



SELINUS UNIVERSITY

SELINUS UNIVERSITY OF SCIENCES AND LITERATURE
Roseau, 00152 - Commonwealth of Dominica

Department: **Master of sciences**

Faculty of: **Engineering & tecnologia**

Major: **Envinromental engineering**

Titolo della tesi:

Il disastro ambientale della piattaforma petrolifera offshore Deepwater Horizon

Student: Morelli Davide *matricola n° UNISE0736IT*

Student Advisory: Salvatore Fava (PhD)

Anno accademico 2018 – 2019

Sessione del 30.12.2018

“Con la presente dichiaro di essere l’unico autore di questo progetto / tesi e che il suo contenuto è solo il risultato delle letture e delle ricerche che ho fatto”.

Davide Morelli

SOMMARIO

SINOSSI (ABSTRACT)	PAG. 005
BIBLIOGRAFIA	PAG. 007
NOTA INTRODUTTIVA	PAG. 008
RINGRAZIAMENTI	PAG. 011
CAPITOLO 1	PAG. 012
IL DISASTRO AMBIENTALE PROVOCATO DALLA BRITISH PETROLEUM NEL GOLFO DEL MESSICO	PAG. 012
CAPITOLO 2	PAG. 014
PETROLIO	PAG. 014
CENNI STORICI	PAG. 014
CARATTERISTICHE DEL GREGGIO	PAG. 015
CARATTERIZZAZIONE E CLASSIFICAZIONE DEL PETROLIO	PAG. 017
DISTILLAZIONE FRAZIONATA TBP	PAG. 019
CICLO PRODUTTIVO DEL PETROLIO	PAG. 020
TRATTAMENTO PRELIMINARE	PAG. 022
TRASPORTO	PAG. 023
TRASFORMAZIONE	PAG. 023
CAPITOLO 3	PAG. 027
TENTATIVI MESSI IN ATTO PER ARGINARE IL DISASTRO AMBIENTALE PROVOCATO DA BRITISH PETROLEUM NEL GOLFO DEL MESSICO	PAG. 027
CAPITOLO 4	PAG. 038
SVERSAMENTO DI GREGGIO IN MARE	PAG. 038
RECUPERO DI GREGGIO SVERSATO IN MARE	PAG. 039
CAPITOLO 5	PAG. 040
UTILIZZO DI DISPERDENTI CHIMICI (SURFACTANTI)	PAG. 040
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI (IPA O PAH)	PAG. 044
STRUTTURA	PAG. 045
PROPRIETA' CHIMICO-FISICHE E COMPORTAMENTO	PAG. 047

EFFETTI SULLA SALUTE	PAG. 047
DEGRADAZIONE DEGLI IPA	PAG. 048
IL METABOLISMO DEGLI IPA NEI PESCI E NEI MOLLUSCHI	PAG. 050
ALLEGATO A – MSDS COREXIT EC 9527 A	PAG. 052
ALLEGATO B – MSDS COREXIT EC 9500 A	PAG. 053
ALLEGATO C – PRODUCT BULLETIN COREXIT EC 9527 A	PAG. 054
ALLEGATO D – PRODUCT BULLETIN COREXIT EC 9500 A	PAG. 055
CAPITOLO 6	PAG. 056
INQUINAMENTO ATMOSFERICO PROVOCATO DA BRITISH PETTROLEUM NEL GOLFO DEL MESSICO (DEEPWATER HORIZON)	PAG. 056
IMPATTO AMBIENTALE DERIVANTE DALLA COMBUSTIONE DEL PETROLIO	PAG. 058
DIOSSINE	PAG. 060
EFFETTI SULLA SALUTE UMANA PROVOCATI DALLE DIOSSINE	PAG. 061
POTENZIALI EFFETTI DI TOSSICITA' DELLE DIOSSINE	PAG. 062
DANNI AL SISTEMA IMMUNITARIO	PAG. 062
DANNI AL SISTEMA RIPRODUTTIVO	PAG. 062
ATTIVITA' TERATOGENA E CANCRO	PAG. 062
VALUTAZIONE DEI RISCHI	PAG. 062
CAPITOLO 7	PAG. 065
INQUINAMENTO DEI LITORALI PROVOCATO DA BRITISH PETROLEUM NEL GOLFO DEL MESSICO (DEEPWATER HORIZON)	PAG. 065
TARBALLS	PAG. 066
CARATTERISTICHE DEI TARBALLS	PAG. 067
EFFETTI DEI TARBALLS SULLE SALUTE DELLE PERSONE	PAG. 067
DECONTAMINAZIONE DELLE SPIAGGE DAI TARBALLS	PAG. 067
MODELLI PER PREDIRE IL MOVIMENTO DEI FLUIDI	PAG. 068
INCHIESTA "AN UNSETTLING EXPERIMENT: DISPERSANTS IN THE GULF"	PAG. 069
CAPITOLO 8	PAG. 071
STRATIFICAZIONE DI PETROLIO GREGGIO SUI FONDALI MARINI PROVOCATA DA BRITISH PETROLEUM NEL GOLFO DEL MESSICO (DEEPWATER HORIZON)	PAG. 071

CAPITOLO 9	PAG. 074
LA CORRENTE DEL GOLFO E LE AREE POTENZIALMENTE COLPITE	PAG. 074
CAPITOLO 10	PAG. 078
ECOTOSSICOLOGIA	PAG. 078
IL TEST ABC	PAG. 080
BIOMARKERS DI ESPOSIZIONE E BIOMARKERS DI EFFETTO	PAG. 080
GLI XENOBIOTICI NELL'AMBIENTE MARINO (GLI IDROCARBURI)	PAG. 082
CAPITOLO 11	PAG. 084
STUDI EPIDEMIOLOGICI CONDOTTI NEGL U.S.A.	PAG. 084
CAPITOLO 12	PAG. 086
ERRORI ED OMISSIONI FATTE DA BRITISH PETROLEUM E DAGLI ALTRI SOGGETTI PAG. 086	
I FATTI	PAG. 086
ERRORI, GRAVI RESPONSABILITA' ED OMISSIONI DI BRITISH PETROLEUM	PAG.087
CAPITOLO 13	PAG. 095
LE CONSEGUENZE DEL DISASTRO AMBIENTALE	PAG. 095
CONSEGUENZE AMBIENTALI SU FAUNA E FLORA	PAG. 095
EXXON VALDEZ, GLI EFFETTI DOPO 20 ANNI	PAG. 096
IL DANNO ECONOMICO	PAG. 096
LA VICENDA GIUDIZIARIA	PAG. 097
IL DOPO DISASTRO	PAG. 098
LA FIDUCIA	PAG. 098
CAPITOLO 14	PAG. 100
UNA POSSIBILE ED ALTERNATIVA GESTIONE DEL DISASTRO	PAG. 100
ALLEGATO E – BRUCHERE CONOSCITIVA DISCOIL_ITA_PAGG_SINGOLE.PDF	PAG. 104
AREA GEOGRAFICA DEL DISASTRO AMBIENTALE DELLA DEEPWATER HORIZON E IMMAGINE DI UN CORMORANO IMMERSO NELLA "MAREA NERA"	PAG. 108

SINOSI (ABSTRACT)

Con la stesura della presente tesi di laurea in ingegneria ambientale si intendono portare all'attenzione dei lettori:

- i fatti ed eventi verificatisi il 20 aprile 2010 che hanno causato il più grave disastro ambientale della storia umana;
- le cause radice alla base del più grave disastro petrolifero verificatosi per colpa dell'uomo;
- l'incapacità di **British Petroleum (BP)** di gestire correttamente le operazioni di perforazione del pozzo Macondo (posto ad 80 miglia dalla costa della Luisiana) e di mantenere poi in efficienza e sicurezza la piattaforma petrolifera Deepwater Horizon mentre era nel pieno della fase estrattiva di greggio dal giacimento sottomarino presente nel Golfo del Messico;
- la totale inadeguatezza ed incapacità tecnica, organizzativa e gestionale di **British Petroleum (BP)** nel predisporre e mettere poi effettivamente in atto un idoneo piano di emergenza da attuarsi in caso di gravi disastri ambientali per contenerne gli effetti e mitigarne le conseguenze in tempi brevi;
- le gravi negligenze ed inosservanze perpetrate da **British Petroleum (BP)** e dai suoi principali "Contractors";
- gli assurdi e per certi versi paradossali errori commessi da **British Petroleum (BP)** nel disperato tentativo di arginare lo sversamento di greggio nel Golfo del Messico;
- un utilizzo indiscriminato e non giustificabile da parte della compagnia petrolifera inglese di enormi quantità di sostanze chimiche surfactanti necessarie per far precipitare il greggio sversatosi in mare sul fondale marino e celarlo alla vista delle persone, di cui oltretutto erano noti da tempo gli effetti tossici per l'ambiente e per l'uomo,
- il ricorso da parte di **British Petroleum (BP)** a tecnologie per certi versi superate, per altri poco efficienti od addirittura inadeguate per fronteggiare l'ecatombe ambientale in essere;
- l'arroganza di **British Petroleum (BP)** nel voler intenzionalmente nascondere al mondo intero notizie ed informazioni in merito al disastro in essere ed alla sua reale gravità;

- i continui tentativi da parte della compagnia petrolifera inglese di ostacolare, rallentare od addirittura voler bloccare indagini ed accertamenti in atto, finalizzati a ricercarne le cause e le dinamiche;
- le reali dimensioni del disastro ambientale verificatosi;
- le drammatiche conseguenze provocate dallo sversamento di greggio in mare (inquinamento marino, inquinamento costiero, inquinamento atmosferico, la compromissione od addirittura distruzione di interi ecosistemi, la moria di un numero incalcolabile di animali, piante ed esseri marini);
- i danni economici provocati dall'esplosione, dall'incendio ed inabissamento della piattaforma petrolifera Deepwater Horizon e dal successivo sversamento incontrollato e continuo in mare di greggio per 106 giorni consecutivi;
- i rischi generati per la salute degli uomini;
- studi, ricerche ed analisi condotte da Università, Istituti ed Enti di ricerca sull'ambiente e su un campione significativo di persone esposte agli effetti derivanti dallo sversamento di greggio.

Il presente documento è stato inoltre elaborato per focalizzare l'attenzione sugli errori, le gravi negligenze ed inosservanze a leggi, norme, ambiente e persone, che **British Petroleum (BP)** ha perpetrato, sottolineando che una miope follia speculativa posta in essere dalla compagnia petrolifera inglese, finalizzata a fargli risparmiare poche centinaia di migliaia di dollari, non effettuando manutenzioni ed adeguamenti necessari a sistemi di sicurezza, risultano essere le cause che hanno portato alla morte di 11 persone, al verificarsi del più grave disastro petrolifero causato dall'uomo, con conseguenze pesantissime per gli ecosistemi, l'uomo e con un costo complessivo da sostenere, per cercare di sanare in parte i danni arrecati, che potrebbe attestarsi attorno ai 42 miliardi di dollari. Nel capitolo 14 si riportano infine riflessioni e modi di intervento antitetici rispetto a quanto fatto da **British Petroleum (BP)**, che sicuramente avrebbero portato a risultati migliori, con impatti per l'ambiente e per l'uomo notevolmente mitigati, sfruttando migliori tecnologie, non impiegando surfattanti tossici e nocivi e con costi di risanamento ambientale notevolmente inferiori.

BIBLIOGRAFIA

Notizie sui siti di informazione italiani

- Grave incidente negli Stati Uniti: esplose una piattaforma petrolifera, ilsole24ore.com, 22 aprile 2010.
- Dopo l'esplosione della piattaforma Bp è disastro ambientale nel Golfo del Messico, ilsole24ore.com, 26 aprile 2010.
- Stato di emergenza in Florida. Obama: stiamo facendo il possibile, ilsole24ore.com, 30 aprile 2010.
- La Casa Bianca ci ripensa. Verso blocco trivellazioni off shore, ilsole24ore.com, 30 aprile 2010.
- Un ecosistema che rischia di scomparire, ilsole24ore.com, 30 aprile 2010.
- La marea nera minaccia anche il delta del Mississippi, ilsole24ore.com, 1 maggio 2010.
- Obama vola in Louisiana. «Catastrofe senza precedenti». E Bp pagherà tutti i danni, ilsole24ore.com, 2-5-2010.
- Cupole, valvole e robot. Bp cerca di tappare le falle, ilsole24ore.com, 3 maggio 2010.
- Impianti troppo profondi. Difficile tappare la falla, ilsole24ore.com, 4 maggio 2010.
- La California vieta le trivellazioni, ilsole24ore.com, 5 maggio 2010.
- Piattaforma petrolifera in fiamme: undici dispersi nel Golfo del Messico, repubblica.it, 21 aprile 2010.
- Petrolio su coste, è catastrofe. Obama: "Stop alle trivelle", repubblica.it, 30 aprile 2010.
- Greggio, tocca alla "cupola". La California ferma le trivelle, repubblica.it, 4 maggio 2010.
- L'onda nera nel Mississippi: i pescatori puliscono il mare, repubblica.it, 5 maggio 2010.
- L'ultimo paradiso americano inghiottito dalla marea nera, repubblica.it, 7 maggio 2010.

Notizie sui siti di informazione esteri (in lingua inglese)

- (EN) Gulf of Mexico Oil Spill (2010), topics.nytimes.com, 2010.
- (EN) Gulf oil spill poses potential human health risks, specials.usatoday.com, 2010.
- (EN) Topic: Oil Spill, specials.usatoday.com, 2010 (archiviato dall'url originale l'8 maggio 2010).
- (EN) Gulf Fire Threatens Long-Term Damage, blogs.wsj.com, 23-4-2010.
- (EN) Twelve missing after blast at oil rig on lease to BP, timesonline.co.uk, 21-4-2010.
- (EN) Barack Obama: 'oil spill is No 1 priority', timesonline.co.uk, 23-4-2010.
- (EN) Pollution disaster as Deepwater Horizon oil rig sinks into sea, timesonline.co.uk, 23-4-2010.
- (EN) Big profits bring comfort to BP but oil spill damage will not fade away, timesonline.co.uk, 27-4-2010.
- (EN) BP oil spill could cost tourism and fishing \$5.5bn, say analysts, timesonline.co.uk, 1-5-2010.
- (EN) Marine paradise in peril as BP oil disaster threatens to become worst ever, timesonline.co.uk, 6-5-2010.

Petrolio

- (EN) McGraw-Hill Concise Encyclopedia of Science and Technology - "Petroleum processing and refining", New York, McGraw-Hill, 2006.
- (EN) Fritz Ullmann, *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, "Oil and Gas"*, 6^a ed., Wiley-VCH, 2002, ISBN 3-527-30385-5.
- Rabia H., Oilwell Drilling, Graham & Trotman
- Economides M.J., Petroleum Well Construction, Wiley
- Aadnoy B.S., Modern Well Design, Balkema
- Nguyen J.P., Drilling, Technip

Processi di biodegradazione del petrolio e degradazione degli inquinanti

- Barr D P & S D Aust - Mechanisms white-rot fungi use to degrade pollutants. Environmental Science and Tecnology 1994 , 28: 78-87
- Canet R, J M Lopez-Real, and A J Beck - Overview of Polycyclic Aromatic Hydrocarbon biodegradation by white-rot fungi. Land Contamination and Reclamation 1999, 7:191-197
- Cerniglia C E - Biodegradation Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. Current Opinion in Biotechnology 1993, 4:331-338
- Muncnerovà D and J Augustin. Fungal Metabolism and Detoxification of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. A Review. Bioresource Tecnology 1994, 48:97-106

Ecotossicologia – Tossicologia – Ecologia applicata

- Ramade F. Ecotoxicologie. Masson ed.
- Bolognesi C., Venier P. Cap. 13, in: Mutagenesi Ambientale. Migliore L., Zanichelli 2004
- Bacci E., Marchetti R. Cap 6, in: Ecologia applicata

Link consultati per la stesura della presente tesi di laurea

<https://www.lifegate.it/persone/news/disastro-deepwater-horizon>

https://it.wikipedia.org/wiki/Estrazione_del_petrolio

https://it.wikipedia.org/wiki/Petrolio#Caratterizzazione_e_classificazione_del_petrolio

<https://www.nalcoenvironmentalsolutionsllc.com/wp-content/uploads/COREXIT-EC9500A-PB-USA.pdf>

[https://www.google.com/search?q=Lower+Marine+Riser+Package+\(LMRP\)&hl=it&rlz=1C2AVNC_enIT580IT580&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=Kxe-5y8qHZOmSM%253A%252CP5NV32MPWCFQYM%252C_&usg=_vXJCMhvH840rtrNdVBv2-MGxSk%3D&sa=X&ved=2ahUKEwjhusqVobbcahWHWiwKHQ-iDEwQ9QEwDnoECAQOBA#imgrc=dbUmx73zHQXyhM:](https://www.google.com/search?q=Lower+Marine+Riser+Package+(LMRP)&hl=it&rlz=1C2AVNC_enIT580IT580&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=Kxe-5y8qHZOmSM%253A%252CP5NV32MPWCFQYM%252C_&usg=_vXJCMhvH840rtrNdVBv2-MGxSk%3D&sa=X&ved=2ahUKEwjhusqVobbcahWHWiwKHQ-iDEwQ9QEwDnoECAQOBA#imgrc=dbUmx73zHQXyhM:)

<http://www.discoil.it/azienda/o-c-s-oggi/>

Siti consultati

- Sito della NASA - foto satellitare del delta del fiume Mississippi
- Sito GreenReport
- Sito GalileoNet

Altre fonti consultate

Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 1999. Toxicological Profile for Total Petroleum Hydrocarbons (TPH). Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services. 231 pp.

Fingas, M.F., W.S. Duval, and G. B. Stevenson. 1979. The Basics of Oil Spill Cleanup. Hull, Quebec, Canada: Minister of Supply and Services. 155 pp.

Payne, J.R., and C.R. Philips. 1985. Petroleum Spills in the Marine Environment: Chemistry and Formation of Water-in-Oil Emulsions and Tar Balls. Chelsea, MI: Lewis Publishers. 148 pp.

NOTA INTRODUTTIVA

La presente tesi di laurea in ingegneria ambientale viene redatta dopo aver consolidato una comprovata e documentabile esperienza lavorativa in ambito di salute e sicurezza sui luoghi di lavoro ed in ambito ambientale, maturata in contesti tra loro differenti, articolati e complessi.

Dal 1999 al 2002 ho espletato la funzione di Rappresentante dei Lavoratori per la Sicurezza Territoriale (R.L.S.T.) in ambito cantieristico, su mandato delle organizzazioni sindacali di categoria e della Scuola Provinciale Edile di Mantova.

Dal 2002 al 2005 ho ricoperto la funzione di consulente in ambiti cantieristici e di sicurezza industriale presso MADE Sicurezza Qualità Ambiente S.r.l., società di consulenza interna del Gruppo Marcegaglia, in cui ho anche espletato le funzioni di formatore del personale operante presso i cantieri con ruoli di Site Manager – Project Manager – Project Engineer – Safety Engineer.

Per alcuni mesi nel corso del 2005 ho svolto il ruolo operativo in cantiere di Safety Engineer presso la centrale ENEL di Piacenza, in cui a seguito di revamping impiantistico sono state installate due unità turbogas accoppiate a due caldaie a recupero per la cogenerazione elettrica.

Dal 2005 al 2009 sono stato titolare di uno studio di consulenza operante in ambiti cantieristici e di sicurezza sui luoghi di lavoro, precisando che nel periodo compreso tra il 2006 ed il 2009, oltre a svolgere la libera professione ed essere titolare di uno studio di consulenza, ho ricoperto alle dipendenze di un importante gruppo industriale leader nel comparto legno per la produzione di pannelli truciolari grezzi, nobilitati ed in Medium Density Fiberboard (MDF) mansioni di A.S.P.P., di R.S.P.P., di formatore del personale in ambiti di salute e sicurezza sui luoghi di lavoro, di responsabile ambientale e di responsabile dei sistemi gestionali.

Dal 2006 al 2015 ho ricoperto i ruoli di A.S.P.P., di R.S.P.P., di formatore del personale in ambiti di salute e sicurezza sui luoghi di lavoro, di responsabile ambientale e di responsabile dei sistemi gestionali presso un importante gruppo industriale leader nel comparto legno per la produzione di pannelli truciolari grezzi, nobilitati ed in Medium Density Fiberboard (MDF).

Dal 2015 ad oggi, espleto le funzioni di R.S.P.P., di HSE Manager e di formatore del personale in ambiti di salute e sicurezza sui luoghi di lavoro presso un'azienda industriale leader nel comparto arredo per la produzione di banchi refrigerati ed arredamenti.

In data 13/01/2015 ho ultimato un percorso di formazione e specializzazione internazionale (U.S.A.) conseguendo i seguenti certificati professionali:

- Occupational Safety and Health Professional 132 hours
- Occupational Safety and Health Manager 48 hours
- Occupational Safety and Health Specialist 44 hours
- Occupational Safety and Health Supervisor 36 hours
- Occupational Safety and Health Trainer (Train-The-Trainer) 36 hours
- Safety and Health Committee/Team Leader 36 hours
- Safety and Health Committee/Team Member 32 hours

Il percorso di formazione e specializzazione internazionale americano che mi ha permesso di conseguire i certificati professionali menzionati sopra, risulta essere equivalente ad International Diploma in Occupational Health and Safety NEBOSH secondo i criteri di certificazione internazionale di Institute for Safety and Health Management (ISHM) – Yuma, AZ 85365.

In data 19/05/2015 ho ultimato un ulteriore percorso di formazione e specializzazione internazionale (U.S.A.) conseguendo i seguenti certificati professionali:

- Oil & Gas Safety and Health Professional 233 hours
- Oil & Gas Safety and Health Manager 192 hours
- Oil & Gas Safety and Health Supervisor 164 hours
- Oil & Gas Safety and Health Specialist 155 hours
- Oil & Gas Safety and Health Train-The-Trainer 70 hours

In data 25/06/2017 ho conseguito il diploma di laurea (Bachelor) presso il POLITECNICO di STUDI AZIENDALI – I.S.S.E.A. SA - di Zugo (CH) in scienze aziendali prevenzione e sicurezza sul lavoro, con voto di laurea 100/110.

RINGRAZIAMENTI

Da operaio ad H.S.E. Manager, un lungo percorso forgiato dal tempo, dalle esperienze, dai sacrifici, dalla dedizione al lavoro, dallo studio, dalla tenacia e dall'ambizione di voler conseguire un obiettivo che mi ero prefissato nel lontano 1995.

Una promessa fatta a persone molto importanti e speciali della mia vita, che mi hanno visto nascere, crescere, sbagliare, che mi hanno donato il loro amore in modo incondizionato, insegnandomi molto, ma che non hanno potuto vederla realizzarsi perché oggi non più in vita.

Un ringraziamento speciale a mia zia Anna e mio zio Luigi per essermi sempre stati accanto, avermi sostenuto, incoraggiato ed aiutato quando ne ho avuto bisogno.

Ringrazio mio papà per essere da sempre il mio mentore ed ispiratore.

Ringrazio mia mamma e mia sorella per avermi sostenuto ed incoraggiato quando né ho avuto bisogno.

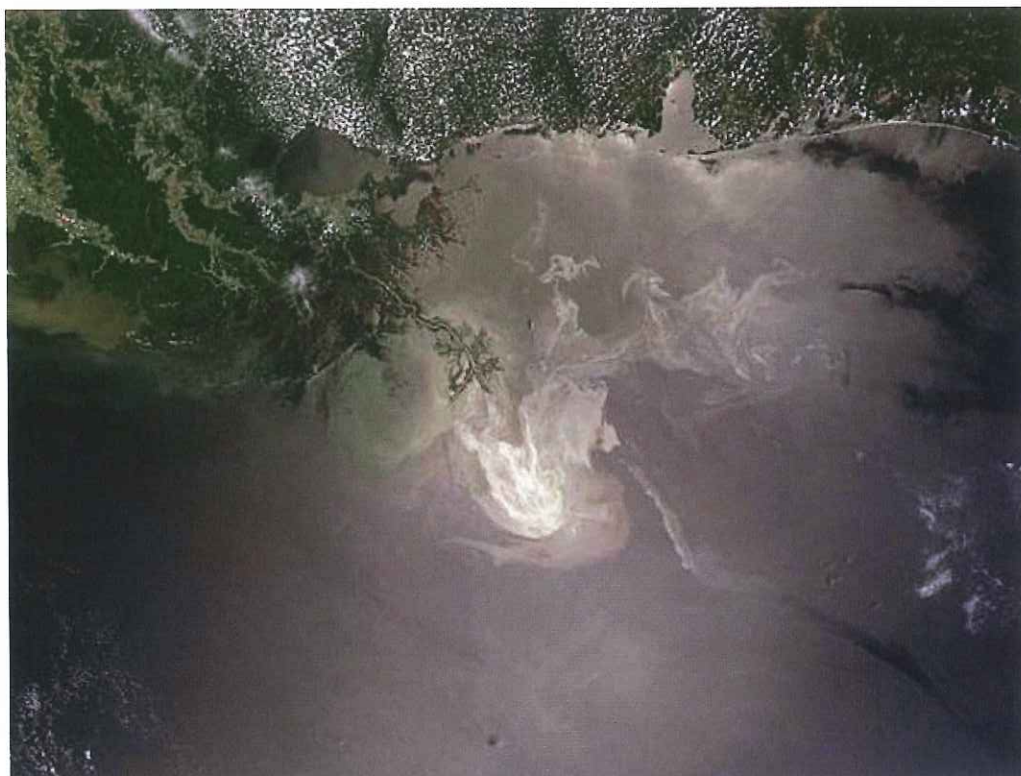
Ringrazio mio nipote Fabio per la gioia e la forza che un bambino è in grado di portare nella vita.

E come scrisse il poeta Gabriele D' Annunzio "MEMENTO AUDERE SEMPER".

CAPITOLO 1

IL DISASTRO AMBIENTALE PROVOCATO DA BRITISH PETROLEUM NEL GOLFO DEL MESSICO

20 aprile 2010 - Il più grave e drammatico disastro ambientale della storia



Il delta del fiume Mississippi il 24 Maggio 2010. Fonte: NASA

La piattaforma di perforazione Deepwater Horizon era una piattaforma petrolifera dal valore di circa 560 milioni di dollari di proprietà dell'azienda svizzera Transocean, la più grande compagnia del mondo nel settore delle perforazioni off-shore; affittata per 496.000 dollari al giorno alla multinazionale **British Petroleum (BP)**, uno dei colossi mondiali dell'estrazione di petrolio e di commercializzazione di benzina per autotrazione.

La piattaforma Deepwater Horizon estraeva circa 9000 barili di petrolio al giorno, era grande quanto 2 campi da calcio e si trovava a circa 80 km dalla Louisiana, nel Golfo

del Messico. Poteva ospitare circa 130 persone. Il 2 settembre 2009 nel giacimento di Tiber, nel Golfo del Messico, la Deepwater Horizon ha perforato il pozzo di idrocarburi più profondo al mondo (10685 metri, di cui 1259 metri rappresentati dalla colonna d'acqua soprastante). L'impianto di perforazione della Deepwater Horizon, lunga 121 metri per 78 metri di larghezza, era una delle più grandi al mondo e poteva operare in acque profonde fino a 2400 metri e scavare pozzi profondi fino a 9100 metri.

Il 20 aprile 2010, mentre la Deepwater Horizon stava completando la perforazione del **pozzo Macondo al largo della Louisiana**, un'esplosione sulla piattaforma ha innescato un violentissimo incendio, che ha ucciso all'istante 11 operai e causato il ferimento di altri 17 lavoratori. In seguito all'incendio, la flotta della **British Petroleum (BP)** ha tentato invano di spegnere le fiamme e di recuperare i superstiti.

Nei giorni successivi all'esplosione della piattaforma, il contrammiraglio di Guardia Costiera, Mary Landry, intervistato dall'ABC, escludeva un'emergenza ambientale significativa. Due giorni dopo (22 aprile 2010), la piattaforma Deepwater Horizon si è rovesciata, affondando e depositandosi sul fondale profondo 400 metri a circa mezzo chilometro più a nord-ovest del pozzo.

Le valvole di sicurezza presenti all'imboccatura del pozzo sul fondale marino non funzionarono correttamente, ed il petrolio greggio, spinto dalla pressione del giacimento petrolifero, ha iniziato a uscire senza controllo, in parte risalendo in superficie per via della minor densità rispetto all'acqua.

Tutti i tentativi di bloccare la fuoriuscita di "marea nera" fallirono. La **British Petroleum (BP)** riuscì ad arginare il problema solo dopo 3 mesi. Corresponsabile del disastro, fu la **multinazionale americana Halliburton**, gruppo statunitense che opera in 120 paesi, specializzata nello sfruttamento dei giacimenti petroliferi, strettamente legato a Dick Cheney, ex vicepresidente degli Stati Uniti, più volte accusato nel corso del suo mandato di aver "favorito l'azienda della quale è stato presidente e amministratore delegato". Il pozzo era stato infatti costruito con la collaborazione appunto della Halliburton, che aveva curato la predisposizione della struttura di cemento che rivestiva il pozzo, il cui "collasso" – secondo quanto emerso dalle ricostruzioni giudiziarie – è stato uno dei motivi principali che hanno causato il disastro.

CAPITOLO 2

PETROLIO

Il petrolio (dal termine tardo latino *petroleum*, composto di *petra*, "roccia", e *oleum*, "olio", cioè "olio di roccia"), anche detto oro nero, è un liquido infiammabile, viscoso, di colore che può andare dal nero al marrone scuro, passando dal verdognolo fino all'arancione, che si può trovare in alcuni giacimenti negli strati superiori della crosta terrestre.

È detto greggio o grezzo il petrolio così come viene estratto dai giacimenti, cioè prima di subire qualsiasi trattamento teso a trasformarlo in successivi prodotti lavorati. Quasi sempre ha una massa volumica inferiore a quella dell'acqua. È composto da una miscela di vari idrocarburi, sostanze formate solo da idrogeno e carbonio (in prevalenza alcani, ma con variazioni nell'aspetto, nella composizione e nelle proprietà fisico-chimiche).

CENNI STORICI

L'industria petrolifera nacque negli anni 1850 negli Stati Uniti (nei pressi di Titusville, Pennsylvania), per l'iniziativa di Edwin Drake. Il 27 agosto 1859 venne aperto il primo pozzo petrolifero redditizio del mondo. L'industria crebbe lentamente durante il 1800 e non diventò di interesse nazionale (USA) fino agli inizi del ventesimo secolo; l'introduzione del motore a combustione interna fornì la domanda che ha poi largamente sostenuto questa industria. I primi piccoli giacimenti "locali" in Pennsylvania e in Ontario sono stati velocemente esauriti, portando ai "boom petroliferi" in Texas, Oklahoma, e California. Altre nazioni avevano considerevoli riserve petrolifere nei loro possedimenti coloniali, e incominciarono ad utilizzarli a livello industriale.

Sebbene negli anni cinquanta il carbone fosse ancora il combustibile più usato nel mondo, il petrolio cominciò a soppiantarlo. Agli inizi del ventunesimo secolo circa il 90% del fabbisogno di combustibile è coperto dal petrolio. In conseguenza della crisi energetica del 1973 e della crisi energetica del 1979 si è sollevato l'interesse nella pubblica opinione sui livelli delle scorte di petrolio, portando alla luce la preoccupazione che essendo il petrolio una risorsa limitata essa sia destinata ad esaurirsi (almeno come risorsa economicamente sfruttabile).

Il prezzo di un barile di petrolio è aumentato, dagli 11 dollari del 1998 a circa 147, per poi ripiegare (a causa della recessione globale, ma anche delle "prese di beneficio" degli speculatori), fino a 45 nel dicembre 2008. In seguito le quotazioni del greggio hanno ripreso a crescere per installarsi solidamente al di sopra dei 100 dollari nel marzo 2011. Data l'elevata volatilità del prezzo di un barile, l'OPEC ha pensato di tagliare la produzione per far aumentare i costi dell'oro nero. Tuttavia il re dell'Arabia Saudita ʿAbd Allāh si è detto disponibile ad aumentare l'estrazione di petrolio per riportarlo ad un prezzo ragionevole.

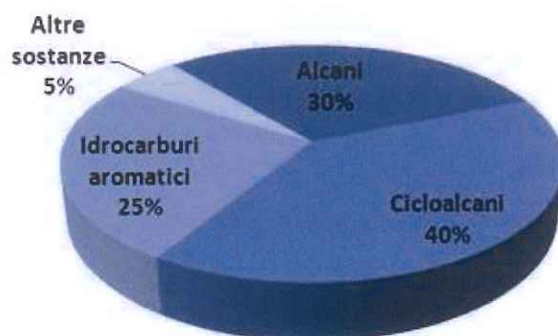
Il valore del petrolio come fonte di energia trasportabile e facilmente utilizzabile, usata dalla maggioranza dei veicoli (automobili, camion, treni, navi, aeroplani) e come base di molti prodotti chimici industriali, lo rende dall'inizio del XX secolo una delle materie prime più importanti del mondo. L'accesso al petrolio è stato uno dei principali fattori scatenanti di molti conflitti militari, compresi la Seconda guerra mondiale e la guerra del Golfo. La maggior parte delle riserve facilmente accessibili è collocata nel Medio Oriente, una regione politicamente instabile.

Esistono e sono continuamente allo studio fonti alternative e rinnovabili di energia, sebbene la misura in cui queste possano rimpiazzare il petrolio e i loro eventuali effetti negativi sull'ambiente siano attualmente oggetto di dibattito.

CARATTERISTICHE DEL GREGGIO

Il greggio è un liquido viscoso di colore variabile dal giallo chiaro al marrone scuro o verdastro, e nella sua quasi totalità la sua densità relativa è inferiore a 1, cioè ha un peso specifico minore dell'acqua.

Il colore risulta essere più scuro nei greggi che contengono idrocarburi con peso molecolare medio più elevato. Al peso molecolare medio dei componenti sono legate anche la sua densità e la sua viscosità, in quanto più elevato risulta il peso molecolare medio più il greggio risulta denso e viscoso.



Composizione chimica del greggio

Dal punto di vista chimico, il greggio è un'emulsione di idrocarburi (cioè composti chimici le cui molecole sono formate da idrogeno e carbonio) con acqua ed altre impurità.

È costituito principalmente da idrocarburi appartenenti alle classi degli alcani (lineari e ramificati), cicloalcani e in quantità minore idrocarburi aromatici (mono-, bi- e poli- ciclici). Il rapporto tra queste tre tipologie di idrocarburi varia a seconda del giacimento petrolifero da cui viene estratto il petrolio: considerando una media a livello mondiale, un petrolio tipico contiene il 30% di paraffine, il 40% di nafteni, il 25% di idrocarburi aromatici, mentre il restante 5% è rappresentato da altre sostanze; nel caso di petroli ad elevato contenuto di alcani si parla di "petroli paraffinici", mentre i petroli ad elevato contenuto di cicloalcani vengono detti "petroli naftenici". I petroli paraffinici sono più abbondanti nelle zone più profonde del sottosuolo, mentre i petroli naftenici sono più abbondanti nelle zone più vicine alla superficie.

Sono presenti inoltre composti solforati (zolfo e disolfuri), azotati (chinoline) e ossigenati (acidi naftenici, terpeni e fenoli), in percentuale variabile anche se la loro percentuale in massa, complessivamente, difficilmente supera il 7%.

Data l'elevata complessità di tale miscela, per definire la composizione di un particolare petrolio, anziché indicare le sostanze che lo costituiscono, spesso si preferisce indicarne la composizione elementare, che è rappresentata principalmente da carbonio e idrogeno, essendo il petrolio una miscela costituita prevalentemente

da idrocarburi. In percentuale, è composto all'85% circa da carbonio, 13% circa da idrogeno e per il restante 2% circa da altri elementi.

La tabella seguente mostra gli intervalli di composizione (espressi come percentuali in peso) dei singoli elementi che costituiscono tipicamente un particolare petrolio:

Elemento	min (%wt)	max (%wt)
C	79,5	88,5
H	10	15,5
altri elementi	0	5

Gli altri elementi presenti nel petrolio sono principalmente eteroatomi, quali ad esempio lo zolfo (0,05-8%wt, talvolta sotto forma di H_2S), l'azoto (0,02-1,3%wt) e l'ossigeno (0,05-3%wt). Sono inoltre presenti atomi metallici in quantità modeste, sia combinati con i composti organici, sia in sali disciolti in tracce d'acqua (quali nichel, vanadio, molibdeno, cobalto, cromo, cadmio, piombo, arsenico e mercurio), tuttavia per la lavorazione in raffineria bisogna tenere conto della loro presenza, in quanto molti processi usano catalizzatori che vengono inibiti da tali metalli. Inoltre i prodotti finali (generalmente i tagli più pesanti come il gasolio), risultandone più "ricchi", producono maggiori ceneri e particolato.

CARATTERIZZAZIONE E CLASSIFICAZIONE DEL PETROLIO

Esistono centinaia di petroli diversi. Essi si differenziano per i differenti rendimenti, il tenore in zolfo, in metalli pesanti ed in funzione della loro acidità. Frequentemente (ma questa non è una regola) i grezzi più pesanti sono anche quelli che hanno un tenore in zolfo più elevato. È invece sistematico che per un determinato petrolio le frazioni alto-bollenti hanno un tenore in zolfo più elevato delle frazioni basso-bollenti.

Da un punto di vista generale (anche se esistono delle eccezioni) i petroli che contengono una quantità più elevata di frazioni leggere sono più costosi. Un altro

parametro che influenza il valore del petrolio grezzo è il contenuto in zolfo. Quest'ultimo infatti deve essere allontanato durante l'operazione di raffinazione e questa operazione di purificazione è tanto più onerosa quanto più alto è il tenore in zolfo.

