest projecte conformaran la base de dades d'una eina desenvolupada a la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) en el marc del projecte europeu PORTOPIA, el TEIP (Tool for the identification and assessment of Environmental Indicators in Ports). La finalitat d'aquesta eina és la selecció sistemàtica, en base a un mètode ben definit, d'indicadors ambientals per a la seva aplicació en els ports marítimes a partir dels aspectes ambientals significatius identificats prèviament.
INDEX

RESUM .................................................................................................................. 1

1. INTRODUCCIÓ ................................................................................................. 6
   1.1. El transport marítim .................................................................................... 6
   1.2. Evolució del sector del transport marítim .................................................. 7
   1.3. Rols i característiques dels ports europeus .................................................. 10
   1.4. Objectiu ...................................................................................................... 14
   1.5. Abast .......................................................................................................... 14

2. SISTEMES DE GESTIÓ AMBIENTAL ............................................................... 16
   2.1. Introducció a la gestió ambiental .............................................................. 16
   2.2. Sistemes de gestió ambiental .................................................................... 17
   2.3. Normalització en la gestió ambiental ......................................................... 21
       2.3.1. Normes ISO 14001 ........................................................................... 22
       2.3.2. EMAS ............................................................................................... 24
   2.4. Certificació dels sistemes de gestió ambiental ............................................. 25
   2.5. La gestió ambiental en el sector portuari .................................................... 25
       2.5.1. Self-Diagnosis Method (SDM) ........................................................... 28
       2.5.2. PERS ............................................................................................... 29

3. INDICADORS AMBIENTALS EN ELS PORTS MARÍTIMS ................................ 31
   3.1. Introducció als Indicadors Ambientals ....................................................... 31
       3.1.1. Avantatges ...................................................................................... 32
       3.1.2. Usuaris potencials .......................................................................... 33
       3.1.3. Tipus d’Indicadors Ambientals .......................................................... 35
   3.2. Identificació d'Indicadors Ambientals ........................................................ 36
   3.3. Classificació dels Indicadors recopilats ....................................................... 45

4. SELECCIÓ DE CRITERIS PER A L’AVALUACIÓ DELS INDICADORS AMBIENTALS ................................................................. 54
   4.1. Fonts consultades i obtenció de criteris generals ...................................... 54
   4.2. Agrupació de criteris .................................................................................. 54
   4.3. Selecció de criteris ..................................................................................... 56
       4.3.1. Criteris genèrics per al Primer Filtre .............................................. 58
       4.3.2. Criteris per al Segon Filtre ................................................................ 59

5. MÈTODES DE FILTRATGE DELS INDICADORS AMBIENTALS .................. 61
   5.1. Primer Filtre ............................................................................................. 61
   5.2. Reagrupament .......................................................................................... 62
   5.3. Segon Filtre .............................................................................................. 64
6. DESENVOLUPAMENT DE LES GUIES D'APLICACIÓ DELS INDICADORS 67

6.1. Estructura de les guies ................................................................. 67
   6.1.1. Model de guia per als indicadors de gestió i operacionals .......... 67
   6.1.2. Model de guia per als indicadors de condició ambiental .......... 69

6.2. Exemples de guies elaborades.......................................................... 71
   6.2.1. Exemples de guies d'indicadors de gestió i d'operació .......... 71
   6.2.2. Exemples de guies d'indicadors de condició ambiental .......... 78

7. SOSTENIBILITAT ........................................................................ 86
   7.1. Impactes ambiental i social............................................................. 86
   7.2. Impacte econòmic: pressupost....................................................... 87

CONCLUSIONS .................................................................................. 88

AGRAÏMENTS .................................................................................. 89

BIBLIOGRAFIA .................................................................................. 90

SUMARI D’ANNEXES

ANNEX A: Inventari d'Indicadors Ambientals recopilats
   A.1. Indicadors de gestió ambiental
   A.2. Indicadors d'Emissions a l'aire
   A.3. Indicadors d'Abocaments a l'aigua i als sediments
   A.4. Indicadors d'Emissions al sòl
   A.5. Indicadors de Consum de recursos
   A.6. Indicadors de Gestió de residus
   A.7. Indicadors de Soroll
   A.8. Indicadors de Desenvolupament portuari
   A.9. Indicadors de Afectació a la biodiversitat

Annex B: Informes Ambientals de les organitzacions consultades
   B.1. Ports Europeus
   B.2. Ports Internacionals
ANNEX C: Criteris per a l'avaluació d'indicadors ambientals
   C.1. Criteris identificats i fonts consultades
   C.2 Grau d'utilització dels criteris agrupats

Annex D: Mètode de filtratge
   D.1. Avaluació del Primer Filtre
   D.2. Indicadors reagrupats
   D.3. Avaluació del Segon Filtre
   D.4. Llista final d'indicadors ambientals seleccionats
   D.5. Indicadors no factibles

Annex E: Mostra de les Guies d'Aplicació elaborades
   E.1. Guies de gestió ambiental
   E.2. Guies d'Emissions a l'aire
   E.3. Guies d'Abocaments a l'aigua i als sediments
   E.4. Guies d'Emissions al sòl
   E.5. Guies de Consum de recursos
   E.6. Guies de Gestió de residus
   E.7. Guies de Soroll
   E.8. Guies de Desenvolupament portuari
   E.9. Guies d'Afectació a la biodiversitat
1. Introducció

1.1. El transport marítim

El transport marítim és el transport tant de persones (passatgers) com de béns (mercaderies) mitjançant vaixells (United Nations, 2015). El comerç internacional i l'intercanvi de béns i productes són essencials per millorar la qualitat de vida de l'ésser humà arreu del món. A més, el sector del transport marítim és la principal via de transport per al comerç internacional. La Conferència de les Nacions Unides sobre Comerç i Desenvolupament (UNCTAD) calcula que el sector del transport marítim transporta aproximadament el 80% de tot el comerç internacional (United Nations, 2015).

En total, s'estima que hi ha uns 50.000 bucs mercants treballant en el transport internacional de qualsevol tipus de mercaderia (matèries primeres, productes bàsics, productes acabats, aliments o fuel). La flota mundial està composada per bucs registrats en més de 150 països diferents i tripulats per més d'un milió de treballadors de pràcticament qualsevol nacionalitat (International Chamber of Shipping, 2015).

El transport marítim està tant estès perquè ofereix avantatges en el transport de béns i mercaderies respecte a altres tipus de transport, com ara, el transport per carretera, el ferroviari, o el transport aeri. Les principals fortaleses del transport marítim són (St Lawrence Seaway, 2011):

i. És un mode de transport econòmic.
ii. Consumeix menys energia que altres formes de transport.
iii. És un mode de transport més eficient ambientalment, ja que produeix menys emissions de gasos de combustió.
iv. És un mode de transport més segur i té menys freqüència d'accidents comparat amb altres modes de transport.

Les mercaderies, majoritàriament, es transporten des del productor fins al consumidor a través de diversos modes de transport, passant per diferents punts nodals. Els ports marítimes tenen un paper crucial en aquesta cadena perquè són el punt d'unió entre el mar i la terra i constitueixen un d'aquests punts nodals. Arreu del món, hi ha més de 2.900 ports comercials actius (Lloyd's Marine Intelligence, 2015), essent els Estats Units el país amb el nombre més elevat de ports, uns 360 (AAPA, 2013a). El port amb un trànsit més elevat de
mercaderies de tot el món és el port de Shanghai, tant en volum de mercaderies manipulades com en trànsit de contenidors (AAPA, 2013b). Tot seguit es presenten més dades sobre el sector marítim.

1.2. Evolució del sector del transport marítim

Aquesta secció presenta dades i gràfics de l'evolució del sector portuari i de la indústria marítima en els darrers anys a nivell global i de la Unió Europea. Aquestes dades donen informació sobre l'estat actual del sector i de les tendències observables d'any a any.

Nivell mundial

Segons la Conferència de les Nacions Unides sobre Comerç i Desenvolupament (UNCTAD) (United Nations, 2015), degut a la crisi financera global de finals del 2008, l'any 2009 es va registrar la pitjor caiguda del transport marítim mundial des de la dècada de 1930, desplomant-se quasi bé un 5% (vegeu la Fig. 1.1). L'any 2009, es va transportar un total de 7.800 milions de tones de mercaderies, per sota de les 8.200 milions de tones del 2008. El 2010, el transport marítim internacional va experimentar una recuperació assolint el 8.400 milions de tones de mercaderies transportades, superant així la crisi originada a finals del 2008. Des del 2010 fins el 2014, el comerç marítim internacional ha incrementat el seu volum un 17,0%.

![Figura 1.1: Comerç marítim internacional. Font: United Nations, 2015](image)

Entre el 2013 i el 2014, els increments més significatius es van produir en el transport dels cinc principals productes a granel (mineral de ferro, gra, carbó, fosfats i bauxita), amb una
pujada del 6,5%, i en el transport de contenidors (5,6%). Precisament, els cinc principals productes a granel van ser, l'any 2014, el principal tipus de càrrega transportada (31,6%), seguit del transport de cru de petroli i dels seus derivats (28,7%), que encadena dos anys de reducció del seu volum (United Nations, 2015).

Nivell europeu
Segons l'oficina d'estadística de la Unió Europea (Eurostat, 2015), l'any 2013, en els ports dels 23 estats membres marítimes de la UE es van manipular un total de 3.700 milions de tones (Figura 1.2). Representa una petita caiguda en comparació amb el 2012, però en general els volums anuals de càrrega manipulada es mantenen estables des del 2011. Tot i així, aquests volums segueixen a nivells més baixos dels transportats abans de la greu crisi del 2009.

Els tres ports més grans de la UE en quant a pes brut de mercaderies i volum de contenidors transportats són: Rotterdam (Països Baixos), Anvers (Bèlgica) i Hamburg (Alemanya), tots tres situats a la costa del Mar del Nord. Per Estats Membres, els Països Baixos són el país amb més transport marítim de mercaderies amb 548 milions de tones transportades el 2013, que representa un 14,8% del total de la UE. Els segueixen els ports britànics, amb un 13,5% i els ports italians, amb un 12,3% del total transportat a la unió (Eurostat, 2015).
Per tipus de mercaderies, la càrrega líquida a granel (que inclou els productes derivats del petroli) representa, l'any 2013, el 38% de la càrrega total transportada, seguit per la càrrega seca a granel i els trànsit de contenidors. Els ports holandesos lideren el comerç de productes líquids a granel a Europa (262 milions de tones), seguits dels ports britànics (197 milions de tones) i dels italians (193 milions de tones). Alemanya i Espanya lideren el comerç de contenidors amb 130 milions de tones i 126 milions de tones, respectivament (Eurostat, 2015).

El nombre estimat de passatgers que van passar pels ports europeus l'any 2013 és de 400 milions de persones (nombre que inclou desplaçaments interiors i exteriors), que suposa un increment del 0,5% respecte el 2012 (vegeu Fig. 1.3). Aquesta dada sembla que posa fi a la caiguda continuada registrada des de l'any 2007 del nombre de passatgers embarcats i desembarcats en el ports europeus.

Aquesta caiguda continuada pot ser deguda al ràpid creixement de les companyies aèries de baix cost i la construcció de noves interconnexions terrestres (ponts o túnels) que resulten en una reducció de les línies de ferri.

El tres països que lideren el transport de viatgers a Europa són Itàlia (18,3%), Grècia (18,2%) i Dinamarca (10,2%). El Port de Dover (Regne Unit), tot i la competència de l'Eurotúnel, manté el lideratge en nombre de passatgers que han embarcat i desembarcat en

![Figura 1.3: Nombre de passatgers embarcats i desembarcats en els ports de la UE. Font: Eurostat, 2015](image)
les seves instal·lacions, un total de 12,7 milions (UK Government Department of Transport, 2014).

L'oficina d'estadística de la Unió Europea (Eurostat, 2015) també especifica que el nombre de vaixells que van fer escala l'any 2013 va decreixir un 3,7% respecte els nivells de l'any anterior. Itàlia és el país que va registrar el nombre més gran d'escales, seguit de Grècia i Dinamarca.

1.3. Rols i característiques dels ports europeus

A Europa, hi ha més de 1.200 ports al llarg dels 70.000 km de costa del continent, els quals donen feina (sumant llocs de treball directes i indirectes) a uns 3 milions de persones (European Commission, 2013). Més concretament, el mar Mediterrani és una de les àrees del món amb més activitat marítima. Hi ha 480 ports i terminals amb activitat de càrrega i descàrrega d'embarcacions, dels quals la meitat està situada entre Grècia i Itàlia (Lloyd's Marine Intelligence Unit, 2007).

Els ports europeus són molt més que simples terminals per al transbord de mercaderies. Segons l'Organització Europea dels Ports Marítims (ESPO, per les seves sigles en anglès) els ports europeus desenvolupen els següents rols (ESPO, 2015):

Porta d'accés a la resta del món: un 75% de tot el comerç de la Unió Europea amb la resta del món, i més d'un terç del comerç interior, passa a través dels ports marítimes de la Unió.

Punts nodals essencials en la cadena de transport: els ports no només acullen els bucs que arriben a les seves instal·lacions. Els ports europeus són centres clau en el transport intermodal ja que enllacen el transport marítim amb tots els altres modes de transport. Per tant, els ports són una peça important per al funcionament eficient de les cadenes de subministrament intermodals.

Nuclis per a l'activitat industrial a Europa: molts ports marítimes europeus inclouen dins dels seus recintes grans complexos industrials on tenen lloc activitats relacionades amb les operacions portuàries. Les companyies situades al recinte portuari poden estalviar en costos de transport i en temps.
Refugis que proporcionen protecció i seguretat: actualment, a més de continuar proporcionant refugi, paper que han desenvolupat tradicionalment, els ports també tenen un rol important en la seguretat marítima i en la prevenció de la contaminació gràcies a sofisticats sistemes de monitorització del trànsit marítim, i a l'assistència tècnica i nàutica que proporcionen als bucs. També faciliten la recollida i gestió dels residus, evitant que aquests acabin essent llençats al mar. Addicionalment, els ports inverteixen significativament en mesures antiterroristes i per a la prevenció d'altres activitats il·lícites.

Enllaç entre les illes i les zones perifèriques amb la resta del continent: els ports contribueixen a la cohesió territorial. Per a les illes i els territoris aïllats, els ports són fonamentals per al desenvolupament de la regió i per apropar aquests territoris a la resta de continent Europeu i als mercats.

Transport de passatgers: els ports tenen un paper molt important en el transport de passatgers. Es calcula que 398 milions de persones van passar pels ports europeus l'any 2012 (ESPO, 2015). D'aquests, el 3,6% eren passatgers de creuers. El sector dels creuers és un sector a l'alçà a Europa.

Punts nodals per a l'energia: els ports han desenvolupat, tradicionalment, un paper important en la importació, l'exportació, l'emmagatzematge i la distribució d'energia. A més de proporcionar assistència al sector de l'extracció de petroli i gas a alta mar, els ports estan estretament relacionats amb la construcció i manteniment de parcs de generació d'energia renovable, tant a terra ferma com a alta mar. Addicionalment, desenvolupen un paper clau en la implementació d'energies alternatives emergents com el Gas Natural Liquat (GNL) o la biomassa.

A més de desenvolupar una gran diversitat de funcions diferents, els ports europeus també són molt diversos i diferents entre si. Existeix una expressió col·loquial que diu: "Quan has vist un port, només has vist un port". Segurament, és una exageració però, és molt útil per reflectir la gran diversitat de ports existent a Europa.

En els següents paràgrafs es descriuen un conjunt de característiques que defineixen i diferencien els ports (ESPO, 2015):
Localització geogràfica: els ports es poden situar en línies de costa protegides (de forma natural o artificialment mitjançant obres d'enginyeria), en cales d'aigües profundes, en estuaris amb influència de les marees o en rius i canals artificials. La localització geogràfica té una influència determinant en termes de infraestructures necessàries i en termes de consideracions mediambientals i de seguretat, com ara: activitats de dragatge, espigons, dics i pilotatge dels bucs en les aigües portuàries. Per altra banda, els ports poden situar-se en zones urbanes o en zones aïllades.

Competitivitat i pes en el mercat: els ports operen en situació de competència. Existeix competència entre ports de la mateixa regió o ports amb àrees d'influència solapades. La competència també pot existir d'un mateix port i a l'hora aquests també tenen la competència d'altres modes de transport.

Finançament de les operacions i les inversions portuàries: existeixen diferents graus de participació del sector públic i del sector privat en el finançament dels ports.

Serveis: no tots els ports ofereixen els mateixos serveis públics (subministrament d'aigua potable, seguretat, protecció contra temporals, manteniment i construcció d'obra civil, etc.). Això depèn, generalment, de l'herència històrica de cada Estat Membre, i varia d'un a l'altre. Fins i tot pot variar significativament de port a port d'un mateix Estat Membre.

Dimensió: dins de la Unió Europea hi ha des de ports que reben unes poques embarcacions a la setmana fins a ports amb més de 500 escales d'embarcacions transoceàniques per setmana.

Un cop vistos els rols i les característiques que defineixen i diferencien els ports europeus, només queda per veure com es gestionen i governen. La gestió dels ports la desenvolupa, en la majoria dels casos, l'autoritat portuària, un òrgan organitzatiu que assumeix tant les responsabilitats econòmica i comercial, com la responsabilitat pública. Aquesta naturalesa híbrida és ideal per afrontar els diversos reptes que tant les forces de mercat com la societat
imposen als ports marítims. La majoria d'autoritats portuàries són de propietat pública i, en el 40% dels casos, les autoritats portuàries europees gestionen més d'un port (ESPO, 2015).

Tradicionalment aquests òrgans de govern han desenvolupat tres funcions: tinença del sòl, d'òrgan regulador i d'operador portuari. Existeix una quarta funció, la de gestor de la comunitat portuària, que està guanyant força en els darrers anys. Com a propietari del sòl, la majoria de les autoritats portuàries procuren per les infraestructures portuàries. Com a agents reguladors, les autoritats portuàries asseguren el compliment de les lleis i les regulacions establertes per agències regionals o nacionals i per altres òrgans legislatius. Quan actuen com a operadors portuaris, poden oferir serveis d'interès econòmic general i serveis comercials especialitzats, com ara serveis de pilotatge i de remolc. A través de la funció com a administrador de la comunitat portuària, l'autoritat pot realitzar accions com ara proporcionar formació (ESPO, 2015).

Les dues principals fonts de finançament de les autoritats portuàries a Europa són les tarifes generals aplicades als bucs que fan escala a les instal·lacions portuàries i els contractes d'arrendament del sòl signats amb els operadors portuaris i altres usuaris del sòl portuari (ESPO, 2015). Tant els bucs que entren als ports com els operadors portuaris ubicats en el port desenvolupen una sèrie d'activitats que poden generar impactes ambientals. És per això que en aquests espais portuàris s'ha de garantir, no solament el rendiment econòmic, sinó la seva protecció ambiental. Una eina per a fer-ho és la gestió ambiental. Aquesta eina permet controlar els impactes generats i reduir-los. Per mesurar l'impacte, en general s'utilitzen indicadors ambientals; és molt important que els ports utilitzin els adequats per tal de poder monitoritzar al màxim els possibles riscs pel medi ambient i mitigar-los.
1.4. Objectiu

El principal objectiu d'aquest projecte és la identificació d'indicadors ambientals i la seva posterior selecció per tal de recomanar als ports europeus aquells que siguin més adequats per a monitoritzar la seva situació ambiental.

Per tal d'assolir aquest objectiu, s'han definit i realitzar el següent conjunt de tasques:

1. Recerca bibliogràfica d'indicadors ambientals emprats o recomanats per diverses organitzacions, posant especial èmfasi en el sector portuari.
2. Classificació dels indicadors ambientals recopilats en diferents categories.
3. Recerca dels criteris emprats per a avaluar indicadors ambientals i establiment d'un conjunt de criteris propis per analitzar els indicadors recopilats.
4. Disseny d'un mètode de filtratge dels indicadors ambientals en base al conjunt de criteris anteriorment seleccionats.
5. Obtenció de la llista d'indicadors ambientals més adequats per a ser utilitzats pels ports europeus.
6. Redacció de guies d'ús específiques per a cada indicador seleccionat.

1.5. Abast

Aquest treball s'emmarca dins del projecte europeu PORTOPIA (2013-2017). Aquest projecte compta amb el suport d'un consorci internacional format per institucions acadèmiques, d'investigació i industrials amb una àmplia experiència en el sector portuari. El resultat final de PORTOPIA serà un Observatori dels Ports Europeus, sostenible i capaç d'autogestionar-se, recolzat per les parts interessades del sector portuari. La funció d'aquest òrgan serà dotar de valor afegit a la indústria del sector mitjançant el proveïment d'indicadors ben definits, robustos i útils. Per altra banda, amb l'anàlisi dels indicadors obtinguts es podrà a la millora de la eficiència i la sostenibilitat del Sistema de Ports Europeu (PORTOPIA, 2016).

La Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) forma part d'aquest consorci i està desenvolupant una eina, TEIP, (Tool for the identification and assessment of Environmental Indicators in Ports) que formarà part de la branca dedicada al medi ambient del projecte PORTOPIA. L'objectiu de d'aquesta eina serà proveir als ports d'un mètode sistemàtic per tal d'escollir els indicadors ambientals més adequats per tal de monitoritzar la seva actuació...
ambiental. El conjunt d'indicadors dels quals es nodrirà aquesta eina estarà format per la recopilació d'indicadors duta a terme en aquest treball.
2. Sistemes de Gestió Ambiental

2.1. Introducció a la gestió ambiental

Es pot definir la gestió ambiental com el conjunt d'activitats i estratègies desenvolupades per tal de protegir el medi ambient i prevenir els impactes ambientals. Els principals objectius de la gestió ambiental són (Montañola, 2015):

- Establir procediments per protegir i conservar el medi ambient.
- Saber com gestionar de manera racional els recursos que ens ofereix el Planeta (posant especial atenció en aquells que són limitats).
- Establir un equilibri entre el creixement de la població i el desenvolupament econòmic.

Addicionalment, la gestió ambiental ha de ser un procés permanent que faci possible els següents aspectes:

- Dissenyar i executar polítiques ambientals
- Planificar i programar accions que permetin aconseguir els objectius que se’n derivin
- Establir o reglamentar normes que es relacionin amb les activitats de l’organització
- Fomentar la realització d’estudis o investigacions sobre la situació del medi ambient
- Gestionar els recursos naturals i les alternatives de millora ambiental de forma sostenible
- Determinar les accions de conservació, recuperació, aprofitament racional i vigilància.

