



**5° RELAZIONE
ATTIVITA' DI MONITORAGGIO DEL
GOLFO DELLA SPEZIA
PER IL DRAGAGGIO DELLO SPECCHIO
ACQUEO ANTISTANTE
TERMINAL RAVANO**



**Campagne di monitoraggio
Giugno-Agosto 2009**

INDICE

1 INTRODUZIONE.....	3
2 ATTIVITÀ DI DRAGAGGIO.....	4
3 CAMPAGNE DI MONITORAGGIO.....	5
3.1 Campioni e Analisi della campagna del 03 Giugno 2009.....	6
3.2 Campioni e Analisi della campagna del 16 Giugno 2009.....	6
3.3 Campioni e Analisi della campagna del 30 Giugno 2009.....	7
3.4 Campioni e Analisi della campagna del 14 Luglio 2009.....	8
3.5 Campioni e Analisi della campagna del 21 Luglio 2009.....	9
3.8 Campioni e Analisi della campagna del 25 Agosto 2009.....	12
5 RISULTATI CAMPAGNE DI MONITORAGGIO.....	16
5.1 Risultati della campagna del 03 Giugno 2009.....	16
5.2 Risultati della campagna del 16 Giugno 2009.....	18
5.3 Risultati della campagna del 30 Giugno 2009.....	20
5.4 Risultati della campagna del 14 Luglio 2009.....	23
5.5 Risultati della campagna del 21 Luglio 2009.....	25
5.6 Risultati della campagna del 28 Luglio 2009.....	27
5.7 Risultati della campagna del 10 Agosto 2009.....	29
6 Analisi DELLE rappresentazioni GRAFICHE DEI TRANSETTI ESEGUITE CON OCEAN DATA VIEW.....	30
7 ANALISI DATI REGISTRATI DALLE BOE FISSE.....	35
8 ANALISI DEI RISULTATI ANALITICI.....	35

**Allegato 1: Rappresentazione grafica transetti Campagne Monitoraggio
Giugno-Agosto 2009**

Allegato 2: Elaborazione mensile dati BOE FISSE Giugno-Agosto 2009

Allegato 3: Elaborazione dati analitici Campagne Giugno-Agosto 2009

1 INTRODUZIONE

Nel seguente documento viene descritta l'attività tecnica eseguita da ARPAL nel periodo Giugno-Agosto 2009, durante il quale ARPAL ha svolto attività di monitoraggio dello specchio acqueo antistante il Molo Ravano nel Porto della Spezia secondo quanto riportato nel documento denominato "Piano di Monitoraggio" approvato da Ministero dell'Ambiente nella Conferenza dei Servizi decisoria del Sito Pitelli del 25 luglio 2005.

Nel periodo in esame sono state realizzate otto campagne di monitoraggio giornaliere:

- Campagna di Monitoraggio 03 Giugno 2009
- Campagna di Monitoraggio 16 Giugno 2009
- Campagna di Monitoraggio 30 Giugno 2009
- Campagna di Monitoraggio 14 Luglio 2009
- Campagna di Monitoraggio 21 Luglio 2009
- Campagna di Monitoraggio 28 Luglio 2009
- Campagna di Monitoraggio 10 Agosto 2009
- Campagna di Monitoraggio 25 Agosto 2009.

L'attività di monitoraggio é stata condotta secondo la frequenza quindicinale prevista dallo Schema Attuativo rev. 15 (Novembre 2008), ad eccezione del periodo dal 14 al 28 Luglio 2009 durante il

quale la frequenza dell'attività è stata intensificata ad una volta alla settimana.

In tale fase i sedimenti scavati dall'area antistante il Molo Ravano sono stati trasportati giornalmente, mediante la draga Gino Cucco (circa 200 m³/giorno di fanghi "verdi") al Porto Mirabello ed utilizzati per il riempimento della vasca di colmata secondo quanto previsto dall'Accordo tra Autorità Portuale della Spezia ed ITN (Industrie Tecniche Nautiche) di Giugno 2009.

Durante le giornate del 20-21 Luglio 2009 è stato condotto uno studio specifico sulla velocità di sedimentazione dei solidi in sospensione mediante l'analisi dell'andamento del parametro torbidità misurato con sonda multiparametrica in n.5 stazioni situate lungo la perimetrazione delle panne conterminanti l'area di dragaggio.

Nel periodo in oggetto in attuazione di quanto previsto dallo Schema Attuativo sono proseguite le attività di controllo, a carico di ARPAL, dei parametri chimico-fisici della colonna d'acqua in corrispondenza delle due aree sensibili all'attività di dragaggio ubicate in località Le Grazie (Boa A) e in prossimità del Canale di Accesso al porto (Boa B).

2 ATTIVITÀ DI DRAGAGGIO

Durante il periodo Giugno-Agosto 2009, le attività di bonifica e dragaggio dei fondali antistanti il Terminal Ravano hanno interessato i seguenti n. 13 quadranti: R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R10, R11, R12, R13, R14.

I volumi di sedimento complessivamente asportati durante tale fase sono stati circa 67500 m³ di cui:

- 9300 m³ dal settore R1
- 12600 m³ dal settore R2
- 6100 m³ dal settore R3
- 1960 m³ dal settore R4
- 4800 m³ dal settore R5
- 4500 m³ dal settore R6
- 4500 m³ dal settore R7
- 3800 m³ dal settore R8
- 4850 m³ dal settore R10
- 3880 m³ dal settore R11
- 3400 m³ dal settore R12
- 3450 m³ dal settore R13
- 4300 m³ dal settore R14

L'attività di escavo è stata realizzata giornalmente mediante la draga "Giuseppe Cucco", avente capacità di carico pari a circa 500 m³ ed i fanghi asportati dopo essere stati caricati sulla motodraga "Gino Cucco", mediante l'utilizzo della benna, vengono successivamente trasferiti in vasca di colmata.

Durante il periodo giugno-agosto 2009 sono stati dragati circa 37000 m³ di fanghi da n.6 settori: R1, R2, R3, R8, R10, R11 e trasportati giornalmente nel Porto di Livorno, compatibilmente con le condizioni meteo-marine, nel rispetto dell'Accordo di Programma siglato da MATTM, Regione, Provincia, Comune e AP di La Spezia e Livorno nel mese di Novembre 2008.

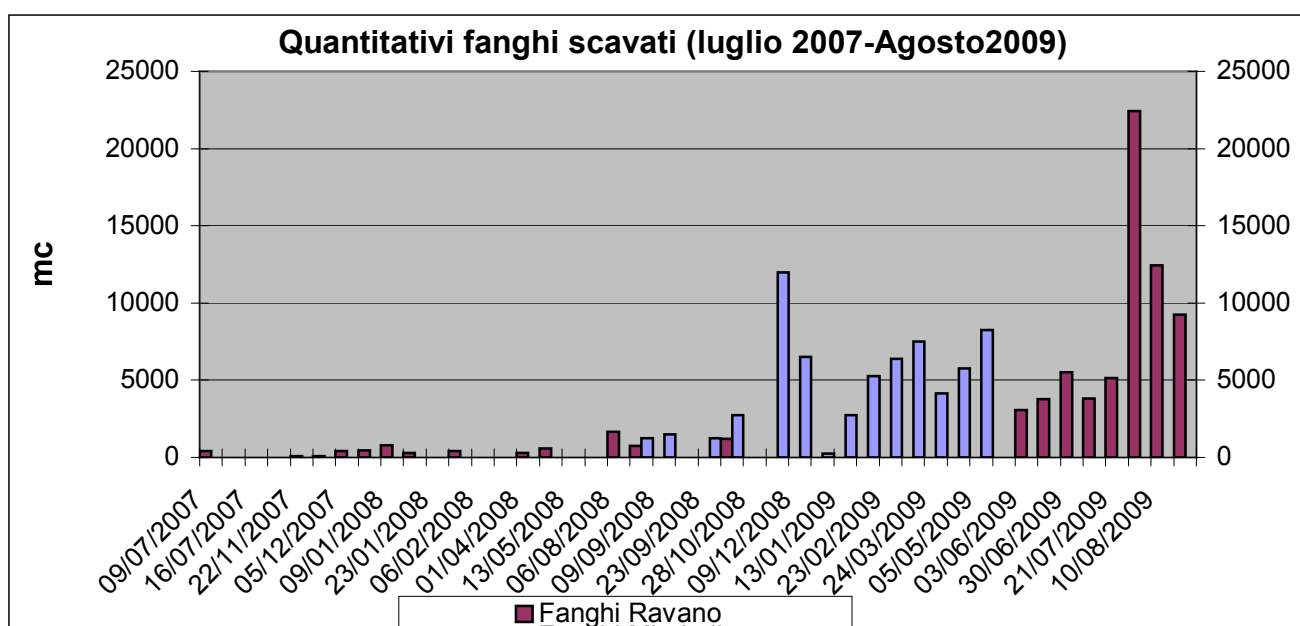
Nel periodo 20-30 Luglio 2009 si è intensificata l'attività di escavo, con integrazione dei mezzi operativi ed asportazione di circa 30500 m³ di sedimenti da n.8 settori: R2, R4, R5, R6, R7, R12, R13, R14 antistanti il Molo Ravano, tali sedimenti sono stati trasportati mediante draga "Gino Cucco" e riutilizzati per il riempimento della vasca di colmata presso il Porticciolo turistico Mirabello in conformità al Decreto autorizzativo della Regione Liguria n. 1799 del

13/07/2009 ed in osservanza dell'Accordo di Programma sottoscritto dalla Società ITN Spa e l'Autorità Portuale della Spezia nel Giugno 2009.

Per quanto concerne l'attività di dragaggio del Molo Mirabello, nel periodo in oggetto, non sono ancora iniziate le operazioni di escavo della parte terminale del Canale Lagora che sono previste a partire da Gennaio 2010.

La Fig.1 rappresenta in istogramma i quantitativi di sedimenti (espressi in m³) scavati dai fondali antistanti il Molo Ravano (colore rosso) ed il Molo Mirabello (colore azzurro) nell'intero periodo di dragaggio (luglio 2007-agosto 2009).

Fig.1 Quantitativi di fanghi scavati dai fondali antistanti il Molo Ravano (colore rosso) e Molo Mirabello (colore azzurro) nel periodo luglio 2007 - agosto 2009



3 CAMPAGNE DI MONITORAGGIO

Durante le campagne giornaliere ARPAL esegue il prelievo di campioni di acqua per la determinazione di:

- inquinanti (As, Cd, Hg, Pb, V, Zn, IPA e PCB) in quattro punti strategici: P0020 ubicato immediatamente all'esterno delle panne galleggianti di conterminazione, P0030, situato in prossimità delle panne e vicino al P0020, P0117 situato al centro del Golfo e P0199, posizionato in prossimità dell'allevamento dei mitili; nelle restanti quattro stazioni la determinazione del particolato è eseguita solo se il valore di torbidità rilevato dalla sonda multi-parametrica in campo risulta superiore a 10 FTU.
- solidi in sospensione (TSS) nelle otto stazioni previste dal Piano di Monitoraggio
- nutrienti (Nitriti, Nitrati, Ortofosfati, Ammoniaca, Fosforo totale)
- Carbonio Organico Totale (TOC)

- parametri microbiologici (Streptococchi fecali, Coliformi fecali, Spore di clostridi solfitoreducitori).

Inoltre ARPAL esegue il monitoraggio dei parametri chimico-fisici della colonna d'acqua in n.29 stazioni previste dal Piano di Monitoraggio.

3.1 Campioni e Analisi della campagna del 03 Giugno 2009

Il giorno 03 Giugno 2009, a seguito dell'escavo di 3070 m³ di fanghi dal settore R3, ARPAL ha eseguito il campionamento in 8 stazioni (P0020, P0030, P0036, P0117, P0195, P0199, P0226, P0304), dove sono stati anche eseguiti i profili verticali con la sonda multiparametrica.

I prelievi sono stati effettuati a due profondità lungo la colonna d'acqua: a -2 metri dalla superficie e a +2 metri dal fondo.

Sui 16 campioni prelevati, sono state eseguite analisi in laboratorio dei solidi in sospensione (TSS), dei nutrienti, del Carbonio Organico Totale (TOC), dei parametri microbiologici (Streptococchi fecali, Coliformi fecali, Spore di clostridi solfitoreducitori).