Altri parametri che influenzano il valore del grezzo sono la sua acidità ed il tenore in metalli pesanti, quali il vanadio. La conoscenza di questi due ultimi parametri è di grande importanza allorché si progettano impianti per la raffinazione del greggio; infatti petroli acidi o con contenuti di Vanadio elevati richiedono impianti particolarmente resistenti alla corrosione e dunque costruiti con acciai speciali.

Va inoltre ricordato che a livello commerciale le varie partite di petrolio non hanno lo stesso valore commerciale. I seguenti criteri forniscono una linea guida su come distinguere un petrolio pregiato da uno scadente:

- tenore di zolfo: maggiore è la presenza di zolfo o di altri eteroatomici, più spinta sarà la relativa lavorazione con maggiori costi di esercizio d'impianto. Infatti la presenza di zolfo va limitata sia per motivazioni ambientali, sia per la salvaguardia delle parti più delicate dell'impianto;
- percentuale di benzine: a livello commerciale la benzina è il taglio più costoso e quindi più remunerativo per una azienda petrolifera; non a caso molti processi di lavorazione puntano all'aumento delle quantità e qualità delle benzine, alleggerendo i tagli pesanti (cracking) o appesantendo quelli leggeri; da questo punto di vista un petrolio ricco di benzina presenta un valore commerciale maggiore;
- densità: un petrolio più denso contiene un maggior numero di molecole condensate, ovvero i costituenti del residuo della colonna da topping; quindi sono necessarie lavorazioni più gravose in termini di temperatura (come il visbreaking), per cercare di rompere le molecole condensate e convertirle in tagli leggeri.

In ambito petrolifero si usa un'espressione particolare per esprimere la densità: il grado API.

La densità e il grado API sono correlate dalla relazione:

$$^{\circ}\text{API} = 141,5/\rho^* - 131,3$$

dove ρ^* è la densità relativa rispetto all'acqua. Da questa relazione discende che un olio della stessa densità dell'acqua presenta 10°API, se è più pesante presenta un valore minore di 10°API, mentre se è più leggero presenta un valore del grado API maggiore di 10°API. Pertanto un petrolio pregiato avrà un alto valore di grado API, maggiore di 10°API.

A titolo di esempio, tra i petroli pregiati figura quello di Brega (Libia) che ha 42°API con un tenore di zolfo pari allo 0,2%.

DISTILLAZIONE FRAZIONATA TBP

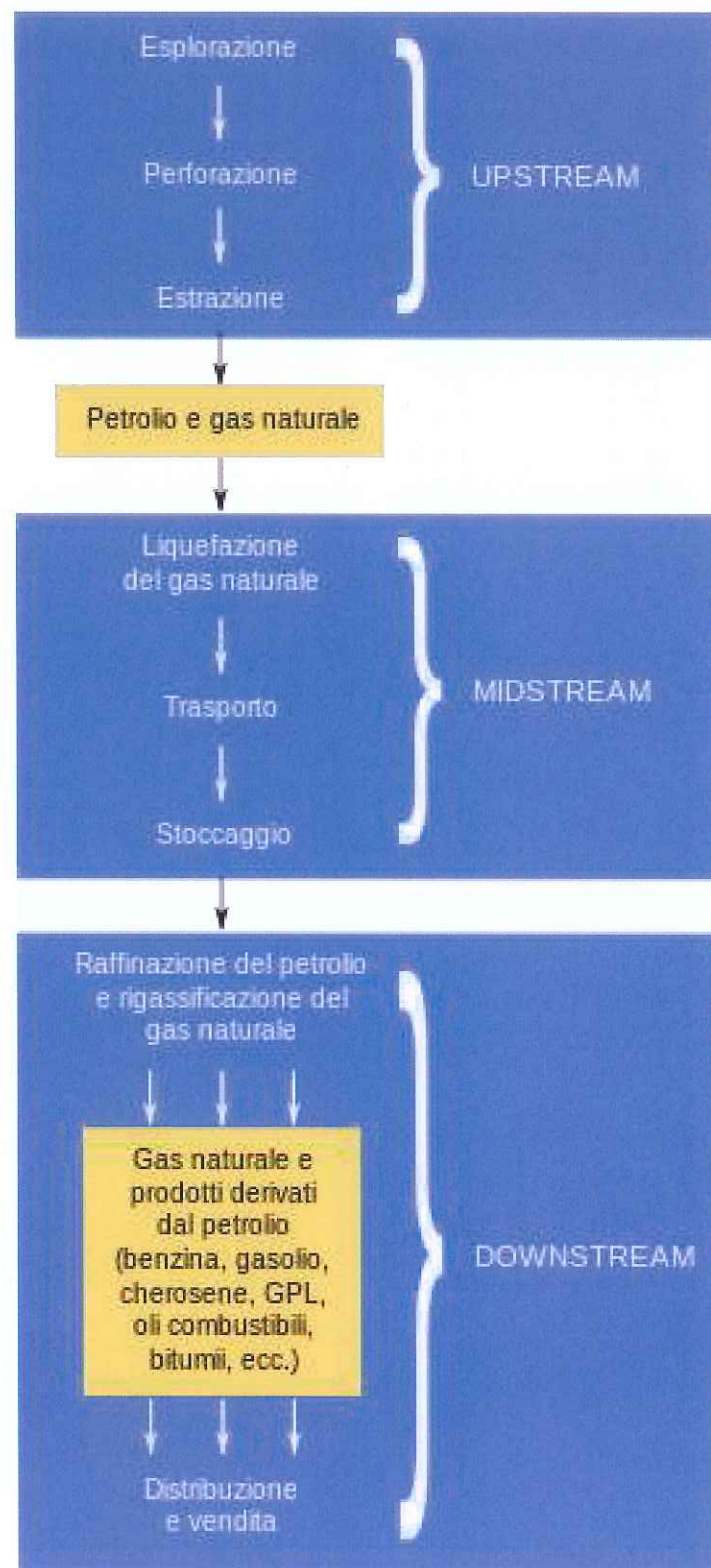
Non esistono due petroli identici e talvolta all'interno dello stesso giacimento la composizione tende a variare nel tempo o in funzione della localizzazione del punto di estrazione. Per questo motivo per poter caratterizzare ogni tipo di petrolio si ricorre all'operazione detta di distillazione frazionata TBP (True Boiling Point). Questa metodologia è descritta negli standard ASTM D86 e D2892, che definiscono le condizioni normalizzate per realizzare l'operazione. L'operazione è condotta prendendo una quantità predefinita di petrolio grezzo e sottoponendola a riscaldamento a pressione atmosferica. Sotto l'effetto del riscaldamento il campione di petrolio comincia ad evaporare e per prime le frazioni più leggere. I vapori di petrolio che man mano evaporano sono raffreddati, condensati e raccolti in un recipiente graduato. Le frazioni più volatili (dette basso-bollenti) sono le prime ad evaporare ed in seguito evaporano quelle meno volatili (dette alto-bollenti). Durante questa operazione di distillazione il campione di petrolio diventa progressivamente sempre meno volatile e dunque occorre riscaldare il campione a temperature sempre più elevate per poterlo distillare. L'obiettivo del test è di misurare in funzione degli intervalli di temperatura ai quali è sottoposto il campione quale è il rendimento percentuale della corrispondente frazione evaporata. Il test è interrotto quando il campione raggiunge la temperatura di 550 °C, perché a questa temperatura intervengono delle reazioni di cracking che modificano la natura chimica delle molecole. Il volume che resta a 550 °C è detto residuo. I risultati del test TBP sono di notevole interesse perché permettono di caratterizzare i diversi tipi di petrolio. Questo è essenziale per poterne definire il valore di mercato e per poter prevedere quali

saranno i rendimenti quando il grezzo petrolifero arriva in raffineria per essere raffinato.

CICLO PRODUTTIVO DEL PETROLIO

Il ciclo produttivo del petrolio e dei prodotti derivati dal petrolio attraversa differenti fasi produttive, raggruppate tradizionalmente in tre insiemi di processi:

- upstream: comprende l'insieme delle procedure da svolgere allo scopo di ricavare il petrolio greggio dal sottosuolo; le principali procedure di upstream sono: la ricerca del giacimento (esplorazione), la predisposizione di pozzi per il sollevamento del petrolio (perforazione) e il processo di sollevamento del petrolio dal sottosuolo (estrazione);
- midstream: comprende le procedure relative al trasporto del petrolio dal sito di estrazione al sito di raffinazione e lo stoccaggio del petrolio;
- downstream: comprende i processi di trasformazione del petrolio (raffinazione) allo scopo di ottenere i prodotti derivati destinati al commercio e la loro distribuzione e vendita.



Siccome assieme al petrolio dai giacimenti viene prelevato anche gas naturale, le tre fasi sono riferite al ciclo produttivo del gas naturale. In particolare i processi di upstream sono finalizzati all'ottenimento di entrambe le materie prime (petrolio e gas naturale), mentre i processi di midstream e downstream sono diversificati a seconda che siano riferiti al petrolio o al gas naturale.

La fase di esplorazione rappresenta la fase di ricerca dei giacimenti di petrolio, finalizzata alla sua estrazione. Tale ricerca viene svolta in genere attraverso prospezione geofisica, che consiste in un'indagine delle proprietà fisiche del sottosuolo da cui è possibile determinare la presenza di particolari disomogeneità delle proprietà del terreno, associate alla presenza di trappole strutturali o altre strutture di accumulo di idrocarburi.

Alla fase di esplorazione segue la fase di estrazione del petrolio. L'estrazione avviene attraverso la costruzione di apposite torri di perforazione o trivellazione (dette derrick), che nel caso di impianti off-shore (cioè in corrispondenza delle aree marine) sono posizionate su una piattaforma petrolifera.

In genere il deposito di petrolio che impregna le rocce porose si trova ad elevata pressione, per cui risale spontaneamente attraverso il pozzo petrolifero, mentre negli altri casi è necessario utilizzare delle pompe petrolifere per sollevarlo; tali pompe possono essere utilizzate anche quando il petrolio risale spontaneamente, in modo da velocizzarne ulteriormente la risalita. Quando il pompaggio del petrolio in superficie risulta più gravoso, è possibile aumentare la pressione all'interno del giacimento iniettando negli strati del giacimento gas o acqua.

TRATTAMENTO PRELIMINARE

Abitualmente il greggio viene sottoposto ad un primo trattamento direttamente sul posto in cui viene estratto dal sottosuolo. L'acqua e le componenti minerali sono le prime ad essere separate, prima di inviare il petrolio alla raffinazione, principalmente tramite distillazione o metodi gravitativi, cicloni, ecc. L'acqua separata solitamente ha un certo contenuto di sali disciolti (principalmente cloruro di sodio) e non è utilizzabile per scopi agricoli, industriali o civili, quindi quasi sempre viene reiniettata nel sottosuolo entro l'acquifero del giacimento, per mantenerne la pressione e quindi tenere stabile la produzione petrolifera, oppure in livelli rocciosi permeabili, che

quindi l'assorbono facilmente, individuati nel sistema geologico in cui si trova il giacimento.

TRASPORTO

Successivamente all'estrazione, il petrolio viene trasportato per mezzo di oleodotti o petroliere fino al sito in cui verrà svolta la raffinazione. Ciascuna petroliera può trasportare una quantità di petrolio che varia in genere da 100 mila a 3 milioni di barili. Nel caso di trasporto via terra, si può pompare il petrolio attraverso gli oleodotti oppure è possibile utilizzare dei vagoni ferroviari progettati appositamente per tale uso.

TRASFORMAZIONE

Dopo il processo di estrazione, il petrolio viene trasportato verso stabilimenti (raffinerie di petrolio), dove avvengono le operazioni di trasformazione che permettono di produrre a partire dal grezzo petrolifero una serie di prodotti di uso comune. Le operazioni attraverso le quali il grezzo petrolifero viene trasformato sono molteplici e di diversa natura.

A grandi linee, il processo di raffinazione può essere suddiviso in tre fasi principali:

- separazione fisica dei componenti che costituiscono il petrolio ottenendo più tagli;
- processi chimici per il miglioramento qualitativo dei tagli ottenuti;
- purificazione dei prodotti finali.

Scendendo più nel particolare, le principali lavorazioni sono:

- decantazione, e separazione dell'acqua;
- dissalazione;
- distillazione atmosferica (detta anche topping);
- distillazione sotto vuoto (detta anche vacuum);
- reforming;
- desolforazione (per eliminare lo zolfo, che altrimenti sarebbe rilasciato sotto forma di SO_x, particolarmente inquinanti);
- cracking, alchilazione, isomerizzazione.

La tabella seguente indica, orientativamente, gli intervalli di temperature di ebollizione delle frazioni di distillazione del petrolio (a pressione atmosferica, in gradi Celsius), detti anche tagli petroliferi:

Prodotto petrolifero	Temperatura di ebollizione (°C)	Utilizzi
<u>metano</u> e altri gas combustibili	-160 ÷ -40	combustibili di raffineria
<u>propano</u>	-40	<u>Gas di petrolio liquefatti</u> (combustibile per autotrazione o per riscaldamento)
<u>butano</u>	-12 ÷ 1	utilizzato per aumentare la volatilità della benzina
<u>etere di petrolio</u>	0 ÷ 70	<u>solvente</u>
<u>nafta leggera</u>	-1 ÷ 150	componente di combustibile per automobili
nafta pesante	150 ÷ 205	materia prima per il <u>reforming</u> , combustibile per jet
<u>benzina</u>	-1 ÷ 180	combustibile per motori
<u>cherosene</u>	205 ÷ 260	combustibile
<u>gasolio</u> leggero	260 ÷ 315	carburante per <u>motori Diesel</u> / riscaldamento

Prodotto petrolifero	Temperatura di ebollizione (°C)	Utilizzi
<u>gasolio pesante</u>	315 ÷ 425	materia prima per <u>cracking catalitico</u>
<u>olio lubrificante</u>	> 400	olio per motori
<u>bitume, asfalto</u>	frazioni rimanenti	<u>pavimentazione stradale</u>

Ogni taglio petrolifero è costituito da molecole di lunghezza comparabile. Poiché l'operazione di distillazione non può essere perfetta, ogni taglio petrolifero contiene un po' del taglio più leggero ed un po' del taglio più pesante. Per questo motivo gli intervalli di ebollizione di un taglio "ricoprono" parzialmente quelli del taglio immediatamente più leggero ed immediatamente più pesante.

I gas che si formano nelle varie parti di impianto (metano, etano, propano e butano) vengono raccolti ed usati per produrre energia per il funzionamento della raffineria o valorizzati come prodotti finiti.

Il taglio che costituisce la benzina dovrà subire varie lavorazioni, in quanto la benzina da topping presenta uno scarso numero di ottano, pertanto si ricorre ai processi di isomerizzazione, reforming.

La parte pesante viene inviata al vacuum per recuperare i combustibili liquidi rimasti nel fondo della colonna da topping:

- cracking catalitico, hydrocracking e visbreaking per aumentare ulteriormente la resa in combustibili liquidi;
- alchilazione (per convertire parte dei gas in benzina);
- delayed coking (produzione di coke).

Vi sono poi altre lavorazioni per recuperare le paraffine e le cere (vasellina), usate anche nella cosmetica. Lo scarto finale costituisce il bitume che, opportunamente

miscelato con pietrisco fine e sabbia, è utilizzato per la pavimentazione stradale. Nel novero dei prodotti di raffineria rientra anche lo zolfo ottenuto dal processo di desolforazione. Va infine ricordato che il petrolio (nel taglio della virgin nafta) è anche materia prima per l'industria petrolchimica per la produzione di plastiche.

I prodotti finali del processo di trasformazione includono dunque: GPL, benzina, cherosene, gasolio, oli lubrificanti, bitumi, cere e paraffine.

Le catene molecolari nell'intervallo da C5 a C7 sono nafte leggere ed evaporano facilmente. Vengono usate come solventi, fluidi per pulizia a secco e altri prodotti ad asciugatura veloce.

Le benzine sono composte da catene ramificate nell'intervallo da C6 a C9.

Il cherosene è composto da catene nell'intervallo da C10 a C15, seguito dal combustibile per i motori diesel e per riscaldamento (da C10 a C20) e da combustibili più pesanti, come quelli usati nei motori delle navi. Questi prodotti derivati del petrolio sono liquidi a temperatura ambiente.

Gli olii lubrificanti e i grassi semi-solidi (come la vaselina) sono posizionati nell'intervallo da C16 fino a C20.

Le catene da C20 in avanti sono solidi a temperatura ambiente e comprendono la paraffina, poi il catrame e il bitume per asfalto.

CAPITOLO 3

TENTATIVI MESSI IN ATTO PER ARGINARE IL DISASTRO AMBIENTALE PROVOCATO DA BRITISH PETROLEUM NEL GOLFO DEL MESSICO

Nel tentativo di porre rimedio al disastro ambientale generato dall'affondamento della piattaforma Deepwater Horizon, gli ingegneri messi in campo dalla **British Petroleum (BP)** hanno adottato differenti strategie:

- veicoli sottomarini operanti in remoto allo scopo di chiudere le valvole di sicurezza sul fondo del mare;
- spargimento di agenti disperdenti attraverso robot sommergibili, aerei e navi di supporto, allo scopo di legare chimicamente il petrolio e farlo precipitare sul fondo del mare, dove dovrebbe rimanere inerte nei confronti dell'uomo;
- perforazione adiacente al punto di fuoriuscita del petrolio, allo scopo di raggiungere con un tubo di perforazione il canale di comunicazione fra il giacimento petrolifero e il fondale marino per potervi iniettare del cemento (operazione denominata Top Kill);
- piattaforme galleggianti aspiranti il petrolio che raggiunge la superficie;
- camera di contenimento calata al di sopra della perdita primaria del tubo di perforazione danneggiato.

A) Dal 20 aprile al 05 maggio 2010 gli sforzi della **British Petroleum (BP)** per tentare di fermare la fuoriuscita di petrolio dalla piattaforma petrolifera Deepwater Horizon che minacciava le coste di Louisiana, Alabama, Mississippi e Florida, si sono concentrati sul contenimento e sulla dispersione del petrolio con spargimento in mare di solventi chimici, e mediante ausilio di speciali robot sottomarini per tentare di chiudere le valvole del pozzo.

B) Il 5 maggio 2010 la **British Petroleum (BP)** tentò di arginare la fuoriuscita di greggio dal pozzo con una gigantesca cupola (sistema che non funzionò). Il 15 maggio 2010, la **British Petroleum (BP)** provò di arginare la fuoriuscita di greggio dal pozzo con l'inserimento di una sorta di siringa telecomandata nel braccio flessibile del pozzo per pompare in superficie il petrolio, il cosiddetto "siringone", sistema dimostratosi essere inadeguato. Il 26 maggio 2010, la

British Petroleum (BP) nel tentativo di arginare la fuoriuscita di greggio dal pozzo mise in atto il progetto denominato Top Kill, ma la perdita non fu arrestata ed il tentativo di ridurre il danno fallì. Tony Hayward, amministratore delegato di British Petrol (multinazionale britannica che gestiva le trivellazioni), affermò “l’operazione è rischiosa - abbiamo circa il 60 - 70 per cento di probabilità di farcela, anche perché è la prima volta che si tenta di chiudere un pozzo a 1.500 metri di profondità”. L’obiettivo era di iniettare nella bocca del pozzo estrattivo perdente un getto di oltre 22 tonnellate di cemento ad alta pressione, tale da riuscire a sopportare e contrastare la pressione degli idrocarburi sottostanti senza far saltare via il tappo. L’operazione denominata Top Kill avrebbe dovuto tappare il pozzo che ogni giorno riversa in mare 800.000 litri di petrolio.

- C) In attesa di trovare una strategia risolutiva, la **British Petroleum (BP)** ha poi approntato il progetto Lower Marine Riser Package (LMRP) con la posa in opera di un imbuto convogliatore sospeso sopra al pozzo e collegato a una nave cisterna in superficie, volto a recuperare almeno in parte il petrolio che fuoriusciva senza controllo dal pozzo sul fondo del mare. In contemporanea, la **British Petroleum (BP)** iniziava a perforare due pozzi sussidiari in previsione di riuscire a giungere per fine agosto 2010 al condotto del pozzo che perdeva, intercettandolo in profondità, per cementarlo definitivamente.
- D) Il 10 luglio 2010, quando ormai l’entità della perdita era stimata dai 35000 ai 60000 barili (tra i 5 e 10 milioni di litri) di idrocarburi al giorno, di cui solo la metà riusciva in qualche modo ad essere recuperata, venne effettuato un secondo tentativo con un nuovo tappo per ridurre drasticamente la perdita di petrolio, con l’obiettivo di fermare interamente le perdite entro una decina di giorni, non cessando comunque di lavorare anche a quella che venne considerata dalla **British Petroleum (BP)** essere la soluzione definitiva del problema, ossia la perforazione dei due pozzi collaterali di emergenza. Finalmente il 15 luglio 2010, dopo 86 giorni dall’inizio dello sversamento di petrolio, la **British Petroleum (BP)** dichiarava di essere riuscita a tappare la perdita del greggio, pur non essendo ancora sicura di quanto tempo avrebbe potuto resistere quest’ultima soluzione. Secondo le stime della **British**

Petroleum (BP) stessa, al 15 luglio 2010 erano già stati riversati in mare tra i 3 e i 5 milioni di barili di petrolio, ovvero tra i 506 e gli 868 milioni di litri che, convertiti con un fattore di 0,920 che rappresenta in media il peso specifico del greggio, sono dalle 460.000 alle 800.000 tonnellate di greggio. Dopo 100 giorni dall'inizio delle perdite, a due settimane dalla realizzazione del nuovo tappo che chiuse il pozzo in attesa di una soluzione definitiva, presumibilmente grazie al contributo apportato dalla tempesta tropicale che si è abbattuta sulla zona per più giorni, la macchia di petrolio che prima galleggiava sull'acqua è praticamente scomparsa. Rimase visibile solo il catrame spiaggiato sulle coste. Quanto mancava, a eccezione di circa 800.000 barili corrispondenti a 127 milioni di litri aspirati nelle operazioni di pulizia o dati alle fiamme in incendi controllati, si presume sia in parte evaporato, in parte dissolto dai 7 milioni di litri di solventi (principalmente surnatanti quali il Corexit EC 9527A ed il Corexit EC 9500A) impiegati sulla macchia nera nelle prime settimane dell'emergenza, in parte digerito dai batteri. Si ipotizza che la maggior parte di greggio fuoriuscito dal pozzo e trattata con surnatanti sia finita sul fondale marino formando laghi di petrolio destinato a solidificarsi. Un terzo delle acque degli stati statunitensi che si affacciano sul Golfo del Messico sono state chiuse, la pesca ha subito un durissimo contraccolpo rischiando di morire ed il turismo ha registrato la chiusura del 20% delle spiagge. Il 3 agosto 2010 iniziò l'operazione denominata Static Kill, con la quale la **British Petroleum (BP)** si proponeva diappare definitivamente il pozzo mediante un'iniezione di fango e cemento attraverso i pozzi sussidiari, così da deviare il greggio in un bacino sicuro posto a 4 km di profondità. Il 19 settembre 2010 venne terminata la cementificazione definitiva del pozzo e dichiarata da parte di **British Petroleum (BP)** la riuscita dell'operazione denominata Static Kill.

A) Con la tecnica di contenimento e dispersione del greggio fuoriuscito dal pozzo petrolifero **Macondo, posto al largo della Louisiana**, la **British Petroleum (BP)** ha riversato nell'oceano 7 milioni di litri di solventi (principalmente surnatanti quali il Corexit EC 9527A ed il Corexit EC 9500A) spargendoli sulla macchia nera di greggio nelle prime settimane dell'emergenza, con vari mezzi a sua disposizione, sottomarini

operando nelle profondità oceaniche, con navi spargendo tali sostanze sulla superficie marina inquinata da idrocarburi in modo concentrato e localizzato e con mezzi aerei al fine di spandere i solventi surnatanti su aree più estese, nel tentativo di contenerne ed arginarne l'estensione.

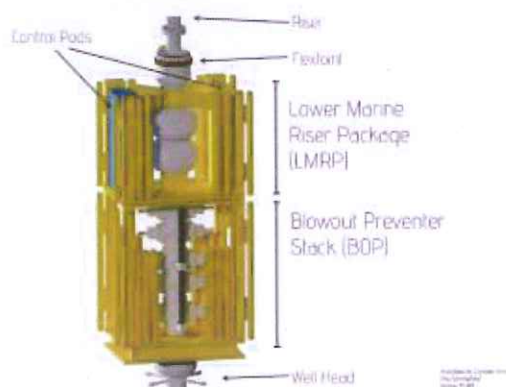
B) Dopo un primo tentativo non risolutivo, di contenimento e dispersione del greggio fuoriuscito dal pozzo petrolifero **Macondo, posto al largo della Louisiana**, con riversamento in mare di solventi, la **British Petroleum (BP)** al fine di fronteggiare la grave emergenza ambientale in atto, il 5 maggio 2010, tentò con una cupola di bloccare la fuoriuscita di petrolio. Provarono a calare a 1500 metri di profondità una struttura gigantesca e si trattò di un'operazione mai tentata in precedenza. Pesante 98 tonnellate, la struttura era costituita da un container rettangolare di acciaio alto più di 12 metri, sormontato da una cupola. L'azienda incaricata di effettuare i lavori prevedeva di utilizzare tre strutture di questo tipo (quante erano le falle) per incanalare il petrolio verso la stiva di una nave e la **British Petroleum (BP)** contava di catturare l'85% del petrolio che sgorgava dal pozzo sottomarino. In realtà questa tipologia di dispositivo non entrò mai in funzione a causa di problemi tecnici dato che si formò una crosta di ghiaccio sul tetto del dispositivo stesso, rendendolo inutilizzabile.

Visti i precedenti fallimenti, il 15 maggio 2010, la **British Petroleum (BP)** tentò con una nuova tecnica di arginare il flusso di greggio con l'inserimento di una sorta di siringa telecomandata nel braccio flessibile del pozzo per pompare in superficie il petrolio. Il cosiddetto "siringone" era dotato di una sorta di valvola per impedire, almeno teoricamente, che il flusso di greggio finisse in mare. Il sistema sulle prime sembrò funzionare, ma si capì che nonostante il recupero di piccole quantità di petrolio, non poteva essere un sistema risolutivo del grave disastro ambientale in atto. Inoltre era necessaria una grande cautela per evitare che il "siringone" si potesse staccare dal tubo flessibile e far riversare direttamente in mare il greggio.

Il 26 maggio 2010, la **British Petroleum (BP)** tentò con l'operazione Top Kill, che si svolse in due tempi, in un lasso temporale di una decina di ore, visto che le operazioni, sorvegliate da robot, vennero effettuate alla profondità di 1.500 metri circa. In un primo tempo da una nave in superficie vennero immessi con fortissima pressione i cosiddetti fanghi (un mix di acqua, di materie solide e di barite, un minerale) attraverso

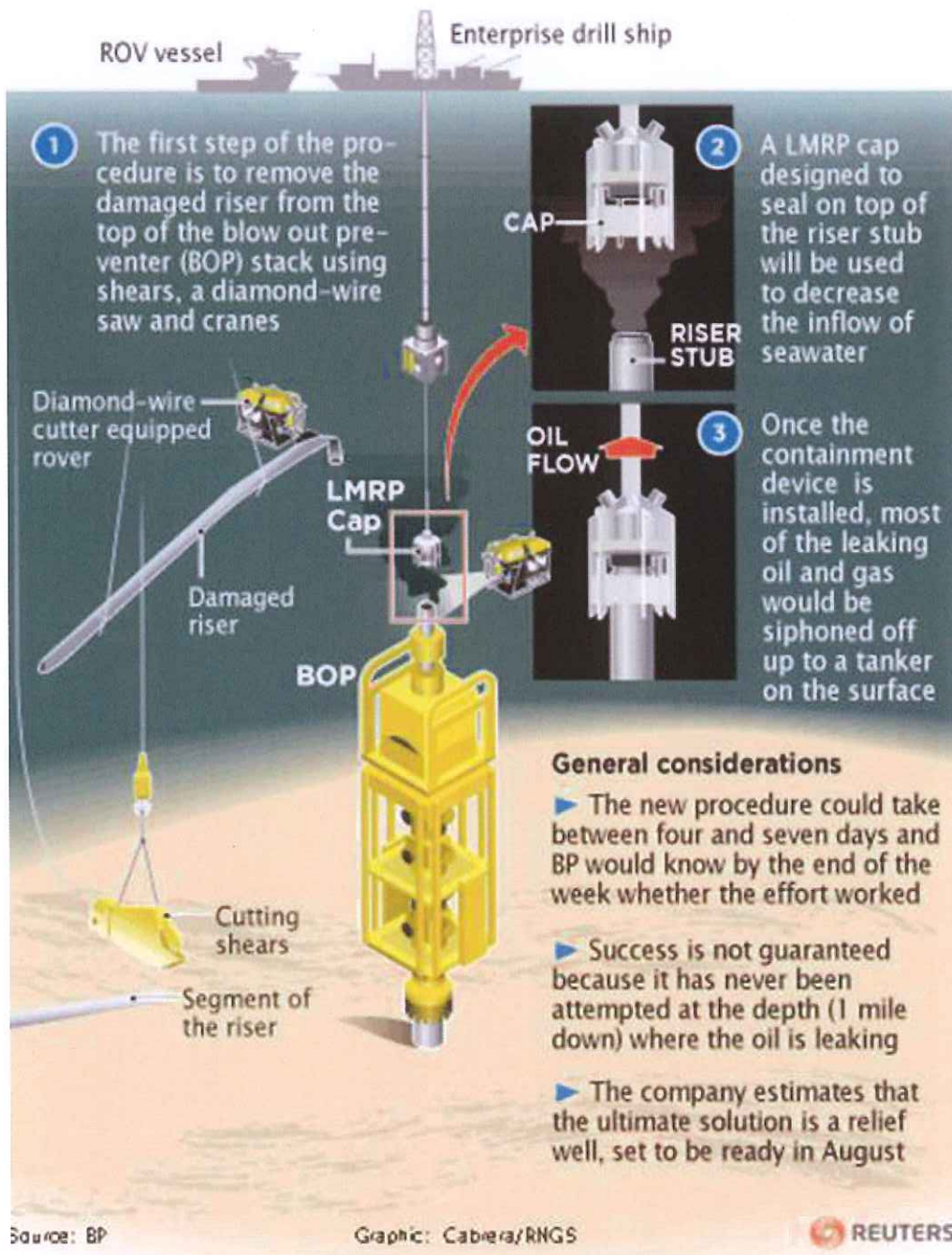
due canali laterali (la "kill line" e la "choke line") per arginare la fuoriuscita di greggio, e di gas naturale attraverso la super-valvola, il cosiddetto "Blowout Preventer" (Bop), secondo alcuni esperti difettosa fin dall'inizio. Anche l'operazione Top Kill risultò essere inadeguata e non risolutiva.

C - D) Visti i continui fallimenti, in attesa di trovare una strategia risolutiva, la **British Petroleum (BP)** ha poi approntato il progetto Lower Marine Riser Package (LMRP) con la posa in opera di un imbuto convogliatore sospeso sopra al pozzo e collegato a una nave cisterna in superficie, volto a recuperare almeno in parte il petrolio che fuoriusciva senza controllo dal pozzo sul fondo del mare.



New spill containment effort

The lower marine riser package cap (LMRP), which is intended to capture oil from the well rather than plug it



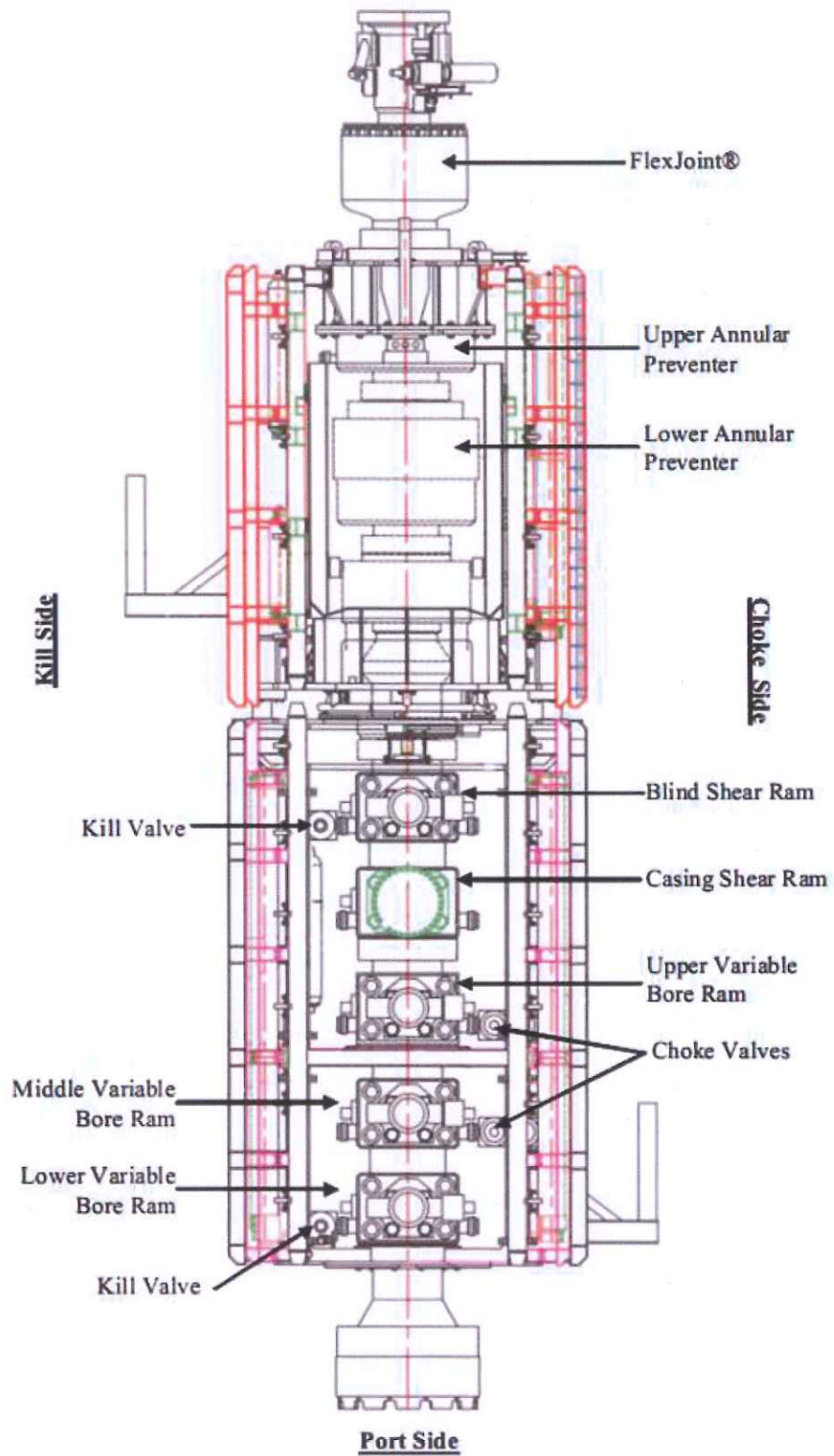


Figure 5 Deepwater Horizon BOP Port Side

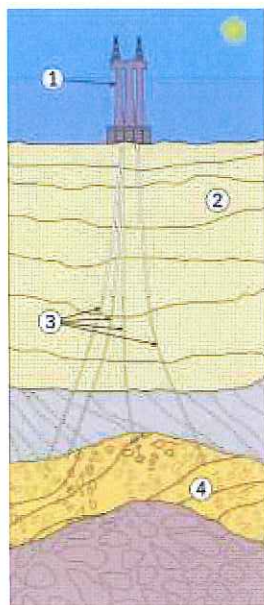
In parallelo al progetto Lower Marine Riser Package (LMRP), la **British Petroleum (BP)**, iniziò a perforare due pozzi sussidiari in previsione di riuscire a giungere per fine agosto 2010 al condotto del pozzo che perdeva, intercettandolo in profondità, per cementarlo definitivamente.

Sinteticamente un pozzo di petrolio può essere descritto come un lungo foro praticato nel sottosuolo, a diametri decrescenti con la profondità da circa 80 cm a circa 15 cm, perforato fino a una profondità variabile da poche centinaia di metri ad un massimo di 6-8 km, la cui funzione è quella di mettere in diretta comunicazione gli strati in cui sono accumulate le miscele idrocarburiche con la superficie.

Per la sua esecuzione (pozzo petrolifero), a seconda che si tratti di perforazione a mare (off-shore) o perforazione a terra (on-shore), si usa un apposito impianto di perforazione montato su una piattaforma o direttamente sul suolo. La parte più evidente è una torre metallica alta fino a circa 60 metri, solitamente a traliccio. Alla base della torre vi è un'area di lavoro, chiamata "piano sonda", dove si trova una tavola rotante con al centro un foro attraverso il quale vengono calati gli strumenti di perforazione. A cavallo del foro si fissa la cosiddetta "asta quadra" (sotto la quale saranno poi avvitate le successive aste di perforazione), che trasforma il movimento rotatorio della tavola di rotazione in movimento assiale. Le aste di perforazione sono a sezione circolare, cave all'interno, e vengono avvitate l'una all'altra man mano che la perforazione scende in profondità. Le operazioni di trivellazione mediante l'utilizzo dell'asta quadra sono ormai considerate obsolete visto che questo sistema permetteva di poter perforare soltanto una lunghezza pari a quella di una sola asta di perforazione (poco più di 9 metri) per volta. La tecnologia di perforazione attuale prevede l'utilizzo di un grosso motore denominato "top drive" sostenuto da un robusto "gancio" posto all'interno della torre e sul quale viene avvitata la prima di tre aste di perforazione (uno "stand"). Il top drive imprime la rotazione a tutta la batteria di aste in pozzo. Questo sistema consente di perforare una lunghezza pari a tre aste per volta senza ricorrere al cambio asta dopo una singola asta perforata.

