



Prot. 389 /SICS

Spett.li



**Ministero dell'Ambiente e
della Tutela del Territorio e del Mare
DVA - Divisione III**
Via Cristoforo Colombo, 44
00144 Roma

**Ministero dell'Ambiente e
della Tutela del Territorio e del Mare**
Direzione Generale per la Protezione della
Natura e del Mare
Via Cristoforo Colombo, 44
00144 Roma

ISPRA
**Servizio Interdipartimentale per l'indirizzo, il
coordinamento ed il controllo delle attività
ispettive**
Via Vitaliano Brancati, 48
00144 Roma

CAPITANERIA DI PORTO
Sezione Ambiente
Via Teseo Guerra, 15
48123 Porto Corsini (RA)

Marina di Ravenna, 12 APR 2018

**Oggetto: Autorizzazione Integrata Ambientale DEC-MIN n° 276 del 17/12/2015 per
l'impianto fisso off-shore GARIBALDI K.**

**Invio aggiornamento annuale scheda tecnica B/2 per l'impianto fisso off-
shore GARIBALDI C.**

In ottemperanza a quanto predisposto dal comma 2 dell'art. 6 del Decreto AIA n° 276 del 17/12/2015 relativo all'impianto fisso off-shore Garibaldi K, che incorpora l'autorizzazione allo scarico in mare delle acque di strato prodotte dall'impianto fisso off-shore GARIBALDI C (*Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio DEC/DPN/prot. n. 627 del 18/04/2007*), si prosegue in allegato l'aggiornamento della scheda tecnica B/2 relativa all'impianto GARIBALDI C, ai sensi del D.M. 28 luglio 1994.

A disposizione per ogni eventuale chiarimento, porgiamo distinti saluti.

Il Responsabile
Ing. Diego Portoghesi

All.ti: c.s.d.

eni spa



Capitale sociale Euro 4.005.358.876,00 i.v.
Registro Imprese di Roma, Codice Fiscale 00484960588
Part. IVA 00905811006, R.E.A. Roma n. 756453
Sede legale:
Piazzale Enrico Mattei, 1 - 00144 Roma
Sedi secondarie:
Via Emilia, 1 - Piazza Ezio Vanoni, 1
20097 San Donato Milanese (MI)

PIATTAFORMA: GARIBALDI C

**SCHEMA TECNICA AGGIORNATA AL 31/03/2018
PER LO SCARICO DI MATERIALI DERIVANTI DA
ATTIVITÀ PETROLIFERE IN MARE
(all. B/2, D.M. AMB. 28/07/94)**

Decreto del Ministero dell' Ambiente e della Tutela del Territorio
DEC/DPN/627 del 13/04/2007

1. Dati anagrafici

1.1a Società titolare della concessione petrolifera:

Eni spa – Distretto Centro Settentrionale;

1.1b Società richiedente l'autorizzazione allo scarico: Eni spa -
Distretto Centro Settentrionale – Via del Marchesato, 13 - 48122
Marina di Ravenna (Ravenna) - Tel 0544 512111;

2. Dati generali sull'impianto

2.1 Denominazione: GARIBALDI C;

2.2 Caratteristiche tecniche, strutturali e funzionali:

L'impianto è una piattaforma fissa per la produzione di gas naturale, sempre presidiata. Essa è costituita da una struttura tubolare in acciaio sostenuta da 8 gambe infisse nel sottofondo marino e collegata mediante un ponte della lunghezza di circa 60 m. alla piattaforma Garibaldi K. Sulla sommità delle gambe sono poggiati due piani fra loro vincolati da travi reticolari. I piani sono legati tra loro mediante 2 scale e sono muniti entrambi di parapetti.

2.3 Coordinate geografiche:

La Piattaforma di produzione denominata 'GARIBALDI C' è ubicata nel Mare Adriatico al largo della costa di Ravenna nel punto di coordinate:

Latitudine: 44° 31' 51", 402 N
Longitudine: 12° 30' 55", 794 E

2.4 Distanza dalla costa: circa 18 km a SE di Ravenna

2.5 Profondità del fondale: circa 25 m

3. Dati generali sulla produzione

3.1 Natura della produzione:

Gas naturale

3.2 Durata complessiva prevedibile della produzione di gas:

è stimata fino all'anno 2047.

