



SARTEC
SARAS RICERCHE E TECNOLOGIE

**PIANO DI MONITORAGGIO
LAVORI DI BANCHINAMENTO DEL BACINO DI EVOLUZIONE
DEL PORTO CANALE**

**REPORT CONCLUSIVO I SEMESTRE
FASE POST OPERAM**

MAGGIO 2011 – OTTOBRE 2011

**PIANO MONITORAGGIO LAVORI DI
BANCHINAMENTO DEL PORTO
CANALE
-VIII SAL-
Maggio-Ottobre 2011**



**AUTORITÀ PORTUALE
CAGLIARI**

GRUPPO DI LAVORO

COORDINAMENTO SCIENTIFICO

Prof. Antonio Viola

RESPONSABILE SEZIONE ANALITICA

Dott. Edoardo Suardi

COORDINAMENTO ATTIVITA'

Ing. Manolo Mulana

INDICE

1.	ATTIVITÀ MONITORAGGIO PORTO CANALE	3
1.1	Obiettivi e sintesi delle attività	3
2.	MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	4
2.1	Attività monitoraggio deposizioni al suolo	4
2.1.1	Materiali e metodi monitoraggio deposizioni atmosferiche	4
2.1.2	Risultati monitoraggio deposizioni atmosferiche	5
2.2	Attività monitoraggio laboratorio mobile	14
2.2.1	Materiali e metodi monitoraggio laboratorio mobile	14
2.2.2	Risultati monitoraggio con laboratorio mobile	14

1. ATTIVITÀ MONITORAGGIO PORTO CANALE

1.1 Obiettivi e sintesi delle attività

L'obiettivo del piano di monitoraggio è quello di verificare gli eventuali impatti sull'ambiente generati dai lavori svolti nell'ambito del piano di banchinamento del lato sud del bacino di evoluzione del Porto Canale. Le attività eseguite sono finalizzate alla valutazione degli effetti dell'intervento nelle fasi Ante Operam (A.O.), della Fase Costruttiva (F.C.) e della Fase Post Operam (P.O.).

È stata definita una metodologia e una procedura per il monitoraggio ambientale che prevede una serie di attività con cadenze diverse a seconda della fase di riferimento, rispettivamente Ante Operam, Operativa e Post Operam.

Le relazioni già consegnate, relative a n. 7 trimestri, contenevano i risultati delle attività di monitoraggio dei comparti ambientali nella fase Ante Operam e nella Fase Costruttiva, (agosto-ottobre 2009; novembre-gennaio 2010; febbraio-aprile 2010; maggio-luglio 2010, agosto-ottobre 2010; novembre-gennaio 2011; febbraio-aprile 2011).

Con questa relazione si illustrano i risultati del primo semestre di monitoraggio della fase Post operam, dal mese di Maggio al mese di Ottobre 2011. A seguito degli accordi intercorsi, con questa relazione si chiudono le attività di Monitoraggio eseguite dalla società Sartec Spa, peraltro limitate alla sola componente aria.

Sulla base del progetto presentato e approvato e degli accordi intercorsi, sono state eseguite, le seguenti attività:

- ✓ Monitoraggio polveri con deposimetri: frequenza mensile;
- ✓ Monitoraggio aria con Laboratorio mobile: frequenza trimestrale.

2. MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

Nel I semestre della fase Post Operam, sono stati eseguiti i monitoraggi delle deposizioni al suolo e della qualità dell'aria con il laboratorio mobile secondo quanto previsto dal Piano di Monitoraggio Ambientale.

Il campionamento delle polveri totali nelle tre stazioni st1, st3 e st4, non era previsto in questa fase e pertanto non è stato eseguito.



Figura 1 - Ubicazione stazioni monitoraggio

2.1 Attività monitoraggio deposizioni al suolo

2.1.1 *Materiali e metodi monitoraggio deposizioni atmosferiche*

La deposizione atmosferica dell'aerosol e dei gas avviene secondo due modalità: umida e secca. La deposizione secca delle particelle avviene per impatto diretto e sedimentazione

gravitazionale delle stesse su terra e acqua. La deposizione umida comprende l'acqua, i suoi gas disciolti, insieme a qualsiasi altro materiale particellare insolubile.

Per la determinazione delle deposizioni atmosferiche umide e secche sono stati utilizzati degli appositi strumenti composti da un raccoglitore - previamente decontaminato e accuratamente lavato - con un imbuto attraverso il quale raccogliere le deposizioni.

I deposimetri sono stati collocati nelle tre stazioni previste, a circa 1.5 metri di altezza e sono stati sostituiti con una cadenza mensile. Durante il mese gli strumenti hanno raccolto tutte le acque piovane e le deposizioni.

Nel semestre si è deciso di accorpare i campionamenti dei mesi di luglio ed agosto, ciò in considerazione della assoluta mancanza di pioggia; la raccolta di due mesi (in assenza di precipitazioni) permette una rilevazione media più efficace, tuttavia i valori ottenuti, estremamente bassi, vanno riferiti al solo trasporto eolico e non certo ad una vera e propria deposizione.

Sono state eseguite le seguenti attività:

- ✓ recupero del materiale solido sedimentato mediante lavaggio con l'acqua piovana raccolta e/o acqua distillata a costituire un unico campione comprendente anche la fase solida;
- ✓ separazione delle fasi liquida e solida mediante filtrazione;
- ✓ analisi del sedimentato solido;
- ✓ analisi della fase liquida mediante prelievo di un'aliquota per la determinazione di: Residuo Solido Totale, metalli d'interesse tossicologico, fluoruri, magnesio, calcio, stronzio e bario, sodio e potassio.

2.1.2 Risultati monitoraggio deposizioni atmosferiche

L'indagine sulle deposizioni ha lo scopo di verificare le condizioni di ricaduta delle deposizioni atmosferiche costituite dalla frazione secca e da quella umida, le informazioni che possono essere dedotte da questa attività riguardano:

1. le quantità di sostanze saline in soluzione (cloruri di sodio e potassio, solfato di magnesio e metalli alcalino-terrosi, i tipici costituenti degli aerosol salini);
2. le quantità di metalli disciolti;
3. le quantità di metalli presenti nel particolato raccolto;
4. le quantità totali di sali (somma dei parametri precedentemente descritti).