L'estremità inferiore dell'ultima asta monta lo "scalpello" di perforazione, costituito da tre resistentissimi rulli dentati che ruotando frantumano la roccia o da una matrice compatta munita di inserti in carburo di tungsteno o diamante artificiale che operano

sulla roccia un'azione abrasiva. La velocità di perforazione è particolarmente influenzata dalla tipologia di rocce incontrate e dalla profondità di lavoro. In generale per perforare un pozzo di 2–3 km sono necessari alcuni mesi. Un fango speciale viene fatto circolare all'interno del pozzo, per raffreddare lo scalpello e per rimuovere i detriti di roccia prodotti ("cutting"). Inoltre, il fango ha la funzione di evitare crolli delle pareti del pozzo bilanciando la pressione dei fluidi contenuti nelle rocce perforate e impedire che questi risalgano pericolosamente verso la superficie. Il fango viene pompato all'interno delle aste cave, fluisce in corrispondenza dello scalpello e risale nell'intercapedine (detta "annulus") tra le aste e le pareti del pozzo. Una volta tornato in superficie il fango viene setacciato attraverso vagli vibranti ("vibrovgli"), eventualmente degassato e rimesso in circolazione nel pozzo. I detriti di roccia riportati in superficie vengono esaminati da una squadra di geologi ("mud logging") che conferma o smentisce le previsioni sull'intervallo roccioso che si sta perforando.



Schema di un impianto di perforazione offshore:

- 1) Piattaforma petrolifera
- 2) Strati di roccia superficiali
- 3) Pozzi petroliferi
- 4) Roccia serbatoio (o reservoir)



Scalpello tricono dentato utilizzato per la perforazione di pozzi petroliferi

Completata una fase di perforazione generalmente si procede alla realizzazione di una serie di indagini geoelettriche (log), calando nel pozzo delle apposite sonde. Una volta completata questa fase, il pozzo può essere intubato calando diverse sezioni di tubi d'acciaio come rivestimento del foro. I tubi di rivestimento vengono cementati alla roccia per evitare fughe di idrocarburi o altri fluidi nell'intercapedine tubaggio-roccia.

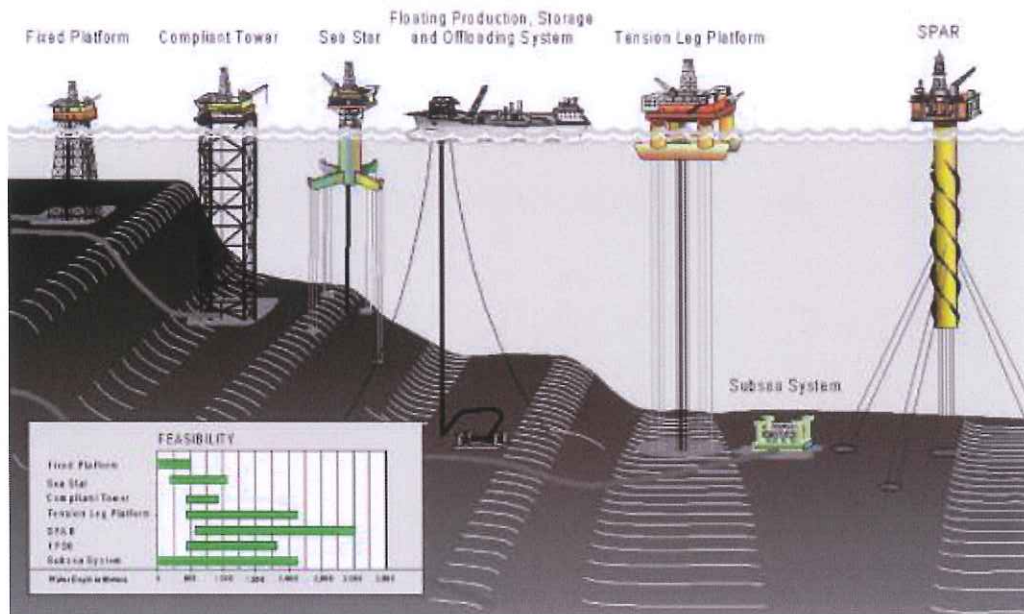
Infine il pozzo viene completato internamente installandovi una serie di tubi di piccolo diametro (da 7 a 12 cm, detti tubing) che hanno la funzione di condurre all'esterno il petrolio. La bocca del pozzo viene dotata di un sistema di valvole di sicurezza (in gergo petrolifero chiamato "albero di Natale"), che permette l'erogazione controllata del petrolio in serbatoi provvisori di stoccaggio o la sua immissione diretta in un oleodotto.

Se la pressione del petrolio non è sufficiente a farlo risalire all'interno dei tubi sino alla superficie o se si vuole velocizzare l'attività estrattiva, è possibile montare delle apposite pompe sia in superficie sia a fondo pozzo.

L'indagine geoelettrica (log) si basa sulla legge di Ohm; in particolare, dalla prima legge di Ohm sappiamo che $R = \Delta V/I$, dalla seconda sappiamo che $R = \rho L/A$ dove L = lunghezza della resistenza ed A = Area, unendo le due abbiamo che $\Delta V/I = \rho L/A$ $\Delta V/I = \rho L/A$ chiamando $L/A = k$ fattore geometrico $\rho = \Delta V/Ik$ la resistività, ovvero quanto il materiale si oppone al passaggio della corrente si misura in $\Omega \cdot m$, il suo inverso la conducibilità si misura in S/m (siemens/metro). Le acque del sottosuolo sono ottimi conduttori, mentre le rocce sono molto isolanti quando sono intatte, quando sono fratturate l'acqua pellicolare crea un film intorno ad esse aumentandone la conducibilità. I terreni come le argille hanno un'altissima conducibilità in quanto sono sempre sature di H₂O.

Il 3 agosto 2010 la **British Petroleum (BP)** iniziò l'operazione denominata Static Kill, con la quale voleva tappare definitivamente il pozzo mediante un'iniezione di fango e cemento attraverso i pozzi sussidiari, così da deviare il greggio in un bacino sicuro posto a 4 km di profondità. Il 19 settembre 2010 venne terminata la cementificazione definitiva del pozzo e dichiarata da parte di **British Petroleum (BP)** la riuscita dell'operazione denominata Static Kill e la messa in sicurezza del pozzo estrattivo.

Tipologie offshore di impianti estrattivi di petrolio

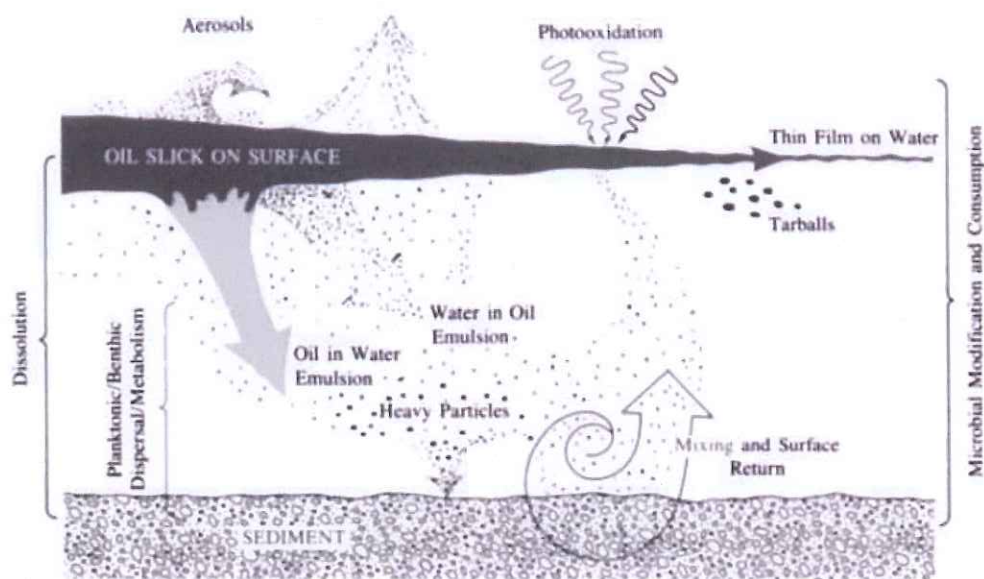


Tipologie offshore di impianti estrattivi di petrolio	Utilizzo in funzione della profondità delle acque (metri)
Fixed Platform	0 ÷ 200
Compliant Tower	400 ÷ 900
Sea Star	200 ÷ 1100
Floating Production, Storage and Offloading System	400 ÷ 1850
Tension Leg Platform	400 ÷ 2100
Subsea System	0 ÷ 2100
SPAR	600 ÷ 3000

CAPITOLO 4

SVERSAMENTO DI GREGGIO IN MARE

Il petrolio sversato in mare a causa di incidenti o per altri motivi, forma nella prima fase una sorta di sottile pellicola (**slick**), il cui spessore è influenzato dalla temperatura dell'acqua, dalla composizione del greggio e dalla sua quantità (una tonnellata di petrolio del Kuwait si espande su 1800 metri quadri in 90 minuti). Con il termine **spreading** si intende il processo di diluizione del greggio sulla superficie dell'acqua, che dipende dalla viscosità del petrolio e come detto, dalla sua composizione. Questo strato (**surface slick**) viene trasportato dalle correnti marine prevalenti, oppure mosso dai venti, ad una velocità che corrisponde a circa il 3 – 4 % della velocità del vento. Se nella zona interessata da un incidente il vento soffia a circa 50 Km/h, la chiazza si sposterà di conseguenza a circa 2 Km/h. La seconda fase è caratterizzata dall'evaporazione della frazione più leggera e a evaporare sono quindi i composti aromatici e maggiormente tossici. Nelle 24 ore successive allo sversamento si calcola che il 50% dei composti a 13-14 atomi di carbonio sia evaporato. Tale percentuale è ovviamente dipendente dalla temperatura dell'ambiente. Quindi nel tempo la massa perde la sua consistenza originaria e diviene viscida, e come tale viene poi riversata sulle spiagge. La componente immiscibile in mare calmo forma emulsioni che si disperdono come piccole goccioline nella colonna d'acqua. Mentre con mare mosso si formano le cosiddette "masse di cioccolato" che risultano intrattabili una volta giunte sulla costa. La solubilizzazione in acqua di mare è modesta, così le emulsioni possono aggregarsi a formare le Tarballs, di diametro compreso tra un millimetro e 20 cm.



RECUPERO DI GREGGIO SVERSAO IN MARE

Trattare il greggio in mare prima che esso giunga alle spiagge è la miglior cosa. L'utilizzo di solventi che favoriscono la precipitazione sul fondo del mare è sconsigliato in quanto i fondali necessitano poi di molti anni per recuperare, e inoltre le possibilità di rimuoverlo sono pressoché nulle. L'utilizzo dei disperdenti a base di idrocarburi, favorisce la frammentazione del greggio in goccioline finissime (processo di emulsificazione), e questo favorisce enormemente il processo di degradazione ad opera dei batteri. Ricordiamo che il petrolio è una miscela di componenti naturali, quindi è biodegradabile. Il processo di degradazione accelera quando il rapporto superficie/volume delle goccioline è alto, quindi i disperdenti andrebbero utilizzati su perdite recenti e quindi sulla frazione leggera, mentre sulla frazione pesante (**tarballs**) l'utilizzo dei disperdenti è infruttuoso. L'utilizzo di barriere galleggianti (**skimmer**) ha lo scopo di allontanare la chiazza di greggio dalle coste, il successivo recupero avviene poi attraverso altre modalità. Esistono anche raccoglitori a film di petrolio, ma sono utili nei soli casi di piccoli sversamenti. L'incendio a volte viene utilizzato per allontanare il greggio sversato, ma così viene eliminata la sola componente leggera. Gli incendi, provocano la formazione di idrocarburi tossici denominati comunemente IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici), a volte indicati anche con l'acronimo PAHs.

CAPITOLO 5

UTILIZZO DI DISPERDENTI CHIMICI (SURFACTANTI)

I disperdenti non sono altro che dei detergenti (o tensioattivi o surfactanti) che rimuovono lo strato superficiale di greggio dalla superficie per farlo precipitare nella colonna d'acqua a bassissime concentrazioni, favorendone la biodegradazione. Lo scopo è quello di ridurre l'impatto della chiazza oleosa sulle coste e in generale sull'ambiente. I disperdenti contengono mix di più molecole surfactanti, che sono chimicamente affini al petrolio (lipofilo) e all'acqua. Le molecole di un surfactante convenzionale comprendono una testa polare e una coda apolare. Disperso in acqua, il surfactante si assembla spontaneamente in una molteplicità di fasi, in equilibrio fra loro. Sfortunatamente essi sono inquinanti, anche se nel 2005 sono stati messi a punto dei disperdenti ecologici che si degradano con il calore. In genere quelli utilizzati in mare sono anionici e non anionici, e in forme diverse, li troviamo anche nei comuni detergenti per uso domestico. Per ragioni poco chiare, durante il disastro ambientale della Deepwater Horizon si è fatto ricorso a surfactanti meno efficaci e più inquinanti rispetto a quelli di nuova generazione, come il Corexit.

Per disperdere il greggio (Louisiana Sweet Crude) fuoriuscito dal pozzo Macondo, la multinazionale **British Petroleum (BP)** ha utilizzato disperdenti chimici (il Corexit - miscela di acidi grassi, glicolesteri ed ossialchilati in solvente paraffinico - vedi schede di sicurezza MSDS e Product Bulletins dei principali prodotti utilizzati, il Corexit EC 9527A ed il Corexit EC 9500A, che si riportano quali allegato A, allegato B, allegato C ed allegato D del presente capitolo), che non hanno fatto sparire il petrolio ma lo hanno fatto precipitare, spargendolo su centinaia di km quadrati di fondali. I disperdenti chimici della **British Petroleum (BP)** hanno semplicemente fatto scomparire il greggio dalla superficie portandolo in acque più profonde, spostandolo da un ecosistema all'altro. Il disperdente ed il petrolio rappresentano così ancora una minaccia per la vita marina e in particolare per il plancton, alla base della rete alimentare, dai pesci fino alle balenottere azzurre. Diversi scienziati e diverse Organizzazioni Non Governative (ONG) ambientaliste, affermano che la scelta della **British Petroleum (BP)** di usare il Corexit faccia parte dello stretto legame in essere tra la Nalco e le multinazionali petrolifere. La Nalco e la Exxon Mobil nel 1994 hanno

costituito una joint venture e la leadership petrolifera. Appaiono esserci forti legami anche tra la **British Petroleum (BP)** e la Nalco, in quanto anche la multinazionale petrolifera britannica risulta essere fortemente rappresentata all'interno della Nalco stessa. Si menziona che l'utilizzo dell'intera gamma del Corexit è vietato in Gran Bretagna, la patria della **British Petroleum (BP)**, ma l'EPA disse che se il Corexit "È nella lista e vogliono usarlo, allora sono pre-autorizzati a farlo". Ma è venuto fuori che è stato direttamente il laboratorio della Nalco a condurre i test di tossicità sul Corexit 9500A, utilizzando "fuel oil Number 2", un tipo di greggio diverso dal Louisiana Sweet Crude, il che significa non erano disponibili dati scientifici sugli effetti del mix di Corexit 9500A ed il greggio Louisiana Sweet Crude. Mervin Fingas, uno dei maggiori esperti mondiali di risposta agli sversamenti petroliferi, sottolinea che "La maggior parte dei ricercatori hanno scoperto che il petrolio disperso chimicamente è più tossico del petrolio disperso fisicamente". Questo mette in forte dubbio le ottimistiche conclusioni dell'EPA.

Il primo studio sul Corexit EC 9500A è apparso sul Journal of Environmental Science & Technology, grazie al lavoro degli scienziati del Woods Hole Oceanographic Institution, nel Massachusetts. Quello che molti supponevano, è stato confermato. Il greggio fuoriuscito dal pozzo Macondo è ancora lì, tutto ammucchiato, appiccicato al disperdente usato in dosi massicce e direttamente sul fondale a 1.500 metri di profondità. Del resto era già noto che taluni disperdenti non biodegradano affatto il petrolio, piuttosto tendono a farlo precipitare sul fondo, dove in assenza di ossigeno la percentuale di degradazione, come assodato dallo studio pubblicato, è del tutto irrilevante.

Quanto sopra esposto è stato ribadito anche dal personale di biologiamarina.eu, che ha sempre affermato che il petrolio, quanto meno la parte insolubile e più pesante, è ancora tutta lì nell'area del grave disastro ambientale, perché la cosa è nota e viene insegnata in qualsiasi corso di ecotossicologia marina. Grandi quantitativi di greggio insolubile non scompaiono da un giorno all'altro, e non esiste attività microbica tale da degradarlo in tempi brevi. La massa oleosa insolubile, ancora fresca e intrattabile, aggiunta a quella fatta precipitare dall'uso sconsiderato del Corexit è tutta lì, sul fondo oceanico, a far danni ancora per decenni. A supporto di quanto sino ad ora detto ci sono riscontri forniti anche dalla Arctic Sunrise, la nave di Greenpeace, che ha operato

durante il grave disastro ambientale nel Golfo del Messico, per scovare tutto il petrolio che mancava all'appello, rinvenendone grandi quantità sul fondale oceanico a 1500 metri di profondità, grazie alle informazioni e fatti pubblicati sul blog di Greenpeace.

Secondo Sage Magazine, l'inchiesta "An Unsettling Experiment: Dispersants in the Gulf", nella quale Sandy Aylesworth, una ricercatrice della Yale School of Forestry & Environmental Studies, sottolinea: "Nonostante l'enorme valore del Golfo, sia la **British Petroleum (BP)** che le agenzie governative, sono state impreparate a difenderlo. Durante la fuoriuscita del greggio (Louisiana Sweet Crude) fuoriuscito dal pozzo Macondo, l'Environmental Protection Agency statunitense (EPA) ha insistito che era essenziale tenerlo lontano dalle coste e dalle zone umide del Golfo, e a ragione, in quanto le zone umide del Golfo sono aree di nursery per il 98% degli animali marini che vivono nelle sue acque pelagiche".

L'inchiesta "An Unsettling Experiment: Dispersants in the Gulf", di Sandy Aylesworth pubblicata da Sage Magazine, parla anche delle conseguenze subite dall'ecosistema. Già nel maggio 2010 l'Huffington Post scrisse di tracce di petrolio presenti in quasi tutte le larve di granchio campionate lungo un tratto di costa di 300 miglia di costa e Susan Shaw, una tossicologa che dirige il Marine Environmental Research Institute, dice che quando i disperdenti rompono il petrolio in minuscole goccioline, queste sono in grado di permeare più facilmente le pareti cellulari degli organismi planctonici e di danneggiarli: "Il disperdente agisce come un sistema di erogazione di petrolio nell'acqua. E il petrolio contiene centinaia di composti che sono tossici per ogni organo del corpo, compresi molti agenti cancerogeni. In questo caso, il petrolio disperso è penetrato nelle pareti larvali dei granchi, distruggendole, con danni potenzialmente gravi per il loro sviluppo".

Ma i disperdenti come il Corexit 9527 e il Corexit 9500 usati nel Golfo non trasportano solo il petrolio agli organi interni, possono anche aumentare la concentrazione di sostanze più tossiche del greggio: i composti policiclici aromatici (IPA). Trasformare le masse di greggio in goccioline minute, come fanno i disperdenti, rende i composti policiclici aromatici (IPA) più facilmente ingeribile per piccoli pesci, filtratori, e plancton. Secondo l'oceanografo Richard Camilli, i composti policiclici aromatici (IPA) "Sono spesso associati a effetti biologici nocivi" ed i campioni d'acqua del Golfo

del Messico, raccolti due mesi dopo il disastro della piattaforma offshore Deepwater Horizon della **British Petroleum (BP)** hanno rivelato che la presenza di questi composti nocivi "Può essere più abbondante in profondità". Fonte e news integrale su GreenReport.

Una ricerca condotta dal National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), pubblicata dalla rivista PNAS, conferma i dati forniti all'epoca, sui volumi di greggio fuoriusciti. Dalla falla creatasi in seguito all'esplosione della piattaforma, si sono sprigionate più di 11 mila tonnellate di idrocarburi al giorno (59 mila barili) per tutti i tre mesi dell'incidente. I dati del National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) si basano sulle analisi chimiche di acqua ed aria fatte nei giorni dell'incidente. "Con questo studio abbiamo usato i dati disponibili per capire meglio cosa è andato dove e perché - ha dichiarato Thomas Ryerson - un approccio mai usato prima e che potrà essere molto utile in futuro".

Dai dati elaborati nella ricerca, spiegano i ricercatori, è emerso che gas e petrolio si sono separati subito in tre frazioni: un pennacchio sottomarino fatto di minuscole gocce soprattutto di metano e benzene, una macchia visibile in superficie con le sostanze più pesanti e appiccicose e un pennacchio aereo generato dall' evaporazione delle sostanze chimiche, contenente un mix di diversi idrocarburi.

Secondo la ricerca effettuata dal National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), sono fuoriuscite 11.130 tonnellate di petrolio e gas al giorno, mentre in tutti e tre i mesi la perdita totale è stata vicina ai 5 milioni di barili. Per quanto riguarda la frazione di metano rimasta sott'acqua, un altro studio condotto dalla University of California, Santa Barbara, afferma che questa sostanza ormai, non crea più problemi. Infatti è stata quasi totalmente "mangiata" dai batteri, grazie soprattutto alle correnti circolari dominanti nel Golfo del Messico che hanno fatto sì che le colonie di questi microrganismi tornassero più volte nei pressi della falla.

IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI (IPA o PAH)

Gli idrocarburi policiclici aromatici, noti anche con l'acronimo IPA o PAH (dall'inglese), sono idrocarburi costituiti da due o più anelli aromatici quali quello del benzene fusi fra loro in un'unica struttura generalmente planare; in quanto idrocarburi non contengono eteroatomi nel ciclo o nei sostituenti. Il naftalene è il più semplice esempio di IPA.

Si ritrovano naturalmente nel carbon fossile e nel petrolio, da cui si estraggono, particolarmente dalle qualità ricche in aromatici.

Sono potenti inquinanti atmosferici e la loro formazione per cause antropiche avviene nel corso di combustioni incomplete di combustibili fossili, legname, etc. Sono inquinanti che generano allerta perché alcuni composti sono stati identificati come cancerogeni, mutageni e teratogeni. Gli IPA ad alto peso molecolare, come il benzo[e]pirene e il benzo[a]pirene, sono presenti in elevate quantità in catrami, bitumi, pece e carboni nonché nei prodotti correlati come gli asfalti. Inoltre possono derivare da nerofumo e fuliggine di legna o comunque si ricollegano a fonti pirogeniche.

Queste molecole appartengono alla classe degli Endocrine Disrupter, e la loro presenza nell'ambiente è da attribuire quasi esclusivamente all'attività antropica (il 95% del totale degli IPA è appunto di origine antropica). Sono suddivisi in due categorie: IPA stazionari, provenienti da attività residenziali e commerciali (per esempio l'industria metallurgica, etc.), e IPA mobili, provenienti dal traffico veicolare. La maggior parte di queste molecole tossiche giungono in mare attraverso fonti diverse. I dati di seguito riportati risalgono al 1987, tuttavia pur non essendo aggiornati rendono bene l'idea della quantità introdotte nell'ecosistema marino (fonte: Polycyclic Hydrocarbons Hazard to Fish, Wildlife and Invertebrates. A Synoptic Review. Biological Report 85. US Fish and Wildlife Service, 1987).

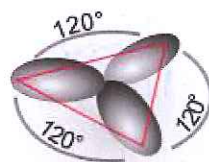
Gli IPA benzenoidi sono termodinamicamente stabili, hanno una pressione di vapore compresa tra $2,8 \times 10^{-5}$ e 10,4 Pascal. La solubilità in acqua varia da 0,2 $\mu\text{gr} / \text{l}$ per l'indeno [1,2,3 ed] pirene e 1,6 $\mu\text{gr} / \text{l}$ per il benzo[a]pirene, fino a 31,7 mg/l per il naftalene. Solo quelli a 4 o 5 anelli sono poco volatili a causa dell'alto peso molecolare. In natura gli Idrocarburi Policiclici Aromatici a basso peso molecolare sono degradati

rapidamente ad opera di batteri e funghi (Pothuluri et al 1992, 1993; Sutherland et al 1995; Eriksson, Dalhammar & Borg-Karlson 2000), mentre quelli ad alto peso molecolare sono recalcitranti e persistenti, non essendo attaccabili dai microrganismi (Atlas & cerniglia 1995; Ahn, Sanseverino & Sayler 1999; Kanaly & Harayama 2000). Per esempio il benzo[a]pirene è uno degli IPA maggiormente presente nei suoli e nei sedimenti poiché non biodegradabile.

Gli IPA leggeri come naftalene e fluorene sono inquinanti ubiquitari che, per la loro, relativa, maggiore solubilità in acqua, possono giungere ad inquinare le falde sotterranee. Sono stati trovati nel mezzo interstellare, in comete e in meteoriti e sono tra le molecole ipoteticamente candidate a fungere da stampo base per la catalisi di reazioni coinvolte nella genesi delle prime forme di vita.

STRUTTURA

Le molecole degli IPA sono generalmente planari a meno di impedimenti sterici e sono costituite da un gruppo di atomi di carbonio ibridati sp^2 legati tra loro in anelli condensati, che hanno in comune almeno due atomi di carbonio adiacenti, ciascuno con il proprio orbitale p_z occupato da un elettrone spaiato.

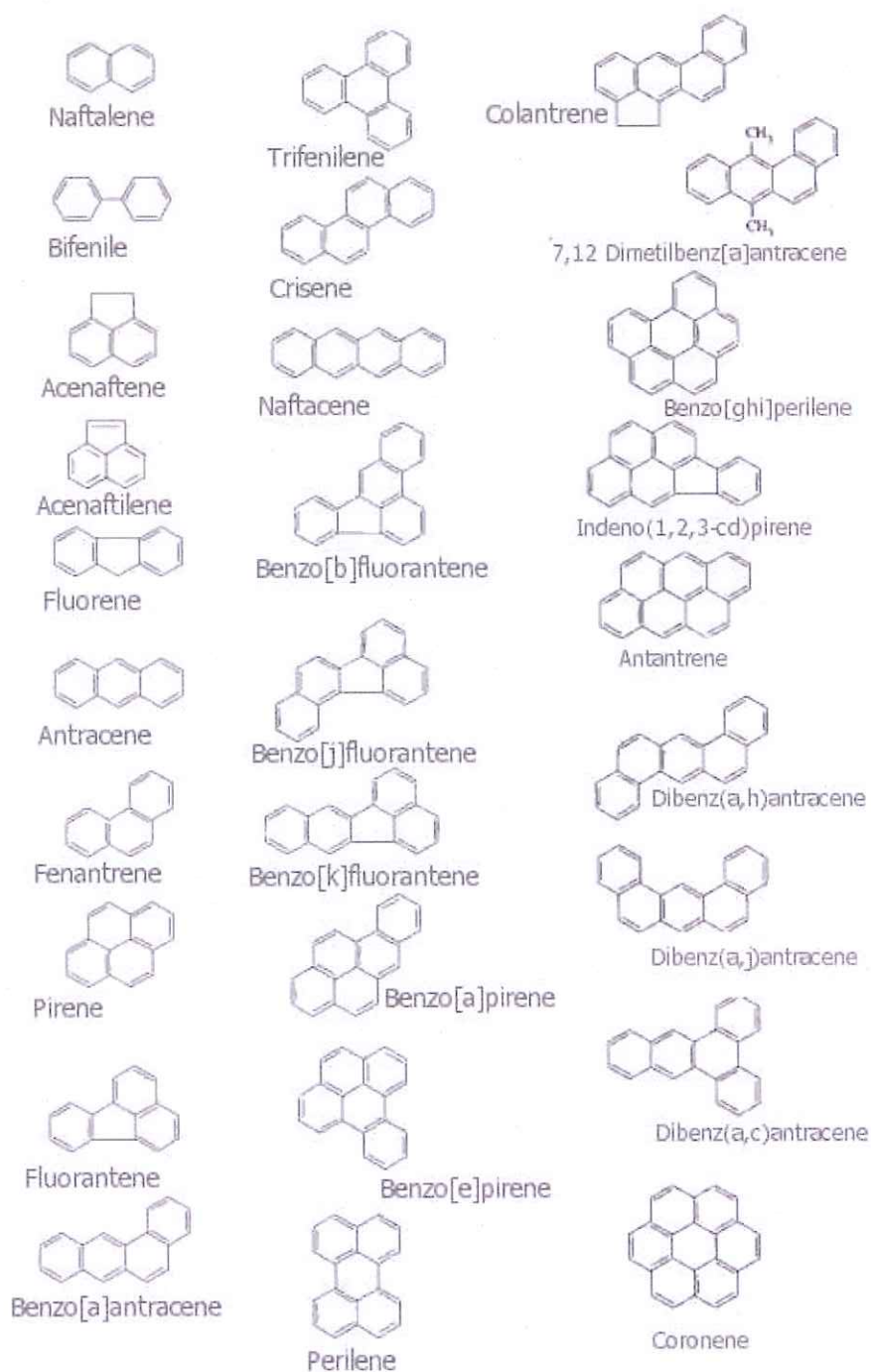


Tre orbitali con ibridazione sp^2

Esempi di ibridizzazione sp^2 si hanno nelle molecole di trifluoruro di boro (BF_3), triossido di zolfo (SO_3), diossido di zolfo (SO_2) e etene (C_2H_4).

Tali orbitali p_z vanno a formare un sistema aromatico in cui vengono condivisi $4n+2$ elettroni, non disposti a formare doppi legami definiti, bensì delocalizzati sull'intera parte della molecola interessata dal fenomeno (regola di Hückel).

Nella figura sottostante sono riportati gli IPA con la denominazione IUPAC:



PROPRIETA' CHIMICO-FISICHE E COMPORTAMENTO

In condizioni normali gli IPA si presentano tutti allo stato solido. La tensione di vapore di tali composti è generalmente bassa, ed inversamente proporzionale al numero di anelli contenuti. I composti a peso molecolare basso generalmente sublimano a temperatura ambiente, fenomeno particolarmente rilevante nei naftaleni.

Gli IPA sono o relativamente poco solubili o del tutto insolubili in acqua; la solubilità per sommi capi diminuisce all'aumentare del loro peso molecolare. Sono altamente lipofili e questa loro caratteristica ne influenza fortemente il bioaccumulo. La struttura molecolare ne determina la stabilità, in atmosfera fortemente correlata all'irraggiamento ultravioletto solare. I composti più grandi, meno solubili in acqua e meno volatili, a causa di queste proprietà si trovano, nell'ambiente principalmente nel suolo, nei sedimenti oleosi, in acqua o in aria; purtuttavia sono anche una componente preoccupante del particolato atmosferico, adesi superficialmente alle particelle sospese nell'aria.

EFFETTI SULLA SALUTE

Gli IPA hanno noti effetti negativi sull'ambiente, sulla salute umana ed animale, come tossicità evidente per alcuni organismi acquatici ed uccelli, alta tossicità cronica per la vita acquatica, contaminazione dei raccolti agricoli.

Diversi IPA sono stati classificati dalla IARC (1987) come "probabili" o "possibili cancerogeni per l'uomo", mentre il benzo(a)pirene è stato recentemente (2008) riclassificato nel gruppo 1 come "cancerogeno per l'uomo". Tra i cancerogeni certi per l'uomo, oltre ad esso, sono evidenti agenti ad alto contenuto di IPA come il fumo di tabacco, i processi per la gasificazione dei carboni, la produzione di coke e la distillazione dei catrami minerali. Tra gli IPA comunemente presenti nelle matrici ambientali, vi sono il benzo(a)pirene, il benzo(b)fluorantene, il benzo(k)fluorantene, l'indeno(1,2,3-c,d)pirene, il benzo(a)antracene, il benzo(j)fluorantene ed il dibenzo(a,h)antracene.

Anche se esistono più di cento diversi IPA, quelli più imputati nel causare dei danni per la salute dell'uomo e degli animali sono: l'acenaftene, l'acenaftilene, l'antracene,

il benzo(a)antracene, il dibenzo(a,h)antracene, il crisene, il pirene, il benzo(a)pirene, l'indeno(1,2,3-c,d)pirene, il fenantrene, il fluorantene, il benzo(b)fluorantene, il benzo(k)fluorantene, il benzo(g,h,i)perilene e il fluorene.

Pur essendo lo studio di queste miscele particolarmente complesso, è stato comunque dimostrato che l'esposizione alle miscele IPA comporta per fenomeni di azione sinergica, un aumento dell'insorgenza del cancro, soprattutto in presenza di benzo(a)pirene, composto presente in miscela con altri anche nel fumo di sigaretta.

L'attività cancerogena è dovuta ai prodotti del metabolismo di queste sostanze, quindi sono sostanze pre-mutagene. Difatti nel fegato vengono ossidate e ad un doppio legame viene sostituito un gruppo epossidico.

DEGRADAZIONE DEGLI IPA

Gli IPA possono essere degradati attraverso due vie, una abiotica ed una biotica. La prima via comprende l'accumulo, la foto ossidazione e la fissazione irreversibile alla matrice che compone suolo o sedimenti. La seconda via comprende la rimozione attraverso la degradazione aerobica e anaerobica ad opera di batteri, funghi, cianobatteri e alghe eucariote. Nella tabella sottostante sono riportati i generi più noti in grado di operare la biodegradazione di alcuni degli IPA maggiormente tossici:

MICRORGANISMI	GENERI
batteri aerobici	Pseudomonas, Vibrio, Alcaligenes, Aeromonas Bacillus, Staphylococcus
batteri anaerobici	Pseudomonaceae
funghi non lignicoli	Cunninghamella, Aspergillus, Candida, Penicillium
funghi lignicoli	Phanerochaete, Bjerkandera, Pleurotus, Coriolus, Dichomitus, Phiebia, Lentinula
cianobatteri	Oscillatoria, Agmenellum, Anabaena, Nostoc
alghe eucariote	Selenastrum, Chiorella, Amphora, Navicula, Nitzschia

La degradazione in ambiente aerobico di molecole aromatiche è conosciuta molto bene per quanto riguarda il benzene, mentre gli studi riguardanti la degradazione degli IPA veri e propri sono tutt'ora in corso anche se sono stati fatti notevoli progressi in questi ultimi anni. La degradazione anaerobica non è del tutto compresa, mentre in quella aerobica l'ossigeno è l'accettore terminale di elettroni, ed è incorporato nell'anello aromatico già al primo step di reazione. Quindi non è chiaro come avviene la degradazione in sua assenza. Tuttavia nei sedimenti marini e lacustri, scarsamente ossigenati, tale degradazione è stata osservata. Il fattore critico sembra quindi essere il potenziale redox, quest'ultimo influenza infatti l'attività metabolica dei microrganismi. I batteri denitrificanti operano la rimozione degli IPA in presenza di un eccesso di nitrato e in presenza di una fonte di carbonio. Nei sedimenti marini vi è abbondanza di solfati [e in caso di assenza di ossigeno, nitrati e Fe(III)] e questo rende possibile la rimozione degli IPA, attraverso vie biochimiche ancora poco comprese. Sembra che lo stesso solfato sia l'accettore terminale di elettroni in molte vie metaboliche, così come lo è il Fe(III) grazie ai batteri ferro-riduttori. La coppia Fe(III)/Fe(II) ha una elevata elettropositività (+ 0,2 Volt a pH 7) quindi la sua riduzione può essere accoppiata all'ossidazione di molte molecole organiche donatrici di elettroni, IPA compresi.

Ma sono soprattutto i funghi a rimuovere gli IPA, soprattutto naftalene e benzo[a]pirene. Le specie in grado di biodegradare gli IPA sono quasi tutte di origine tropicale e rimuovono l'inquinante in condizione di elevata temperatura. Questi funghi possono essere suddivisi in tre gruppi:

- 1- LiP MnP (LiP = Lignin peroxidases; MnP = Manganese peroxidases);
- 2- MnP laccasi;
- 3- LiP laccasi.

Esiste anche un quarto gruppo, indicato come laccasi AAO (aryl alcohol oxidases). Il comun denominatore in tutti i gruppi è la presenza di perossidasi, che caratterizza i funghi lignicoli. Nei funghi non lignicoli sono invece coinvolti enzimi del gruppo del citocromo P-450, che introducono un atomo di ossigeno molecolare all'interno dell'anello benzenico, formando un'arene che spontaneamente isomerizza a fenolo, che

infine è modificato in un diidrodiole. La capacità dei funghi di degradare gli xenobiotici, tra cui gli IPA è notevole, e sono molto interessanti gli aspetti applicativi, che riguardano quella che attualmente viene definita bioremediation (o mycoremediation). Le alghe degradano gli IPA in condizioni fotoautotrofe. Tuttavia oltre a questo non si sa molto altro, non sono noti gli enzimi coinvolti, forse nel caso dei cianobatteri si tratta di monossigenasi, mentre nel caso delle alghe eucariote si tratta di diossigenasi.

IL METABOLISMO DEGLI IPA NEI PESCI E NEI MOLLUSCHI

Il benzo[a]pirene è una molecola idrofobica e chimicamente inerte. Tuttavia è allo stesso tempo un potente cancerogeno. Infatti viene metabolizzato dagli enzimi di fase I (enzimi responsabili dell'introduzione di siti per la coniugazione con gruppi altamente polari catalizzati dagli enzimi di fase II). Nel caso dei vertebrati acquatici gli enzimi di fase I come quelli del sistema del citocromo P 450 convertono il benzo[a]pirene in un epossido intermedio grazie ad una reazione di ossidazione. Questo intermedio è altamente elettrofilo e attacca molecole nucleofile come il DNA. Intervengono gli enzimi di fase II che idrolizzano l'anello epossidico convertendo la molecola in un diidrodiole, meno tossico perché meno reattivo. Tuttavia alcuni intermedi possono essere ulteriormente trasformati andando poi ad interagire con molecole bersaglio come il DNA formando addotti instabili (addotti = molecole formate da xenobiotici e molecole endogene bersaglio, come il DNA o le proteine). Alcuni addotti possono essere rimossi da sistemi di riparazione endogeni, altri no, determinando effetti cancerogeni e mutageni nelle specie maggiormente sensibili.

