



**STUDIO B.6.72 B/I  
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL  
MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI  
DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE  
BOCCHIE LAGUNARI**

Contratto prot.n. 31572 si/gce/fbe

**III RAPPORTO DI VALUTAZIONE**

**Periodo di riferimento:  
da luglio 2006 a ottobre 2006**

**Area: Matrice suolo**

15 novembre 2006

**Consorzio per la Gestione del Centro di Coordinamento delle Attività di Ricerca  
inerenti il Sistema Lagunare di Venezia  
Palazzo Franchetti S. Marco 2847 30124 Venezia  
Tel. +39.041.2402511 Fax +39.041.2402512**

**Supervisore macroattività**

**Responsabile d'Area**

**Approvazione**

Ing. Rajandrea Sethi

Prof. Ing. Antonio Di Molfetta

Ing. Pierpaolo Campostrini

CORILA  
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA  
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

**INDICE**

1.	INTRODUZIONE.....	3
2.	STATO DI AVANZAMENTO CANTIERI .....	4
3.	MANUTENZIONE DELLA STRUMENTAZIONE.....	6
4.	ANALISI DEI DATI.....	7
4.1	Misura del carico idraulico mediante trasduttori di livello .....	8
4.2	Descrizione delle forzanti naturali.....	8
4.2.1	Precipitazioni.....	8
4.2.2	Livello del mare.....	11
4.2.3	Pressione atmosferica - $h_b$ .....	13
4.3	Piezometri superficiali – primo livello acquifero (Strato A) .....	15
4.3.1	Livelli piezometrici (carichi idraulici) - $h_{tl}$ .....	15
4.3.2	Effetti delle precipitazioni.....	17
4.3.3	Effetti mareali .....	23
4.4	Piezometri profondi – secondo livello acquifero (Strato C) .....	32
4.4.1	Livelli piezometrici (carichi idraulici) - $h_{tl}$ .....	32
4.4.2	Effetti delle precipitazioni.....	34
4.4.3	Effetti mareali .....	40
4.5	Studio piezometrico .....	51
4.5.1	Piezometria superficiale.....	53
4.5.2	Piezometria profonda.....	59
5.	VERIFICA DEL RISPETTO DELLE SOGLIE DI AZIONE .....	65
6.	CONCLUSIONI.....	73
	ALLEGATO 1 - LIVELLI DEL MARE MISURATI IN CORRISPONDENZA DEL MAREOGRAFO DIGA SUD LIDO.....	75

## 1. INTRODUZIONE

Il presente documento descrive l'analisi dei dati derivanti dal terzo quadrimestre di monitoraggio, dal 1 luglio 2006 al 31 ottobre 2006, relativi all'osservazione degli effetti delle attività del cantiere alla Bocca di Lido sui due livelli acquiferi, come previsto dal Disciplinare Tecnico (Studio B.6.72 B/I "Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari", Consorzio Venezia Nuova, 2004) ed illustrato nel "Rapporto di Pianificazione Operativa" (dicembre 2005).

Nel presente Rapporto sono riportati i tracciati relativi ai livelli piezometrici in corrispondenza delle 11 postazioni doppie di monitoraggio nel periodo di osservazione. I dati sono messi in relazione alle forzanti naturali (precipitazioni, oscillazioni mareali e pressione atmosferica) che concorrono alla determinazione dei livelli piezometrici dei due acquiferi monitorati. I livelli piezometrici misurati nelle postazioni di monitoraggio sono stati confrontati con quelli registrati durante la Fase A, relativa agli andamenti dei livelli nella situazione *ante operam*. Inoltre, essi sono stati confrontati con le soglie di alto e basso livello, allo scopo di evidenziarne eventuali superamenti.

## 2. STATO DI AVANZAMENTO CANTIERI

In questo paragrafo è riportata una descrizione sintetica dello stato attuale dei lavori in corrispondenza della Bocca di Lido, aggiornata al 30 ottobre 2006.

In Fig.2.1 è possibile osservare alcune delle attività completate ed indicate nei rapporti mensili "Interventi alle Bocche di porto per la difesa dalle acque alte - Lido Treporti. OP/299. Porto Rifugio - 1^Fase - Tura" (Consorzio Venezia Nuova, ottobre 2006):

- la realizzazione della scogliera di protezione del terrapieno lato mare e del bacino del futuro porto rifugio;
- l'infissione del palancoato di chiusura della conca lato mare e lato terra;
- la realizzazione delle piste in sabbia per l'esecuzione della barriera idraulica realizzata mediante palancoato e diaframmi plastici;
- la realizzazione del terrapieno lato mare con riempimento di materiale sabbioso dragato;
- la costruzione del masso di coronamento in calcestruzzo, in prossimità del terrapieno lato mare;
- l'infissione del palancoato (lato mare), iniziata l'8 marzo 2006 e terminata a fine maggio 2006;
- il riempimento con sabbia della tura della conca di navigazione lato terra;
- la realizzazione del diaframma plastico con tecnica Bauer lungo la pista parallela al Lungomare Dante Alighieri, iniziata il 4 maggio 2006 e terminata all'inizio del mese di ottobre;

Le lavorazioni che risultano in corso sono:

- il riempimento con sabbia del terrapieno lato laguna;
- le intercettazioni degli scarichi delle acque miste ed esecuzione del loro prolungamento oltre la scogliera del terrapieno lato laguna.

CORILA  
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA  
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

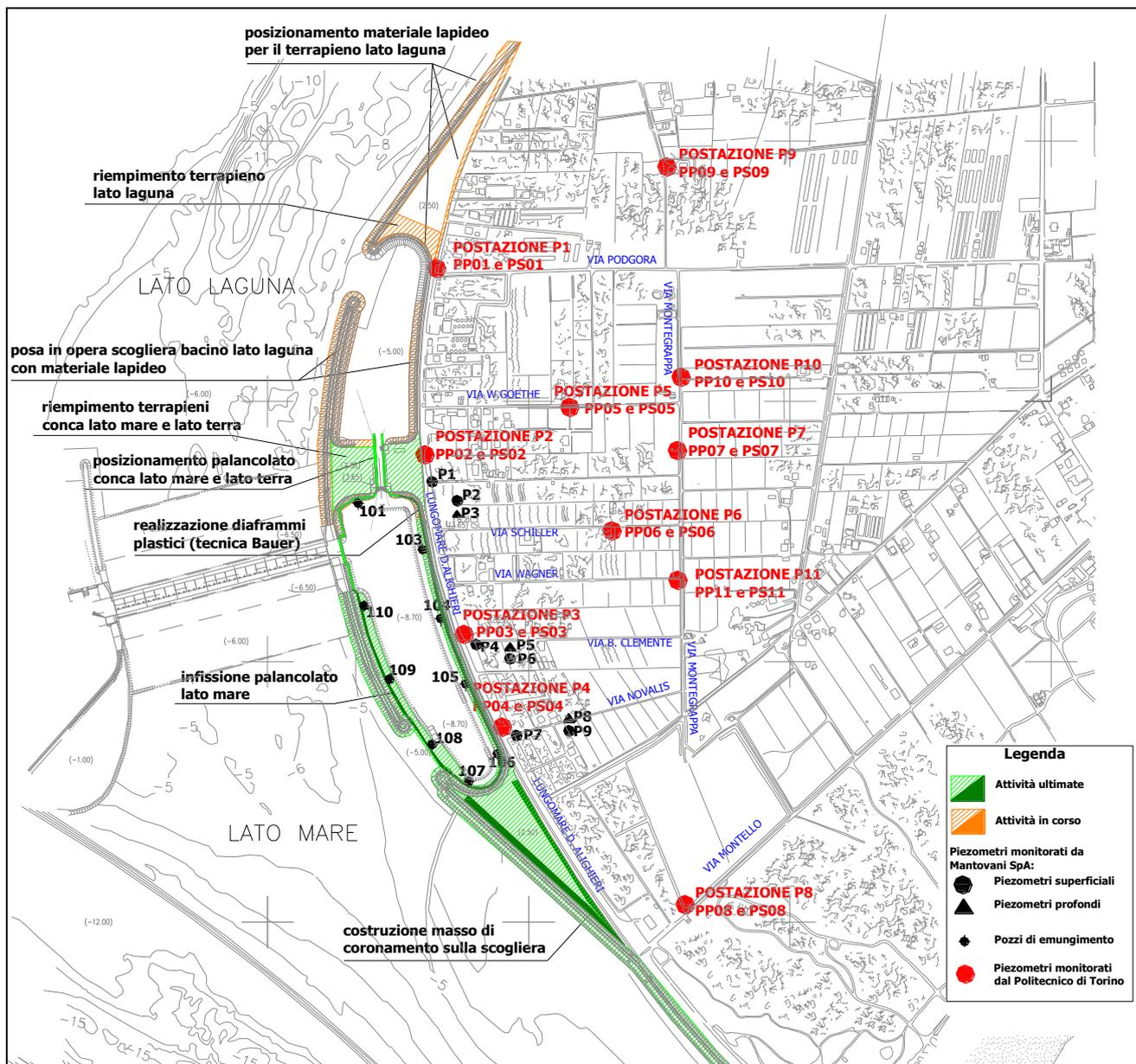


Fig. 2.1 - Stato avanzamento attività di cantiere

### **3. FUNZIONAMENTO DELLA STRUMENTAZIONE**

Nel corso dei quattro mesi di monitoraggio è stata riscontrata una sola irregolarità di funzionamento di un trasduttore di pressione: il barologger B02 in data 08/09/2006 alle ore 20:40 ha subito un arresto dell'acquisizione dei dati. In occasione del sopralluogo del mese di ottobre, è stato ripristinato il funzionamento del trasduttore, che ha ripreso a registrare correttamente i dati di pressione a partire dal 06/10/2006, alle ore 8:40.

#### 4. ANALISI DEI DATI

In questo capitolo vengono analizzate le risposte del sistema dinamico, registrate dai trasduttori di livello disposti nelle 11 postazioni doppie di monitoraggio (Fig.4.1), nel periodo compreso tra il 01/07/2006 e il 31/10/2006.

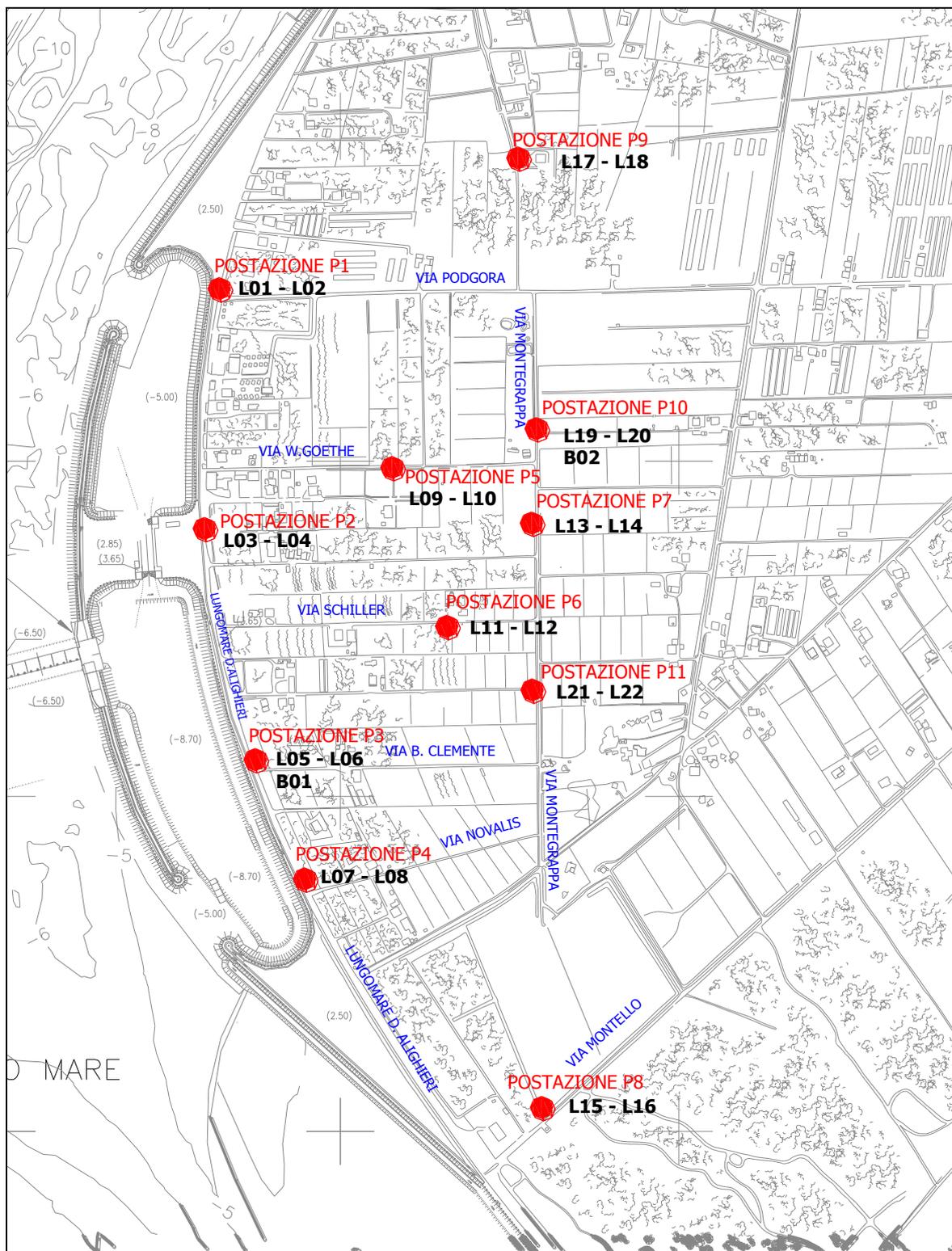


Fig.4.1 - Ubicazione delle postazioni di monitoraggio, dei Levellogger e dei Barologger

#### 4.1 Misura del carico idraulico mediante trasduttori di livello

La risposta del sistema è misurata dal carico idraulico  $h_{tl}$ , registrato dai 22 trasduttori di livello e calcolabile mediante l'espressione (si veda "Rapporto di Pianificazione Operativa", dicembre 2005):

$$h_{tl} = z_t - l_{cc} + h_p = z_t - l_{cc} + (h_{p-nc} - h_{cp}) - (h_b - h_{cb})$$

dove:

$z_t$  quota ortometrica assoluta del punto di riferimento;

$l_{cc}$  lunghezza cavo corretta pari a 7.627 m;

$h_p$  battente idrico insistente sul trasduttore, compensato dalla pressione atmosferica;

$h_{p-nc}$  battente idrico non compensato dalla pressione atmosferica (lettura Levellogger);

$h_b$  battente idrico corrispondente alla pressione atmosferica (lettura Barologger).