L'ubicazione dei deposimetri ha tenuto conto ovviamente delle esigenze di rappresentatività dei campioni all'interno del cantiere, anche se nell'interpretazione dei

dati non si può prescindere dalla particolare posizione del Porto Canale limitrofo ad aree (strada statale, industriale, aeroporto, porto, e mare) che per la loro natura potrebbero influenzare i risultati.

Sono, infatti, molti i fattori che influiscono sulle deposizioni secche e umide (aerosol marino, condizioni meteorologiche, attività presenti nelle aree limitrofe, variabilità dei complessi meccanismi che influenzano la dispersione atmosferica).

Come già precedentemente osservato il contributo principale alle deposizioni secche e umide è dovuto ai seguenti sali: NaCl, MgSO₄ e di KCl, ovvero ai sali costituenti l'aerosol marino, elemento portante delle deposizioni nel sito di interesse.

La stazione 4 (ovvero la stazione più esposta all'influenza dell'aerosol salino) è la stazione che ha fornito il maggior contributo in termini di deposizioni delle sostanze saline in soluzione, nonostante ciò i valori dei metalli disciolti risulta essere del tutto paragonabile a quelli delle altre stazioni, confermando che un elevato valore di ricadute saline non necessariamente riflette una pericolosità in termini di ricadute di sostanze tossiche.

In generale non sono stati riscontrati scostamenti significativi rispetto ai semestri precedenti, non vi sono note di rilievo, le concentrazioni di elementi nocivi per la salute rientra ampiamente nella norma.

Nelle pagine seguenti si riportano i risultati analitici dei monitoraggi eseguiti.

Sostanze saline in soluzione

Maggio 2011									
Stazioni	MgSO ₄	Ca	Sr	Ba	NaCl	KCl	Volume	mg assoluti	Kg/Km ² /mese
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l		
St 1	56800	70133	719	107	785000	11725	300	277	4,359
St 3	8979	12880	91	4	13665	1818	2000	75	1,177
St 4	8351	13380	71	167	22451	2452	2840	133	2,092

Metalli in soluzione

Maggio 2011										
Stazioni	Zn	Pb	Cd	Ni	V	Cu	Hg	Volume	mg assoluti	Kg/Km ² /mese
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	ml		
St.1	3493.3	<7.73	<3.20	98.13	<4.00	<6.40	<0.53	300	1.080	16.97
St. 3	38.4	<2.90	<1.20	7.50	<1.50	<2.40	<0.20	2000	0.092	1.44
St. 4	399.7	<2.90	<1.20	8.00	<1.50	<2.40	<0.20	2840	1.158	18.20

Metalli su filtro

Maggio 2011									
Stazioni	Zn	Pb	Cd	Ni	V	Cu	Hg	Kg/Km ² /mese	
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg		
St.1	7722.67	18.78	1.87	15.28	34.21	45.95	<0.10	12.2	
St. 3	3197.3	<3511	18.16	73.8	21.8	<29.06	<2.42	0.2	
St. 4	1798.7	<2.95	2.54	9.9	9.7	<2.44	<0.20	1.4	

Sostanze saline in soluzione

Giugno 2011									
Stazioni	MgSO ₄	Ca	Sr	Ba	NaCl	KCl	Volume	mg assoluti	Kg/Km ² /mese
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	ml		
St.1	116017	140110	1372	79	494399	141826	280	250	4,064
St. 3	46968	53510	317	29	200834	55021	620	221	3,591
St. 4	116170	105799	<0.90	<0.90	135824	97165	550	250.23	4,064

Metalli in soluzione

Giugno 2011										
Stazioni	Zn	Pb	Cd	Ni	V	Cu	Hg	Volume	mg assoluti	Kg/Km ² /mese
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	ml		
St.1	153.4	<5.18	<2.14	<2.86	<2.68	83.1	<0.36	280	0.066	1.08
St. 3	9342.0	<2.90	<1.20	<1.60	3.8	38.08	<0.20	620	5.818	94.49
St. 4	11.5	<2.90	<1.20	<1.60	<1.50	<2.40	1.05	550	0.007	0.11

Metalli su filtro

Giugno 2011								
Stazioni	Zn	Pb	Cd	Ni	V	Cu	Hg	Kg/Km ² /mese
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	
St.1	12907.7	21.68	<4.94	27.8	54.98	125.27	<0.82	2.6
St. 3	50955.9	139.2	3.30	92.0	202.5	443.4	<0.34	25.0
St. 4	<3.81	<0.97	<0.40	<0.53	<0.56	<0.80	<0.07	0.0174

Sostanze saline in soluzione

Luglio-Agosto 2011									
Stazioni	MgSO ₄	Ca	Sr	Ba	NaCl	KCl	Volume	mg assoluti	Kg/Km ² /mese
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	ml		
St.1	16577	12303	38	35	109083	50291	500	94	1529
St. 3	15539	11930	89	9	25628	15603	500	34	559
St. 4	6159	6322	39	2	14349	3397	500	15	246

Metalli in soluzione

Luglio-Agosto 2011										
Stazioni	Zn	Pb	Cd	Ni	V	Cu	Hg	Volume	mg assoluti	Kg/Km ² /mese
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	ml		
St.1	693.5	<2.90	<1.20	79.2	3.1	<2.40	<0.20	500	0.388	6.30
St. 3	554.5	5.7	<1.20	<1.60	<1.50	<2.40	<0.20	500	0.280	4.55
St. 4	395.8	<2.90	<1.20	<1.60	<1.50	<2.40	<0.20	500	0.198	3.21

Metalli su filtro

Luglio-Agosto 2011									
Stazioni	Zn	Pb	Cd	Ni	V	Cu	Hg	Kg/Km ² /mese	
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg		
St.1	4248.3	46.4	1.3	22.2	22.8	81.0	<0.10	7.3	
St. 3	6990.4	91.9	<5.38	52.6	94.9	<10.76	<0.90	1.3	
St. 4	2507.8	33.0	<1.93	18.9	34.0	<3.86	<0.32	1.3	

Sostanze saline in soluzione

Settembre 2011									
Stazioni	MgSO ₄	Ca	Sr	Ba	NaCl	KCl	Volume	mg assoluti	Kg/Km ² /mese
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	ml		
St.1	22731	31491	117	50	103349	7347	490	81	1126
St. 3	17723	58478	511	27	92434	30061	780	155	2163
St. 4	13631	21282	133	13	41408	3431	1310	105	1457