La reazione che porta alla formazione di tali addotti è la seguente:

↓	benzo[a]pirene
↓	benzo[a]pirene-7,8-eossido
↓	benzo[a]pirene-7,8-diidrodiole
	benzo[a]pirene-7,8-diidrodiole-9,10-eossido

I molluschi sembrano meno propensi e sensibili a formare addotti, poiché metabolizzano il benzo[a]pirene in un intermedio meno reattivo (il 6,12-chinone, oppure 1,6 o anche 3,6-chinone). La minor reattività è quindi responsabile degli effetti minori che si hanno sui molluschi. Il problema più grande è purtroppo legato agli effetti sinergici tra xenobiotici di origine differente.

ALLEGATO A – MSDS COREXIT EC 9527A

Documento di origine esterna, redatto da Regulatory Affairs della Nalco Environmental Solutions LLC, in data 09/29/2016, Version Number 1.3, composto da 10 pagine.

Il documento allegato risulta essere parte integrante della presente tesi di laurea in ingegneria ambientale.



SAFETY DATA SHEET

COREXIT™ EC9527A

Section: 1. PRODUCT AND COMPANY IDENTIFICATION

Product name : COREXIT™ EC9527A

Other means of identification : Not applicable.

Recommended use : OIL SPILL DISPERSANT

Restrictions on use : Refer to available product literature or ask your local Sales Representative for restrictions on use and dose limits.

Company : Nalco Environmental Solutions LLC
7705 Highway 90-A
Sugar Land, Texas 77478
USA
TEL: (281) 263-7000

Emergency telephone number : (800) 424-9300 (24 Hours) CHEMTREC

Issuing date : 09/29/2016

Section: 2. HAZARDS IDENTIFICATION

GHS Classification

Flammable liquids : Category 4
Acute toxicity (Oral) : Category 4
Acute toxicity (Dermal) : Category 4
Eye irritation : Category 2A

GHS Label element

Hazard pictograms :



Signal Word : Warning

Hazard Statements : Combustible liquid
Harmful if swallowed or in contact with skin
Causes serious eye irritation.

Precautionary Statements : **Prevention:**
Keep away from heat/sparks/open flames/hot surfaces. - No smoking. Wash skin thoroughly after handling. Do not eat, drink or smoke when using this product. Wear protective gloves/ eye protection/ face protection.
Response:
IF SWALLOWED: Call a POISON CENTER or doctor/ physician if you feel unwell. Rinse mouth. IF ON SKIN: Wash with plenty of soap and water. Call a POISON CENTER or doctor/ physician if you feel unwell.
IF IN EYES: Rinse cautiously with water for several minutes. Remove contact lenses, if present and easy to do. Continue rinsing. If eye irritation persists: Get medical advice/ attention. Wash contaminated clothing before reuse.

SAFETY DATA SHEET

COREXIT™ EC9527A

Storage:

Store in a well-ventilated place. Keep cool.

Other hazards : None known.

Section: 3. COMPOSITION/INFORMATION ON INGREDIENTS

Pure substance/mixture : Mixture

Chemical Name	CAS-No.	Concentration: (%)
2-Butoxyethanol	111-76-2	30 - 60
Organic sulfonic acid salt	Proprietary	10 - 30
Propylene Glycol	57-55-6	1 - 5

Section: 4. FIRST AID MEASURES

In case of eye contact : Rinse immediately with plenty of water, also under the eyelids, for at least 15 minutes. Remove contact lenses, if present and easy to do. Continue rinsing. Get medical attention.

In case of skin contact : Wash off immediately with plenty of water for at least 15 minutes. Use a mild soap if available. Wash clothing before reuse. Thoroughly clean shoes before reuse. Get medical attention if irritation develops and persists.

If swallowed : Rinse mouth. Get medical attention if symptoms occur.

If inhaled : Get medical attention if symptoms occur.

Protection of first-aiders : In event of emergency assess the danger before taking action. Do not put yourself at risk of injury. If in doubt, contact emergency responders. Use personal protective equipment as required.

Notes to physician : Treat symptomatically.

Most important symptoms and effects, both acute and delayed : See Section 11 for more detailed information on health effects and symptoms.

Section: 5. FIREFIGHTING MEASURES

Suitable extinguishing media : Foam
Carbon dioxide
Dry powder
Other extinguishing agent suitable for Class B fires
For large fires, use water spray or fog, thoroughly drenching the burning material.

Unsuitable extinguishing media : None known.

Specific hazards during firefighting : Fire Hazard
Keep away from heat and sources of ignition.
Flash back possible over considerable distance.

SAFETY DATA SHEET

COREXIT™ EC9527A

- Hazardous combustion products : Decomposition products may include the following materials: Carbon oxides Sulphur oxides metal oxides
- Special protective equipment for firefighters : Use personal protective equipment.
- Specific extinguishing methods : Fire residues and contaminated fire extinguishing water must be disposed of in accordance with local regulations. In the event of fire and/or explosion do not breathe fumes.

Section: 6. ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

- Personal precautions, protective equipment and emergency procedures : Ensure adequate ventilation. Remove all sources of ignition. Ensure clean-up is conducted by trained personnel only. Refer to protective measures listed in sections 7 and 8.
- Environmental precautions : Do not allow contact with soil, surface or ground water.
- Methods and materials for containment and cleaning up : Eliminate all ignition sources if safe to do so. Stop leak if safe to do so. Contain spillage, and then collect with non-combustible absorbent material, (e.g. sand, earth, diatomaceous earth, vermiculite) and place in container for disposal according to local / national regulations (see section 13). For large spills, dike spilled material or otherwise contain material to ensure runoff does not reach a waterway. Flush away traces with water.

Section: 7. HANDLING AND STORAGE

- Advice on safe handling : Avoid contact with skin and eyes. Take necessary action to avoid static electricity discharge (which might cause ignition of organic vapours). Do not ingest. Keep away from fire, sparks and heated surfaces. Wash hands thoroughly after handling. Use only with adequate ventilation.
- Conditions for safe storage : Keep away from heat and sources of ignition. Keep away from oxidizing agents. Keep out of reach of children. Keep container tightly closed. Store in suitable labelled containers.
- Suitable material : The following compatibility data is suggested based on similar product data and/or industry experience: Stainless Steel 316L, Hastelloy C-276, MDPE (medium density polyethylene), Nitrile, Plexiglass, TFE, HDPE (high density polyethylene), Neoprene, Aluminum, Polypropylene, Polyethylene, Carbon Steel C1018, Stainless Steel 304, FEP (encapsulated), Perfluoroelastomer, PVC, PTFE, Polytetrafluoroethylene/polypropylene copolymer, Compatibility with Plastic Materials can vary; we therefore recommend that compatibility is tested prior to use.
- Unsuitable material : The following compatibility data is suggested based on similar product data and/or industry experience: Copper, Mild steel, Brass, Nylon, Buna-N, Natural rubber, Polyurethane, Ethylene propylene, EPDM, Fluoroelastomer, Chlorosulfonated polyethylene rubber

Section: 8. EXPOSURE CONTROLS/PERSONAL PROTECTION

Components with workplace control parameters

SAFETY DATA SHEET

COREXIT™ EC9527A

Components	CAS-No.	Form of exposure	Permissible concentration	Basis
2-Butoxyethanol	111-76-2	TWA	20 ppm	ACGIH
		TWA	5 ppm 24 mg/m ³	NIOSH REL
		TWA	50 ppm 240 mg/m ³	OSHA Z1
Propylene Glycol	57-55-6	TWA	10 mg/m ³	AIHA WEEL

Engineering measures : Effective exhaust ventilation system. Maintain air concentrations below occupational exposure standards.

Personal protective equipment

Eye protection : Safety goggles
Face-shield

Hand protection : Wear the following personal protective equipment:
Standard glove type.
Gloves should be discarded and replaced if there is any indication of degradation or chemical breakthrough.

Skin protection : Wear suitable protective clothing.

Respiratory protection : When workers are facing concentrations above the exposure limit they must use appropriate certified respirators.

Hygiene measures : Handle in accordance with good industrial hygiene and safety practice. Remove and wash contaminated clothing before re-use. Wash face, hands and any exposed skin thoroughly after handling.

Section: 9. PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

Appearance : Liquid

Colour : clear

Odour : Mild

Flash point : 72.7 °C, Method: ASTM D 56, Tag closed cup, Does not sustain combustion.

pH : 6.1, 100 %, (20 °C)

Odour Threshold : no data available

Melting point/freezing point : POUR POINT: -55 °C, ASTM D-97
POUR POINT: < -40 °C

Initial boiling point and boiling range : 171 °C

Evaporation rate : 0.1, (water=1)

Flammability (solid, gas) : no data available

Upper explosion limit : no data available

Lower explosion limit : no data available

SAFETY DATA SHEET

COREXIT™ EC9527A

Vapour pressure	: < 5 mm Hg, (38 °C), similar to water
Relative vapour density	: no data available
Relative density	: 0.98 - 1.02,
Density	: 0.98 - 1.02 g/cm ³ , 8.2 - 8.5 lb/gal
Water solubility	: completely soluble
Solubility in other solvents	: no data available
Partition coefficient: n-octanol/water	: no data available
Auto-ignition temperature	: no data available
Thermal decomposition temperature	: no data available
Viscosity, dynamic	: 90 mPa.s (0 °C) 35 mPa.s (20 °C)
Viscosity, kinematic	: 160 mm ² /s (0 °C)
Molecular weight	: no data available
VOC	: no data available

Section: 10. STABILITY AND REACTIVITY

Chemical stability	: Stable under normal conditions.
Possibility of hazardous reactions	: No dangerous reaction known under conditions of normal use.
Conditions to avoid	: Heat, flames and sparks.
Incompatible materials	: Strong oxidizing agents
Hazardous decomposition products	: Decomposition products may include the following materials: Carbon oxides Sulphur oxides metal oxides

Section: 11. TOXICOLOGICAL INFORMATION

Information on likely routes of exposure : Inhalation, Eye contact, Skin contact

Potential Health Effects

Eyes	: Causes serious eye irritation.
Skin	: Harmful in contact with skin.
Ingestion	: Harmful if swallowed.
Inhalation	: Health injuries are not known or expected under normal use.

SAFETY DATA SHEET

COREXIT™ EC9527A

Chronic Exposure : Health injuries are not known or expected under normal use.

Experience with human exposure

Eye contact : Redness, Pain, Irritation
Skin contact : No information available.
Ingestion : No information available.
Inhalation : No symptoms known or expected.

Toxicity

Product

Acute oral toxicity : LD50 rat: 1,750 mg/kg
Test substance: Product
Acute inhalation toxicity : LC50 rat: 2.08 mg/l
Test substance: Product
Acute toxicity estimate: 28.48 mg/l
Exposure time: 4 h
Acute dermal toxicity : LD50 rat: 2,000 mg/kg
Test substance: Product
Skin corrosion/irritation : Species: rabbit
Result: Mild skin irritation
GLP: yes
Test substance: Product
Serious eye damage/eye irritation : Species: rabbit
Result: Moderately irritating
GLP: yes
Test substance: Product
Respiratory or skin sensitization : no data available
Carcinogenicity : no data available
Reproductive effects : no data available
Germ cell mutagenicity : no data available
Teratogenicity : no data available
STOT - single exposure : no data available
STOT - repeated exposure : no data available
Aspiration toxicity : no data available

Section: 12. ECOLOGICAL INFORMATION

Ecotoxicity

Environmental Effects : Toxic to aquatic life.

Product

SAFETY DATA SHEET

COREXIT™ EC9527A

- Toxicity to fish : LC50 Turbot: 50 mg/l
Exposure time: 96 hrs
Test substance: Product
- LC50 Pimephales promelas (fathead minnow): 201 mg/l
Exposure time: 96 hrs
Test substance: Product
- LC50 Inland Silverside: 14.57 mg/l
Exposure time: 96 hrs
Test substance: Product
- LC50 Common Mummichog: 81 mg/l
Exposure time: 96 hrs
Test substance: Product
- LC50 Pimephales promelas (fathead minnow): 316 mg/l
Exposure time: 96 hrs
Test substance: Product
- LC50 Common Mummichog: 92 mg/l
Exposure time: 96 hrs
Test substance: Product
- NOEC Turbot: 32 mg/l
Exposure time: 96 hrs
Test substance: Product
- Toxicity to daphnia and other aquatic invertebrates : LC50 Acartia tonsa: 23 mg/l
Exposure time: 48 hrs
Test substance: Product
- LC50 Mysid Shrimp (Mysidopsis bahia): 24.14 mg/l
Exposure time: 48 hrs
Test substance: Product
- LC50 Artemia: 40 mg/l
Exposure time: 48 hrs
Test substance: Product
- Toxicity to algae : EC50 Marine Algae (Skeletonema costatum): 9.4 mg/l
Exposure time: 72 hrs
Test substance: Product

Components

- Toxicity to bacteria : 2-Butoxyethanol
463 mg/l
- Propylene Glycol
> 20,000 mg/l

Components

- Toxicity to fish (Chronic toxicity) : 2-Butoxyethanol
NOEC: > 100 mg/l

SAFETY DATA SHEET

COREXIT™ EC9527A

Exposure time: 21 d

Propylene Glycol
Chronic Toxicity Value: 2,500 mg/l
Exposure time: 30 d

Components

Toxicity to daphnia and other aquatic invertebrates (Chronic toxicity) : 2-Butoxyethanol
NOEC: > 100 mg/l
Exposure time: 21 d

Propylene Glycol
NOEC: 13,020 mg/l
Exposure time: 7 d

Persistence and degradability

The organic portion of this preparation is expected to be readily biodegradable.

Mobility

The environmental fate was estimated using a level III fugacity model embedded in the EPI (estimation program interface) Suite TM, provided by the US EPA. The model assumes a steady state condition between the total input and output. The level III model does not require equilibrium between the defined media. The information provided is intended to give the user a general estimate of the environmental fate of this product under the defined conditions of the models.

If released into the environment this material is expected to distribute to the air, water and soil/sediment in the approximate respective percentages;

Air : <5%
Water : 10 - 30%
Soil : 70 - 90%

The portion in water is expected to be soluble or dispersible.

Bioaccumulative potential

Based on a review of the individual components, utilizing U.S. EPA models, this material is not expected to bioaccumulate.

Other information

no data available

Section: 13. DISPOSAL CONSIDERATIONS

If this product becomes a waste, it is not a hazardous waste as defined by the Resource Conservation and Recovery Act (RCRA) 40 CFR 261, since it does not have the characteristics of Subpart C, nor is it listed under Subpart D.

Disposal methods : The product should not be allowed to enter drains, water courses or the soil. Where possible recycling is preferred to disposal or incineration. If recycling is not practicable, dispose of in compliance with local regulations. Dispose of wastes in an approved waste disposal facility.

SAFETY DATA SHEET

COREXIT™ EC9527A

Disposal considerations : Dispose of as unused product. Empty containers should be taken to an approved waste handling site for recycling or disposal. Do not re-use empty containers.

Section: 14. TRANSPORT INFORMATION

The shipper/consignor/sender is responsible to ensure that the packaging, labeling, and markings are in compliance with the selected mode of transport.

Land transport (DOT)

Proper shipping name : PRODUCT IS NOT REGULATED DURING TRANSPORTATION

Air transport (IATA)

Proper shipping name : PRODUCT IS NOT REGULATED DURING TRANSPORTATION

Sea transport (IMDG/IMO)

Proper shipping name : PRODUCT IS NOT REGULATED DURING TRANSPORTATION

Section: 15. REGULATORY INFORMATION

EPCRA - Emergency Planning and Community Right-to-Know Act

CERCLA Reportable Quantity

This material does not contain any components with a CERCLA RQ.

SARA 304 Extremely Hazardous Substances Reportable Quantity

This material does not contain any components with a section 304 EHS RQ.

SARA 311/312 Hazards : Acute Health Hazard
Fire Hazard

SARA 302 : No chemicals in this material are subject to the reporting requirements of SARA Title III, Section 302.

SARA 313 : The following components are subject to reporting levels established by SARA Title III, Section 313:
2-Butoxyethanol 111-76-2 30 - 60 %

California Prop 65

This product does not contain any chemicals known to State of California to cause cancer, birth defects, or any other reproductive harm.

INTERNATIONAL CHEMICAL CONTROL LAWS :

TOXIC SUBSTANCES CONTROL ACT (TSCA)

The substances in this preparation are included on or exempted from the TSCA 8(b) Inventory (40 CFR 710)

CANADIAN ENVIRONMENTAL PROTECTION ACT (CEPA)

The substances in this preparation are listed on the Domestic Substances List (DSL), are exempt, or have been reported in accordance with the New Substances Notification Regulations.

SAFETY DATA SHEET

COREXIT™ EC9527A

AUSTRALIA

All substances in this product comply with the National Industrial Chemicals Notification & Assessment Scheme (NICNAS).

CHINA

All substances in this product comply with the Provisions on the Environmental Administration of New Chemical Substances and are listed on or exempt from the Inventory of Existing Chemical Substances China (IECSC).

JAPAN

All substances in this product comply with the Law Regulating the Manufacture and Importation Of Chemical Substances and are listed on the Existing and New Chemical Substances list (ENCS).

KOREA

All substances in this product comply with the Chemical Control Act (CCA) and are listed on the Existing Chemicals List (ECL)

NEW ZEALAND

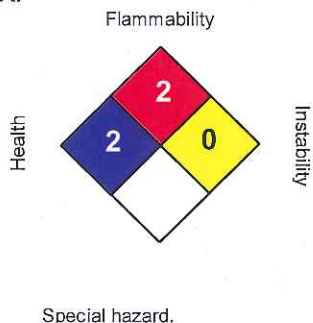
All substances in this product comply with the Hazardous Substances and New Organisms (HSNO) Act 1996, and are listed on or are exempt from the New Zealand Inventory of Chemicals.

PHILIPPINES

All substances in this product comply with the Republic Act 6969 (RA 6969) and are listed on the Philippines Inventory of Chemicals & Chemical Substances (PICCS).

Section: 16. OTHER INFORMATION

NFPA:



HMIS III:

HEALTH	2
FLAMMABILITY	2
PHYSICAL HAZARD	0

0 = not significant, 1 = Slight,
2 = Moderate, 3 = High
4 = Extreme, * = Chronic

Revision Date : 09/29/2016
Version Number : 1.3
Prepared By : Regulatory Affairs

REVISED INFORMATION: Significant changes to regulatory or health information for this revision is indicated by a bar in the left-hand margin of the SDS.

The information provided in this Safety Data Sheet is correct to the best of our knowledge, information and belief at the date of its publication. The information given is designed only as a guidance for safe handling, use, processing, storage, transportation, disposal and release and is not to be considered a warranty or quality specification. The information relates only to the specific material designated and may not be valid for such material used in combination with any other materials or in any process, unless specified in the text.

ALLEGATO B – MSDS COREXIT EC 9500A

Documento di origine esterna, redatto da Regulatory Affairs della Nalco Environmental Solutions LLC, in data 09/29/2016, Version Number 1.1, composto da 11 pagine.

Il documento allegato risulta essere parte integrante della presente tesi di laurea in ingegneria ambientale.

SAFETY DATA SHEET

COREXIT™ EC9500A

Section: 1. PRODUCT AND COMPANY IDENTIFICATION

Product name : COREXIT™ EC9500A

Other means of identification : Not applicable.

Recommended use : OIL SPILL DISPERSANT

Restrictions on use : Refer to available product literature or ask your local Sales Representative for restrictions on use and dose limits.

Company : Nalco Environmental Solutions LLC
7705 Highway 90-A
Sugar Land, Texas 77478
USA
TEL: (281) 263-7000

Emergency telephone number : (800) 424-9300 (24 Hours) CHEMTREC

Issuing date : 09/29/2016

Section: 2. HAZARDS IDENTIFICATION

GHS Classification

Flammable liquids : Category 4
Acute toxicity (Inhalation) : Category 4
Eye irritation : Category 2A

GHS Label element

Hazard pictograms :



Signal Word : Warning

Hazard Statements : Combustible liquid
Causes serious eye irritation.
Harmful if inhaled.

Precautionary Statements : **Prevention:**
Keep away from heat/sparks/open flames/hot surfaces. - No smoking. Avoid breathing dust/ fume/ gas/ mist/ vapours/ spray. Wash skin thoroughly after handling. Use only outdoors or in a well-ventilated area. Wear protective gloves/ eye protection/ face protection.

Response:
IF INHALED: Remove person to fresh air and keep comfortable for breathing. Call a POISON CENTER or doctor/ physician if you feel unwell.
IF IN EYES: Rinse cautiously with water for several minutes. Remove contact lenses, if present and easy to do. Continue rinsing. If eye irritation persists: Get medical advice/ attention. In case of fire: Use dry sand, dry chemical or alcohol-resistant foam to extinguish.

SAFETY DATA SHEET

COREXIT™ EC9500A

Storage:

Store in a well-ventilated place. Keep cool.

Other hazards : None known.

Section: 3. COMPOSITION/INFORMATION ON INGREDIENTS

Pure substance/mixture : Mixture

Chemical Name	CAS-No.	Concentration: (%)
Distillates, petroleum, hydrotreated light	64742-47-8	10 - 30
Organic sulfonic acid salt	Proprietary	10 - 30
Propylene Glycol	57-55-6	1 - 5

Section: 4. FIRST AID MEASURES

In case of eye contact : Rinse immediately with plenty of water, also under the eyelids, for at least 15 minutes. Remove contact lenses, if present and easy to do. Continue rinsing. Get medical attention.

In case of skin contact : Wash off with soap and plenty of water. Get medical attention if symptoms occur.

If swallowed : Rinse mouth. Get medical attention if symptoms occur.

If inhaled : Remove to fresh air. Treat symptomatically. Get medical attention.

Protection of first-aiders : In event of emergency assess the danger before taking action. Do not put yourself at risk of injury. If in doubt, contact emergency responders. Use personal protective equipment as required.

Notes to physician : Treat symptomatically.

Most important symptoms and effects, both acute and delayed : See Section 11 for more detailed information on health effects and symptoms.

Section: 5. FIREFIGHTING MEASURES

Suitable extinguishing media : Foam
Carbon dioxide
Dry powder
Other extinguishing agent suitable for Class B fires
For large fires, use water spray or fog, thoroughly drenching the burning material.

Unsuitable extinguishing media : None known.

Specific hazards during firefighting : Fire Hazard
Keep away from heat and sources of ignition.
Flash back possible over considerable distance.

Hazardous combustion : Decomposition products may include the following materials: Carbon oxides

SAFETY DATA SHEET

COREXIT™ EC9500A

products Sulphur oxides metal oxides

Special protective equipment for firefighters : Use personal protective equipment.

Specific extinguishing methods : Fire residues and contaminated fire extinguishing water must be disposed of in accordance with local regulations. In the event of fire and/or explosion do not breathe fumes.

Section: 6. ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

Personal precautions, protective equipment and emergency procedures : Ensure adequate ventilation. Remove all sources of ignition. Ensure clean-up is conducted by trained personnel only. Refer to protective measures listed in sections 7 and 8.

Environmental precautions : Do not allow contact with soil, surface or ground water.

Methods and materials for containment and cleaning up : Eliminate all ignition sources if safe to do so. Stop leak if safe to do so. Contain spillage, and then collect with non-combustible absorbent material, (e.g. sand, earth, diatomaceous earth, vermiculite) and place in container for disposal according to local / national regulations (see section 13). For large spills, dike spilled material or otherwise contain material to ensure runoff does not reach a waterway. Flush away traces with water.

Section: 7. HANDLING AND STORAGE

Advice on safe handling : Avoid contact with skin and eyes. Take necessary action to avoid static electricity discharge (which might cause ignition of organic vapours). Keep away from fire, sparks and heated surfaces. Do not breathe dust/fume/gas/mist/vapours/spray. Wash hands thoroughly after handling. Use only with adequate ventilation.

Conditions for safe storage : Keep away from heat and sources of ignition. Keep away from oxidizing agents. Keep out of reach of children. Keep container tightly closed. Store in suitable labelled containers.

Suitable material : The following compatibility data is suggested based on similar product data and/or industry experience: Stainless Steel 304, Stainless Steel 316L, Aluminum, Hastelloy C-276, MDPE (medium density polyethylene), HDPE (high density polyethylene), PVC, Plexiglass, Perfluoroelastomer, PTFE, TFE, FEP (encapsulated)

Unsuitable material : The following compatibility data is suggested based on similar product data and/or industry experience: Mild steel, Carbon steel, Buna-N, Brass, Copper, Natural rubber, Polyethylene, Polypropylene, Ethylene propylene, EPDM, Neoprene, Nitrile, Polyurethane, Fluoroelastomer, Chlorosulfonated polyethylene rubber, Polytetrafluoroethylene/polypropylene copolymer

Section: 8. EXPOSURE CONTROLS/PERSONAL PROTECTION

Components with workplace control parameters

Components	CAS-No.	Form of exposure	Permissible concentration	Basis
------------	---------	------------------	---------------------------	-------

SAFETY DATA SHEET

COREXIT™ EC9500A

Distillates, petroleum, hydrotreated light	64742-47-8	TWA	500 ppm 2,000 mg/m ³	OSHA Z1
		TWA	200 mg/m ³ (as total hydrocarbon vapor)	ACGIH
		TWA (Mist)	5 mg/m ³	OSHA Z1
		TWA (Mist)	5 mg/m ³	NIOSH REL
		STEL (Mist)	10 mg/m ³	NIOSH REL
Propylene Glycol	57-55-6	TWA	10 mg/m ³	AIHA WEEL

Engineering measures : Effective exhaust ventilation system. Maintain air concentrations below occupational exposure standards.

Personal protective equipment

Eye protection : Safety goggles
Face-shield

Hand protection : Wear the following personal protective equipment:
Standard glove type.
Gloves should be discarded and replaced if there is any indication of degradation or chemical breakthrough.

Skin protection : Wear suitable protective clothing.

Respiratory protection : When workers are facing concentrations above the exposure limit they must use appropriate certified respirators.

Hygiene measures : Handle in accordance with good industrial hygiene and safety practice. Remove and wash contaminated clothing before re-use. Wash face, hands and any exposed skin thoroughly after handling.

Section: 9. PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

Appearance : Liquid

Colour : amber

Odour : hydrocarbon-like

Flash point : 83 °C, Method: ASTM D 93, Pensky-Martens closed cup, Does not sustain combustion.

pH : 6.2, 100 %

Odour Threshold : no data available

Melting point/freezing point : POUR POINT: < -57 °C, ASTM D-97

Initial boiling point and boiling range : 147 °C, (760 mm Hg), Method: ASTM D 86

Evaporation rate : no data available

Flammability (solid, gas) : no data available

Upper explosion limit : Not applicable.

Lower explosion limit : Not applicable.

SAFETY DATA SHEET

COREXIT™ EC9500A

Vapour pressure	: 15.5 mm Hg, (37.8 °C), ASTM D 323,
Relative vapour density	: no data available
Relative density	: 0.95, (15.6 °C), ASTM D-1298
Density	: 7.91 lb/gal
Water solubility	: Miscible
Solubility in other solvents	: no data available
Partition coefficient: n-octanol/water	: no data available
Auto-ignition temperature	: no data available
Thermal decomposition temperature	: no data available
Viscosity, dynamic	: 212.3 mPa.s (0 °C) 79.5 mPa.s (20 °C)
Viscosity, kinematic	: 177 mm ² /s (0 °C) 70 mm ² /s (15.6 °C) 22.5 mm ² /s (40 °C)
Molecular weight	: no data available
VOC	: no data available

Section: 10. STABILITY AND REACTIVITY

Chemical stability	: Stable under normal conditions.
Possibility of hazardous reactions	: No dangerous reaction known under conditions of normal use.
Conditions to avoid	: Heat, flames and sparks. Avoid extremes of temperature.
Incompatible materials	: Strong oxidizing agents
Hazardous decomposition products	: Decomposition products may include the following materials: Carbon oxides Sulphur oxides metal oxides

Section: 11. TOXICOLOGICAL INFORMATION

Information on likely routes of exposure : Inhalation, Eye contact, Skin contact

Potential Health Effects

Eyes	: Causes serious eye irritation.
Skin	: Health injuries are not known or expected under normal use.

SAFETY DATA SHEET

COREXIT™ EC9500A

- Ingestion : Health injuries are not known or expected under normal use.
- Inhalation : Harmful if inhaled.
- Chronic Exposure : Health injuries are not known or expected under normal use.

Experience with human exposure

- Eye contact : Redness, Pain, Irritation
- Skin contact : No symptoms known or expected.
- Ingestion : No symptoms known or expected.
- Inhalation : No information available.

Toxicity

Product

- Acute oral toxicity : LD50 rat: > 5,000 mg/kg
Test substance: Product
- LD50 rat: > 5,000 mg/kg
Test substance: Distillates, petroleum, hydrotreated light
- LD50 rat: > 38,000 mg/kg
Test substance: Oxyalkylated Fatty Acid Derivative
- LD50 rat: > 36,400 mg/kg
Test substance: Oxyalkylate Polymer
- LD50 rat: 4,620 mg/kg
Test substance: Organic Sulfonic Acid Salt
- LD50 mouse: 2,160 mg/kg
Test substance: Glycol Ether
- LD50 rat: > 16,000 mg/kg
Test substance: Polyol ester
- LD50 rat: 4,000 mg/kg
Test substance: Glycol Ether
- Acute inhalation toxicity : LC50 rat: 5.35 mg/l
Exposure time: 4 hrs
Test substance: Product
- LC50 rat: 42.1 mg/l
Exposure time: 4 hrs
Test substance: Glycol Ether
- LC50 rat: 20 mg/l
Exposure time: 4 hrs
Test substance: Organic Sulfonic Acid Salt
- LC50 rat: > 290 mg/l
Exposure time: 4 hrs
Test substance: Distillates, petroleum, hydrotreated light

SAFETY DATA SHEET

COREXIT™ EC9500A

Acute dermal toxicity	: LD50 rabbit: > 5,000 mg/kg Test substance: Product LD50 rabbit: > 3,160 mg/kg Test substance: Distillates, petroleum, hydrotreated light LD50 rat: > 2,000 mg/kg Test substance: Glycol Ether LD50 rabbit: 10,000 mg/kg Test substance: Organic Sulfonic Acid Salt
Skin corrosion/irritation	: Species: rabbit Result: Mild skin irritation Test substance: Product
Serious eye damage/eye irritation	: Species: rabbit Result: Eye irritation Test substance: Product
Respiratory or skin sensitization	: no data available
Carcinogenicity	: no data available
Reproductive effects	: no data available
Germ cell mutagenicity	: no data available
Teratogenicity	: no data available
STOT - single exposure	: no data available
STOT - repeated exposure	: no data available
Aspiration toxicity	: no data available

Section: 12. ECOLOGICAL INFORMATION

Ecotoxicity

Environmental Effects : This product has no known ecotoxicological effects.

Product

Toxicity to fish	: LC50 Inland Silverside: 25.2 mg/l Exposure time: 96 hrs Test substance: Product LC50 Common Mummichog: 140 mg/l Exposure time: 96 hrs Test substance: Product LC50 Turbot: 75 mg/l Exposure time: 96 hrs Test substance: Product
Toxicity to daphnia and other aquatic invertebrates	: LC50 Acartia tonsa: 34 mg/l Exposure time: 48 hrs Test substance: Product LC50 Artemia: 20.7 mg/l

SAFETY DATA SHEET

COREXIT™ EC9500A

Exposure time: 48 hrs
Test substance: Product

LC50 Mysidopsis bahia (opossum shrimp): 32.23 mg/l
Exposure time: 48 hrs
Test substance: Product

LC50 Acartia tonsa: 2 mg/l
Exposure time: 48 hrs
Test substance: Product

Components

Toxicity to algae : Distillates, petroleum, hydrotreated light
EC50 : > 1,000 mg/l
Exposure time: 72 h

Propylene Glycol
EC50 : 19,000 mg/l
Exposure time: 96 h

Components

Toxicity to bacteria : Distillates, petroleum, hydrotreated light
> 1,000 mg/l

Propylene Glycol
> 20,000 mg/l

Components

Toxicity to fish (Chronic toxicity) : Propylene Glycol
Chronic Toxicity Value: 2,500 mg/l
Exposure time: 30 d

Components

Toxicity to daphnia and other aquatic invertebrates (Chronic toxicity) : Propylene Glycol
NOEC: 13,020 mg/l
Exposure time: 7 d

Persistence and degradability

The organic portion of this preparation is expected to be readily biodegradable.

Mobility

The environmental fate was estimated using a level III fugacity model embedded in the EPI (estimation program interface) Suite TM, provided by the US EPA. The model assumes a steady state condition between the total input and output. The level III model does not require equilibrium between the defined media. The information provided is intended to give the user a general estimate of the environmental fate of this product under the defined conditions of the models.

If released into the environment this material is expected to distribute to the air, water and soil/sediment in the approximate respective percentages;

Air : <5%
Water : 10 - 30%

SAFETY DATA SHEET

COREXIT™ EC9500A

Soil : 50 - 70%

The portion in water is expected to be soluble or dispersible.

Bioaccumulative potential

Based on a review of the individual components, utilizing U.S. EPA models, this material is not expected to bioaccumulate. The product is readily eliminated.

Other information

no data available

Section: 13. DISPOSAL CONSIDERATIONS

If this product becomes a waste, it is not a hazardous waste as defined by the Resource Conservation and Recovery Act (RCRA) 40 CFR 261, since it does not have the characteristics of Subpart C, nor is it listed under Subpart D.

Disposal methods : Where possible recycling is preferred to disposal or incineration. If recycling is not practicable, dispose of in compliance with local regulations. Dispose of wastes in an approved waste disposal facility.

Disposal considerations : Dispose of as unused product. Empty containers should be taken to an approved waste handling site for recycling or disposal. Do not re-use empty containers.

Section: 14. TRANSPORT INFORMATION

The shipper/consignor/sender is responsible to ensure that the packaging, labeling, and markings are in compliance with the selected mode of transport.

Land transport (DOT)

Proper shipping name : PRODUCT IS NOT REGULATED DURING TRANSPORTATION

Air transport (IATA)

Proper shipping name : PRODUCT IS NOT REGULATED DURING TRANSPORTATION

Sea transport (IMDG/IMO)

Proper shipping name : PRODUCT IS NOT REGULATED DURING TRANSPORTATION

Section: 15. REGULATORY INFORMATION

EPCRA - Emergency Planning and Community Right-to-Know Act

CERCLA Reportable Quantity

This material does not contain any components with a CERCLA RQ.

SARA 304 Extremely Hazardous Substances Reportable Quantity

This material does not contain any components with a section 304 EHS RQ.

SARA 311/312 Hazards : Fire Hazard
Acute Health Hazard

SAFETY DATA SHEET

COREXIT™ EC9500A

- SARA 302** : No chemicals in this material are subject to the reporting requirements of SARA Title III, Section 302.
- SARA 313** : This material does not contain any chemical components with known CAS numbers that exceed the threshold (De Minimis) reporting levels established by SARA Title III, Section 313.

California Prop 65

This product does not contain any chemicals known to State of California to cause cancer, birth defects, or any other reproductive harm.

INTERNATIONAL CHEMICAL CONTROL LAWS :

TOXIC SUBSTANCES CONTROL ACT (TSCA)

The substances in this preparation are included on or exempted from the TSCA 8(b) Inventory (40 CFR 710)

CANADIAN ENVIRONMENTAL PROTECTION ACT (CEPA)

The substance(s) in this preparation are included in or exempted from the Domestic Substance List (DSL).

AUSTRALIA

All substances in this product comply with the National Industrial Chemicals Notification & Assessment Scheme (NICNAS).

CHINA

All substances in this product comply with the Provisions on the Environmental Administration of New Chemical Substances and are listed on or exempt from the Inventory of Existing Chemical Substances China (IECSC).

JAPAN

All substances in this product comply with the Law Regulating the Manufacture and Importation Of Chemical Substances and are listed on the Existing and New Chemical Substances list (ENCS).

KOREA

All substances in this product comply with the Chemical Control Act (CCA) and are listed on the Existing Chemicals List (ECL)

PHILIPPINES

All substances in this product comply with the Republic Act 6969 (RA 6969) and are listed on the Philippines Inventory of Chemicals & Chemical Substances (PICCS).

Taiwan

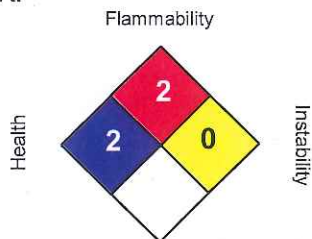
All substances in this product comply with the Taiwan Existing Chemical Substances Inventory (ECSI).

Section: 16. OTHER INFORMATION

SAFETY DATA SHEET

COREXIT™ EC9500A

NFPA:



HMIS III:

HEALTH	2
FLAMMABILITY	2
PHYSICAL HAZARD	0

0 = not significant, 1 = Slight,
2 = Moderate, 3 = High
4 = Extreme, * = Chronic

Revision Date : 09/29/2016
Version Number : 1.1
Prepared By : Regulatory Affairs

REVISED INFORMATION: Significant changes to regulatory or health information for this revision is indicated by a bar in the left-hand margin of the SDS.