3.3 Quantità complessiva prevedibile della produzione 2018:

| Piattaforma su cui è ubicato lo scarico Garibaldi C | | |
|--|--|--|
| Anno | Produzione giornaliera (MSm³/giorno) | Produzione annua (MSm³/anno) |
| 2018 | 0,055 | 20,16 |

4. Caratteristiche dei prodotti di prevedibile e/o possibile impiego nel corso delle operazioni di produzione

4.1 Caratteristiche qualitative e quantitative dei prodotti:

Il prodotto di possibile impiego nel corso delle operazioni di produzione è il glicole dietilenico (DEG). A seguire le caratteristiche dell'additivo di possibile utilizzo, estratte dalla scheda di sicurezza del prodotto:

Glicole dietilenico: Composto chimico (alcol) utilizzato come inibitore per la formazione di idrati (anticongelante). E' prevista la sua presenza occasionale nelle acque di strato scaricate a mare, nei casi in cui in funzione delle condizioni di temperatura del gas, della temperatura dell'ambiente, della pressione di erogazione e in occasione di manovre di esercizio, si può presentare la necessità di iniettare il glicole a testa pozzo o nel pozzo.

| | |
|--|--|
| Denominazione commerciale | Glicole Dietilenico |
| Produttore e denominazione tecnica | Chimitex, Glicole dietilenico cod.M0168 |
| Funzione | Inibitore di idrati |
| Solubilità in acqua e olio e coefficiente di ripartizione ottanolo-acqua | Miscibile in acqua, immiscibile in olio minerale ¹ - 1,98 (come log Pow) |
| Composizione in relazione ai principali costituenti chimici | 2,2'-Ossietanolo |
| Tossicità a 96 h su pesci e crostacei bentonici e tossicità a lungo termine (14 e 28 giorni di esposizione) su pesci e crostacei bentonici e molluschi bentonici filtratori indicando la LC50, la specie prescelta e gli eventuali altri effetti osservati | EC50 per i pesci a 96h è (40,35 ± 0,34) g/l; EC50 per i crostacei a 96h (5,9 ± 0,04) g/l EC20 per i pesci a 28 giorni [7,07 (5,87-8,26) g/l]; LC50 per i molluschi a 28 giorni [40,97 (33,96-49,42) g/l]; EC50 per i molluschi a 28 giorni [1,21 (0,86-1,58) g/l]; LC50 per i crostacei a 14 giorni [34,32 (29,44-40,27) g/l] |
| Degradabilità biotica ed abiotica | Facilmente biodegradabile: COD (1660mg/g); BOD5/COD (6% 5 giorni); Biodegradazione primaria (>70 % 28 giorni) |
| Bioaccumulabilità in organismi marini | È poco bioaccumulabile |
| Quantitativi massimi stoccati e previsione di impiego | Garibaldi C: 22 m ³ ; Consumo massimo intermittente: 35 l/g; |
| Note: 1) Dato ricavato in bibliografia | |

5. Caratteristiche quali-quantitative delle acque di strato prodotte (prima del trattamento):

Le caratteristiche quali-quantitative delle acque di strato prodotte dalla piattaforma Garibaldi C, prima dell'impianto di trattamento, sono riferite alla più recente analisi chimico-fisica effettuata nell'anno 2018 e di seguito riportate.

| Piattaforma Garibaldi C – Analisi chimiche delle acque di strato "PRIMA" del Trattamento campionamento del 26/02/2018 | | | | |
|--|------------------------------|--|------------------------|----------------------------------|
| Parametro | Matrice da analizzare | Risultato PRIMA del Trattamento | Unità di Misura | Metodo analitico |
| pH | TQ | 6,6 | Unità pH | APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003 |
| Solidi sospesi totali | TQ | 78 | mg/l | APAT CNR IRSA 2090 B Man 29 2003 |
| Temperatura | TQ | 8,5 | °C | Metodo esterno |
| N.inorg.Azoto nitroso | D | < 0,0026 | mg/l | APAT CNR IRSA 4050 Man 29 2003 |
| N.inorg.Azoto nitrico * | D | < 0,38 | mg/l | EPA 9056A 2007 |