Metalli in soluzione

Settembre 2011										
Stazioni	Zn	Pb	Cd	Ni	V	Cu	Hg	Volume	mg assoluti	Kg/Km ² /mese
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	ml		
St.1	3536.1	<2.90	<1.20	<1.60	<1.50	6.22	<0.20	490	1.736	24.16
St. 3	95.3	<2.90	<1.20	<1.60	<1.50	21.8	<0.20	780	0.091	1.27
St. 4	1198	<2.90	<1.20	<1.60	<1.50	8.3	<0.20	1.310	1.580	21.99

Metalli su filtro

Settembre 2011									
Stazioni	Zn	Pb	Cd	Ni	V	Cu	Hg	Kg/Km ² /mese	
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg		
St.1	6154.4	49.1	<2.71	15.0	23.5	67.6	<0.45	1.9	
St. 3	1521.5	<3.81	<1.58	3.9	3.7	37.3	91.60	0.9	
St. 4	5128.0	30.5	<0.52	15.1	30.7	56.4	<0.09	8.5	

Sostanze saline in soluzione

Ottobre 2011									
Stazioni	MgSO ₄	Ca	Sr	Ba	NaCl	KCl	Volume	mg assoluti	Kg/Km ² /mese
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	ml		
St.1	11709	14686	56	30	50906	2236	1300	104	2992
St. 3	17984	22931	191	15	82974	2963	120	15	441
St. 4	15346	18787	104	12	58186	3833	900	87	2504

Metalli in soluzione

Ottobre 2011										
Stazioni	Zn	Pb	Cd	Ni	V	Cu	Hg	Volume	mg assoluti	Kg/Km ² /mese
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	ml		
St.1	6260.3	<2.90	<1.20	<1.60	1.6	<2.40	<0.20	1.300	8.140	235.27
St. 3	779.2	<12.08	<5.00	<6.67	6.5	40.2	<0.83	120	0.099	2.86
St. 4	886.6	<2.90	<1.20	<1.60	2.7	8.1	<0.20	900	0.808	23.34

Metalli su filtro

Ottobre 2011									
Stazioni	Zn	Pb	Cd	Ni	V	Cu	Hg	Kg/Km ² /mese	
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg		
St.1	83902	59.7	<1.02	25.9	37.1	64.9	<0,17	143.1	
St. 3	<13.50	<3.56	<1.47	<1.96	<1.84	<2.94	<0.25	0.030	
St. 4	4904.0	32.3	0.74	16.5	34.3	56.8	<0,12	12.6	

CAMPIONAMENTO CON DEPOSIMETRI - RICADUTE TOTALI SEMESTRE

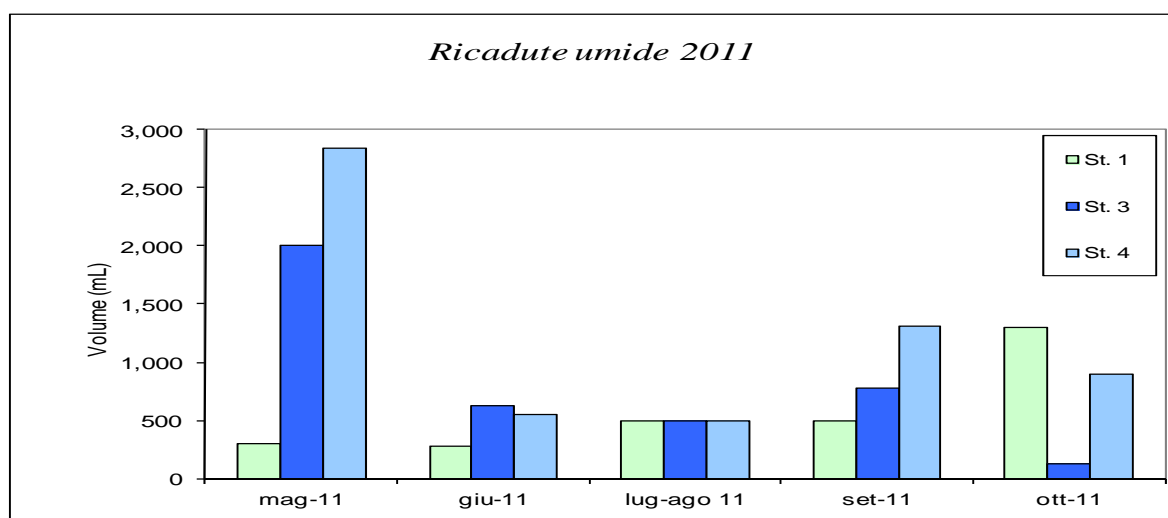
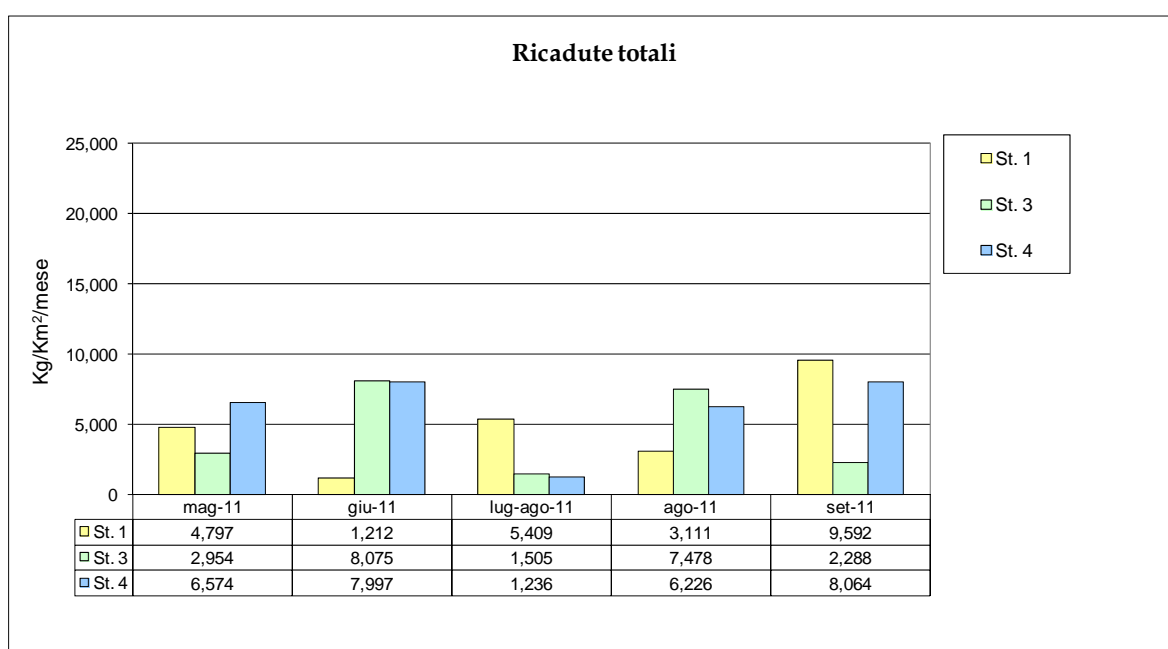
MAGGIO 2011		
Stazione	Ricaduta sostanze solubili kg/km ² /mese	Ricaduta Corpuscolato kg/km ² /mese
St.1	3244	1553
St. 3	2889	65
St. 4	5803	772