L'analisi degli inquinanti (As, Cd, Hg, Pb, V, Zn, IPA, PCB) è stata eseguita solo su 7 campioni prelevati nelle stazioni P0020, P0030, P0117 e P0199.

Tab.1 Tabella esplicativa stazioni di campionamento:

CodicePunto	Sigla verbale	Data	Profondità	CodicePunto	Sigla verbale	Data	Profondità
P0020	C042A	03/06/2009	02,0	P0195	C042A	03/06/2009	02,0
P0020	C042B	03/06/2009	09,0	P0195	C042B	03/06/2009	06,0
P0030	C042A	03/06/2009	02,0	P0199	C042A	03/06/2009	02,0
P0030	C042B	03/06/2009	10,0	P0199	C042B	03/06/2009	10,0
P0036	C042A	03/06/2009	02,0	P0226	C042A	03/06/2009	02,0
P0036	C042B	03/06/2009	06,5	P0226	C042B	03/06/2009	09,0
P0117	C042A	03/06/2009	02,0	P0304	C042A	03/06/2009	02,0
P0117	C042B	03/06/2009	09,0	P0304	C042B	03/06/2009	10,0

Nella stessa giornata sono state eseguite calate verticali con la sonda multiparametrica in n. 30 stazioni di monitoraggio per la definizione di n. 7 transetti previsti dallo Schema Attuativo:

T0016-P0036, P0037, P0048, P0050

T0017-P0076, P0078, P0080, P0082

T0018-P0113, P0115, P0117, P0119, P0121, P0123

T0019-P0164, P0166, P0168, P0170, P0172, P0174

T0020-P0203, P0205, P0199

T0021-P0020, P0030, P0050, P0082, P0123, P0162

T0022-P0020, P0030, P0050, P0078, P0115, P0195, P0205, P0220, P0304.

3.2 Campioni e Analisi della campagna del 16 Giugno 2009

Il giorno 16 Giugno 2009, a seguito dell'escavo di 3752 m³ dal settore R10, ARPAL ha svolto l'attività di campionamento delle acque in n. 8 stazioni puntuali (P0020, P0030, P0036, P0117, P0195, P0199, P0226, P0304), dove i campioni sono stati prelevati a due profondità: a -2 metri dalla superficie e a +2 metri dal fondo.

Su tutti i campioni sono state eseguite analisi della concentrazione dei solidi in sospensione (TSS), del carbonio organico totale (TOC), dei nutrienti (Nitriti, Nitrati, Ortofosfati, Ammoniaca, Fosforo totale), dei parametri microbiologici (Enterococchi, Escherichia coli betaglucuronidasi positivo, Spore di clostridi solfito riduttori); l'analisi degli inquinanti (As, Cd, Hg, Pb, V, Zn, IPA, PCB) è stata eseguita solo su 8 campioni prelevati in 4 stazioni: P0020, P0030, P0117 e P0199.

Tab.2 Tabella esplicativa stazioni di campionamento:

CodicePunto	Sigla verbale	Data	Profondità	CodicePunto	Sigla verbale	Data	Profondità
P0020	C043A	16/06/2009	02,0	P0195	C043A	16/06/2009	02,0
P0020	C043B	16/06/2009	09,0	P0195	C043B	16/06/2009	06,0
P0030	C043A	16/06/2009	02,0	P0199	C043A	16/06/2009	02,0
P0030	C043B	16/06/2009	10,0	P0199	C043B	16/06/2009	10,0
P0036	C043A	16/06/2009	02,0	P0226	C043A	16/06/2009	02,0
P0036	C043B	16/06/2009	06,5	P0226	C043B	16/06/2009	09,0
P0117	C043A	16/06/2009	02,0	P0304	C043A	16/06/2009	02,0
P0117	C043B	16/06/2009	09,0	P0304	C043B	16/06/2009	10,0

Lo stesso giorno sono state eseguite calate verticali con la sonda multiparametrica in n. 23 stazioni di monitoraggio per la definizione di n. 7 transetti previsti dallo "Schema Attuativo del Monitoraggio delle Attività di Bonifica del Molo Ravano" redatto da ARPAL, ASL5 Spezzina, ICRAM, ISS:

T0016-P0036, P0037, P0048, P0050

T0017-P0076, P0078, P0080, P0082

T0018-P0113, P0115, P0117, P0119, P0121, P0123

T0019-P0164, P0166, P0168, P0170, P0172, P0174

T0020-P0203, P0205, P0199

T0021-P0020, P0030, P0050, P0082, P0123, P0162

T0022-P0020, P0030, P0050, P0078, P0115, P0195, P0205, P0220, P0304.

3.3 Campioni e Analisi della campagna del 30 Giugno 2009

Nel giorno 30 Giugno 2009, dopo l'attività di bonifica ed escavo dei settori R10 ed R11 con asportazione di 5517 m³ di sedimenti, ARPAL ha eseguito attività di campionamento acque è stata eseguita nelle 8 stazioni puntuali prestabilite, utilizzando le stesse modalità precedentemente descritte

Tab.3 Tabella esplicativa stazioni di campionamento:

CodicePunto	Sigla verbale	Data	Profondità	CodicePunto	Sigla verbale	Data	Profondità
P0020	C044A	30/06/2009	02,0	P0195	C044A	30/06/2009	02,0
P0020	C044B	30/06/2009	09,0	P0195	C044B	30/06/2009	06,0
P0030	C044A	30/06/2009	02,0	P0199	C044A	30/06/2009	02,0
P0030	C044B	30/06/2009	10,0	P0199	C044B	30/06/2009	10,0
P0036	C044A	30/06/2009	02,0	P0226	C044A	30/06/2009	02,0
P0036	C044B	30/06/2009	06,5	P0226	C044B	30/06/2009	09,0
P0117	C044A	30/06/2009	02,0	P0304	C044A	30/06/2009	02,0
P0117	C044B	30/06/2009	09,0	P0304	C044B	30/06/2009	10,0

Sui campioni sono state eseguite analisi della concentrazione dei solidi in sospensione (TSS), del carbonio organico totale (TOC), dei nutrienti (Nitriti, Nitrati, Ortofosfati, Ammoniaca, Fosforo totale), dei parametri microbiologici (Enterococchi, Escherichia coli betaglucuronidasi positivo, Spore di clostridi solfito riduttori).

L'analisi dei parametri chimici di interesse sul particolato (As, Cd, Hg, Pb, Sn, V, Zn, PCB e IPA) è stata effettuata esclusivamente sui campioni prelevati nelle stazioni P0020, P0030, P0117 e P0199, ad entrambe le profondità di campionamento (-2 metri dalla superficie e +2 metri dal fondo).

Lo stesso giorno sono stati effettuati 7 profili orizzontali nei punti previsti dallo Schema Attuativo:

T0016-P0036, P0037, P0048, P0050

T0017-P0076, P0078, P0080, P0082

T0018-P0113, P0115, P0117, P0119, P0121, P0123

T0019-P0164, P0166, P0168, P0170, P0172, P0174

T0020-P0203, P0205, P0199

T0021-P0020, P0030, P0050, P0082, P0123, P0162

T0022-P0020, P0030, P0050, P0078, P0115, P0195, P0205, P0220, P0304.

3.4 Campioni e Analisi della campagna del 14 Luglio 2009

Il giorno 14 Luglio 2009, a seguito dell'attività di escavo di 3817 m³ di sedimenti dal settore R8, ARPAL ha svolto attività di campionamento acque in n. 8 stazioni di monitoraggio nelle quali sono stati eseguiti i profili verticali con la sonda. I campioni (P0020, P0030, P0036, P0117, P0195, P0199, P0226, P0304) sono stati prelevati alle profondità di -2 metri dalla sup. e +2 metri dal fondo.

Sono state eseguite analisi dei solidi in sospensione (TSS), carbonio organico totale (TOC), nutrienti e parametri microbiologici.

Sui quattro campioni prelevati nei punti P0020, P0030, P0117 e P0199, in entrambe le profondità, si è effettuata l'analisi dei contaminanti (As, Cd, Hg, Pb, Sn, V, Zn, PCB e IPA).

Tab.4 Tabella esplicativa stazioni di campionamento:

CodicePunto	Sigla verbale	Data	Profondità	Codice Punto	Sigla verbale	Data	Profondità
P0020	C045A	14/07/2009	02,0	P0195	C045A	14/07/2009	02,0
P0020	C045 B	14/07/2009	09.0	P0195	C045 B	14/07/2009	06.0
P0030	C045A	14/07/2009	02,0	P0199	C045A	14/07/2009	02,0
P0030	C045 B	14/07/2009	10.0	P0199	C045 B	14/07/2009	10.0
P0036	C045A	14/07/2009	02,0	P0226	C045A	14/07/2009	02,0
P0036	C045 B	14/07/2009	06.5	P0226	C045 B	14/07/2009	09.0
P0117	C045A	14/07/2009	02,0	P0304	C045A	14/07/2009	02,0
P0117	C045 B	14/07/2009	09.0	P0304	C045 B	14/07/2009	10.0

Nella stessa giornata sono state eseguite calate verticali con la sonda in n.29 stazioni di monitoraggio per la definizione di n. 7 transetti previsti dallo Schema Attuativo:

T0016-P0036, P0037, P0048, P0050

T0017-P0076, P0078, P0080, P0082

T0018-P0113, P0115, P0117, P0119, P0121, P0123

T0019-P0164, P0166, P0168, P0170, P0172, P0174

T0020-P0203, P0205, P0199

T0021-P0020, P0030, P0050, P0082, P0123, P0162

T0022-P0020, P0030, P0050, P0078, P0115, P0195, P0205, P0220, P0304.

3.5 Campioni e Analisi della campagna del 21 Luglio 2009

In data 21 Luglio 2009, a seguito dell'escavo di 5146 m³ di sedimenti dal settore R2 di cui 3550 m³ destinati al Molo Mirabello e 1593 m³ utilizzati per il riempimento della vasca di colmata presso il Porto di Livorno, ARPAL ha eseguito campioni di acque in n.8 punti (P0020, P0030, P0036, P0117, P0195, P0199, P0226, P0304) alle due profondità stabilite dal Piano di Monitoraggio.

Sono state eseguite analisi della concentrazione dei solidi in sospensione (TSS), del carbonio organico totale (TOC), dei nutrienti (Azoto Totale, Azoto Ammoniacale, Azoto Nitroso, Azoto Nitrico, Ortofosfato, Fosforo totale) e dei parametri microbiologici (Enterococchi, Escherichia coli betaglucuronidasi positivo, Spore di clostridi solfito riduttori).

Le analisi dei parametri standard di interesse sul particolato (As, Cd, Hg, Pb, Sn, V, Zn, PCB e IPA) sono state eseguite sui campioni prelevati nei punti P0020, P0030, P0117 e P0199, alla profondità di -2 m dalla superficie e alla profondità di 10 m.

I profili verticali con sonda mobile sono stati eseguiti nelle 8 stazioni di campionamento.

Tab.5 Tabella esplicativa stazioni di campionamento:

CodicePunto	Sigla verbale	Data	Profondità	Codice Punto	Sigla verbale	Data	Profondità
P0020	C046A	21/07/2009	02,0	P0195	C046A	21/07/2009	02,0
P0020	C046B	21/07/2009	09.0	P0195	C046B	21/07/2009	06.0
P0030	C046A	21/07/2009	02,0	P0199	C046A	21/07/2009	02,0
P0030	C046B	21/07/2009	10.0	P0199	C046B	21/07/2009	10.0
P0036	C046A	21/07/2009	02,0	P0226	C046A	21/07/2009	02,0
P0036	C046B	21/07/2009	06.5	P0226	C046B	21/07/2009	09.0
P0117	C046A	21/07/2009	02,0	P0304	C046A	21/07/2009	02,0
P0117	C046B	21/07/2009	09.0	P0304	C046B	21/07/2009	10.0

Lo stesso giorno sono stati eseguiti n.7 profili orizzontali corrispondenti a n. 29 calate verticali nei punti previsti dallo Schema Attuativo:

T0016-P0036, P0037, P0048, P0050

T0017-P0076, P0078, P0080, P0082

T0018-P0113, P0115, P0117, P0119, P0121, P0123

T0019-P0164, P0166, P0168, P0170, P0172, P0174

T0020-P0203, P0205, P199

T0021-P0020, P0030, P0050, P0082, P0123, P0162

T0022-P0020, P0030, P0050, P0078, P0115, P0195, P0205, P0220, P0304.