| | | | | | |
|---|-------------------------------|-----|----------|------|---|
| NH ₄ ⁺ * | | D | 45,5 | mg/l | UNI 11669:2017 |
| N tot. * | | TQ | 40,3 | mg/l | UNI 11658:2016 |
| Solfati | | TQ | < 0,63 | mg/l | EPA 9056A 2007 |
| Solfuri | | TQ | < 0,25 | mg/l | APAT CNR IRSA 4160 Man 29 2003 |
| Cloruro di Sodio * | | TQ | 32100 | mg/l | APHA Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, ed 22nd 2012, 4500 B |
| Salinità * | | TQ | 44300 | mg/l | APAT CNR IRSA A 2090 A Man 29 2003 |
| Piombo (Pb) | | P * | 0,0176 | mg/l | EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014 |
| | | TQ | 0,025 | mg/l | EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014 |
| Rame (Cu) | | P * | 0,107 | mg/l | EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014 |
| | | TQ | 0,153 | mg/l | EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014 |
| Cadmio (Cd) | | P * | < 0,0080 | mg/l | EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014 |
| | | TQ | < 0,0080 | mg/l | EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014 |
| Cromo totale (Cr tot) | | P * | 0,037 | mg/l | EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014 |
| | | TQ | 0,037 | mg/l | EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014 |
| Mercurio (Hg) | | P * | < 0,0021 | mg/l | EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014 |
| | | TQ | < 0,0021 | mg/l | EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014 |
| Arsenico (As) | | P * | < 0,0094 | mg/l | EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014 |
| | | TQ | < 0,0094 | mg/l | EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014 |
| Nichel (Ni) | | P * | 0,0064 | mg/l | EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014 |
| | | TQ | 0,040 | mg/l | EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014 |
| Zinco (Zn) | | P * | 0,011 | mg/l | EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014 |
| | | TQ | 0,550 | mg/l | EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014 |
| Ferro (Fe) | | P * | 0,240 | mg/l | EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014 |
| | | TQ | 4,22 | mg/l | EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014 |
| Oli minerali | | TQ | < 0,49 | mg/l | APAT CNR IRSA 5160 B2 Man 29 2003 |
| Carbonio Organico Totale | DOC (C organico disciolto)* | D | 137 | mg/l | APAT CNR IRSA 5040 Man 29 2003 |
| | POC (C organico particolato)* | P | 33 | mg/l | APAT CNR IRSA 5040 Man 29 2003 |
| BOD ₅ * | | TQ | 173 | mg/l | APAT CNR IRSA 5120 A Man 29 2003 |
| Solventi organici aromatici* | | TQ | 0,195 | mg/l | EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017 |
| Idrocarburi alifatici > C12 (paraffine) * | | TQ | < 0,057 | mg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017 |
| Idrocarburi < C12* | | TQ | < 2,0 | mg/l | EPA 5021A 2014 + EPA 8015C 2007 |
| Glicole Dietilenico * | | D | < 5,8 | mg/l | M.U. 1367:99 |

*Dove: TQ= scarico tal quale - P= particellato (> 45 µm) - D= fase disciolta (<45 µm).
* Metodo non accreditato.*

6. Descrizione dei sistemi di trattamento e di scarico delle acque di strato e di produzione.

Dai pozzi della piattaforma Garibaldi C viene prodotto gas naturale (prevalentemente gas metano) associato ad acqua di giacimento ("acqua di strato").

Sulla piattaforma Garibaldi C sono presenti separatori dedicati per ciascun pozzo. L'acqua di strato prodotta, dopo essere stata separata, viene convogliata direttamente all'impianto di trattamento posto sulla stessa piattaforma Garibaldi C, che raccoglie anche le acque provenienti dai separatori d'ingresso ai compressori di Garibaldi K, che funzionano secondo gli stessi principi dei separatori ubicati sulla piattaforma Garibaldi C.

Il gas naturale prodotto dalla piattaforma Garibaldi C, a valle dei separatori, è inviato alla centrale di raccolta di Casalborgsetti.

La separazione della fase liquida dal gas prodotto dalla piattaforma, viene effettuata attraverso dei separatori che sfruttano il processo fisico di decantazione dei liquidi, dovuto ad una conseguente diminuzione di velocità a seguito dell'aumento della sezione del separatore rispetto alla condotta di arrivo del gas. Il diverso peso specifico dei liquidi rispetto al gas completa il processo di separazione.

La separazione avviene meccanicamente senza impiego di prodotti chimici.