$h_{cp}, h_{cb}$  coefficienti correttivi relativi al Levellogger ed al Barologger calcolati in fase di calibrazione.

#### 4.2 Descrizione delle forzanti naturali

Di seguito vengono descritti e presentati i dati relativi alle forzanti naturali che possono influenzare i livelli piezometrici:

- Precipitazioni, registrate dalla stazione meteorologica gestita dalla "Matrice Aria e Agenti Chimici";
- oscillazioni mareali, registrate dal mareografo Diga Sud Lido (stazione di monitoraggio meteorologico dell'Istituzione Centro Previsioni e Segnalazioni Maree);
- pressione atmosferica, registrata da 2 Barologger.

##### 4.2.1 Precipitazioni

I dati di precipitazione sono stati acquisiti dalla centralina MET 3000R (ubicata presso il Circolo della Vela, Lungomare Dante Alighieri, Fig.4.2), gestita dal settore "Matrice Aria e Agenti Chimici".

In Fig.4.3 è riportato l'andamento delle precipitazioni registrate durante i quattro mesi di monitoraggio. Sono stati considerati significativi gli eventi piovosi caratterizzati da un'altezza superiore a 5 mm, come riporta la Tab.4.1. Si precisa che nel corso del mese di agosto si è verificata un'interruzione dell'acquisizione automatica dei dati, dalle ore 0:00 del 19/08 alle ore 23:00 del 22/08, causa danneggiamento del campionatore di PM<sub>10</sub> a Punta Sabbioni, perciò in tali date non si hanno a disposizione i valori di altezza di pioggia.

CORILA  
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA  
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

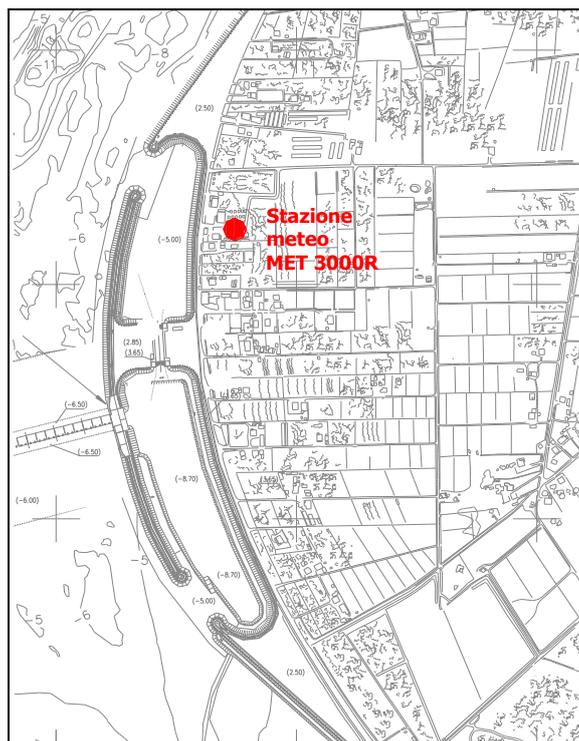


Fig.4.2 - Ubicazione stazione meteo

Tab. 4.1 - Eventi pluviometrici significativi verificatisi nel periodo di monitoraggio.

DATA	DURATA [h]	ENTITA' [mm]
07/07/06	2	23.4
24/07/06	3	8.0
01/08/06	10	9.4
03/08/06	5	5.4
04/08/06	2	18.4
12/08/06	3	7.0
14/08/06	2	24.8
24/08/06	3	11.6
25/08/06	1	8.4
25/08/06	1	11.0
27/08/06	4	24.4
29/08/06	6	15.6
15/09/06	11	40.6
16/09/06	1	9.2
16-17/09/06	30	97.4
19-20/10/06	12	5.8

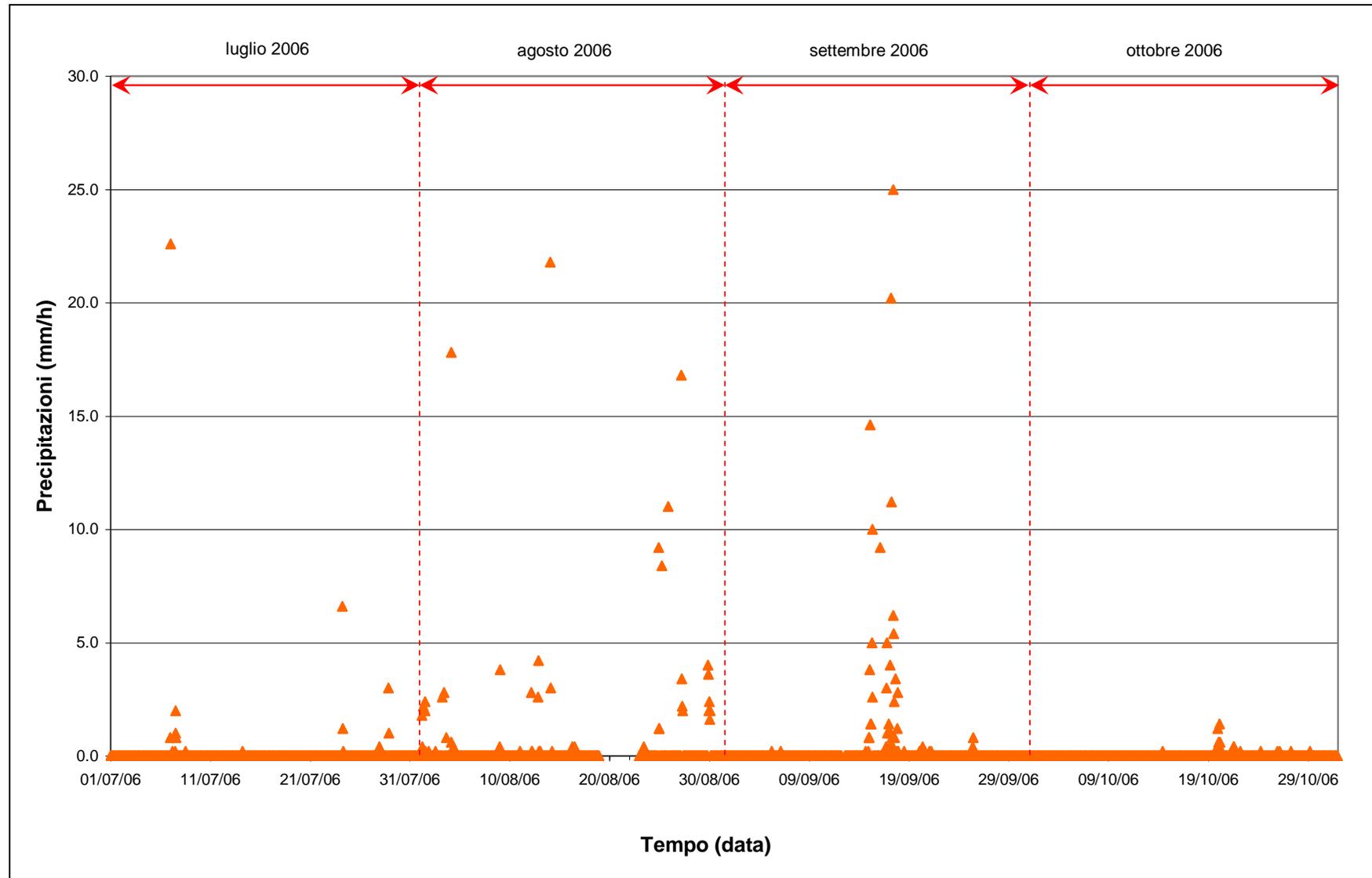


Fig.4.3 - Precipitazioni registrate nel periodo di monitoraggio 01/07/2006 - 31/10/2006

CORILA  
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA  
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

**4.2.2** Livello del mare

In Allegato 1 è riportata la serie temporale relativa ai livelli marini ed in Fig.4.4 è riportato l'andamento del livello del mare registrato dal mareografo Diga Sud Lido durante i quattro mesi di monitoraggio. I dati riportati sono riferiti alla Rete Altimetrica dello Stato "Genova 1942" e sono caratterizzati da una frequenza di acquisizione oraria nell'intero periodo monitorato.

Il tracciato di misura è caratterizzato da una ciclicità tipica dovuta alle influenze delle fasi lunari, in base alle quali il quadrimestre monitorato è stato diviso in diversi periodi (Tab.4.2).

In corrispondenza dei periodi di novilunio e plenilunio si verificano incrementi di frequenza del fenomeno oscillatorio: le ampiezze d'onda medie variano da un minimo di 0.839 m ad un massimo di 1.067 m. In corrispondenza dei quarti di luna, invece, le oscillazioni sono meno frequenti e più smorzate, e contraddistinte da ampiezze medie variabili da un minimo di 0.578 m ad un massimo di 0.726 m.

Il valore medio dell'ampiezza di oscillazione calcolato sull'intero periodo è pari a 0.794 m, mentre il valore medio dei livelli marini è pari a 0.094 m s.l.m.

Tab. 4.2- Studio dei livelli marini e ampiezze d'onda

Periodo di osservazione	Livello marino medio (m s.l.m.)	Ampiezze medie (m)	Periodo lunare
1 - 6 luglio	0.067	0.612	
7 - 13 luglio	0.015	0.994	Plenilunio
14 - 21 luglio	-0.048	0.721	
22 - 29 luglio	-0.004	0.946	Novilunio
30 luglio - 5 agosto	0.108	0.610	
6 - 12 agosto	0.111	1.067	Plenilunio
13 - 19 agosto	0.112	0.674	
20 - 26 agosto	0.085	0.914	Novilunio
27 agosto - 3 settembre	0.072	0.578	
4 - 10 settembre	-0.026	1.039	Plenilunio
11 - 18 settembre	0.152	0.726	
19 - 26 settembre	0.154	0.839	Novilunio
27 settembre - 3 ottobre	0.239	0.597	
4 - 10 ottobre	0.094	1.044	Plenilunio
11 - 18 ottobre	0.040	0.604	
19 - 25 ottobre	0.232	0.914	Novilunio
26 - 31 ottobre	0.135	0.602	
1 luglio - 5 agosto	0.028	0.777	
6 agosto - 3 settembre	0.095	0.808	
4 settembre - 3 ottobre	0.130	0.800	
4 ottobre - 31 ottobre	0.125	0.791	
intero periodo	0.094	0.794	