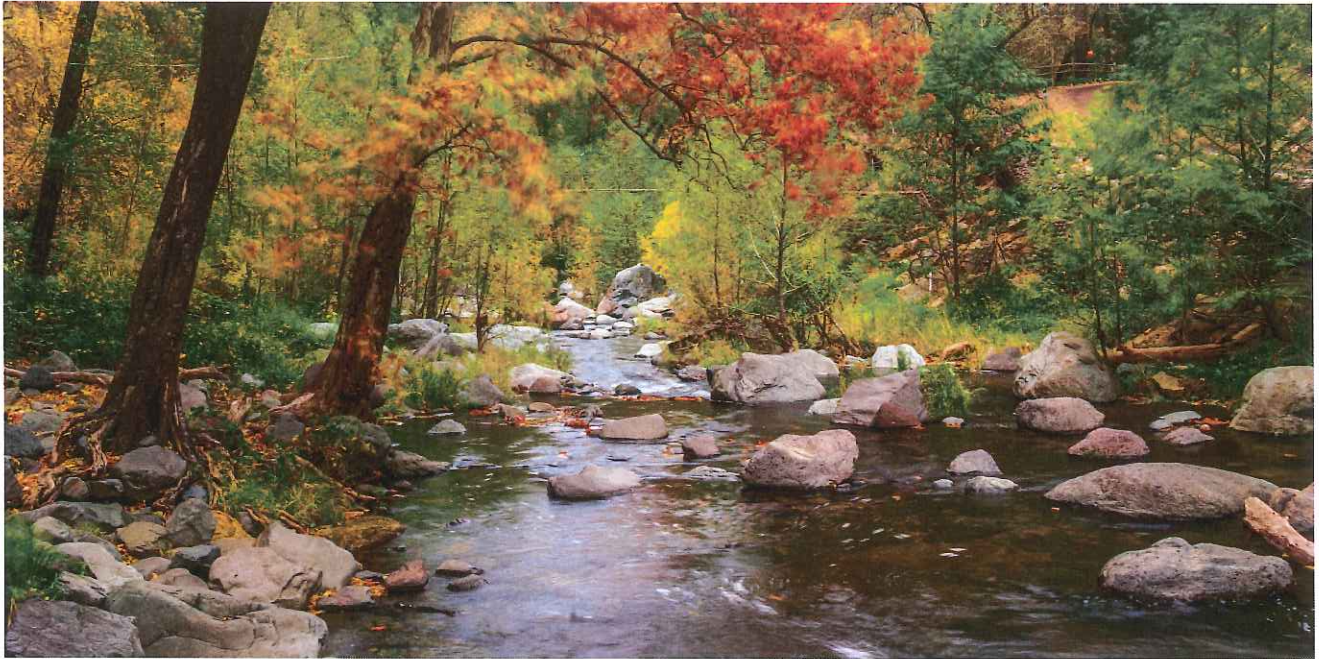
The information provided in this Safety Data Sheet is correct to the best of our knowledge, information and belief at the date of its publication. The information given is designed only as a guidance for safe handling, use, processing, storage, transportation, disposal and release and is not to be considered a warranty or quality specification. The information relates only to the specific material designated and may not be valid for such material used in combination with any other materials or in any process, unless specified in the text.

ALLEGATO C – PRODUCT BULLETIN COREXIT EC 9527A

Documento di origine esterna, redatto dalla Nalco Environmental Solutions LLC, composto da 2 pagine.

Il documento allegato risulta essere parte integrante della presente tesi di laurea in ingegneria ambientale.

COREXIT™ EC9527A



COREXIT EC9527A is a concentrated and highly effective oil spill dispersant for use on a wide range of oils. The unique formulation of COREXIT EC9527A provides a self-mixing dispersant that is biodegradable and of low toxicity. Based on laboratory tests, COREXIT EC9527A is effective on most spreading oils. As with all dispersants,

timely application ensures the highest degree of success. Early treatment with COREXIT EC9527A, even at reduced treat rates, can reduce the "mousse" forming tendencies of the spilled oil. For a general description of the chemical and physical properties, refer to the Safety Data Sheet (SDS).

PRINCIPAL USES

COREXIT EC9527A is used to disperse oil spilled on the sea, thereby minimizing its environmental impact.

PRODUCT BENEFITS

- A highly concentrated, biodegradable, low toxicity oil spill dispersant
- Effective in dispersing a wide range of oils
- Unique self-mixing formula

FEEDING AND DOSAGE

AERIAL SPRAYING

Aircraft provide the most rapid method of applying dispersants to an oil spill and a variety of aircraft can be used for spraying. For aerial spraying, COREXIT EC9527A is applied undiluted. A typical treatment rate is 2 to 10 U.S. gallons per acre or a DOR (dispersant to oil ratio) of 1:50 to 1:10. However, this can vary depending on the type of oil, degree of weathering, temperature and thickness of the oil slick. Typical application altitudes of 30 to 50 feet have been used, although higher altitudes may be effective under certain conditions. Actual effective altitudes will depend on the application equipment, weather and aircraft. Careful selection of spray nozzles is critical to achieve desired dose levels, since droplet size must be controlled. Many nozzles used for agricultural spraying are of low capacity and produce too fine a spray. A quarter inch open pipe may be all that is necessary if the aircraft travels at 120 mph (104 knots) or more, since the air shear at these speeds will be sufficient to break the dispersant into the proper-sized droplets.

BOAT SPRAYING

A seawater pump allows for easy chemical addition by eduction into the water stream. The mixture of dispersant and seawater is then discharged through booms having several nozzles. COREXIT EC9527A should be applied as droplets, not fogged or atomized. Natural wave or boat wake action usually provides adequate mixing energy to disperse the oil. Recent tests have indicated that a fire monitor modified with a screen cap for droplet size control may also be useful for applying COREXIT EC9527A. Due to the increased volume output and the greater reach of the fire monitor, significantly more area can be covered in a shorter period of time.

MATERIAL COMPATIBILITY

For application equipment, COREXIT EC9527A is compatible with stainless steel, carbon steel, aluminum, H-D polyethylene, polypropylene, natural and synthetic rubbers, PTFE, Viton®, Teflon® and Kalrez®. Compatibility with plastic materials varies.

HANDLING AND STORAGE

This material can be stored in high-density polyethylene, stainless steel, or double epoxy phenolic-coated carbon steel containers. The containers should always be capped when not in use to prevent contamination and evaporation. Carbon steel and aluminum are not recommended for long-term storage. Read the label and SDS for complete handling information before using or storing this product.

Disclaimer: The contents of this document are, to the best of our knowledge, accurate at the date of publication. We shall not be liable for any loss or damage whatsoever resulting from reliance on its contents. All warranties as to fitness for purpose or otherwise (howsoever made or implied) in respect of this publication are excluded.

COREXIT is on the U.S. Environmental Protection Agency's NCP Product Schedule. This listing does NOT mean that EPA approves, recommends, licenses, certifies, or authorizes the use of COREXIT on an oil discharge. The listing means only that data have been submitted to EPA as required by Subpart J of the National Contingency Plan, Section 300.915. (Source 40CFR 300.920 (e)).

nalcoesllc.com

01295-PB-EC9527A-1608

Nalco Environmental Solutions LLC
7705 Highway 90-A • Sugar Land, TX 77478 • Telephone: +1-281-263-7000

COREXIT is a registered trademark of Nalco Environmental Solutions LLC. All other trademarks are the property of their respective owners. ©2012 Nalco Environmental Solutions LLC. All rights reserved.



ALLEGATO D – PRODUCT BULLETIN COREXIT EC 9500A

Documento di origine esterna, redatto dalla Nalco Environmental Solutions LLC, composto da 2 pagine.

Il documento allegato risulta essere parte integrante della presente tesi di laurea in ingegneria ambientale.

COREXIT™ EC9500A



COREXIT EC9500A is a high-performance oil spill dispersant that is effective on a wide range of oils, including the heavier, more weathered oils and emulsified oils. COREXIT EC9500A contains the same well-proven, biodegradable and low toxicity surfactants present in COREXIT EC9527A, with a new improved oleophilic solvent delivery system.

The unique oleophilic nature of COREXIT EC9500A enhances the penetration of the surfactants, which is particularly important for dispersion of heavy oils. Based on laboratory tests, COREXIT EC9500A is effective on all

spreading oils. As with all dispersants, timely application ensures the highest degree of success.

Early treatment with COREXIT EC9500A, even at reduced treat rates, can also counter the "mousse" forming tendencies of the spilled oil. Thus, with the enhanced penetration capability and emulsion fighting properties, the "window of opportunity" to successfully treat the spill is increased with COREXIT EC9500A.

For a general description of the chemical and physical properties, refer to the Material Safety Data Sheet.

PRINCIPAL USES

COREXIT EC9500A is used to disperse oil spilled on the sea, thereby minimizing its environmental impact.

PRODUCT BENEFITS

- High performance, biodegradable, low toxicity oil spill dispersant
- Effective on a wide range of oils, including the heavier, more weathered oils and emulsified oils
- Contains a new improved oleophilic solvent delivery system
- Quickly disperses a board range of oils when used promptly

FEEDING AND DOSAGE

AERIAL SPRAYING

Aircraft provide the most rapid method of applying dispersants to an oil spill and a variety of aircraft can be used for spraying.

For aerial spraying, COREXIT EC9500A is applied undiluted. A typical treatment rate is two to ten U.S. gallons per acre or a DOR (dispersant to oil ratio) of 1:50 to 1:10. However, this can vary depending on the type of oil, degree of weathering, temperature and thickness of the oil slick.

Typical application altitudes of 30 to 50 feet have been used, although higher altitudes may be effective under certain conditions. Actual effective altitudes will depend on the application equipment, weather and aircraft.

Careful selection of spray nozzles is critical to achieve desired dose levels, since droplet size must be controlled. Many nozzles used for agricultural spraying are of low capacity and produce too fine a spray. A quarter inch open pipe may be all that is necessary if the aircraft travels at 120 mph (104 knots) or more, since the air shear at these speeds will be sufficient to break the dispersant into the proper sized droplets.

For Medical and Transportation Emergencies involving Nalco products, call (24-hour response):

- United States: 1-800-424-9300
- Outside the United States: 703-527-3887

BOAT SPRAYING

COREXIT EC9500A may also be applied by workboats equipped with spray booms mounted ahead of the bow wake or as far forward as possible.

The preferred and most effective method of application workboat is to use a low-volume, low-pressure pump so the chemical can be applied undiluted. Spray systems that apply dispersant neat are preferable.

However, if this is not practical, water-dilution systems that provide a 5-10% dispersant concentration should be used. COREXIT EC9500A is formulated to be diluted with seawater if necessary during application, since the product is active at very low dosage (2-10 USGPA, 19-94L/ha).

A seawater pump allows for easy chemical addition by eduction into the water stream. The mixture of dispersant and seawater is then discharged through booms having several nozzles.

COREXIT EC9500A should be applied as droplets, not fogged or atomized. Natural wave or boat wake action usually provides adequate mixing energy to disperse the oil.

Recent tests have indicated that a fire monitor modified with a screen cap for droplet size control may also be useful for applying COREXIT EC9500A. Due to the increased volume output and the greater reach of the fire monitor, significantly more area can be covered in a shorter period of time.

MATERIAL COMPATIBILITY

For application equipment, COREXIT EC9500A is compatible with stainless steel, carbon steel, aluminum, H-D polyethylene, polypropylene, PTFE, natural and synthetic rubbers, Viton®, Teflon® and Kalrez®. Compatibility with plastic materials varies.

HANDLING AND STORAGE

This material can be stored in high-density polyethylene, stainless steel, or double epoxy phenolic-coated carbon steel containers. The containers should always be capped when not in use to prevent contamination and evaporation.

Carbon steel and aluminum are not recommended for long-term storage. Read the label and Material Safety Data Sheet for complete handling information before using or storing this product.

Disclaimer: The contents of this document are, to the best of our knowledge, accurate at the date of publication. We shall not be liable for any loss or damage whatsoever resulting from reliance on its contents. All warranties as to fitness for purpose or otherwise (howsoever made or implied) in respect of this publication are excluded.

COREXIT is on the U.S. Environmental Protection Agency's NCP Product Schedule. This listing does NOT mean that EPA approves, recommends, licenses, certifies, or authorizes the use of COREXIT on an oil discharge. The listing means only that data have been submitted to EPA as required by Subpart J of the National Contingency Plan, Section 300.915. (Source 40CFR 300.920 (e)).

nalcoesllc.com

01295-PB-EC9500A-1608

Nalco Environmental Solutions LLC
7705 Highway 90-A • Sugar Land, TX 77478 • Telephone: +1-281-263-7000

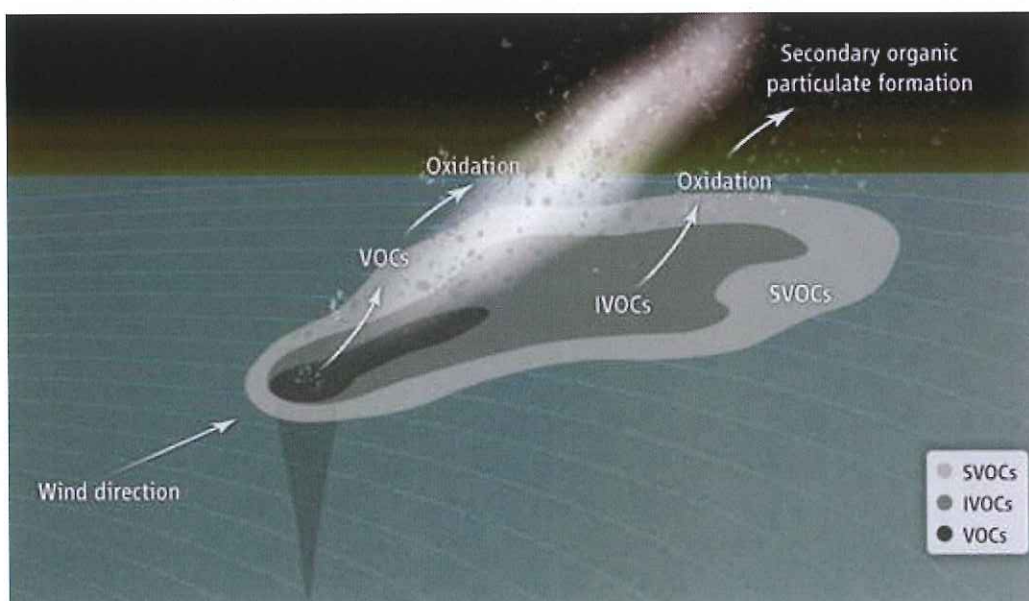
COREXIT is a registered trademark of Nalco Environmental Solutions LLC. All other trademarks are the property of their respective owners. ©2012 Nalco Environmental Solutions LLC. All rights reserved.



CAPITOLO 6

INQUINAMENTO ATMOSFERICO PROVOCATO DA BRITISH PETROLEUM NEL GOLFO DEL MESSICO (DEEPWATER HORIZON)

Uno studio condotto sui cieli del Golfo del Messico a giugno del 2010, mentre il petrolio fuoriusciva dalla piattaforma Deepwater Horizon al ritmo di circa 68.000 barili al giorno, ha dimostrato per la prima volta l'esistenza di un nuovo meccanismo nella formazione dell'inquinamento atmosferico da aerosol. Lo studio effettuato ha indicato che i principali responsabili in corrispondenza della piattaforma sono gli idrocarburi volatili pesanti (che impiegano molto tempo ad evaporare), non quelli leggeri che evaporano in poche ore, come finora si pensava.



Schema del meccanismo di formazione dell'inquinamento atmosferico da aerosol.

La ricerca, svolta da un team della National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), è stata pubblicata sull'ultimo numero di Science. All'indomani dell'esplosione della piattaforma della **British Petroleum (BP)**, scienziati provenienti da tutto il mondo si sono precipitati sul luogo del disastro per misurarne la portata (fonte GalileoNet). La National Oceanic and Atmospheric Administration

(NOAA) ha inviato il velivolo Lockheed WP-3D Orion, meglio conosciuto come Hurricane Hunter (Cacciatore di Uragani), allo scopo di valutare i livelli di inquinamento dell'aria. L'aereo era equipaggiato per misurare diversi tipi di particelle inquinanti (tra cui il cosiddetto aerosol organico) e le sostanze chimiche che le compongono.

Lo studio, condotto da Joost de Gouw, che si occupa di scienze dell'atmosfera alla Chemical Sciences Division della National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), si è focalizzato su un aspetto particolare: la formazione, nello spazio aereo della Deepwater Horizon, di larghe concentrazioni di aerosol organico secondario (SOA), formatosi dall'evaporazione delle componenti volatili del petrolio disperso in mare. "L'aerosol organico (OA) rappresenta circa la metà delle particelle inquinanti che si trovano nei cieli delle nostre città", ha spiegato de Gouw. "E nell'atmosfera inquinata la frazione dominante di OA è di natura secondaria". Aerosol Deepwater Horizon

Sfruttando le particolari condizioni generate dall'esplosione della piattaforma Deepwater Horizon, i ricercatori sono riusciti per la prima volta a dimostrare il ruolo dei composti volatili più pesanti del petrolio nella formazione dell'aerosol organico. Questo fenomeno era già stato ipotizzato quattro anni prima (nel 2006) da ricercatori della Carnegie Mellon University di Pittsburgh, ma la sua osservazione empirica era ritenuta pressoché impossibile. "Il problema è che, in circostanze normali, i composti leggeri e quelli più pesanti vengono emessi allo stesso tempo dalle medesime fonti, per cui è praticamente impossibile studiarli separatamente nell'atmosfera", ha aggiunto de Gouw.

Il disastro della piattaforma Deepwater Horizon ha creato uno scenario al tempo stesso drammatico ed unico. Non ci sono misurazioni precise, ancora, ma i dati rilevati da WP-3D Orion hanno mostrato chiaramente un'elevata concentrazione di composti volatili organici leggeri nelle immediate vicinanze del punto di fuoriuscita, mentre l'aerosol organico aveva una distribuzione più dispersa, corrispondente alle zone in cui vi era petrolio "invecchiato" in mare. Secondo gli autori, l'unica spiegazione possibile era assumere un forte coinvolgimento delle componenti pesanti del petrolio nella creazione di aerosol organico secondario SOA: impiegando più tempo a evaporare,

infatti, queste componenti si diffondono nell'aria solo dopo essersi disperse in mare. De Gouw e colleghi hanno dunque realizzato una serie di modelli per stimare il percorso del greggio fuoriuscito nel Golfo del Messico e predire in quanto tempo le sue componenti pesanti, medie e leggere sarebbero evaporate. "Nella maggior parte dei programmi di monitoraggio della qualità dell'aria i composti volatili pesanti non vengono misurati", hanno spiegato i ricercatori. "Questo perché si è sempre pensato che l'inquinamento atmosferico fosse provocato in massima parte dai composti volatili leggeri. Il nostro studio, invece, ha messo in luce il peso dell'altra faccia del problema". Secondo gli scienziati della National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), si tratta di una scoperta fondamentale sia per la comprensione della qualità dell'aria che respiriamo, sia per la messa a punto di eventuali interventi: a emettere composti pesanti, infatti, sono anche le autovetture e altre fonti di combustione. Fonte: GalileoNet (<https://www.galileonet.it/>).

IMPATTO AMBIENTALE DERIVANTE DALLA COBUSTIONE DEL PETROLIO

Durante il disastro provocato dall'affondamento della piattaforma petrolifera Deepwater Horizon, parte dei 127 milioni di litri di petrolio greggio aspirati e recuperati nelle operazioni di pulizia furono bruciati con incendi controllati, provocando ulteriori impatti negativi sull'ambiente. Durante la combustione del petrolio greggio si svilupparono grandi nubi nerastre, contenenti fuliggine, ricaduta poi in mare e sedimentatasi sul suo fondale, anidride carbonica, acqua, monossido di carbonio, solfuro di idrogeno (H₂S) ed altre sostanze. Durante le fasi iniziali dell'incendio in cui arse la piattaforma petrolifera Deepwater Horizon, prima di inabissarsi sul fondale marino, si presume possano essersi sviluppate anche diossine sprigionatesi dalla combustione di materiali plastici di varia natura presenti a bordo.



DIOSSINE

Con il termine «diossine» si fa riferimento a sostanze diverse con caratteristiche chimiche e proprietà simili: le policlorodibenzodiossine - PCDD, e i policlorodibenzofurani - PCDF).

Le diossine sono formate da due anelli aromatici uniti tra loro da ponti ossigeno (due per le PCDD, uno solo per i PCDF), e caratterizzati dalla sostituzione di uno o più atomi di idrogeno con atomi di cloro (Figura 3).

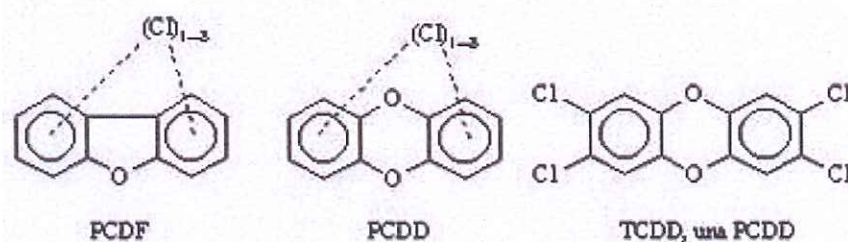


Figura 3- Formule di struttura per PCDD e PCDF

In particolare la tossicità è causata dalla simultanea presenza di atomi di cloro nelle posizioni 2,3,7,8, mentre, una volta verificata questa condizione, si osserva una diminuzione della tossicità stessa con l'aumentare del grado di clorurazione. A titolo di esempio, dunque, la 1,2,3,7,8,9-HxCDD è meno tossica della 2,3,7,8-TCDD, mentre la 1,2,7,8-TCDD ha tossicità nulla.

Grazie a tutte le possibili disposizioni degli atomi di cloro sulla struttura di base, la famiglia delle PCDD comprende 75 composti, fra cui il più noto e il più tossico è rappresentato dalla 2,3,7,8-tetraclorodibenzodiossina (o 2,3,7,8-TCDD). E' forse la sostanza più tossica che si conosca, e si misura in nanogrammi, cioè in miliardesimi di grammo.

La famiglia chimica dei PCDF è invece formata da 135 composti, i cui effetti sono identici a quelli della diossina.

Le diossine vengono generate da tutti i processi di combustione e sono estremamente tossiche, anche a basse concentrazioni.

Purtroppo le molecole di questi composti sono estremamente resistenti (vengono distrutte solo per combustione a oltre 800 °C.) e quindi una volta immesse nell'ambiente ne inquinano tutti i cicli vitali e si diffondono ovunque.

Come detto, le diossine sono sottoprodotti dei processi di combustione ed in passato sono state presenti come elementi di sintesi non desiderati nella produzione di DDT (insetticida), 2,4 D (diserbante), 2,4,5 T (defoliante), 2,4,5 TCP (conservante per legno), esaclorofene (disinfettante), PVC (materiale plastico) e di altri composti ancora.

Per quanto riguarda la combustione dei rifiuti, le diossine sono prodotte quando il processo di combustione dei materiali contenenti cloro avviene in difetto di ossigeno e a temperature inferiori a 800°C. Negli impianti di incenerimento sono tuttavia obbligatori già da parecchio tempo degli accorgimenti tecnici che garantiscano la permanenza dei fumi di combustione ad una temperatura non inferiore a 850°C per un tempo sufficientemente lungo da garantire la completa distruzione di tutti i prodotti di combustione incompleta, tra cui appunto le diossine. Durante un incendio esteso ed incontrollabile che possa svilupparsi su una piattaforma petrolifera offshore, le condizioni di degradazione termica delle diossine non possono essere applicate e rispettate.

EFFETTI SULLA SALUTE UMANA PROVOCATI DALLE DIOSSINE

Tutti gli studi effettuati sulla tossicità delle diossine sembrano concordare sul fatto che la 2,3,7,8-TCDD è la molecola più tossica tra tutti i possibili isomeri e tale molecola ha anche la caratteristica di essere considerata tra le molecole più pericolose prodotte dall'uomo.

La pericolosità di tutti questi composti deriva dalla loro capacità di alterare i meccanismi che controllano lo sviluppo e la crescita cellulare, ed è potenziata dalla loro persistenza e diffondibilità nell'ambiente e dalla tendenza ad accumularsi via via a livello degli organismi, dai primi gradini della catena alimentare fino all'uomo. Aria, acqua e terreno sono contaminati, ma la modalità di esposizione più importante è risultata essere quella alimentare, costituita in larga misura dal consumo di carne bovina e di altri prodotti animali. Anche il latte materno umano contiene diossine, così come altri inquinanti.

La loro tossicità è legata soprattutto al fenomeno di bioaccumulo attraverso la catena alimentare.

POTENZIALI EFFETTI DI TOSSICITÀ DELLE DIOSSINE

DANNI AL SISTEMA IMMUNITARIO:

I linfociti B (prodotti nel midollo) e i linfociti T (prodotti nel timo) sono le cellule base del nostro sistema immunitario. Queste cellule sono preposte al riconoscimento di ogni agente estraneo al nostro organismo che si introduce in esso e alla sua eliminazione. E' il principio del "self" e "non self": ciò che è self (proprio) viene identificato come appartenente all'organismo, al contrario il "non self" è estraneo all'organismo (virus, batteri, cellule tumorali) e quindi identificato come pericoloso e combattuto. In dettaglio i linfociti B sono deputati alla sintesi di anticorpi mentre i linfociti T oltre a regolare la risposta immunitaria hanno la capacità di riconoscere le cellule dell'organismo ormai infette (p.e. dal virus) e quelle geneticamente degenerate e quindi di distruggerle. Le diossine attaccano il sistema immunitario in maniera diretta riducendo la produzione di linfociti B. L'azione negativa delle diossine nei confronti dei linfociti T sembra invece essere di tipo indiretto: in questo caso esse agiscono direttamente sul sistema endocrino e quindi sul timo influenzando tutta la produzione di ormoni endocrini e quindi agendo anche indirettamente sulla produzione di linfociti T.

DANNI AL SISTEMA RIPRODUTTIVO:

Le diossine agiscono sul sistema endocrino e quindi sugli ormoni da esso prodotti tra i quali sono: glucocorticosteroidi, steroidi sessuali, tirosina, ormone della crescita e prolattina. Una anomalia di produzione di tali ormoni ha sempre come conseguenza una diminuzione della fertilità sia maschile che femminile. In particolare per le donne si hanno irregolarità mestruali generate da ovulazione assente o irregolare; mentre per gli uomini si ha un decremento degli spermatozoi nel liquido seminale e taluni ricercatori associano anche una diminuzione della libido.

ATTIVITÀ TERATOGENA E CANCRO:

Le diossine hanno dimostrato un potenziale cancerogeno che è certo per quanto riguarda la TCDD e altamente probabile per gli altri composti.

VALUTAZIONE DEI RISCHI:

La loro tossicità desta preoccupazione nonostante i livelli di emissione siano dell'ordine dei pico grammi (10^{-12} g) per Nm³, contrapposto con i livelli più grandi dei micro grammi (10^{-6}) per Nm³ per le altre sostanze inquinanti dell'aria di interesse.

I «fattori di tossicità equivalente» (I-TEQ, Tabella 17) consentono di misurare la tossicità di una miscela di diossine partendo dai contributi relativi dei singoli congeneri.

Usando i fattori equivalenti di tossicità internazionalmente accettati (TEF) che riferiscono la tossicità delle varie diossine alla 2,3,7,8-TCDD (il cui TEF è appunto unitario) (NATO/CCMS, 1988), si calcola dunque la tossicità dell'emissione sommando la concentrazione di ogni congenero, ciascuna moltiplicata per il corrispondente TEF.

Tabella 17 - Fattori di tossicità equivalente (I-TEF) per le diossine (NATO, 1998)

Composto	TEF
2,3,7,8-T ₄ CDD	1
1,2,3,7,8-P ₅ CDD	0.5
1,2,3,4,7,8-H ₆ CDD	0.1
1,2,3,6,7,8-H ₆ CDD	0.1
1,2,3,7,8,9-H ₆ CDD	0.1
1,2,3,4,6,7,8-H ₇ CDD	0.01
O ₈ CDD	0.001
2,3,7,8-T ₄ CDF	0.1
1,2,3,7,8-P ₅ CDF	0.05
2,3,4,7,8-P ₅ CDF	0.5
1,2,3,4,7,8-H ₆ CDF	0.1
1,2,3,6,7,8-H ₆ CDF	0.1
1,2,3,7,8,9-H ₆ CDF	0.1
2,3,4,6,7,8-H ₆ CDF	0.1
1,2,3,4,6,7,8-H ₇ CDF	0.01
1,2,3,4,7,8,9-H ₇ CDF	0.01
O ₈ CDF	0.001

C'è un considerevole dibattito circa le soglie per gli effetti delle diossine sulla salute umana. In particolare è da notare la divergenza apparente nell'opinione fra Europa, in cui le soglie per gli effetti cancerogeni e non-cancerogeni delle diossine sono generalmente accettate e gli U.S.A., in cui non è presupposta nessuna soglia (o alcune estremamente basse). Le posizioni di entrambi i lati dell'Atlantico sono allo studio. Le revisioni recenti per i governi in Francia, nel Regno Unito ed in Germania interamente hanno concluso che una soglia esiste.

La posizione dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (French Academy of Sciences, 1995) è che la dose quotidiana tollerabile (TDI) è 10 pg/kgbw·day (10^{-12} g

per chilogrammo di peso corporeo al giorno). Il TDI rappresenta una dose media giornaliera, sotto cui i danni sono considerati improbabili. Il calcolo del TDI coinvolge l'uso dei fattori di sicurezza, che è illustrato in Tabella 18. I fattori di sicurezza riflettono l'incertezza nell'estrapolazione dei dati fra le diverse specie animali ed anche la severità percepita dell'effetto.

Tabella 18- Fattori di sicurezza nella selezione dei valori –linee-guida- (DoE, 1989).

Effetti	NOEL(a) pg/kgbw×day	Fattore di sicurezza	Livelli TDI delle linee guida pg/kgbw×day
Immunotossicità	6000	100	60
Tossicità riproduttiva	120	100	1
Cancerogenicità	10000	1000	10

(a) (No observed effect level) livelli derivati da dati sperimentali privi d'effetti osservati su specie animali sensibili

L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), negli ultimi dieci anni, ha ritoccato due volte il valore di Dose Giornaliera Tollerabile (TDI) per le diossine e precisamente nel 1990 portandolo a 10 pg/kg-bw (picogrammi per chilogrammo di peso corporeo) e nel 1998 abbassandolo a 1 pg/kg-bw.

L'abbassamento di tale soglia è stato fortemente sollecitato dall'EPA (ente americano per l'ambiente) che ha definito la Dose Giornaliera Accettabile (ADI) pari a 0,006 pg/kg-bw. Non esiste un valore soglia di diossine negli alimenti in quanto queste si trovano soprattutto nella componente grassa di origine animale.

Si riporta di seguito il fattore unitario di rischio di 1.4 per $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (LAI) per il quale può essere calcolato il numero addizionale di casi di cancro:

Numero addizionale di casi di cancro = D Concentrazione [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] * 1.4 * popolazione/70

Se ad esempio si considera il valore di soglia (WHO) di 10 pg/(kgbw×d), usando un fattore per la frazione inalata di 0.02 (2 %), la concentrazione equivalente dell'aria per la dose soglia è di $5.4 \cdot 10^{-7} \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Si riportano tipici valori di fondo nel Regno Unito (HMIP, 1996) $0.96 \text{ pg}/(\text{kg} \cdot \text{d})$ a cui corrispondono $5.22 \cdot 10^{-8} \mu\text{g}/\text{m}^3$, in Francia (Rabl, 1996) $2.4 \cdot 10^{-8} \mu\text{g}/\text{m}^3$, in Germania (LAI) $0.41 \text{ pg}/(\text{kg} \cdot \text{d})$ a cui corrispondono $2.2 \cdot 10^{-8} \mu\text{g}/\text{m}^3$.

CAPITOLO 7

INQUINAMENTO DEI LITORALI PROVOCATO DA BRITISH PETROLEUM NEL GOLFO DEL MESSICO (DEEPWATER HORIZON)

A seguito del grave disastro ambientale provocato dall'incendio ed inabissamento sul fondale marino a circa 400 metri di profondità di quel che restava della piattaforma petrolifera Deepwater Horizon, con sversamento in mare di una quantità di greggio stimata tra le 460.000 e le 800.000 tonnellate, di cui una parte non ben quantificata di petrolio, (la frazione più pesante), per genesi di tarballs, spinte su spiagge e litorali da correnti marine e venti ha provocato seri danni e contaminazioni anche all'ecosistema terrestre.

Da Greenpeace arrivano notizie circa la scoperta di greggio sulle spiagge del paradiso naturalistico di Horn, isola che si trova di fronte alle coste del Mississippi.

Dal sito di Greenpeace: "**British Petroleum (BP)** continua a raccontarci che il petrolio è stato completamente ripulito. L'isola di Horn rappresenta un habitat particolarmente importante per uccelli e tartarughe marine. Metodi di pulizia particolarmente invasivi usati dalla BP, come l'utilizzo di ruspe, aggiunti al petrolio e ai disperdenti chimici, rischiano di spingere questi ecosistemi particolarmente sensibili sull'orlo del collasso".

Il catrame arrivò per la prima volta anche in Texas, nei pressi di Crystal Beach e Galveston. Le analisi hanno accertato che si trattava di petrolio proveniente dal pozzo della BP. La Marina americana predispose l'impiego di un enorme dirigibile, l'MZ-3A, lungo 54 metri, per dirigere dall'alto le operazioni di pulizia.

Un giornalista francese ha girato un video con cui accusava la **British Petroleum (BP)** di pulire la spiaggia dal petrolio solo in apparenza. Il video riprendeva un tratto di spiaggia della Louisiana. In queste spiagge il petrolio, secondo le accuse del giornalista, non sarebbe stato rimosso con le operazioni di pulizia, ma solo coperto con dell'altra sabbia pulita. Le accuse non si sa se fossero fondate, ma hanno fatto molto discutere: nel video si vedeva che la consistenza della sabbia della spiaggia non era quella che avrebbe dovuto essere, ma era come se fosse stata rivoltata e, sempre secondo il giornalista francese che si chiama C. S. Muncy, il catrame sarebbe stato sotterrato (ulteriori accertamenti furono difficili per i giornalisti perché l'accesso alla spiaggia fu impedito dalla stessa **British Petroleum (BP)** che sorveglia queste zone).

Il 07 maggio 2010 la macchia di petrolio riversatasi nel Golfo del Messico giunse presso le Isole Chandeleur, un paradiso ambientale al largo della Louisiana.

La nave oceanografica Thomas Jefferson del NOAA, salpata da Galveston, Texas, il 15 giugno 2010, monitorò per tre settimane le acque del Golfo del Messico utilizzando sofisticate apparecchiature, allo scopo di stabilire l'impatto del greggio sia lungo le coste e soprattutto sul fondo e sulla fauna bentonica. A bordo vi erano scienziati, universitari, rappresentanti di varie Istituzioni e anche rappresentanti di Agenzie Federali. La nave oceanografica Thomas Jefferson fu affiancata nella ricerca da altre imbarcazioni del NOAA, ovvero la Gordon Gunter e la Pisces, moderna imbarcazione da ricerca che si occupò dello studio della fauna marina e dalla Oregon II.

Il 21 giugno 2010 il petrolio arrivò sulle coste della Florida ed il 4 luglio arrivò sui litorali di Miami.

Il 22 giugno 2010, 100 chilometri di coste tra Louisiana, Alabama e Missouri furono contaminate dalla macchia bituminosa.

Il 07 luglio 2010 sulla spiaggia di Cocoa, la costa atlantica della Florida, arrivarono le prime tarballs (palle di catrame), secondo le affermazioni dell'Orlando Sentinel. In realtà l'arrivo di gran quantità di catrame sulle spiagge della Florida risale alla fine di giugno 2010.

TARBALLS

I tarballs sono piccoli frammenti di masse oleose dense e scure, che galleggiando sulla superficie dell'oceano, per effetto dei fenomeni atmosferici hanno cambiato le loro caratteristiche fisiche iniziali.

Durante le prime ore di uno sversamento in mare, il greggio si diffonde in una chiazza sottile. Venti e onde fanno a pezzi le chiazze più piccole spargendole su un'area molto più ampia. Inizialmente, i componenti più leggeri di greggio evaporano. Alcune frazioni di idrocarburi contenute nel greggio si mescolano con l'acqua per formare un'emulsione molto più spessa e più appiccicosa rispetto al greggio stesso. Mentre alcuni tarballs possono essere grandi come i pancakes, la maggior parte di essi sono grandi quanto monete. I tarballs sono molto persistenti nell'ambiente marino e possono viaggiare per centinaia di chilometri

CARATTERISTICHE DEI TARBALLS

Non sappiamo quanta energia è necessaria per rompere un tarball.

Sappiamo che la temperatura ha un effetto importante sulla viscosità dei tarballs. Con l'aumentare della temperatura dell'aria e dell'acqua, i tarballs diventano più fluidi e, quindi, appiccicosi - simili a una strada asfaltata riscaldata dal sole estivo. Un altro fattore che influenza la viscosità è la quantità di particelle e sedimenti presenti nell'acqua o sulla battigia, che possono aderire ai tarballs. Più sabbia e detriti sono attaccati a un tarball, più è difficile rompere il tarball. Questi fattori rendono estremamente difficile prevedere per quanto tempo un tarball rimarrà appiccicoso.

EFFETTI DEI TARBALLS SULLA SALUTE DELLE PERSONE

Per la maggior parte delle persone, un breve contatto occasionale con una piccola quantità di greggio, sebbene non raccomandato, non causerà alcun danno. Tuttavia, alcune persone sono particolarmente sensibili alle sostanze chimiche, inclusi gli idrocarburi presenti nel petrolio greggio e nei prodotti petroliferi. Possono avere una reazione allergica o sviluppare eruzioni cutanee anche da un breve contatto con il greggio. In generale, si raccomanda di evitare il contatto con il petrolio. Se si verifica un contatto, lavare l'area con acqua e sapone, olio per bambini o un detergente usato ampiamente e sicuro come la pasta detergente venduta nei negozi di ricambi auto. Evitare l'uso di solventi, benzina, cherosene, gasolio o prodotti simili sulla pelle. Questi prodotti, quando applicati sulla pelle, presentano un rischio per la salute maggiore rispetto al contatto accidentale con il tarball.