GIUGNO 2011		
Stazione	Ricaduta sostanze solubili kg/km ² /mese	Ricaduta Corpuscolato kg/km ² /mese
St.1	1015	197
St. 3	7592	483
St. 4	5565	2432

LUGLIO-AGOSTO 2011		
Stazione	Ricaduta sostanze solubili kg/km ² /mese	Ricaduta Corpuscolato kg/km ² /mese
St.1	3752	1657
St. 3	1324	181
St. 4	731	505

SETTEMBRE 2011		
Stazione	Ricaduta sostanze solubili kg/km ² /mese	Ricaduta Corpuscolato kg/km ² /mese
St.1	2803	308
St. 3	6948	530
St. 4	4614	1613

OTTOBRE 2011		
Stazione	Ricaduta sostanze solubili kg/km ² /mese	Ricaduta Corpuscolato kg/km ² /mese
St.1	7890	1701
St. 3	1110	1179
St. 4	5566	2497



2.2 Attività monitoraggio laboratorio mobile

2.2.1 Materiali e metodi monitoraggio laboratorio mobile

Come previsto, è stato effettuato con frequenza trimestrale il monitoraggio in continuo (almeno sulle 24 ore) dei seguenti parametri di qualità dell'aria: PM10, CO, SO₂, NO₂, Benzene, Toluene e Xileni, con l'utilizzo di un laboratorio mobile.

2.2.2 Risultati monitoraggio con laboratorio mobile

Nel semestre considerato, il mezzo mobile è stato posizionato in cantiere nei mesi di maggio, inizio della fase Post Operam, e tra la fine del mese di settembre e l'inizio del mese di Ottobre.

Le concentrazioni di **PM10** nei campionamenti effettuati sono risultate, come si può vedere dai grafici che seguono, sempre al di sotto del valore limite di 50 µg/m³. Le concentrazioni di **monossido di carbonio** sono risultate sempre molto basse; la media mobile su 8 ore è sempre rimasta leggermente superiore al valore di 1 mg/m³, nel mese di maggio, per poi attestarsi su valori sempre al di sotto nel successivo campionamento di Settembre/Ottobre e comunque sempre decisamente al di sotto del limite di legge, pari a 10 mg/m³.

Le concentrazioni di **biossido di zolfo** sono risultate anch'esse decisamente basse con le medie giornaliere nel mese di maggio sempre al di sotto di 4 µg/m³ e, leggermente superiori, ma sempre comprese tra 4 e 5 µg/m³, nel mese di Settembre/Ottobre; comunque ben lontane dal valore limite (125 µg/m³) oltrech  inferiori al livello critico per la protezione della vegetazione individuato dalla nuova normativa relativa alla qualit  dell'aria ambiente (D.Lgs. 155/2010) pari a 20 µg/m³.

Il **biossido di azoto** non ha mai superato il limite di legge (200 µg/m³). Le concentrazioni registrate sono risultate quasi sempre inferiori al livello critico per la protezione della vegetazione (30 µg/m³) secondo la nuova normativa relativa alla qualit  dell'aria ambiente (D.Lgs. 155/2010), con alcuni sporadici superamenti esclusivamente nel mese di maggio, mentre relativamente al mese di Settembre/Ottobre i valori sono stati sempre piuttosto bassi e sempre inferiori a 10 µg/m³.

I valori rilevati di **benzene, toluene e xileni** hanno mostrato basse concentrazioni senza variazioni in entrambe le campagne di monitoraggio. Il benzene si   mantenuto sempre al di sotto del valore di 1 µg/m³, molto al di sotto del limite (pari a 5 µg/m³); gli xileni non hanno mai superato il valore di 1 µg/m³ e le concentrazioni rilevate per il toluene sono sempre rimaste al di sotto di 2 µg/m³.

I valori rilevati sono tutti nella norma, con una evidente tendenza alla diminuzione dei valori medi e soprattutto al numero di picchi che sono stati registrati nel corso delle campagne precedenti durante la fase costruttiva