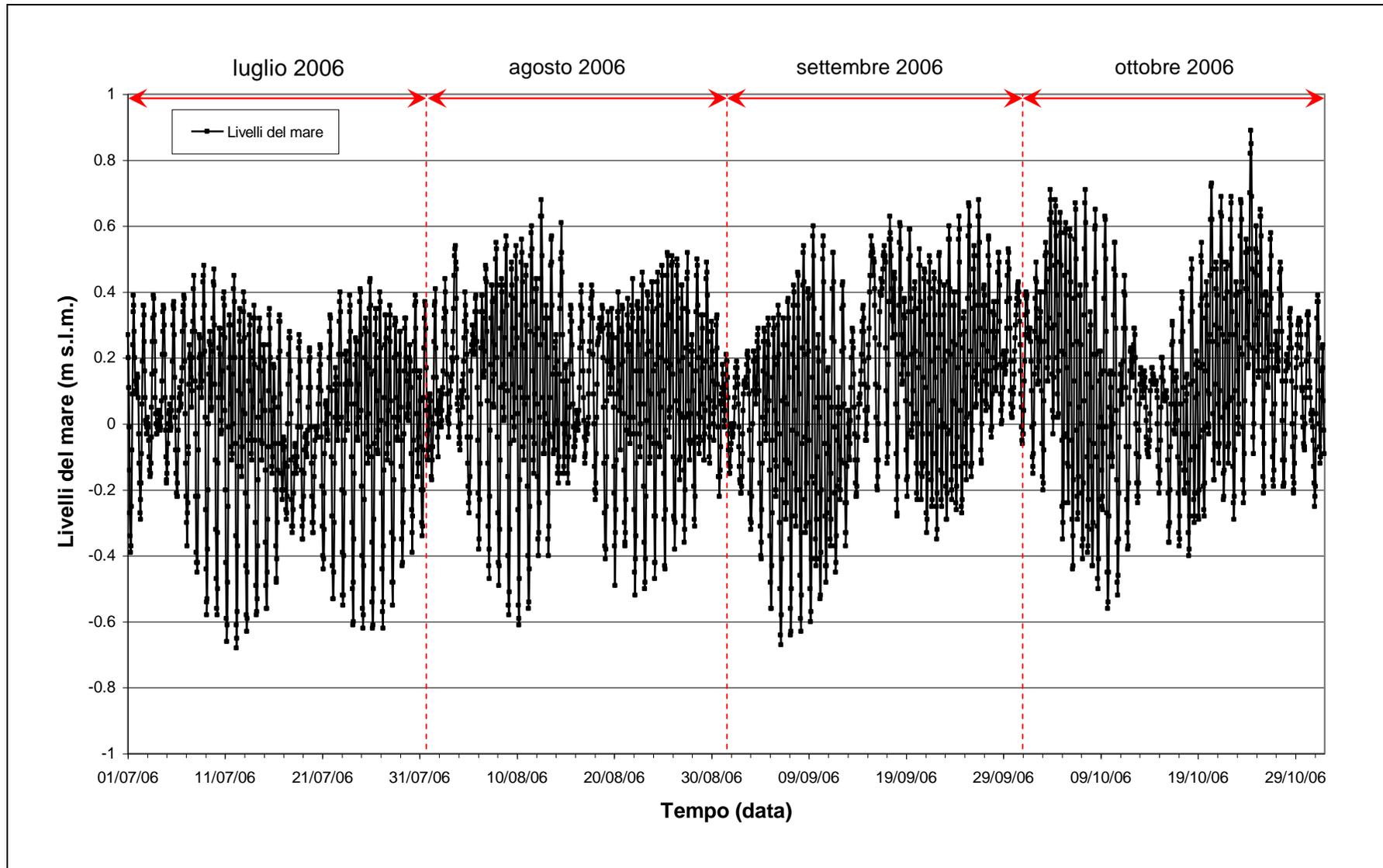


Fig. 4.4 - Livello del mare misurato in corrispondenza del mareografo Diga Sud Lido. I livelli sono riferiti al sistema IGM - "Genova 1942"

#### 4.2.3 *Pressione atmosferica - $h_b$*

Nell'area oggetto del monitoraggio sono presenti due Barologger B01 e B02, in corrispondenza dei piezometri profondi PP03 e PP10, che registrano la pressione atmosferica in corrispondenza di due aree: una in prossimità del Lungomare Dante Alighieri, l'altra più interna (Fig.4.5).

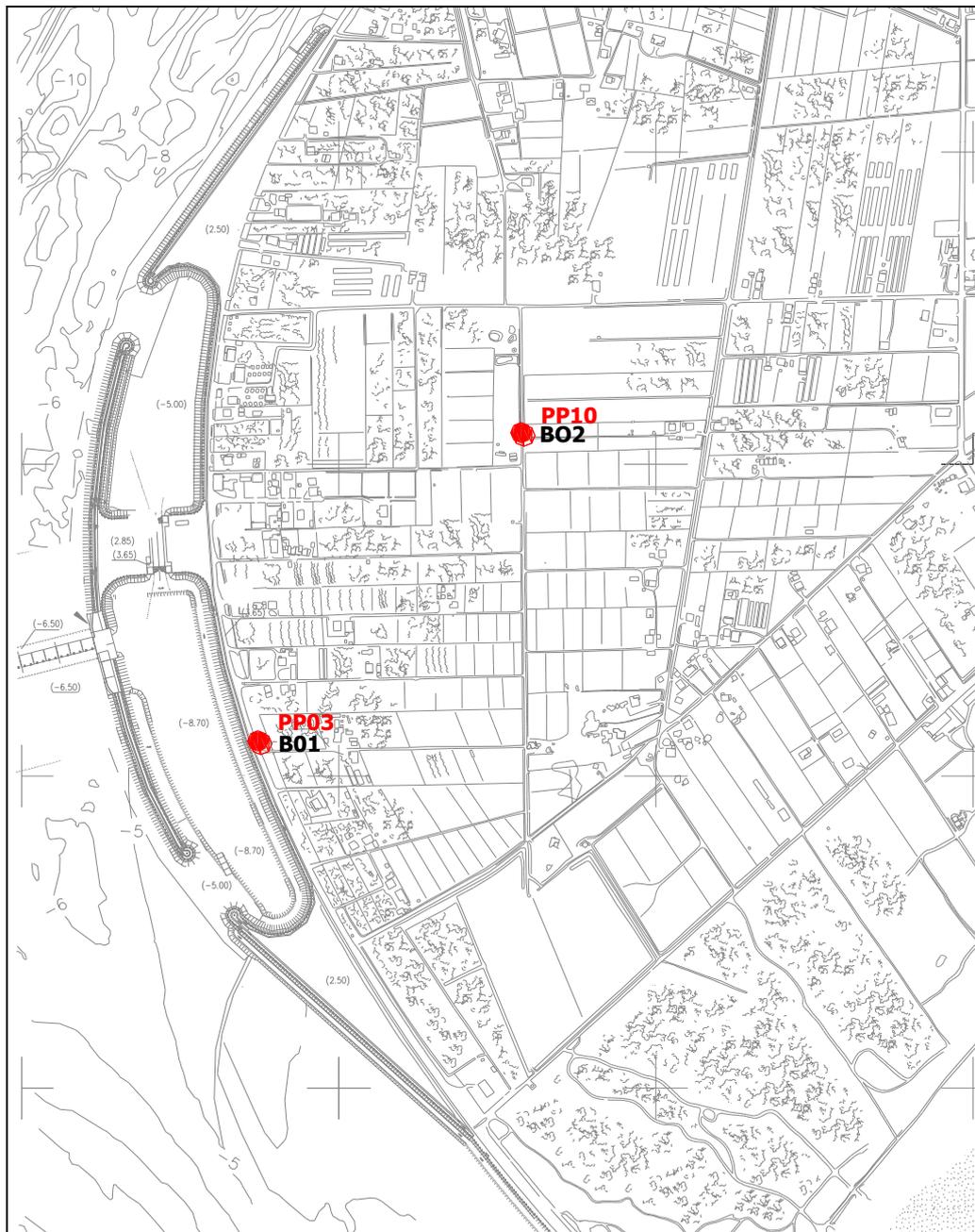
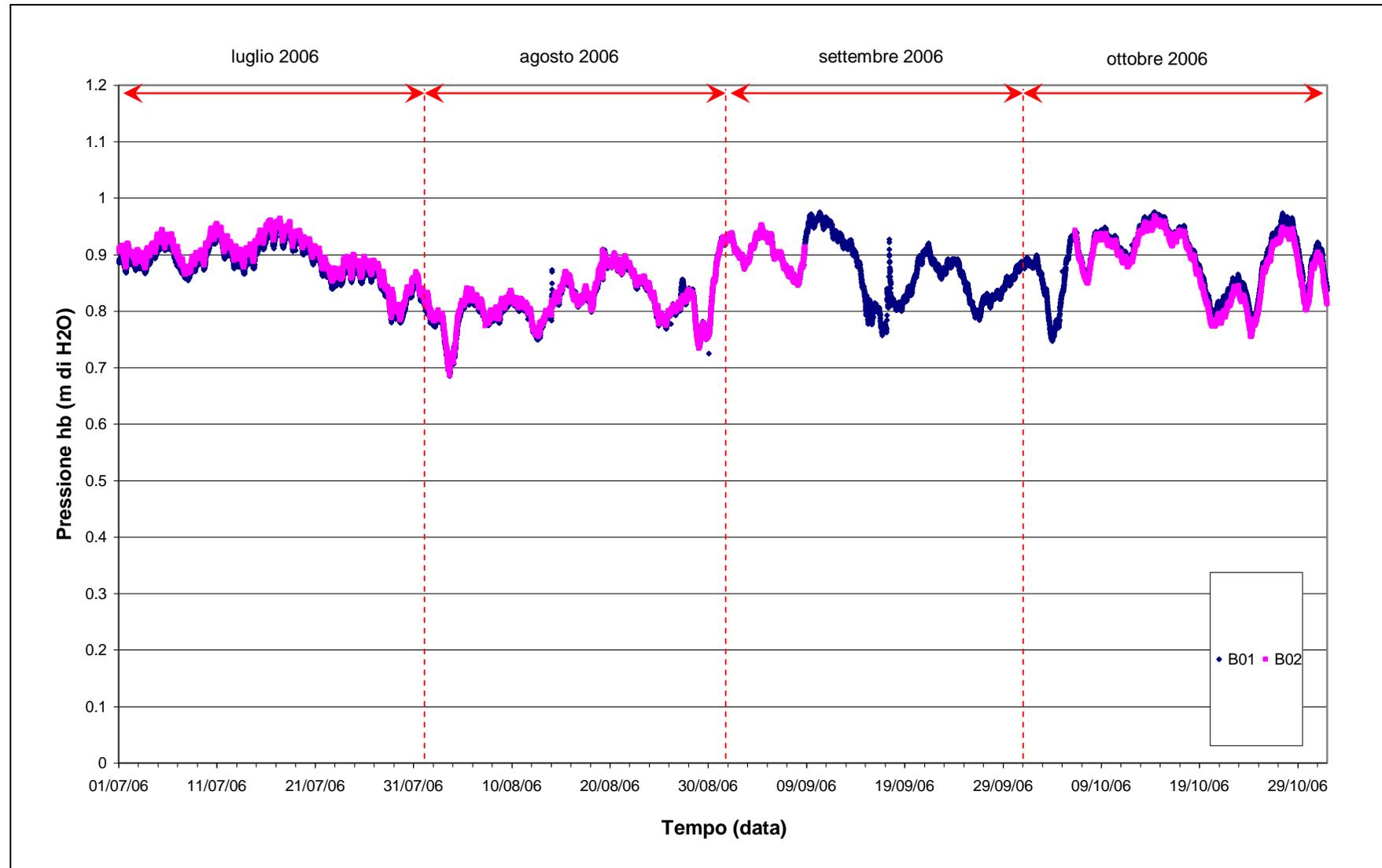


Fig.4.5- Ubicazione dei Barologger B01 e B02

In Fig.4.6 è riportato l'andamento dei tracciati di misura dei Barologger nel periodo di osservazione: i dati registrati dai due strumenti sono in buon accordo. Analogamente a quanto descritto nel "Rapporto di Variabilità Attesa" (dicembre 2005), per la compensazione dei dati di livello è stato utilizzato il Barologger B02, ad eccezione del periodo di mancato funzionamento del trasduttore, in cui sono stati utilizzati i dati registrati dal barologger B01 e quelli della centralina MET3000R (vedasi Rapporto Mensile Settembre 2006).