3.6 Campioni e Analisi della campagna del 28 Luglio 2009

In data 28 Luglio 2009, a seguito dell' escavo di 22409 m³ di fanghi, prelevati dai settori R4, R5, R6, R7, R13, R14 e trasportati in vasca di colmata presso il Molo Mirabello, ARPAL ha eseguito campioni di acque in n.8 punti (P0020, P0030, P0036, P0117, P0195, P0199, P0226, P0304) alle due profondità stabilite dal Piano di Monitoraggio.

Sono state eseguite analisi della concentrazione dei solidi in sospensione (TSS), del carbonio organico totale (TOC), dei nutrienti (Azoto Totale, Azoto Ammoniacale, Azoto Nitroso, Azoto Nitrico, Ortofosfato, Fosforo totale) e dei parametri microbiologici (Enterococchi, Escherichia coli betaglucuronidasi positivo, Spore di clostridi solfito riduttori).

Le analisi dei parametri standard di interesse sul particolato (As, Cd, Hg, Pb, Sn, V, Zn, PCB e IPA) sono state eseguite sui campioni prelevati nei punti P0020, P0030, P0117 e P0199, alla profondità di -2 m dalla superficie e alla profondità di 10 m.

I profili verticali con sonda mobile sono stati eseguiti nelle 8 stazioni di campionamento.

Tab.6 Tabella esplicativa stazioni di campionamento:

CodicePunto	Sigla verbale	Data	Profondità	Codice Punto	Sigla verbale	Data	Profondità
P0020	C047A	28/07/2009	02,0	P0195	C047A	28/07/2009	02,0
P0020	C047B	28/07/2009	09.0	P0195	C047B	28/07/2009	06.0
P0030	C047A	28/07/2009	02,0	P0199	C047A	28/07/2009	02,0
P0030	C047B	28/07/2009	10.0	P0199	C047B	28/07/2009	10.0
P0036	C047A	28/07/2009	02,0	P0226	C047A	28/07/2009	02,0
P0036	C047B	28/07/2009	06.5	P0226	C047B	28/07/2009	09.0
P0117	C047A	28/07/2009	02,0	P0304	C047A	28/07/2009	02,0
P0117	C047B	28/07/2009	09.0	P0304	C047B	28/07/2009	10.0

Lo stesso giorno sono stati eseguiti n.7 profili orizzontali corrispondenti a n. 29 calate verticali nei punti previsti dallo Schema Attuativo:

T0016-P0036, P0037, P0048, P0050

T0017-P0076, P0078, P0080, P0082

T0018-P0113, P0115, P0117, P0119, P0121, P0123

T0019-P0164, P0166, P0168, P0170, P0172, P0174

T0020-P0203, P0205, P199

T0021-P0020, P0030, P0050, P0082, P0123, P0162

T0022-P0020, P0030, P0050, P0078, P0115, P0195, P0205, P0220, P0304.

3.7 Campioni e Analisi della campagna del 10 Agosto 2009

In data 10 Agosto 2009, a seguito dell'attività di escavo di 12431 m³ di sedimenti asportati dai settori R1, R5, R12, R13 di cui 9547 m³ destinati al Molo Mirabello e 6478 m³ utilizzati per il riempimento della vasca di colmata presso il Porto di Livorno, ARPAL ha eseguito campioni di acque in n.8 punti (P0020, P0030, P0036, P0117, P0195, P0199, P0226, P0304) alle due profondità stabilite dal Piano di Monitoraggio.

Sono state eseguite analisi della concentrazione dei solidi in sospensione (TSS), del carbonio organico totale (TOC), dei nutrienti (Azoto Totale, Azoto Ammoniacale, Azoto Nitroso, Azoto Nitrico, Ortofosfato, Fosforo totale) e dei parametri microbiologici (Enterococchi, Escherichia coli betaglucuronidasi positivo, Spore di clostridi solfito riduttori).

Le analisi dei parametri standard di interesse sul particolato (As, Cd, Hg, Pb, Sn, V, Zn, PCB e IPA) sono state eseguite sui campioni prelevati nei punti P0020, P0030, P0117 e P0199, alla profondità di -2 m dalla superficie e alla profondità di 10 m.

I profili verticali con sonda mobile sono stati eseguiti nelle 8 stazioni di campionamento

Tab.7 Tabella esplicativa stazioni di campionamento:

CodicePunto	Sigla verbale	Data	Profondità	Codice Punto	Sigla verbale	Data	Profondità
P0020	C048A	10/08/2009	02,0	P0195	C048A	10/08/2009	02,0
P0020	C048B	10/08/2009	09.0	P0195	C048B	10/08/2009	06.0
P0030	C048A	10/08/2009	02,0	P0199	C048A	10/08/2009	02,0
P0030	C048B	10/08/2009	10.0	P0199	C048B	10/08/2009	10.0
P0036	C048A	10/08/2009	02,0	P0226	C048A	10/08/2009	02,0
P0036	C048B	10/08/2009	06.5	P0226	C048B	10/08/2009	09.0
P0117	C048A	10/08/2009	02,0	P0304	C048A	10/08/2009	02,0
P0117	C048B	10/08/2009	09.0	P0304	C048B	10/08/2009	10.0

Lo stesso giorno sono stati eseguiti n.7 profili orizzontali corrispondenti a n. 29 calate verticali nei punti previsti dallo Schema Attuativo:

T0016-P0036, P0037, P0048, P0050

T0017-P0076, P0078, P0080, P0082

T0018-P0113, P0115, P0117, P0119, P0121, P0123

T0019-P0164, P0166, P0168, P0170, P0172, P0174

T0020-P0203, P0205, P199

T0021-P0020, P0030, P0050, P0082, P0123, P0162

T0022-P0020, P0030, P0050, P0078, P0115, P0195, P0205, P0220, P0304.

3.8 Campioni e Analisi della campagna del 25 Agosto 2009

Il giorno 25 Agosto 2009 ARPAL ha eseguito il campionamento in 8 stazioni (P0020, P0030, P0036, P0117, P0195, P0199, P0226, P0304), dove sono stati anche eseguiti i profili verticali con la sonda, come previsto dal Piano di Monitoraggio.

I prelievi sono stati effettuati a due profondità lungo la colonna d'acqua: a -2 metri dalla superficie e a +2 metri dal fondo.

Sui 16 campioni prelevati, sono state eseguite analisi in laboratorio dei solidi in sospensione (TSS), dei nutrienti, del Carbonio Organico Totale (TOC), dei parametri microbiologici (Streptococchi fecali, Coliformi fecali, Spore di clostridi solfitoriduttori).

L'analisi degli inquinanti (As, Cd, Hg, Pb, V, Zn, IPA, PCB) è stata eseguita solo su 8 campioni prelevati nelle stazioni P0020, P0030, P0117 e P0199.

Tab.8 Tabella esplicativa stazioni di campionamento:

CodicePunto	Sigla verbale	Data	Profondità	CodicePunto	Sigla verbale	Data	Profondità
P0020	C049A	25/08/2009	02,0	P0195	C049A	25/08/2009	02,0
P0020	C049B	25/08/2009	09.0	P0195	C049B	25/08/2009	06.0
P0030	C049A	25/08/2009	02,0	P0199	C049A	25/08/2009	02,0
P0030	C049B	25/08/2009	10.0	P0199	C049B	25/08/2009	10.0
P0036	C049A	25/08/2009	02,0	P0226	C049A	25/08/2009	02,0
P0036	C049B	25/08/2009	06.5	P0226	C049B	25/08/2009	09.0
P0117	C049A	25/08/2009	02,0	P0304	C049A	25/08/2009	02,0
P0117	C049B	25/08/2009	09.0	P0304	C049B	25/08/2009	10.0

Nella stessa giornata sono state eseguite calate verticali con la sonda multiparametrica in n. 29 stazioni di monitoraggio per la definizione di n. 7 transetti previsti dallo Schema Attuativo:

T0016-P0036, P0037, P0048, P0050

T0017-P0076, P0078, P0080, P0082

T0018-P0113, P0115, P0117, P0119, P0121, P0123

T0019-P0164, P0166, P0168, P0170, P0172, P0174

T0020-P0203, P0205, P199

T0021-P0020, P0030, P0050, P0082, P0123, P0162

T0022-P0020, P0030, P0050, P0078, P0115, P0195, P0205, P0220, P0304.

4 STUDIO DELLA VELOCITÀ DI RISEDIMENTAZIONE DEI SOLIDI SOSPESI IN SEGUITO ALL'ATTIVITÀ DI DRAGAGGIO

Nelle giornate del 20 e 21 luglio 2009 sono state effettuate misurazioni dei parametri chimico-fisici con sonda multiparametrica mobile (Idronaut) per valutare il tempo di risedimentazione dei solidi in sospensione all'interno dell'area di movimentazione dei sedimenti presso il Molo Ravano (P0021).

Le calate sono state eseguite, nelle due giornate, ogni 10 minuti nell'arco di un'ora e 30 minuti successivi all'attività di escavo subito dopo la fine delle attività di escavo effettuate.

L'area in cui si svolgono le attività di dragaggio è isolata dalla zona marina circostante mediante panne galleggianti sulle quali vengono fissati teli in poliestere.

Al fine di permettere il trasporto dei sedimenti dragati tramite la draga alle vasche di colmata si è presentata la necessità di aprire le panne per la fuoriuscita della draga stessa attraverso il varco al termine dei lavori di escavo.

A prescindere dalle caratteristiche fisiche dei solidi che possono velocizzare o rallentare la risedimentazione, il fattore che ne condiziona maggiormente il processo è lo stato di calma o di agitazione delle acque in cui si disperdono, se infatti con stato di calma la velocità di sedimentazione aumenta, con stato di agitazione tale velocità diminuisce e i solidi tendono a restare in sospensione.

Le acque risultano agitate per la presenza dei seguenti fattori:

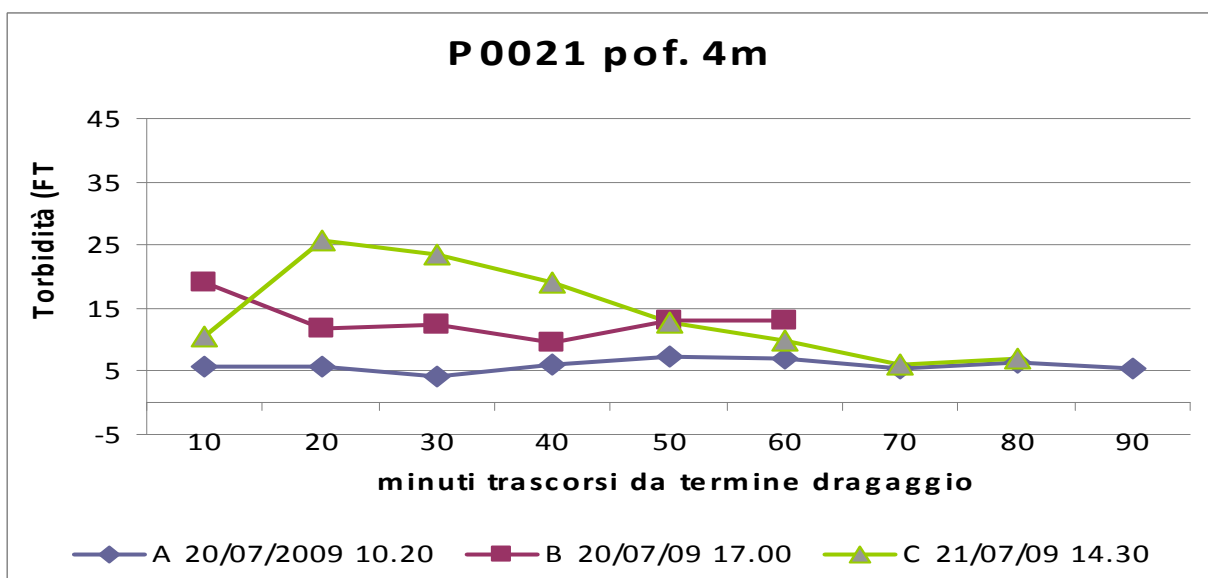
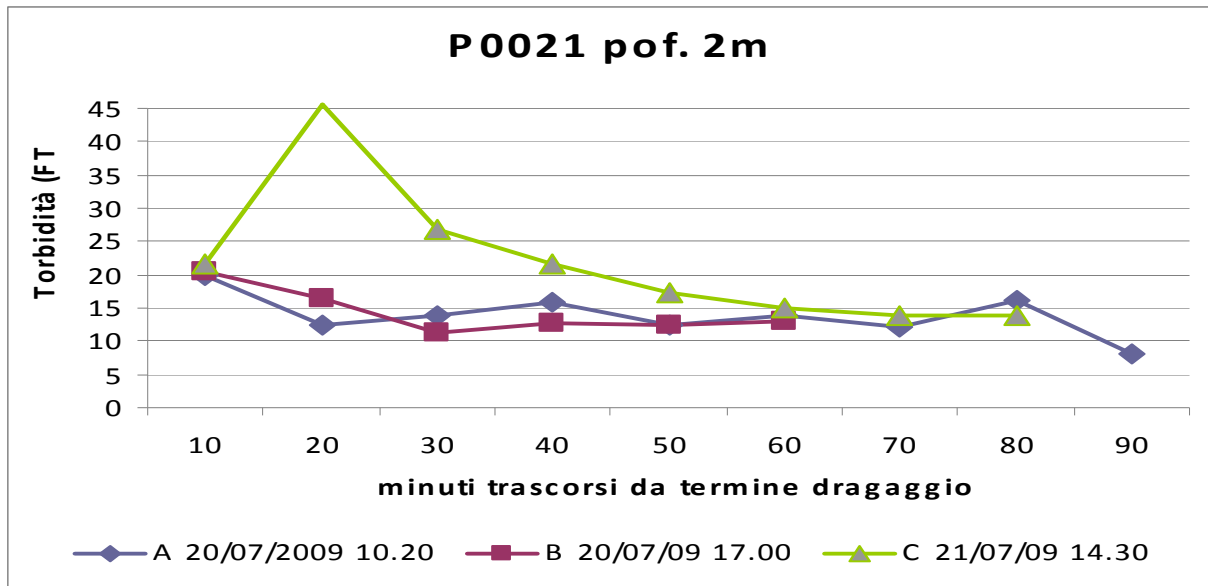
- l'apporto variabile di acque dai canali che sfociano all'interno dell'area di lavoro o nell'immediate vicinanze (Rio Fossamastra e il canale proveniente da zona Stagnoni), pur non essendo portate significative (il Fossamastra porta $1 \text{ m}^3/\text{min}$) possono aumentare significativamente in caso di condizioni meteo climatiche avverse;
- l'apporto costante della condotta di scarico della centrale elettrica anche se gli ultimi lavori di sbarramento hanno ridotto l'afflusso nella zona conterminata;
- l'azione delle eliche della draga che restano quasi costantemente in funzione durante l'escavo;
- lo stato del mare, in quanto il campo di lavoro non è protetto da moli o altre strutture dal lato sud e la presenza della diga, distante qualche miglia, non impedisce che lo spirare di brezza da quei quadranti, abbastanza frequente in estate, provochi un minimo di onda che investe le panne e il campo di lavoro.

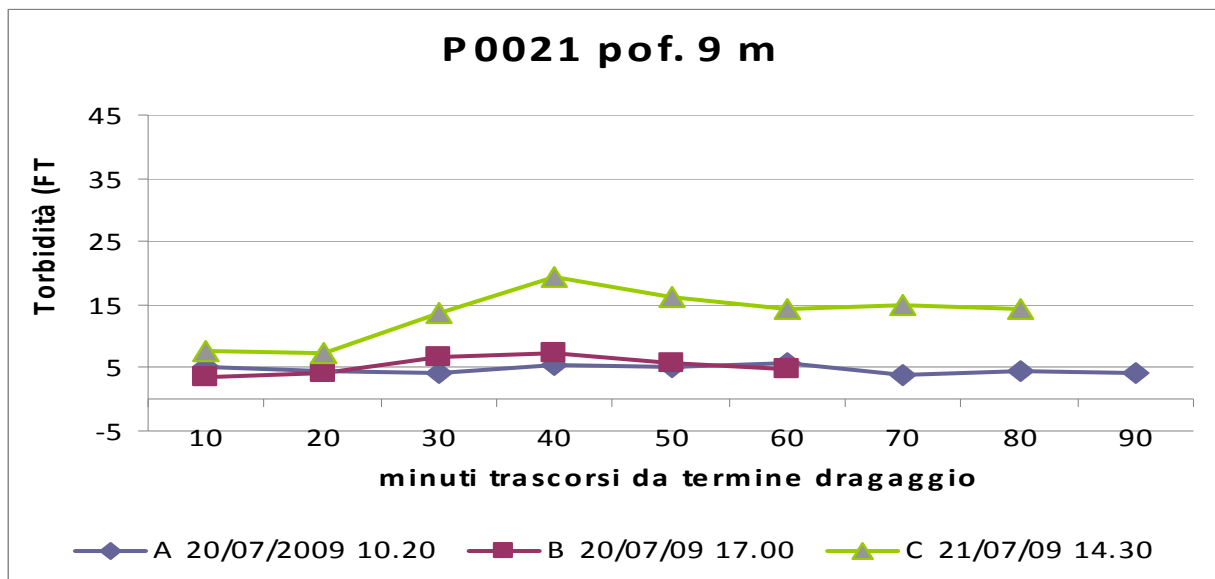
L'attività di escavo quindi provoca la risospensione di solidi in uno specchio acqueo che non è in stato di calma soprattutto durante le fasi di escavo. La concausa di questi fattori, difficilmente eliminabili, provoca una parziale fuoriuscita di solidi in sospensione dall'area di lavoro soprattutto durante l'apertura delle panne per l'uscita della draga.

Si è stabilito perciò il tempo necessario alla risedimentazione dei sedimenti dopo la fine dell'attività di escavo nelle condizioni idrodinamiche presenti all'interno dell'area conterminata, con lo scopo di ridurre al minimo la possibilità di diffusione di materiale in sospensione nel Golfo.

I dati, come riportati nei grafici in fig.2, hanno dimostrato che il tempo necessario alla risedimentazione dei sedimenti è di circa 30 minuti per cui è stato indicato di attendere un tempo minimo di 40 minuti prima di aprire le panne e di limitare l'apertura del varco al tempo necessario all'uscita della draga e quindi chiuderle immediatamente dopo.

Fig.2 Studio dell'andamento della torbidità nel tempo eseguito a tre diverse profondità





5 RISULTATI CAMPAGNE DI MONITORAGGIO

5.1 Risultati della campagna del 03 Giugno 2009

La tabella seguente mostra i risultati analitici della campagna del 03 Giugno 2009 eseguiti su 8 campioni di acqua (P0020, P0030, P0036, P0117, P0195, P0199, P0226, P0304).

Nella prima colonna sono descritti i parametri standard, microbiologici e i contaminanti, nelle colonne successive i valori ottenuti dalle analisi ed i rispettivi limiti di rilevabilità.

I risultati sono rappresentati graficamente nell' Allegato 3 mediante istogrammi che mostrano l'andamento dei parametri chimici indagati.

Nel Paragrafo 1 da fig. 1 a 4 si osserva l'andamento dei metalli (As, Hg, Pb, Z) in 4 stazioni di campionamento (P0020, P0030, P0117 e P0199); IPA e PCB non sono rappresentati in quanto risultano inferiori al limite di rilevabilità dello strumento nel maggior numero di Campagne effettuate.

Nel paragrafo 2 in fig. 5 e 6 si visualizzano le elaborazioni grafiche (istogrammi) della concentrazione dei Solidi in sospensione (TSS) ed del Carbonio Organico Totale (TOC).

Le fig. 7 e 8 mostrano gli andamenti dei risultati dei parametri standard (Azoto ammoniacale, Azoto Totale).

Tab.8 Tabella dei risultati analitici della campagna del 03 Giugno 2009

			Campagna 03/06/2009															
Parametri	uM	LdR	P0020		P0030		P0036		P0117		P0195		P0199		P0226		P0304	
			C042A	C042B	C042A	C042B	C042A	C042B	C042A	C042B	C042A	C042B	C042A	C042B	C042A	C042B	C042A	C042B
Azoto ammoniacale come N	µg/l	10			<10	<10	17	<10	<10	<10	41	21	11	<10	<10	<10	<10	<10
Azoto nitrico come N	µg/l	10			<10	17	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Azoto nitroso come N	µg/l	10			<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Azoto totale	µg/l				163	162	169	157	149	138	236	219	154	162	156	127	140	138
Fosforo totale come P	µg/l	30			<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30
Ortofosfato come P	µg/l	10			<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Solidi sospesi totali	mg/l	2	24		14	18	12	19	16	17	12	16	13	15	14	15	13	13
Carbonio organico totale (TOC)	µg/l	0.5			1.3	1.4	1.4	1.6	1.4	1.3	1.5	1.4	1.5	1.3	1.4	1.3	1.5	1.3
Enterococchi	UFC/100 ml	1			16	44	18	24	2	4	12	6	6	2	2	<2	<2	<2
Escherichia coli betaglucuronidasi positivo	UFC/100 ml	1			38	12	60	56	6	<2	2	2	<2	2	<2	<2	<2	<2
Spore di clostridi solfito riduttori	UFC/100 ml	1			14	6	32	26	4	4	8	8	6	12	2	2	2	8
Arsenico come As		0.025	0.224		0.069	0.067			0.05	0.052			0.032	0.046				
Cadmio come Cd	µg/l	0.0013	0.0042		<0.0013	<0.0013			<0.0013	<0.0013			0.002	<0.0013				
Mercurio come Hg	µg/l	0.0013	0.019		0.013	0.008			0.005	0.011			0.004	0.004				
PCB	µg/l	0.005			<0.005	<0.005			<0.005	<0.005			<0.005	<0.005				
Piombo come Pb	µg/l	0.025	1.45		0.217	0.149			0.15	0.166			0.108	0.251				
Stagno come Sn	µg/l	0.15	<0.15		<0.15	<0.15			<0.15	<0.15			<0.15	<0.15				
Vanadio come V	µg/l	0.15	1.05		0.17	0.22			<0.15	0.16			<0.15	<0.15				
Zinco come Zn	µg/l	0.63	2.66		0.9	<0.63			<0.63	<0.63			<0.63	<0.63				
IPA	µg/l	0.0006			0.011	0.005			0.016	0.005			0.005	0.004				

5.2 Risultati della campagna del 16 Giugno 2009

La tabella seguente mostra i risultati analitici della campagna del 03 Giugno 2009 eseguiti su 8 campioni di acqua (P0020, P0030, P0036, P0117, P0195, P0199, P0226, P0304).

Nella prima colonna sono descritti i parametri standard, microbiologici e i contaminanti, nelle colonne successive i valori ottenuti dalle analisi ed i rispettivi limiti di rilevabilità.

I risultati sono rappresentati graficamente nell' Allegato 3 mediante istogrammi che mostrano l'andamento dei parametri chimici indagati.

Nel Paragrafo 1 da fig. 1 a 4 si osserva l'andamento dei metalli (As, Hg, Pb, Z) in 4 stazioni di campionamento (P0020, P0030, P0117 e P0199); IPA e PCB non sono rappresentati in quanto risultano inferiori al limite di rilevabilità dello strumento nel maggior numero di Campagne effettuate.

Nel paragrafo 2 in fig. 5 e 6 si visualizzano le elaborazioni grafiche (istogrammi) della concentrazione dei Solidi in sospensione (TSS) ed del Carbonio Organico Totale (TOC).

Le fig. 7 e 8 mostrano gli andamenti dei risultati dei parametri standard (Azoto ammoniacale, Azoto Totale).