Per tot això, és necessari un compromís per part de les organitzacions per incorporar la variable mediambiental.
2.2. Sistemes de gestió ambiental

Un sistema de gestió ambiental es pot definir com un sistema que permet a una organització controlar les activitats, productes i serveis que l'organització gestiona o pot gestionar per tal d'evitar que se'n derivin impactes ambientals negatius. Aquesta aproximació es basa en la relació "causa-efecte", on les activitats, productes i serveis de la companyia són els elements que generen les causes o aspectes, i els seus efectes resultants o potencials en el medi, són els impactes (Vallejo et al., 2000). Tal com es mostra a la Figura 2.1, el control dels aspectes permet minimitzar l'efecte dels impactes i conseqüentment millorar el medi ambient.

Un sistema de gestió ambiental és el marc o mètode de treball, de caràcter voluntari que segueix una organització amb l'objectiu d'aconseguir i mantenir una determinat comportament vers el medi ambient en el marc d’un desenvolupament sostenible. Es tracta d’un sistema que mitjançant l’estudi continu del passat, present i futur de la situació de l’organització respecte el medi ambient, permet detectar les seves debilitats, amenaços, fortaleses i oportunitats per tal d’establir possibles millores (Montañola, 2015).

Un dels principis fonamentals dels sistemes de gestió ambientals (i de tots els sistemes de gestió, en general) és el principi de la millora contínua. El cicle de Deming, o cicle PDCA (de l'anglès: Plan-Do-Check-Act), és una de les metodologies més utilitzades per tal d’implementar un sistema de millora contínua. Aquesta metodologia cíclica (Figura 2.2) descriu els quatre passos essencials que s’han de dur a terme de forma sistemàtica per tal d’aconseguir la millora contínua d’un sistema de gestió.
El principals objectius de la implantació d’un sistema de gestió ambiental són fonamentalment els següents:

- Facilitar el compliment de la normativa ambiental.
- Identificar, controlar, i prevenir els impactes ambientals de les activitats, processos, productes i serveis de l’empresa.
- Millorar la relació amb les parts afectades sota un sistema estructurat.

Per tal d’aconseguir implantar la metodologia PDCA i poder assolir aquests objectius, els sistemes de gestió ambiental generalment s’estructuren de la següent manera:

**Tabla 2.1: Elements d’un SGMA**

<table>
<thead>
<tr>
<th>Seccions SGMA</th>
<th>Revisió ambiental inicial</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td></td>
<td>Política Ambiental</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Planificació Ambiental</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Implementació</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Verificació i accions correctives</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Avaluació de la gestió ambiental</td>
</tr>
</tbody>
</table>

La Figura 2.3 permet veure de manera gráfica les diferents seccions d’un sistema de gestió ambiental integrades en la metodologia PDCA.
Tot seguit es defineixen cadascuna de les seccions:

**Revisió ambiental inicial**: és un document que reflexa la situació inicial d'una organització en relació amb el medi ambient. És un primer pas fonamental en l'establiment d'un sistema de gestió ambiental que permet determinar de forma preliminar quins aspectes de l'organització s'han de millorar.

**La política ambiental**: és una declaració d'intencions i de principis amb la qual una organització es compromet a prevenir i mitigar els efectes perjudicials que l'activitat de l'organització pot tenir sobre el medi ambient. Representa una demostració tangible del compromís de l'organització vers la protecció del medi ambient. Ha d'estar signada per el màxim representant de l'organització.

**La planificació**: consisteix en establir un pla que integri tota la informació i els requisits que són necessaris per a la correcta implementació dels sistema de gestió ambiental, d'acord amb la política ambiental de l'organització, identificant les repercussions sobre el medi ambient i estudiant la seva adequació amb ella (Granero, 2011). Alguns dels elements importants dins de la planificació són els aspectes ambientals, els requeriments legals i els objectius i les metes.
Un aspecte ambiental és un element fruit de l'activitat d'una organització que interactua amb el medi ambient, com per exemple la generació de residus o l'emissió de gasos. Les organitzacions han d'establir un procediment per a identificar els seus aspectes i determinar quins poden tenir un impacte significant en el medi ambient (ISO, 2004).

Els requeriments legals són aquells elements de la legislació (disposicions legals i regulacions rellevants) que l'organització a d'identificar i assegurar-ne el compliment.

Per últim, l'organització ha de d'establir objectius respecte el medi ambient en acord amb la política ambiental i els seus aspectes ambientals. Un objectiu determina la línia general del que es vol aconseguir i les metes estableixen fites més detallades per tal d'assolir l'objectiu.

La implementació: consisteix en transmetre a l'organització les actuacions que s'han de realitzar per executar el sistema de gestió ambiental. Alguns dels elements importants de la implementació són la identificació dels recursos disponibles, les funcions, la responsabilitat i l'autoritat; l'establiment de competències, de programes de formació i de conscienciació; i la comunicació.

Per una banda, s'han de definir les funcions, les responsabilitats i les autoritats en relació al sistema de gestió ambiental en el sí de l'organització per tal de tenir clar qui és responsable de què. També s'han d'identificar i assegurar els recursos disponibles per a la implementació del sistema de gestió ambiental.

Per altra banda, l'organització ha d'assegurar que els seus treballadors estan formats i són capaços de dur a terme les responsabilitats ambientals que tenen assignades. Addicionalment, la conscienciació ambiental és molt important per tal de millorar l'efectivitat del sistema de gestió.

Per acabar, s'han d'establir un conjunt de procediments per tal d'assegurar que la comunicació interna i externa es duu a terme de forma correcta.

La verificació: consisteix en el seguiment dels processos del sistema de gestió per comprovar el grau d'implementació i la seva eficàcia, per a una vegada complerts els objectius fixats, establir-ne altres de nous (Granero, 2011). Quatre elements importants de la
Selecció d'Indicadors Ambientals a Ports Marítimes i Guies per a la seva Aplicació Pràctica

implementació són la monitorització, el control de les no conformitats, l'establiment de mesures preventives i correctives i les auditories internes.

Les organitzacions han d'establir i mantenir procediments per tal de monitoritzar, de forma regular, els aspectes de l'organització que poden tenir un impacte advers significatiu sobre el medi ambient. En aquest sentit la implementació i utilització dels indicadors ambientals és de gran ajuda per tal de dur a terme aquesta tasca. Els indicadors ambientals són elements utilitzats per a expressar els resultats de la monitorització de forma concisa i efectiva.

Les no conformitats són els incompliments en relació als requeriments del sistema de gestió que tenen lloc durant la implantació d'aquest. L'organització ha d'establir i mantenir un procediment per tal de gestionar aquests incompliments i emprendre accions preventives i correctives per tal de solucionar-los.

Finalment, les auditories internes avaluen si el sistema de gestió ambiental es duu a terme segons el previst i que compleix amb els requeriments legals i amb els objectius del propi sistema. L'organització ha d'assegurar que les auditories internes es duen a terme segons la planificació estipulada.

Revisió de la gestió ambiental: la màxima responsabilitat de l'organització ha de revisar el sistema de gestió ambiental per tal d'assegurar la continuïtat i efectivitat d'aquest. Les revisions han de permetre avaluar les oportunitats de millora i la necessitat d'introduir canvis en el sistema de gestió ambiental, incloent nous objectius i metes (ISO, 2004).

Els sistemes de gestió poden seguir normes establertes o no. En funció d'això, aquesta estructura pot variar lleugerament, tal i com es veurà en el següent apartat. Tot seguit es comentarà com s'obtenen aquestes normes.

2.3. Normalització en la gestió ambiental

Les normes són documents establerts i aprovats per un organisme la funció dels qual és definir regles, criteris o característiques per les activitats, i les seves conseqüències, procurant l'obtenció d'un nivell òptim d'ordenament en un context determinat. A diferència de les disposicions legislatives, que són d'obligat compliment, les normes són de caràcter voluntari i són les organitzacions les que decideixen si s'hi avenen o no (Montañola, 2015).
El procés d’elaboració de les normes el duen a terme els anomenats organismes de normalització. A nivell europeu, el Comitè Europeu de Normalització (CEN) és l’associació que engloba els organismes de normalització nacionals de 33 països europeus, entre ells l’Associació Espanyola de Normalització i Certificació (AENOR) que és l’organisme encarregat de la normalització a l’Estat espanyol. El CEN, i dues organitzacions més (CENELEC i ETSI), estan reconegudes oficialment per la UE com les Organitzacions de Normalització Europees, encarregades de desenvolupar i definir normes voluntàries a nivell europeu (CEN, 2016). A nivell mundial existeix la International Organization for Standardization (ISO). ISO és una organització privada, no governamental, que crea normes a nivell internacional en pràcticament tots els àmbits de la indústria, focalitzant els seus esforços en assegurar la qualitat, la seguretat i l’eficiència de productes, serveis i processos (ISO, 2016a).

La normalització té com a objectiu homogeneïtzar i articular diferents aspectes de la producció de béns i serveis, a fi de poder incorporar criteris de qualitat, de seguretat i de protecció ambiental.

Actualment existeixen normes que operen de forma simultània en diferents àmbits:

- Normes d’àmbit nacional, a l’Estat espanyol denominades normes UNE.
- Normes d’àmbit de la Unió Europea, denominades normes EN.
- Normes d’àmbit Internacional, denominades normes ISO.

Tot seguit s’expliquen breument les principals normes o estàndards internacionals per a sistemes de gestió ambientals, ISO 14001 i Eco-Management Audit Scheme (EMAS):

2.3.1. Normes ISO 14001


ambiental. Requisitos con orientación para su uso" (AENOR, 2016). La recent revisió de la norma s’ha dissenyat per tal de respondre a les últimes tendències i assegurar que és compatible amb altres sistemes de gestió normalitzats (ISO, 2016b).

La norma ISO 14001 és una norma de caràcter voluntari, aplicable a qualsevol organització, independentment de la seva mida o activitat, que desitgi implantar un sistema de gestió ambiental que pugui ser certificat. No es tracta d’un text legal i no estableix per sí mateixa criteris mediambientals d’actuació específics, encara que l’organització haurà de respectar dos exigències bàsiques:

- El compromís del compliment de la legislació vigent aplicable en matèria de medi ambient.
- El compromís de millora contínua.

Els objectius bàsics de la norma ISO 14001 són (ISO, 2004):

- Implantar, mantenir al dia i fer prosperar un SGMA
- Garantir la conformitat del SGMA amb la política mediambiental
- Demostrar la conformitat del SGMA a tercers
- Certificar i registrar el SGMA a través d’una organització externa

El model de sistema de gestió ambiental que proposa la norma ISO 14001 es basa en la metodologia PDCA sota el principi de millora contínua i s’estriba en cinc grans grups:

- Política ambiental
- Planificació
- Implementació i operació
- Verificació
- Revisió per la Direcció

Comparant l’estructura de la norma ISO 14001 amb l’estructura bàsica vista anteriorment, s’observa que la norma ISO no té com a requisit explícit la realització d’una revisió ambiental inicial.
2.3.2. EMAS

L’any 1993 la Comunitat Europea va adoptar la norma EMAS (Eco-Management and Audit Scheme), per a regular la participació de les companyies del sector industrial en un esquema comunitari de eco-gestió i auditoria (EC, 1993). La norma ha estat revisada dues vegades des de la seva publicació, l’última versió (EMAS III) és de l’any 2010. La Figura 2.4 mostra les tres versions de la norma.

<table>
<thead>
<tr>
<th>Data</th>
<th>Descripció</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td><strong>EMAS I</strong></td>
<td>29 June 1993 1995</td>
</tr>
<tr>
<td>EMAS adopted by the European Council</td>
<td>EMAS opens for participation by industrial companies</td>
</tr>
<tr>
<td><strong>EMAS II</strong></td>
<td>19 March 2001 27 April 2001</td>
</tr>
<tr>
<td><strong>EMAS III</strong></td>
<td>25 Nov 2009 11 Jan 2010</td>
</tr>
</tbody>
</table>

*Figura 2.4. Desenvolupament i evolució de la norma EMAS. Font: EC, 2016*

Igual que la ISO 14001, l’aplicació d’aquesta norma és voluntària i aplicable a qualsevol organització. Tot i que la essència i estructura bàsica de la norma EMAS és molt similar a la de la ISO, l’EMAS està considerada com a més estricta, ja que apart dels documents necessaris per a l’obtenció de la ISO, també és necessari preparar una Revisió Ambiental Inicial a la implantació de la norma i una Declaració Ambiental en llenguatge no tècnic, la qual s’ha de posar en disposició del públic en general. Una Declaració Ambiental és un document públic redactat per l’organització un cop el SGMA ja s’ha implementat el qual ha de descriure les activitats que s’han dut a terme per millorar el medi ambient i plasmar les línies generals de les futures millores i el rendiment de la gestió ambiental que l’organització a assolit. Aquest document, ha de ser certificat per un organisme de certificació. Presentant aquest document, juntament amb la revisió ambiental inicial i tots els documents de la ISO 14001, es pot aconseguir l’EMAS un cop l’organisme competent el registra (Administració pública).
2.4. Certificació dels sistemes de gestió ambiental

La certificació és l'acció que duu a terme una entitat independent (reconeguda com a tal per les diferents parts), amb la qual es manifesta la conformitat d'una organització, producte o servei amb les requisits establerts en un sistema de normalització. Les entitats que duen a terme aquesta funció es coneixen com a entitats de certificació. La certificació del sistema de gestió ambiental és un dels mecanismes que té una organització per tal de demostrar la qualitat i la seguretat dels seus productes i serveis, i el coneixement i el control que té de les seves repercussions sobre el medi ambient (Montañola, 2015).

L'acreditació és el procediment establert a nivell internacional per tal de generar confiança sobre l'actuació de les entitats de certificació. Per tal d'assolir aquesta confiança i credibilitat es necessita establir un mecanisme independent i rigorós que garanteixi la competència tècnica d'aquestes entitats. Aquesta funció la desenvolupen els organismes d'acreditació (ENAC, 2016). L'Entitat Nacional d'Acreditació (ENAC) és l'organisme encarregat d'acreditar les entitats de certificació a l'Estat espanyol i garantir que aquestes són competents i que operen d'acord amb els estàndards internacionals. Per exemple, en el cas d'AENOR, entitat normalitzadora i de certificació, necessita l'acreditació de l'ENAC per a poder certificar empreses amb les normes ISO 14001 o EMAS.

2.5. La gestió ambiental en el sector portuari

Des del punt de vista ambiental, els ports marítimes són sistemes molt complexos. De fet, la mateixa existència d'un port, així com també qualsevol expansió de les seves instal·lacions, implica un impacte ambiental com a conseqüència de la pèrdua d'habitat natural, sovint, en zones molt sensibles (estuaris, desembocadures de rius, zones costeres protegides, etc.). Els ports són un tipus d' instal·lacions, que per la seva naturalesa, engloben un gran nombre d'activitats molt diverses entre sí. És per això que en els ports es troben pràcticament tots els elements que s'associen amb possibles impactes ambientals: aigües residuals, emissió de gasos i partícules a l'atmosfera, soroll, contaminació del sòl, dragatge, producció i manipulació de residus, fuites accidentals de productes contaminants a l'aigua, l'aire, etc.

Així doncs, els ports, tant a causa de la seva activitat habitual com degut a causes accidentals, poden ocasionar impactes ambientals a l'aigua, l'aire i el sòl. El continu moviment d'embarcacions en una àrea reduïda i confinada augmenta el risc d'accident i el conseqüent risc a fuites de materials perillosos. A les àrees terrestres del port es dóna una
situació semblant, ja que també a terra és habitual trobar un intens trànsit, en aquest cas de camions i trens de mercaderies.

De forma addicional, s’han de tenir en compte dos aspectes inherents a pràcticament tots els ports i que no es troben en altres sectors. Per una banda, s’ha de tenir en compte que en l’àrea portuària, o a prop del port, és habitual trobar-hi instal·lacions d’altres tipus d’indústria que es beneficien de la ubicació privilegiada d'aquest (indústria pesquera, indústria química, emmagatzematge de productes perillosos, etc.) i que a la seva vegada causen, o poden causar, impactes ambientals majors. Per altra banda, els ports acostumen a situar-se molt a prop o dins d’àrees densament poblades i per tant, els impactes i riscos ambientals esmentats poden afectar de forma molt directa a un gran nombre de població.

A partir dels diferents Qüestionaris Ambientals que ha dut a terme l'ESPO a nivell dels ports europeus, l'organització ha pogut obtenir una visió general dels problemes mediambientals més importants en els ports. La Taula 2.2 mostra l'evolució de les deu principals prioritats ambientals dels ports europeus des del primer estudi realitzat, l'any 1996 fins al darrer, de l'any 2013. Els problemes que apareixen any rere any s'han remarcat amb el mateix color per tal de fer més fàcil la seva identificació.

**Taula 2.2. Evolució de les 10 prioritats ambientals del sector portuari europeu.**
*FONT: Puig et al, 2015a)*

<table>
<thead>
<tr>
<th></th>
<th></th>
<th></th>
<th></th>
<th></th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>Port Development (water)</td>
<td>Garbage / Port waste</td>
<td>Noise</td>
<td>Air quality</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>Water quality</td>
<td>Dredging: operations</td>
<td>Air quality</td>
<td>Garbage / Port waste</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>Dredging disposal</td>
<td>Dredging disposal</td>
<td>Garbage / Port waste</td>
<td>Energy Consumption</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>Dredging: operations</td>
<td>Dust</td>
<td>Dredging: operations</td>
<td>Noise</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>Dust</td>
<td>Noise</td>
<td>Dredging: disposal</td>
<td>Ship waste</td>
</tr>
<tr>
<td>6</td>
<td>Port Development (land)</td>
<td>Air quality</td>
<td>Relationship with local community</td>
<td>Relationship with local community</td>
</tr>
</tbody>
</table>
Selecció d'Indicadors Ambientals a Ports Marítims i Guies per a la seva Aplicació Pràctica

<table>
<thead>
<tr>
<th>7</th>
<th>Contaminated land</th>
<th>Hazardous cargo</th>
<th>Energy consumption</th>
<th>Dredging: operations</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>8</td>
<td>Habitat loss / degradation</td>
<td>Bunkering</td>
<td>Dust</td>
<td>Dust</td>
</tr>
<tr>
<td>9</td>
<td>Traffic volume</td>
<td>Port Development (land)</td>
<td>Port Development (water)</td>
<td>Port development (land)</td>
</tr>
<tr>
<td>10</td>
<td>Industrial effluent</td>
<td>Ship discharge (bilge)</td>
<td>Port Development (land)</td>
<td>Water quality</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Com es pot observar a la Taula 2.2, la qualitat de l'aire és la principal prioritat del sector portuari europeu l'any 2013. Aquest fet mostra la importància d'aquest aspecte degut a la relació directa que té amb la salut de les persones que treballen o que viuen a zones properes als ports. La gestió dels residus, prioritat principal l'any 2004, contínua, pràcticament 10 anys després, essent una prioritat significativa dins del sector. Per altra banda, entra per primer vegada en el rànquing, la gestió dels residus provenents de les embarcacions. El consum d'energia, aspecte que s'associa amb el cost de l'electricitat i dels combustibles fòssils, va entrar en el rànquing per primera vegada l'any 2009, coincidint amb l'inici de la recessió econòmica. Aquest aspecte va guanyar encara més importància l'any 2013, amb un recessió econòmica encara present i amb una economia europea que no acabava de remuntar. Una altra raó per a considerar el consum d'energia com una de les principals prioritats ambientals és la creixent consciència en la societat dels impactes adversos que generen els gasos de combustió (com ara el diòxid de carboni o els òxids de nitrogen i de sofre). Un altre dels aspectes que crea preocupació en el sector és el soroll no desitjat que es genera a l'àrea portuària a causa, principalment, de la maquinària del port i del trànsit d'embarcacions. El soroll pot crear molèsties a les persones que viuen i treballen a prop del port i alteracions en el comportament de la fauna local. Per últim, destacar que alguns aspectes ambientals (les operacions de dragatge, l'emissió de partícules de pols i el desenvolupament portuari) s'han mantingut de forma constant des del 1996 dins de la llista dels 10 aspectes ambientals més significatius pel sector portuari europeu.

Totes aquestes circumstàncies deixen entreveure que la gestió ambiental és essencial avui en dia per als port marítimes i que resultarà encara més important en un futur pròxim. Tot i així, és un camp en el que a dia d'avui s'han desenvolupat poques iniciatives (en comparació amb sectors similars com ara el sector químic) i encara hi ha alguns ports que no utilitzen cap metodologia específica per analitzar i avaluar la seva situació ambiental.
Això no vol dir, però, que no es facin esforços des de dins del sector per incentivar la homogeneïtzació i la millora contínua de la gestió ambiental dels ports europeus. Per exemple, a partir de la creació d’eines dissenyades pensant específicament per a ser aplicades pels ports es vol ajudar a aquests en el camí cap a la implementació d’un sistema de gestió ambiental complert. Dos exemples d’eines desenvolupades en el marc del sector són el Self-Diagnosis Method (SDM) i el Port Environmental Review System (PERS), els quals es descriuen a continuació.

2.5.1. Self-Diagnosis Method (SDM)

El Self-Diagnosis Method és una eina estandarditzada, desenvolupada dins del marc del projecte ECOPORTS, dissenyada específicamente per al sector portuari. Consisteix, bàsicament en un qüestionari que se centra en l’estat de la gestió ambiental del port. Amb aquesta eina, els administradors del port poden autoavaluar l’estat del seu propi Programa Ambiental en relació a normes ambientals del propi sector (PERS) o de caire internacional (ISO i EMAS) (Paipai, 1999) i poder dur a terme una revisió regular de l’estat de la gestió ambiental en el seu port. Addicionalment, amb el degut consentiment de l’Autoritat Portuària, els resultats del qüestionari es poden introduir anònimament en una base de dades que comprèn tot el sector portuari europeu i que permet visualitzar l’estat de referència de l’actuació ambiental del sector en el seu conjunt, a més de permetre a cada port individual veure la seva posició dins del sector (Darbra et al., 2003).

L’SDM també és útil com a primer pas per a establir un sistema de gestió ambiental complert. El seu aproximament estructurat permet establir una línia base de la gestió ambiental actual del port a partir de la identificació dels esforços respecte el medi ambient duts en l’instant inicial (Journée i Wooldridge, 2005).