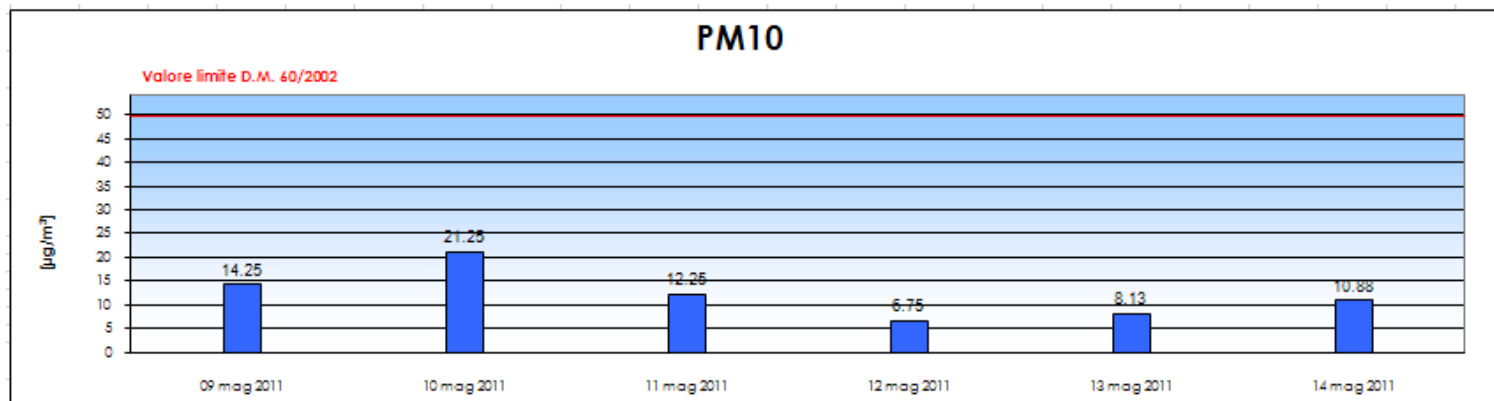


Figura 2 - Andamento dei PM10 Maggio

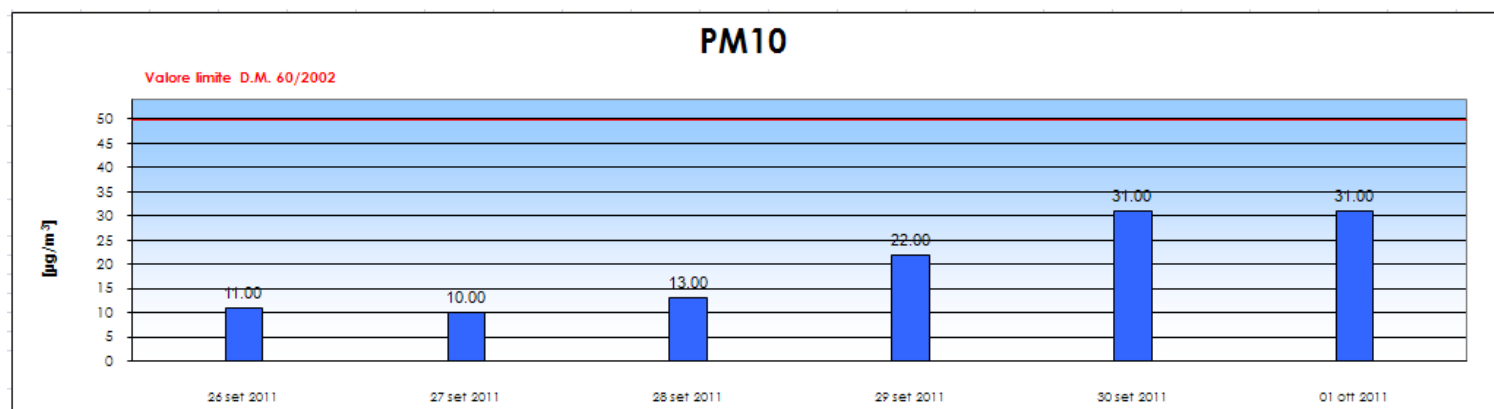


Figura 3 - Andamento dei PM10 Ottobre

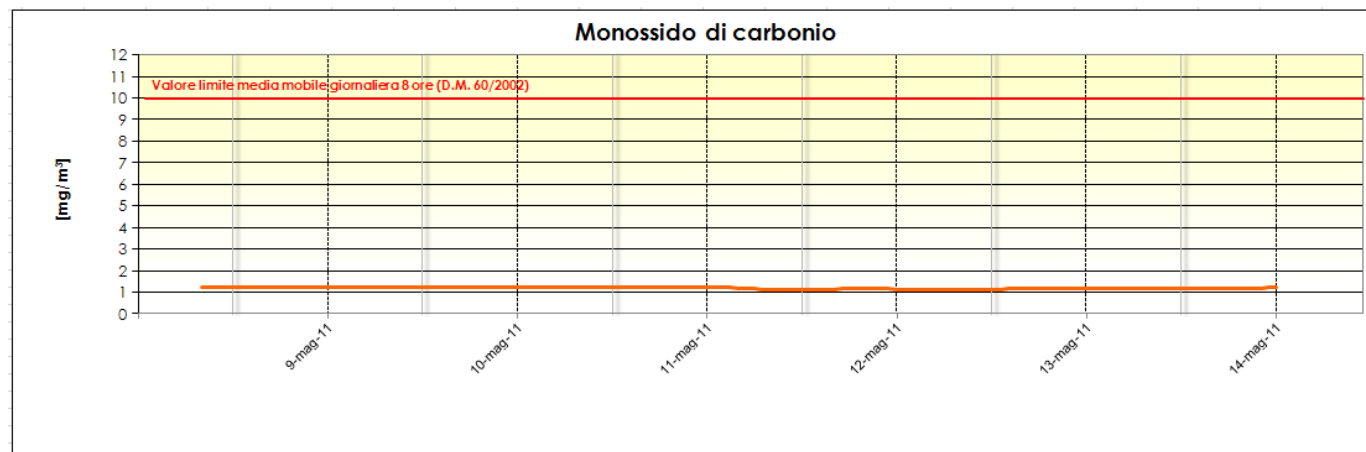


Figura 4 - Media mobile giornaliera 8 ore CO Maggio

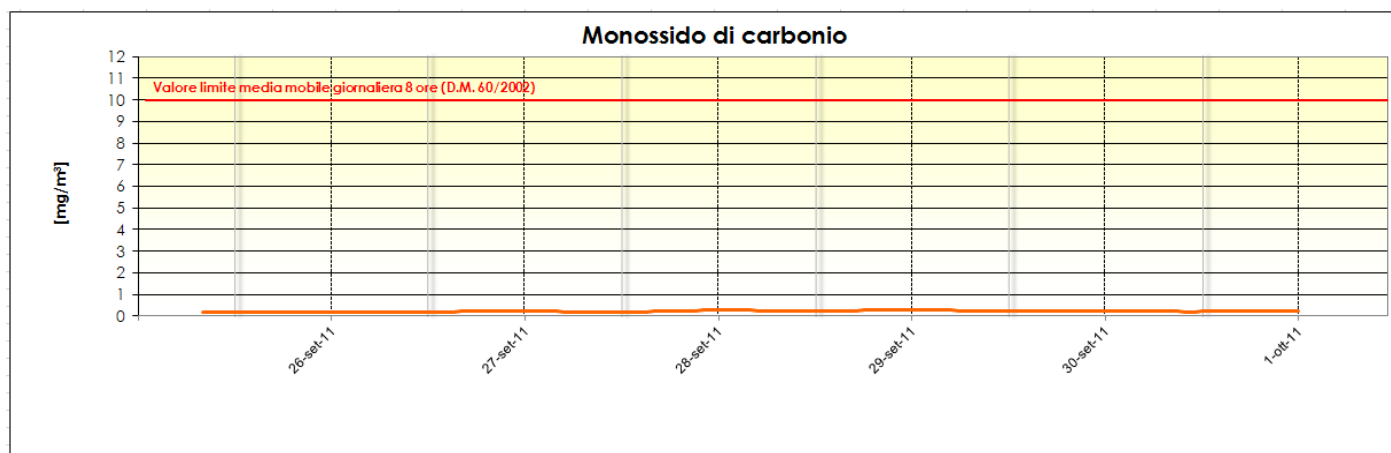