Tab.9 Tabella dei risultati analitici della campagna del 16 Giugno 2009

			Campagna 16/06/2009															
Parametri	uM	LdR	P0020		P0030		P0036		P0117		P0195		P0199		P0226		P0304	
			C043A	C043B	C043A	C043B	C043A	C043B	C043A	C043B	C043A	C043B	C043A	C043B	C043A	C043B	C043A	C043B
Azoto ammoniacale come N	µg/l	10	45		16	26	16	16	20	18	22	22	27	18	17	16	16	17
Azoto nitrico come N	µg/l	10	19		<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Azoto nitroso come N	µg/l	10	<10		<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Azoto totale	µg/l		236		222	174	304	228	234	158	308	240	204	183	145	145	170	138
Fosforo totale come P	µg/l	30	<30		<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30
Ortofosfato come P	µg/l	10	11		<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Solidi sospesi totali	mg/l	2	16		15	14	16	14	12	12	16	15	12	20	10	11	11	14
Carbonio organico totale (TOC)	µg/l	0.5			2.1	1.3	2.5	1.7	1.8	1.5	2.2	2	2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.3
Enterococchi	UFC/100 ml	1			<2	10	32	16	6	4	4	4	2	6	<2	6	2	6
Escherichia coli betaglucuronidasi positivo	UFC/100 ml	1			4	4	30	14	<2	<2	<2	4	<2	8	<2	<2	<2	<2
Spore di clostridi solfito riduttori	UFC/100 ml	1			<2	8	28	18	<2	<2	<2	<2	<2	4	<2	<2	<2	<2
Arsenico come As		0.025	0.112		0.092	0.062			0.053	0.039			0.034	0.056				
Cadmio come Cd	µg/l	0.0013	0.0014		<0.0013	<0.0013			<0.0013	<0.0013			0.001	<0.0013				
Mercurio come Hg	µg/l	0.0013	0.015		0.013	0.006			0.005	0.006			0.004	0.005				
PCB	µg/l	0.005			<0.005	<0.005			<0.005	<0.005			<0.005	<0.005				
Piombo come Pb	µg/l	0.025	0.482		0.76	0.267			0.15	0.18			0.236	0.253				
Stagno come Sn	µg/l	0.15	<0.15		<0.15	<0.15			<0.15	<0.15			<0.15	<0.15				
Vanadio come V	µg/l	0.15	0.31		<0.15	<0.15			<0.15	<0.15			<0.15	<0.15				
Zinco come Zn	µg/l	0.63	1.58		1.95	0.71			0.8	<0.63			0.9	0.94				
IPA	µg/l	0.041			<0.041	<0.041			<0.041	<0.041			<0.041	<0.041				

5.3 Risultati della campagna del 30 Giugno 2009

La tabella seguente mostra i risultati analitici della campagna del 03 Giugno 2009 eseguiti su 8 campioni di acqua (P0020, P0030, P0036, P0117, P0195, P0199, P0226, P0304).

Nella prima colonna sono descritti i parametri standard, microbiologici e i contaminanti, nelle colonne successive i valori ottenuti dalle analisi ed i rispettivi limiti di rilevabilità.

I risultati sono rappresentati graficamente nell' Allegato 3 mediante istogrammi che mostrano l'andamento dei parametri chimici indagati.

Nel Paragrafo 1 da fig. 1 a 4 si osserva l'andamento dei metalli (As, Hg, Pb, Z) in 4 stazioni di campionamento (P0020, P0030, P0117 e P0199); IPA e PCB non sono rappresentati in quanto risultano inferiori al limite di rilevabilità dello strumento nel maggior numero di Campagne effettuate.

Nel paragrafo 2 in fig. 5 e 6 si visualizzano le elaborazioni grafiche (istogrammi) della concentrazione dei Solidi in sospensione (TSS) ed del Carbonio Organico Totale (TOC).

Le fig. 7 e 8 mostrano gli andamenti dei risultati dei parametri standard (Azoto ammoniacale, Azoto Totale).

Tab.10 Tabella dei risultati analitici della campagna del 30 Giugno 2009

			Campagna 30/06/2009															
Parametri	uM	LdR	P0020		P0030		P0036		P0117		P0195		P0199		P0226		P0304	
			C044A	C044B	C044A	C044B	C044A	C044B	C044A	C044B	C044A	C044B	C044A	C044B	C044A	C044B	C044A	C044B
Azoto ammoniacale come N	µg/l	10	34		37	18	14	17	15	16	52	24	19	20	20	21		
Azoto nitrico come N	µg/l	10	10		<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	14	<10	14	15
Azoto nitroso come N	µg/l	10	<10		<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Azoto Totale	µg/l		176		177	125	190	137	151	134	223	162	145	126	131	128	<10	<10
Fosforo totale come P	µg/l	30	<30		<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	124	123
Ortofosfato come P	µg/l	10	<10		<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<30	<30
Solidi sospesi totali	mg/l	2	17		16	18	18	16	17	15	14	13	14	13	16	15	<10	<10
Carbonio organico totale (TOC)	µg/l	0.5	1.6		1.6	1.4	1.8	1.4	1.6	1.4	1.6	1.5	1.7	1.4	1.4	1.5	18	13
Enterococchi	UFC/100 ml	1			<2	<2	14	44	2	<2	6	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Escherichia coli betaglucuronidasi positivo	UFC/100 ml	1			32	<2	18	8	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Spore di clostridi solfito riduttori	UFC/100 ml	1			6	2	48	8	4	6	14	18	2	2	<2	<2	2	4
Arsenico come As		0.025	0.097		0.043	0.034			0.026	<0.025			<0.025	<0.025				
Cadmio come Cd	µg/l	0.0013	0.031		0.022	<0.0013			<0.0013	<0.0013			<0.0013	<0.0013				
Mercurio come Hg	µg/l	0.0013	0.011		0.007	0.009			0.004	0.003			0.005	0.003				
PCB	µg/l	0.005			0.012	0.012			0.014	0.012			0.016	0.021				
Piombo come Pb	µg/l	0.025	0.704		1.244	0.301			0.235	0.188			0.473	0.331				
Stagno come Sn	µg/l	0.15	<0.15		<0.15	<0.15			<0.15	<0.15			<0.15	<0.15				
Vanadio come V	µg/l	0.15	0.37		<0.15	<0.15			<0.15	<0.15			<0.15	<0.15				
Zinco come Zn	µg/l	0.63	1.73		1.04	0.64			0.68	<0.63			0.8	<0.63				
IPA	µg/l	0.041			<0.041	<0.041			<0.041	<0.041			<0.041	<0.041				

5.4 Risultati della campagna del 14 Luglio 2009

La tabella seguente mostra i risultati analitici della campagna del 03 Giugno 2009 eseguiti su 8 campioni di acqua (P0020, P0030, P0036, P0117, P0195, P0199, P0226, P0304).

Nella prima colonna sono descritti i parametri standard, microbiologici e i contaminanti, nelle colonne successive i valori ottenuti dalle analisi ed i rispettivi limiti di rilevabilità.

I risultati sono rappresentati graficamente nell' Allegato 3 mediante istogrammi che mostrano l'andamento dei parametri chimici indagati.

Nel Paragrafo 1 da fig. 1 a 4 si osserva l'andamento dei metalli (As, Hg, Pb, Z) in 4 stazioni di campionamento (P0020, P0030, P0117 e P0199); IPA e PCB non sono rappresentati in quanto risultano inferiori al limite di rilevabilità dello strumento nel maggior numero di Campagne effettuate.

Nel paragrafo 2 in fig. 5 e 6 si visualizzano le elaborazioni grafiche (istogrammi) della concentrazione dei Solidi in sospensione (TSS) ed del Carbonio Organico Totale (TOC).

Le fig. 7 e 8 mostrano gli andamenti dei risultati dei parametri standard (Azoto ammoniacale, Azoto Totale).

Tab.11 Tabella dei risultati analitici della campagna del 14 Luglio 2009

			Campagna 14/07/2009															
Parametri	uM	LdR	P0020		P0030		P0036		P0117		P0195		P0199		P0226		P0304	
			C045A	C045B	C045A	C045B	C045A	C045B	C045A	C045B	C045A	C045B	C045A	C045B	C045A	C045B	C045A	C045B
Azoto ammoniacale come N	µg/l	10	13	33	12	13	14	10	14	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Azoto nitrico come N	µg/l	10	18	10	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	13	<10	<10
Azoto nitroso come N	µg/l	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Azoto totale	µg/l		149	135	119	128	173	125	144	128	162	226	160	117	122	107	140	104
Fosforo totale come P	µg/l	30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30
Ortofosfato come P	µg/l	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Solidi sospesi totali	mg/l	2	13	18	13	14	12	13	13	12	13	12	12	13	12	13	13	13
Carbonio organico totale (TOC)	µg/l	0.5	2.2	1.6	1.7	1.5	2	1.7	1.8	1.5	1.8	1.6	2	1.3	1.5	1.5	1.6	1.4
Enterococchi	UFC/100 ml	1	4	16	8	40	4	28	36	28	6	6	10	8	8	10	10	6
Escherichia coli betaglucuronidasi positivo	UFC/100 ml	1	6	12	34	22	<2	22	<2	4	2	4	<2	2	<2	<2	<2	<2
Spore di clostridi solfito riduttori	UFC/100 ml	1	14	32	44	34	8	26	4	6	20	8	8	2	4	4	14	2
Arsenico come As		0.025	0.043	0.15	0.043	0.053			<0.025	0.027			0.033	0.03				
Cadmio come Cd	µg/l	0.0013	0.0042	0.002	<0.0013	<0.0013			<0.0013	<0.0013			<0.0013	<0.0013				
Mercurio come Hg	µg/l	0.0013	0.0045	0.01	0.008	0.006			0.0042	0.0056			0.005	0.008				
PCB	µg/l	0.005	0.013	<0.005	0.005	<0.005			<0.005	<0.005			<0.005	<0.005				
Piombo come Pb	µg/l	0.025	0.401	0.752	0.467	0.324			0.229	0.246			0.313	0.298				
Stagno come Sn	µg/l	0.15	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15			<0.15	<0.15			<0.15	<0.15				
Vanadio come V	µg/l	0.15	<0.15	0.42	<0.15	<0.15			<0.15	<0.15			<0.15	<0.15				
Zinco come Zn	µg/l	0.63	3.06	1.91	1.08	0.88			<0.63	<0.63			0.81	<0.63				
IPA	µg/l	0.041	<0.041	<0.041	<0.041	<0.041			<0.041	<0.041			<0.041	<0.041				

5.5 Risultati della campagna del 21 Luglio 2009

La tabella seguente mostra i risultati analitici della campagna del 03 Giugno 2009 eseguiti su 8 campioni di acqua (P0020, P0030, P0036, P0117, P0195, P0199, P0226, P0304).

Nella prima colonna sono descritti i parametri standard, microbiologici e i contaminanti, nelle colonne successive i valori ottenuti dalle analisi ed i rispettivi limiti di rilevabilità.

I risultati sono rappresentati graficamente nell' Allegato 3 mediante istogrammi che mostrano l'andamento dei parametri chimici indagati.

Nel Paragrafo 1 da fig. 1 a 4 si osserva l'andamento dei metalli (As, Hg, Pb, Z) in 4 stazioni di campionamento (P0020, P0030, P0117 e P0199); IPA e PCB non sono rappresentati in quanto risultano inferiori al limite di rilevabilità dello strumento nel maggior numero di Campagne effettuate.

Nel paragrafo 2 in fig. 5 e 6 si visualizzano le elaborazioni grafiche (istogrammi) della concentrazione dei Solidi in sospensione (TSS) ed del Carbonio Organico Totale (TOC).

Le fig. 7 e 8 mostrano gli andamenti dei risultati dei parametri standard (Azoto ammoniacale, Azoto Totale).