En general, els objectius i característiques del Self-Diagnosis Method es poden resumir de la següent manera (Darbra et al., 2003):

• Revisió regular de l’estat de la gestió ambiental en el port.
• Permet realitzar una autoavaluació periòdica de la millora ambiental del port.
• Comparar de manera efectiva l’actuació mediambiental del port respecte l’actuació ambiental de referència a Europa.
• Identificar les prioritats ambientals en el port.
• Avançar cap a la implementació de sistemes de gestió ambientals complerts (com ara, ISO 14001 o EMAS).
2.5.2. PERS

Port Environmental Review System (PERS) és una eina elaborada dins del març del projecte ECOPORTS (EcoPorts Foundation i ESPO, 2003), dissenyada per tal de ser una primera etapa introductòria en l'establiment d’un sistema de gestió ambiental (Journée i Wooldridge, 2005). És una norma dissenyada específicament per al sector portuari, i permet a les autoritats portuàries desenvolupar un SGMA al seu propi ritme (Journée et al., 2006).

El PERS proporciona la base per al desenvolupament d’un sistema de gestió ambiental a partir de la identificació d’aspectes significatius, una política ambiental i uns criteris d’actuació. Aquesta norma inclou una revisió dels procediments del port per part de EcoPorts Foundation (EPF) per tal d’ajudar a fixar objectius per a la millora de la gestió ambiental i de l’actuació de l’organització respecte el medi ambient (Journée i Wooldridge, 2005). Les seves principals característiques són:

- Defineix un estàndard bàsic de bones pràctiques per al sector portuari europeu. L’experiència obtinguda en l’aplicació del PERS pot ser útil per aquells ports interessats en obtenir estàndards més exhaustius com ISO 14001 o EMAS.
- Com a opció voluntària, els ports poden demanar que els seus procediments siguin revisats i optar a l’obtenció d’un Certificat de Validació atorgat per una entitat independent de certificació. Aquesta característica és important ja que el PERS permet als port mostrar evidències dels seus esforços respecte el medi ambient, tal i com fan les normes ISO o EMAS, i tenint en compte que aquesta norma està dissenyada específicament per als ports, és més fàcil obtenir-ne el certificat.

Les seves seccions i estructura es poden veure a la Taula 2.3.

\[\text{Taula 2.3. Estructura del sistema de gestió ambiental PERS. Font: (Darbra et al., 2003).}\]

<table>
<thead>
<tr>
<th>Estructura PERS</th>
<th>Contingut</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Seccions</td>
<td>Contingut</td>
</tr>
<tr>
<td>Secció 1</td>
<td>Política ambiental</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Declaració de les intencions del port en referència a la seva actuació ambiental i el seu marc d’acció</td>
</tr>
<tr>
<td>Secció 2</td>
<td>Registre dels Aspectes Ambientals, els Requisits Legals i</td>
</tr>
</tbody>
</table>
### Indicadors Ambientals
Documents que evidencien els aspectes ambientals, impactes i legislació rellevant

<table>
<thead>
<tr>
<th>Secció 3</th>
<th>Responsabilitats documentades i recursos relacionats amb els aspectes ambientals</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td></td>
<td>Identificació del personal clau i de l'estructura organitzativa</td>
</tr>
</tbody>
</table>

<table>
<thead>
<tr>
<th>Secció 4</th>
<th>Revisió de la conformitat dels requeriments legals i de la política ambiental</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td></td>
<td>Revisió del compliment de la legislació i formulació de plans d’acció</td>
</tr>
</tbody>
</table>

<table>
<thead>
<tr>
<th>Secció 5</th>
<th>Informe ambiental</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td></td>
<td>Requeriments per a la preparació d’un informe anual</td>
</tr>
</tbody>
</table>

<table>
<thead>
<tr>
<th>Secció 6</th>
<th>Exemples escollits de bones pràctiques</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td></td>
<td>Opcions de gestió exitoses o solucions a reptes ambientals</td>
</tr>
</tbody>
</table>

El PERS i l’SDM es van desenvolupar conjuntament dins del marc establert per el projecte europeu ECOPORTS (2002 - 2005) i es va procurar que fossin consistentment mútuament i compatibles. Així doncs, un anàlisi detallat dels resultats obtinguts en l’SDM és molt útil per a completar els documents i informes del PERS. Per exemple, l’SDM ajuda a identificar els dèficits més rellevants de la gestió ambiental d’un port: tasca molt útil per al d’establir objectius ambientals, que és, a la vegada, un dels requisits de la norma PERS (Darbra et al., 2003).

El PERS incentiva i recomana la utilització d’indicadors ambientals per tal de monitoritzar l’actuació ambiental del port i l’estat del medi ambient ja que és considera que és un element clau per a la millora contínua del sistema de gestió ambiental. En el següent capítol es descriu amb detall què és un indicador ambiental, els seus usos i els tipus d’indicador existents.
3. Indicadors Ambientals en els Ports Marí时限

3.1. Introducció als Indicadors Ambientals

Els Indicadors Ambientals són eines que evaluen l'estat del medi ambient i les conseqüències dels impactes que puguin estar causant les organitzacions sobre medi ambient. Segons la OCDE (1993) un indicador ambiental és un paràmetre o valor, resultant de l'agrupació d'un conjunt de paràmetres que proporcionen informació sobre un fenomen amb un significat més ampli que el directament associat amb la configuració del paràmetre". Posteriorment a la definició plantejada per l'OCDE, l'Organització de les Nacions Unides (UNEP, 1997) va establir una nova definició, segons la qual "un Indicador Ambiental es defineix com una eina informativa que resumeix les dades proporcionades per aspectes ambientals complexes i que permet mostrar un estat i unes tendències generals d'aquests aspectes".

Els indicadors es desenvolupen i s'utilitzen, generalment, per destacar el rendiment d'un sistema biològic, físic, químic, ambiental, econòmic o social (Jakobsen, 2008). En el cas particular del medi ambient, els indicadors ambientals fan referència als impactes que té una organització sobre els sistemes naturals, incloent els ecosistemes, l'aire, l'aigua, el sòl i els sediments (Dantes, 2003).

A l'hora d'implementar un Sistema de Gestió Medi Ambiental, una de les consideracions importants que s'han de tenir en compte és el fet de controlar i mesurar els aspectes i impactes ambientals derivats de les activitats, els productes i els serveis que realitza o ofereix el port. Els indicadors poden ser eines molt útils per aquesta tasca ja que permeten ajudar a comprendre els impactes ambientals dels ports, esbrinar si el control aplicat sobre els aspectes ambientals és efectiu i saber si el sistema de gestió implementat està aconseguint uns bons resultats. Resumint, un Indicador Ambiental és un paràmetre, o un valor derivat de paràmetres, que proporciona informació i descriu l'estat o situació del medi ambient.

En els següents paràgrafs es descriuen els avantatges d'utilitzar indicadors ambientals, els usuaris potencials d'aquests indicadors i els tipus d'indicadors ambientals existents.


### 3.1.1. Avantatges

Els indicadors s'utilitzen cada cop més com a eines de gestió per fer front als problemes mediambientals (e.g. Belfiore, 2003). Es recomana l'ús d'indicadors per diversos motius. Per començar, els indicadors són capaços de fer un seguiment dels avanços i proporcionen informació de les tendències i els canvis al llarg del temps (e.g. Lehane et al., 2002). El segon motiu és que els indicadors permeten obtenir informació simplificada que no només mostra clarament l'actuació ambiental d'una organització, sinó que també permet tenir una comparació dels resultats a nivell nacional o regional del sector en conjunt (De Leffe et al., 2003). En tercer lloc, a través d'identificar el progrés aconseguit respecte certs objectius ambientals, els indicadors permeten avaluar l'eficiència de les polítiques ambientals implementades (e.g. DEFRA, 2003) i proporcionen una base ferma per a futurs objectius (Dantes, 2003). Addicionalment, tenen un paper clau a l'hora de proporcionar informació preventiva, que pot servir com a advertència en cas de que una situació vagi a pitjor, advertint del risc abans de què es produeixin danys majors (De Leffe et al., 2003). Finalment, els indicadors ambientals es poden utilitzar com a una poderosa eina de comunicació per tal de conscienciar al públic en general dels problemes mediambientals (Gautam and Singh, 2010).

Com s'ha dit més amunt: la cultura dels d'indicadors ambientals suposa avantatges i dóna valor afegit a les associacions portuàries, a l'ESPO, a la Comissió Europea i a altres integrants del sector portuari. Tot i així, i malgrat que els indicadors són àmpliament utilitzats per un ampli ventall de sectors diferents i generalment s'accepta que són útils per avaluar la informació mediambiental i resoldre problemes relacionats amb el medi ambient, també tenen limitacions i reptes que han de superar. A la Taula 3.1 es resumeixen els principals punts forts que els indicadors aporten a les autoritats portuàries i, també, les seves principals debilitats.

### Taula 3.1: Punts forts i reptes dels Indicadors Ambientals (De Leffe et al. 2003)

<table>
<thead>
<tr>
<th>Avantatges</th>
<th>Inconvenients</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Compliment de la legislació: els indicadors poden proporcionar una resposta apropiada a les pressions reguladores i legislatives.</td>
<td>Simplicitat: els indicadors són simplificacions dels fets observables i en alguna ocasió no poden descriure tots els aspectes d'un medi.</td>
</tr>
<tr>
<td>Reducció de costos i de riscos: els indicadors poden ajudar a identificar els riscos ambientals i a reduir els costos</td>
<td>Sensitivitat: alguns indicadors poden ser massa sensibles davant de canvis ambientals.</td>
</tr>
</tbody>
</table>
Selecció d'Indicadors Ambientals a Ports Marítims i Guies per a la seva Aplicació Pràctica

<table>
<thead>
<tr>
<th>(p.e: eficiència energètica).</th>
<th>Disponibilitat de dades: a vegades no es pot disposar de la informació relacionada amb els indicadors més adequats, fet que fa que la informació proporcionada en conjunt sigui menys representativa.</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td><strong>Desenvolupament sostenible:</strong> els indicadors poden contribuir a la contínua minimització dels impactes sobre el medi ambient, a una millor gestió de les qüestions ambientals i a conscienciar els treballadors sobre els aspectes ambientals.</td>
<td><strong>Viabilitat:</strong> tot i que els indicadors quantitatius acostumen a ser més representatius que els qualitatius, tendeixen a ser més exigents en termes de temps i de costos.</td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Oportunitat de mercat:</strong> els indicadors poden ser útils per acostar-se a les exigències dels clients, millorar les relacions amb aquests i poden suposar un avantatge comercial.</td>
<td><strong>Interpretació:</strong> alguns indicadors poden ser interpretats de maneres diferents, en funció de les condicions del medi.</td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Bona imatge:</strong> l'ús d'indicadors pot ser vist com una forma de transparència, també pot millorar les relacions amb la comunitat portuària i la confiança dels inversors, dels accionistes, dels bancs i de les companyies d'assegurances.</td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

### 3.1.2. Usuaris potencials

Avui en dia, els indicadors s'utilitzen àmpliament en molts sectors arreu del món per un gran ventall d'actors diferents com ara: científics, governs, empreses privades, entitats públiques o el públic en general. Tot i així, no va ser fins als inicis de la dècada de 1990 quan algunes organitzacions internacionals com ara la Organització per a la Cooperació i el Desenvolupament Econòmic (OCDE), la Organització Mundial de la Salut (WHO, per les seves sigles en anglès), el Banc Mundial o el Programa de les Nacions Unides per el Medi Ambient (UNEP, per les seves sigles en anglès) no van començar a promoure la monitorització d'indicadors, primer en el camp de l'economia i el dret i, més tard, en el camp del medi ambient. Algunes exemples de les guies inicials sobre el medi ambient, publicacions tècniques o informes publicats per aquestes organitzacions són els següents: *Environmental Indicators. A preliminary set* (OECD, 1991); *Scanning the Global Environment: A framework and methodology for integrated environmental reporting and assessment* (UNEP, 1995); i *Performance Monitoring Indicators Handbook* (World Bank, 1996). Tots aquests documents disposen d'edicions actualitzades.
Dins del sector portuari, el conjunt usuaris interessats en els indicadors inclou un ampli ventall d'integrants de la comunitat portuària. Un integrant de la comunitat portuària es defineix com qualsevol persona o grup que té interessos en les activitats que es duen a terme als ports, o es veu afectat per elles (Notteboom and Winkelmans, 2002). Els integrants de la comunitat portuària poden ser de naturalesa molt diferent i inclouen un gran nombre de parts interessades. Notteboom i Winkelmans han identificat quatre principals grups en una comunitat portuària, tots ells potencials usuaris d'indicadors: i) integrants interns, que pertanyen a la organització de l'Autoritat Portuària com ara administradors portuaris, treballadors, relacions públiques, junta directiva o sindicats; ii) integrants externs, que inclouen empreses i indústries que inverteixen al recinte del port com ara clients, operadors de terminals de contenidors, agències navilieres, empreses químiques o drassanes; iii) legisladors i responsables polítics, que inclou departaments governamentals d'afers econòmics, mediambientals i del transport a nivells local, regional, nacional i supranacional; i iv) organitzacions de la societat civil, com ara ONG, habitants locals, mitjans de comunicació o grups ecologistes. A part de les mencionades, altres parts interessades són les empreses auditores (PERS, EMAS i ISO), entitats bancàries, companyies d'assegurances, l'organització del sector (ESPO) i altres organitzacions portuàries tant regionals com nacionals.

L'organització ESPO anima contínuament als seus membres a identificar Indicadors Ambientals. El primer codi de conducta per als ports europeus publicat, ESPO Code of Practice 1994 (ESPO, 1994), ja se suggeria la identificació d'indicadors. Més endavant, a la versió actualitzada, ESPO Code of Practice 2003 (ESPO, 2003), s'insistia en la importància d'identificar Indicadors Ambientals i dur a terme una monitorització del medi ambient. Aquest codi va establir 10 recomanacions i va encoratjar al sector portuari de la UE a seguir-les, essent una d'elles "promoure la monitorització, basada en Indicadors Ambientals, per tal de mesurar objectivament el progrés en les pràctiques implementades pels ports vers el medi ambient" (ESPO, 2003). L'ús d'indicadors també s'ha reafirmat en la publicació més recent: ESPO Green Guide; towards excellence in port environmental management and sustainability (ESPO, 2012).

Addicionalment, agències multinacionals, com la Commission for Environmental Cooperation of North America (CEC) o la European Environment Agency (EEA); nacionals, i fins i tot municipals també utilitzen indicadors. Alguns exemples de publicacions d'organitzacions nacionals que contenen indicadors són: UK Biodiversity Indicators in Your Pocket 2010
3.1.3. Tipus d'Indicadors Ambientals

En termes generals, els indicadors es poden classificar entre qualitatius i quantitatius. Els de la primera categoria expressen presència o absència (Sí/No) d'alguna cosa. En canvi, els de la segona categoria expressen un valor, com ara una distància, un pes o una quantitat.

A més a més, els indicadors es poden agrupar en índexs. Sovint, aquests índexs són útils en la transmissió d'informació complexa d'una manera senzilla i directa (Jakobsen, 2008). Un exemple és el *UK Customer Satisfaction Index (UKCSI)*, un indicador que mesura la satisfacció dels consumidors britànics basant-se en la resposta de 26.000 adults (ICS, 2011).

Tornant als Indicadors Ambientals, d'acord amb la norma *ISO 14031: Environmental Performance Evaluation* (ISO, 1999), existeixen tres tipus d'indicadors ambientals:

i. **Indicadors de gestió**: proporcionen informació sobre els esforços administratius que tenen influència en l'actuació mediambiental del port.

ii. **Indicadors operacionals**: proporcionen informació sobre el rendiment ambiental de les operacions portuàries.

iii. **Indicadors de condició ambiental**: proporcionen informació sobre la condició del medi ambient (p.e.: aire, aigua, sòl, etc.).

En general, els indicadors de gestió tendeixen a ser qualitatius (expressen la presència o l'absència d'una sèrie d'elements de gestió ambiental); i els indicadors operacionals i de condició acostumen a ser quantitatius (expressen informació sobre l'actuació vers el medi ambient i la seva condició).

Un cop vista la importància dels indicadors ambientals per tal de contribuir a la millora de la gestió ambiental, en el següent apartat es presenta la recerca feta per tal d'identificar els indicadors ambientals utilitzats actualment, posant especial èmfasi en el sector portuari.
3.2. Identificació d'Indicadors Ambientals

En l'apartat anterior s'ha vist que el sector portuari mesura la seva situació i l'estat del medi ambient mitjançant l'ús d'Indicadors Ambientals. En aquest apartat es descriu l'àmplia recerca que s'ha realitzat en aquest estudi per tal d'identificar i recopilar indicadors mediambientals utilitzats a la indústria, posant especial èmfasi en el sector portuari. En total s'ha creat un inventari de 646 indicadors ambientals que es poden consultar a l'Annex A d'aquest projecte, juntament amb les fonts d'on s'ha obtingut cada indicador. Per tal de dur a terme aquesta recopilació s'ha fet recerca en una àmplia llista de referències. La Taula 3.2 recull aquestes referències, 11 en total, classificades en 8 categories.

### Taula 3.2: Fonts d'informació de la recerca

<table>
<thead>
<tr>
<th>Categories</th>
<th>Fonts</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Global Reporting Initiative (GRI)</td>
<td>Global Reporting Initiative (GRI)</td>
</tr>
<tr>
<td>Projectes de recerca</td>
<td>ECOPORTS</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>EPI ECOPORTS</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Self-Diagnosis Method (SDM)</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Projecte PPRISM</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>INDAPORT</td>
</tr>
<tr>
<td>Qüestionari ESPO</td>
<td>Qüestionari ESPO</td>
</tr>
<tr>
<td>Estudis d'investigació</td>
<td>Estudis d'investigació</td>
</tr>
<tr>
<td>Legislació</td>
<td>Legislació</td>
</tr>
<tr>
<td>Informes mediambientals de ports</td>
<td>Informes mediambientals de ports</td>
</tr>
<tr>
<td>Organitzacions portuàries</td>
<td>Organitzacions portuàries</td>
</tr>
<tr>
<td>Normes SGMA</td>
<td>Normes SGMA</td>
</tr>
</tbody>
</table>

En els paràgrafs següents s'expliquen les diferents fonts així com el nombre i tipus d'indicadors recopilats en cada una d'elles.

i) Global Reporting Initiative

*Global Reporting Initiative* (GRI) és una organització sense ànim de lucre fundada l'any 1997, la qual promou l'elaboració d'informes sobre la sostenibilitat com una eina per a les companyies de contribuir al desenvolupament sostenible (GRI, 2015a). Tot i que el GRI és una organització independent, col·labora amb el Programa de les Nacions Unides per al
Selecció d'Indicadors Ambientals a Ports Marítimes i Guies per a la seva Aplicació Pràctica

Medi Ambient (UNEP) i treballa en cooperació del Pacte Mundial de les Nacions Unides (UNGC).


Les Guies del GRI són àmpliament utilitzades. Durant el 2015, més de 5.000 organitzacions de 90 països diferents han utilitzat aquestes guies per tal d'elaborar els seus informes sobre sostenibilitat. En la base de dades del GRI (GRI's Sustainability Disclosure Database) hi ha registrats més de 20.000 informes i, 23 països citen les Guies del GRI en les seves legislacions (GRI, 2015b). Aquestes guies poden ser d'utilitat tant per a corporacions empresarials com agències públiques, petites i mitjanes empreses, ONG, grups industrials o altres organitzacions.

Una de les principals prioritats en la visió del GRI és la transparència mediamambiental, per la qual cosa s'encoratja als usuaris d'aquestes Guies a elaborar informes sobre la seva actuació envers el medi ambient. Per facilitar l'elaboració d'aquest tipus d'informe, en l'última versió de les Guies (el G4) s'identifiquen 34 indicadors ambientals, els quals cobreixen impactes relacionats amb entrades en el sistema (com ara energia i aigua) i amb sortides (com ara emissions a l'aire, descàrregues a l'aigua i residus), i se suggereix que es monitoritzin. A més a més, les guies també fan referència a la biodiversitat, impactes relacionats amb el transport, amb els serveis i amb els productes i, finalment, al compliment de requisits mediamambientals i a les despeses associades. Tots aquests indicadors s'han introduït al inventari d'indicadors que es presenta en aquest projecte.

El GRI, apart de proporcionar les Guies aplicables a qualsevol tipus de companyia, ha desenvolupat els anomenats Suplements per a sectors, els quals permeten a les empreses d'un sector determinat elaborar els informes d'acord a les necessitats específiques del
Selecció d'Indicadors Ambientals a Ports Marítimes i Guies per a la seva Aplicació Pràctica

sector. Per exemple, l'any 2011 es van publicar unes Guies del GRI exclusives per al sector dels operadors aeroportuaris (GRI, 2011). Es van afegir comentaris a la majoria d'aspectes de les Guies G3 per tal de fer-los més aplicables al sector, ja que els aspectes mediambientals són de gran preocupació per als aeroports i per als membres de la comunitat aeroportuària. Es va considerar que l'aspecte mediambiental, no mencionat per les Guies G3, que creava major preocupació en el sector dels aeroports era el soroll i, es va incloure com a nou aspecte en les guies específiques. Malgrat tot, després d'estudiar les Guies exclusives per als operadors aeroportuaris no s'ha trobat cap indicador específic que apliqui al sector dels ports marítimes.

Malauradament, encara no s'ha realitzat una guia del GRI específica per al sector portuari. No obstant, un estudi de Maigret (2014) investiga l'estat actual de l'elaboració d'informes sobre sostenibilitat del sector mitjançant l'estudi dels indicadors ambientals del GRI G3 que es podrien incloure o descartar per al desenvolupament d'un suplement específic per al sector portuari. També proporciona possibles indicadors addicionals no coberts en el G3. Aquests indicadors s'han afegit també a la recopilació d'indicadors ambientals.

ii) Projectes de recerca

El sector portuari de la Unió Europea (UE) ha dut a terme diferents projectes de recerca amb l'objectiu de desenvolupar eines pràctiques i metodologies per tal d'assessorar els gestors portuaris en el compliment de la legislació i en la implementació de bones pràctiques en la gestió mediambiental (Wooldrige i Stojanovic, 2004). No hi ha dubte que el desenvolupament d'aquests projectes ha contribuït a millorar, encara més, la cooperació en recerca entre la indústria portuària, per una banda, i les institucions acadèmiques i d'investigació, per l'altra.