DECONTAMINAZIONE DELLE SPIAGGE DAI TARBALLS

Una volta che i tarballs colpiscono le spiagge, possono essere raccolti a mano o con macchinari per la pulizia della spiaggia. Se l'impatto è grave, lo strato superiore di sabbia contenente i tarballs può essere rimosso e sostituito con sabbia pulita.

Il numero di tarballs trovati su una spiaggia dipende da diversi fattori: traffico di petroliere, modelli di vento, correnti marine, se si è verificata una fuoriuscita di petrolio di recente, infiltrazioni naturali e quanto spesso viene pulita la spiaggia. Ovviamente, alcune spiagge regionali potrebbero avere più tarballs di altre, ma per quanto ne sappiamo, non c'è un regola generale in grado di dire con certezza che le

spiagge lungo una particolare costa possano essere più inquinate dai tarballs rispetto alle spiagge lungo un'altra costa degli Stati Uniti.

Probabilmente, la bonifica delle spiagge, sarà una delle più complesse da affrontare della storia, mentre il fondale marino potrebbe risultare danneggiato per decine e forse per centinaia di anni.

MODELLI PER PREDIRE IL MOVIMENTO DEI FLUIDI

Dopo il gravissimo incidente che ha coinvolto la piattaforma petrolifera Deepwater Horizon nel Golfo del Messico, anche i fisici si sono rimboccati le maniche per far fronte ai disastri ecologici che avvengono in mare. Igor Mezic, ingegnere meccanico alla UC Santa Barbara, U.S.A., ha sviluppato un modello capace di predire il movimento di fluidi contaminanti come il petrolio sulla superficie degli oceani. Il modello, che garantisce previsioni accurate sino a tre giorni, venne descritto sulle pagine di Science.

Prevedere quando e dove una macchia di petrolio si muoverà sulla superficie di un oceano non è cosa facile. Il problema è sia il grande volume d'acqua coinvolta, sia il vento che muove costantemente la superficie, generando correnti di diversa intensità e direzione. Per superare queste problematiche, Mezic e la sua equipe hanno combinato meccanica dei fluidi e meteorologia. La prima è servita per descrivere il modo in cui una macchia di petrolio tende a dividersi in filamenti sotto l'azione delle diverse forze in gioco; la seconda, mutuata da un modello della marina statunitense, per capire le dinamiche di movimento delle acque oceaniche superficiali.

Le simulazioni "a ripetizione" hanno predetto i tempi e modi di propagazione del petrolio al largo del delta del Mississippi, sulle spiagge della Florida e su Panama City Beach. Di queste previsioni si sono serviti i volontari impegnati nella bonifica delle acque dal petrolio. Un aiuto più che valido, dato che i calcoli, verificati attraverso un survey aereo realizzato dal NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), si sono dimostrati accurati entro un margine di errore di due miglia.

“Il modello è universale”, conclude Mezic: “Può essere applicato ogniqualvolta un agente contaminante si diffonde attraverso un mezzo liquido o gassoso”. Fonte: Galileonet.it.

L'elaborazione attraverso l'Ocean General Circulation Model for the Earth Simulator (OFES) ha permesso di stabilire che almeno il 20% del greggio sversatosi nell'oceano in seguito all'inabissamento della piattaforma petrolifera Deepwater Horizon verrà trasportato dalla corrente del Golfo in pieno Oceano Atlantico (indicativamente 160000 tonnellate) e che potrebbe raggiungere le coste europee. La quantità di greggio fuoriuscita è talmente importante che nessun processo degradativo ad opera dei batteri sarà in grado di fermarlo. Fonte: the University of Hawai'i System.

INCHIESTA "AN UNSETTLING EXPERIMENT: DISPERSANTS IN THE GULF"

L'inchiesta "An Unsettling Experiment: Dispersants in the Gulf", di Sandy Aylesworth pubblicata da Sage Magazine, parla anche delle conseguenze subite dall'ecosistema. Già nel maggio 2010 l'Huffington Post scrisse di tracce di petrolio presenti in quasi tutte le larve di granchio campionate lungo un tratto di costa di 300 miglia di costa e Susan Shaw, una tossicologa che dirige il Marine Environmental Research Institute, disse che quando i disperdenti rompono il petrolio in minuscole goccioline, queste sono in grado di permeare più facilmente le pareti cellulari degli organismi planctonici e di danneggiarli: "Il disperdente agisce come un sistema di erogazione di petrolio nell'acqua. Si sottolinea il petrolio contiene centinaia di composti che sono tossici per ogni organo del corpo, compresi molti agenti cancerogeni. In questo caso, il petrolio disperso è penetrato nelle pareti larvali dei granchi, distruggendole, con danni potenzialmente gravi per il loro sviluppo".

Trasformare le masse di greggio in goccioline minute, come fanno i disperdenti, rende gli IPA più facilmente ingeribili per piccoli pesci, filtratori, e plancton. Secondo l'oceanografo Richard Camilli, gli IPA "sono spesso associati a effetti biologici nocivi" e i campioni d'acqua del Golfo raccolti due mesi dopo il disastro della piattaforma offshore della **British Petroleum (BP)** hanno rivelato che la presenza di questi composti nocivi "può essere più abbondante in profondità". Fonte e news integrale su GreenReport.

Il 20 aprile 2010, la piattaforma petrolifera offshore Deepwater Horizon esplose ed affondò nel Golfo del Messico, producendo la più grande catastrofe ambientale della storia statunitense.

Il 04 aprile 2011, a quasi un anno di distanza dall'incidente della Deepwater Horizon, dove morirono 11 persone, le autorità americane diedero il via libera alla compagnia **British Petroleum (BP)** per rimettere in funzione i 10 pozzi già esistenti, imponendogli il ferreo rispetto e l'applicazione di nuove e più stringenti condizioni atte a garantire l'accesso alle piattaforme a rappresentanti governativi durante tutto l'anno e in qualsiasi momento e a dover adottare misure di sicurezza più severe. Inoltre si apprese dall'Independent che la stessa **British Petroleum (BP)** era intenzionata ad effettuare nuove trivellazioni in profondità. Fonte: The Independent: **British Petroleum (BP)** back in business in Gulf of Mexico – a year after 'Deepwater Horizon'.

Due anni dopo, l'industria petrolifera offshore in acque profonde era nuovamente in pieno boom: nel 2012 vennero realizzati 8 nuovi impianti di trivellazione, la pesca nel Golfo fu riaperta e in molti si chiesero per cosa fu fatta tutta questa confusione contro i petrolieri. Negli U.S.A. nel 2012 era convinzione comune che il Golfo del Messico si fosse completamente ripreso dalla marea nera. Anche il The New Yorker era ottimista: "Molto è stato fatto e per questo il Golfo del Messico è in gran forma"; Lisa Di Pinto, della National Oceanic Atmospheric Administration (NOAA), confermò: "Sulla base di quello che ho visto, avrebbe potuto essere molto peggio".

Ma è davvero così? No, almeno secondo Sage Magazine, l'inchiesta "An Unsettling Experiment: Dispersants in the Gulf", nella quale Sandy Aylesworth, una ricercatrice della Yale School of Forestry & Environmental Studies, sottolineò: "Nonostante l'enorme valore del Golfo, sia la **British Petroleum (BP)** che le agenzie governative, sono state impreparate a difenderlo. Durante la fuoriuscita, l'Environmental Protection Agency (EPA) ha insistito che era essenziale tenere il greggio lontano dalle coste e dalle zone umide del Golfo, e a ragione: le zone umide del Golfo sono aree di nursery per il 98% degli animali marini che vivono nelle sue acque pelagiche".

CAPITOLO 8

STRATIFICAZIONE DI PETROLIO GREGGIO SUI FONDALI MARINI PROVOCATA DA BRITISH PETROLEUM NEL GOLFO DEL MESSICO (DEEPWATER HORIZON)

A febbraio 2011 l'attenzione dei media sul caso Deepwater Horizon era scemata, ormai da tempo, e questo, naturalmente piaceva alla **British Petroleum (BP)** impegnata a non cedere più campioni di greggio ai gruppi indipendenti che volevano studiare l'ecosistema marino. Poiché la marea nera non era più visibile sulla superficie oceanica (fatta volutamente precipitare e sedimentare sul fondale marino da **British Petroleum (BP)**, mediante dispersione in mare di grandi quantità di surfactanti in superficie, a medie profondità ed in prossimità della bocca dei pozzi perdenti presenti sul fondale marino) la compagnia petrolifera britannica sostenne che il petrolio era miracolosamente e totalmente scomparso.

Secondo studi di organizzazioni non governative e quindi, teoricamente, sopra le parti, il petrolio, come più volte accennato, nel febbraio 2011 ricopriva circa 270 Km quadrati di fondale marino, mentre in minima parte imbrattava ancora 1.800 Km di linea di costa. La quantità di greggio raccolta attraverso lo skimming e quella bruciata (insieme a un numero imprecisato di animali marini) sarebbe, invece, minima.

A questo petrolio nascosto va aggiunto quello accumulatosi nei cosiddetti oil plumes), ovvero agglomerati di composti più densi dell'acqua, che raggiungevano anche 20 km di lunghezza, per 6 km di larghezza ed uno spessore di 100 metri. Questi plumes di petrolio galleggiavano a mezz'acqua fino a circa 1000 metri di profondità, privando il delicato ecosistema marino dell'ossigeno necessario alla sopravvivenza, e mettendo in pericolo l'intera catena alimentare. La notizia, confermata anche dal New York Times, lasciò intendere che le cifre presentate dalla **British Petroleum (BP)** fossero ancora frutto di manipolazioni per ridurre l'entità del danno percepito e che, al contrario, il danno reale stesse minacciando seriamente la sopravvivenza di quell'ecosistema.

L'amministrazione Obama contribuì alla disinformazione, facendo pressione affinché fosse minimizzato il flusso di notizie provenienti dalle zone interessate dal disastro della Deepwater Horizon.

Le organizzazioni non governative intervenute, affermarono che la **British Petroleum (BP)** mascherò la reale entità dei danni, alterando anche la documentazione presentata dai legali della compagnia petrolifera in sede processuale.

Si stima che le specie di animali presenti nell'area del Golfo del Messico interessata dalla marea nera siano 8332. Tra queste, 1.200 specie di pesci, 200 di uccelli, 1.500 di crostacei, 4 di tartarughe e 29 di mammiferi marini. Oggi si ipotizza possa essere a rischio la sopravvivenza di oltre 400 specie animali.

A fine agosto 2010, erano stati raccolti, sempre nell'area del Golfo, 4.678 animali morti: 4.080 uccelli, 525 tartarughe, 72 tra delfini e altri mammiferi e 1 rettile.

Il 21 febbraio 2011, Samantha Joye dell'Università della Georgia, ha dichiarato "Ho visto come si presentano quei fondali" e "per il 2012 il dramma del Golfo del Messico non sarà affatto risolto". Arriva così immediata la smentita a un report rilasciato dalla compagnia petrolifera **British Petroleum (BP)** qualche giorno prima secondo cui "tutto sarà ok entro il 2012". Tutto cosa evidentemente non è dato sapere, in un incidente, come quello dell'esplosione della Deepwater Horizon al largo della costa della Luisiana (USA), che rappresentò il peggior disastro petrolifero della storia. A dicembre 2010, la Joye ed i suoi colleghi condussero 5 diverse spedizioni prelevando circa 250 campioni dai fondali di un'area di oltre 6.700 chilometri quadrati, al fine di confrontare lo stato del fondale impattato dal petrolio con quello che avevano analizzato e documentato negli stessi punti durante l'estate del 2009.

Secondo quanto precedentemente affermato da alcuni studi finanziati dalla **British Petroleum (BP)** sembrò che i batteri mangia-petrolio (batteri in grado di ridurre chimicamente gli inquinanti in composti semplici quali anidride carbonica, acqua e sali inorganici) avessero svolto un lavoro "abbastanza veloce"; il che lasciò far pensare ad una massiccia disgregazione del combustibile fossile sversatosi sui fondali, ma non fu così, almeno stando alle stime della Joye, secondo cui a febbraio 2011 ci sarebbe stata una rimozione solo del 10% circa dei residui petroliferi stratificatisi sui fondali marini.

Il petrolio, era ancora lì, possedeva le stesse caratteristiche chimiche di quello fuoriuscito dal pozzo rimasto aperto dopo l'incidente, un dato importante per dimostrare le responsabilità della **British Petroleum (BP)**.

A beneficio di quanto dichiarato, la dottoressa Joye ha anche portato in superficie dalle sue esplorazioni sottomarine le immagini di molti animali morti sul fondale, coperti, soffocati o intossicati dal petrolio e dalla fuliggine generatasi a suo tempo dalla combustione del petrolio, (prima misura di emergenza messa in atto subito dopo l'esplosione della piattaforma Deepwater Horizon, per cercare di arginare la propagazione della marea nera). In uno studio apparso nel corso del 2011 sulla rivista Nature Geoscience, Joye e colleghi indicarono come l'incidente avvenuto nel Golfo del Messico avesse scaricato in mare non solo petrolio liquido, ma anche quantità ingenti di gas idrocarburi (ad es. metano), l'effetto dei quali sull'ambiente rimane ad oggi sottostimato. Secondo la ricercatrice e i suoi colleghi sarebbe possibile che l'azione di degradazione dei gas da parte di micro-organismi marini porti a una riduzione di ossigeno tale da creare vere e proprie anossie, situazioni cioè in cui l'ossigeno non è più disponibile per tutti gli organismi marini, che quindi muoiono soffocati. A detta degli esperti dovremo aspettare ancora una decina d'anni per avere le prove visibili degli effetti reali del disastro. Fonte: OggiScienza a cura di Marta Picciulin.

Il 09 settembre 2010 un gruppo di ricercatori appartenenti alla University of Central Florida e al NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), considerò di monitorare i coralli dell'area Portoricana, già compromessi da anomale crescite algali che soffocano letteralmente i polipi, al fine di misurare l'impatto ambientale causato dallo sversamento della Deepwater Horizon. "Si tratta di un Case Study ideale" affermò John Fauth del NOAA. "Verranno presi in considerazione solamente i coralli dislocati lontano dalle coste, poiché altre aree sono compromesse dalle attività antropiche. In particolare è diminuita la trasparenza delle acque a causa dell'urbanizzazione". La zona di studio fu quella denominata Vega Baja, e furono monitorate le attività enzimatiche e altri stressori tipici dei coralli. Furono coinvolti nel progetto, oltre al NOAA e all'University of Central Florida, il National Marine Fisheries Service, l'Haereticus Environmental Lab e infine il Grupo V.I.D.A.S. (Vegabajefios Impulsando Desarrollo Ambiental Sustentable).

CAPITOLO 9

LA CORRENTE DEL GOLFO E LE AREE POTENZIALMENTE COLPITE

La corrente del Golfo, insieme alla sua estensione nord verso l'Europa (la corrente nord-atlantica), è una potente calda e veloce corrente oceanica che ha origine nel Golfo del Messico, esce attraverso lo Stretto di Florida, e segue le coste orientali degli Stati Uniti fino a Terranova, prima di attraversare l'Oceano Atlantico verso il Nord Europa, dividendosi in due, di cui una parte prosegue verso l'Europa del nord e la parte meridionale della corrente ricircola verso il sud (verso l'Africa occidentale). La Corrente del Golfo influenza il clima della costa orientale del Nord America dalla Florida a Terranova, e la costa occidentale d'Europa dalla Spagna/Portogallo fino all'estremo nord della Norvegia.

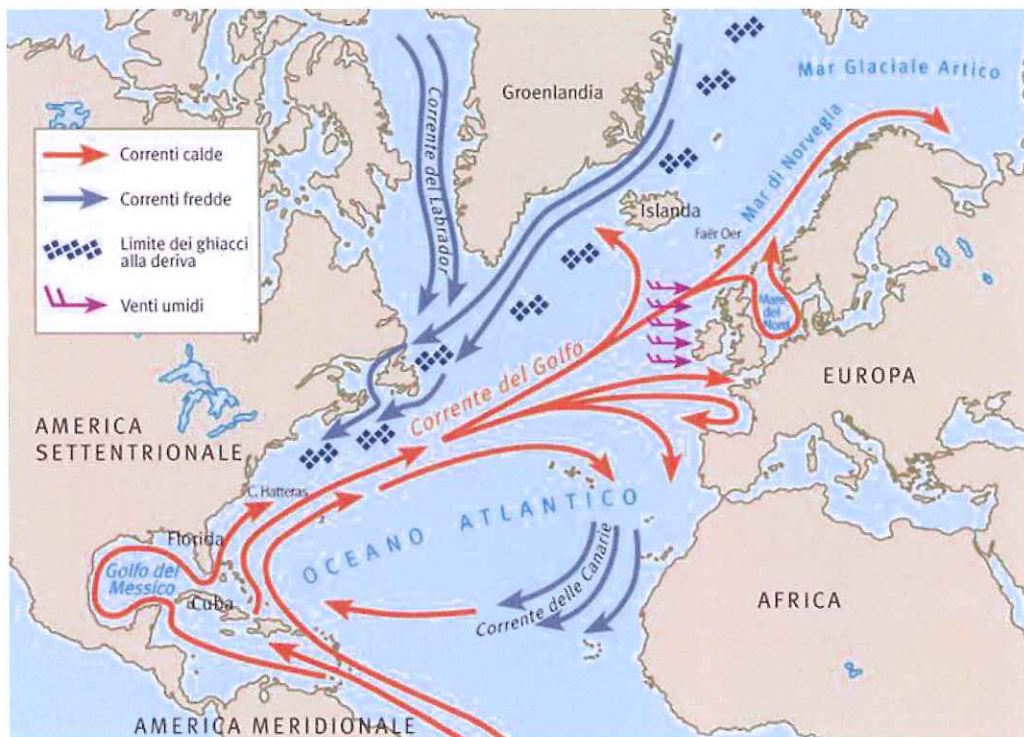
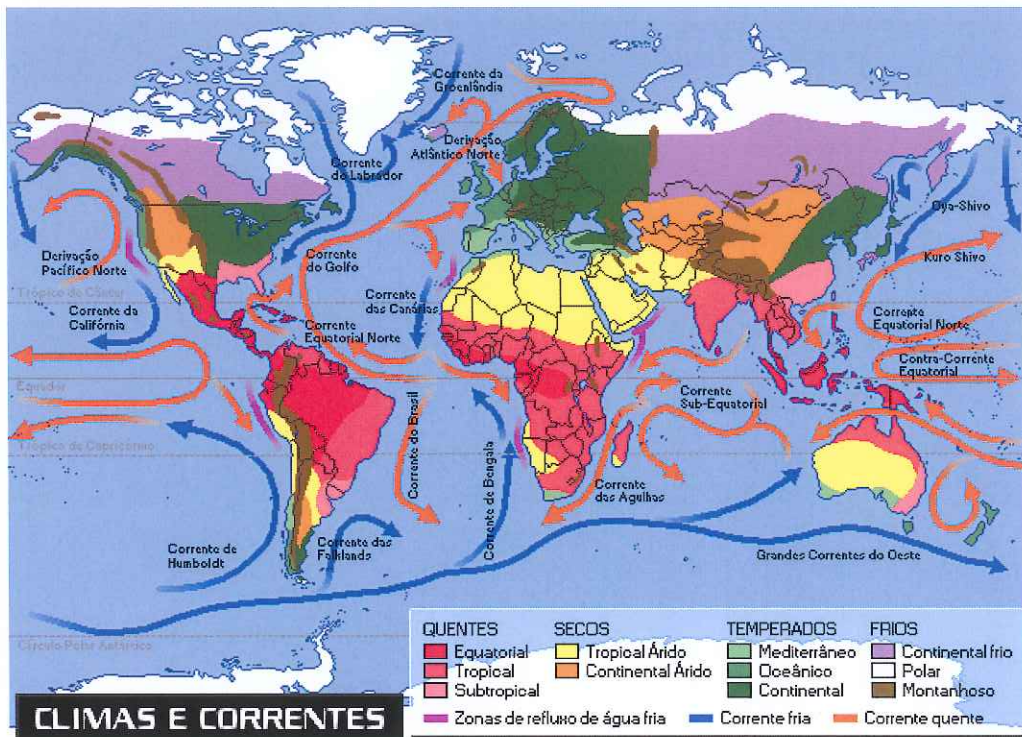
La Corrente del Golfo dei Caraibi propriamente detta è in gran parte determinata dalla forza del vento mentre la corrente nord-atlantica, al contrario, è una circolazione in gran parte termoalina. Procedendo a nord-est, l'acqua calda della corrente del Golfo rende l'Europa occidentale (soprattutto il Nord Europa) più calda di quanto sarebbe altrimenti. Tuttavia, la portata del suo contributo per la differenza di temperatura effettiva tra Nord America e l'Europa è una questione controversa in quanto vi è un parere di minoranza all'interno della comunità scientifica che dice che questa differenza di temperatura è dovuta principalmente al fatto che l'America è sopravvento mentre l'Europa occidentale è sottovento (producendo un clima oceanico).

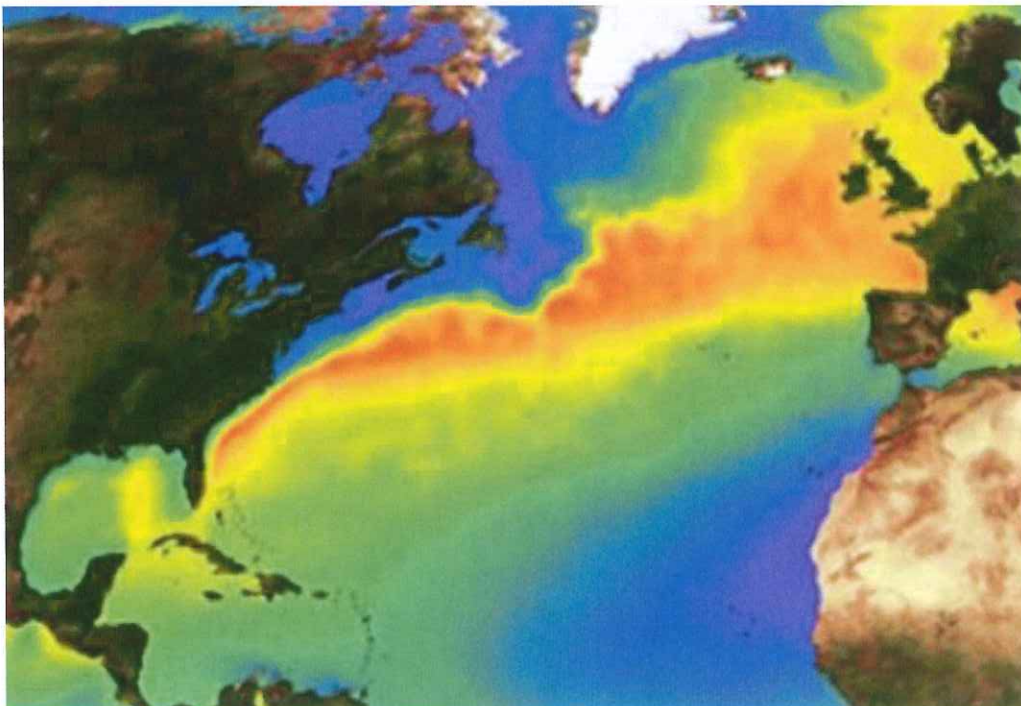
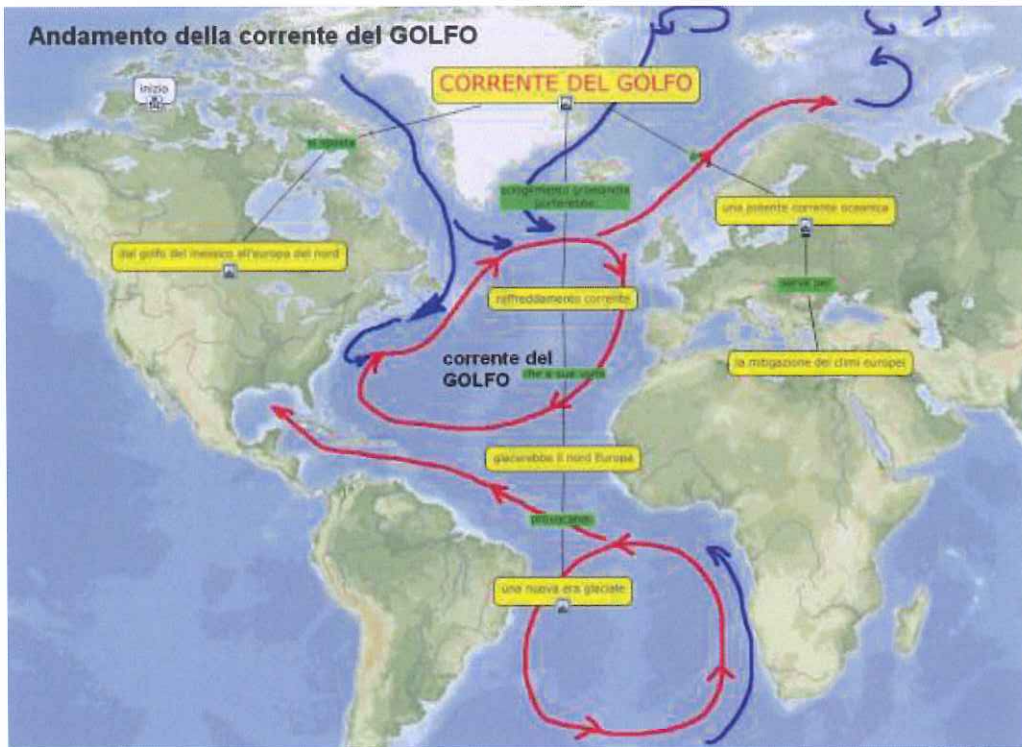
La corrente del Golfo trasporta 30 milioni di metri cubi al secondo (30 sverdrups) attraverso lo Stretto della Florida. Quando passa a sud di Terranova, aumenta a 150 milioni di metri cubi al secondo ad una velocità massima di 2,5 metri al secondo (5,6 km/h). La corrente del Golfo e la corrente nord atlantica sono tuttavia più deboli della corrente circumpolare antartica che ha una velocità media di 4,0 km orari e trasporta oltre 150 milioni di metri cubici al secondo attorno all'Antartide. Questa è purtroppo una corrente che è stata poco studiata così come le sue riconosciute oscillazioni temporali anche se è riconosciuta una sua influenza su tutti gli oceani meridionali, e che riesce a tenere separati i mari caldi dall'aver contatto con il continente antartico che così può mantenere la sua enorme estensione di ghiacci.

In genere, la Corrente del Golfo ha un fronte largo 100 chilometri ed una profondità che oscilla da 800 a 1.200 metri. La velocità della corrente è più veloce in prossimità della superficie, con la velocità massima in genere di circa 2,5 metri al secondo (5,6 km/h). Come si va verso nord, l'acqua calda trasportata dalla Corrente del Golfo subisce il raffreddamento per evaporazione. Il raffreddamento è guidato dal vento. Il vento che soffia sopra l'acqua si raffredda e causa anche l'evaporazione, lasciando una salamoia salata. In questo processo, l'acqua aumenta di salinità e densità, e diminuisce di temperatura. Nel Nord Atlantico, l'acqua diventa così densa che comincia a scendere giù per lasciare il posto ad acque meno salate e meno dense provenienti dall'oceano artico.

Durante il mese di novembre 2004, la Corrente del Golfo si è detto che si è fermata per una decina di giorni. Gli scienziati sono rimasti sconcertati da questo comportamento. Harry Bryden scienziato del National Oceanography Center, ha dichiarato: "Non avevamo mai visto niente di simile prima e noi non lo abbiamo capito. Non sapevamo che poteva succedere." Lloyd Keigwin, uno scienziato alla Woods Hole Oceanographic Institution ha descritto l'evento come "il cambiamento più repentino di tutto il clima". Keigwin ha aggiunto, "è durato solo 10 giorni. Ma supponiamo che fosse durato 30 o 60 giorni? Come possiamo escludere che possa succedere di nuovo il prossimo anno?" Tuttavia, dopo vari studi e misurazioni e discussioni, gli scienziati hanno trovato una spiegazione politica e sono giunti al risultato che la circolazione meridionale in realtà sembrava aver solo rallentato leggermente.

La calda Corrente Nord Atlantica, con analoghe correnti d'aria calda, aiuta a mantenere l'Irlanda e la costa occidentale della Gran Bretagna di un paio di gradi più calda rispetto alla costa orientale. Tuttavia, la differenza è più forte nelle isole costiere occidentali della Scozia. Un effetto evidente della Corrente del Golfo e del forte vento da ovest si verifica lungo la costa norvegese, influenzando anche le montagne sovrastanti con differenze di innevamento tra parte occidentale e orientale della catena montuosa norvegese.





CAPITOLO 10

ECOTOSSICOLOGIA

L'ecotossicologia (termine coniato da Truhaut nel 1969), possiamo considerarla una branca della tossicologia che studia gli effetti biologici delle sostanze tossiche, sia chimiche che fisiche (Ramade 1977) sugli organismi e sugli ecosistemi naturali. Quindi, è una disciplina che si basa sulle conoscenze di branche quali la tossicologia, la biologia, la biochimica, l'ecologia e l'etologia. A volte l'ecotossicologia è confusa con la tossicologia, ma occorre precisare che esistono differenze tra le due discipline. Per esempio se in tossicologia la morte di un organismo ha scarsa importanza, in ecotossicologia assume all'opposto una importanza considerevole, poiché la morte in natura può avere notevoli e profonde implicazioni ecologiche. Quindi l'ecotossicologia estende il proprio campo di applicazione non al singolo organismo, ma all'ambiente nella sua globalità. Occorre anche ricordare che il termine "tossicologia ambientale" non è sinonimo di "ecotossicologia", poiché la prima è figlia della tossicologia, la seconda dell'ecologia.

In ecotossicologia, tutte le sostanze tossiche che normalmente non sono presenti in natura, se non in forma scarsamente solubile, e tutte le sostanze di sintesi prodotte dall'uomo, sono dette xenobiotici (da xenos = estranee alla vita). Queste sostanze possono essere indicate, in un contesto più generale, con il termine di veleni o di sostanze inquinanti. Per inquinamento si intende l'immissione di materia od energia nell'ambiente, in modo tale da provocare alterazioni persistenti delle caratteristiche di un ecosistema. Per fare alcuni esempi, consideriamo i metalli pesanti. Sono presenti praticamente in tutte le matrici (aria, acqua e suolo). In ambienti naturali non contaminati, si trovano in varie forme, ma generalmente in forme non solubili o poco solubili, come ossidi o come solfuri. Si trovano in quantità che dipendono dalla natura della matrice che consideriamo, quindi per definire se vi è o meno inquinamento, occorre sapere quali sono i livelli basali, variabili da zona a zona. Per esempio nella zona del monte Amiata, in Toscana, esistono giacimenti naturali di mercurio, dunque i livelli basali nelle matrici ambientali sono naturalmente elevati. In genere i campionamenti effettuati nelle colonne di sedimento in varie parti del mondo, hanno comunque evidenziato che i livelli basali dei metalli sono aumentati dall'inizio dell'era industriale, quindi l'immissione è certamente di origine antropica.

Come si determina l'impatto di uno xenobiotico sull'ecosistema? Occorre innanzi tutto risalire alle fonti dei veleni, alla loro diffusione sulla base della solubilità, della persistenza, della biomagnificazione, ecc., per stabilire, infine, quali sono gli effetti sugli organismi e sullo stesso ecosistema. Alcuni organismi si prestano particolarmente per gli studi di ecotossicologia.

Questi organismi sono detti bioindicatori o anche specie sentinella. Queste specie devono poter fornire misure sensibili ed ecologicamente rilevanti della risposta indotta da variazioni ambientali (Bolognesi C, Venier P, 2004) e per far questo devono disporre di alcune caratteristiche di base. Innanzi tutto l'organismo deve essere:

- ben conosciuto, dal punto di vista biologico, ecologico e genetico;
- rappresentativo del ruolo ecologico che svolge all'interno dell'ecosistema oggetto di studio;
- di facile reperibilità e preferibilmente sessile o poco mobile;
- incapace (caratteristica più importante) di regolare la concentrazione tissutale dello xenobiotico.

Infatti, se nell'ecosistema la concentrazione dell'inquinante aumenta, questa deve aumentare anche nei tessuti dell'organismo. I bioindicatori sono quindi organismi non-regolatori, a differenza degli organismi regolatori che mantengono costante la concentrazione tissutale degli inquinanti, anche se questa varia nell'ambiente in cui essi vivono.

Si prestano bene a tale scopo alcuni pesci grassi, come le anguille; molluschi come i mitili, sessili e filtratori; alcuni crostacei e altri invertebrati. Questi organismi consentono nel complesso di ottenere un'informazione detta integrata dell'ambiente (analisi che dà informazioni relative ad un arco di tempo più o meno esteso), mentre le semplici analisi di una matrice, per esempio l'acqua, consentono di ottenere informazioni puntiformi (analisi che fornisce informazioni al momento del prelievo). Le informazioni che è possibile ottenere da un organismo bioindicatore sono di gran lunga più complete rispetto ad una semplice analisi a campione di una matrice ambientale.

IL TEST ABC

I batteri eterotrofi dell'ambiente marino hanno un'importanza ecologica rilevante, pertanto sono utilizzati come bioindicatori in grado di dare informazioni quasi in tempo reale sulle condizioni della qualità delle acque (Bacci E., Marchetti R.). Viene prelevato un campione di acqua, viene poi filtrato e il materiale messo in coltura su terreno. Si procede poi alla conta delle colonie espresse come UFC (Unità Formanti Colonia) per millilitro. Tale conta rappresenta l'Apparent Bacterial Concentration o ABC. Una parte della conta ABC è rappresentata dall'Apparent Luminous Bacterial Concentration o ALBC, che esprime il numero di UFC/ml di colonie di batteri luminosi (*Vibrio fischeri*, *Vibrio harveyi* e altri). Se il valore di quest'ultimo parametro si mantiene attorno al 5%, il sito campionato è indisturbato, mentre un sito inquinato presenta valori ALBC sotto lo 0.5%.

BIOMARKERS DI ESPOSIZIONE E BIOMARKERS DI EFFETTO

I biomarkers sono specifici parametri di misura che permettono di quantificare l'esposizione e le conseguenze di una sostanza xenobiotica. È possibile distinguere tra biomarkers di effetto e biomarkers di esposizione.

Quando uno xenobiotico entra in contatto con un organismo (fase di esposizione per inalazione, assorbimento cutaneo, alimentazione), questo presenta un tropismo verso organi particolari che sono detti organi bersaglio o organi target. Gli effetti dello xenobiotico possono essere reversibili o irreversibili, e possono evolvere in modificazioni fisiologiche e/o patologiche dell'organo interessato, a breve e a lungo termine. Solitamente le modificazioni che si riscontrano più spesso sono alterazioni morfologiche, fisiologiche, biochimiche, rallentamento della crescita dell'organismo, arresto e alterazioni dei meccanismi riproduttivi. La presenza di uno xenobiotico o di un suo metabolita, o il prodotto dell'interazione tra xenobiotico e cellule dell'organo target, misurabili (quantificabili,) all'interno di un compartimento di un organismo, è appunto quello che viene definito biomarker di esposizione.

Classico esempio di biomarker di esposizione è il sistema del citocromo P450, che comprende la superfamiglia delle monoossigenasi citocromo P450-dipendenti. Sono note 14 famiglie e oltre 40 isoforme. Il nome di questa classe multienzimatica si spiega

con il fatto che le forme ridotte che legano la CO₂ assorbono la luce a 450 μm. I geni che codificano per questi enzimi, localizzati sul reticolo endoplasmatico, sono conservati in tutti gli organismi, e il loro ruolo è quello di metabolizzare substrati endogeni come ormoni steroidei, acidi biliari, estrogeni e composti con strutture aromatiche. Quando uno xenobiotico con una struttura molecolare simile a quella che sono i normali substrati endogeni degli enzimi, penetra nell'organismo, gli stessi enzimi cominciano a metabolizzarli, per cui si ha competizione tra substrati endogeni e substrati esogeni (xenobiotici). Nel caso del TCDD (Tetra-cloro-di-benzo-diossina), questo viene metabolizzato al posto del testosterone, per cui quest'ultimo si accumula nell'organismo, in particolare nell'organo target del TCDD. Nei vertebrati quando il TCDD penetra nell'organismo forma un complesso con il fattore di trascrizione AH (Aromatic Hydrocarbon). Senza entrare nei dettagli, il complesso TCDD-AH (legato ad altre molecole), viene trasportato entro il nucleo della cellula dell'organo target, qui si forma un eterodimero che attiva la trascrizione del gene codificante per il citocromo P450 A1. L'attività dell'enzima prevede trasporto di elettroni ed ossigeno, con conseguenti fenomeni tossici dovuti all'eccessiva espressione del gene suddetto, a causa dell'eccessiva presenza di radicali liberi.

Negli organismi marini la distribuzione del sistema delle monoossigenasi non è uniforme. Tale sistema è ben sviluppato nei pesci, quindi l'induzione da parte degli inquinanti è rapida (dipende comunque dal tipo di xenobiotico). Negli invertebrati invece le monoossigenasi sono meno rappresentate, e quindi resistono molto meglio all'inquinamento. Questo perché se l'inquinante non è metabolizzato (quindi viene accumulato) genera meno danni all'organismo. Tuttavia gli xenobiotici accumulati dagli invertebrati vengono biomagnificati, ovvero trasmessi lungo la catena alimentare.