Tab.12 Tabella dei risultati analitici della campagna del 21 Luglio 2009

			Campagna 21/07/2009															
Parametri	uM	LdR	P0020		P0030		P0036		P0117		P0195		P0199		P0226		P0304	
			C046A	C046B	C046A	C046B	C046A	C046B	C046A	C046B	C046A	C046B	C046A	C046B	C046A	C046B	C046A	C046B
Azoto ammoniacale come N	µg/l	10	20	81	<10	18	14	13	<10	<10	30	13	<10	13	<10	<10	<10	<10
Azoto nitrico come N	µg/l	10	11	12	<10	<10	11	19	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Azoto nitroso come N	µg/l	10	<10	<10	<10	<10	<10	11	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Azoto totale	µg/l		200	222	207	166	217	197	170	134	233	168	173	140	146	125	161	129
Fosforo totale come P	µg/l	30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30
Ortofosfato come P	µg/l	10	<10	12	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Solidi sospesi totali	mg/l	2	16	20	13	13	13	14	12	14	13	13	12	11	11	12	11	11
Carbonio organico totale (TOC)	µg/l	0.5	1.3	1.1	1.2	1	1.4	1.4	1.4	1.2	1.5	1.4	1.4	1.1	1.1	1.1	1.3	1.4
Enterococchi	UFC/100 ml	1	20	18	18	4	20	16	8	<2	10	4	2	10	14	8	<2	8
Escherichia coli betaglucuronidasi positivo	UFC/100 ml	1	8	6	42	14	4	44	<2	<2	<2	6	<2	6	<2	<2	<2	<2
Spore di clostridi solfito riduttori	UFC/100 ml	1	6	60	32	10	38	20	<2	<2	8	6	2	8	<2	2	4	4
Arsenico come As		0.025	0.109	0.216	0.06	0.052			0.039	0.07			0.033	0.042				
Cadmio come Cd	µg/l	0.0013	<0.0013	0.002	<0.0013	<0.0013			<0.0013	<0.0013			<0.0013	<0.0013				
Mercurio come Hg	µg/l	0.0013	0.0062	0.012	0.005	0.003			0.0069	0.005			0.004	0.002				
PCB	µg/l	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005			<0.005	<0.005			<0.005	<0.005				
Piombo come Pb	µg/l	0.025	0.533	0.852	0.421	0.216			0.159	0.224			0.131	0.182				
Stagno come Sn	µg/l	0.15	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15			<0.15	<0.15			<0.15	<0.15				
Vanadio come V	µg/l	0.15	0.33	0.63	<0.15	<0.15			<0.15	<0.15			<0.15	<0.15				
Zinco come Zn	µg/l	0.63	2.53	2.7	1.29	1.89			0.78	1.04			<0.63	1.63				
IPA	µg/l	0.041	<0.041	<0.041	<0.041	<0.041			<0.041	<0.041			<0.041	<0.041				

5.6 Risultati della campagna del 28 Luglio 2009

La tabella seguente mostra i risultati analitici della campagna del 03 Giugno 2009 eseguiti su 8 campioni di acqua (P0020, P0030, P0036, P0117, P0195, P0199, P0226, P0304).

Nella prima colonna sono descritti i parametri standard, microbiologici e i contaminanti, nelle colonne successive i valori ottenuti dalle analisi ed i rispettivi limiti di rilevabilità.

I risultati sono rappresentati graficamente nell' Allegato 3 mediante istogrammi che mostrano l'andamento dei parametri chimici indagati.

Nel Paragrafo 1 da fig. 1 a 4 si osserva l'andamento dei metalli (As, Hg, Pb, Z) in 4 stazioni di campionamento (P0020, P0030, P0117 e P0199); IPA e PCB non sono rappresentati in quanto risultano inferiori al limite di rilevabilità dello strumento nel maggior numero di Campagne effettuate.

Nel paragrafo 2 in fig. 5 e 6 si visualizzano le elaborazioni grafiche (istogrammi) della concentrazione dei Solidi in sospensione (TSS) ed del Carbonio Organico Totale (TOC).

Le fig. 7 e 8 mostrano gli andamenti dei risultati dei parametri standard (Azoto ammoniacale, Azoto Totale).

Tab.13 Tabella dei risultati analitici della campagna del 28 Luglio 2009

			Campagna 28/07/2009															
Parametri	uM	LdR	P0020		P0030		P0036		P0117		P0195		P0199		P0226		P0304	
			C047A	C047B	C047A	C047B	C047A	C047B	C047A	C047B	C047A	C047B	C047A	C047B	C047A	C047B	C047A	C047B
Azoto ammoniacale come N	µg/l	10	26	35	17	22	<10	<10	<10	<10	65	16	14	21	14	<10	<10	<10
Azoto nitrico come N	µg/l	10	12	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	15	<10	<10	<10
Azoto nitroso come N	µg/l	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Azoto totale	µg/l		200	165	143	136	189	150	136	108	287	124	134	151	138	100	160	118
Fosforo totale come P	µg/l	30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30
Ortofosfato come P	µg/l	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Solidi sospesi totali	mg/l	2	24	21	16	14	12	13	12	14	12	12	10	12	9	13	12	13
Carbonio organico totale (TOC)	µg/l	0.5	1.3	1.1	1.4	1.1	1.5	1.2	1.3	1	1.3	1.2	1.2	1.3	1	1	1.3	1.1
Enterococchi	UFC/100 ml	1	8	4	6	<2	30	6	6	<2	4	4	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Escherichia coli betaglucuronidasi positivo	UFC/100 ml	1	12	<2	16	<2	<2	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Spore di clostridi solfito riduttori	UFC/100 ml	1	14	14	12	6	28	16	4	10	10	2	2	4	<2	4	2	2
Arsenico come As		0.025	0.147	0.162	0.009	0.077			0.028	0.044			<0.025	0.048				
Cadmio come Cd	µg/l	0.0013	0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013			<0.013	<0.013			<0.0013	<0.0013				
Mercurio come Hg	µg/l	0.0013	0.0084	0.006	0.004	0.003			0.053	0.0035			<0.0013	0.003				
PCB	µg/l	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005			<0.005	<0.005			0.032	<0.005				
Piombo come Pb	µg/l	0.025	0.647	0.63	0.955	0.439			0.222	0.17			0.419	0.204				
Stagno come Sn	µg/l	0.15	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15			<0.15	<0.15			<0.15	<0.15				
Vanadio come V	µg/l	0.15	0.44	0.52	0.2	0.16			<0.15	<0.15			<0.15	<0.15				
Zinco come Zn	µg/l	0.63	2.63	1.91	1.29	0.85			1.23	1.26			<0.63	<0.63				
IPA	µg/l	0.041	<0.041	<0.041	<0.041	<0.041			<0.041	<0.041			<0.041	<0.041				

5.7 Risultati della campagna del 10 Agosto 2009

La tabella seguente mostra i risultati analitici della campagna del 03 Giugno 2009 eseguiti su 8 campioni di acqua (P0020, P0030, P0036, P0117, P0195, P0199, P0226, P0304).

Nella prima colonna sono descritti i parametri standard, microbiologici e i contaminanti, nelle colonne successive i valori ottenuti dalle analisi ed i rispettivi limiti di rilevabilità.

I risultati sono rappresentati graficamente nell' Allegato 3 mediante istogrammi che mostrano l'andamento dei parametri chimici indagati.

Nel Paragrafo 1 da fig. 1 a 4 si osserva l'andamento dei metalli (As, Hg, Pb, Z) in 4 stazioni di campionamento (P0020, P0030, P0117 e P0199); IPA e PCB non sono rappresentati in quanto risultano inferiori al limite di rilevabilità dello strumento nel maggior numero di Campagne effettuate.

Nel paragrafo 2 in fig. 5 e 6 si visualizzano le elaborazioni grafiche (istogrammi) della concentrazione dei Solidi in sospensione (TSS) ed del Carbonio Organico Totale (TOC).

Le fig. 7 e 8 mostrano gli andamenti dei risultati dei parametri standard (Azoto ammoniacale, Azoto Totale).

Tab.14 Tabella dei risultati analitici della campagna del 10 Agosto 2009

			Campagna 10/08/2009															
Parametri	uM	LdR	P0020		P0030		P0036		P0117		P0195		P0199		P0226		P0304	
			C048A	C048B	C048A	C048B	C048A	C048B	C048A	C048B	C048A	C048B	C048A	C048B	C048A	C048B	C048A	C048B
Azoto ammoniacale come N	µg/l	10	16	24	18	14	17	15	<10	11	<10	27	26	21	12	<10	11	12
Azoto nitrico come N	µg/l	10	19	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Azoto nitroso come N	µg/l	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Azoto totale	µg/l		283	206	240	207	300	232	161	163	184	202	201	167	127	109	140	128
Fosforo totale come P	µg/l	30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30
Ortofosfato come P	µg/l	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Solidi sospesi totali	mg/l	2	13	14	15	15	17	12	12	12	13	13	11	11	10	11	11	11
Carbonio organico totale (TOC)	µg/l	0.5	1.6	1.3	1.3	1.3	1.5	1.3	1.4	1.3	1.6	1.5	1.4	1	1.1	1	1.3	1.1
Enterococchi	UFC/100 ml	1	<2	2	<2	<2	34	4	<2	2	2	<2	<2	2	<2	<2	<2	<2
Escherichia coli betaglucuronidasi positivo	UFC/100 ml	1	68	2	6	22	24	4	<2	<2	<2	8	<2	2	<2	<2	<2	<2
Spore di clostridi solfito riduttori	UFC/100 ml	1	22	10	10	4	60	20	<2	<2	26	22	12	2	2	<2	4	2
Arsenico come As		0.025	0.124	0.07	0.083	0.085			<0.025	0.03			0.035	<0.025				
Cadmio come Cd	µg/l	0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013			<0.0013	<0.0013			<0.0013	<0.0013				
Mercurio come Hg	µg/l	0.0013	0.0074	0.003	0.005	0.007			0.0042	0.0039			0.003	0.002				
PCB	µg/l	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005			<0.005	<0.005			0.013	<0.005				
Piombo come Pb	µg/l	0.025	0.427	0.124	1.273	0.536			0.121	0.235			2.578	0.126				
Stagno come Sn	µg/l	0.15	0.64	<0.15	<0.15	<0.15			<0.15	<0.15			<0.15	<0.15				
Vanadio come V	µg/l	0.15	0.21	<0.15	<0.15	0.16			<0.15	<0.15			<0.15	<0.15				
Zinco come Zn	µg/l	0.63	3.58	1.01	2.18	1.74			0.94	0.85			1.05	0.95				
IPA	µg/l	0.041	<0.041	<0.041	<0.041	<0.041			<0.041	<0.041			<0.041	<0.041				

5.8 Risultati della campagna del 25 Agosto 2009

La tabella seguente mostra i risultati analitici della campagna del 03 Giugno 2009 eseguiti su 8 campioni di acqua (P0020, P0030, P0036, P0117, P0195, P0199, P0226, P0304).

Nella prima colonna sono descritti i parametri standard, microbiologici e i contaminanti, nelle colonne successive i valori ottenuti dalle analisi ed i rispettivi limiti di rilevabilità.

I risultati sono rappresentati graficamente nell' Allegato 3 mediante istogrammi che mostrano l'andamento dei parametri chimici indagati.

Nel Paragrafo 1 da fig. 1 a 4 si osserva l'andamento dei metalli (As, Hg, Pb, Z) in 4 stazioni di campionamento (P0020, P0030, P0117 e P0199); IPA e PCB non sono rappresentati in quanto risultano inferiori al limite di rilevabilità dello strumento nel maggior numero di Campagne effettuate.

Nel paragrafo 2 in fig. 5 e 6 si visualizzano le elaborazioni grafiche (istogrammi) della concentrazione dei Solidi in sospensione (TSS) ed del Carbonio Organico Totale (TOC).

Le fig. 7 e 8 mostrano gli andamenti dei risultati dei parametri standard (Azoto ammoniacale, Azoto Totale).

Tab.15 Tabella dei risultati analitici della campagna del 25 Agosto 2009

			Campagna 25/08/2009															
Parametri	uM	LdR	P0020		P0030		P0036		P0117		P0195		P0199		P0226		P0304	
			C049A	C049B	C049A	C049B	C049A	C049B	C049A	C049B	C049A	C049B	C049A	C049B	C049A	C049B	C049A	C049B
Azoto ammoniacale come N	µg/l	10	45	41	56	20	41	<10	<10	<10	<10	26	10	12	14	10	<10	<10
Azoto nitrico come N	µg/l	10	29	<10	13	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	13	<10	<10	<10
Azoto nitroso come N	µg/l	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Azoto totale	µg/l		369	154	416	264	342	152	190	128	159	180	228	147	144	105	134	97
Fosforo totale come P	µg/l	30	<30	<30	<30	46	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30
Ortofosfato come P	µg/l	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Solidi sospesi totali	mg/l	2	16	14	15	19	24	12	13	12	12	13	12	16	10	14	11	12
Carbonio organico totale (TOC)	µg/l	0.5	1.1	1.1	1.4	1.1	1.4	1.3	1.4	1.1	1.5	1.4	1.9	1.1	1.1	1	1.2	1.2
Enterococchi	UFC/100 ml	1	94	14	46	16	30	6	14	6	16	14	6	6	10	4	8	<2
Escherichia coli betaglucuronidasi positivo	UFC/100 ml	1	34	8	28	12	2	<2	<2	<2	<2	2	<2	<2	<2	<2	<2	2
Spore di clostridi solfito riduttori	UFC/100 ml	1	10	6	6	4	22	8	6	2	<2	6	<2	4	<2	6	2	<2
Arsenico come As		0.025	0.077	0.046	0.056	0.151			0.041	0.027			0.032	0.028				
Cadmio come Cd	µg/l	0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013			<0.0013	0.0016			<0.0013	<0.0013				
Mercurio come Hg	µg/l	0.0013	0.0064	0.005	0.004	0.006			0.004	0.0036			0.006	0.008				
PCB	µg/l	0.005	0.008	0.016	0.015	0.009			0.006	0.006			0.009	0.01				
Piombo come Pb	µg/l	0.025	0.374	0.392	0.474	0.372			0.323	0.323			0.992	0.923				
Stagno come Sn	µg/l	0.15	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15			<0.15	<0.15			<0.15	<0.15				
Vanadio come V	µg/l	0.15	0.2	<0.15	<0.15	0.46			<0.15	<0.15			<0.15	<0.15				
Zinco come Zn	µg/l	0.63	1.58	0.73	0.89	2.4			1.03	<0.63			0.96	0.64				
IPA	µg/l	0.041	<0.041	<0.041	<0.041	<0.041			<0.041	<0.041			<0.041	<0.041				

6 ANALISI DELLE RAPPRESENTAZIONI GRAFICHE DEI TRANSETTI ESEGUITE CON OCEAN DATA VIEW

I dati rilevati da ARPAL nelle n.29 stazioni di monitoraggio previste dal Piano di monitoraggio sono stati elaborati con il software Ocean Data View versione 3.3 che permette di interpolare i valori misurati e visualizzarli in grafico.