El projecte ECOPORTS va promoure l'intercanvi de coneixement i d'experiència en el camp de la gestió ambiental entre els ports europeus. Els principals objectius d'ECOPORTS eren: (i) harmonitzar l'enfoc de la gestió ambiental de les autoritats portuàries a Europa, (ii) intercanviar experiències per tal d'evitar duplicitats de tasques i (iii) implementar bones pràctiques en els ports en relació a aspectes lligats amb el medi ambient. En el marc
Selecció d'Indicadors Ambientals a Ports Marítimes i Guies per a la seva Aplicació Pràctica

39

d'aquest projecte es van generar Indicadors Ambientals en dos dels seus principals resultats. El primer és un document anomenat EPI ECOPORTS que consisteix en una recopilació d'un conjunt de 50 indicadors aproximadament (Van der Veen, 2004). La segona font d'indicadors és el Self-Diagnosis Method (SDM) (Darbra et al., 2004), eina explicada a la secció 2.7.1, la qual ha proporcionat un total de 62 indicadors en el camp de la gestió ambiental.

El projecte INDAPORT tenia com a objectiu establir sistemes d'indicadors per tal d'implementar una gestió ambiental del port de manera sostenible (Peris-Mora et al., 2005). La recerca va incloure la identificació de 21 activitats portuàries que eren aplicables al port d'estudi: el Port de València. L'anàlisi detallat d'aquestes activitats va permetre identificar aspectes ambientals afectats per aquestes activitats i els impactes associats. Les conclusions d'aquest projecte van conduir a la creació d'una llista final de 17 indicadors, resultat la recerca realitzada en relació a les activitats, aspectes i impactes del Port de València (Peris-Mora et al., 2005).

El projecte PPRISM tenia com a objectiu identificar un conjunt d'indicadors, rellevants i acceptats pels membres del sector portuari, que contribuïssin a obtenir informació sobre l'actuació del sistema portuari europeu en el seu conjunt. En el marc d'aquest projecte es van identificar més de 300 indicadors ambientals ja existents i en ús en el sector portuari. Es dividien en diferents tipus: operacionals (p.e. pols, soroll, dragatge i residus), de gestió (p.e. certificació, compliment i queixes) i de condició ambiental (p.e. qualitat de l'aire, de l'aigua, dels sediments i dels ecosistemes). En aquest projecte es va fer un filtratge dels indicadors a partir d'uns criteris específics. Addicionalment, la comunitat portuària els va examinar i avaluar per tal d'obtenir un conjunt d'indicadors aptes per ser implementats a nivell de la UE. De forma addicional, aquest projecte va resultar molt útil per establir una cultura de mesura de l'actuació mediambiental en els ports europeus (Puig et al., 2014). En aquest treball, s'han inclòs els 312 indicadors identificats en el projecte PPRISM.

En aquesta recerca també s'ha estudiat el projecte PEARL (2005-2008). L'objectiu d'aquest projecte era investigar i comprendre millor les necessitats de monitorització del medi ambient que tenien els ports europeus (Darbra et al., 2009). Es va realitzar un rànquing de les necessitats de monitorització ambiental dels ports, proporcionant també una idea dels indicadors més utilitzats. Les principals necessitats de monitorització identificades a partir dels ports enquestats estaven relacionades amb fenòmens marins (informació de corrents, onades i mareses), la qualitat de l'aigua (la monitorització de diversos paràmètres com la
Selecció d'Indicadors Ambientals a Ports Marítims i Guies per a la seva Aplicació Pràctica

salinitat, la temperatura de l'aigua, concentracions de nutrients i l'oxygen dissolt), i paràmetres meteorològics (dades de pressió atmosfèrica, d'humitat, de precipitacions i de temperatura obtingudes a partir d'estacions meteorològiques situades en el recinte portuari). Tot i que aquest projecte no ha proporcionat cap indicador addicional a la recopilació, ha estat útil per comprovar que s'han tingut en compte un ampli ventall d'indicadors i de fonts.

iii) **ESPO Environmental Questionnaire**

Els resultats obtinguts en el qüestionari mediambiental desenvolupat per l'ESPO l'any 2009, l'ESPO/Ecoports Port Environmental Review 2009 (ESPO, 2010), ha estat una font important d'indicadors per aquesta recerca. Aquest qüestionari preguntava, per primer cop, si l'Autoritat Portuària havia identificat indicadors ambientals per tal de monitoritzar tendències en la seva actuació envers el medi ambient i, en cas afirmatiu, indicar el nom dels indicadors utilitzats. Això va permetre als investigadors tenir la opinió de 122 ports pertanyents a 20 estats marítims europeus i obtenir un total de 95 indicadors ambientals. La recopilació de la informació es va veure beneficiada pel desenvolupament d'una eina disponible a Internet la qual va facilitar que els ports interessats presentessin els seus resultats on-line i va permetre millorar l'anàlisi i la interpretació dels resultats. Els indicadors obtinguts en l'esmentat qüestionari s'han afegit a l'inventari d'aquest projecte tot mantenint les fonts individuals en l'anonimat.

iv) **Estudis d'investigació**

L'anàlisi de la bibliografia ha demostrat que hi ha gran quantitat d'estudis que proporcionen indicadors ambientals. Tenint en compte l'enfoc d'aquest projecte, s'ha posat l'emfasi en aquells estudis duts a terme dins del sector portuari. Així doncs, s'han estudiat en detall els indicadors proporcionats per tres informes relacionats amb el sector: l'informe elaborat en un postgrau en Gestió Mediambiental (EPCEM) (De Leffe, A. et al., 2003), la investigació realitzada per Osorio i Quintana (2010) i l'informe realitzat per la Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (ESCAP) (UN, 1992a).

El primer informe, titulat "Environmental Performance Indicators In European Ports", realitzat en el marc del European Postgraduate Course in Environmental Management (EPCEM), va establir un conjunt de 115 Indicadors Ambientals. La recerca duta a terme per Osorio i Quintana (2010) va permetre identificar 128 indicadors, classificats en sis categories: qualitat de l'aigua (61 indicadors), qualitat dels sediments (29), qualitat del sòl (8), qualitat de l'aire (7), biologia (14) i, finalment, indicadors socials (9). L'últim informe, titulat "Assessment of the Environmental Impact of Port Development. A Guidebook for EIA of Port Development", va
proposar 16 indicadors relacionats amb qualitat de l'aigua, 14 indicadors sobre la contaminació dels sediments i 11 indicadors relacionats amb la qualitat de l'aire.

Existeixen altres exemples d'estudis que proporcionen llistes d'indicadors ambientals i que s'han tingut en consideració tot i que no són específics per al sector portuari. Aquests estudis són l'informe *OECD Key Environmental Indicators* de l'OCDE (OECD, 2008) que defineix 44 indicadors ambientals; l'informe *Environmental Performance Indicators Guideline for Organizations (Fiscal Year 2002)* publicat per el Ministeri del Medi Ambient del Govern del Japó, que inclou 80 indicadors (Japan Government, 2003); i, per últim, l'informe "*Summary of Proposed Indicators for Terrestrial and Freshwater Biodiversity*" desenvolupat per el Ministeri del Medi Ambient de Nova Zelanda, el qual proposa 20 indicadors sobre biodiversitat.

v) Legislació

En l'estudi també s'ha tingut en compte legislació europea i internacional. La recerca en les Convencions de la *International Maritime Organisation* (IMO) i en Directives de la Comissió Europea va proporcionar més indicadors que es van incloure al ja extens inventari. La Taula 3.3 mostra, en ordre cronològic, les convencions internacionals relacionades amb els ports i el medi ambient que s'han estudiat, 9 en total, i el nombre d'indicadors que a proporcionat cada una.

*Taula 3.3: Convencions internacionals investigades i indicadors mediambientals obtinguts*

<table>
<thead>
<tr>
<th>Convencions internacionals</th>
<th>Acrònim</th>
<th>Any</th>
<th>Indicadors</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>International Convention Relating to Intervention on the High Seas in Cases of Oil Pollution Casualties</td>
<td>INTERVENTION</td>
<td>1969</td>
<td>0</td>
</tr>
<tr>
<td>International Convention for the Safety of Life at Sea</td>
<td>SOLAS</td>
<td>1974</td>
<td>0</td>
</tr>
<tr>
<td>International Convention for the Prevention of Pollution from Ships</td>
<td>MARPOL</td>
<td>1973/78</td>
<td>8</td>
</tr>
<tr>
<td>International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping</td>
<td>STCW</td>
<td>1978</td>
<td>0</td>
</tr>
<tr>
<td>International Convention on Oil Pollution Preparedness, Response and Co-operation</td>
<td>OPRC</td>
<td>1990</td>
<td>0</td>
</tr>
<tr>
<td>International Convention on the Control of Harmful Anti-fouling Systems on Ships</td>
<td>AFS</td>
<td>2001</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments</td>
<td>BWM</td>
<td>2004</td>
<td>5</td>
</tr>
<tr>
<td>International Convention for the Safe and Environmentally Sound Recycling of Ships</td>
<td>Hong Kong Convention</td>
<td>2009</td>
<td>13</td>
</tr>
</tbody>
</table>
S'ha fet el mateix en el cas de les Directives Europees. La *ESPO Green Guide* (ESPO, 2012) proporciona una llista de Directives que afecten el sector portuari i el medi ambient. Com es reflecteix a la Taula 3.4, s'han estudiat un total de 17 Directives comunitàries de les quals s'han obtingut 111 indicadors.

**Taula 3.4: Directives europees investigades i indicadors mediambientals obtinguts**

<table>
<thead>
<tr>
<th>Directives europees</th>
<th>Referència</th>
<th>Any</th>
<th>Indicadors</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Ambient Air Quality Assessment and Management Directive (Air Quality)</td>
<td>96/62/EC</td>
<td>1996</td>
<td>7</td>
</tr>
<tr>
<td>Framework for Community action in the field of water policy (Water Framework Directive)</td>
<td>00/60/EC</td>
<td>2000</td>
<td>28</td>
</tr>
<tr>
<td>Port reception facilities for ship-generated waste and cargo residues Directive</td>
<td>00/59/EC</td>
<td>2000</td>
<td>7</td>
</tr>
<tr>
<td>National Emission Ceiling (NEC) Directive</td>
<td>01/81/EC</td>
<td>2001</td>
<td>6</td>
</tr>
<tr>
<td>Strategic Environmental Assessment (SEA) Directive</td>
<td>01/42/EC</td>
<td>2001</td>
<td>0</td>
</tr>
<tr>
<td>Assessment and Management of environmental Noise (Noise Directive)</td>
<td>02/49/EC</td>
<td>2002</td>
<td>15</td>
</tr>
<tr>
<td>Community vessel traffic monitoring and information system Directive</td>
<td>02/59/EC</td>
<td>2002</td>
<td>0</td>
</tr>
<tr>
<td>Public Access Environmental Information Directive</td>
<td>03/04 EC</td>
<td>2003</td>
<td>0</td>
</tr>
<tr>
<td>Environmental liability with regard to the prevention and remedying of environmental damage (Environmental Liability Directive)</td>
<td>04/35/EC</td>
<td>2004</td>
<td>0</td>
</tr>
<tr>
<td>Sulphur content of marine fuels Directive</td>
<td>05/33/EC</td>
<td>2005</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>Environmental quality standards in the field of water policy Directive</td>
<td>08/105/EC</td>
<td>2008</td>
<td>35</td>
</tr>
<tr>
<td>Waste Framework Directive</td>
<td>08/98/EC</td>
<td>2008</td>
<td>0</td>
</tr>
<tr>
<td>Eco-Management and Audit Scheme (EMAS III)</td>
<td>1221/09/EC</td>
<td>2009</td>
<td>9</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Apart de les convencions internacionals i de les Directives Europees ja mencionades, s'han tingut en consideració sis regulacions Europees addicionals que afecten els ports marítimes i el medi ambient, recollides a la Taula 3.5. S'han obtingut 6 indicadors d'aquestes regulacions addicionals.
**Taula 3.5: Altres regulacions europees que afecten els ports i el medi ambient**

<table>
<thead>
<tr>
<th>Altres regulacions europees</th>
<th>Referència</th>
<th>Any</th>
<th>Indicadors</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Pollution from ships (COSS) Regulation</td>
<td>2099/2002</td>
<td>2002</td>
<td>0</td>
</tr>
<tr>
<td>Regulation on Shipment of waste</td>
<td>1013/06/EC</td>
<td>2006</td>
<td>0</td>
</tr>
<tr>
<td>Green House Gases Decision</td>
<td>406/09/EC</td>
<td>2009</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>Maritime Spatial Planning</td>
<td>--</td>
<td>2010</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>Integrated Coastal Zone Management</td>
<td>--</td>
<td>2011</td>
<td>0</td>
</tr>
<tr>
<td>Estuary guidelines</td>
<td>--</td>
<td>2011</td>
<td>3</td>
</tr>
</tbody>
</table>

vi) **Informes Mediambientals de Ports Marítims**

Aquesta font inclou una avaluació de diversos informes i estudis ambientals d'un gran nombre d'autoritats portuàries (51 autoritats portuàries europees, 39 autoritats portuàries no europees, 17 ports esportius i 13 operadors portuaris). Normalment, quan una Autoritat Portuària duu a terme esforços envers el medi ambient, és propensa a mostrar-los i a publicar la seva situació per tal d'informar els integrants de la comunitat portuària. La majoria d'autoritats portuàries que preparen un Informe Mediambiental el fan públic a través del seu lloc web i tendeixen a actualitzar-lo anualment.

L'Annex B proporciona els noms de les organitzacions consultades, el nombre d'indicadors identificats en cada una d'elles i el nom del document que ha proporcionat la informació. Encara que es van recopilar un total de 1360 indicadors, molts estaven repetits ja que eren utilitzats per més d'una organització. Per exemple, la monitorització de les emissions de SO$_2$ és un indicador molt utilitzat i apareixia molt sovint en els informes de les organitzacions consultades. Aquest fet va permetre reduir el nombre d'indicadors recopilats en els informes a 253. Aquests indicadors, si no hi eren ja, es van afegir a l'inventari d'aquest estudi.

vii) **Organitzacions Portuàries**

També s'han tingut en compte els indicadors suggerits per les organitzacions portuàries internacionals. Tot i que la majoria d'aquestes organitzacions esmenten la protecció del medi ambient i el desenvolupament sostenible, molt poques proporcionen una llista d'indicadors ambientals per a recomanar als seus ports membres l'ús específic d'un conjunt d'indicadors. Les accions més comunes que aquestes organitzacions suggereixen són: el desenvolupament d'un Sistema de Gestió Medi Ambiental (EMS, per les seves sigles en anglès) i la monitorització de la seva actuació envers el medi ambient. Les associacions estudiades es presenten a la Taula 3.6.
La \textit{International Association of Ports and Harbours} (IAPH) té una branca sencera de la organització, anomenada \textit{World Port Climate Initiative} (WPCI), dedicada a la gestió ambiental. Entre les diferents iniciatives dirigides per aquesta organització, s'han proposat un conjunt de 26 indicadors, els quals s'han inclòs a l'inventari d'aquest projecte.

La regió amb un nombre més elevat d'organitzacions que proporcionen indicadors és Europa. S'han obtingut un total de 58 indicadors de les fonts europees. Les organitzacions de Oceania i d'Amèrica han proporcionat 3 indicadors cada una. Malauradament, les associacions d'Àsia i d'Àfrica no proporcionen, almenys a través dels seus llocs web o dels seus informes, indicadors ambientals per als seus membres. Per tant, tot i que les associacions portuàries tant nacionals com regionals tenen un paper crucial alhora de

### Taula 3.6: Organitzacions portuàries i nombre d'indicadors proposats

<table>
<thead>
<tr>
<th>Continent</th>
<th>Associació</th>
<th>Indicadors</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Internacional</td>
<td>International Association of Ports and Harbours (IAPH)</td>
<td>26</td>
</tr>
<tr>
<td>Oceania</td>
<td>South Australia</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Papua New Guinea Ports Corporation (PNG ports)</td>
<td>0</td>
</tr>
<tr>
<td>Europa</td>
<td>European Sea Ports Organisation (ESPO)</td>
<td>0</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Baltic Ports Organisation (BPO)</td>
<td>17</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Puertos del Estado (Spanish Ports)</td>
<td>35</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Associated Danish Ports (ADP)</td>
<td>0</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Union des Ports de France (UPF)</td>
<td>0</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>British Ports Association (BPA)</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Finnish Port Association</td>
<td>0</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Bulgarian Ports Infrastructure Company</td>
<td>0</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Ports de la Generalitat (Catalan Ports)</td>
<td>5</td>
</tr>
<tr>
<td>Amèrica</td>
<td>Ports America</td>
<td>0</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>American Association of Port Authorities (AAPA)</td>
<td>0</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>U.S. States &amp; Ports Association (USSPA)</td>
<td>0</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Association of Pacific Ports (APP)</td>
<td>0</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>American Great Lakes Ports Association (AGLPA)</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>California Association of Port Authorities</td>
<td>0</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Gulf Ports Association of the Americas</td>
<td>0</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Association of Canadian Port Authorities (ACP)</td>
<td>0.</td>
</tr>
<tr>
<td>Àsia</td>
<td>China ports</td>
<td>0</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Indian Ports Association (IPA)</td>
<td>0</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Association of South East Asian Nations ports association (ASEAN)</td>
<td>0</td>
</tr>
<tr>
<td>Àfrica</td>
<td>Port Management Association for West and Central Africa (PMAWCA)</td>
<td>0</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Port Management Association of Eastern and Southern Africa (PMAESA)</td>
<td>0</td>
</tr>
</tbody>
</table>
promoure la gestió ambiental i el desenvolupament sostenible, en la majoria de casos no entren en detall ni profunditzen en el tipus d'indicadors que s'haurien d'utilitzar.

viii) Normes de Sistemes de Gestió Ambiental
Finalment, es van estudiar detingudament els indicadors proposats en les diferents normes internacionals sobre Sistemes de Gestió Ambiental. Tot i que aquestes normes no obliguin a que s'utilitzi cap indicador específic, sí que suggereixen diversos exemples d'Indicadors Ambientals.

La norma ISO 14001 no fa cap referència a cap tipus d'indicador. Tot i així, hi ha una altra norma de la família ISO 14000 que proporciona una extensa llista d'Indicadors Ambientals. Aquesta norma és la ISO 14003 (ISO, 1999), la qual proporciona més de 100 indicadors. És una recopilació molt àmplia, que inclou indicadors que fan referència a processos industrials i estan, per tant, fora de l'abast del sector portuari. Per tant, només s'han inclòs els indicadors que s'han considerat aplicables al sector portuari.

El protocol EMAS (EC, 2009) proporciona un llistat més curt d'Indicadors Ambientals. Aquesta norma proporciona un conjunt de 9 indicadors ambientals bàsics per a l'elaboració d'informes ambientals. Aquests indicadors ambientals bàsics són d'aplicació per a qualsevol tipus d'organització i es centren en les següents àrees clau: eficiència energètica, eficiència dels materials, aigua, residus, biodiversitat i emissions. La norma reconeix que existeix flexibilitat en l'aplicació d'aquests indicadors i permet que una organització decideixi no reportar un d'aquests indicadors bàsics si considera que no aplica a la seva organització.

La tercera norma principal per a establir un SGMA en el sector portuari, el Port Environmental Review System (PERS), proporciona una llista de 30 indicadors amb exemples d'indicadors ambientals relacionats amb la qualitat del medi ambient i amb els esforços vers el medi ambient que una organització amb un SGMA dur a terme.

3.3. Classificació dels Indicadors recopilats
La recerca bibliogràfica realitzada va comportar la creació d'un inventari amb 646 indicadors ambientals. Per tal d'organitzar aquest inventari, es van organitzar en diverses categories i subcategories. A la Taula 3.7 es mostren les diferents categories utilitzades i el nombre d'indicadors que recull cada una.
Taula 3.7: Categories utilitzades per classificar els indicadors ambientals recopilats

<table>
<thead>
<tr>
<th>Categories dels indicadors ambientals recopilats</th>
<th>Nombre d'indicadors</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Indicadors de gestió</td>
<td>238</td>
</tr>
<tr>
<td>Emissions a l'aire</td>
<td>66</td>
</tr>
<tr>
<td>Abocaments a l'aigua / sediments</td>
<td>83</td>
</tr>
<tr>
<td>Emissions al sòl</td>
<td>17</td>
</tr>
<tr>
<td>Consum de recursos</td>
<td>93</td>
</tr>
<tr>
<td>Gestió de residus</td>
<td>63</td>
</tr>
<tr>
<td>Soroll</td>
<td>22</td>
</tr>
<tr>
<td>Desenvolupament portuari</td>
<td>21</td>
</tr>
<tr>
<td>Afectació de la biodiversitat</td>
<td>43</td>
</tr>
<tr>
<td><strong>TOTAL</strong></td>
<td><strong>646</strong></td>
</tr>
</tbody>
</table>

La majoria de les categories, 7 en total, i les seves subcategories provenen de l'eina desenvolupada en el marc del projecte europeu PERSEUS (PERSEUS, 2012) anomenada Tool for Environmental Aspects identification and assessment in Ports (TEAP). El TEAP és una eina de nova creació, desenvolupada per ajudar a les autoritats portuàries en la identificació d'aspectes ambientals i en l'avaluació de la seva importància (Puig, 2015b). Aquestes 7 categories, són les utilitzades per classificar els 17 aspectes ambientals aplicables als ports marítimes identificats en l'estudi realitzat per a desenvolupar l'eina. Les categories provinents del TEAP són: Emissions a l'aire, Abocament a l'aigua i als sediments, Emissions al sòl, Consum de recursos, Gestió de residus, Soroll i Afectació a la biodiversitat.

La resta d'indicadors s'han classificat en la categoria Indicadors de gestió (un dels tres tipus d'indicadors existents d'acord a la norma ISO 14031: Environmental Performance Evaluation, descrit a al subapartat 3.1.3) i, per últim, en la categoria Desenvolupament portuari on es van incloure els indicadors relacionats amb aquesta activitat desenvolupada en el sector.