Altri biomarkers di esposizione sono i livelli di metallothioneine, alcuni metaboliti aromatici della bile e, in passato, erano considerati, tra i biomarkers di esposizione, anche i livelli dell'acetilcolinesterasi.

I biomarkers di effetto, detti anche biomarker di risposta, sono indicatori di effetti tossici veri e propri (Buschini A.). Si palesano come cambiamenti fisiologici,

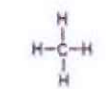
biochimici o altri cambiamenti direttamente verificabili, a breve termine. In tal caso è certo e senza errori che l'organismo è stato contaminato o sta subendo dei danni. Non è possibile risalire alla quantità o alla natura dell'inquinante. Tra i biomarkers di esposizione ricordiamo la destabilizzazione del sistema lisosomiale, i danni, di varia natura sul DNA (test della cometa), l'induzione di fenomeni apoptici, lo stress ossidativo e le degenerazioni ormonali.

GLI XENOBIOTICI NELL'AMBIENE MARINO (GLI IDROCARBURI)

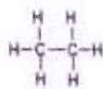
Gli idrocarburi sono composti organici contenenti due elementi, idrogeno e carbonio. Sono suddivisi in due classi: **idrocarburi alifatici** (= grassi) e **idrocarburi aromatici** (= profumati). I primi (idrocarburi alifatici) sono ulteriormente divisi in sottoclassi: alcani, alcheni, alchini a catena aperta e composti ciclici analoghi. I secondi (idrocarburi aromatici) sono rappresentati dal benzene e da tutti quei composti che hanno proprietà chimiche simili al benzene. In realtà la definizione di aromaticità è più complessa, per cui sono definiti aromatici i composti ciclici con elettroni π delocalizzati, il cui numero deve essere conforme alla *Regola di Huckel* (numero di elettroni π pari a $4n + 2$, con n che può valere 0, 1, 2 ecc.).

Gli idrocarburi alifatici possono essere saturi (paraffine) o insaturi. Nel primo caso è contenuto il massimo numero di atomi di idrogeno, nel secondo caso vi è un numero variabile di doppi legami tra atomi di carbonio. La formula generale delle paraffine è C_nH_{2n+2} , quindi la più semplice paraffina per $n = 1$ è il metano. Man mano che aumenta il numero di atomi di carbonio, la molecola diviene più complessa e forma isomeri, si tratta di molecole che hanno la stessa formula bruta ma una formula strutturale diversa. Il numero di isomeri aumenta secondo una progressione geometrica, per esempio il butano ha due isomeri, il pentano tre, l'ottano ben 17. Poiché il petrolio contiene paraffine anche con 70 atomi di carbonio, il numero di isomeri è altissimo. Se una paraffina ha cento atomi di carbonio, i possibili isomeri sono 60.533.

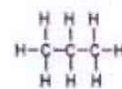
Alcune paraffine:



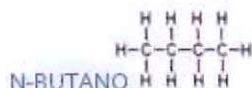
METANO



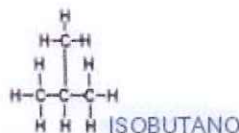
ETANO



PROPANO



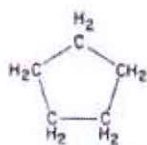
N-BUTANO



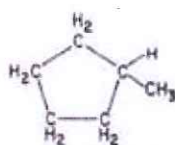
ISOBUTANO

Le cicloparaffine sono l'equivalente delle paraffine ma come si evince dalla terminologia sono molecole cicliche.

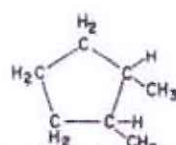
Alcune cicloparaffine:



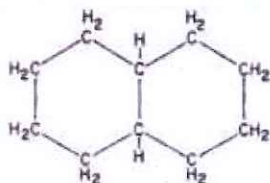
CICLOPENTANO



METILCICLOPENTANO



DIMETILCICLOPENTANO



DECALINA

Gli idrocarburi insaturi sono detti anche olefine e la loro formula generale è C_nH_{2n}. Essendoci i doppi legami carbonio-carbonio, le molecole risultano reattive e formano polimeri, come gomme, lacche e vernici. Il petrolio è una miscela di idrocarburi liquidi, idrocarburi solidi e gassosi, questi ultimi presenti in minor quantità. Presenti in tracce metalli come vanadio, rame, cromo.

CAPITOLO 11

STUDI EPIDEMIOLOGICI CONDOTTI NEGLI U.S.A.

Negli Stati Uniti, i National Institutes of Health hanno avviato la prima ricerca sulla salute di 50.000 persone coinvolte dalla fuoriuscita di petrolio dopo l'esplosione sulla piattaforma Deepwater Horizon, verificatasi ad aprile 2010.

Il Gulf Long-Term Follow-Up Study, diretto dall'epidemiologa Dale Sandler, iniziò il 28 febbraio 2011 con l'invio dei primi questionari a volontari e lavoratori che hanno partecipato alle operazioni successive all'incidente per limitarne i danni, e ad alcuni residenti sulle coste di Texas, Alabama, Louisiana, Mississippi e Florida, principalmente. Finanziato anche con 6 milioni di dollari da **British Petroleum (BP)**, che non ha partecipato alla progettazione e non poté intervenire nell'analisi dei dati, reclutò 55 mila volontari che dopo una visita medica e vari esami, vennero seguiti per 5 anni con questionari biennali ed eventualmente altre visite.

Secondo Dale Sander, lo studio intende determinare come le persone sono state esposte al petrolio, se attraverso l'aria inquinata, ustioni, contatto diretto con il petrolio o con le sostanze usate per disperderlo, o mangiando pesce e frutti di mare, e le loro conseguenze cliniche.

L'altra intenzione è di identificare biomarcatori per le varie fonti di contaminazione legate a problemi respiratori, eritemi, livelli elevati di alcune sostanze chimiche nel sangue e ai rischi per i diversi tumori.

In quegli stati però, molti residenti non hanno una cartella clinica perché sono troppo poveri per curarsi e sarà difficile distinguere gli effetti dell'incidente da altri fattori.

Il quotidiano finanziario Wall Street Journal fece notare che i dati dello studio saranno sicuramente usati dagli avvocati – che sono oltre un milione, negli Stati Uniti – per far causa a **British Petroleum (BP)** e aumentare i risarcimenti che dovrà pagare.

I ricercatori dei National Institutes of Health (NIH) risposero che una volta stabiliti i rischi per le squadre di "pulizia", sarà possibile ridurli e, insieme ad essi, i rischi finanziari delle compagnie petrolifere quando avverranno altri incidenti.

L'annuncio dello studio arrivò poco dopo il secondo rapporto finale sulle cause dell'incidente, ancora più critico di quello di gennaio nei confronti delle società che hanno costruito e gestito la piattaforma.

Fonte: OggiScienza a cura di Sylvie Coyaud.

CAPITOLO 12

ERRORI ED OMISSIONI FATTE DA BRITISH PETROLEUM E DAGLI ALTRI SOGGETTI

Come emerso nelle varie sedi dibattimentali e processuali, il grave disastro ambientale della piattaforma petrolifera Deepwater Horizon, di proprietà della società svizzera Transocean, locata alla compagnia petrolifera inglese **British Petroleum (BP)** fu provocato dall'esplosione ed inabissamento della stessa.

Alla base del tragico evento sono emerse in sede giudiziale gravi colpe e responsabilità ascrivibili alla compagnia petrolifera inglese **British Petroleum (BP)** ed alla multinazionale americana **Halliburton**.

I FATTI:

“Il 20 aprile 2010, mentre la Deepwater Horizon stava completando la perforazione del pozzo Macondo al largo della Louisiana, un'esplosione sulla piattaforma ha innescato un violentissimo incendio, che ha ucciso all'istante 11 operai, causando diverse decine di feriti. In seguito all'incendio, la flotta della **British Petroleum (BP)** ha tentato invano di spegnere le fiamme e di recuperare i superstiti. Ci vollero due giorni per vedere la piattaforma rovesciata, affondata e depositata sul fondale, profondo circa 400 metri. Le valvole di sicurezza presenti all'imboccatura del pozzo sul fondale marino non funzionarono correttamente, ed il petrolio – spinto dalla pressione del giacimento petrolifero – iniziò a uscire senza controllo. Tutti i tentativi di bloccare la fuoriuscita di “marea nera” fallirono.

La **British Petroleum (BP)** riuscì ad arginare il problema solo dopo 3 lunghi mesi. Co-responsabile del disastro, la **multinazionale americana Halliburton**, gruppo statunitense che opera in 120 paesi, specializzato nello sfruttamento dei giacimenti petroliferi, strettamente legato a Dick Cheney, ex vicepresidente degli Stati Uniti, più volte accusato nel corso del suo mandato di aver “favorito l'azienda della quale è stato presidente e amministratore delegato”. Il pozzo era stato infatti costruito con la collaborazione appunto della Halliburton, che aveva curato la predisposizione della struttura di cemento che rivestiva il pozzo, il cui “collasso” – secondo quanto emerso dalle ricostruzioni giudiziarie – è stato uno dei motivi principali che hanno causato il disastro.”

ERRORI, GRAVI RESPONSABILITÀ ED OMISSIONI DI BRITISH PETROLEUM

Una tesi che ai tempi del disastro venne paventata fu che il Dipartimento di Giustizia degli Stati Uniti valutò la possibilità di incriminare alcuni ingegneri della **British Petroleum (BP)**, presumibilmente rei di avere fornito informazioni errate agli operatori incaricati di perforare il pozzo Macondo.

Un robot sottomarino il 23 aprile 2010 tentò di attivare un dispositivo chiamato BlowOut Preventer (BOP, una sorta di enorme valvola di sicurezza), per chiudere la falla, ma il tentativo fallì e la fuoriuscita di greggio non venne arrestata.

Il 04 maggio 2010 la **British Petroleum (BP)** spiegò cosa era e come funzionava il Subsea Oil Recovery System, un dispositivo che avrebbe utilizzato nei giorni successivi, nel tentativo di tamponare la gigantesca falla che la piattaforma offshore aveva aperto nei fondali del Golfo del Messico. Si riporta tra virgolette quanto detto dalla **British Petroleum (BP)**.

"Il Subsea Oil Recovery System è una grande struttura che può essere collocata sopra la principale fonte delle perdite nel DeepWater Transocean Horizon Rig. Il sistema è progettato per raccogliere gli idrocarburi dal pozzo e pomparli in una petroliera in superficie, dove verranno stoccati in modo sicuro e spediti a terra. Tempo permettendo, la messa in opera del sistema è prevista entro i prossimi sei - otto giorni".

La **British Petroleum (BP)**, vista l'inefficacia del Subsea Oil Recovery System, il 07 maggio 2010 tentò di arginare la fuoriuscita di greggio dal pozzo petrolifero posizionandovi sopra una gigantesca struttura in cemento e acciaio denominata "cupola", che non riuscì a risolvere il problema.

Nel frattempo si continuarono ad utilizzare e spandere in mare grandi quantità di disperdenti quali il Corexit, tanto che il The Guardian definì questa modalità come uno dei più grandi ed aggressivi esperimenti fatti sui solventi nella storia.

Il Subsea Oil Recovery System, fallì ed il 14 maggio 2010 la **British Petroleum (BP)** abbandonò l'idea di posare sul fondo marino la seconda cappa aspirante, più piccola della prima e teoricamente più facile da posizionare.

Il professor Steven Wereley, intervistato il 17 maggio 2010 dalla radio americana NPR, disse di aver usato delle tecniche computerizzate per analizzare il flusso di greggio e metano che fuoriusciva da una delle falle in fondo al mare, a circa 1.500 metri di profondità. Secondo le prime indiscrezioni, si apprese che la perdita di greggio ammontava a 70.000 barili equivalenti al giorno, cioè 12 volte di più rispetto alle stime ufficiali. La dicitura barili equivalenti viene utilizzata per sottolineare che si trattava di un mix di petrolio e metano, come si poté vedere dal filmato diffuso ai tempi dalla stessa **British Petroleum (BP)**. Le stime condotte da altri esperti variarono da quella di Wereley, ma confermano tutte che la **British Petroleum (BP)** sottostimò le perdite dalle due falle, e che quella della Deepwater Horizon fù la peggior catastrofe petrolifera della storia. La Exxon Valdez riversò in mare circa 250.000 barili di petrolio, quanto sversato in mare in soli 4 giorni della Deepwater Horizon.

L'ultimo tentativo di chiudere la falla principale, venne fatto il 01 giugno 2010 con l'operazione denominata Top Kill, messa in atto dalla **British Petroleum (BP)** attraverso il pompaggio nel pozzo di estrazione di 30.000 barili di fango, che fallì. Dopo il fallimento dell'operazione Top Kill, la **British Petroleum (BP)** annunciò che nei giorni successivi avrebbe tentato di arginare il grave disastro ambientale in essere con un piano chiamato Lower Marine Riser Package. In un primo tempo venne tagliato il tubo danneggiato cercando poi di isolarlo con una specie di cappuccio dal quale aspirare il petrolio e portarlo alle navi in superficie. Un'operazione definita rischiosa dagli stessi vertici della **British Petroleum (BP)**, il cui fallimento avrebbe potuto comportare un incremento delle perdite di greggio dal pozzo del 20%. Dopo aver tagliato il tubo danneggiato e cercato poi di isolarlo con una specie di cappuccio, venne posizionato e messo in opera un imbuto convogliatore sospeso sopra al pozzo e collegato ad una nave cisterna in superficie, volta a recuperare almeno in parte il petrolio che fuoriusciva senza controllo dal pozzo posto sul fondo del mare, in attesa che si trovasse una strategia risolutiva. Il piano di intervento denominato Lower Marine Riser Package apparve essere da subito non sufficiente ad arginare il grave disastro ambientale in atto ed in parallelo a tale strategia attese solo a contenere in parte il flusso di greggio che fuoriusciva dal pozzo e si sversava in mare, la **British Petroleum (BP)** diede avvio in parallelo a tale progetto, alla perforazione di due pozzi

sussidiari in previsione di riuscire a giungere al condotto del pozzo che perdeva, intercettandolo in profondità, per cementarlo definitivamente.

Il 15 giugno 2010 dopo aver rifiutato l'aiuto del regista James Cameron, la **British Petroleum (BP)** interpellò l'attore Kevin Costner. Gli esperti della compagnia petrolifera britannica riconobbero che i macchinari dell'attore erano i più efficaci a ripulire l'acqua nera di petrolio ed acquistarono 32 «centrifughe del mare». Si chiamano Ocean Therapy Solutions e l'attore ha impiegato circa 15 anni ed investito 20 milioni di dollari per farle mettere a punto. Le macchine in oggetto hanno la capacità di aspirare l'acqua, centrifugarla, e separare al 99% le sostanze inquinanti, senza produrre ulteriore inquinamento. Il protagonista di *Waterworld*, che ha un fratello scienziato specializzato in questo genere di tecnologie, finanziò a suo tempo il progetto che, 15 anni fa, sembrava avveniristico, ma che oggi pare essere il sistema più all'avanguardia per affrontare la marea nera. Le macchine hanno la capacità di separare il petrolio dall'acqua e possono filtrare fino a 750 litri di acqua al minuto.

I disperdenti, utilizzati senza cognizione di causa, hanno permesso alla parte più pesante e insolubile del greggio di precipitare sul fondo, coprendo come un velo nero l'intero ecosistema bentonico.

Secondo Thomas Shirley, professore della Texas A&M University, le sostanze utilizzate (come il Corexit, i cui effetti tossici sono stati denunciati anche dalla rivista *Nature*) potrebbero causare ulteriori danni agli animali, facilitando l'ingresso della componente tossica nella catena alimentare. Uno dei timori principali, infatti, è rappresentato dal fatto che le micro-gocce generate dall'interazione petrolio-agenti disperdenti possano avere un effetto altamente tossico per il gradino più basso della rete alimentare, vale a dire il plancton. Le sostanze tossiche così si potrebbero accumulare nei vari animali, dalle larve dei pesci e dei crostacei, fino ad arrivare alle tartarughe e ai grandi mammiferi, attraverso un processo noto come biomagnificazione. “E in questo caso – ha sottolineato Shirley – la perdita sarebbe incalcolabile, vista la lentezza del ciclo riproduttivo di animali come il capodoglio e la tartaruga di Kemp, che inizia a riprodursi verso il nono anno di età” (per una panoramica sulla biodiversità nel Golfo del Messico si veda il sito dell'Harte Research Institute Gulf of Mexico Studies).

Il 18 giugno 2010 Bloomberg pubblicò un articolo dove si raccontava come la **British Petroleum (BP)**, sin da febbraio, sapeva dei problemi e dei rischi a cui sottoponeva i suoi dipendenti per pompare il greggio dal pozzo Macondo. Già a marzo 2010, secondo Bloomberg, la **British Petroleum (BP)** ebbe dei problemi per contenere la fuoriuscita di gas metano e numerose crepe si aprirono nei dintorni del pozzo, e per questo la stessa **British Petroleum (BP)** acquistò molto prima del disastro enormi quantità del disperdente Corexit e mise in vendita le proprie azioni. Si calcolò che la percentuale di metano che fuoriuscì dal fondo del Golfo del Messico fù del 40% e non del 5% come affermato nei primi giorni dopo il disastro. Nei due plumes la concentrazione di ossigeno era del 40% più bassa della norma mentre la concentrazione di metano era elevatissima.

Già settimane prima che la piattaforma petrolifera Deepwater Horizon esplodesse, causando il disastro ambientale nel Golfo del Messico, la **British Petroleum (BP)** sapeva che c'erano delle falle nel sistema di sicurezza. Lo rivelò il 22 giugno 2010 un operaio della struttura sopravvissuto all'incidente, raccontando alla BBC che il sistema difettoso non fù riparato ma chiuso, facendo affidamento su un secondo sistema. Il motivo? Riparare il contenitore di controllo avrebbe significato sospendere temporaneamente l'estrazione dal pozzo, in un momento in cui al colosso petrolifero britannico tenere in piedi l'impianto costava 500 mila dollari al giorno. A tragedia avvenuta, però, la **British Petroleum (BP)** al 22 giugno 2010 aveva già speso 2 miliardi di dollari per ripulire la marea nera (arrivando a spendere nel corso degli anni successivi al grave disastro ambientale oltre 42 miliardi di dollari). Lo resero noto i vertici della compagnia in un comunicato alla Borsa di Londra, nel quale sottolinearono come parte dei costi di bonifica del Golfo avrebbero dovuto essere sostenuti dalle società partner.

Il 26 giugno 2010 si apprese di tartarughe intrappolate e bruciate vive. Il quotidiano britannico The Guardian denunciò l'uccisione dei poveri animali da parte della **British Petroleum (BP)** che continuava a bruciare petrolio, metodo inutile e sbrigativo, poiché gli incendi permettono di eliminare solo la frazione più leggera del greggio. Alcuni rettili hanno avuto la sfortuna di emergere proprio all'interno della chiazza poi incendiata dai contractors della **British Petroleum (BP)**, provocando la morte dei poveri animali. Nel Golfo del Messico vivono specie rare e a rischio di estinzione,

come la tartaruga marina di Kemp's Ridley (*Lepidochelys kempii*) e nonostante il governo USA avesse esplicitamente richiesto alla compagnia di risparmiare gli animali, la stessa compagnia disattese immediatamente tali accordi. Scrisse Carole Allen, uno dei responsabili del Sea Turtle Retoration Project: "E' un modo di fare criminale e crudele per il quale i responsabili devono essere perseguiti".

Il 29 giugno 2010 per salvare i piccoli di tartarughe dal pericolo imminente della marea nera, venne avviato un progetto che prevedeva il trasferimento delle uova in una località protetta della Florida. Henry Cabbage, della Commissione per la Tutela della Flora e della Fauna in Florida, spiegò che ricercatori avrebbero dissotterrato le uova che si trovano sulle isole Panhandle. Da lì le uova furono portate a Cape Canaveral. Una volta nati, i piccoli furono lasciati liberi nell'oceano Atlantico. Le uova furono raccolte tre volte a settimana fino a novembre 2010.

In data 08 luglio 2010 si ebbe notizia che a 20 miglia dalla costa della Louisiana la concentrazione di Corexit era pari a 400 parti per milione, quantità in grado di uccidere qualsiasi essere vivente. Si apprese inoltre che gli aerosol marini sarebbero altamente tossici anche per la popolazione locale. Secondo gli esperti, sotto la superficie del mare vi sarebbero centinaia di migliaia di animali morti od in agonia, e solo il tempo permetterà di quantificare e stabilire la reale entità della tragedia che ha spazzato via un intero ecosistema.

Il 20 luglio 2010 si venne a sapere che erano tre le falle da cui usciva il greggio da mesi in fondo al Golfo del Messico. Una era quella di cui si era sempre parlato, la seconda era al di sotto del cap e la terza a tre miglia di distanza. Sembra inoltre che ci fossero fuoriuscite seppur modeste attorno a tutta l'area del pozzo Macondo. Fino all'ultimo la **British Petroleum (BP)** negò l'esistenza delle altre falle, mentre continuò a fare proseliti sul falso successo dei giorni precedenti.

Il 21 luglio 2010 secondo il Washington Post, la **British Petroleum (BP)**, giorni prima dell'esplosione, avrebbe iniettato nel pozzo (nelle sue pareti) del materiale non ben identificato, stoccato da tempo dentro centinaia di fusti, allo scopo di disfarsene, eludendo così le leggi in materia ambientale. Secondo un testimone, sarebbero due le sostanze iniettate, e prima del pompaggio sarebbero state mescolate preventivamente sul ponte della Deepwater Horizon allo scopo di valutarne la reattività.

Di positivo, in tutto questo, vi fù il cambio di atteggiamento del Governo americano, che si era stancato degli insuccessi e delle troppe bugie della **British Petroleum (BP)**. Il Governo inglese precisò che la **British Petroleum (BP)** avrebbe pagato ogni danno, ma che la compagnia non doveva essere destabilizzata dall'amministrazione americana.

Il 3 agosto 2010 la **British Petroleum (BP)** iniziò l'operazione denominata Static Kill, con la quale voleva tappare definitivamente il pozzo mediante un'iniezione di fango e cemento attraverso i pozzi sussidiari, così da deviare il greggio in un bacino sicuro posto a 4 km di profondità. Il 19 settembre 2010 venne terminata la cementificazione definitiva del pozzo e dichiarata da parte di **British Petroleum (BP)** la riuscita dell'operazione denominata Static Kill e la messa in sicurezza del pozzo estrattivo.

Il Piano di Intervento in caso di incidenti divulgato ad ottobre 2010 dalla **British Petroleum (BP)** di cui se ne riporta uno stralcio, dimostra ancora una volta "la forte attenzione ed il rispetto" della multinazionale nei confronti dell'ambiente.

"Nel peggiore dei casi la fuoriuscita stimata ammonterebbe a non più di 162.000* barili al giorno, e la nostra capacità di intervento permette il recupero di 500.000** barili al giorno con tecnologie standard, facendo sì che anche la più grave delle perdite producesse danni minimi alle zone di pesca e alla fauna selvatica del Golfo, compresi trichechi, lontre di mare e otarie".

Note:

* il flusso reale è stato ben tre volte maggiore

** a giugno 2010 la **British Petroleum (BP)** raccoglieva e bruciava poco più di 16.000 barili ogni tre ore.

Ma da quando trichechi, otarie e lontre marine nuotano nel Golfo del Messico? Il Piano di Intervento citava inoltre il nome di un consulente biologo marino morto da anni e l'indirizzo web di un sito Giapponese come fornitore di attrezzature di emergenza che in realtà vendeva tutt'altro. Un copia incolla insomma di pessima fattura, proveniente da vetusti piani preparati per il Mar Glaciale Artico.

A dicembre del 2010 la **British Petroleum (BP)** è stata accusata di ben cinque nuove violazioni della sicurezza e delle leggi ambientali dal Bureau of Safety and Environmental Enforcement (BSEE), l'ente facente parte del Ministero degli Interni

americano che condusse l'investigazione sul disastro del 20 aprile 2010. Secondo il BSEE, infatti, presso la Deepwater Horizon non sono state rispettate diverse regole relative ai cosiddetti pressure integrity test condotti nel pozzo.

Il 16 dicembre 2010 l' Attorney Generale degli Stati Uniti, Eric Holder, annunciò che il governo avrebbe provveduto a citare il gigante del petrolio britannico **British Petroleum (BP)** ed otto altri enti per lo scoppio della piattaforma petrolifera e l'inquinamento del Golfo del Messico. Oltre a **British Petroleum (BP)**, che aveva affittato l'impianto di perforazione in acque profonde esploso il 20 aprile, causando il disastro più grave nella storia degli Stati Uniti, vennero citate in giudizio Transocean Ltd, Anadarko Petroleum Corp, Mitsui & Co Ltd unit MOEX ed i Lloyds di Londra.

La citazione chiedeva che le aziende fossero giudicate responsabili senza limitazione a norma della legge sull'inquinamento di petrolio per tutti i costi e danni causati dalla marea nera, compresi danneggiamenti delle risorse naturali. Nella citazione a giudizio fu chiaramente richiesto che "La causa inoltre dovrà esaminare le violazioni della legge sulle acque pulite".

Holder disse che le aziende erano colpevoli di "violazioni di sicurezza e delle norme operative". La citazione sostiene che le regolazioni di funzionamento e di sicurezza sono state violate nel periodo che ha preceduto l'esplosione del 20 aprile 2010. L'inquinamento nel Golfo del Messico è durato tre mesi, con il relativo danno ancora completamente da conoscere, all'habitat della fauna selvatica in tutto il Golfo del Messico.

Dopo 17 mesi di indagini (settembre 2011), l'agenzia governativa non aveva più dubbi, ed accusò la **British Petroleum (BP)** di impreparazione, negligenza ed avidità, ritenendo valida l'ipotesi per cui la multinazionale, per tagliare costi e tempi, prese consapevolmente i rischi che portarono al più grave disastro petrolifero della storia. Tutte illazioni secondo la **British Petroleum (BP)** che ovviamente contestò.

Il rapporto interno della **British Petroleum (BP)** presentato l'8 settembre 2011 fa la lista degli errori umani e meccanici che starebbero all'origine dell'incidente. La compagnia non vuole assumersi tutte le colpe, ma cerca di scaricarne una parte sui suoi partner, soprattutto sulla svizzera Transocean, società multimiliardaria fondata nel

1973 e con sede a Ginevra, la più grande società al mondo per la locazione di piattaforme petrolifere. L'altra società chiamata in causa è la statunitense Halliburton, specializzata nello sfruttamento dei giacimenti petroliferi e ai cui vertici ha operato l'ex vice presidente degli Stati Uniti Dick Cheney. La Transocean ha rimandato al mittente il rapporto interno della **British Petroleum (BP)** e lo definì un testo unicamente volto a preservare gli interessi della società inglese. Idem per quanto riguarda la Halliburton, accusata dalla **British Petroleum (BP)** di aver impedito, a causa dei suoi additivi di cemento e altri prodotti, la chiusura del pozzo in tempi brevi.

In un rapporto di 28 pagine pubblicato il 16 novembre 2011, un comitato indipendente convocato dal National Academy of Engineering ribadì ancora una volta la responsabilità e la superficialità mostrata dalla **British Petroleum (BP)** sia prima che dopo l'incidente del pozzo Macondo. Il presidente della commissione di studio Donald Winter ribadì che la compagnia petrolifera ignorò 30 giorni prima dell'incidente tutte le anomalie riscontrate, e non furono indagate a sufficienza le cause che portarono alla perdita delle attrezzature di perforazione, incidente verificatosi nel marzo 2010. Numerosi test indicarono inoltre come il cemento sul fondo del pozzo non sarebbe stato in grado di reggere a pressioni elevate. In sintesi, secondo il rapporto, furono ignorati tutti i potenziali segnali di pericolo.

CAPITOLO 13

LE CONSEGUENZE DEL DISASTRO AMBIENTALE

Gli effetti negativi sull'ambiente, sulla fauna e la flora marina, sono stati dichiarati "incalcolabili". Ma anche per l'uomo vi sono state e vi saranno nel corso degli anni conseguenze: **intensificazione delle malattie respiratorie e delle patologie della pelle**, e soprattutto aumento dell'incidenza di tumori e aumenti statistici degli aborti spontanei, a causa del petrolio e delle sostanze chimiche disperdenti rilasciate sul luogo del disastro, che contamineranno la popolazione locale nel breve e medio termine per via inalatoria ed orale, soprattutto come conseguenza dell'**accumulo degli idrocarburi nella catena alimentare**.

CONSEGUENZE AMBIENTALI SU FAUNA E FLORA

Le prime specie animali vittime del disastro sono state quelle di dimensioni più piccole e alla base della catena alimentare, come ad esempio il plancton. Sono seguite le specie di dimensioni via via maggiori che sono state contaminate direttamente dagli idrocarburi e dalle sostanze chimiche disperdenti oppure indirettamente per essersi alimentate di animali contaminati.

Fra le specie coinvolte: numerose specie di pesci, tartarughe marine, squali, delfini e capodogli, tonni, granchi, gamberi, ostriche, menhaden, varie specie di uccelli delle rive, molte specie di uccelli migratori, pellicani.

Gli agenti disperdenti, fra i quali il Corexit, ovvero sostanze chimiche utilizzate per disperdere gli idrocarburi in parti più piccole e per farli precipitare sul fondale del mare, hanno consentito di "**nascondere**" la marea nera in quanto queste sostanze non hanno ridotto la quantità di greggio disperso nell'ambiente, ma l'hanno solo "nascosta alla vista", facendola precipitare sul fondale marino ad oltre 1600 metri di profondità, dove ad oggi continua ad esercitare i suoi effetti negativi sulla catena alimentare, a tutti i livelli, uomo compreso.

I timori si concentrano sulle specie già a rischio per le quali l'estinzione potrebbe essere accelerata.

La **British Petroleum (BP)** incendiò parte del petrolio riversatosi in mare non ai fini della tutela ambientale, ma solamente con l'intento di diminuirne l'impatto e quindi i costi da sostenere per rimuoverlo, provocati dal greggio sulle coste delle regioni del Golfo del Messico, dove si era riversato in quantità cinque volte superiore a quelle stimate. Melanie D. una delle blogger più note di Greenpeace Alaska disse "*ripulire la marea nera è un ossimoro. Nella maggior parte dei casi, la maggior parte del petrolio fuoriuscito non viene rimosso dall'ambiente, è disperso, diluito, bruciato, o affonda in gocce, o viene lasciato, in un modo o nell'altro, sulle spalle dell'ambiente a devastarlo per gli anni a venire*". Di fronte a quantità così ingenti di petrolio riversatosi in mare non c'è molto da fare, non c'è barriera che tenga o tecnologia adatta al recupero. Inevitabilmente, il greggio fuoriuscito si è riversato sulle coste e sul fondale, dove ha arrecato e continuerà ad arrecare danni incalcolabili all'ambiente, alla flora, alla fauna e all'uomo per almeno venti anni, come dimostrato da uno studio effettuato sul disastro della EXXON VALDEZ.

EXXON VALDEZ, GLI EFFETTI DOPO 20 ANNI

Utilizzando come biomarcatore il CYP1A, che viene indotto dall'ingestione al petrolio greggio, si è riusciti a rivelare l'esposizione a lungo termine sulle anatre marine. Particelle di petrolio sversato nel mare dell'Alaska nel disastro della Exxon Valdez avvenuto nel 1989 continuano ad essere ingerite dalla fauna selvatica, è quanto riscontrato da un gruppo internazionale di ricercatori guidati da Daniel Esler, del Centre for Wildlife Ecology della Simon Fraer University, che ha sede nella British Columbia, in Canada, che firmarono in proposito un articolo sulla rivista Environmental Toxicology and Chemistry nell'aprile 2010.

IL DANNO ECONOMICO

I danni del disastro ambientale sono impossibili da calcolare, tuttavia è possibile farne una stima.

I danni diretti, cioè quelli immediatamente visibili ed evidenti sono:

- il valore non stimabile né riparabile, della perdita di 11 vite umane;
- l'ammontare del danno ambientale procurato;

- l'entità economica della piattaforma petrolifera affondata, pari a circa 560 milioni di dollari, degli investimenti per la perforazione del pozzo, la perdita azionaria della **British Petroleum (BP)**, della **Transocean** e della **Cameron International**;
- il costo dei primi soccorsi, per lo spegnimento dell'incendio, per il salvataggio del personale della piattaforma e per la ricerca dei dispersi;
- l'importo speso per la realizzazione della cupola da 100 tonnellate e per le successive fasi ed operazioni messe in atto per calarla in mare nel tentativo di arginare lo sversamento in atto;
- il prezzo delle operazioni messe in atto per arginare o tappare la fuoriuscita di greggio dal pozzo;
- il costo derivante dal tentativo di delimitare e contenere l'area sul mare dove si è sparso il petrolio fuoriuscito;
- l'ammontare monetario speso per limitare il danno, tentando la bonifica delle acque e delle coste e la pulizia degli animali.

Fra quelli indiretti, cioè quelli correlati, ma non strettamente conseguenti al disastro, vi sono il danno all'industria locale della pesca e a quella del turismo.

LA VICENDA GIUDIZIARIA

Nel 2012 la **British Petroleum (BP)** ha raggiunto un accordo con il dipartimento di Giustizia statunitense per il pagamento di una penale di 4,5 miliardi di dollari, dichiarandosi **colpevole di undici capi d'accusa per negligenza o colpa grave** legati alle 11 vittime dell'esplosione della piattaforma Deepwater Horizon, di un capo di imputazione per non aver rispettato il Clean Water Act e di un'altra accusa relativa al Migratory Bird Treaty Act.

Il 2 luglio 2015, inoltre, gli stati americani colpiti dal disastro hanno raggiunto un accordo con la **British Petroleum (BP)** riguardo ai danni ambientali provocati dall'incidente, a seguito del quale la **British Petroleum (BP)** si è impegnata a risarcire circa 18,7 miliardi di dollari nell'arco di 18 anni.

Inoltre **British Petroleum (BP)** durante il procedimento giudiziario si è dichiarata colpevole del capo d'accusa di "ostruzione al Congresso", a seguito delle evidenti reticenze di suoi alti dirigenti nel collaborare con trasparenza alle indagini. La

Halliburton, infine, co-imputata con la **British Petroleum (BP)**, ha anche ammesso di aver “**intenzionalmente distrutto delle prove chiave dopo il disastro**”.

IL DOPO DISASTRO

Nel dicembre 2011, per rientrare delle perdite, la **British Petroleum (BP)**, provata dalle spese dovute alla pulizia dei mari del Golfo del Messico, ha fatto il possibile per rientrare di una parte dei costi. Come? Con indennizzi dalle altre imprese coinvolte nella vicenda e, soprattutto, richiedendo presso la Corte Federale di New Orleans, un risarcimento da 20 miliardi di dollari proprio ad Halliburton. Che, secondo la compagnia britannica, avrebbe addirittura distrutto prove sulla vera causa della tragedia: la scarsa qualità del cemento fornito per costruire il pozzo Macondo.

Dopo le pesanti perdite economiche e finanziarie, legate al disastro ambientale più grave della storia statunitense, la **British Petroleum (BP)** fù sempre meno disposta a prendersi tutte le colpe e a dover sostenere tutti gli oneri dell'accaduto. Oltre a un minimo di immagine voleva recuperare, come scritto in un documento firmato dal suo legale, Don Haycraft: "i costi e le spese che le sono stati imputati per la pulizia della marea nera". Spese che nel gennaio 2012 ammontano a 14 miliardi di dollari, necessari appunto per ripulire (parzialmente) l'area e rimborsare alcune vittime della catastrofe, ma che si stima potessero raggiungere i 42 miliardi di dollari.

Una verifica biologica compiuta due anni dopo il tragico disastro ambientale dal dipartimento di biologia marina dell'Università della Florida del Sud, mostrò chiari segni di malattie della fauna marina legate all'ingestione di petrolio.

LA FIDUCIA

Qualche anno prima del disastro, la **British Petroleum (BP)** modificò il proprio slogan, trasformandolo in “Beyond Petroleum”, ovvero “al di là del petrolio” e modificò anche il suo famoso “scudo verde” nel simbolo dell'elio, una specie di margherita con dei raggi verdi e gialli, per enfatizzare il focus dell'azienda su tematiche inerenti ambiente e fonti energetiche rinnovabili.

Per contro, il risultato delle varie commissioni d'inchiesta sul caso Deepwater Horizon fu unanime: alla base del disastro, c'è stato il **malfunzionamento di un sistema di sicurezza di un impianto del tutto inadeguato**, malfunzionamento causato da una

strategia di sistematica e miope **riduzione dei costi**. In base ad alcune inchieste giornalistiche pubblicate all'epoca dell'incidente, pare che l'importo della spesa per manutenzione non eseguita su alcune componenti chiave della piattaforma fosse di poche centinaia di migliaia di dollari.

Alla luce di quanto sopra esposto credo che sia difficile farsi una ragione della prepotenza ed arroganza di un sistema industriale "a doppio binario", che da un lato enfatizza l'impatto pubblicitario delle proprie politiche "green" ed ecosostenibili, e dall'altro, contemporaneamente ed in modo assurdo, per risparmiare misere somme di denaro causa danni incalcolabili di lungo periodo all'ecosistema e all'uomo.

CAPITOLO 14

UNA POSSIBILE ED ALTERNATIVA GESTIONE DEL DISASTRO

Viste le dimensioni della catastrofe ambientale in essere la **British Petroleum (BP)** avrebbe dovuto dare indicazioni tempestive in merito alla sua reale gravità e non cercare in tutti i modi di nascondersela e ridimensionarla, diffondendo informazioni false, distorte o fuorvianti od ostacolando le indagini e gli accertamenti in merito.