Fig.4.6 - Tracciati di misura dei Barologger B01 e B02 (h<sub>b</sub>)

### **4.3 Piezometri superficiali – primo livello acquifero (Strato A)**

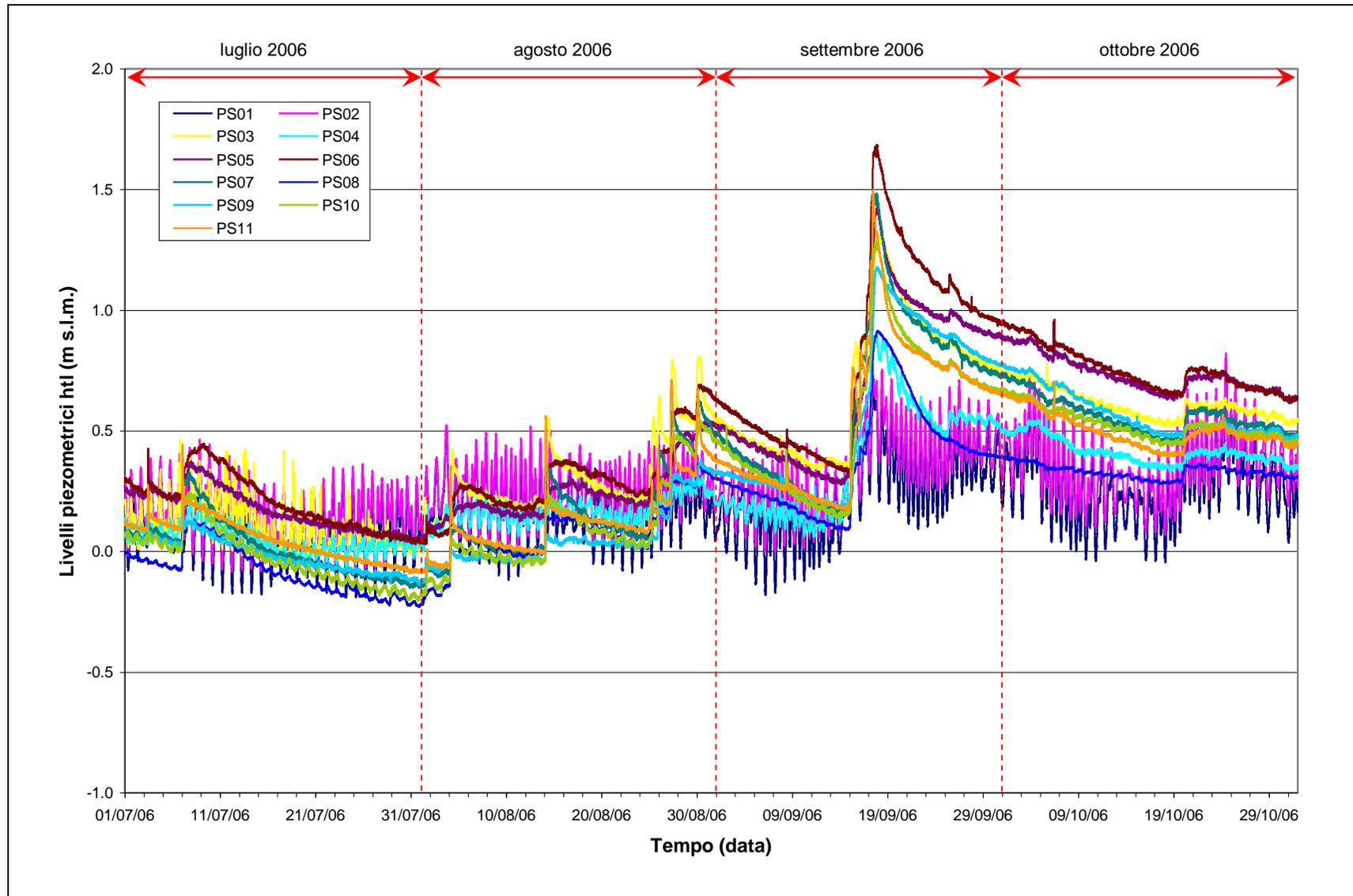
In questo capitolo vengono presentate ed analizzate le serie temporali dei livelli piezometrici assoluti degli 11 piezometri superficiali finestrati in corrispondenza del primo livello acquifero (Strato A), calcolati secondo quanto descritto nel paragrafo 4.1.,

#### **4.3.1 *Livelli piezometrici (carichi idraulici) - htl***

I dati riportati in Fig.4.7 sono riferiti ai 4 mesi di monitoraggio di Fase B.

Dall'analisi dei tracciati riportati in Fig.4.7 è possibile osservare come i livelli piezometrici dei piezometri superficiali subiscano un progressivo aumento e siano in misura diversa sensibili alle forzanti naturali:

- i piezometri PS01 e PS02, posti in prossimità del Lungomare Dante Alighieri, sono caratterizzati da un andamento sinusoidale correlabile alle evoluzioni mareali;
- i piezometri PS05, PS06, PS07, PS08, PS09, PS10 e PS11, collocati nella porzione più interna della Area di Monitoraggio e quindi più distanti dal mare, presentano tracciati di misura caratterizzati da un andamento influenzato soprattutto dai fenomeni meteorologici;
- i piezometri PS03 e PS04, benché posti in prossimità del lungomare, mostrano una dinamica simile a quella dei piezometri interni, cioè maggiormente influenzata dai fenomeni meteorologici ed in misura minore dalle oscillazioni mareali, contrariamente a quanto avveniva nei mesi precedenti (Studio B.6.72 B/I "Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari", I e II Rapporto di Valutazione). In particolare, il piezometro PS03 mostra una variazione nella dinamica a partire dal mese di agosto, mentre il PS04 a partire dal mese di settembre. Tale comportamento è probabilmente da correlarsi alla costruzione del diaframma plastico lungo la pista parallela al lungomare Dante Alighieri, iniziata nel mese di maggio e terminata nei primi giorni del mese di ottobre. La presenza del diaframma, che si intesta a 25 metri di profondità dal piano campagna, isola parzialmente i piezometri superficiali PS03 e PS04 dall'influenza delle oscillazioni mareali.

Fig.4.7 - Livelli piezometrici ( $h_t$ ) relativi ai piezometri superficiali

#### 4.3.2 Effetti delle precipitazioni

In Fig.4.8 è visualizzato l'andamento dei livelli piezometrici in corrispondenza dei piezometri superficiali maggiormente sensibili alle precipitazioni. Dai tracciati di misura è possibile notare come, in occasione di eventi pluviometrici particolarmente intensi, in corrispondenza di alcuni piezometri superficiali si verificano notevoli escursioni dal livello piezometrico. I picchi che si ottengono a seguito degli eventi meteorici si smorzano con legge esponenziale e i livelli piezometrici diminuiscono progressivamente all'aumentare del tempo trascorso dall'ultimo evento piovoso. Tale diminuzione è evidente nel mese di luglio e nel mese di ottobre, per la presenza di più giorni consecutivi caratterizzati da assenza di precipitazioni. Nel mese di agosto, invece, la sequenza di eventi piovosi ravvicinati nel tempo impedisce il ripristino del livello piezometrico osservato prima di ogni precipitazione. Oltre ai piezometri interni all'Area di Monitoraggio, sono stati determinati gli effetti delle precipitazioni anche per i due piezometri PS03 e PS04, situati vicino al lungomare.

Riferendosi esclusivamente ai fenomeni meteorologici di entità tale da determinare un innalzamento dei livelli piezometrici, sono state calcolate le escursioni di livello nei piezometri superficiali interni all'Area di Monitoraggio (Tab.4.4, Tab.4.5 e Tab.4.6). Per raffronto sono riportati anche i dati relativi all'influenza dei fenomeni meteorologici avvenuti durante la Fase A (Tab.4.3).

La risposta all'evento meteorico è simile per tutti i piezometri, ma è particolarmente accentuata in corrispondenza dei piezometri PS06, PS07 e PS11, mentre il PS08 e il PS09 mostrano le risposte meno marcate. In particolare, le escursioni di livello sono comprese tra un minimo di 0.035 m (in corrispondenza del PS09, mese di ottobre) ed un massimo di 1.308 m (in corrispondenza del PS06, mese di settembre). Nella Fase A si era riscontrato che il piezometro maggiormente sensibile alle precipitazioni era il PS06 mentre quello che mostrava la minore escursione di livello era il PS08.

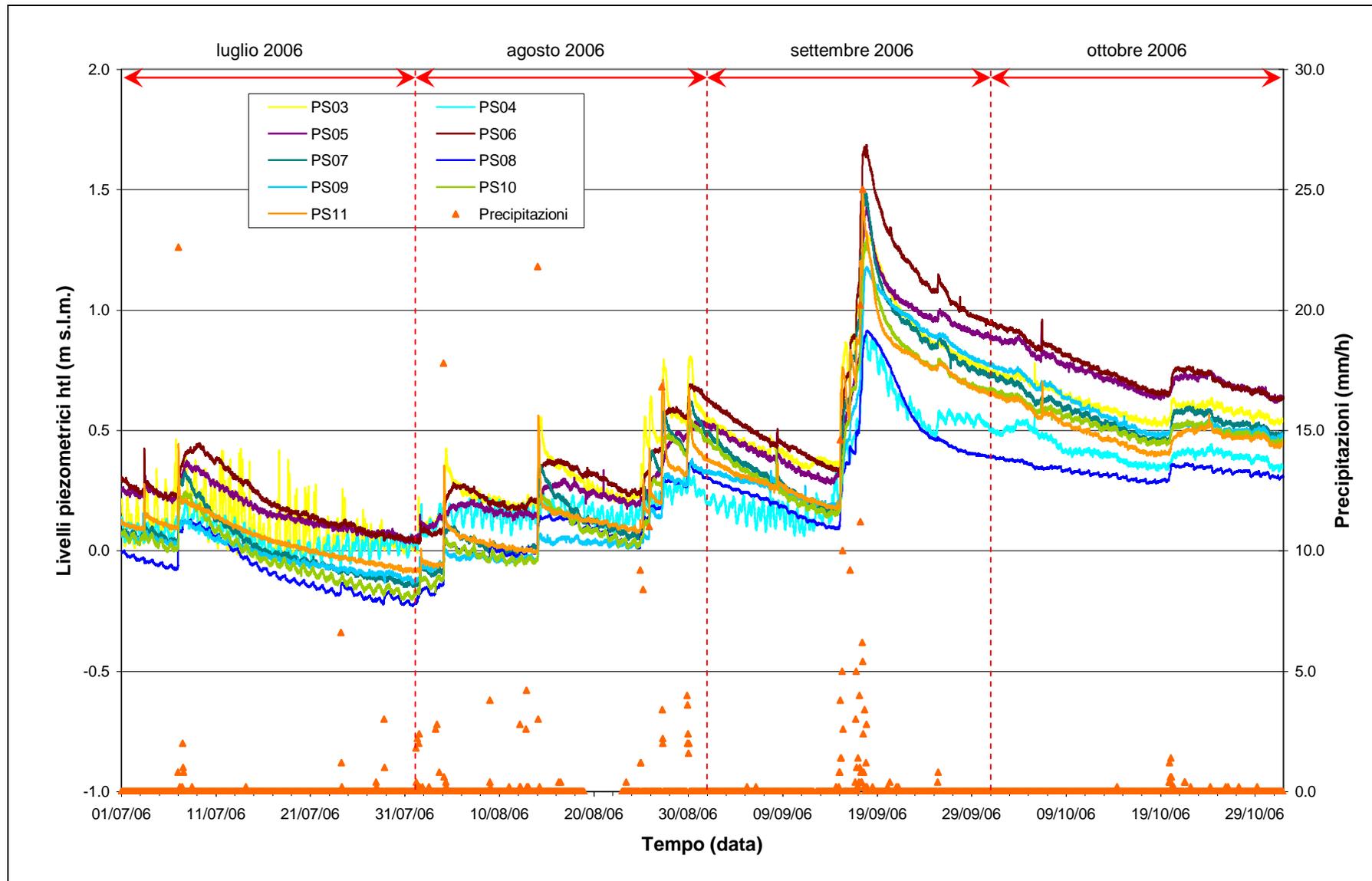


Fig.4.8 - Livelli piezometrici dei piezometri superficiali maggiormente sensibili alle precipitazioni

CORILA  
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA  
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tab.4.3 – Statistiche relative all’influenza delle precipitazioni sui livelli registrati nei piezometri superficiali interni all’ Area di Monitoraggio. Fase A.

Piezometro Superficiale	Primo evento meteorico			Secondo evento meteorico		
	20 ottobre 2005		7.2 mm	5-6-7 novembre 2005		59.8 mm
	Livello piezometrico medio prima della precipitazione (m s.l.m.)	Max escursione (m)	Rapporto altezza di pioggia/Max escursione (-)	Livello piezometrico medio prima della precipitazione (m s.l.m.)	Max escursione (m)	Rapporto altezza di pioggia/Max escursione (-)
PS05	0.920	0.124	n. d.	0.801	0.456	0.131
PS06	1.015	0.160	n. d.	0.855	0.793	0.075
PS07	0.746	0.146	n. d.	0.649	0.606	0.098
PS08	0.384	0.025	n. d.	0.346	0.344	0.174
PS09	0.783	0.087	n. d.	0.643	0.389	0.153
PS10	0.735	0.100	n. d.	0.639	0.507	0.118
PS11	0.766	0.140	n. d.	0.678	0.490	0.122

N.b.: si ricorda che durante la prima precipitazione si è verificato un malfunzionamento del pluviometro che rende impossibile un calcolo esatto dell’altezza di pioggia.