L'Annex A, com s'ha esmentat anteriortment, conté els indicadors classificats segons les categories presentades a la Taula 3.7 acompanyats d'una taula auxiliar on s'indiquen les fonts d'on provenen cadascun dels indicadors. Cal destacar que, molts indicadors apareixien en més d'una font. Alguns, de forma completament idèntica a les dues (o més) fonts i altres, amb enunciats o noms equivalents.

Tot seguit, s'explicarà cada categoria i els indicadors que inclou.
**Indicadors de gestió**

Aquesta categoria, com s'ha esmentat anteriorment, és una de les tres categories d'indicadors existents d'acord a la norma ISO 14031: *Environmental Performance Evaluation*, definida al subapartat 3.1.3 d'aquest capítol. Recull tots els indicadors recopilats que proporcionen informació sobre aspectes de la gestió dels ports que tenen influència en l'actuació mediambiental d'aquests.

Aquesta categoria és la que recull un nombre més gran d'indicadors, 238 en total (un 37% del total d'indicadors recopilats). Està dividida en 14 subcategories, totes relacionades amb els esforços que una Autoritat Portuària ha de realitzar per a implementar de forma efectiva un sistema de gestió ambiental. La majoria de les subcategories són components necessaris en l'establiment d'un SGMA, com es pot observar a la taula següent:

<table>
<thead>
<tr>
<th>Categoria</th>
<th>Subcategories</th>
<th>Nombre d'indicadors</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Indicadors de gestió (238)</td>
<td>Indicadors de sistema de gestió mediambiental</td>
<td>10</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Indicadors de política mediambiental</td>
<td>14</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Indicadors sobre objectius i metes</td>
<td>10</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Indicadors sobre el programa de monitorització ambiental</td>
<td>8</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Indicadors sobre aspectes mediambientals significatius</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Indicadors d'organització de la gestió i de personal</td>
<td>16</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Indicadors sobre formació i conscienciació ambientals</td>
<td>22</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Indicadors sobre comunicació mediambiental</td>
<td>23</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Indicadors sobre plans d'emergència</td>
<td>41</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Indicadors d'auditoria mediambiental</td>
<td>10</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Indicadors sobre legislació mediambiental</td>
<td>20</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Indicadors sobre queixes respecte el medi ambient</td>
<td>14</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Indicadors de pressupost dedicat al medi ambient</td>
<td>25</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Altres indicadors de gestió ambiental</td>
<td>21</td>
</tr>
</tbody>
</table>

La majoria d'indicadors recopilats pertanyents a aquesta categoria venen del projecte PPRISM. Així doncs, dels 238 indicadors recollits dins de la categoria *Indicadors de gestió*, 132 apareixen en el citat projecte. També cal destacar que, a la recerca realitzada d'informes ambientals d'autoritats portuàries, s'han identificat 66 indicadors de gestió, molt sovint coincidents amb els indicadors provinents del projecte PPRISM. El test *Self Diagnosis Method* (SDM) també és una font significativa en aquesta categoria amb 62 indicadors.
Emissions a l'aire

La qualitat de l'aire és una de les principals prioritats en el calendari mediambiental i polític europeu (ESPO, 2012). _Emissions a l'aire_ és una categoria que engloba aspectes relacionats amb l'emissió de gasos i de partícules a l'atmosfera com ara gasos d'efecte hivernacle (GHG), CO, NOₓ, SO₂, hidrocarburs (HC), compostos orgànics volàtils (COV) o partícules (PM₁₀ i PM₂,₅).

Aquesta categoria recull 66 indicadors, majoritàriament de condició ambiental, repartits entre 6 subcategories com es pot veure a la Taula 3.9.

_Taula 3.9: Categoria Emissions a l'aire i les seves subcategories_

<table>
<thead>
<tr>
<th>Categoria</th>
<th>Subcategories</th>
<th>Nombre d'indicadors</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Emissions a l'aire (66)</td>
<td>Emissió de gasos de combustió</td>
<td>28</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Emissió d'altres gasos</td>
<td>15</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Emissions de partícules</td>
<td>5</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Olors</td>
<td>9</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Altres emissions</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Dades meteorològiques</td>
<td>3</td>
</tr>
</tbody>
</table>

La subcategoria _Emissions de gasos de combustió_ és un aspecte ambiental que fa referència als gasos emesos en la combustió de combustibles fòssils. Els contaminants habituals fruit de la combustió són: CO₂ (no és tòxic ni nociu, però és reconegut com un gas d'efecte hivernacle que contribueix a l'escalfament global), CO (es forma quan la combustió és incompleta, és tòxic i nociu), i SO₂ (emès principalment pel fuel utilitzat en transport marítim degut a l'alt contingut en sofre). Aquesta subcategoria també inclou indicadors qualitius que fan referència a la petjada de carboni i a iniciatives per reduir-la. La subcategoria _Emissions d'altres gasos_ fa referència a gasos provinents de l' evaporació d'hidrocarburs (HC i COV) i productes químics. La següent subcategoria _Emissions de partícules_ fa referència a emissions de partícules de pols i altres partícules en suspensió (PM₁₀ i PM₂,₅). La subcategoria _Olors_ engloba els indicadors relacionats amb qualsevol alliberament de gas que produeix olors desagradable i _Altres emissions_ inclou les emissions de radiació tèrmica, vibracions i llum. Finalment, _Dades meteorològiques_, com el seu nom indica, inclou indicadors meteorològics (p.e.: temperatura ambient o velocitat del vent).
Les principals fonts d'on provenen els indicadors d'aquesta categoria són la recerca realizada en informes ambientals d'autoritats portuàries, el projecte PPRISM i la legislació europea.

**Abocaments a l'aigua i als sediments**

Els abocaments a l'aigua fan referència a qualsevol tipus d'alliberament de contaminants a les aigües del port. Les principals fonts d'aquests alliberaments es troben localitzades al mar (abocaments accidentals, o abocaments voluntaris d'aigües residuals, de substàncies químiques, de combustibles, de deixalles, etc.), i també a terra (vessaments accidentals en manipular mercaderia líquida a granel, pols arrossegada pel vent i pèrdues de matèries primeres granulades).

La contaminació dels sediments, que componen el llit marí, també s'ha inclòs en aquesta categoria ja que té lloc quan un abocament a l'aigua d'un líquid, com ara fuel, o d'un producte sòlid, com ara deixalles, assoleix el fons marí (EcoPorts Foundation, 2004).

Així doncs la categoria **Abocaments a l'aigua i als sediments** està dividida en 3 subcategories: 2 relacionades amb abocaments a l'aigua i una amb la contaminació dels sediments, com s'observa a la Taula 3.10. En total inclou 84 indicadors, majoritàriament de condició ambiental.

| Taula 3.10: Categoría Abocaments a l'aigua i als sediments i les seves subcategories |
|------------------------------------------|---------------------------------|------------------|
| Categoría                                | Subcategories                   | Nombre d'indicadors |
| Abocaments a l'aigua i als sediments    | Abocaments d'aigües residuals   | 54                |
|                                         | Abocaments d'hidrocarburs       | 2                 |
| (83)                                     | Qualitat dels sediments         | 27                |

La subcategoria **Abocaments d'aigües residuals** inclou els paràmetres de qualitat de l'aigua, (com ara els indicadors DQO, DBO, Terbolesa i pH) i indicadors que fan referència a concentracions de contaminants com: hidrocarburs aromàtics policíclics (PAH), tri-butil d'estany (TBT) o biocides. A la subcategoria **Abocaments d'hidrocarburs** es recullen els indicadors relacionats amb els abocaments, a les aigües del port, de cru de petroli i altres productes derivats del petroli. Per últim la subcategoria **Qualitat dels sediments**, com el seu nom indica, comprèn els indicadors identificats en la recerca que fan referència a
paràmetres de qualitat dels sediments com ara concentracions de contaminants o característiques físiques dels propis sediments.

La principal font dels indicadors d'aquesta categoria són els informes mediambientals dels ports consultats en la recerca, seguits del projecte PPRISM i la legislació europea.

**Emissions al sòl**

Des del punt de vista mediambiental, el sòl és la capa superficial de l'escorça terrestre i està formada de partícules minerals mesclades amb matèria orgànica (Kiely, 1997). El sòl és un component del medi natural, essencial per a la vida de plantes, animals i humans. La degradació del sòl, en conseqüència, redueix qualitativa i quantitativament la capacitat de produir béns i serveis com l'agricultura, la indústria, l'habitatge o les activitats de lleure. Per tant la seva protecció i la implementació de bones conductes són vitals en tots els sectors que puguin afectar la seva qualitat.

Aquesta categoria fa referència a les emissions actuals o passades fetes al sòl. S'han identificat 17 indicadors relacionats amb aquest aspecte, sense dividir-se en subcategories. Inclou indicadors que monitoritzen, per exemple, la quantitat de matèria orgànica del sòl, el seu potencial redox o el nombre de localitzacions amb el sòl contaminat. La font principal dels indicadors d'**Emissions al sòl** ha estat el projecte PPRISM que ha proporcionat la majoria indicadors presents. Un altra font significativa ha estat la legislació europea consultada.

**Consum de recursos**

L'energia procedent de recursos fòssils, com el carbó, el petroli i el gas natural, condueix a emissions de CO₂ i afecta el clima del nostre planeta a través de l'efecte hivernacle a part de disminuir el recursos naturals existents. Per altra banda, les autoritats portuàries tenen gran interès en la gestió del consum d'aigua potable i de la qualitat de l'aigua (ESPO, 2012).

Els indicadors relacionats amb aquests aspectes estan recollits en aquesta categoria i sumen un total de 93. Són majoritàriament indicadors d'operació, tot i que també s'han identificat indicadors de gestió. Com s'observa a la Taula 3.11 la categoria està dividida en 5 subcategories.
Selecció d'Indicadors Ambientals a Ports Marítims i Guies per a la seva Aplicació Pràctica

Taula 3.11: Categoria Consum de recursos i les seves subcategories

<table>
<thead>
<tr>
<th>Categoria</th>
<th>Subcategories</th>
<th>Nombre d'indicadors</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Consum de recursos (93)</td>
<td>Consum d'energia</td>
<td>25</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Consum d'aigua</td>
<td>25</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Consum d'electricitat</td>
<td>14</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Consum de combustibles fòssils</td>
<td>18</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Consum d'altres recursos</td>
<td>11</td>
</tr>
</tbody>
</table>

La primera subcategoria, *Consum d'energia*, inclou els indicadors recopilats que fan referència al consum d'energia en termes generals (p.e.: consum total d'energia segons la font d'obtenció, percentatge de variació anual en el consum d'energia, energia renovable consumida, etc.). La subcategoria *Consum d'aigua* fa referència als indicadors relacionats amb la quantitat d'aigua consumida per l'autoritat portuària o dins del recinte portuari. Les principals fonts de consum d'aigua en un port són el manteniment i la neteja de les àrees verdes, la neteja de vehicles i maquinària i el consum en oficines i lavabos. La següent subcategoria recull els indicadors relacionats amb el consum d'electricitat. Bàsicament engloba el consum elèctric de l'autoritat portuària i les iniciatives relacionades amb el proveïment d'electricitat als bucs. La subcategoria *Consum de combustibles fòssils* fa referència als indicadors relacionats amb la quantitat de combustible (p.e.: gasolina, gasoil per a embarcacions o gas natural) que es consumeix al port. Les principals fonts de consum de combustible de l'autoritat portuària són fonts estacionàries com ara maquinària, grues, calderes i grups de fred; i fonts mòbils, essencialment vehicles en propietat de l'autoritat com ara cotxes i embarcacions. Per últim, la subcategoria *Consums d'altres recursos* engloba els indicadors que fan referència a la utilització de consumibles com ara paper, tòners d'impressorà o olis lubricants.

La principal font d'on provenen els indicadors d'aquesta categoria és la recerca realitzada en informes ambientals d'autoritats portuàries, seguida a molta distància pel projecte PPRISM i la última versió de les Guies per a l'elaboració d'informes ambientals desenvolupades pel GRI.

**Gestió de residus**

Els ports són, sovint, un punt de connexió clau per al trànsit de passatgers i un punt on es concentren diverses activitats industrials. Aquestes pràctiques generen una gran varietat de residus, tant ordinaris com perillosos, que els ports han de gestionar de forma adequada (ESPO, 2012). Un residu es defineix com qualsevol substància, tant líquida com sòlida, que
el seu propietari té la intenció de, o està obligat a desfer-se'n (EcoPorts Foundation, 2004). Això converteix aquest aspecte en una categoria significativa que recull 63 indicadors, entre operacionals i de gestió, dividits en 4 subcategories com es pot veure a la Taula 3.11.

**Taula 3.11: Categoria Gestió de residus i les seves subcategories**

<table>
<thead>
<tr>
<th>Categoria</th>
<th>Subcategories</th>
<th>Nombre d'indicadors</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Gestió de residus</td>
<td>Generació de residus</td>
<td>34</td>
</tr>
<tr>
<td>(63)</td>
<td>Generació de residus sòlids urbans</td>
<td>7</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Generació de residus perillosos</td>
<td>13</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Generació d'altres residus</td>
<td>9</td>
</tr>
</tbody>
</table>

La subcategoria *Generació de residus* inclou indicadors que fan referència als residus de forma general, sense distingir de quin tipus són. La subcategoria *Generació de residus sòlids urbans* inclou els indicadors que fan referència a residus de les fraccions: orgànica, paper i cartró, plàstics i vidre. La següent subcategoria és la dedicada als residus perillosos que inclou, entre altres, cartutxos de tinta, olis usats, fluorescents i bateries. Per últim la subcategoria *Generació d'altres residus* inclou els residus industrials no perillosos com ara metalls, fusta, filtres d'oli o residus electrònics.

Les dues principals fonts d'on provenen els indicadors de *Gestió de residus* són la recerca realitzada d'informes ambientals d'autoritats portuàries, i el projecte PPRISM.

**Soroll**

L'emissió de soroll, el grau excessiu o molest de so no desitjat, és un problema social important i té unes implicacions considerables en les operacions portuàries (ESPO, 2012). La major part del soroll generat en un port prové dels vaixells i del trànsit de mercaderies. Les operacions portuàries, tant siguin en vaixells com a terra, estan en funcionament les 24 hores del dia, fet que pot crear molèsties a les comunitats de població adjacents i fins i tot representar un problema per a la salut.

Durant la recerca d'indicadors s'han identificat 22 indicadors relacionats amb el soroll classificats en una sola categoria. Els indicadors identificats fan referència als nivells de soroll en diferents franges horàries i a les mesures implementades per controlar o reduir aquests nivells. Les principals fonts d'aquesta categoria són el projecte PPRISM i la recerca realitzada en informes d'autoritats portuàries.
Desenvolupament portuari
El creixement del transport marí a nivell mundial requereix el desenvolupament continu dels ports (construcció de canals més profuns, nous molls, etc.). A terra, la falta d'espai i el nombre creixent d'indústries que se situen a les zones portuàries poden generar la necessitat del port a expandir-se cap als voltants (EcoPorts Foundation, 2004).

Tot i que, el desenvolupament portuari està definit com a activitat, i no com a aspecte, degut a la seva importància aquesta categoria recull els indicadors relacionats amb el desenvolupament dels ports, tant en el mar com a terra ferma. Inclou un total de 21 indicadors agrupats en una sola categoria que, majoritàriament, fan referència al dragatge de sediments i l'eliminació o deposició d'aquests. La principal font d'aquesta categoria és el projecte PPRISM.

Afectació de la biodiversitat
Els ecosistemes costaners i marins proporcionen una extraordinària biodiversitat de fauna i flora. L'ecologia marina inclou fauna i flora aquàtica formada per un gran nombre d'espècies bacterianes, fitoplàncton, zooplàncton, organismes bentònics, coralls, algues, mol·luscs, crustacis, peixos i altres organismes aquàtics (UN, 1992a). Les activitats dutes a terme als ports poden tenir impactes perjudicials per a la biodiversitat dels habitats marins, i també dels terrestres (UN, 1992b). És crucial conèixer quines són les activitats que poden afectar les espècies d'un habitat i el seu comportament natural i actuar per prevenir l'afectació.

Aquesta categoria engloba els indicadors relacionats amb la monitorització de la fauna i la flora de l'àrea portuària, la protecció d'habitats naturals i l'estatus del sòl. A tall d'exemple, algun dels indicadors inclosos en aquesta categoria són el nombre d'hàbitats naturals protegits i recuperats i el nombre d'aus protegides. S'han identificat 43 indicadors en una sola categoria, provinents, principalment, del projecte PPRISM i dels informes de les autoritats portuàries consultades.

Tot seguit, després d'haver definit cadascuna de les categories d'indicadors, es presenta la recerca de criteris feta per poder reduir el nombre d'indicadors recopilats.
4. Selecció de criteris per a l'avaluació dels Indicadors Ambientals

En el capítol anterior es va dur a terme una recerca exhaustiva i es van recopilar un gran nombre dels indicadors ambientals existents. Per aquest motiu, es va considerar necessari filtrar el total d'indicadors per tal d'assolir una llista més reduïda i més adequada per ser potencialment aplicada a les zones portuàries.

Per tal de dur a terme aquest procés de filtratge d'una manera sistemàtica, es va avaluar cada indicador a partir d'un conjunt de criteris. A continuació, es van acceptar els indicadors que complien amb més criteris i es van descartar aquells que complien amb pocs o cap dels criteris avaluats. Aquesta secció vol establir i definir el conjunt de criteris utilitzats per a l'avaluació dels indicadors ambientals.

4.1. Fonts consultades i obtenció de criteris generals

Per tal d'establir els criteris que permetessin avaluar el gran nombre d'indicadors recopilats, el primer pas va consistir en realitzar una recerca bibliogràfica de criteris ja existents per a la selecció d'indicadors.

Es van consultar un total de 11 fonts diferents. Aquestes inclouen articles científics (Dale and Beyeler, 2001; Peris-Mora et al., 2005; Donnelly et al., 2007); informes de governs (EC, 1998 i Ministeri de Medi Ambient de Nova Zelanda, 1998) i institucions públiques (EEA, 2005; UNEP, 2003); informes generats per altres organismes (OCDE, 1993; Verfaille and Bidwell, 2000); publicacions online (Jakobsen, 2008) i fins i tot els resultats d'una investigació desenvolupada en el marc d'un curs de gestió ambiental (De Leffe et al., 2003).

A l'Annex C.1 es presenta la taula que inclou tots els criteris identificats pertanyents a les fonts anteriors. En total, es van identificar 84 criteris.

4.2. Agrupació de criteris

En l'anàlisi de la taula de l'Annex C.1, es va detectar que hi havia criteris de selecció de diferents fonts que, si bé no eren idèntics, conceptualment coincidien entre ells. Per tant, era possible agrupar-los en un mateix criteri. D'aquesta manera, el que es va fer va ser crear una nova taula on a les files es van col·locar els criteris, ja agrupats i resumits en una sola
paraula, i a les columnes les fonts d'on s'havien obtingut. Aquesta taula es pot veure a l'Annex C.2 d'aquest estudi, on es pot observar el grau d'utilització de cada criteri, és a dir, la suma de fonts que el recomanen (nombre de l'última columna). A mode de resum, a la Taula 4.1 es mostren els criteris identificats juntament amb la seva definició. Aquest procés va permetre reduir els 84 criteris identificats a les fonts a un total de 22.

\[\text{Taula 4.1: Criteris després de l'agrupació}\]

<table>
<thead>
<tr>
<th>Criteris</th>
<th>Definicions</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1. Fiable</td>
<td>La font de l'indicador és una font contrastada i robusta científicament.</td>
</tr>
<tr>
<td>2. Mesurable</td>
<td>L'indicador pot ser mesurat quantitativament.</td>
</tr>
<tr>
<td>3. Entendedor</td>
<td>El significat de l'indicador és fàcil de comprendre.</td>
</tr>
<tr>
<td>4. Prioritzat per la legislació</td>
<td>L'indicador està definit com a prioritat en legislacions / directives reconegudes (internacionalment / a nivell europeu).</td>
</tr>
<tr>
<td>5. Rellevant</td>
<td>L'indicador està enfocat i orientat cap a les prioritats del port.</td>
</tr>
<tr>
<td>6. Informatiu</td>
<td>L'indicador permet millorar la comunicació exterior del pla d'actuació del port.</td>
</tr>
<tr>
<td>7. Disponible</td>
<td>L'indicador està disponible per a les parts implicades.</td>
</tr>
<tr>
<td>8. Sensible</td>
<td>L'indicador és sensible a les particularitats del sistema.</td>
</tr>
<tr>
<td>10. Cost-eficient</td>
<td>La implementació de l'indicador és factible en termes de temps i econòmicament respecte el benefici/resultat obtingut.</td>
</tr>
<tr>
<td>11. Comparable</td>
<td>L'indicador facilita comparacions potencials de l'actuació mediambient entre ports.</td>
</tr>
<tr>
<td>12. Estàndard</td>
<td>L'indicador és equivalent per una àmplia escala tant espacial com temporal.</td>
</tr>
<tr>
<td>13. Predictible</td>
<td>L'indicador és capaç de predir modificacions potencials en la configuració del sistema.</td>
</tr>
<tr>
<td>15. Integrat</td>
<td>L'indicador forma part d'un conjunt més gran d'indicadors els quals permeten la descripció del sistema.</td>
</tr>
<tr>
<td>16. Progressa vers els objectius</td>
<td>L'indicador permet avaluar una activitat de manera que els objectius siguin acomplerts.</td>
</tr>
<tr>
<td>17. Permet observar tendències</td>
<td>L'indicador permet observar tendències en l'actuació del port.</td>
</tr>
<tr>
<td>18. Actualitzat regularment</td>
<td>L'indicador es determina en intervals de temps regulars per tal de poder influenciar activament la informació objectiu.</td>
</tr>
<tr>
<td>19. Específic</td>
<td>L'indicador té en compte les particularitats del port.</td>
</tr>
</tbody>
</table>
20. Límits ben establerts | L'indicador té límits ben definits i proporciona informació sobre les seves pròpies limitacions.

21. Àmplia acceptació | L'indicador apareix en la majoria de fonts consultades.

22. Adaptable | L'indicador està adaptat a altres indicadors, models i sistemes de predicció.

### 4.3. Selecció de criteris

Un cop analitzada la bibliografia es va proposar fer una tria d’aquells criteris que es consideraven més representatius de cara a aquest projecte.