Figura 5 - Media mobile giornaliera 8 ore CO Ottobre

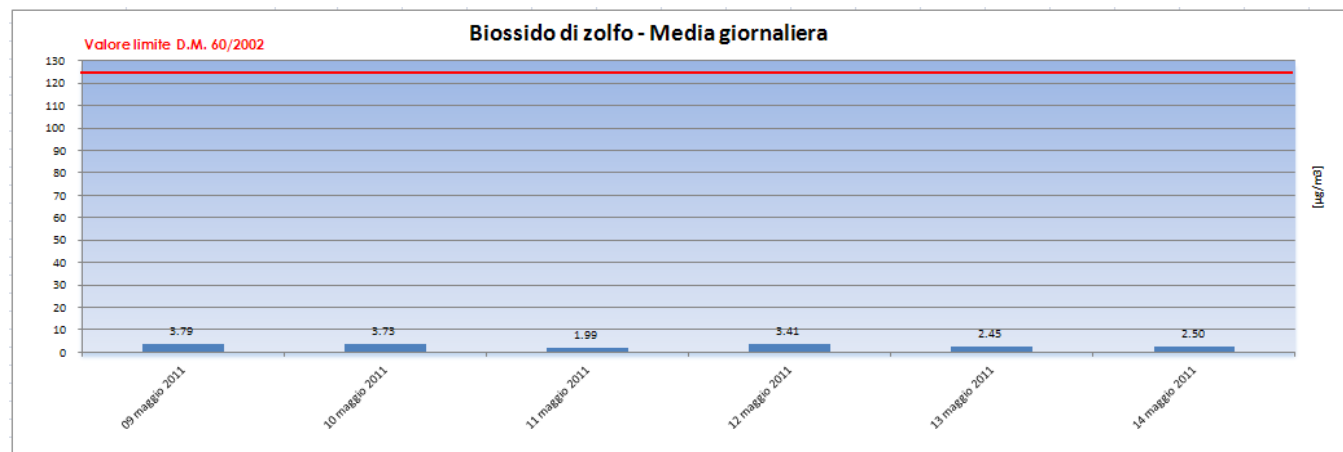


Figura 6 - Media giornaliera biossido di zolfo Maggio

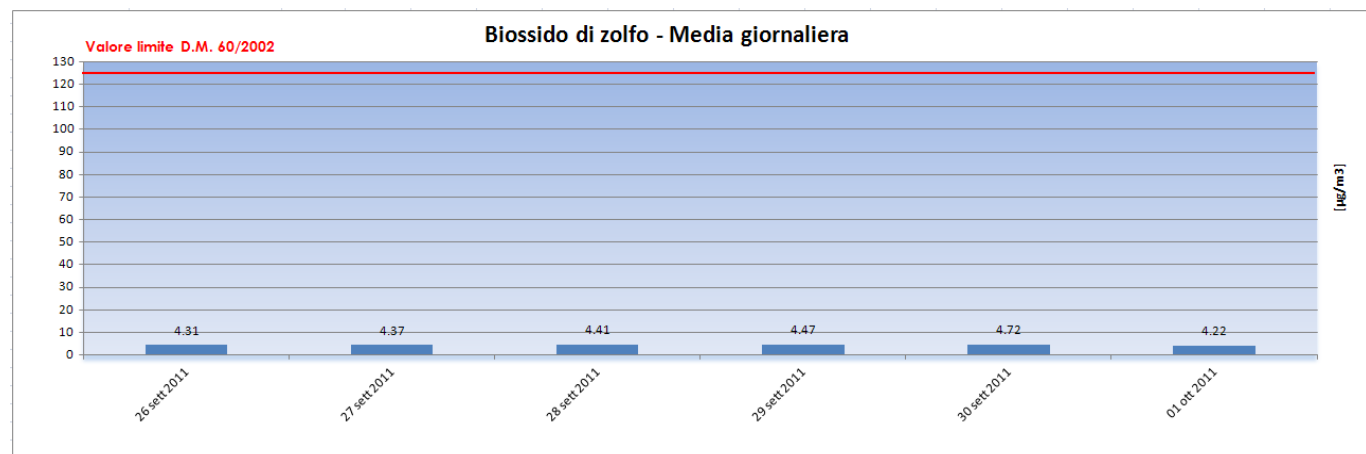


Figura 7 - Media giornaliera biossido di zolfo Ottobre

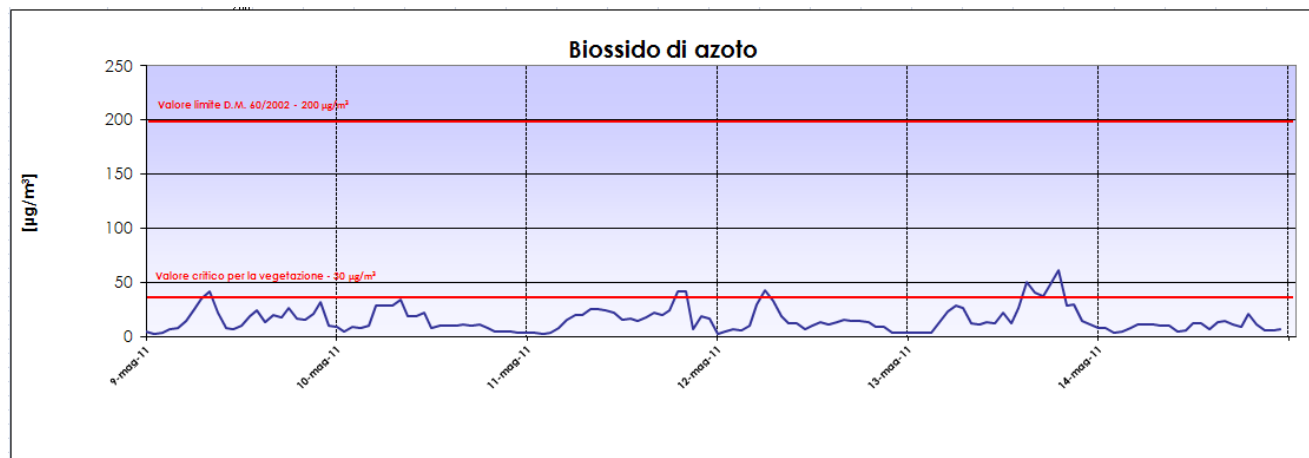