Tab.4.4 – Statistiche relative all’influenza delle precipitazioni sui livelli registrati nei piezometri superficiali interni all’area di monitoraggio. Mese di luglio 2006

Piezometro Superficiale	evento meteorico		
	7 luglio 2006		23.4 mm
	Livello piezometrico medio prima della precipitazione (m s.l.m.)	Max escursione (m)	Rapporto altezza di pioggia/Max escursione (-)
PS03	0.138	0.252	0.093
PS04	0.081	0.132	0.178
PS05	0.235	0.140	0.168
PS06	0.246	0.196	0.119
PS07	0.061	0.266	0.088
PS08	- 0.050	0.179	0.131
PS09	0.049	0.081	0.288
PS10	0.036	0.210	0.111
PS11	0.111	0.331	0.071

## CORILA

## ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tab.4.5 – Statistiche relative all'influenza delle precipitazioni sui livelli registrati nei piezometri superficiali interni all'area di monitoraggio. Mese di agosto 2006

Piezometro Superficiale	evento meteorico			evento meteorico			evento meteorico		
	1 agosto 2006		9.4 mm	4 agosto 2006		18.4 mm	14 agosto 2006		24.8 mm
	Livello piezometrico medio prima della precipitazione (m s.l.m.)	Max escursione (m)	Rapporto altezza di pioggia/Max escursione	Livello piezometrico medio prima della precipitazione (m s.l.m.)	Max escursione (m)	Rapporto altezza di pioggia/Max escursione	Livello piezometrico medio prima della precipitazione (m s.l.m.)	Max escursione (m)	Rapporto altezza di pioggia/Max escursione
PS03	0.141	0.284	0.065	0.198	0.357	0.069	0.232	0.409	0.076
PS04	0.133	0.063	0.291	0.142	0.106	0.234	0.137	0.127	0.243
PS05	0.064	0.087	0.108	0.127	0.065	0.283	0.154	0.116	0.215
PS06	0.057	0.059	0.159	0.077	0.188	0.098	0.190	0.181	0.137
PS07	- 0.124	0.096	0.097	- 0.087	0.187	0.098	0.007	0.349	0.071
PS08	- 0.204	0.055	0.172	- 0.154	0.196	0.094	- 0.005	0.149	0.167
PS09	- 0.104	0.077	0.121	- 0.061	0.067	0.274	- 0.036	0.109	0.228
PS10	- 0.169	0.088	0.107	- 0.120	0.172	0.107	- 0.035	0.268	0.093
PS11	- 0.067	0.075	0.125	- 0.059	0.411	0.045	0.010	0.550	0.045

(continua)

## CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tab.4.5 (continuazione) – Statistiche relative all'influenza delle precipitazioni sui livelli registrati nei piezometri superficiali interni all'area di monitoraggio.  
Mese di agosto 2006

Piezometro Superficiale	evento meteorico			evento meteorico			evento meteorico		
	24-25 agosto 2006		31.0 mm	27 agosto 2006		24.4 mm	29 agosto 2006		15.6 mm
	Livello piezometrico medio prima della precipitazione (m s.l.m.)	Max escursione (m)	Rapporto altezza di pioggia/Max escursione (-)	Livello piezometrico medio prima della precipitazione (m s.l.m.)	Max escursione (m)	Rapporto altezza di pioggia/Max escursione (-)	Livello piezometrico medio prima della precipitazione (m s.l.m.)	Max escursione (m)	Rapporto altezza di pioggia/Max escursione (-)
PS03	0.232	0.409	0.076	0.468	0.327	0.075	0.548	0.259	0.060
PS04	0.137	0.127	0.243	0.216	0.077	0.318	0.268	0.044	0.353
PS05	0.215	0.111	0.278	0.318	0.140	0.175	0.479	0.058	0.270
PS06	0.270	0.153	0.202	0.415	0.177	0.138	0.567	0.125	0.125
PS07	0.087	0.329	0.094	0.352	0.226	0.108	0.435	0.186	0.084
PS08	0.054	0.136	0.228	0.177	0.126	0.193	0.277	0.088	0.177
PS09	0.027	0.151	0.205	0.143	0.178	0.137	0.284	0.098	0.159
PS10	0.052	0.251	0.124	0.281	0.210	0.116	0.424	0.117	0.133
PS11	0.104	0.323	0.096	0.205	0.506	0.048	0.329	0.346	0.045

CORILA  
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA  
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tab.4.6 – Statistiche relative all’influenza delle precipitazioni sui livelli registrati nei piezometri superficiali interni all’area di monitoraggio. Mese di settembre 2006

Piezometro Superficiale	evento meteorico		
	14-16 settembre 2006		147.2 mm
	Livello piezometrico medio prima della precipitazione (m s.l.m.)	Max escursione (m)	Rapporto altezza di pioggia/Max escursione (-)
PS03	0.365	0.950	0.155
PS04	0.147	0.749	0.197
PS05	0.311	1.115	0.132
PS06	0.377	1.308	0.113
PS07	0.199	1.283	0.115
PS08	0.120	0.794	0.185
PS09	0.205	0.973	0.151
PS10	0.176	1.116	0.132
PS11	0.206	1.290	0.114

Tab.4.7 – Statistiche relative all’influenza delle precipitazioni sui livelli registrati nei piezometri superficiali interni all’area di monitoraggio. Mese di ottobre 2006

Piezometro Superficiale	evento meteorico		
	19-20 ottobre 2006		9.2 mm
	Livello piezometrico medio prima della precipitazione (m s.l.m.)	Max escursione (m)	Rapporto altezza di pioggia/Max escursione (-)
PS03	0.543	0.091	0.101
PS04	0.356	0.069	0.133
PS05	0.659	0.078	0.117
PS06	0.674	0.090	0.102
PS07	0.472	0.124	0.074
PS08	0.292	0.071	0.129
PS09	0.497	0.035	0.264
PS10	0.462	0.082	0.113
PS11	0.415	0.093	0.099

### 4.3.3 Effetti mareali

In Fig.4.9 è possibile confrontare i tracciati di misura dei trasduttori posizionati in corrispondenza dei piezometri PS01, PS02, PS03 e PS04 disposti sul Lungomare Dante Alighieri e le escursioni mareali registrate in corrispondenza del mareografo Diga Sud Lido.

Le serie temporali seguono andamenti caratterizzati da una ciclicità che è tipica delle evoluzioni mareali. Si verificano, infatti, incrementi di frequenza del fenomeno oscillatorio in corrispondenza del plenilunio e del novilunio. In corrispondenza dei quarti di luna (sia luna calante che crescente) le oscillazioni sono meno frequenti e più smorzate. Il periodo di oscillazione dei livelli nei piezometri varia da 12 h (novilunio e plenilunio) a 24 h (luna calante e crescente). Da un'analisi dei dati è possibile riscontrare uno sfasamento di circa due ore tra le oscillazioni mareali e quelle piezometriche.

Le Tabb.4.8 - 4.10 - 4.12- 4.14 riportano le ampiezze d'onda medie calcolate sui singoli mesi di osservazione e le ampiezze calcolate in corrispondenza di periodi intermedi di osservazione, coincidenti con le fasi lunari.

Nelle Tabb.4.9 - 4.11 - 4.13 - 4.15 è riportato il confronto tra i livelli piezometrici medi riscontrati in corrispondenza dei piezometri superficiali PS01, PS02, PS03 e PS04 ed i livelli marini medi.

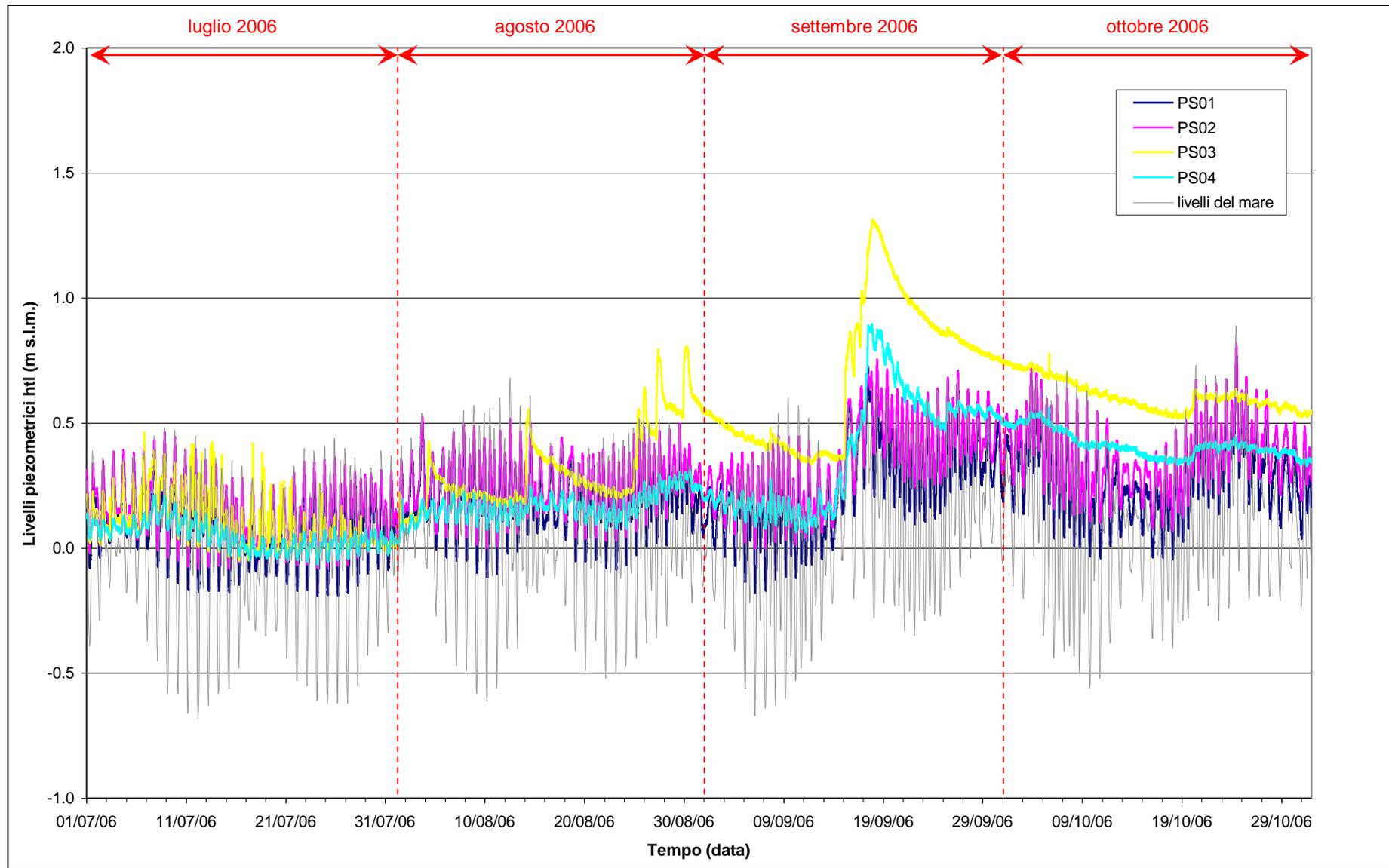


Fig.4.9 - Livelli piezometrici dei piezometri superficiali PS01, PS02, PS03 e PS04 e livelli del mare

CORILA  
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA  
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

In Tab.4.8 le ampiezze d'onda sono riferite ai dati del mese di luglio 2006. L'ampiezza varia secondo le fasi lunari (come già si verifica per i livelli del mare, vedasi Tab.4.2): i valori sono compresi tra il 13.3% (PS04) ed il 47.5% (PS01) delle ampiezze del livello marino. È possibile notare come in corrispondenza dei piezometri PS03 e PS04, l'ampiezza d'onda media sia ridotta se confrontata con quanto osservato durante la Fase A, mentre nel caso del piezometro PS01 l'ampiezza d'onda media è aumentata rispetto alla Fase A.

Tab.4.8 - Ampiezze d'onda assolute e relative dei livelli piezometrici. Mese di luglio 2006

Periodo	1-6 luglio 2006		7-13 luglio 2006 (plenilunio)		14-21 luglio 2006		22-29 luglio 2006 (novilunio)		30 luglio - 5 agosto 2006	
	Ass. (m)	Rel. mare (%)	Ass. (m)	Rel. mare (%)	Ass. (m)	Rel. mare (%)	Ass. (m)	Rel. mare (%)	Ass. (m)	Rel. mare (%)
<b>PS01</b>	0.321	52.5	0.396	39.8	0.352	48.8	0.448	47.4	0.329	54.0
<b>PS02</b>	0.339	55.5	0.381	38.3	0.329	45.6	0.392	41.4	0.308	50.5
<b>PS03</b>	0.261	42.6	0.284	28.6	0.322	44.6	0.166	17.5	0.116	19.1
<b>PS04</b>	0.088	14.4	0.104	10.5	0.097	13.4	0.117	12.3	0.109	17.9
<b>mare</b>	0.612	100	0.994	100	0.721	100	0.946	100	0.610	100

Periodo	Luglio 2006		Fase A	
	Ass. (m)	Rel. mare (%)	Ass. (m)	Rel. mare (%)
<b>PS01</b>	0.369	47.5	0.298	37
<b>PS02</b>	0.350	45.0	n.d.	n.d.
<b>PS03</b>	0.230	29.6	0.352	44
<b>PS04</b>	0.103	13.3	0.398	49
<b>mare</b>	0.777	100	0.805	100

In Tab.4.9 è riportato un confronto tra i livelli piezometrici medi riscontrati in corrispondenza dei piezometri superficiali PS01, PS02, PS03 e PS04 ed i livelli marini medi: è possibile notare come i livelli piezometrici siano superiori ai livelli marini medi, tranne in un caso (PS04, periodo dal 30 luglio al 5 agosto). Tale differenza, più marcata per il PS02, è inferiore rispetto a quanto osservato durante la fase A, per tutti i piezometri.