Es van estudiar amb més detall els 22 criteris citats a la Taula 4.1. Es va observar que hi havia criteris que representaven una mateixa idea i es podien fusionar encara més, i altres es podien descartar perquè no formaven part de l'abast d'aquest projecte. Aquest procés va comportar una reducció de 22 a 10 criteris. La Taula 4.2 mostra els criteris fusionats, els que s'han mantingut igual i els tres criteris que es van descartar.

#### Taula 4.2: Procés de fusió dels criteris

<table>
<thead>
<tr>
<th>Criteris Anteriors</th>
<th>Criteris Nous</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1. Fiable</td>
<td>1. Fiable</td>
</tr>
<tr>
<td>2. Límits ben establerts</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>3. Pràctic</td>
<td>2. Pràctic</td>
</tr>
<tr>
<td>4. Actualitzat regularment</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>5. Entenedor</td>
<td>3. Entenedor</td>
</tr>
<tr>
<td>6. Informatiu</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>7. Ben definit</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>8. Rellevant</td>
<td>4. Adequat</td>
</tr>
<tr>
<td>9. Permet observar tendències</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>10. Específic</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>11. Mesurable</td>
<td>5. Econòmicament rentable</td>
</tr>
<tr>
<td>12. Cost-eficient</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>13. Comparable</td>
<td>6. Comparable</td>
</tr>
<tr>
<td>14. Estàndard</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>15. Progressa vers els objectius</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>16. Prioritzat per la legislació</td>
<td>7. Legislat</td>
</tr>
<tr>
<td>17. Sensible</td>
<td>8. Sensible als canvis</td>
</tr>
<tr>
<td>18. Disponible</td>
<td>9. Disponible</td>
</tr>
</tbody>
</table>
Selecció d'Indicadors Ambientals a Ports Marítimes i Guies per a la seva Aplicació Pràctica

Criteris Anteriors | Criteris Nous
--- | ---
19. Àmplia acceptació | 10. Àmplia acceptació
20. Predictible
21. Integrat
22. Adaptable | Descartats

El resultat d'aquest anàlisi va comportar l'agrupament de criteris que es consideraven compatibles entre ells. Per exemple, com es pot veure a la taula anterior, el nou criteri Entenedor ve de la fusió dels criteris Entenedor, Informatiu i Ben definit, o el nou criteri Adequat ve de la fusió dels criteris Rellevant, Permet observar tendències i Específic.

En aquest procés es van descartar tres criteris que no s'adequaven a aquest projecte: Predictible, Integrat i Adaptable. El criteri Predictible es va descartar perquè no estava dins l'abast d'aquest estudi predir possibles impactes o situacions mediambientals adverses a través dels indicadors. El criteri Integrat aplicava a un conjunt d'indicadors i en aquest projecte s'avaluaven els indicadors individualment. Per tant, es feia difícil l'elecció d'un criteri que els avalués en conjunt. Per últim, el criteri Adaptable estava relacionat amb la capacitat d'un indicador d'adaptar-se a altres indicadors, models o sistemes de predicción. En aquest estudi, com s'ha comentat, aquest aspecte no es va tenir en compte ja que es va fer un anàlisi individualitzat de cada indicador.

A la Taula 4.3 es mostren els 10 criteris que es van obtenir després d'aquest anàlisi juntament amb una definició de cada un.

<table>
<thead>
<tr>
<th>Criteris generals</th>
<th>Definicions</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1. Fiable</td>
<td>La font de l'indicador és una font contrastada i robusta científicament. La informació obtinguda per l'indicador és fiable i objectiva.</td>
</tr>
<tr>
<td>3. Entenedor</td>
<td>El significat de l'indicador és clar i fàcil de comprendre. Permet millorar la comunicació exterior del pla de gestió ambiental del port.</td>
</tr>
<tr>
<td>4. Adequat</td>
<td>L'indicador està enfocat i orientat cap a les prioritats i les polítiques del port.</td>
</tr>
<tr>
<td>5. Econòmicament rentable</td>
<td>La seva implementació és econòmicament viable respecte el resultat esperat.</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Taula 4.3: Criteris després del procés de fusió
Selecció d'Indicadors Ambientals a Ports Marítims i Guies per a la seva Aplicació Pràctica

<table>
<thead>
<tr>
<th>Criteris generals</th>
<th>Definicions</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>6. Comparables</td>
<td>L'indicador facilita comparacions potencials de la gestió mediambiental entre ports i permet observar tendències comparables al llarg dels anys, inclús del mateix port.</td>
</tr>
<tr>
<td>7. Legislat</td>
<td>L'indicador està regulat per normativa nacional i/o internacional (p.e.: Directives europees)</td>
</tr>
<tr>
<td>8. Sensible als canvis</td>
<td>L'indicador és sensible a les particularitats del sistema.</td>
</tr>
<tr>
<td>9. Disponible</td>
<td>L'indicador està disponible tant pels membres de la comunitat portuària com pel públic en general.</td>
</tr>
<tr>
<td>10. Àmplia acceptació</td>
<td>L'indicador apareix en la majora de fonts consultades per a la identificació d'indicadors ambientals (més del 50%).</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Per d’aplicar tots aquests criteris als indicadors seleccionats en el capítol 3, es va decidir dur a terme 2 filters diferents. Un primer filter de caràcter més genèric i un segon més específic.

4.3.1. Criteris genèrics per al Primer Filtro

A partir dels criteris presentats a la Taula 4.3 es va fer una selecció d'aquells més genèrics per aplicar-los a un primer filtratge dels indicadors. Es va utilitzar els indicadors de la categoria Gestió ambiental, obtinguts de la recerca realitzada en el capítol 3, per a realitzar un assaig d'aplicabilitat dels 10 criteris seleccionats i poder determinar quins eren els més genèrics.

Durant aquest assaig es va veure que per aplicar els criteris Econòmicament rentable i Legislat es necessitava una recerca més exhaustiva que aplicaria més a un segon filter. Altres com Pràctic o Sensible als canvis només tenien sentit per alguns dels indicadors i també eren més idonis per a un segon filtratge. També es va observar que els criteris Disponible i Adequat avaluaven aspectes que depenia de les polítiques dels ports, les quals serien diferents en cada cas. El primer es va descartar i el segon es va redifinir per fer-lo més aplicable passant-se a anomenar: Útil.

Com a resultat d'aquest assaig, es va decidir que els criteris que servirien per aplicar un primer filter als indicadors recopilats serien els 5 que es veuen a la Taula 4.4.
Selecció d'Indicadors Ambientals a Ports Maríims i Guies per a la seva Aplicació Pràctica

Taula 4.4: Llista de criteris del primer filtre

<table>
<thead>
<tr>
<th>Criteri</th>
<th>Definició</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1. Fiable</td>
<td>És possible contrastar la informació proporcionada per l'indicador de manera independent al port. És a dir, a través de mitjans propis i sense haver de demanar informació a l'Autoritat Portuària.</td>
</tr>
<tr>
<td>2. Entendedor</td>
<td>L'enunciat de l'indicador és clar, comprensible i no genera dubtes ni permet diverses interpretacions.</td>
</tr>
<tr>
<td>3. Útil</td>
<td>L'indicador és útil i rellevant per tal d'avaluar la gestió ambiental sense tenir en compte altres factors.</td>
</tr>
<tr>
<td>4. Comparable</td>
<td>L'indicador pot ser comparat entre ports i permet fer tendències al llarg del temps sense tenir en compte si la informació que proporciona és fiable.</td>
</tr>
<tr>
<td>5. Àmplia acceptació</td>
<td>La meitat (50%) de les fonts consultades recomanen l'indicador. Cal destacar que, les fonts consultades inclouen, entre altres, indicadors proposats per les diferents legislacions que afecten el sector portuari.</td>
</tr>
</tbody>
</table>

4.3.2. Criteris per al Segon Filtre

Un cop determinats els criteris que conformaven el primer filtre el següent pas va consistir en seleccionar els criteris que havien de conformar el segon. Així com el primer filtre era de caràcter general i només avaluava aspectes genèrics dels indicadors, el segon filtre havia de ser més detallat i avaluar aspectes més específics.

A la Taula 4.5 es poden veure els criteris seleccionats per al segon filtre i la seva definició. El criteri Legislat no varia la seva definició respecte a la definició anterior (Taula 4.3). El criteri Significatiu és un criteri completament nou que no ha aparegut anteriorment. Es va considerar que era necessari incorporar-lo per tal de disposar d'un criteri en el segon filtre que avalués la importància dels indicadors. També es va mantenir la definició del criteri Econònicament rentable, i, a més, es va especificar com s'havia d'aplicar el criteri depenent de la naturalesa dels indicadors. Els criteris Mètode ben definit i Fàcil de monitoritzar venen de la divisió del criteri Pràctic, vist a la Taula 4.3. Es va considerar que, a fi de realitzar un anàlisi més detallat, aquest dos conceptes, que anteriorment estaven reflectits en el criteri Pràctic, s'havien d'avaluar per separat. Per últim, es va modificar la definició del criteri Sensible als canvis, de la Taula 4.3 d'aquest capítol, per tal de facilitar la seva aplicabilitat a l'avaluació d'indicadors ambientals.
<table>
<thead>
<tr>
<th>Indicador</th>
<th>Definició</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1. Legislat</td>
<td>L’indicador està regulat per normatives nacionals i/o internacionals (p.e.: Directives europees)</td>
</tr>
<tr>
<td>2. Significatiu</td>
<td>Per als indicadors qualitatius s’avalua si l’indicador és rellevant dins la seva categoria. Per als indicadors quantitatius s’avalua si té sentit mesurar l’indicador en el medi per el qual està definit (basant-se en una recerca bibliogràfica).</td>
</tr>
<tr>
<td>3. Econòmicament rentable</td>
<td>La seva implementació és econòmicament viable respecte el resultat esperat. Per als indicadors qualitatius es valoren els recursos invertits (temps, material, etc.). Per als quantitatius s’estudia el cost aproximat del mètode més econòmic.</td>
</tr>
<tr>
<td>4. Mètode ben definit</td>
<td>Existeix un mètode ben definit científicament amb uns paràmetres clars i basat en tècniques ben establertes i coneigudes.</td>
</tr>
<tr>
<td>5. Fàcil de monitoritzar</td>
<td>Existeix un procediment senzill i pràctic per mesurar l’indicador. Aquest procediment ha de constar de pocs passos i ha de proporcionar un valor de forma fàcil.</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Com s’observa a la Taula 4.5, per a certs criteris, la forma d’avaluar els indicadors varia segons si són qualitatius o quantitatius. Generalment, els indicadors qualitatius són els de les categories següents: *Gestió ambiental, Consum de recursos, Gestió de residus* i *Desenvolupament portuari*. Per altra banda, els indicadors quantitatius pertanyen majoritàriament a les categories: *Emissions a l’aire, Abocaments a aigües/sediments, Soroll* i *Afectació de la biodiversitat*. Malgrat tot, hi ha excepcions, i dins de categories generalment qualitatives, també hi ha indicadors quantitatius, i viceversa.

En aquest capítol s'han descrit els criteris que es van aplicar en les dues etapes del procés de filtratge. En el següent capítol s'explicarà la metodologia utilitzada per tal de realitzar aquest procés.
5. Mètodes de filtratge dels Indicadors Ambientals

Aquest capítol detalla el mètode que es va seguir per tal de realitzar el filtratge dels indicadors ambientals seleccionats en el capítol 3. El procés va constar de tres etapes: (i) Primer Filtre, (ii) Agrupament i (iii) Segon Filtre. Per poder aplicar els filtres es van utilitzar els criteris definits en el capítol anterior.

5.1. Primer Filtre

El primer filtratge de la llista d'indicadors recopilats va consistir en l'avaluació individual dels aproximadament 650 indicadors recopilats. Per a fer-ho, es van utilitzar els criteris definits en el capítol 4, recollit a la Taula 5.1.

### Taula 5.1: Criteris del primer filtre

<table>
<thead>
<tr>
<th>Criteris</th>
<th></th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Fiable</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Entenedor</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Útil</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Comparable</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Àmplia acceptació</td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

L'avaluació dels indicadors va ser realitzada per 3 investigadors diferents amb l'objectiu d'aplicar el filtre de manera contrastada. Els criteris utilitzats per aquesta primera avaluació són de caràcter genèric per tal de passar la gran quantitat d'indicadors que teníem inicialment per un primer sedàs.

A la Taula 5.2 es pot veure un fragment del format utilitzat per fer l'avaluació del primer filtre. A la primera columna hi ha el nom dels indicadors. Les columnes centrals són l'espai reservat a la valoració individual de cada avaluador. Un punt verd significa que l'indicador compleix el criteri i un punt vermell significa que no el compleix. L'avaluació que s'observa en aquesta taula correspon a l'avaluador A2. La subtaula de la dreta resumeix el resultat de cada avaluador (columnes A1, A2 i A3) on un senyal de verificació verd (✓) indica que l'valuator ha escollit l'indicador i una creu vermella (✗) que no ha considerat que l'indicador hagi de superar el primer filtre. Finalment, la última columna indica si un indicador ha superat el primer filtre o no.
Cada avaluador, de forma independent als altres, decidia quins criteris complia cada un dels indicadors. Es va considerar què per a què un indicador fos acceptat, el quocient entre els criteris acomplerts i el total de criteris avaluats havia de ser superior al 50%, és a dir, havia de complir la meitat més un dels criteris. Com que el primer filtre consta de 5 criteris, els indicadors que en complien 3 o més eren els candidats a superar el primer filtre. Per últim, es van posar en comú les 3 llistes resultants (una llista per cada avaluador). Tots aquells indicadors que havien estat escollits per almenys 2 dels 3 avaluadors van superar el primer filtre. D'aquesta manera es va obtenir una primera llista dels indicadors que prosseguien endavant amb el procés.

Com s'observa a la taula, el dos primers indicadors no van ser acceptats. Només els indicadors Existència de diferents contenidors per a la recol·lecció dels residus portuaris i Freqüència de neteja de l'àrea portuària van ser escollits per més de 2 avaluadors i, per tant, van superar el primer filtre.

Així doncs, dels 646 indicadors avaluats, 348 van superar el primer filtre. A l'Annex D.1 es pot veure una mostra de l'avaluació realitzada en el primer filtre.

### 5.2. Reagrupament

Un cop obtinguda la llista d'indicadors que havien superat el primer filtre es van reorganitzar. Per una banda, es van agrupar aquells indicadors que resultaven repetitius. Per altra banda, també es van unificar els indicadors que estaven normalitzats de diferents maneres en un sol indicador més general. Aquest procés es va fer de forma que no es perdés informació, recopilant quins indicadors s'agrupaven amb quines. D'aquesta manera, en cas que fos necessari a l'hora de fer les fitxes, es disposaria de tota la informació.
Per exemple, uns dels indicadors que es van reagrupar van ser els relacionats amb el consum d'electricitat. A partir del primer filtre, es van obtenir 3 indicadors relacionats amb el consum elèctric però expressats de diferents maneres, com es pot veure a la Taula 5.3. Per tant, es van reorganitzar dins d'un mateix indicador més general anomenat: *Consum anual d'electricitat*. Per no perdre la informació específica dels 3 indicadors, en l'elaboració de la guia d'aquest indicador general s'especifica que aquest consum es pot expressar de diverses maneres: com a valor absolut anual, normalitzat respecte el nombre de treballadors, dividit pel volum de mercaderia, etc.

### Taula 5.3: Indicadors de consum elèctric reagrupats

<table>
<thead>
<tr>
<th>Indicador general</th>
<th>Indicadors agrupats</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Consum anual d'electricitat</td>
<td>Consum total elèctric anual (kWh/t)</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Consum elèctric per volum de càrrega (kWh/t)</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Consum d'electricitat per nombre de treballadors</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Altres indicadors que es van agrupar són, per exemple, dos indicadors que fan referència a iniciatives per reduir els gasos d'efecte hivernacle (Taula 5.4): un indicador sobre l'existència d'iniciatives per reduir les emissions de CO₂; i un altre sobre el nombre d'iniciatives implementades per tal de reduir les emissions de CO₂. És evident que el valor del segon indicador permet saber la resposta a la pregunta plantejada per el primer indicador. Per tant, es van agrupar en un de sol.

### Taula 5.4: Indicadors sobre iniciatives per reduir les emissions de GHG reagrupats

<table>
<thead>
<tr>
<th>Indicador general</th>
<th>Indicadors agrupats</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Nombre i descripció de les iniciatives implementades per tal de reduir les emissions de gasos d'efecte hivernacle</td>
<td>El port pren mesures per tal de reduir la seva Petjada de Carboni? (Sí/No)</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Nombre i descripció de les iniciatives implementades per tal de reduir les emissions de gasos d'efecte hivernacle</td>
</tr>
</tbody>
</table>

5.3. Segon Filtre

El segon filtratge dels indicadors constava de 6 criteris que avaluaven individualment els 254 indicadors resultants del reagrupament. Els criteris per aquest segon filtre, que es mostren a la Taula 5.5 i definits a l'apartat 4.6, avaluaven aspectes més detallats dels indicadors. En molts casos va ser necessari fer una recerca més detallada per tal de determinar si un indicador complia un criteri concret.

**Taula 5.5: Criteris del segon filtre**

<table>
<thead>
<tr>
<th>Criteris</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Legislat</td>
</tr>
<tr>
<td>Significatiu</td>
</tr>
<tr>
<td>Econòmicament rentable</td>
</tr>
<tr>
<td>Mètode ben definit</td>
</tr>
<tr>
<td>Fàcil de monitoritzar</td>
</tr>
<tr>
<td>Sensible als canvis</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Igual que en el primer filtre, es va considerar que per a què un indicador fos acceptat havia de complir la meitat més un dels criteris, és a dir: el quocient entre el criteris acomplerts i el total de criteris avaluats havia de ser superior al 50%. En aquest cas però, hi havia una particularitat, el total de criteris avaluats no era sempre constant. Degut a la diferent naturalesa dels indicadors, i tenint en compte que els criteris del segon filtre són molt més específics, no tots els criteris aplicaven sempre a tots els indicadors. A més, era possible que per certs indicadors no es trobés suficient informació per tal d'avaluar un criteri concret. En aquests dos casos els criteris afectats no havien de computar en el total de criteris avaluats. Es va dissenyar un sistema d'avaluació que tingués en compte aquesta particularitat. Aquest sistema es regeix per la següent fórmula:

\[
\frac{\text{Criteris acomplerts}}{6-(\text{Criteris que no apliquen}+\text{Criteris dels que no s'ha trobat informació})} > 0.5 \quad \text{Eq. (1)}
\]

En el numerador hi ha el nombre de criteris que compleix l'indicador avaluat. El nombre 6 del denominador fa referència al nombre total de criteris. A aquest valor es resta el nombre de criteris que es considera que no apliquen a l'indicador que s'està avaluant i el nombre d'aquells dels quals no es troba suficient informació. D'aquesta manera s'obté el nombre de criteris avaluats que pot variar entre 1 i 6 i ser diferent per a cada un dels indicadors. El quocient havia de ser superior a 0,5 per a què l'indicador es considerés acceptat.
A la taula 5.6 es pot veure un fragment de la taula utilitzada per avaluar el segon filtre. A l'esquerra hi ha el nom dels indicadors a avaluar i a la dreta una subtaula preparada per avaluar els 6 criteris per a cada un dels indicadors. Igual que en l'avaluació del primer filtre, un punt vermell indica que l'indicador no compleix el criteri i un punt verd indica que l'indicador compleix el criteri. En aquest segon filtre però, i com s'ha esmentat anteriorment, hi ha dues impossibilitats més: que un criteri no apliqui a un determinat indicador (punt gris), i que no es trobi suficient informació per tal d'avaluar un criteri per un cert indicador (punt blau).

Per exemple, com s'observa a la taula 5.6, l'indicador *Quantitat anual d'aigua de pluja recuperada* complia 3 criteris de 4 (del criteri 1 no es va trobar informació i el criteri 4 no aplicava per aquest indicador), el quocient va ser 0,75 (superior a 0,5), tal i com es pot observar a l'Equació (2), i per tant va superar el segon filtre. Per la seva banda, l'indicador *Demanda biològica d'oxigen* complia 5 criteris dels 6 criteris avaluats i superava també el segon filtre, ja que aplicant l'Equació (1) s'obtenia un quocient de 0,83.

\[
\text{Criteris acomplerts} = \frac{3}{6-1-1} = 0,75 \quad \text{Eq. (2)}
\]

Finalment, l'indicador *Percentatge de la superfície portuària amb sistema de captació i tractament d'aigua de pluja* complia 1 criteri de 4 avaluats, aplicant la fórmula es va obtenir un quocient de 0,25 i per tant es dedueix que no va superar el filtre.

<table>
<thead>
<tr>
<th>Indicadors</th>
<th>Criteris</th>
<th>Acceptació</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Demanda biològica d'oxigen (DBO) (mg/l)</td>
<td>1 2 3 4 5</td>
<td>✔</td>
</tr>
<tr>
<td>Quantitat anual d'aigua de pluja recuperada (m³/any)</td>
<td>1 2 3 4 5</td>
<td>✔</td>
</tr>
<tr>
<td>Percentatge de la superfície portuària amb sistema de captació i tractament d'aigua de pluja</td>
<td>1 2 3 4 5</td>
<td>✗</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Degut a la complexitat d'aquest mètode i al fet que era necessària la recerca d'informació per a cada indicador, aquest procés va ser realitzat per una sol avaluador (en comptes de 3 com en el primer filtre). A l'Annex D.3 es pot consultar una mostra més àmplia de l'avaluació realitzada en el segon filtre.
Un cop avaluats tots els indicadors, es va obtenir la llista final d'indicadors que superaven el segon procés de filtratge, 195 en total, els quals es poden consultar a l'Annex D.4.
6. Desenvolupament de les guies d'aplicació dels indicadors

En els apartats anteriors s'ha descrit la recerca d'indicadors realitzada, la seva classificació, la selecció dels criteris escollits per a filtrar el gran nombre d'indicadors identificats i, finalment, el disseny de la metodologia que es va utilitzar per tal de dur a terme el filtratge d'aquests. Aquest procés va permetre recopilar prop de 650 indicadors i seleccionar, entre aquests, els més adequats per ésser utilitzats en els ports europeus. Aquests indicadors són els que conformaran la base de dades de l'eina TEIP (mencionada en la secció 1.5), desenvolupada des de la UPC en el marc del projecte europeu PORTOPIA.