A valle dei separatori, sulla linea di trasporto del gas metano, può esserci la necessità di iniettare il glicole dietilenico che agisce come anticongelante.

In questi casi sia il gas metano che il glicole vengono convogliati a terra nella centrale di raccolta di Casalborgsetti. Il glicole viene recuperato e rigenerato per il suo successivo riutilizzo. Il gas metano viene trattato e consegnato alla Società di trasporto.

L'impianto funzionale di trattamento liquidi di Garibaldi C si compone delle seguenti apparecchiature:

- 1) Degaser: ha la funzione di separare le frazioni di gas ancora presenti nella fase liquida;
- 2) Serbatoio di calma: dotato di paratie interne ha la funzione di favorire la

sedimentazione di eventuali solidi e separare per gravità eventuali idrocarburi liquidi presenti;

- 3) Filtri a carbone attivo: hanno la funzione di trattenere per adsorbimento eventuali frazioni residue di idrocarburi disciolti (il carbone attivo è un filtro selettivo nei confronti degli oli minerali);
- 4) Tubo Separatore o "Casing Morto": è costituito da un tratto di tubo con l'estremità superiore chiusa sulla piattaforma e l'estremità inferiore aperta al di sotto del livello del mare ad una profondità di circa -10 m.

Sulla piattaforma Garibaldi C, dunque, i liquidi per gravità attraversano le apparecchiature nell'ordine sopra indicato.

Gli eventuali idrocarburi liquidi separati (gasolina) vengono iniettati nella condotta, utilizzata per il trasporto a terra del gas, per mezzo di due apposite pompe (una di scorta all'altra).

A monte e a valle dei filtri a carbone attivo sono presenti punti adeguati per il campionamento delle acque. L'analisi dei campioni prelevati permette di valutare l'efficienza dell'impianto di trattamento, il monitoraggio e controllo del suo funzionamento, nel rispetto dei limiti normativi vigenti.

I carboni attivi contenuti nei citati filtri, una volta esausti, vengono trasportati a terra e regolarmente smaltiti secondo quanto previsto dal Decreto Legislativo 152/06 e s.m.i.

L'acqua di strato così trattata e filtrata viene poi inviata a mare attraverso un'apposita linea che confluisce al casing morto o tubo separatore.

7. Caratteristiche quali-quantitative degli scarichi in mare delle acque di strato prodotte (dopo il trattamento):

7.1 Previsione dei volumi annui di acque prodotte dalle piattaforme Garibaldi C e Garibaldi K e scaricate in mare dalla piattaforma Garibaldi C.

| Piattaforma su cui è ubicato lo scarico _____ GARIBALDI C | | | |
|--|---|--|---|
| Anno | Volumi totali di scarico previsti da | Volumi previsti di acque prodotte | Volumi previsti di acque prodotte da |
| | | | |

| | GARIBALDI C m ³ /anno | da GARIBALDI C m ³ /anno | GARIBALDI K m ³ /anno |
|------|-------------------------------------|--|-------------------------------------|
| 2018 | 5595 | 5475 | 120 |

7.2 Previsione del rateo di scarico giornaliero (medio e massimo) dalla piattaforma Garibaldi C.

| Piattaforma su cui è ubicato lo scarico _____ GARIBALDI C | | |
|---|---|--|
| Anno | Volumi di scarico medi previsti (m ³ /giorno) | Volumi di scarico massimi previsti (m ³ /giorno) |
| 2018 | 15,3 | 20 |

Nella tabella che segue sono riportati i volumi prodotti e scaricati aggiornati al 31/03/2018:

| Anno | Volume totale di acque scaricate dalla piattaforma GARIBALDI C m ³ | Volume di acque prodotte dalla piattaforma GARIBALDI C m ³ | Volume di acque prodotte dalla piattaforma GARIBALDI K m ³ |
|-----------------------|--|--|--|
| 2017 | 277 | 277 | 0 |
| 2018 (Al 31/03/18) | 117,5 | 117,5 | 0 |

7.3 Modalità e quota di scarico

L'acqua di strato dopo il trattamento viene inviata direttamente a mare attraverso un'apposita linea, che scarica ad una profondità di 10 m. sotto il livello del mare. Il punto di scarico è ubicato internamente alle n. 8 gambe nella zona centrale.