CORILA  
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA  
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tab.4.9- Confronto tra i livelli piezometrici e marini medi. Mese di luglio 2006

Periodo	1-6 luglio 2006		7-13 luglio 2006		14-21 luglio 2006		22-29 luglio 2006		30 luglio - 5 agosto 2006	
	$\bar{h}_{tp}$ (m)	Diff. (m)	$\bar{h}_{tp}$ (m)	Diff. (m)	$\bar{h}_{tp}$ (m)	Diff. (m)	$\bar{h}_{tp}$ (m)	Diff. (m)	$\bar{h}_{tp}$ (m)	Diff. (m)
PS01	0.149	0.082	0.119	0.104	0.038	0.085	0.070	0.075	0.176	0.068
PS02	0.189	0.122	0.187	0.172	0.103	0.150	0.140	0.145	0.209	0.101
PS03	0.137	0.069	0.200	0.186	0.061	0.108	0.041	0.045	0.132	0.024
PS04	0.083	0.015	0.107	0.092	0.009	0.056	0.014	0.019	0.090	- 0.018
mare	0.067	0	0.015	0	- 0.048	0	- 0.004	0	0.108	0

Periodo	luglio 2006		Fase A	
	$\bar{h}_{tp}$ (m)	Diff. (m)	$\bar{h}_{tp}$ (m)	Diff. (m)
PS01	0.106	0.078	0.289	0.234
PS02	0.163	0.135	n.d.	n.d.
PS03	0.110	0.082	0.424	0.369
PS04	0.057	0.029	0.248	0.193
mare	0.028	0	0.055	0

In Tab.4.10 le ampiezze d'onda sono riferite ai dati del mese di agosto 2006. L'ampiezza, variabile secondo le fasi lunari, è compresa tra l'11.3% (PS03) ed il 46.6% (PS01) delle ampiezze del livello marino. È possibile notare come in corrispondenza dei piezometri PS03 e PS04, l'ampiezza d'onda media sia ridotta se confrontata con quanto osservato durante la Fase A, mentre nel caso del piezometro PS01 l'ampiezza d'onda media è aumentata rispetto alla Fase A.

Tab.4.10 - Ampiezze d'onda assolute e relative dei livelli piezometrici. Mese di agosto 2006

Periodo	6 - 12 agosto 2006 (plenilunio)		13 - 19 agosto 2006		20 - 26 agosto 2006 (novilunio)		27 agosto - 3 settembre 2006		agosto 2006		Fase A	
	Ass. (m)	Rel. mare (%)	Ass. (m)	Rel. mare (%)	Ass. (m)	Rel. mare (%)	Ass. (m)	Rel. mare (%)	Ass. (m)	Rel. mare (%)	Ass. (m)	Rel. mare (%)
PS01	0.440	41.2	0.342	50.8	0.428	46.8	0.297	51.4	0.377	46.6	0.298	37
PS02	0.396	37.1	0.319	47.3	0.379	41.5	0.267	46.2	0.340	42.1	n.d.	n.d.
PS03	0.039	3.7	0.096	14.2	0.107	11.7	0.122	21.1	0.091	11.3	0.352	44
PS04	0.112	10.5	0.087	12.9	0.117	12.8	0.083	14.4	0.100	12.4	0.398	49
mare	1.067	100	0.674	100	0.914	100	0.578	100	0.808	100	0.805	100

CORILA  
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA  
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

In Tab.4.11 è riportato un confronto tra i livelli piezometrici medi riscontrati in corrispondenza dei piezometri superficiali PS01, PS02, PS03 e PS04 ed i livelli marini medi: anche in questo caso è possibile notare che i livelli piezometrici sono superiori ai livelli marini medi. Tale differenza, più marcata per il PS02, è inferiore rispetto a quanto osservato durante la fase A, per tutti i piezometri.

Tab.4.11 - Confronto tra i livelli piezometrici e marini medi. Mese di agosto 2006

Periodo	6 - 12 agosto 2006		13 - 19 agosto 2006		20 - 26 agosto 2006		27 agosto - 3 settembre 2006		agosto 2006		Fase A	
	$\bar{h}_{tp}$ (m)	Diff. (m)	$\bar{h}_{tp}$ (m)	Diff. (m)	$\bar{h}_{tp}$ (m)	Diff. (m)	$\bar{h}_{tp}$ (m)	Diff. (m)	$\bar{h}_{tp}$ (m)	Diff. (m)	$\bar{h}_{tp}$ (m)	Diff. (m)
PS01	0.192	0.081	0.197	0.085	0.172	0.087	0.184	0.112	0.186	0.091	0.289	0.234
PS02	0.248	0.137	0.252	0.140	0.241	0.156	0.273	0.201	0.254	0.159	n.d.	n.d.
PS03	0.210	0.099	0.322	0.210	0.302	0.217	0.572	0.500	0.359	0.264	0.424	0.369
PS04	0.149	0.038	0.173	0.062	0.155	0.070	0.231	0.159	0.179	0.084	0.248	0.193
mare	0.111	0	0.112	0	0.085	0	0.072	0	0.095	0	0.055	0

In Tab.4.12 le ampiezze d'onda sono riferite ai dati del mese di settembre 2006. L'ampiezza, variabile secondo le fasi lunari, è compresa tra il 9.9% (PS03) ed il 48.9% (PS01) delle ampiezze del livello marino. È possibile notare come in corrispondenza dei piezometri PS03 e PS04, l'ampiezza d'onda media sia ridotta se confrontata con quanto osservato durante la Fase A, mentre nel caso del piezometro PS01 l'ampiezza d'onda media è aumentata rispetto alla Fase A.

Tab.4.12 - Ampiezze d'onda assolute e relative dei livelli piezometrici. Mese di settembre 2006

Periodo	4 - 10 settembre 2006 (plenilunio)		11 - 18 settembre 2006		19 - 26 settembre 2006 (novilunio)		27 settembre - 3 ottobre 2006		settembre 2006		Fase A	
	Ass. (m)	Rel. mare (%)	Ass. (m)	Rel. mare (%)	Ass. (m)	Rel. mare (%)	Ass. (m)	Rel. mare (%)	Ass. (m)	Rel. mare (%)	Ass. (m)	Rel. mare (%)
PS01	0.460	44.3	0.387	53.2	0.388	46.2	0.330	55.2	0.391	48.9	0.298	37
PS02	0.395	38.0	0.346	47.7	0.359	42.8	0.308	51.6	0.352	44.0	n.d.	n.d.
PS03	0.045	4.4	0.174	24.0	0.064	7.7	0.032	5.3	0.079	9.9	0.352	44
PS04	0.130	12.5	0.183	25.2	0.085	10.2	0.046	7.7	0.111	13.9	0.398	49
mare	1.039	100	0.726	100	0.839	100	0.597	100	0.800	100	0.805	100

In Tab.4.13 è riportato un confronto tra i livelli piezometrici medi riscontrati in corrispondenza dei piezometri superficiali PS01, PS02, PS03 e PS04 ed i livelli marini medi: anche in questo caso, è possibile notare che i livelli piezometrici sono superiori ai livelli marini medi. Tale differenza, più marcata per il PS03, è inferiore rispetto a quanto osservato durante la fase A solo per il piezometro PS01, mentre per il PS03 e il PS04 la differenza è superiore rispetto alla Fase A.

CORILA  
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA  
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tab.4.13- Confronto tra i livelli piezometrici e marini medi. Mese di settembre 2006

Periodo	4 - 10 settembre 2006		11 - 18 settembre 2006		19 - 26 settembre 2006		27 settembre - 3 ottobre 2006		settembre 2006		Fase A	
	$\bar{h}_{tp}$ (m)	Diff. (m)	$\bar{h}_{tp}$ (m)	Diff. (m)	$\bar{h}_{tp}$ (m)	Diff. (m)	$\bar{h}_{tp}$ (m)	Diff. (m)	$\bar{h}_{tp}$ (m)	Diff. (m)	$\bar{h}_{tp}$ (m)	Diff. (m)
PS01	0.096	0.122	0.277	0.125	0.324	0.170	0.365	0.126	0.268	0.138	0.289	0.234
PS02	0.207	0.234	0.356	0.204	0.445	0.291	0.454	0.215	0.368	0.238	n.d.	n.d.
PS03	0.418	0.444	0.684	0.532	0.958	0.804	0.759	0.521	0.712	0.583	0.424	0.369
PS04	0.150	0.176	0.379	0.277	0.600	0.446	0.526	0.287	0.419	0.289	0.248	0.193
mare	-0.026	0	0.152	0	0.154	0	0.239	0	0.130	0	0.055	0

In Tab.4.14 le ampiezze d'onda sono riferite ai dati del mese di ottobre 2006. L'ampiezza, variabile secondo le fasi lunari, è compresa tra il 4.7% (PS03) ed il 48.9% (PS01) delle ampiezze del livello marino. È possibile notare come in corrispondenza dei piezometri PS03 e PS04, l'ampiezza d'onda media sia ridotta se confrontata con quanto osservato durante la Fase A, mentre nel caso del piezometro PS01 l'ampiezza d'onda media è aumentata rispetto alla Fase A.

Tab.4.14 - Ampiezze d'onda assolute e relative dei livelli piezometrici. Mese di ottobre 2006

Periodo	4 - 10 ottobre 2006 (plenilunio)		11 - 18 ottobre 2006		19 - 25 ottobre 2006 (novilunio)		26 - 31 ottobre		ottobre 2006		Fase A	
	Ass. (m)	Rel. mare (%)	Ass. (m)	Rel. mare (%)	Ass. (m)	Rel. mare (%)	Ass. (m)	Rel. mare (%)	Ass. (m)	Rel. mare (%)	Ass. (m)	Rel. mare (%)
PS01	0.464	44.4	0.292	48.4	0.443	48.5	0.347	57.6	0.386	48.9	0.298	37
PS02	0.435	41.6	0.270	44.8	0.421	46.0	0.308	51.2	0.358	45.3	n.d.	n.d.
PS03	0.050	4.7	0.032	5.3	0.047	5.1	0.038	6.3	0.042	5.2	0.352	44
PS04	0.042	4.0	0.028	4.7	0.042	4.6	0.035	5.9	0.037	4.7	0.398	49
mare	1.044	100	0.604	100	0.914	100	0.602	100	0.791	100	0.805	100

In Tab.4.15 è riportato un confronto tra i livelli piezometrici medi riscontrati in corrispondenza dei piezometri superficiali PS01, PS02, PS03 e PS04 ed i livelli marini medi: è possibile notare che i livelli piezometrici sono superiori ai livelli marini medi. Tale differenza, più marcata per il PS03, è inferiore rispetto a quanto osservato durante la fase A solo per il piezometro PS01, mentre per il PS03 e il PS04 la differenza è superiore rispetto alla Fase A.

CORILA  
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA  
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tab.4.15- Confronto tra i livelli piezometrici e marini medi. Mese di ottobre 2006

Periodo	4 - 10 ottobre 2006		11 - 18 ottobre 2006		19 - 25 ottobre 2006		26 - 31 ottobre		ottobre 2006		Fase A	
	$\bar{h}_{tp}$ (m)	Diff. (m)										
PS01	0.261	0.166	0.176	0.136	0.357	0.125	0.277	0.142	0.264	0.139	0.289	0.234
PS02	0.356	0.261	0.272	0.233	0.432	0.200	0.386	0.251	0.357	0.232	n.d.	n.d.
PS03	0.667	0.573	0.568	0.528	0.594	0.362	0.562	0.428	0.598	0.473	0.424	0.369
PS04	0.460	0.365	0.378	0.338	0.399	0.167	0.378	0.243	0.404	0.278	0.248	0.193
mare	0.094	0	0.040	0	0.232	0	0.135	0	0.125	0	0.055	0

I risultati delle precedenti elaborazioni sono stati rappresentati in Fig.4.10, Fig.4.11, Fig.4.12 e Fig.4.13. Il trend seguito dai due piezometri PS01 e PS02, come osservato nei mesi precedenti, è caratterizzato dalla ciclicità tipica delle evoluzioni mareali. Il piezometro PS03 invece ha un andamento irregolare nel mese di luglio, e mostra una dinamica meno influenzata dalle oscillazioni del livello marino a partire dal mese di agosto. Un comportamento analogo è osservabile per il piezometro PS04, che dal mese di ottobre presenta una ridotta ampiezza di oscillazione. Da un confronto con la situazione osservata durante la Fase A, si nota che il piezometro PS01 ha subito un incremento nell'ampiezza di oscillazione, mentre i piezometri PS03 e PS04 sono caratterizzati da ampiezze di oscillazione ridotte. Nei precedenti mesi di monitoraggio (vedasi Studio B.6.72 B/I "Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari", Il Rapporto di Valutazione, luglio 2006) il piezometro che presentava l'ampiezza di oscillazione maggiore era il PS02 e quello con oscillazione minore il PS04, mentre nei mesi da luglio ad ottobre risultano essere, rispettivamente, il PS01 e il PS03.