Figura 8 - Media oraria biossido di azoto Maggio

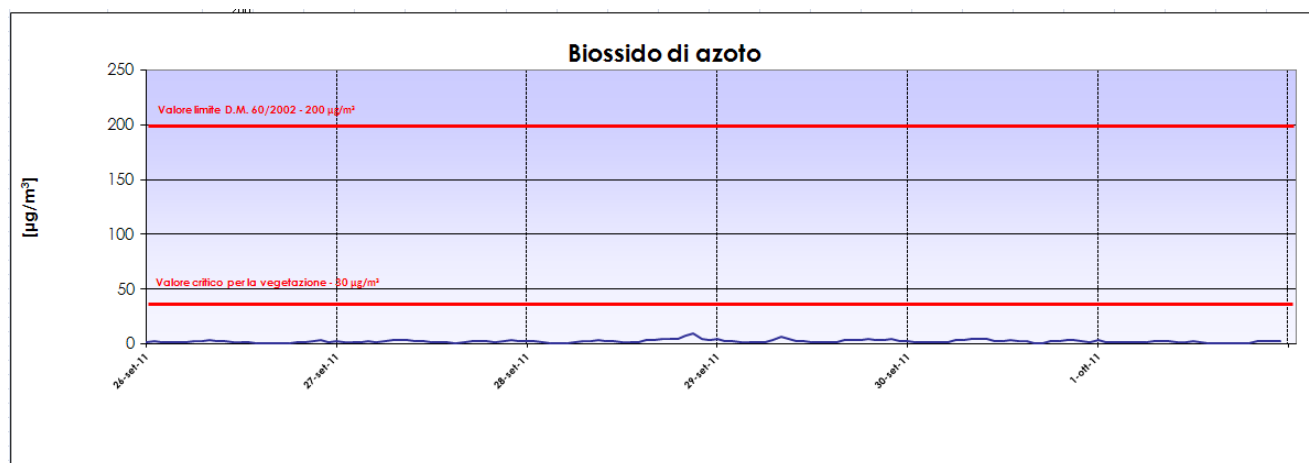


Figura 9 - Media oraria biossido di azoto Ottobre

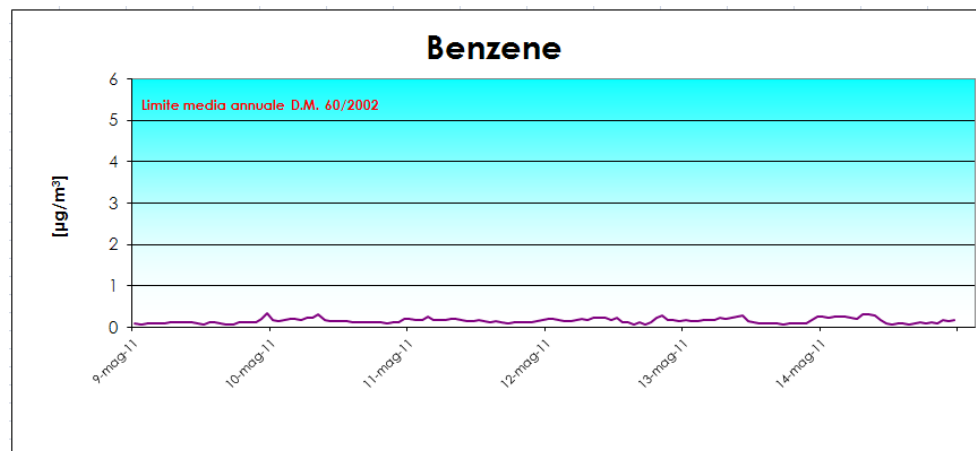


Figura 10 - Dinamica del benzene Maggio

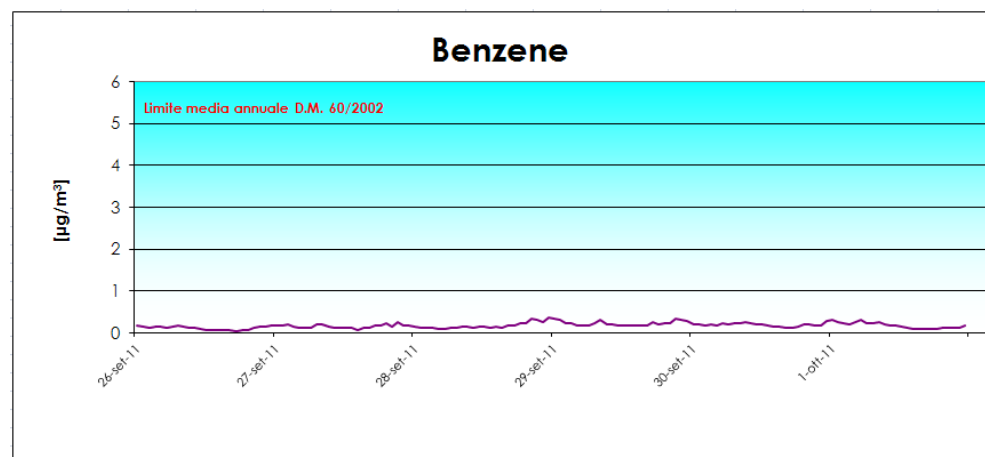


Figura 11 - Dinamica del benzene Ottobre