Tra i parametri chimico-fisici rilevati dalla sonda sono stati valutati nel presente studio gli andamenti di Temperatura, Salinità, Ossigeno% e Torbidità per ogni singola stazione, rilevati ogni 0.5 metri di profondità ed elaborati in modo da avere un valore mediato rappresentativo del dato a una delle seguenti profondità:

- superficiale (0.5-1 metro)
- intermedio (3-5 metri)
- profondo (7-9 metri).

Il SW permette di rappresentare, mediante una scala di colori, il valore rilevato nella singola stazione interpolandolo con il valore rilevato nelle stazioni adiacenti.

Si ottiene una visualizzazione del Golfo della Spezia con la distribuzione, relativa ad una delle tre profondità studiate, del parametro indagato.

Una seconda visualizzazione, ottenuta selezionando le stazioni che formano il transetto (direzione NE - SO e direzione NO-SE), permette di analizzare la sezione della colonna d'acqua alle varie profondità sino al fondo, localizzando i dati rilevati, mediati ogni 50 cm.

6.1 Analisi delle elaborazioni dei transetti nella campagna del 03 Giugno 2009

La temperatura segue un andamento stagionale, si è registrato un valore medio di 21°C, nello strato superficiale, di 20°C in quello intermedio e di 19°C nello strato più profondo, c'è quindi un gradiente termico verticale, caratteristico del periodo estivo.

Emerge un gradiente termico orizzontale superficiale: la temperatura risulta massima nella zona più interna, in prossimità del molo Ravano (in corrispondenza delle stazioni P0020, P0030), con valori maggiori di 22°C, andando verso il largo la temperatura media, che caratterizza più o meno uniformemente la superficie della restante parte del Golfo, è di 21°. Il gradiente termico orizzontale è legato allo scarico delle acque di raffreddamento della centrale termoelettrica ENEL della Spezia che riversa un getto idraulico caldo.

Nello strato intermedio (4 m.) il gradiente orizzontale tende invece ad affievolirsi per scomparire in quello profondo (8 m).

Per quanto riguarda l'andamento della salinità, si è registrato un gradiente verticale con una differenza poco significativa tra strato superficiale, che ha valori di 37.4 PSU, intermedio che ha valori di 37.6 PSU e profondo che ha valori di 37.7 PSU.

A differenza del parametro temperatura non si osserva un gradiente orizzontale nello strato superficiale.

Per quanto concerne l'ossigeno percentuale si riscontra nell'intero periodo esaminato un gradiente verticale con un aumento verso gli strati profondi, in superficie si rilevano valori compresi tra 92,5 e 95% mentre in profondità l'O2% assume valori compresi tra il 100 e il 102,5%, i valori più bassi di ossigeno in tutta la colonna d'acqua si riscontrano in corrispondenza del P0195 (situato presso all'impianto di ittiocoltura), con valori mediamente del 96%.

Dall'analisi dell'andamento orizzontale dell'ossigeno nello strato superficiale non si riscontra gradiente orizzontale con valori costanti pari al 92.5%, tale gradiente risulta evidente nello strato intermedio e profondo con valori superiori al 100% nella zona di Levante del Golfo.

Sono stati registrati valori di torbidità di 5 FTU in superficie (fino a un metro) nei punti più vicini al molo Ravano (P0020, P0030, dove ha raggiunto valori sopra i 10 FTU), la torbidità diminuisce (2.5 FTU) verso la diga foranea raggiungendo il minimo (1 FTU) in corrispondenza del P0162. Tale comportamento si osserva ancora nello strato intermedio per scomparire in quello profondo.

6.2 Analisi delle elaborazioni dei transetti nella campagna del 16 Giugno 2009

La temperatura segue un andamento stagionale, si è registrato un aumento di circa 4° C rispetto alla precedente campagna.

Si assiste nuovamente ad un gradiente termico verticale che diminuisce con la profondità, passando da un valore medio superficiale di 25°C ad un valore intermedio pari a 24°C fino a 22°C nello strato più profondo.

Emerge un lieve gradiente orizzontale con differenze di temperatura poco significative (circa 1°C) tra la zona più interna, in prossimità del molo Ravano (P0020, P0030) in cui si rilevano valori maggiori di 25.5°C e la restante parte del Golfo (25°C).

Tale gradiente è limitato allo strato superficiale e tende a scomparire verso gli strati più profondi.

Per quanto riguarda l'andamento della salinità, si è registrato un gradiente verticale con una differenza scarsamente rilevabile tra lo strato superficiale, che ha valori di 37.2 PSU, intermedio che ha valori di 37.4 PSU e profondo che ha valori di 37.6 PSU.

Per quanto concerne l'ossigeno percentuale i valori risultano compresi tra il 95 e il 130%, i massimi si registrano in corrispondenza del P0050 lungo tutta la colonna d'acqua, tali valori diminuiscono andando verso l'esterno raggiungendo valori minimi in superficie nel transetto di Levante (T0021) in corrispondenza delle stazioni P0082, P0123, P0162.

Sono stati registrati valori di torbidità di 5 FTU solo nei punti più vicini al molo Ravano (P0020, P0030), verso la diga foranea la torbidità diminuisce da valori di 4 FTU nella zona interna a 1.5 FTU vicino alla diga.

A 4 metri, nell'area più interna del Golfo, la torbidità è di circa 5 FTU, tale valore diminuisce andando verso la diga, mostrando valori sempre più bassi, fino a 0.5 FTU in corrispondenza del punto P0162. Anche alla profondità di 8 metri c'è questa differenza, ma con valori più omogenei fra di loro, infatti vanno da 4 FTU nella zona più interna a 2.5 FTU vicino alla diga foranea.

6.3 Analisi delle elaborazioni dei transetti nella campagna del 30 Giugno 2009

La temperatura segue un andamento stagionale, si è registrato un valore medio di 26°C, nello strato superficiale, di 24°C in quello intermedio e di 23°C nello strato più profondo, c'è quindi un gradiente termico verticale, caratteristico del periodo estivo.

Nello strato superficiale si nota un gradiente termico orizzontale che diminuisce verso l'esterno: la temperatura massima si registra nella zona più interna, in prossimità del molo Ravano (in corrispondenza delle stazioni P0020, P0030), con valori di 27.5°C circa;

procedendo verso l'esterno la temperatura diminuisce fino a 26°C, tale valore è costante in tutta la restante zona del Golfo.

Il gradiente termico orizzontale è legato alla presenza della Centrale Termica ENEL che riversa un getto idraulico caldo.

Nello strato intermedio (4 m.) il gradiente orizzontale tende invece ad affievolirsi per scomparire in quello profondo (8 m).

Per quanto riguarda l'andamento della salinità, si osserva un gradiente verticale tra strato superficiale, in cui i valori sono di circa 37.3 PSU, intermedio valori di 37.5 PSU e profondo valori di 37.7 PSU. Nello strato superficiale si registra anche un gradiente orizzontale con valori al di sotto dei 37.2 PSU nella zona più interna della rada (in corrispondenza del P0020 e P0030) dovuto alla presenza della centrale ENEL.

Il gradiente scompare alla profondità di 2 metri.

Per quanto concerne l'ossigeno percentuale si riscontra nell'intero periodo esaminato un gradiente verticale con un aumento verso gli strati profondi, in superficie si rilevano valori compresi tra 95 e 110% mentre in profondità l'O₂% assume valori compresi tra 100 e 120%.

I valori più bassi (90%) si registrano in prossimità del Molo Ravano mentre i valori maggiori pari a 120% si osservano nella fascia di Ponente del Golfo (P0230-P0199).

La torbidità nello strato superficiale è superiore nelle zone più interne del Golfo con un massimo di 7 FTU nella zona di Ponente in corrispondenza del P0113, nella restante zona interna alla diga i valori di torbidità sono costanti e pari a 2.5 FTU.

Aumentando la profondità sia nello strato intermedio sia in quello profondo non si osservano grandi differenze di torbidità con valori piuttosto bassi compresi tra 0.5 e 3 FTU.

6.4 Analisi delle elaborazioni dei transetti nella campagna del 14 Luglio 2009

La temperatura segue un andamento stagionale, si è registrato un valore medio di 26°C, nello strato superficiale, di 24°C in quello intermedio e di 23°C nello strato più profondo, quindi un gradiente termico verticale, caratteristico del periodo estivo.

Dall'analisi delle rappresentazioni grafiche emerge un gradiente termico orizzontale, la temperatura risulta massima nella zona più interna, in prossimità del molo Ravano (in corrispondenza delle stazioni P0020, P0030), con valori di circa 27°C, nella restante parte del Golfo la temperatura media è di 26°C e caratterizza più o meno uniformemente tutta la restante superficie del Golfo.

Nello strato intermedio (4 m) il gradiente orizzontale tende invece ad affievolirsi per scomparire in quello profondo (8 m).

Per quanto riguarda il parametro salinità, si osserva lo stesso andamento della Campagna precedente con un gradiente verticale che varia da 37.2 PSU nello strato superficiale a 37.3 PSU nello strato intermedio a 37.7 PSU in quello profondo.

Si è registrato un minimo di salinità di 36.5 PSU nella zona di Ponente presso le stazioni P0195, P0205, P0220, limitatamente allo strato superficiale.

Per quanto concerne l'ossigeno percentuale si riscontra nell'intero periodo esaminato un gradiente verticale con un aumento verso gli strati profondi, in superficie si rilevano valori mediamente del 90% mentre in profondità l'O₂% assume valori mediamente del 100%.

Sono stati registrati valori di torbidità superiori negli strati intermedio e profondo (5 e 7.5 FTU-colore verde) rispetto al superficiale in cui i valori sono di circa 2.5 FTU limitatamente

alla zona più interna del Golfo antistante il Molo Ravano, mentre nella restante zona la torbidità diminuisce fino ad 1 FTU in prossimità della diga foranea (fig.22 All.1).

6.5 Analisi delle elaborazioni dei transetti nella campagna del 21 Luglio 2009

La temperatura segue un andamento stagionale, si è registrato un valore medio di 26.5°C, nello strato superficiale, di 25°C in quello intermedio e di 24°C nello strato più profondo, c'è quindi un gradiente termico verticale, caratteristico del periodo estivo.

Come nelle precedenti campagne di monitoraggio si riscontra un gradiente termico orizzontale legato allo scarico delle acque di raffreddamento della centrale termoelettrica ENEL, la temperatura risulta massima nella zona più interna, in prossimità del molo Ravano con valori maggiori di 27.5°C nel P0020, andando verso il largo la temperatura media, che caratterizza più o meno uniformemente la superficie della restante parte del Golfo, è di 26°. Nello strato intermedio (4 m) il gradiente orizzontale tende invece ad affievolirsi per scomparire in quello profondo (8 m).