L'andamento irregolare dei livelli piezometrici nei mesi di luglio (PS03) e settembre (PS04) e la variazione nella dinamica dei livelli all'interno dei due piezometri è probabilmente correlata alla costruzione del diaframma impermeabile lungo la pista parallela al Lungomare Dante Alighieri, iniziata il 4 maggio 2006 e terminata nei primi giorni di ottobre. Seguendo l'avanzamento nella costruzione del diaframma, infatti, si nota che nel mese di luglio esso ha interessato la zona compresa tra via Wagner e via Clemente, in corrispondenza della quale si trova la postazione di monitoraggio P3, mentre nel mese di settembre esso ha raggiunto e superato l'altezza di via Novalis, in corrispondenza della quale è situata la postazione P4. Con molta probabilità la presenza del diaframma, che si intesta a 25 m di profondità dal piano campagna, ha l'effetto di isolare parzialmente il primo livello acquifero (Strato A) dall'influenza delle oscillazioni mareali nell'area ad esso adiacente.

I piezometri PS01, PS02 e PS03 sono caratterizzati, nel mese di luglio, da livelli piezometrici medi simili prossimi ad un valore medio pari a 0.126 m s.l.m., mentre il piezometro PS04 presenta un livello medio inferiore (0.057 m s.l.m.). A partire dal mese di agosto si assiste, in tutti i piezometri, ad un progressivo aumento dei livelli piezometrici, particolarmente marcato nel PS03 e nel PS04, provocato dall'incremento di frequenza ed intensità dei fenomeni piovosi.

CORILA  
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA  
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

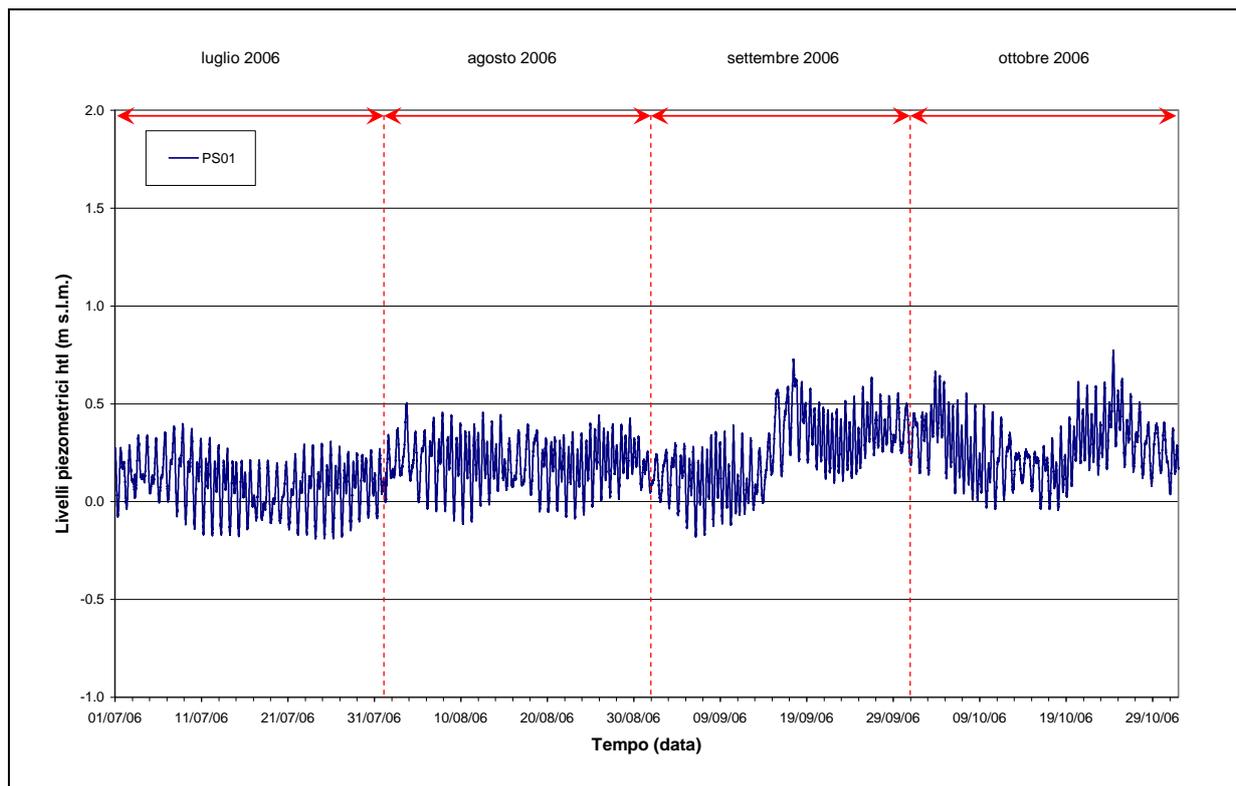


Fig. 4.10 - Andamento dei livelli piezometrici in corrispondenza del piezometro PS01

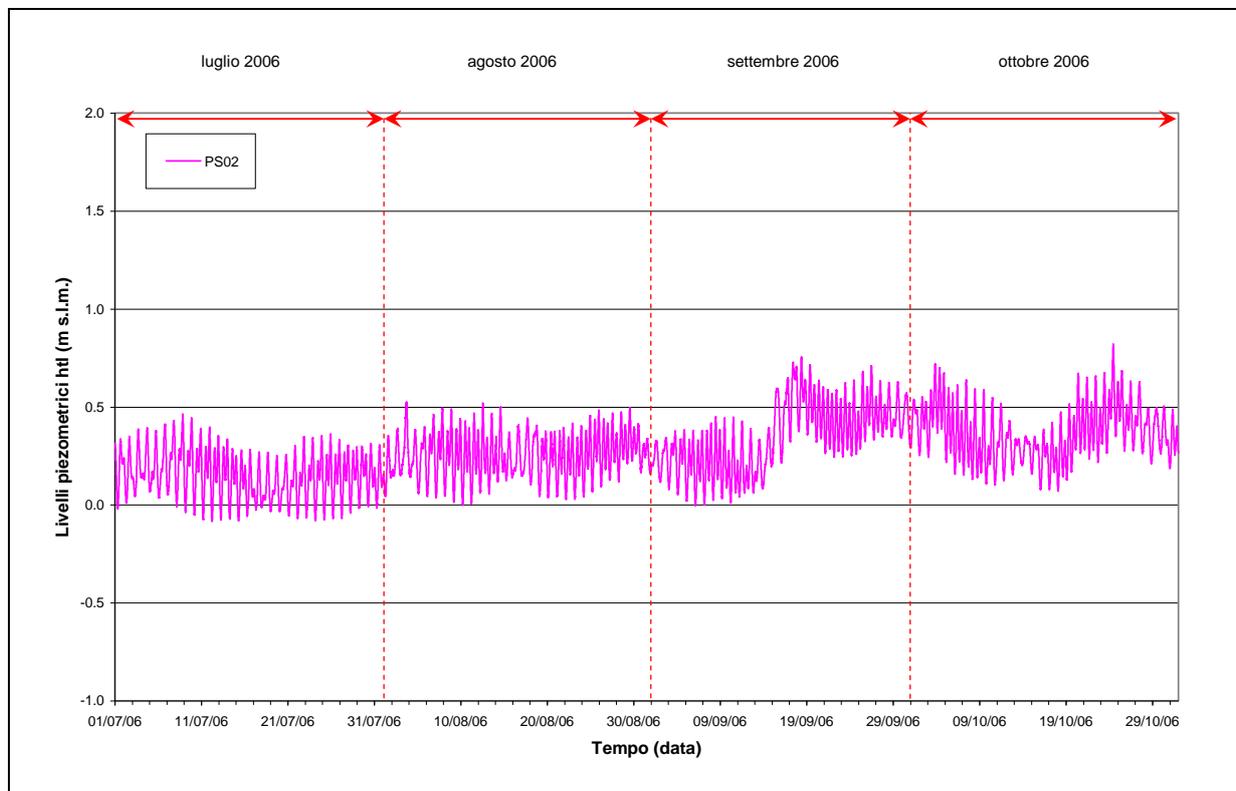


Fig. 4.11 - Andamento dei livelli piezometrici in corrispondenza del piezometro PS02

CORILA  
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA  
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

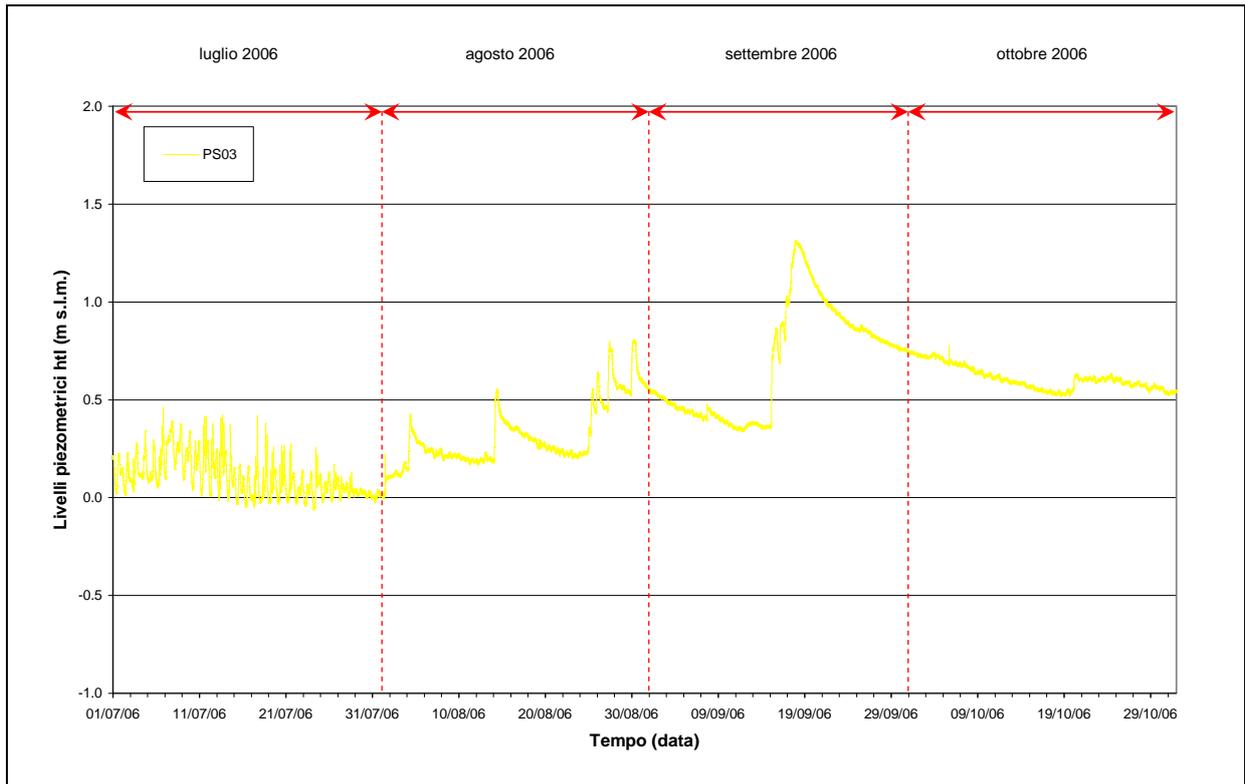


Fig. 4.12 - Andamento dei livelli piezometrici in corrispondenza del piezometro PS03

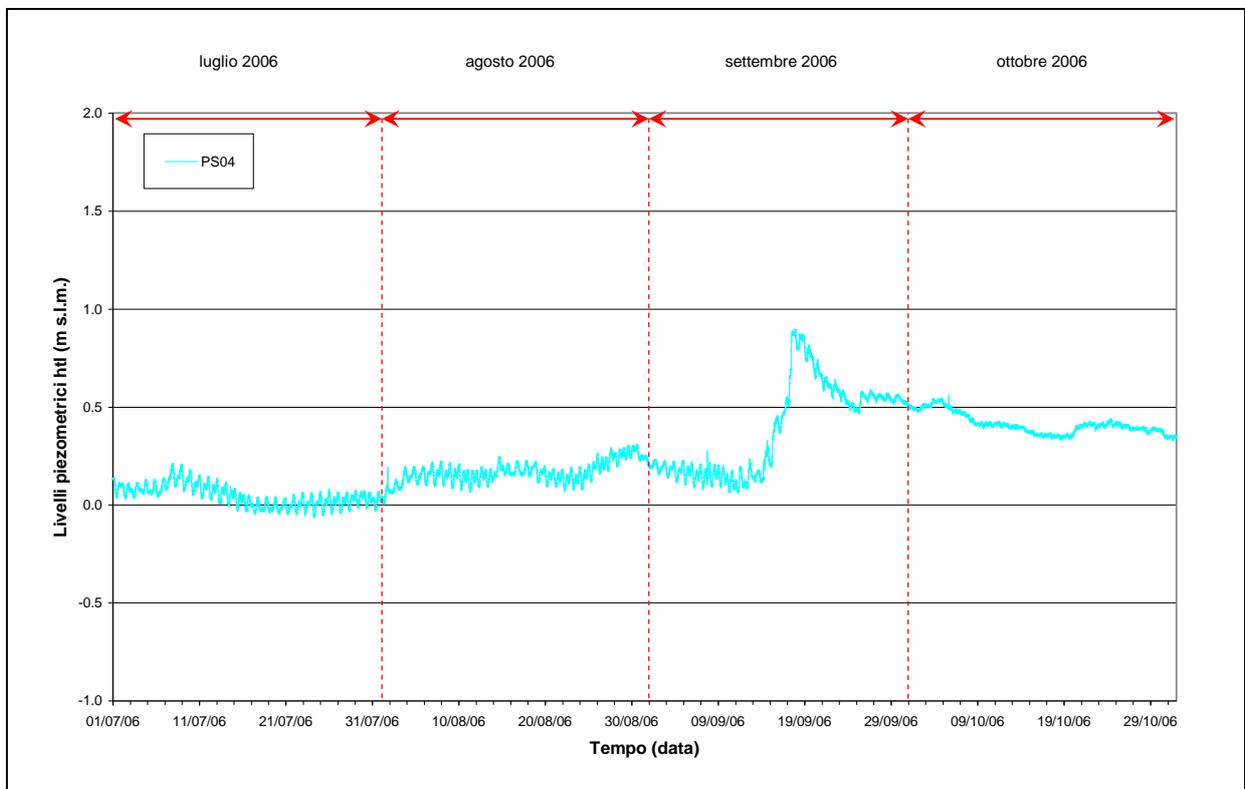


Fig. 4.13 - Andamento dei livelli piezometrici in corrispondenza del piezometro PS04

#### **4.4 Piezometri profondi - secondo livello acquifero (Strato C)**

Di seguito verranno presentate ed analizzate le serie temporali dei livelli piezometrici assoluti negli 11 piezometri profondi finestrati in corrispondenza del secondo livello acquifero (Strato C), calcolati secondo quanto descritto nel paragrafo 4.1.