Per últim, el darrer pas per a assolir l'objectiu d'aquest projecte va consistir en elaborar una guia d'ús individual per a cada uns dels indicadors finals, per tal de no només proveir una llista d'indicadors als ports europeus que decideixin utilitzar el TEIP, si no també proporcionar unes recomanacions de com implementar aquests indicadors.

6.1. Estructura de les guies

Tal i com s'ha comentat en el capítol 5, la diferent naturalesa dels indicadors impedia avaluarm-los tots de la mateixa forma. Per exemple, hi havia criteris del segon filtre que no aplicaven a certs indicadors. De forma semblant, ja que es feia difícil crear un únic model de guia que fos aplicable a tots els indicadors simultàniament, es va decidir crear-ne dos. Per una banda, es va crear un model orientat als indicadors de gestió i operacionals (vegeu les definicions d'aquests tipus d'indicadors ambientals a la secció 3.1), centrats en aspectes més relacionats amb els elements d'un sistema de gestió ambiental i en l'operació del port. Per altra banda, es va dissenyar un model per als indicadors de condició ambiental (vegeu secció 3.1), els quals mesuren paràmetres físics i químics del medi ambient i que, per tant, requereixen de mètodes quantitatius i d'equips de mesura.

6.1.1. Model de guia per als indicadors de gestió i operacionals

El model utilitzat per a elaborar les guies dels indicadors de gestió i operacionals és el que es presenta a la Taula 6.1. Aquests indicadors pertanyen principalment a les categories d'indicadors: Gestió ambiental, Consum de recursos, Gestió de residus i Desenvolupament portuari, tot i que també hi ha indicadors de gestió i operacionals en altres categories, com ara a Emissions de l'aire (p.e.: càlcul de la petjada de carboni) o Afectació de la biodiversitat.
Taula 6.1: Estructura de la guia per als indicadors de gestió i operacionals

<table>
<thead>
<tr>
<th>Nom de l'indicador</th>
<th>Nº de l'indicador</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Categoria de l'aspecte ambiental</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Subcategoria</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Definició</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Importància de l'indicador</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Formes d'expressar l'indicador</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Freqüència de monitorització</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Esforç</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Recomanacions</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Referències</td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

Els dos primers elements de la guia són el nom i el número d'identificació de l'indicador. Aquests dos elements són molt importants per a una correcta identificació de cada guia amb el seu corresponent indicador. Tot seguit s'especifica la categoria i la subcategoria a la qual pertany l'indicador (vegeu la classificació dels indicadors en l'apartat 3.3) per tal de situar l'indicador en context. A continuació, es proporciona una definició del paràmetre o paràmetres que componen l'indicador i es ressalta el motiu pel qual és important monitoritzar-lo. Seguidament, es detallen els elements més tècnics que són, per ordre, la forma o formes d'expressar l'indicador, la freqüència de monitorització d'aquest i el nivell d'esforç que comporta.

En quant a la forma d'expressar els indicadors, el fet que existeixin indicadors de naturalesa molt diversa comporta que els resultats també es puguin expressar de formes diferents. Per exemple, per una banda hi ha indicadors qualitatius que només requereixen d'una resposta afirmativa o negativa. Per altra banda, hi ha indicadors quantitatius que s'expressen, a partir d'un o més resultats numèrics, en unes determinades unitats de mesura.

Respecte el següent element, la freqüència de monitorització, a diferència de la diversitat de formes d'expressar els indicadors, acostuma a no variar entre indicadors i a ser anual. Tot i
així, és un element important a definir per a contribuir a l'homogeneïtzació dels resultats proporcionats pels indicadors a nivell global. Per últim, per tal de definir el tercer element tècnic, el nivell d'esforç que comporta la monitorització dels indicadors, s'ha definit una escala amb tres rangs d'esforç tal i com es mostra a la Taula 6.2.

**Taula 6.2: Escala dels nivells d'esforç dels indicadors de gestió i operacionals**

<table>
<thead>
<tr>
<th>Tipus d'esforç</th>
<th>Descripció</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Nivell baix</td>
<td>La informació requerida per l'indicador s'obté de forma immediata.</td>
</tr>
<tr>
<td>Nivell mig</td>
<td>La informació requerida per l'indicador no és molt complexa, però no s'obté de forma immediata.</td>
</tr>
<tr>
<td>Nivell alt</td>
<td>La informació requerida per l'indicador és detallada i és possible que requereixi de l'establiment de registres addicionals.</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Finalment, els dos últims elements del model de guia per als indicadors de gestió i d'operació (Taula 6.1) són les recomanacions (si aplica) i les referències utilitzades en l'elaboració de la guia de cada un dels indicadors.

**6.1.2. Model de guia per als indicadors de condició ambiental**

El segon model de guia es va dissenyar tenint present que els indicadors de condició ambiental requereixen d'un mètode estandarditzat i de material com ara instruments de laboratori, sondes o equips més complexes, com ara espectròmetres, per tal de ser monitoritzats. Els indicadors de condició ambiental pertanyen principalment a les categories *Emissions a l'aire, Abocaments a la l'aigua i als sediments* i *Emissions al sòl*. A la Taula 6.3 es presenta el model de guia proposat per aquests tipus d'indicadors.
**Taula 6.3: Estructura de la guia per als indicadors de condició ambiental**

<table>
<thead>
<tr>
<th>Nom de l'indicador</th>
<th>Nº de l'indicador</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Categoría de l'aspecte ambiental</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Subcategoría</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Definició</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Importància de l'indicador</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Unitats</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Descripció del mètode recomanat</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Valors límit</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Localitzacions de monitorització</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Freqüència de monitorització</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Cost aproximat</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Notes</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Referències</td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

L'estructura de l'encapçalament és idèntica a la del primer model (vegeu Taula 6.1). Així doncs, els sis primers elements del model són el nom i el número d'identificació de l'indicador, la categoria de l'aspecte ambiental i la subcategoría segons la classificació descrita a l'apartat 3.3, la definició dels paràmetres de l'indicador i la importància d'aquests.

Tot seguit, es troben els elements més tècnics de la guia que són, per ordre, les unitats de mesura, la descripció del mètode recomanat, els valors límits (si n'hi ha), algunes possibles localitzacions de monitorització (si s'escau), la freqüència de monitorització i el cost aproximat del material necessari per a dur a terme el mètode recomanat.
Finalment, a l'igual que en el model de guia per als indicadors de gestió i d'operació, els dos últims elements són un espai per a indicar notes referents als altres elements del model i les referències específiques utilitzades en l'elaboració de la guia de cada indicador.

6.2. Exemples de guies elaborades

Un cop descrits els dos models de guia dissenyats, en aquesta secció es presenten diversos exemples de guies elaborades. Concretament es mostren 7 guies elaborades amb el primer model (indicadors de gestió i operacionals) i 4 guies d'indicadors de condició ambiental, realitzades amb el segon model. Addicionalment, a l'Annex E es pot consultar una mostra representativa (80) del conjunt de guies elaborades en aquest projecte.

6.2.1. Exemples de guies d'indicadors de gestió i d'operació

A mode d'exemple, es mostren 7 guies dels indicadors de gestió i d'operació. S'ha seleccionat un indicador de cada categoria que conté indicadors d'aquests dos tipus. A la Taula 6.4 es mostren els indicadors que es presenten a mode d'exemple i a quina categoria pertanyen.

<table>
<thead>
<tr>
<th>Nom de l'indicador</th>
<th>Categoria</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Percentatge d'objectius ambientals assolits</td>
<td>Indicadors de gestió</td>
</tr>
<tr>
<td>Provisió de descomptes per als vaixells amb el certificat Green Award (green vessels)</td>
<td>Emissions a l'aire</td>
</tr>
<tr>
<td>Provisió d'emmagatzematge de GNL</td>
<td>Consum de recursos</td>
</tr>
<tr>
<td>Residus sòlids urbans (RSU) anuals recollits segons els tipus de residus</td>
<td>Gestió de residus</td>
</tr>
<tr>
<td>Existència d'un mapa de soroll de l'àrea portuària i els contorns</td>
<td>Soroll</td>
</tr>
<tr>
<td>Percentatge dels sediments dragats enviats a un ús beneficial</td>
<td>Desenvolupament portuari</td>
</tr>
<tr>
<td>Nombre total d'espècies d'aus protegides</td>
<td>Afectació de la biodiversitat</td>
</tr>
</tbody>
</table>

La primera guia (Taula 6.5) correspon a l'indicador de la categoria *Indicadors de gestió* que monitoritza el progrés en l'assoliment d'objectius ambientals establert per al port de forma anual.
**Taula 6.5: Guia d'un indicador de la categoria Indicadors de gestió ambiental**

<table>
<thead>
<tr>
<th>Nom de l'indicador</th>
<th>Percentatge d'objectius ambientals assolits</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Categoría de l'aspecte ambiental</td>
<td>Indicadors de gestió ambiental</td>
</tr>
<tr>
<td>Subcategoria</td>
<td>Indicadors d'objectius</td>
</tr>
</tbody>
</table>

**Definició**

Aquest indicador determina el percentatge d'objectius ambientals que s’han assolit respecte el total dels objectius ambientals plantejats pel port. Un objectiu ambiental és un fi a atènyer, relacionat amb el medi ambient, que l’autoritat portuària es planteja aconseguir.

Aquest valor s’obté dividint el número d’objectius assolits entre el número objectius totals plantejats, tal i com indica la següent fórmula:

\[
\text{Percentatge d'objectius ambientals assolits} = \frac{\text{Número d'objectius ambientals assolits}}{\text{Número d'objectius ambientals plantejats}} \times 100
\]

**Importància de l'indicador**

La importància d’aquest indicador rau en el fet que no només és important monitoritzar el número d’objectius ambientals que es planteja anualment l’autoritat portuària, sinó que encara és més important saber quin percentatge d’aquests objectius plantejats s’ha acabat assolint.

**Formes d’expressar l’indicador**

Percentatge del total

**Freqüència de monitorització**

Anual

**Esforç**

**Nivell baix:** la informació requerida per l’indicador s’obté de forma immediata.

A la Taula 6.6 es presenta com a exemple la guia d’un indicador de la categoria *Emissions a l’aire* que tracta sobre una iniciativa per tal de reduir la contaminació causada per les embarcacions en els ports.
### Taula 6.6: Guia d’un indicador de gestió de la categoria Emissions a l’aire

<table>
<thead>
<tr>
<th>Nom de l’indicador</th>
<th>Provisió de descomptes per als vaixells amb el certificat Green Award (green vessels)</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Categoría de l’aspecte ambiental</td>
<td>Emissions a l’aire</td>
</tr>
<tr>
<td>Nº de l’indicador</td>
<td>2.2</td>
</tr>
<tr>
<td>Subcategoria</td>
<td>Emissions de gasos de combustió</td>
</tr>
</tbody>
</table>

#### Definició

*Green Award* [1] és un certificat emès per l’entitat independent *Green Award Foundation* [2] a les embarcacions i a les companyies de transport marítim que han fet esforços per tal de millorar el rendiment ambiental, la seguretat i la qualitat de l’embarcació i la tripulació [3]. Per exemple, invertint en motors més efficient ecològicament que emetin menys diòxids de sofre (SO₂).

#### Importància de l’indicador

La creació d’incentius per part de les Autoritats Portuàries és de gran importància per tal de contribuir a la disminució dels impactes ambientals associats al trànsit d’embarcaciones en els ports. La provisió de descomptes a les companyies de transport marítim que han fet esforços per millorar el rendiment ambiental dels seus vaixells n’és un bon exemple.

#### Forma d’expressar l’indicador

Resposta qualitativa: Sí / No (es poden afegir indicacions).

#### Freqüència de monitorització

Anual

#### Esforç

**Nivell baix:** la informació requerida per l’indicador s’obté de forma immediata.

#### Referències


Tot seguit, a la Taula 6.7 es presenta la guia d’un indicador de la categoria *Consum de Recursos*. Es tracta d’un indicador de gestió que es centra en l’existència en el port d’instal·lacions per a proveir gas natural liquat (GNL) a les embarcacions interessades.
<table>
<thead>
<tr>
<th>Nom de l'indicador</th>
<th>Provisió d'emmagatzematge de GNL</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Categoria de l'aspecte ambiental</td>
<td>Consum de recursos</td>
</tr>
<tr>
<td>Nº de l'indicador</td>
<td>5.11</td>
</tr>
<tr>
<td>Subcategoria</td>
<td>Consum de combustibles fòssils</td>
</tr>
</tbody>
</table>

**Definició**

El Gas Natural Liquat (GNL) és un gas natural que esdevé líquid al sotmetre'l a una temperatura de -160 ºC. El gas liquat ocupa un volum corresponent a 1/600 del volum ocupat per el combustible en estat gasós [1]. El fet de poder reduir tant el volum el fa òptim com a combustible per a embarcacions de càrrega, on l'espai és un factor crític.

**Importància de l'indicador**

A nivell internacional, l'Organització Marítima Internacional (IMO, en anglès) ha establert les regulacions MARPOL per a reduir les emissions de $SO_x$, $NO_x$ i PM de les embarcacions marítimes (Annex VI). El GNL és un alternativa bona tant des del punt de vista ambiental (permet reduir les emissions de $NO_x$ en un 90%, les de $SO_x$ i PM pràcticament en un 100% i les de $CO_2$ fins a un 20%) com de l'econòmic ja que les autoritats portuàries estan en capacitat de liderar el canvi per adoptar aquesta nova tecnologia [1].

**Formes d'expressar l'indicador**

Resposta qualitativa: Sí / No (Es pot afegir observacions)

**Freqüència de monitorització**

Anual

**Esforç**

Nivell baix: la informació requerida per l'indicador s'obté de forma immediata.

**Referències**


El següent exemple de guia és de la categoria Gestió de residus. L'indicador seleccionat com a exemple se centra en la quantitat de residus sòlids urbans (RSU) recollits anualment a l'àrea portuària (Taula 6.8).
**Taula 6.8: Guia d'un indicador de la categoria Gestió de residus**

<table>
<thead>
<tr>
<th>Nom de l'indicador</th>
<th>Residus sòlids urbans (RSU) anuals recollits segons els tipus de residus</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Categoria de l'aspecte ambiental</td>
<td>Gestió de Residus</td>
</tr>
<tr>
<td>Subcategoria</td>
<td>Generació de residus sòlids urbans</td>
</tr>
</tbody>
</table>

**Definició**

Quantitat dels residus sòlids urbans que es recullen a l'àrea portuària en un any. Els tipus de RSU recollits per separat més comuns són:
- Rebuig
- Envasos
- Cartró
- Vidre
- Matèria orgànica
- Altres residus especials

**Importància de l'indicador**

Degut a la capacitat dels RSU de provocar impactes negatius sobre les aigües subterrànies, l'aire, el sòl, o simplement sobre el valor estètic d'un medi, els RSU poden equiparar-se a un tipus de contaminació [1]. Monitoritzar la quantitat de cada tipus recollida és útil per a controlar l'eficiència dels sistemes de recollida en el recinte portuari.

**Formes d'expressar l'indicador**

Residus expressats en tones i en percentatge respecte el total (vegeu nota):

<table>
<thead>
<tr>
<th>Tipus de RSU</th>
<th>Q. recollida (t/any)</th>
<th>% del total</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Rebuig</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Envasos</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Cartró</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Vidre</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Matèria orgànica</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Altres residus especials</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

RSU totals recollits 100 %

**Freqüència de monitorització**

Anual

**Esforç**

Nivell alt: la informació requerida per l'indicador és detallada i és possible que requereixi de l'establiment de registres addicionals.

**Nota**

Expressar els diferents percentatges en un diagrama de barres permetrà una interpretació més directa i visual. Per exemple:

![Diagrama de barres](image)

**Referències**

Per últim es presenten tres guies de les categories Soroll (Taula 6.9), Desenvolupament portuari (Taula 6.10) i Afectació de la biodiversitat (Taula 6.11).

Taula 6.9: Guia d'un indicador de la categoria Soroll

<table>
<thead>
<tr>
<th>Nom de l'indicador</th>
<th>Existència d'un mapa de soroll de l'àrea portuària i els contorns</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Categoria de l'aspecte ambiental</td>
<td>Soroll Nº de l'indicador 7.3</td>
</tr>
</tbody>
</table>

**Definició**

Els mapes de soroll són la representació geogràfica (sobre un plànol) de la informació relacionada amb els nivells de soroll exteriors i de l'exposició acústica amb informació associada de l'impacte ocasionat a la població afectada [1]. Per a més informació sobre el desenvolupament d'un mapa de soroll vegeu la referència [2].

**Importància de l'indicador**

Un mapa de soroll o una visió geogràfica del soroll és una eina molt útil que mostra a les autoritats portuàries les àrees del port on els nivells actuals de soroll presenten un problema, les àrees on és necessària una reducció dels nivells de soroll i a on el futur desenvolupament del port tindrà els majors impactes negatius [1].

**Forma d'expressar l'indicador**

Resposta qualitativa: Sí / No (es poden afegir observacions)

**Freqüència de monitorització**

Anual

**Esforç**

Nivell baix: la informació requerida per l'indicador s'obté de forma immediata.

**Notes**

Exemple de mapa de soroll (Port d'Amsterdam) [2]:

![Mapa de soroll](https://www.metrans.org/research/11-26-noise-mapping-container-terminals-port-los, 20 de març de 2016)

**Referències**


Taula 6.10: Guia d’un indicador de la categoria Desenvolupament portuari

<table>
<thead>
<tr>
<th>Nom de l'indicador</th>
<th>Percentatge dels sediments dragats enviats a un ús beneficial</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Categoria de l'aspecte ambiental</td>
<td>Desenvolupament portuari</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Definició

L’ús beneficial del material dragat és el terme amb el que es coneix la utilització dels sediments dragats com a matèria primera per a certes aplicacions. Alguns d’aquestes aplicacions on el material dragat té valor i pot ser utilitzat són les següents [1]:
- Creació de superfície terrestre (per a la construcció de noves àrees en els ports)
- Cobriment d'abocadors
- Recuperació de platges
- Creació i recuperació d'hàbitats naturals

Importància de l'indicador

Gran parts dels sediments que s'obtenen del dragatge no estan contaminats i no necessiten ser depositats en instal·lacions especials. Aquestes instal·lacions són costoses de fabricar i mantenir. Per tal de no sobrecarregar innecessàriament aquestes instal·lacions amb material no contaminat es busquen aplicacions com a alternativa on aquest material sigui útil [1].

Formes d'expressar l'indicador

% de sediments per a ús beneficial respecte el total dragat.

Freqüència de monitorització

Anual

Esforç

Nivell mig: la informació requerida per l'indicador no és molt complexa, però no s'obté de forma immediata.

Referències

**Taula 6.11: Guia d'un indicador de la categoria Afectació a la biodiversitat**

<table>
<thead>
<tr>
<th>Nom de l'indicador</th>
<th>Nombre total d'espècies d'aus protegides</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td><strong>Categoria de l'aspecte ambiental</strong></td>
<td>Afectació a la biodiversitat</td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Nº de l'indicador</strong></td>
<td>9.2</td>
</tr>
</tbody>
</table>

**Definició**

Aquest indicador informa del nombre total d'espècies d'ocells protegides a nivell de l'Autoritat Portuària dins de l'àrea portuària.

**Importància de l'indicador**

Europa acull més de 500 espècies d'ocells en llibertat. Malauradament, el 32% d'aquestes espècies no està, actualment, en un bon estat de conservació [1]. Tot i que existeixen legislacions i directives europees (essent la més significativa la Directiva sobre aus silvestres [2]), és important, per a la conservació local de les espècies presentes en l'àrea portuària, que aquesta registri el nombre total d'espècies d'aus que habiten o fan escala migratòria en les zones protegides del port.

**Formes d'expressar l'indicador**

Nombre total d'espècies d'aus protegides (es poden fer observacions)

**Freqüència de monitorització**

Anual o superior

**Esforç**

Nivell alt: la informació requerida per l'indicador és detallada i és possible que requereixi de l'establiment de registres addicionals.

**Referències**


### 6.2.2. Exemples de guies d'indicadors de condició ambiental

Per als indicadors de condició ambiental, s'han seleccionat 4 guies a mode d'exemple. A la Taula 6.12 es mostren els indicadors seleccionats i la categoria a la qual pertanyen.

**Taula 6.12: Exemples d'indicador de condició ambiental**

<table>
<thead>
<tr>
<th>Nom de l'indicador</th>
<th>Categoria</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Monòxid de carboni (CO)</td>
<td>Emissions a l'aire</td>
</tr>
<tr>
<td>Tributil d'estany (TBT) a l'aigua</td>
<td>Abocaments a l'aigua i als sediments</td>
</tr>
<tr>
<td>Hidrocarburs aromàtics policíclics (PAH) als sediments</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Quantitat de matèria orgànica del sòl</td>
<td>Emissions al sòl</td>
</tr>
</tbody>
</table>

De la categoria *Emissions a l'aire* es presenta una guia sobre l'indicador que monitoritza la concentració de monòxid de carboni, un gas producte de la combustió (Taula 6.13).
Taula 6.13: Guia d'un indicador de condició ambiental de Emissions a l’aire

<table>
<thead>
<tr>
<th>Nom de l'indicador</th>
<th>Monòxid de carboni (CO)</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Categoría de l'aspecte ambient</td>
<td>Emissions a l'aire</td>
</tr>
<tr>
<td>Subcategoria</td>
<td>Emissions de gasos de combustió</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Definició

El monòxid de carboni és un gas inodor, incolor i insípid. La principal font d'emissió de CO és la combustió incompleta en els motors de combustió interna d'automòbils, camions i avions. Altres fonts importants d'emissió són la producció d'energia, els processos industrials o els incendis [1].

Importància de l'indicador

El CO és un component important en la contaminació atmosfèrica de zones urbanes i en la contaminació en interiors d'edificis ja que té efectes perjudicials per a la salut humana a curt termini. Addicionalment, tot i que el CO no és un gas d'efecte hivernacle la seva oxidació a CO$_2$ pot tenir efectes adversos en el clima global [1].

Unitats

1. mg/m$^3$, mil·ligrams de CO per metre cúbic d’aire [2]
2. ppm, parts per milió [2]

Equivalències

$$\text{ppm} \cdot \frac{M}{24.4} = \frac{mg}{m^3}$$

on: $M$ massa molecular de la substància, 28 g/mol en el cas del CO
$24.4$ volum d’un mol (l/mol) d’un gas ideal a una pressió de 1 atm i una temperatura de 25ºC [2]

Descripció del mètode recomanat

Tots seguit es presenta un mètode per a la determinació de la concentració de CO a l'aire ambient mitjançant absorció d'infraroig no dispersiva (NDIR) [3].