7.4 Caratteristiche quali quantitative delle acque di strato prodotte e scaricate in ordine ai parametri di cui ai paragrafi 5, 7, 7.1 e 7.2.

Nella tabella seguente sono riportate le caratteristiche quali - quantitative delle acque di strato in uscita dall'impianto di trattamento.

| Piattaforma Garibaldi C – Analisi chimiche delle acque di strato "DOPO" il Trattamento campionamento del 26/02/2018 | | | | |
|--|------------------------|-------------------------------|-----------------|---|
| Parametro | Matricce da analizzare | Risultato DOPO il Trattamento | Unità di Misura | Metodo analitico |
| pH | TQ | 6,6 | Unità pH | APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003 |
| Solidi sospesi totali | TQ | 74 | mg/l | APAT CNR IRSA 2090 B Man 29 2003 |
| Temperatura | TQ | 10 | °C | Metodo esterno |
| N.inorg.Azoto nitroso | D | < 0,0026 | mg/l | APAT CNR IRSA 4050 Man 29 2003 |
| N.inorg.Azoto nitrico * | D | < 0,38 | mg/l | EPA 9056A 2007 |
| NH ₄ ⁺ * | D | 47 | mg/l | UNI 11669:2017 |
| N tot. * | TQ | 41,5 | mg/l | UNI 11658:2016 |
| Solfati | TQ | < 0,63 | mg/l | EPA 9056A 2007 |
| Solfuri | TQ | < 0,25 | mg/l | APAT CNR IRSA 4160 Man 29 2003 |
| Cloruro di Sodio * | TQ | 32400 | mg/l | APHA Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, ed 22nd 2012, 4500 B |
| Salinità * | TQ | 44600 | mg/l | APAT CNR IRSA A 2090 A Man 29 2003 |
| Piombo (Pb) | P * | 0,0086 | mg/l | EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014 |
| | TQ | 0,0185 | mg/l | EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014 |
| Rame (Cu) | P * | 0,103 | mg/l | EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014 |
| | TQ | 0,138 | mg/l | EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014 |
| Cadmio (Cd) | P * | < 0,0080 | mg/l | EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014 |
| | TQ | < 0,0080 | mg/l | EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014 |
| Cromo totale (Cr tot) | P * | 0,040 | mg/l | EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014 |
| | TQ | 0,040 | mg/l | EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014 |
| Mercurio (Hg) | P * | < 0,0021 | mg/l | EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014 |
| | TQ | < 0,0021 | mg/l | EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014 |
| Arsenico (As) | P * | < 0,0094 | mg/l | EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014 |
| | TQ | < 0,0094 | mg/l | EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014 |
| Nichel (Ni) | P * | 0,0043 | mg/l | EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014 |
| | TQ | 0,051 | mg/l | EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014 |
| Zinco (Zn) | P * | 0,080 | mg/l | EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014 |
| | TQ | 5,36 | mg/l | EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014 |
| Ferro (Fe) | P * | 0,150 | mg/l | EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014 |
| | TQ | 7,2 | mg/l | EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014 |
| Oli minerali | TQ | < 0,49 | mg/l | APAT CNR IRSA 5160 B2 Man 29 |

| | | | | | 2003 |
|---|-----------------------------------|----|---------|------|----------------------------------|
| Carbonio Organico Totale | DOC (C organico disciolto) * | D | 126 | mg/l | APAT CNR IRSA 5040 Man 29 2003 |
| | POC (C organico particolato) * | P | 24 | mg/l | APAT CNR IRSA 5040 Man 29 2003 |
| BOD ₅ * | | TQ | 148 | mg/l | APAT CNR IRSA 5120 A Man 29 2003 |
| Solventi organici aromatici * | | TQ | 0,152 | mg/l | EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017 |
| Idrocarburi alifatici > C12 (paraffine) * | | TQ | < 0,057 | mg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017 |
| Idrocarburi < C12 * | | TQ | < 2,0 | mg/l | EPA 5021A 2014 + EPA 8015C 2007 |
| Glicole Dietilenico * | | D | < 5,8 | mg/l | M.U. 1367:99 |

Dove: TQ= scarico tal quale - P= particellato (> 45 µm) - D= fase disciolta (<45 µm).

* Metodo non accreditato.