Per quanto riguarda l'andamento della salinità, non si è registrato un gradiente verticale tra strato superficiale e profondo in quanto i valori misurati sono di 37.5 PSU in tutta la colonna d'acqua. Si è registrato invece, un gradiente orizzontale dovuto all'apporto di acqua dolce proveniente dai corpi idrici presenti (canale Lagora), con valori minori (circa 36 PSU) nella zona più interna della rada e vicina al molo Mirabello rispetto alla restante zona del Golfo.

Il gradiente scompare negli strati sottostanti dove si registrano valori costanti di 37.5 PSU. Per quanto concerne l'ossigeno percentuale si riscontra un gradiente verticale con un aumento verso gli strati profondi, in superficie si rilevano valori intorno al 90% mentre in profondità l'O2% assume valori pari al 100%.

Dall'analisi degli strati orizzontali si nota che i valori massimi di O2% si registrano nella zona di Ponente nelle stazioni P0195, P0203, P0205, P0220 a tutte e tre le profondità.

La torbidità media risulta di 2.5 FTU e caratterizza quasi interamente il Golfo, solo nella zona di Levante, nello strato superficiale e intermedio si osservano valori più bassi pari a 0.5 FTU. Nello strato superficiale si ha un picco di torbidità di 10 FTU nel P0036 e nel P0162 in corrispondenza dell'imboccatura di levante.

6.6 Analisi delle elaborazioni dei transetti nella campagna del 28 Luglio 2009

segue un andamento stagionale, si è registrato un gradiente termico verticale, nello strato superficiale la temperatura è di 27°C, in quello intermedio di 26°C e nello strato più profondo di 25°C.

Inoltre si osserva un gradiente termico orizzontale, la temperatura risulta massima nella zona più interna, in prossimità del molo Ravano (in corrispondenza delle stazioni P0020, P0030), con valori di circa 28°C, nella restante zona del Golfo la temperatura media è di 27°. Il gradiente termico orizzontale è legato allo scarico delle acque di raffreddamento della centrale termoelettrica ENEL della Spezia che riversa un getto idraulico caldo.

Nello strato intermedio (4 m) il gradiente orizzontale tende invece ad affievolirsi per scomparire in quello profondo (8 m).

Per quanto riguarda l'andamento della salinità, si è registrato un gradiente verticale con una differenza poco significativa tra strato superficiale, che ha valori di 37.4 PSU, intermedio che ha valori di 37.6 PSU e profondo che ha valori di 37.8 PSU. Si è registrato anche un gradiente orizzontale dovuto sia alla presenza della centrale ENEL sia all'apporto di acqua dolce proveniente dai corpi idrici presenti (canale Lagora), con valori di 37.2 PSU nella zona

più interna della rada (P0020, fino a P0115). Il gradiente scompare alla profondità di 4 metri. La salinità massima si registra nelle due stazioni esterne alla diga foranea P0162 e P0304 con valori di 37.8 PSU.

Per quanto concerne l'ossigeno percentuale non si registra gradiente verticale ma un valore medio del 115% in tutti gli strati. E' visibile invece un gradiente orizzontale tra il punto più interno P0020 (situato in prossimità del Molo Ravano) con valori del 90% e la restante zona del Golfo dove si raggiungono valori del 120%.

La torbidità è maggiore nelle stazioni P0020, P0030, P0050, ubicate in prossimità del Molo Ravano, dove si osservano valori più alti rispettivamente 15, 10 e 5 FTU rispetto alle restanti stazioni di monitoraggio distribuite nella restante zona del Golfo dove i valori sono costanti sui 2.5 FTU. Tale andamento è visibile in tutti e tre gli strati analizzati mentre non si rileva gradiente verticale.

6.7 Analisi delle elaborazioni dei transetti nella campagna del 10 Agosto 2009

La temperatura segue un andamento stagionale, si è registrato un valore medio di 26°C, nello strato superficiale, di 24°C in quello intermedio e di 23°C nello strato più profondo, c'è quindi un gradiente termico verticale, caratteristico del periodo estivo.

Emerge un gradiente termico orizzontale, la temperatura risulta massima nella zona più interna, in prossimità del molo Ravano (in corrispondenza delle stazioni P0020, P0030), con valori maggiori di 27°C, andando verso il largo la temperatura media, che caratterizza più o meno uniformemente la superficie della restante parte del Golfo, è di 26°.

Nello strato intermedio (4 m) il gradiente orizzontale tende invece ad affievolirsi per scomparire in quello profondo (8 m).

Per quanto riguarda l'andamento della salinità, si è registrato anche un gradiente orizzontale dovuto sia alla presenza della centrale ENEL sia all'apporto di acqua dolce proveniente dai corpi idrici presenti, nella zona più interna della rada (P0020) i valori misurati sono di 37.5 PSU mentre procedendo verso la diga si raggiungono valori di 38 PSU. (P0162 presso l'imboccatura di Levante). Tale gradiente scompare alla profondità di 8 metri.

L'ossigeno ha raggiunto i valori minimi misurati in tutte le campagne pari al 62%, imputabili a problemi tecnici di taratura del sensore manifestatisi il giorno stesso del monitoraggio.

La torbidità rilevata non presenta picchi ma valori molto bassi compresi tra 1 e 3 FTU, si osserva una diminuzione dei valori dall' interno del Golfo procedendo verso la diga foranea.

6.8 Analisi delle elaborazioni dei transetti nella campagna del 25 Agosto 2009

La temperatura segue un andamento stagionale, si è registrato un valore medio di 26.5°C, nello strato superficiale, di 25°C in quello intermedio e di 24°C nello strato più profondo, c'è quindi un gradiente termico verticale, caratteristico del periodo estivo.

Non emerge gradiente termico orizzontale.

Per quanto riguarda l'andamento della salinità, si è registrato un gradiente verticale con una differenza poco significativa tra strato superficiale, che ha valori di 37.6 PSU e quello profondo che ha valori di 37.7 PSU.

Si sono registrati valori di ossigeno piuttosto bassi compresi tra l'80 e il 90% ed un gradiente orizzontale tra le stazioni interne al Golfo e quelle in prossimità della diga.

Sono stati registrati valori di torbidità di 8 FTU solo nei punti più vicini al molo Ravano (P0020, P0030), in superficie, verso la diga foranea la torbidità diminuisce per poi aumentare nuovamente fino a valori di 15 FTU davanti alla diga, nelle zone laterali i valori sono invece intorno ai 3 FTU. A 4 metri, nell'area del molo Ravano, la torbidità è di 8 FTU, tale valore diminuisce anche a questa profondità andando verso la diga, mostrando valori via via sempre più bassi, fino a 1.5 FTU. Anche alla profondità di 8 metri c'è questa differenza, ma con valori di 1.5 FTU a ovest e 2.5 FTU a est.

La torbidità è compresa tra 5 FTU misurati nelle stazioni P0020 e P0030, in prossimità del Molo Ravano e 0.5 FTU rilevati nelle stazioni P0162 e P0304, posizionate all'imboccatura della diga rispettivamente a Levante e a Ponente. Nella fascia intermedia i valori registrati sono di 2.5 FTU.

7 ANALISI DATI REGISTRATI DALLE BOE FISSE

Dall'esame dei dati rilevati dalla Boa fissa posizionata presso l'impianto di Mitilicoltura (BOA B), in quanto la BOA A posizionata presso l'impianto di Itticoltura non ha funzionato per quasi tutto il periodo considerato, si rileva quanto segue:

- la temperatura registrata in entrambe le stazioni di monitoraggio è compresa tra 21 e 26°C
- la salinità è minima nel mese di giugno 2009 pari a 36.5 ppt, nel mese di luglio 2009 aumenta fino ad un valore massimo di 37.7 ppt registrato nel periodo compreso tra il 20/07/2009 e il 20/08/2009 poi si assiste nuovamente ad una diminuzione verso la fine del mese di agosto.
- l'ossigeno% è mediamente compreso tra 105 e 115%, ad eccezione del periodo 05-12/08/2009 in cui si assiste ad un aumento oltre il 120%.
- la torbidità è mediamente compresa tra 1 e 5 FTU, si osservano nel grafico dei picchi con cadenza settimanale ad intervalli regolari nei quali si sono evidenziati valori più alti imputabili presumibilmente alla formazione di vegetazione sui sensori.

Tutti i dati rientrano nei range già stabiliti.

8 ANALISI DEI RISULTATI ANALITICI

Nell'**Allegato 3** sono rappresentati i diagrammi che mostrano l'andamento dei metalli (As, Hg, Pb, Zn, V) nel periodo compreso tra giugno ed agosto 2009.

La Fig.1 mostra l'andamento dell'Arsenico rilevato in n.4 stazioni di campionamento P0020, P0030, P0117 e P0199 alla profondità di -2m dalla superficie e +2m dal fondale, i valori più alti si registrano nella stazione P0020 alla profondità A nel mese di giugno 2009 con un massimo di 0.224 µg/l il 03/06/2009.

Nel mese di luglio 2009 i valori di **arsenico** sono maggiori nei campioni profondi ed i valori registrati nel P0020 (situato in prossimità delle panne di conterminazione del Molo Ravano) sono sempre molto maggiori rispetto alle altre stazioni.

Nel mese di agosto 2009 si osservano valori inferiori nel P0020 mentre nel P0030 si registra un valore di piuttosto alto pari a 0.15 µg/l.

Nel periodo in esame nella stazione P0020 si registrano valori sempre maggiori rispetto al P0030 ad eccezione delle campagne del 10 e 25/08/2009 alla profondità B in cui i valori sono maggiori nella stazione P0030 (massimo 0.15 µg/l).

Per quanto riguarda il parametro **mercurio**, così come per l'arsenico, si registrano valori maggiori nel P0020 (Molo Ravano) rispetto alle altre stazioni ad eccezione del mese di agosto 2009 in cui, nel campione profondo, i valori di mercurio sono maggiori nel P0030.

Nel mese di giugno 2009 si registrano nel P0020 valori maggiori rispetto alle successive campagne pari a 0.015 µg/l (03/06/2009) e 0.019 µg/l (16/06/2009) tali valori sono superiori al limite indicato nel DM 56/2009 pari a 0.01 µg/l.

Il valore più alto pari a 0.053 µg/l si ha nel P0117 (situato al centro del Golfo) alla profondità di - 2 m dalla superficie, tale valore supera il limite indicato nella Tab 1/A dell' All.1 al D Lgs 152/2006 (0.01 µg/l).

Per quanto concerne il **piombo** i valori misurati nelle stazioni P0020 e P0030 (situate in prossimità del Molo Ravano) sono sempre superiori rispetto al P0117 e P0199 ad eccezione del campagna del 10/08/2009 in cui il valore massimo si riscontra nel P0199 alla profondità A pari a 2.57 µg/l.

Nel mese di giugno si riscontrano valori alti di piombo pari a 1.45 µg/l (03/06/2009) nel P0020 nel campione superficiale e nel P0030 pari a 1.24 µg/l (30/06/2009).

In generale si può constatare che i valori riscontrati nei campioni alla profondità A sono superiori a quelli nei campioni prelevati alla profondità B e che nell'intero periodo esaminato i valori sono sempre inferiori al limite pari a 7.2 µg/l indicato nella Tab 1/A dell' All. 1 Dlgs. 152/06.

I valori di **vanadio** nel periodo in esame risultano quasi sempre inferiori al limite di rilevabilità dello strumento (0.15 µg/l).

I valori di **zinco** nelle campagne in esame, sono maggiori rispetto al periodo precedente, nei mesi di giugno, luglio e agosto 2009 nella stazione P0020 (Molo Ravano) si registrano valori decisamente superiori rispetto alle alle stazioni, con un picco il 10/08/2009, alla profondità A, pari a 3.63 µg/l, nel campione profondo i valori risultano sempre inferiori.

Per quanto concerne i parametri standard, l'intervallo dei valori di **azoto ammoniacale** è rimasto invariato rispetto alle campagne precedenti, anche azoto nitrico e nitroso sono risultati sempre inferiori ai limiti di rilevabili dello strumento pari a 10 µg/l.

I **solidi sospesi** risultano mediamente compresi tra 2 e 15 mg/l, come nel periodo precedente, si osservano valori superiori nel P0020 pari a 24 mg/l nel campione superficiale, il giorno 03/06/2009 e il 28/07/2009.

Nei campioni eseguiti in profondità il valore più alto si registra nel P0020 il 28/07/2009 pari a 21 mg/l, tale periodo coincide con la massima intensità delle attività di dragaggio.