Fonament:

La tècnica NDIR és un mètode pensat per a la monitorització contínua i es basa en l’absorbència de radiació d’infraroig característica de la molècula del CO a $\lambda = 4.6 \, \mu m$. Aquesta absorbència es pot utilitzar per mesurar la concentració de CO fins i tot en presència d’altres gasos.

Equip necessari:

- Sistema de mostreig: és necessari per recollir mostres d’aire de l’atmosfera i conduir-les fins a l’anàlitzador sense alterar la seva composició. Està compost pels següents elements:
  - Sonda de presa de mostres
  - Tub d’aspiració
  - Canalitzacions (tubs)
  - Bomba d’aspiració d’aire
- Sistema d’anàlisi: es basa en la tècnica de detecció NDIR i està compost pels següents elements
  - Analitzador NDIR (mesura l’absorbència del CO a $\lambda = 4.6 \, \mu m$)
  - Sistema de control d’humitat (per exemple, columna d’assecat Nafion® [4])
  - Filtre de partícules (per evitar que partícules en suspensió entrin a la cel···la de detecció)
  - Cabalímetre (permet saber el volum de mostra)
- Sistema d’enregistrament de dades: sistema capaç d’enregistrat en un format de dades estàndard.

Valors límit

10 mg/m$^3$, concentració mitjana màxima durant 8 hores [5].
Localitzacions de monitorització

Normalment les estacions de mesura se situen a una alçada de 3 a 10 m, en un punt suficientment allunyat de la font d'emissió del contaminant [6].

Freqüència de monitorització

Monitorització horària les 24 hores del dia durant tot l'any (vegeu nota) [3].

Cost

<table>
<thead>
<tr>
<th>Sistema de col·lecció de l'aire</th>
<th>500 € [7]</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Analitzador NDIR</td>
<td>5.400 € [8]</td>
</tr>
<tr>
<td>Sistema d'enregistrament</td>
<td>97 € [9]</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Notes

Durant la monitorització és habitual una pèrdua del 5 al 10% de les dades al cap de l'any (per manteniment, avaries, etc.) [3].

Referències

[4] CHROMSERVIS. Dryer Nafion, 1 tube 0.07", 144" length, SS shell/fittings [https://www.chromservis.eu/p/dryer-nafion-1-tube-0-07-144-length-ss-shell-fittings, 6 de març de 2016]

A continuació, es presenten dues guies de la categoria Abocaments a l'aigua i als sediments. D’aquesta categoria es presenten dues guies perquè engloba dos compartiments ambientals, les aigües portuàries i els sediments. El primer exemple pertany a un indicador sobre la monitorització de les aigües, concretament, indica la concentració de tributil d'estany (TBT) a les aigües portuàries (Taula 6.14). La segona guia que es presenta d’aquesta categoria és la concentració d’hidrocarburs aromàtics policíclics (PAH) en els sediments de les aigües portuàries (Taula 6.15).
Selecció d'Indicadors Ambientals a Ports Marítims i Guies per a la seva Aplicació Pràctica

Taula 6.14: Guia sobre la qualitat de l'aigua de la categoria Abocaments a l'aigua i als sediments

<table>
<thead>
<tr>
<th>Nom de l'indicador</th>
<th>Tributil d'estany (TBT) a l'aigua</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Categoría de l'aspecte ambiental</td>
<td>Abocaments a l'aigua i als sediments</td>
</tr>
<tr>
<td>Nº de l'indicador</td>
<td>3.19</td>
</tr>
<tr>
<td>Subcategoria</td>
<td>Abocaments d'aigües residuals</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Definició

El tributil d'estany (Tributyltin, TBT) és un compost organometàlic que constitueix la base dels contaminants organoestanyats, es tracta de 3 grups butils units covalentment a un àtom central d'estany (IV). Els compostos orgànics d'estany s'han utilitzat intensivament a tot el món des dels anys 1960 com a additius en pintures per a embarcacions marítimes degut a les seves excel·lents propietats antiincrustants. Addicionalment el TBT s'utilitza en la sinterització de fungicides, de biocides i de pesticides i com a agent estabilitzant en polímers i catalitzadors [1].

Importància de l'indicador

El TBT és un paràmetre important a monitoritzar degut al seu potencial de bioacumulació, als seus afectes perjudicials pel medi ambient, especialment pel medi aquàtic, i al seu caràcter de contaminant global [1].

Importància de l'indicador | El TBT és un paràmetre important a monitoritzar degut al seu potencial de bioacumulació, als seus afectes perjudicials pel medi ambient, especialment pel medi aquàtic, i al seu caràcter de contaminant global [1]. |

Unitats

| Unitats | ppb, parts per bilió (µg/l) [1] |

Descripció del mètode recomanat

Tor seguit es presenta un mètode analític per a la determinació de Tributil d'Estany (TBT) en aigües salades mitjançant la tècnica d'anàlisi cromatografia de gasos - detector de flama fotomètric (GC-FDP) [1].

Material

- Equip de detecció GC-FDP (per exemple: Shimadzu GC-2010 plus series)
- Cartutxos SPE Lichorlit forisil de Sigma-Aldrich

Mostreig

- Les mostres es prenen en ampolles de vidre fosc i es transporten al laboratori conservades en gel.
- Les mostres d'aigua es filtran amb un fíltre de paper de 90 mm per tal d'eliminar les partícules en suspensió.
- S'afegeixen 2 ml d'HCl (aq.) 1 M a cada mostra com a agent conservatiu.
- Les mostres es conserven en ampolles de vidre fosc, prèviament rentades amb àcid, a 4ºC.

Preparació de la mostra

1. Per a l'extracció dels compostos organoestanyats s'utilitzen 500 ml de mostra, que s'ajusten a pH 2 mitjançant HClíq. 
2. S'utilitzen cartutxos d'extracció en fase sòlida (SPE). 
3. Prèviament a l'extracció de la mostra es passen a través de cada cartutx 5 ml de tolué, 5 ml de metanol i 5 ml d'aigua desionitzada. Seguidament es deixen assecar durant 45 minuts. 
4. Un cop preparats, s'aspiren a través dels cartutxos 500 ml de mostra per tal d'extreure els compostos organoestanyats. 
5. S'utilitza una bomba de buit connectada al cartutx a través de connexions de PTFE. 
6. Els analits s'eludeixen del cartutx amb 10 ml de tolué i es concentren en 2 ml fent passar nitrogen a través de la mostra.

Anàlisi

- En aquest punt les mostres ja estan preparades per a ser introduïdes al sistema d'anàlisi. 
- S'analitza la mostra amb el sistema cromatografia de gasos - detector de flama fotomètric (GC-FDP)
Taula 6.15: Guia sobre la qualitat dels sediments de la categoria Abocaments a l’aigua i als sediments

<table>
<thead>
<tr>
<th>Nom de l’indicador</th>
<th>Hidrocarburs aromàtics policíclics (PAH) als sediments</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Categoría de l’aspecte ambiental</td>
<td>Abocaments a l’aigua i als sediments</td>
</tr>
<tr>
<td>Subcategoria</td>
<td>Qualitat dels sediments</td>
</tr>
<tr>
<td>Definició</td>
<td>El Hidrocarburs Aromàtics Pòlicíclics són una família de compostos químics formats per àtoms de carboni i d’hidrogen, amb una estructura molecular formada per dos o més anells de benzè fusionats. Aquesta família de compostos químics inclou més de 100 substàncies que es diferencien entre elles pel nombre i la posició dels anells.</td>
</tr>
<tr>
<td>Importància de l’indicador</td>
<td>Són substàncies apolars i extremadament hidrofòbiques, propietats que les fan persistents en el medi ambient. Alguns compostos d’aquest grup són altament carcinògens i mutàgens, en particular el compost benzò(a)pirè (B[a]P) [1].</td>
</tr>
<tr>
<td>Unitats</td>
<td>µg/kg, micrograms de PAH per kilogram de mostra</td>
</tr>
<tr>
<td>Descripció del mètode recomanat</td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>
Tot seguit es presenta un mètode per a la determinació de 10 PAH en una mostra de sediments [2]. Aquest mètode es capaç de determinar la concentració en els sediments dels 10 Hidrocarburs Aromàtics Policíclics que es mostren a següent taula:

<table>
<thead>
<tr>
<th>PAH</th>
<th>Fórmula</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Fluorè</td>
<td>C_{12}H_{10}</td>
</tr>
<tr>
<td>Fenantrè</td>
<td>C_{12}H_{10}</td>
</tr>
<tr>
<td>Antracè</td>
<td>C_{12}H_{10}</td>
</tr>
<tr>
<td>Fluorantrè</td>
<td>C_{18}H_{10}</td>
</tr>
<tr>
<td>Pirè</td>
<td>C_{16}H_{10}</td>
</tr>
<tr>
<td>Benzo(a)antracè</td>
<td>C_{18}H_{22}</td>
</tr>
<tr>
<td>Crisè</td>
<td>C_{18}H_{22}</td>
</tr>
<tr>
<td>Benzo(e)pirè</td>
<td>C_{20}H_{12}</td>
</tr>
<tr>
<td>Benzo(k)fluorantrè</td>
<td>C_{20}H_{12}</td>
</tr>
<tr>
<td>Benza(a)pirè</td>
<td>C_{20}H_{12}</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Mostreig:
- S’extreu una mostra de sediments in situ.
- Al laboratori, la mostra s’assecà mitjançant un flux d’aire.

Extracció i preparació de la mostra:
1. S’extreuen, durant 1 hora, els PAH continguts en 10 g de mostra de sediments mitjançant un bany d’ultrasons amb 20 ml de mescla d’acetona i diclorometà (DCM) (1:1).
2. A continuació, es centrifuga la solució que conté l’extracte a 4000 rpm durant 20 min.
3. Es retiren 5ml de la capa superior del líquid i s’extreuen l’anàlit mitjançant 5 ml de dissolvent (mescla 1:1 d’acetona i n-hexà).
4. S’elimina el dissolvent mitjançant evaporació i es recupera la mostra amb 2 ml de n-hexà.
5. La mostra es passa a través d’una columna amb gel de sílice i s’eludeix amb 11 ml de mescla 1:1 de DCM i n-hexà.
6. S’eliminen els dissolvents per evaporació de nou i es recompon la mostra amb 2 ml de metanol específic per columna de HPLC.
7. Finalment, es filtra la mostra a través d’un filtro de PTFE de 0,22 mm de diàmetre de porus i es guarda la mostra en vials segellats.
8. Anàlisi:
Éls HAP extrets de la mostra de sediments s’analitzen mitjançant cromatografia de líquids HPLC. La dissolució d’anàlit (40 ml) s’introdueix a la columna amb un automostrejador a un ritme de 1 ml/min. La determinació de la concentració de HAP es duu a terme per detecció UV.

<table>
<thead>
<tr>
<th>Localitzacions de monitorització</th>
<th>Sediments de les aigües portuàries</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Cost</td>
<td>Bany d’ultrasons 1l: 420 € [3]</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Material de laboratori: 300 € [4]</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Sistema de filtratge: 70 € [4]</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Equip de HPLC i detecció UV: 4.200 € [5]</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Referències
Per últim es presenta la guia de l'indicador que monitoritza la quantitat de matèria orgànica que hi ha al sòl (Taula 6.16) Aquest paràmetre és important en l'estudi del temps i de residència de la mobilitat dels contaminats orgànics que són alliberats al sòl.

Taula 6.16: Guia d'un indicador de la categoria Emissions al sòl

<table>
<thead>
<tr>
<th>Nom de l'indicador</th>
<th>Quantitat de matèria orgànica del sòl</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Categoría l'aspecte ambiental</td>
<td>Emissions al sòl</td>
</tr>
<tr>
<td>Nº de l'indicador</td>
<td>4.4</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Definició

La matèria orgànica del sòl comprèn totes les formes de vida existents al sòl i les restes d'organismes vius que es troben en diversos estats de descomposició. La matèria orgànica “morta” en el sòl es divideix en quatre classes: (i) matèria orgànica dissolta en l’aigua del sòl; (ii) partícules de matèria orgànica d’èssers vius (fauna i flora) en descomposició (fins a partícules de matèria descomposta de 50 micrèus de diàmetre); (iii) humus, el qual comprèn molècules orgàniques (com ara proteïnes, cel·lulosa, àcid húmic i àcid fúlvic) que poden crear enllaços amb altres components minerals o orgànics del sòl (per exemple: contaminants orgànics); i per últim (iv) matèria orgànica inerta o carbó vegetal provinent de la crema de vegetació.

Importància de l'indicador

La matèria orgànica del sòl té influència en moltes propietats físiques, químiques i biològiques del sòl. Algunes d’aquestes propietats tenen a veure amb com els contaminants orgànics es distribueixen en el sòl i la seva activitat [2]. Per exemple, si hi ha molta matèria orgànica, els contaminants orgànics tendeixen a quedar retinguts més temps al sòl.

Unitats

mg C/kg, mil·ligrams de Carboni (C) per kilogram de mostra

Descripció del mètode recomanat

Tot seguit es presenta un procediment per al càlcul del contingut de matèria orgànica d’un sòl a partir de la pèrdua de massa de la mostra per ignició [3].

Material:
- Forn capaç d’assolir els 650 ºC
- Gresols (recipient a prova de temperatura)
- Balança de precisió (0,001g)

Procediment:
1. Pesar 10 g de mostra de sòl, prèviament assecada, amb aire i afegir en un gresol, prèviament tarat.
2. Assecar durant 2 hores a 105 ºC.
3. Anotar la massa amb una precisió de 0,001 g.
4. Col·locar el gresol al forn a 360 ºC durant 2 hores.
5. Refredar fins a 150 ºC.
6. Tornar a pesar el gresol en un ambient tancat sense corrents d’aire.

Càlculs i determinació de la quantitat de matèria orgànica:
La pèrdua de massa per ignició (PMI) es calcula a partir de la següent expressió:

\[ PMI (%) = \frac{Massa \text{ a } 105 \degree C - Massa \text{ a } 360 \degree C}{Massa \text{ a } 105 \degree C} \times 100 \]
Per tal d’estimar la matèria orgànica a partir del PMI es duu a terme un anàlisi de regressió. Se seleccionen sòls amb més i menys matèria orgànica que l’esperada en la mostra de sòl analitzada. Es determina la quantitat de matèria orgànica per el mètode de Walkley-Black (veure [3]) i el de pèrdua de massa per ignició (PMI). Es calcula la recta de regressió i es determina la quantitat de matèria orgànica de la mostra per interpolació.

<table>
<thead>
<tr>
<th>Cost</th>
<th>Forn: 1.300 € [4]</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td></td>
<td>Gresol: 52 € [5]</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Material de laboratori: 300 € [6]</td>
</tr>
</tbody>
</table>

**Referències**


Apart d’aquestes guies, a l’Annex E d’aquest treball es poden consultar exemples de guies representatives de cadascuna de les categories d’indicadors (80 en total).

Cal mencionar que del total de 195 indicadors pels quals es volia fer les guies, ni va haver 14 pels quals no va ser factible fer-les. Les causes van ser, per una banda, que hi havia indicadors massa genèrics per a poder-ne fer una guia concreta d’aplicació (per exemple: Hidrocarburs halogenats als sediments). Per altra banda, algunes altres indicadors es va veure que era millor integrar-los en guies tècniques ja existents. Els 14 indicadors dels quals no ha estat factible fer una guia es poden consultar a l’Annex D.5.


7. Sostenibilitat

7.1. Impactes ambiental i social

En aquest apartat es pretén fer una descripció de l’impacte ambiental que comporta aquest projecte i del conseqüent impacte social. Cal destacar que l’objectiu final d’aquest estudi és contribuir a la millora del medi ambient a través d’incentivar les bones pràctiques en la gestió ambiental dels ports europeus. Així doncs, tot i els impactes ambientals adversos (que seguidament es detallaran) que pot haver ocasionat la realització del projecte, s'espera que, a la llarga, la balança s'inclini a favor del medi ambient.

Els impactes ambientals inherents a la realització del projecte es deriven dels recursos utilitzats. Tot el treball s'ha realitzat a través d’un ordinador personal (PC) i es pot considerar que els recursos addicionals que s'han utilitzat són els habituals del treball d'oficina (és a dir, consum d'aigua i electricitat i consum de material d'oficina com ara paper i tinta).

En quant a l'impacte ambiental del producte desenvolupat en el projecte, s'espera que sigui positiu. Aquesta afirmació es basa en que tots aquells ports que voluntàriament decideixin utilitzar l'eina de selecció d'indicadors ambientals (TEIP) i que apliquin els mètodes i recomanacions indicats a les guies desenvolupades en aquest treball, podran comprendre millor com les seves activitats afecten el medi ambient i els permetrà emprendre mesures correctives i preventives, de forma efectiva i amb coneixement de causa, per tal de disminuir i mitigar els impactes negatius que se’n derivin.

Per últim, els ports són infraestructures sovint integrades dins de grans centres de població. Per tant, qualsevol millora de l'entorn que rodeja els ports, suposarà un impacte social positiu per als habitants que resideixin en aquests entorns.
7.2. Impacte econòmic: pressupost

Tot seguit, en aquest apartat, es detalla el pressupost del projecte. Els costos del pressupost es divideixen en dues categories, el cost material del projecte i el cost dels recursos humans que han estat necessaris.

L'activitat del projecte s'ha desenvolupat parcialment en el departament d'Enginyeria Química de l'ETSEIB, en forma de reunions periòdiques. En aquest espai el consum de recursos ha estat principalment, consum de serveis públics (aigua i electricitat, principalment) i material d'oficina. Per altra banda s'ha fet ús d'un ordinador personal amb Sistema Operatiu Windows® 7 i del paquet Microsoft Office 2010 (Word 2010 i Excel 2010).

En quant als recursos humans necessaris, han estat implicats en el desenvolupament del projecte un estudiant d'enginyeria química, la seva tutora i dos investigadors (un d'ells és el dissenyador de l'eina de selecció d'indicadors descrita, TEIP).

Finalment a la Taula 7.1 es detallen els costos del projecte.

\textit{Taula 7.1: Càlcul dels costos del PFC}

<table>
<thead>
<tr>
<th>Pressupost total del projecte</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td><strong>Concepte</strong></td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Cost material</strong></td>
</tr>
<tr>
<td>Material informàtic</td>
</tr>
<tr>
<td>Ordinador Personal</td>
</tr>
<tr>
<td>Paquet MS Office</td>
</tr>
<tr>
<td>Consum de recursos d'oficina</td>
</tr>
<tr>
<td>Consumibles d'oficina</td>
</tr>
<tr>
<td>Serveis públics</td>
</tr>
<tr>
<td>Cost dels recursos humans</td>
</tr>
<tr>
<td>Enginyer químic</td>
</tr>
<tr>
<td>Tutora</td>
</tr>
<tr>
<td>Investigadors</td>
</tr>
<tr>
<td>Costos imprevistos (5%)</td>
</tr>
<tr>
<td>Costs total</td>
</tr>
</tbody>
</table>
Conclusions

Aquest projecte ha permès dur a terme una àmplia recopilació d'indicadors ambientals que s'utilitzen en els ports marítimes actualment o que són recomanats per les organitzacions del sector i per institucions acadèmiques. També s'ha dissenyat un mètode específic per tal de seleccionar els indicadors ambientals que més s'adequen a la naturalesa de la gestió portuària. És important dissenyar eines específiques per al sector portuari ja que les implicacions mediambientals d'aquesta indústria poden ser molt rellevants i en ocasions no s'han tingut tant en compte com en altres indústries, com ara la química. Finalment, dels indicadors seleccionats s'ha realitzat una guia d'aplicació individualitzada que a permès definir i completar el llistat final d'indicadors seleccionats. Es pot afirmar, doncs, que s'han assolit els objectius que es perseguien.

La informació i el material generat en aquest projecte podrà ser utilitzat en el projecte europeu PORTOPIA i més concretament en l'eina per a la selecció de criteris desenvolupada a la UPC, TEIP (Tool for Environmental Indicators in Ports). Els indicadors seleccionats mitjançant el mètode dissenyat conformaran la base de dades que utilitzarà aquesta eina informàtica, i les guies d'aplicació desenvolupades seran les que es proporcionaran als ports marítimes europeus interessats en utilitzar l'eina. El mètode de filtratge dissenyat pot ser d'utilitat en altres àmbits (com ara l'econòmic o el social) on sigui necessari gestionar i seleccionar un gran nombre d'indicadors.

Per acabar, destacar que aquest projecte representa, en conjunt, l'estat de l'art de la utilització dels indicadors ambientals en els ports marítimes a nivell internacional.
Agraïments

Vull agrair a la directora del Projecte Final de Carrera, la Rosa Mari Darbra, per la seva dedicació, a en Martí Puig i en Xavier Seguí per la seva col·laboració i implicació i en especial a la meva família per el seu recolzament i suport.
Bibliografia


CEN, European Committe for Standardization. Who we are. Brussel·les, 2016. [https://www.cen.eu/about/Pages/default.aspx, 13 de març de 2016]


DEFRA, Department for Environment, Food and Rural Affairs. Sustainable Development: The UK Governments Approach, Quality of Life Counts. Londres, Sustainable Development Unit, DEFRA, 2003


[http://ec.europa.eu/environment/contact/contact_en.htm, 13 de març de 2016]


GRI, Global Reporting Initiative. *Introduction. About GRI.* Boston, USA, 2015a. [https://www.globalreporting.org/information/about-gri/Pages/default.aspx, 15 de març de 2016]


LEHANE, M., LE BOLLOCH, O., CRAWLEY, P. (Eds.). *Environment in Focus, Key Environmental Indicators for Ireland*. Environmental Protection Agency, Dublin, Ireland, 2002


[http://directories.lloydslist.com/, 12 de març de 2016]


PERSEUS. *Policy-oriented marine environmental research in the southern european seas*. 2012.
[http://www.perseus-net.eu/site/content.php?locale=1&locale_j=en&sel=1, 17 de març de 2016]

PORTOPIA. *Aims and Objectives*. Brussel·les, 2016. [http://www.portopia.eu/?page_id=28, 12 de març de 2016]