8. Caratteristiche dell'ambiente ricettore

Le informazioni riportate nei paragrafi che seguono sono tratte dall'ultima relazione disponibile di Monitoraggio annuale da parte di ISPRA (Relazione anno 2018, riferita alla campagna di monitoraggio svolta nell'estate 2017 per la piattaforma Garibaldi C, relativa alla 17^a campagna di monitoraggio).

8.1 Regime termico ed alino stagionale della colonna d'acqua

I dati di temperatura mostrano una colonna d'acqua piuttosto stratificata tra la superficie e la massima profondità registrata dalla sonda di circa 25 metri. In superficie circa la massa d'acqua presenta una temperatura media di 22°C circa; al di sotto di questa quota ha inizio un decremento di temperatura, il cui valore minimo di 11°C è misurato in prossimità del fondo.

L'andamento descritto rispecchia la scarsa profondità della colonna d'acqua; i valori rientrano nei range stagionali.

La salinità presenta un valore inferiore a 37 PSU nei primi 9-10 m circa di profondità caratterizzati da acqua meno salata che scorre al di sopra di una massa d'acqua più salata; quest'ultima mostra un gradiente crescente di salinità tra la quota di 10 m e la massima profondità raggiunta dalla sonda dove si registrano 38 PSU.

10. Altre informazioni**10.1 Natura ed entità delle acque di strato scaricate nel sito aggiornate al 31/03/2018.**

Entro la distanza di 5 miglia nautiche dall'installazione risultano, oltre allo scarico relativo alla struttura della presente scheda, anche gli scarichi delle seguenti strutture:

| Impianto | Volume totale di scarico nel sito (01/01/2018 - 31/03/2018) (m³) |
|-----------------|--|
| Garibaldi A | 12 |
| Agostino A | 0 |
| Agostino C | 0 |
| Armida | 35 |

Allegato n° 1: Dispersione in mare di acque di strato da piattaforme offshore


Roma, 29/07/2014

Dispersione in Mare di Acque di strato da piattaforme Offshore

Processo di mescolamento iniziale

Le acque di produzione immesse in mare da piattaforme offshore tramite condotti sottomarini (diffusori), subiscono una serie di processi fisici, biologici e chimici le cui scale di lunghezza e tempo crescono con l'allontanarsi dal punto di immissione. Di questi processi, il più importanti, insieme con le loro scale caratteristiche, sono schematizzati in Tabella (#.1).

Tabella #.1 Principali processi che coinvolgono un effluente immesso in mare (Roberts, 1989)

| Fase | Processo | Scala spaziale (m) | Scala temporale |
|----------------------|----------------------------------|--------------------|-----------------|
| <i>Campo vicino</i> | Mescolamento iniziale | 10 - 1000 | 1 - 10 min. |
| | Buoyancy e momento | | |
| <i>Campo lontano</i> | Avvezione - correnti oceaniche | 100 - 10000 | 1 - 20 h. |
| | Diffusione - turbolenza oceanica | | |
| | Circolazione di grande scala | | |
| <i>Lungo termine</i> | Upwelling / downwelling | 10000 - 100000 | 1 - 100 d |
| | Sedimentazione | | |

Al fine di monitorare gli eventuali impatti dello scarico in mare delle acque di produzione conseguente all'attività delle piattaforme offshore, qui si focalizza l'attenzione sui processi che avvengono nella regione chiamata campo vicino (near field) (o "regione di mixing iniziale" o ancora "zona di diluizione iniziale").

In questa zona, in prossimità del diffusore, avviene il processo di mescolamento iniziale che è influenzato dai flussi sorgenti di buoyancy e quantità di moto, generati dalla fuoriuscita delle acque di produzione dal diffusore e dalla loro interazione con la corrente ambientale (turbolenza auto-indotta).

Questo processo persiste fino al momento in cui l'energia cinetica turbolenta, generata dagli stessi fenomeni, viene dissipata.

Roma, 29/07/2014

Integrazione alla nota del 11/07/2013 prot. ISPRA /DIP // CRA 15 N 173

Pagina - 1 - di 3



Questa fase di mescolamento iniziale generalmente termina a causa dell'incontro del plume con uno strato limite che può essere la superficie, il fondo marino o un livello di equilibrio in cui la densità dell'effluente è pari a quella ambientale.