La compagnia petrolifera britannica avrebbe dovuto dichiarare di non essere in grado da sola di poter fronteggiare uno scenario così catastrofico, al fine di poter fruire del massimo supporto ed aiuto da parte dei più prestigiosi enti ed istituti di ricerca del mondo e dei più blasonati esperti, cercando di identificare ed utilizzare le migliori tecnologie disponibili, l'esperienza e le migliori tecniche di bonifica ambientale messe in atto nei vari angoli del globo terrestre. Tutto ovviamente per preservare da un lato l'ambiente e dall'altro per cercare di ridurre al minimo i danni causati ed il conseguente esborso economico da sostenere.

Si sarebbe dovuto evitare un utilizzo massiccio ed assurdo di disperdenti chimici quali il Corexit EC 9527A ed il Corexit EC 9500A (una miscela di acidi grassi, glicolesteri ed ossialchilati in solvente paraffinico) noti per gli effetti negativi e tossici sull'ambiente, il cui utilizzo si ricorda essere non consentito nel Regno Unito, utilizzando invece sistemi e tecnologie in grado di recuperare il greggio senza utilizzo di sostanze chimiche.

Il recupero del petrolio greggio sversatosi in mare poteva essere fatto in modo molto più tempestivo, sicuro e rispettoso per l'uomo e l'ambiente se:

1. Si fossero utilizzati idonei sistemi di galleggiamento (panne galleggianti d'altura - costituite da una pare galleggiante tipicamente in neoprene che funge da camera d'aria e da una parte immersa dotata di zavorra per evitare che vento e corrente marina la facciano sollevare consentendo all'inquinante di potervi fuoriuscire), ricordandosi del loro limite di operatività con onde alte più di 1 metro e velocità delle correnti marine superiore a 1 nodo/ora, e non come quelle di tipo assorbente (lunghi salsicciotti – tipicamente lunghi 2/3 metri, dotati alle loro estremità di ganci a scocco per poterle unire tra loro, idonee ad

assorbire gli idrocarburi, ma non utilizzabili in caso di presenza di morchie o prodotti altamente viscosi in quanto aderendo alla loro superficie le rendono impermeabili, consentendo all'inquinante di potervi passare sotto) ed inadeguate allo scopo, utilizzate da **British Petroleum (BP)** nel Golfo del Messico.

2. Se la compagnia petrolifera inglese anziché utilizzare semplici macchine scrematrici (skimmer) in grado di effettuare il recupero meccanico dell'inquinante dalla superficie del mare, dotate di una parte superiore aspirante di liquido (miscela acqua/inquinante) e di una parte inferiore in cui stoccare il liquido aspirato (serbatoio) avesse utilizzato macchine più complesse ed evolute che si basano sull'adesione dell'olio a dei supporti, tipicamente in materiale plastico, che possono avere varie forme (dischi, cinghie, etc.) od avesse utilizzato altre tecnologie che impiegano delle spazzole oppure creano dei vortici per raccogliere il petrolio, che in seguito sarà riposto in serbatoi da dove verrà riciclato o distrutto.

Su ItaliaOggi – Numero 154, pag. 7 del 30/6/2010 - Petrolio nel Golfo del Messico, l'Italia ha la soluzione ma non lo dice. In un articolo Piero Laporta ha scritto: **la nostra marina ha 14 pattugliatori con tecniche ad hoc. I silenzi di Branciforte** *“Sul disastro ambientale nel Golfo del Messico, un senatore dell'opposizione, Paolo Giaretta, con un'interrogazione ha sorpreso Stefania Prestigiacomo, Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare. Giaretta ha sorpreso ancora di più il ministro della difesa, Ignazio La Russa, e ha cacciato nei guai l'ammiraglio Bruno Branciforte, capo di stato maggiore della marina. Giaretta nella sua interrogazione ricorda che un'impresa della sua città, l'O.C.S. S.p.A. di Padova, è leader mondiale per i dispositivi di ripulitura del mare da inquinamento di idrocarburi, senza l'impiego di agenti chimici, ma con la tecnologia Float Discoil, già utilizzata con successo in diversi disastri ecologici, come Agip Abruzzi e Moby Prince a Livorno, Haven a Genova, sempre con pieno successo. In effetti Float Discoil è stato adottato in quasi tutte le raffinerie d'Italia e in moltissime all'estero. Sono più di 500 i dispositivi Discoil operanti nel mondo, taluni dei quali da oltre trent'anni senza interruzione. Discoil opera mediante il recupero meccanico del greggio dall'acqua. Il petrolio viene assorbito da grossi dischi rotanti nell'acqua, poi ingaggiato da una*

pompa e quindi riversato in un serbatoio di stoccaggio. La separazione meccanica permette alla macchina di non recuperare acqua ma solo petrolio. Non basta: il petrolio recuperato può essere riutilizzato. L'ultima nata di questa tecnologia è il *Float Discoil 300*. Dove il numero 300 indica che la macchina è in grado di recuperare e stoccare, 300 tonnellate di petrolio ogni ora. Bene, tornando all'interrogazione dell'onorevole Giaretta, c'è un rigo che ha gettato scompiglio nelle stanze di Via XX Settembre. Scrive Giaretta: «di tali apparecchiature è in possesso la Marina militare italiana con 14 pattugliatori». Tutto assolutamente e assurdamente vero, ma nessuno dalla Marina s'era fatto avanti per avvertire il governo di questa straordinaria opportunità per l'immagine dell'Italia e della sua industria.

Il disastro ambientale nel Golfo del Messico è avvenuto fra il 20 e il 22 aprile. Fino a tre settimane dopo l'ammiraglio Bruno Branciforte, capo di stato maggiore della Marina, non aveva comunicato alcunché al ministro della difesa circa la disponibilità dei 14 pattugliatori con tecnologia *Discoil*. Quella tecnologia, pagata dal contribuente italiano, strombazzata innumerevoli volte sulle pubblicazioni e sui siti della Marina, per le esercitazioni platoniche di ripulitura del mare, sarebbe stata un'ottima occasione per promuovere l'industria italiana nel mondo e farsi pagare a peso d'oro dalla disperata **British Petroleum (BP)** un intervento di ripulitura. Dopo l'interrogazione di Giaretta, l'ammiraglio Branciforte è caduto dal pero. Pare che il sottosegretario Guido Crosetto abbia usato espressioni terribili per esecrarne il silenzio e la misconoscenza delle possibilità della forza armata a lui affidata. Intanto nessuno del governo promuove ancora seriamente presso la **British Petroleum (BP)** l'adozione della tecnologia *Discoil*.

Se *Discoil* fosse intervenuto un mese fa il compito sarebbe stato enormemente più semplice. Ora è enormemente più difficile, grazie al silenzio di un ammiraglio, ma non impossibile. Recuperare migliaia di tonnellate al giorno di greggio nel Golfo del Messico potrebbe essere una impresa epocale di straordinario significato⁶⁶.

Da un'ulteriore ricerca da me condotta e confermata in data 22 agosto 2018 dalla Ditta costruttrice dei dispositivi denominati Discoil, effettivamente alcuni pattugliatori della Marina Militare italiana risultano essere dotati di dispositivi denominati "Float Discoil FD50".

Al fine di far comprendere le potenzialità di tale tecnologia si allega alla presente tesi di laurea in ingegneria ambientale una dispensa informativa, fornitami dalla Ditta costruttrice.

**ALLEGATO E - BROCHURE CONOSCITIVA DISCOIL
_ITA_PAGG_SINGOLE.PDF**

Documento di origine esterna, redatto dalla O.C.S. S.p.A. costruttore e detentore dei brevetti dei prodotti denominati Discoil, composto da 12 pagine.

Il documento allegato risulta essere parte integrante della presente tesi di laurea in ingegneria ambientale.



DISCOIL[®]

THE OIL RECOVERY SYSTEM
SEPARA, RECUPERA, PROTEGGE



UN OBIETTIVO IN TRE PAROLE

- Separa** DISCOIL separa gli oli galleggianti dall'acqua, svolgendo due importanti servizi:
- Recupera** il recupero di idrocarburi, che possono essere reimmessi in produzione, e la pulizia dell'acqua, per consentirne lo smaltimento in accordo alle normative vigenti.
- Protegge** Obiettivo ultimo del DISCOIL è quindi, per sua stessa natura, la salvaguardia dell'ambiente.

DISCOIL, TANTI VANTAGGI PIÙ UNO: L'ESCLUSIVA ESPERIENZA DI O.C.S.

Quando olio ed acqua si mescolano il problema è inevitabile.

Una questione di tutela ambientale, ma anche di resa e ottimizzazione dei funzionamenti industriali. O.C.S. DISCOIL si basa su un principio fisico (quello dell'adesione dei fluidi alle superfici solide) che non ha nessuna controindicazione, in quanto non richiede l'utilizzo di agenti chimici e garantisce interventi efficaci e duraturi. Per questo O.C.S. DISCOIL dà tutte le garanzie in termini di funzionalità e vantaggio economico.

La filosofia aziendale di O.C.S., Officine Costruzioni Speciali, è essenziale e consolidata in oltre 40 anni di esperienza.

Prima di tutto offrire soluzioni "personalizzate". Significa che ogni realizzazione, ogni macchina, tiene conto delle particolari situazioni e dei contesti nei quali sarà chiamata ad operare. Nella consapevolezza che ogni condizione esiga un intervento mirato e appropriato, sia nell'applicazione a progetti di nuova concezione, sia nell'adattamento a impianti esistenti.

Altro importante obiettivo di O.C.S. è la qualità del prodotto. Una strategia globale. Che va dalla scelta dei materiali alla robustezza della macchina realizzata. Ogni problema ha una sua soluzione, per agire con qualità ed efficienza.



DISCOIL è pratico ed efficace perché

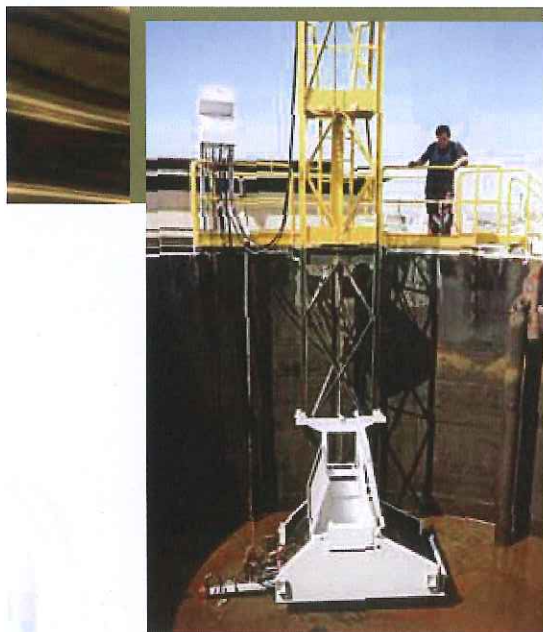
- Recupera tutti gli idrocarburi galleggianti
- Ha un'elevata capacità di recupero dell'olio (da 3m³/h a 300 m³/h)
- Scarsissima percentuale d'acqua (circa il 2%) rimane nell'idrocarburo recuperato
- È sicuro in quanto può essere installato anche in ambienti classificati a rischio esplosione

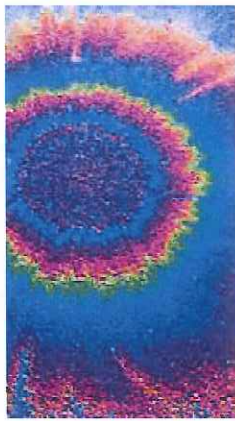
DISCOIL garantisce un ritorno economico perché

- Il suo costo è ammortizzabile in breve tempo riutilizzando l'olio recuperato
- Lavora autonomamente (anche 24 ore su 24) con scarsa manutenzione
- È semplice e robusto, costruito con materiali resistenti ed affidabili, che garantiscono un lungo tempo di utilizzo
- È garantito da una progettazione mirata e puntuale e da una assistenza continua e qualificata

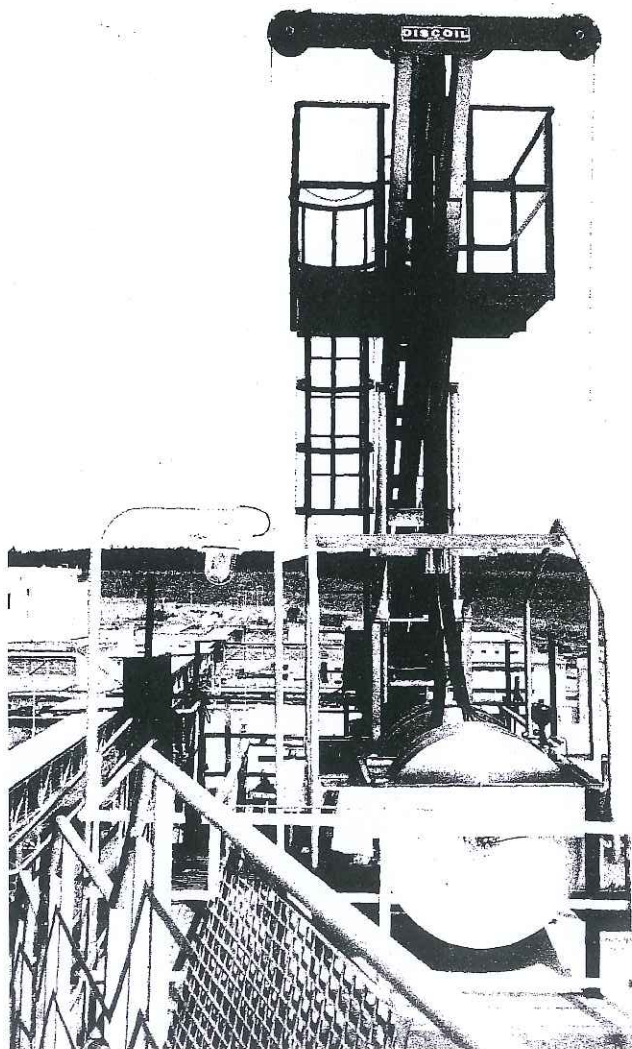
DISCOIL protegge l'ambiente perché

- Non crea emulsioni nel recupero dell'olio dall'acqua
- L'alta percentuale di idrocarburo recuperato (circa il 98%) ne consente il riutilizzo nel processo industriale senza ulteriori trattamenti
- Abbatte l'immissione di esalazioni nell'aria grazie ad una pulizia della vasca continua ed efficace





IL PRINCIPIO DEL DISCOIL: ATTIRARE E SEPARARE OLI GALLEGGIANTI E RECUPERARE UTILI



Dove può essere utile?

DISCOIL può trovare utilizzo ovunque vi sia esigenza di trattamento acque. In particolare in:

- raffinerie
- depositi costieri di prodotti petroliferi
- impianti petrochimici
- acciaierie
- centrali elettriche
- stazioni di arrivo e pompaggio petrolio
- impianti acque di ballast
- industrie meccaniche.

Come viene installato

Due le tipologie di applicazione di DISCOIL:

Installazione fissa

La macchina è supportata e mantenuta operativa da una struttura metallica generalmente fissata alle pareti laterali della vasca e dotata di passerella e piani di servizio per permetterne la manutenzione.

Installazione con acqua a livello variabile

Una piattaforma galleggiante può essere ancorata mediante funi di ormeggio o

fissata alla vasca con apposite guide a scorrimento verticale.

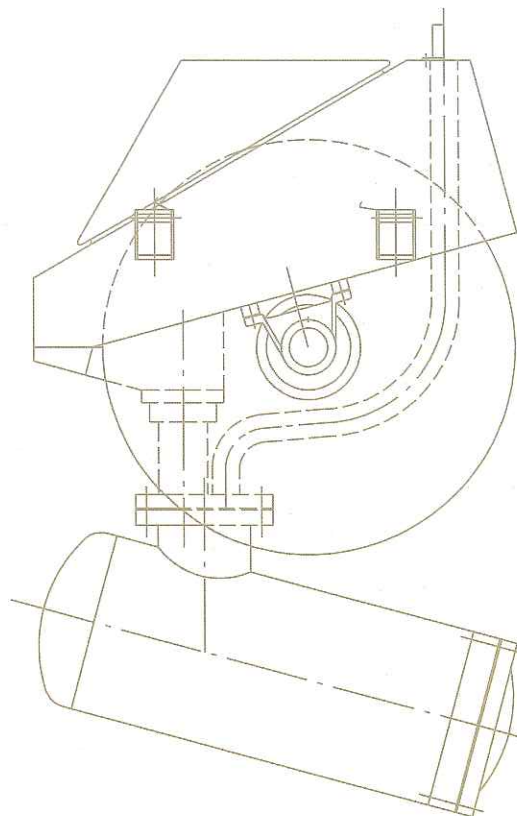
Vi può anche essere un sistema "saliscendi" normalmente adottato all'interno di vasche in cui, per ragioni di ingombro, non sia possibile l'utilizzo di galleggianti, oppure in serbatoi o in vasche profonde dove è sconsigliato l'accesso del personale di manutenzione.

Quanto ingombra?

Esistono diversi modelli di DISCOIL a seconda del tipo di utilizzo. La dimensione della macchina è determinata dal numero (da 4 a 10) e dal diametro (da 760 a 1200 mm) dei dischi.

Materiali di costruzione

I materiali del DISCOIL variano a seconda degli idrocarburi da recuperare e dall'aggressività dell'ambiente in cui deve operare. In particolare la macchina può essere costruita in acciaio al carbonio verniciato o acciaio inossidabile o duplex e particolare attenzione viene riservata anche ai componenti in gomma che vengono scelti in relazione al contesto di utilizzo.



Un metodo, un funzionamento

DISCOIL funziona sfruttando il principio fisico per cui gli oli aderiscono per induzione alle superfici metalliche. I dischi in acciaio inox che caratterizzano la macchina sono disposti perpendicolarmente e parzialmente immersi nell'acqua e, ruotando, attraggono gli idrocarburi da recuperare. I "pattini raschiatori" sono autocentranti, resistenti a diversi tipi di prodotto e in grado di compensare automaticamente le usure.

Un lavoro "pulito"

DISCOIL separa l'olio dall'acqua. Tale intervento avviene meccanicamente, senza l'ausilio di sostanze chimiche e senza creare emulsioni.

Quello del DISCOIL è un lavoro "pulito", che restituisce idrocarburi pronti per essere reimmessi nel processo produttivo.

Gli oli confluiscono in una vasca di prima raccolta (facente parte della macchina) e vengono trasferiti successivamente, attraverso l'utilizzo di una pompa di scarico o di un autoclave montaliquidi, in un serbatoio di stoccaggio. È prevista anche l'opportunità in particolari situazioni dello "scarico libero".

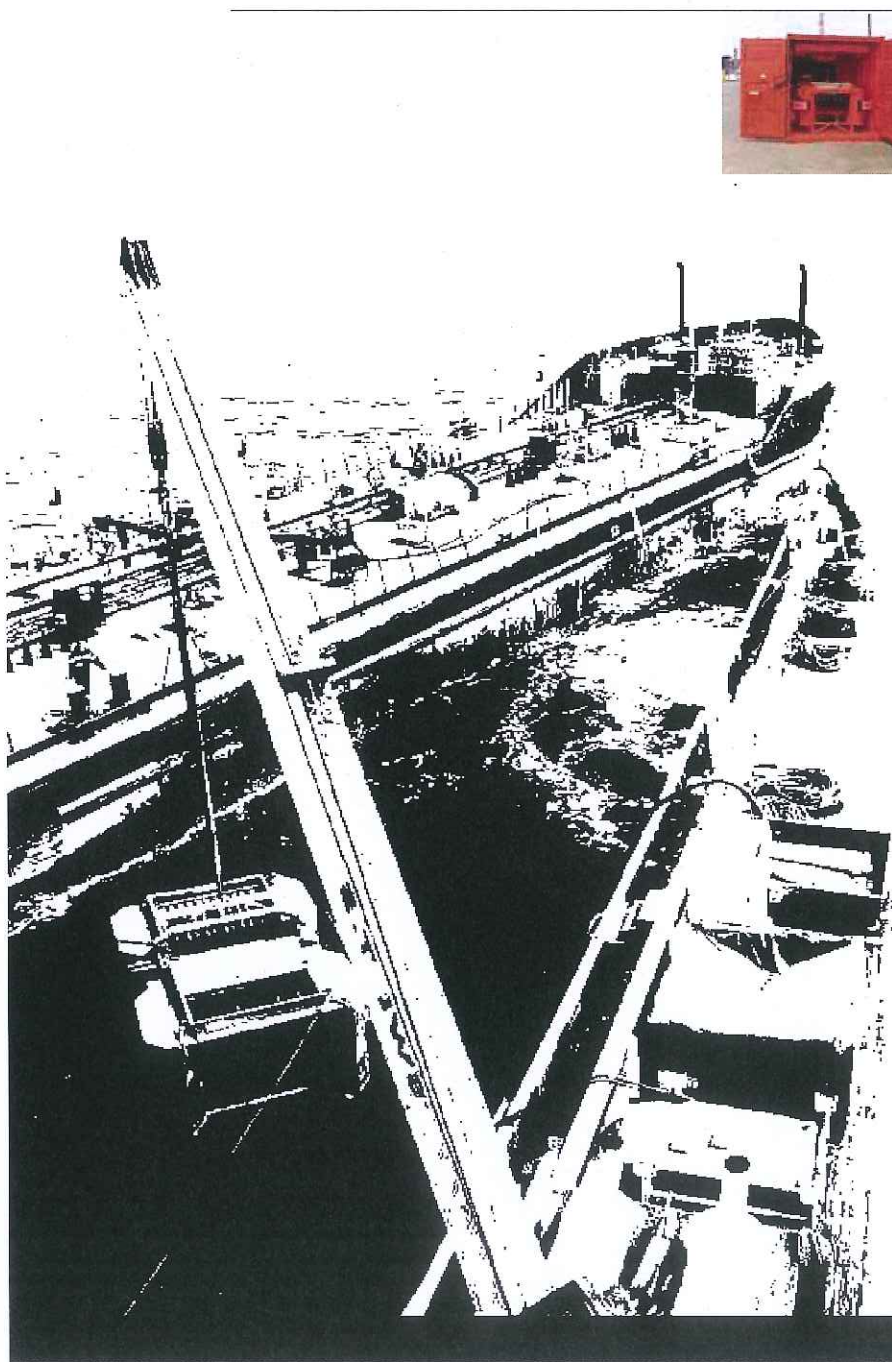
Le sostanze recuperate, reimmesse in produzione, garantiscono l'ammortizzazione della macchina DISCOIL in tempi brevi, contribuendo a generare utili e ripagando quindi un investimento destinato a durare nel tempo.





DISCOIL A TUTELA DELL'AMBIENTE

IL VALORE DEL DISCOIL: **DIRETTAMENTE PROPORZIONALE AL RISPETTO PER L'AMBIENTE**



I FLOAT DISCOIL sono specifici oil skimmer autogaleggianti per operare in mare. E' un'apparecchiatura autonoma dotata di autonomia e destinata a casi di "pronto intervento", utilizzabile per il recupero di idrocarburi galleggianti presenti in mare aperto, ma anche nei porti, lungo le coste. FLOAT DISCOIL può essere validamente utilizzato anche nei fiumi e nei laghi.





FLOAT DISCOIL è un'attrezzatura agile e pratica

- l'ingombro e i pesi sono contenuti
- è maneggevole durante le fasi operative
- può essere trasportato facilmente (anche da piccoli battelli)

FLOAT DISCOIL è costituito da

- un'unità principale galleggiante, comprendente una o più batterie di dischi in acciaio inox
- una pompa di scarico
- un generatore idraulico (azionato da un motore diesel o dall'impianto idraulico della nave)
- tubazioni oleodinamiche flessibili
- tubi di scarico

FLOAT DISCOIL è utile

come unità di pronto intervento da tenere disponibile su navi, terminali petroliferi, porti, fiumi, laghi o lungo le coste, per fronteggiare in tempi rapidi tutte le emergenze dovute a casi di inquinamento da idrocarburi.



ECOIL

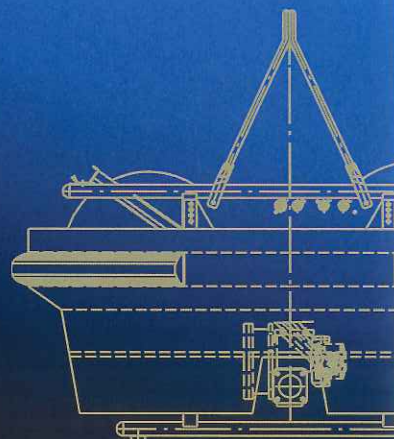
Si tratta di barche autonome utilizzate per la raccolta di prodotti petroliferi supernatanti.

Tali imbarcazioni, costruite sotto il controllo di Enti e Registri navali internazionali, sono in grado di recuperare, immagazzinare e trasferire a navi-cisterna d'appoggio notevoli quantità di prodotti oleosi.

La capacità di recupero è dell'80-100 e più m³/h in relazione alla dimensione e al numero dei dischi installati.

Questi battelli sono governati dalla cabina di pilotaggio e operano anche di notte, con il battello in marcia (avanti o indietro) o fermo.

Gli ECOIL recuperano anche rifiuti solidi galleggianti, utilizzando una benna installata a prua e operano anche senza l'ausilio di barriere galleggianti.





LO STILE DEL DISCOIL: PROGETTI UNICI SOLUZIONI PER TUTTI



La progettazione è un metodo.

Che, nel caso di O.C.S., è stato creato, verificato, riconsiderato, nel corso di oltre quarant'anni di esperienza "sul campo", in contesti e località diverse, a volte estremi.

Proprio la varietà delle condizioni di studio e applicazione ha portato a considerare ogni progetto come unico, che come tale va affrontato e gestito. Quello che rimane immutato, pur nella diversità delle situazioni, è proprio il metodo, che segue un itinerario rigoroso. Si parte innanzitutto dalla conoscenza approfondita dell'ambito di intervento, attraverso l'acquisizione di documentazione e il contatto continuo con gli operatori. Si procede quindi alla definizione precisa e puntuale del problema da affrontare, comparandolo con altri "casi" sia in termini di tipicità che di eccezionalità. Quindi si propongono gli interventi risolutivi e le varie modalità, strumentazioni, accorgimenti tecnici e attrezzature, con cui affrontarlo.

Tutto è cominciato negli anni Settanta.

Allora, O.C.S. (Officine Costruzioni Speciali S.p.A.) realizzò l'impianto di trattamento acque per un'acciaieria che aveva un problema: liberare le acque dall'olio galleggiante.

La scelta cadde su un'impostazione meccanica, una soluzione che nel tempo si è consolidata, approdando ad impianti e a macchine sempre più adeguate allo scopo primario di separare acqua da idrocarburi.

I problemi che O.C.S. e DISCOIL

possono risolvere sono vari e molteplici, anche in situazioni a rischio di corrosione chimica (solventi, cloro), di abrasione meccanica (sabbia, scaglie di metallo e materiali abrasivi) e in presenza di criticità riconducibili alla temperatura (magari in condizioni climatiche o in ambienti caldi o freddi). La scelta della diversificazione degli interventi, delle tecniche e delle attrezzature non è mai standard, se non nell'alta qualità, ma basata sulle esigenze create dalle diverse tipologie di problemi.

In particolare O.C.S. è attenta ai materiali, dalle verniciature al tipo di gomma utilizzato, ai componenti. Il tipo di ambiente determina infatti agenti di corrosione, abrasione e usura che sono le variabili di cui tenere conto per la costruzione della macchina DISCOIL.

Per O.C.S. anche la conoscenza della collocazione del DISCOIL nell'impianto di trattamento acque è un elemento fondamentale per elaborare un progetto.

Piattaforme fisse, saliscendi o altre strutture create ad hoc consentono un normale e quotidiano funzionamento del DISCOIL anche in luoghi di difficile accesso.

Questa flessibilità nella progettazione fa di DISCOIL una macchina ben integrabile in impianti di moderna concezione, ma perfettamente adattabile anche a strutture esistenti.



DISCOIL

UN MARCHIO DENTRO AL QUALE
È RACCHIUSA LA TECNOLOGIA OCS.

UNA GARANZIA CHE DURA

Acquistare una macchina o un impianto di O.C.S. vuol dire non essere mai soli. L'azienda infatti garantisce assistenza nel tempo; un affiancamento che non si esaurisce con la vendita.

Risoluzione

Significa molto semplicemente la disponibilità e capacità di affrontare anche i problemi e gli imprevisti che possono sopraggiungere, talora inaspettati, al momento dell'installazione o della messa in funzione dei macchinari.

Manutenzione

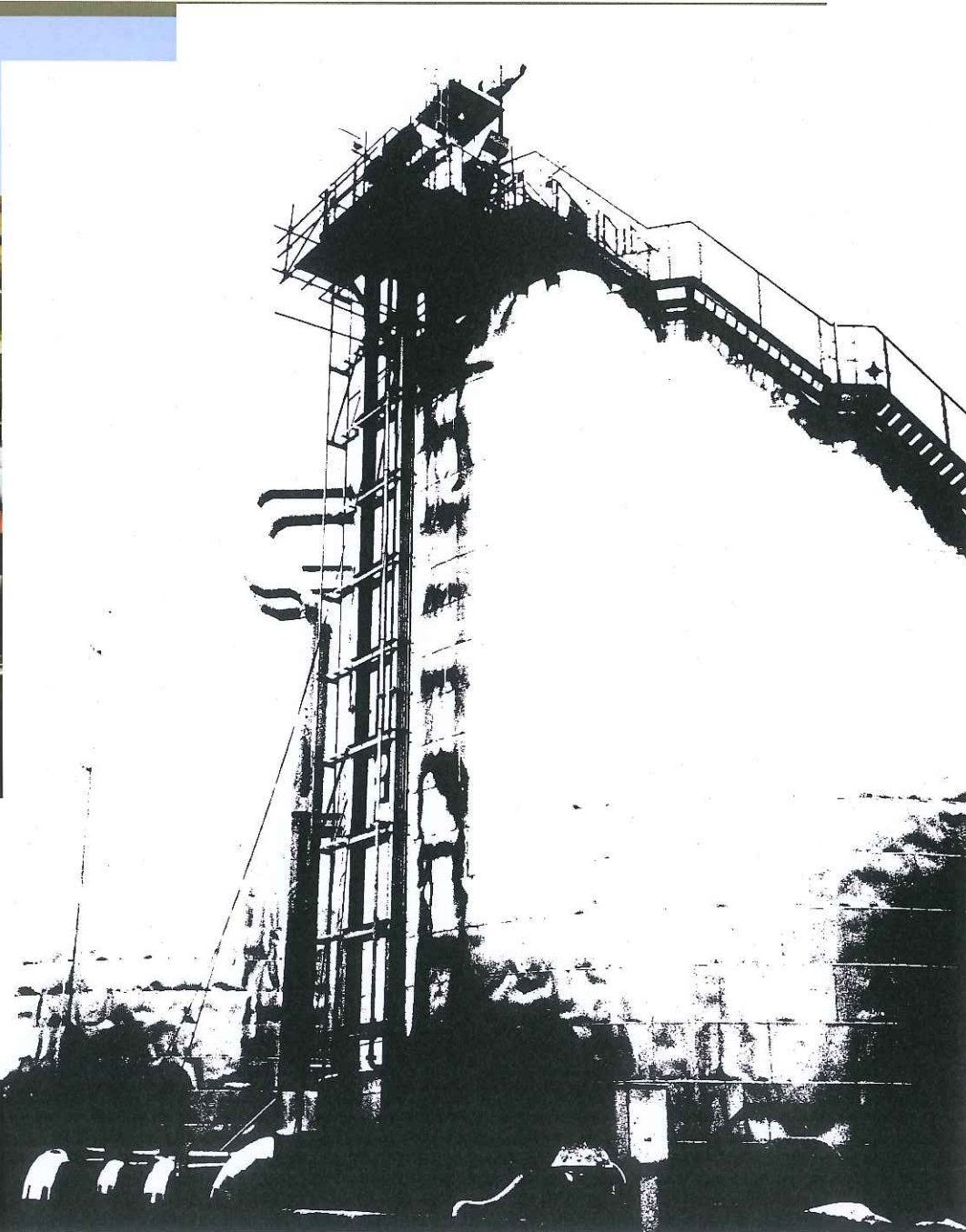
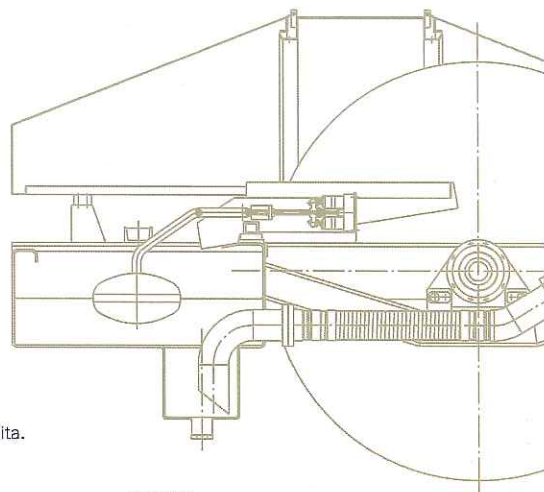
E' un intervento indispensabile, che richiede conoscenze e competenza, che tutela gli impianti e le attrezzature e che garantisce per lungo periodo un buon utilizzo e funzionamento dei macchinari.

Riadattamento

Cambiano le situazioni, si modificano le esigenze, possono mutare anche i contesti operativi: macchine e impianti di O.C.S. hanno sufficiente flessibilità per essere continuamente riadattati.

Training

Una buona macchina non può prescindere dall'abilità di chi è chiamato a usarla. Ecco allora la necessità, alla quale O.C.S. può sempre rispondere, di formare continuamente e in maniera professionale il personale addetto agli impianti.

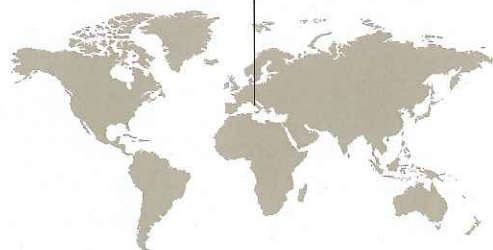


DOVE HA OPERATO DISCOIL



MADE IN ITALY

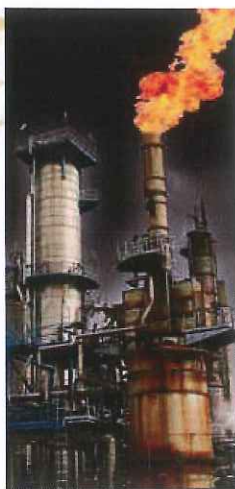
*Le macchine DISCOIL
sono progettate
ad Albignasego, Padova,
i suoi componenti costruiti
in Europa ed assemblati
nello stabilimento veneto.
Da qui partono impianti
DISCOIL per tutto il mondo.*



NELLE CONDIZIONI PIÙ DIFFICILI C'È DISCOIL **LO SANNO BENE I CLIENTI O.C.S.**

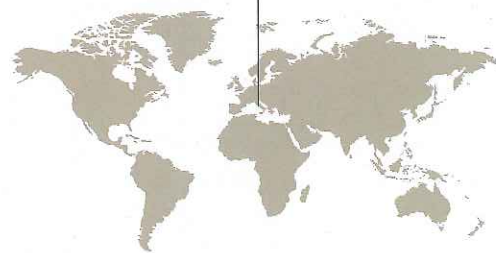
La competenza e gli interventi di O.C.S. nel tempo hanno trovato applicazione in contesti e realtà diverse, dislocate in un ambito geografico riconducibile a tutti i continenti. Dalle raffinerie collocate nel bacino mediterraneo (in particolar modo Italia, Spagna, Grecia e Nord Africa), ma anche nella penisola arabica e nei Paesi dell'Est.. DISCOIL è attualmente utilizzato nei principali impianti petrolchimici europei e in tutte le centrali termoelettriche italiane. Per quanto riguarda le acciaierie, la tecnologia offerta da O.C.S. è utilizzata in Italia, Messico, Russia, Est Europeo. Risulta particolare l'intervento in alcuni laghi del Venezuela, afflitti dal problema dell'affioramento di oli.

DOVE HA OPERATO DISCOIL



MADE IN ITALY

Le macchine DISCOIL sono progettate ad Albignasego, Padova, i suoi componenti costruiti in Europa ed assemblati nello stabilimento veneto. Da qui partono impianti DISCOIL per tutto il mondo.



NELLE CONDIZIONI PIÙ DIFFICILI C'È DISCOIL **LO SANNO BENE I CLIENTI O.C.S.**

La competenza e gli interventi di O.C.S. nel tempo hanno trovato applicazione in contesti e realtà diverse, dislocate in un ambito geografico riconducibile a tutti i continenti. Dalle raffinerie collocate nel bacino mediterraneo (in particolar modo Italia, Spagna, Grecia e Nord Africa), ma anche nella penisola arabica e nei Paesi dell'Est. DISCOIL è attualmente utilizzato nei principali impianti petrolchimici europei e in tutte le centrali termoelettriche italiane. Per quanto riguarda le acciaierie, la tecnologia offerta da O.C.S. è utilizzata in Italia, Messico, Russia, Est Europeo. Risulta particolare l'intervento in alcuni laghi del Venezuela, afflitti dal problema dell'affioramento di oli.

DISCOIL®

THE OIL RECOVERY SYSTEM
SEPARA, RECUPERA, PROTEGGE



DISCOIL è progettato e prodotto da
O.C.S. Officine Costruzioni Speciali SpA
S.S. 16 - Strada Battaglia, 167, 35020 Albignasego (PD) - Italy
Tel. +39 049 8671 511 - Fax +39 049 8671 512
e-mail discoil@ocs.it - www.discoil.it



AREA GEOGRAFICA DEL DISASTRO AMBIENTALE DELLA DEEPWATER HORIZON E IMMAGINE DI UN CORMORANO IMMERSO NELLA “MAREA NERA”