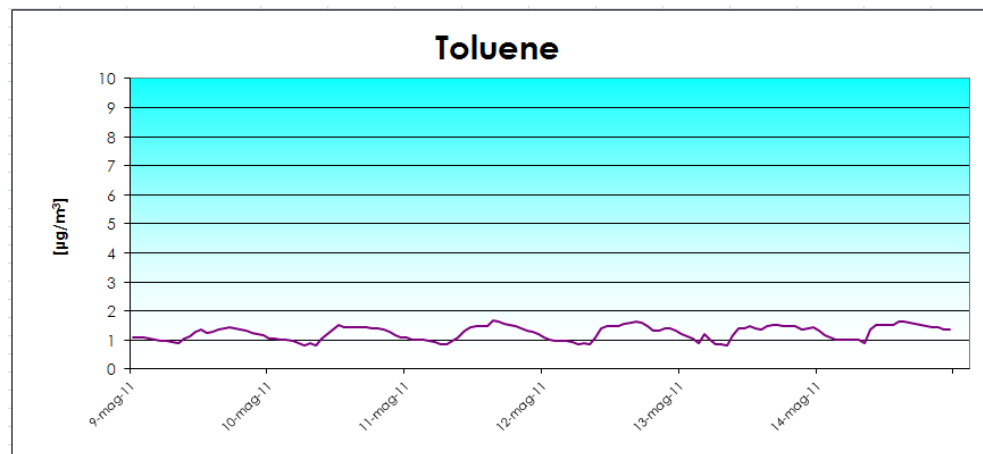


Figura 12 - Dinamica del toluene Maggio

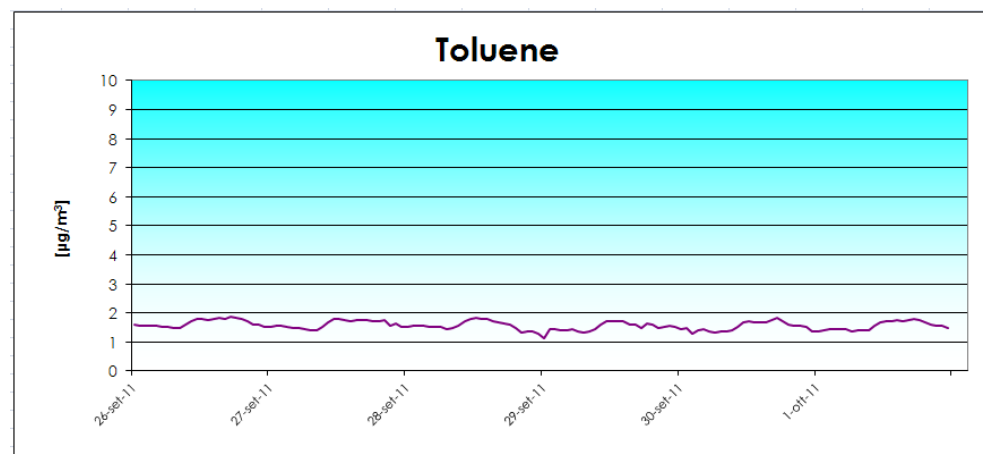


Figura 13 - Dinamica del toluene Ottobre

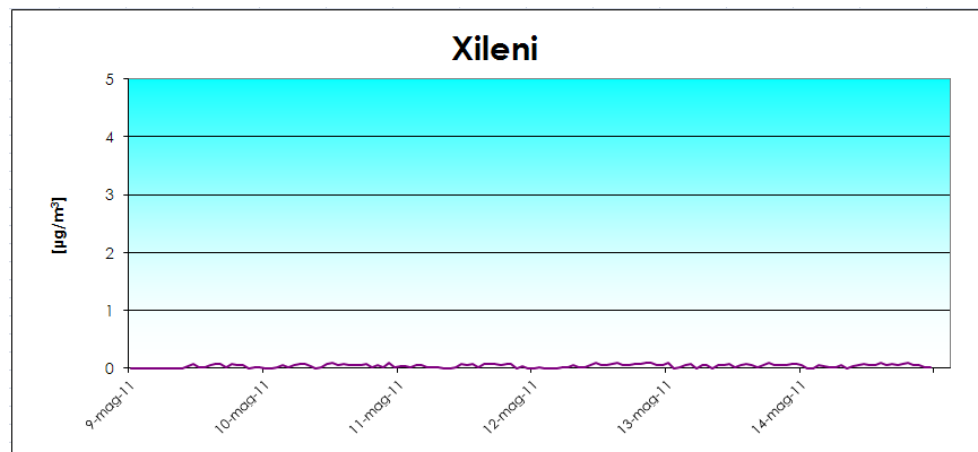


Figura 14 - Dinamica Xileni Maggio

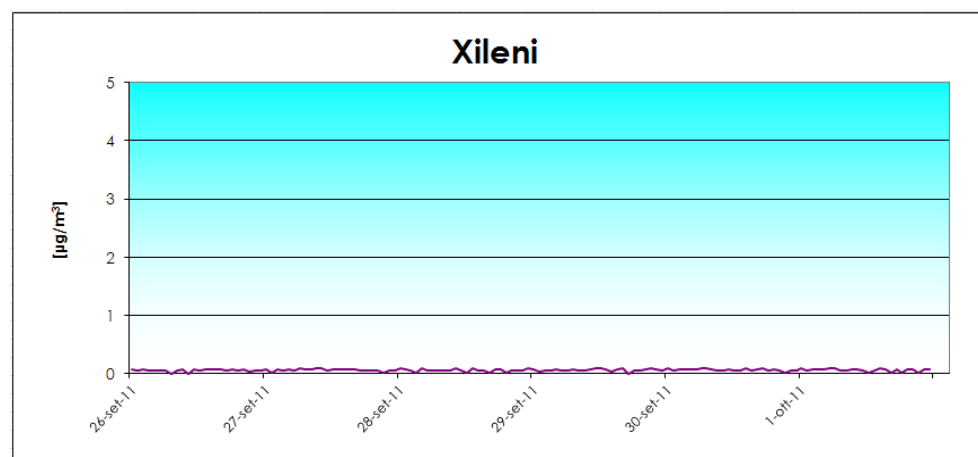


Figura 15 - Dinamica Xileni Ottobre