Il processo di mescolamento iniziale produce una rapida diluizione dell'effluente grazie al processo di entrainment che determina il tasso con cui la massa di fluido ambientale viene incorporata dal plume scaricato, la diluizione può essere considerata il risultato dell'entrainment.

Al termine della fase di mescolamento iniziale, l'effluente è stabilizzato ed è trasportato passivamente dalle correnti marine nella regione nota come campo lontano (far field).

Il processo di entrainment tende quindi ad equilibrare la differenza di densità esistente tra il fluido ambientale e l'effluente.

In condizioni di stabilità della colonna d'acqua (stratificazione estiva), l'effluente può raggiungere una profondità in cui la sua densità è pari a quella ambientale; questa profondità è chiamata *trap level* (livello di intrappolamento) o livello di buoyancy neutrale. La forte stratificazione estiva della colonna d'acqua agisce arrestando il moto verticale del plume, per cui l'effluente "intrappolato" alla profondità di trap level sperimenta spostamenti molto limitati nella colonna d'acqua tanto da ridurre la diluizione nel campo vicino. Maggiore è la risalita (o discesa) del plume, maggiore è l'opportunità per l'effluente di mescolarsi con il fluido ambientale.

In condizioni dinamiche tipicamente invernali la colonna d'acqua non è stratificata e la densità dell'effluente diluito si avvicinerà asintoticamente alla densità ambientale senza mai eguagliarla esattamente per cui l'effluente tenderà a risalire (o ad affondare nel caso di buoyancy negativa), raggiungendo in alcuni casi la superficie (o il fondo).

Studi di letteratura (Cianelli et al., 2013 and 2008) sottolineano che in particolare nel caso di acque di produzione immesse da piattaforme offshore in Adriatico è evidente la forte dipendenza stagionale nel comportamento dell'effluente da attribuire alle variazioni di stratificazione e di stabilità della colonna d'acqua. In particolare per tutte le piattaforme esaminate si ha una elevata diluizione iniziale delle PFWs durante il periodo invernale mentre in estate i valori di diluizione decrescono notevolmente, inoltre in condizioni estive il livello di intrappolamento è raggiunto quasi sempre ad una profondità prossima a quella di immissione in mare, in uno strato della colonna d'acqua di spessore di circa 1-2 m a partire dalla quota di immissione.

Un altro elemento di variabilità nel fattore di diluizione e della distanza orizzontale dalla sorgente raggiunta dal plume delle acque di produzione è rappresentato dall'intensità delle correnti al momento dello scarico. Gli studi realizzati (Cianelli et al., 2013 and 2008) hanno indicato un aumento della diluizione in presenza di forti correnti ambientali indipendentemente dalle condizioni di stratificazione. Le correnti ambientali, infatti, influenzano fortemente il processo di entrainment che a sua volta determina la

Roma, 29/07/2014

Integrazione alla nota del 11/07/2013 prot. ISPRA /DIP I/ CRA 15 N 173

Pagina - 2 - di 3



diluzione. Correnti intense infatti, pur disperdendo il plume a distanze orizzontali dalla sorgente più elevate rispetto a correnti deboli, implicano un maggior entrainment e quindi una maggiore diluizione delle acque di produzione nel fluido recettore.

Bibliografia

Cianelli Daniela, Di Mento Rossella, Manfra Loredana, Oteri Federico, Cicero Anna Maria, Zambianchi Enrico, 2013. Disposal of Produced Formation Water from offshore gas platforms in the Mediterranean Sea: a parametric study on discharge conditions aimed at mitigating risks for the marine environment. In: **Mediterranean Sea: Ecosystems, Economic Importance and Environmental Threats**, T. B. Hughes (Ed), Chapter 3, 65-90, Nova Science Publishers, Hauppauge NY. ISBN: 978-1-62618-238-7.

D. Cianelli, L. Manfra, E. Zambianchi, C. Maggi, A. Cappiello, G. Famiglini, M. Mannozi, A. M. Cicero, 2008. Near-field dispersion of Produced Formation Water (PFW) in the Adriatic Sea: an integrated numerical and chemical approach. **Marine Environmental Research**, 65: 325-337

Philip J. W. Roberts, W. H. Snyder, and D. J. Baumgartner (1989).
"Ocean Outfalls. I: Submerged Wastefield Formation." **J. Hydraul. Eng.**, 115(1), 1-25.