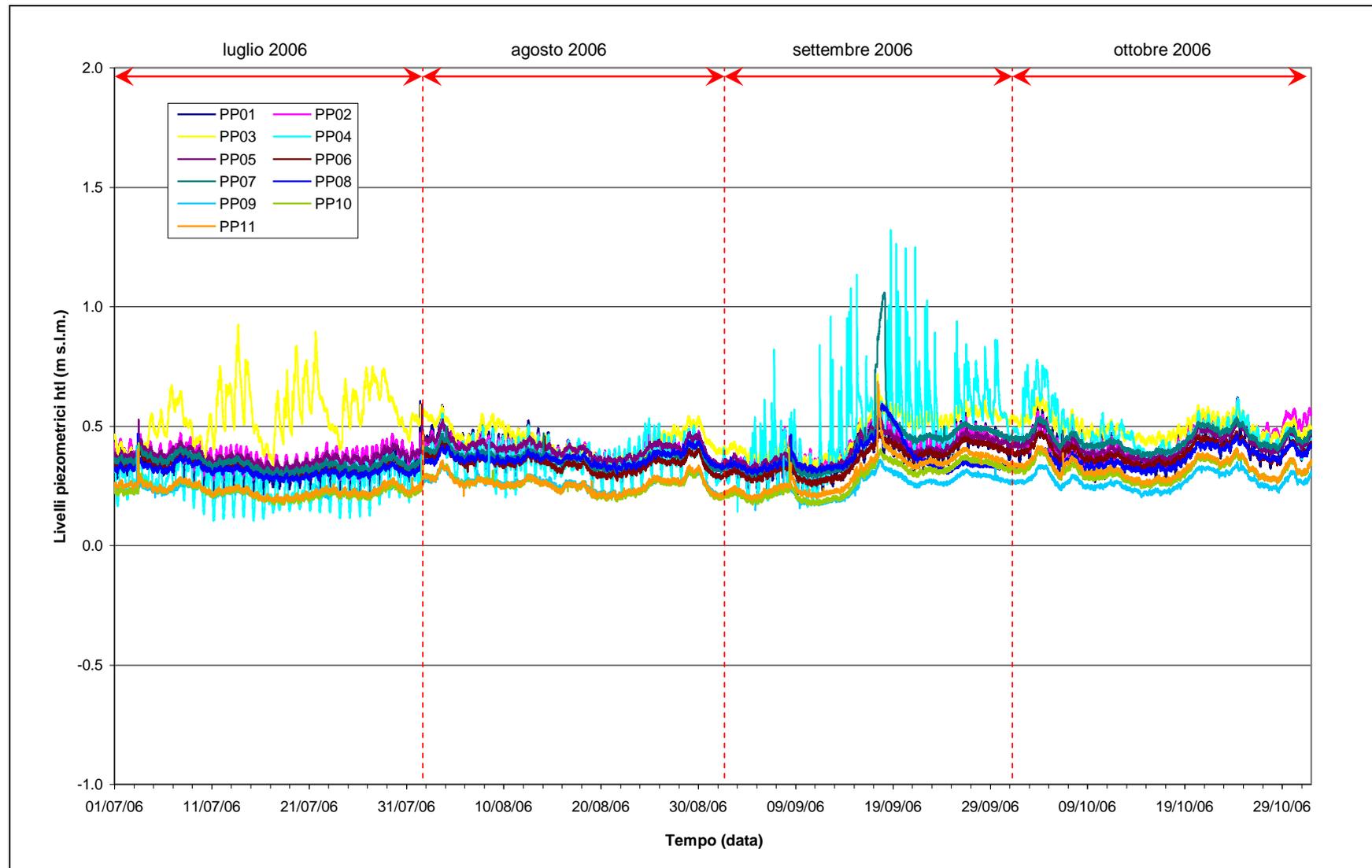
##### **4.4.1 Livelli piezometrici (carichi idraulici) - $h_{it}$**

I dati riportati in Fig.4.14 sono riferiti al terzo quadrimestre di monitoraggio della Fase B.

Dall'analisi dei tracciati riportati in Fig.4.14 è possibile osservare come i piezometri profondi siano, in misura diversa, sensibili ai fenomeni fisici esterni (eventi piovosi ed oscillazioni mareali):

- i piezometri PP01, PP02, PP03 e PP04 posti in prossimità del Lungomare Dante Alighieri sono caratterizzati, anche se in misura minore rispetto a quelli superficiali, da un andamento sinusoidale correlabile alle evoluzioni mareali e quindi influenzato dalle fasi lunari;
- i piezometri PP05, PP06, PP07, PP08, PP09, PP10 e PP11, collocati nella porzione più interna della Area di Monitoraggio, presentano tracciati di misura che sono influenzati in maniera ridotta sia dalle evoluzioni mareali, sia dai fenomeni meteorologici.

L'influenza dei fenomeni naturali è illustrata separatamente nei paragrafi seguenti.

Fig.4.14 - Livelli piezometrici ( $h_t$ ) relativi ai piezometri profondi

#### 4.4.2 *Effetti delle precipitazioni*

In Fig.4.15 è stato confrontato l'andamento dei livelli piezometrici in corrispondenza dei piezometri profondi ubicati nella porzione interna dell'Area di Monitoraggio con le precipitazioni verificatesi nel periodo compreso tra luglio 2006 ed ottobre 2006. Dall'analisi dei tracciati di misura, le influenze delle precipitazioni sui livelli piezometrici appaiono modeste.

Riferendosi esclusivamente ai fenomeni meteorologici di entità tale da determinare un innalzamento dei livelli piezometrici, sono state calcolate le escursioni di livello nei piezometri profondi interni all'Area di Monitoraggio (Tab.4.17, Tab.4.18, Tab.4.19 e Tab.4.20). Per raffronto sono riportati anche i dati relativi all'influenza dei fenomeni meteorologici avvenuti durante la Fase A (Tab.4.16).

La risposta all'evento meteorico è simile per tutti i piezometri (ad eccezione dell'evento piovoso del 14-16 settembre); inoltre si evidenzia che il PP09 è quello che mostra le risposte meno marcate. In particolare, le escursioni di livello sono comprese tra 0.010 m (in corrispondenza del PP11, mese di agosto) e 0.746 m (in corrispondenza del PP07, mese di settembre). Nella Fase A si era riscontrato che il piezometro profondo maggiormente sensibile alle precipitazioni era il PP05 mentre quelli che mostravano la minore escursione di livello erano il PP08 ed il PP11. Come è possibile osservare in Fig.4.15 ed in Tab.4.19, in occasione dei tre eventi meteorici avvenuti tra il 14 e il 17 settembre, abbastanza ravvicinati nel tempo da poter essere trattati come un unico evento (caratterizzato da un'altezza di pioggia di 147.2 mm), le escursioni dei livelli piezometrici sono state considerevoli, soprattutto nel caso del piezometro PP07 e del piezometro PP11.

Analogamente a quanto riscontrato nei precedenti mesi di monitoraggio, è possibile osservare che l'effetto delle precipitazioni sul secondo livello produttivo (Strato C) è inferiore rispetto a quanto riscontrato in corrispondenza dell'acquifero superficiale (Strato A).

Tab.4.16 - Statistiche relative all'influenza delle precipitazioni sui livelli registrati nei piezometri profondi interni all'Area di Monitoraggio. Fase A

Piezometro profondo	Primo evento meteorico			Secondo evento meteorico		
	20 ottobre 2005		7.2 mm	5-6-7 novembre 2005		59.8 mm
	Livello piezometrico medio prima della precipitazione (m)	Max escursione (m)	Rapporto altezza di pioggia/Max escursione (-)	Livello piezometrico medio prima della precipitazione (m)	Max escursione (m)	Rapporto altezza di pioggia/Max escursione (-)
PP05	0.467	0.065	0.111	0.440	0.119	0.502
PP06	0.411	0.044	0.164	0.371	0.041	1.459
PP07	0.426	0.049	0.147	0.390	0.092	0.650
PP08	0.298	0.013	0.554	0.255	0.043	1.391
PP09	0.379	0.043	0.167	0.339	0.082	0.729
PP10	0.338	0.029	0.248	0.289	0.054	1.107
PP11	0.328	0.045	0.160	0.279	0.036	1.661

N.b.: si ricorda che durante la prima precipitazione si è verificato un malfunzionamento del pluviometro che rende impossibile un calcolo esatto dell'altezza di pioggia.

Tab.4.17 - Statistiche relative all'influenza delle precipitazioni sui livelli registrati nei piezometri profondi

CORILA  
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA  
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

interni all'area di monitoraggio. Mese di luglio 2006

Piezometro profondo	evento meteorico		
	7 luglio 2006		23.4 mm
	Livello piezometrico medio prima della precipitazione (m s.l.m.)	Max escursione (m)	Rapporto altezza di pioggia/Max escursione (-)
PP05	0.386	0.051	0.460
PP06	0.346	0.045	0.519
PP07	0.363	0.050	0.464
PP08	0.325	0.054	0.436
PP09	0.233	0.035	0.664
PP10	0.240	0.040	0.591
PP11	0.247	0.039	0.593

Tab.4.18 - Statistiche relative all'influenza delle precipitazioni sui livelli registrati nei piezometri profondi interni all'area di monitoraggio. Mese di agosto 2006

Piezometro profondo	evento meteorico			evento meteorico			evento meteorico		
	1 agosto 2006		9.4 mm	4 agosto 2006		18.4 mm	14 agosto 2006		24.8 mm
	Livello piezometrico medio prima della precipitazione (m s.l.m.)	Max escursione (m)	Rapporto altezza di pioggia/Max escursione	Livello piezometrico medio prima della precipitazione (m s.l.m.)	Max escursione (m)	Rapporto altezza di pioggia/Max escursione	Livello piezometrico medio prima della precipitazione (m s.l.m.)	Max escursione (m)	Rapporto altezza di pioggia/Max escursione
PP05	0.384	0.208	0.045	0.483	0.013	1.469	0.415	0.015	1.647
PP06	0.333	0.140	0.067	0.411	0.025	0.751	0.352	0.104	0.239
PP07	0.344	0.105	0.089	0.435	0.063	0.293	0.374	0.096	0.258
PP08	0.314	0.074	0.127	0.388	0.028	0.657	0.363	0.023	1.090
PP09	0.233	0.147	0.064	0.318	0.012	1.594	0.267	0.019	1.289
PP10	0.227	0.125	0.075	0.318	0.023	0.795	0.260	0.012	2.040
PP11	0.241	0.238	0.040	0.320	0.011	1.750	0.261	0.010	2.579

(continua)

## CORILA

## ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tab.4.18 (continuazione) – Statistiche relative all'influenza delle precipitazioni sui livelli registrati nei piezometri profondi interni all'area di monitoraggio.  
Mese di agosto 2006

Piezometro profondo	evento meteorico			evento meteorico			evento meteorico		
	24-25 agosto 2006		31.0 mm	27 agosto 2006		24.4 mm	29 agosto 2006		15.6 mm
	Livello piezometrico medio prima della precipitazione (m s.l.m.)	Max escursione (m)	Rapporto altezza di pioggia/Max escursione	Livello piezometrico medio prima della precipitazione (m s.l.m.)	Max escursione (m)	Rapporto altezza di pioggia/Max escursione (-)	Livello piezometrico medio prima della precipitazione (m s.l.m.)	Max escursione (m)	Rapporto altezza di pioggia/Max escursione (-)
PP05	0.366	0.077	0.404	0.417	0.011	2.279	0.453	0.020	0.798
PP06	0.305	0.068	0.453	0.348	0.018	1.354	0.386	0.018	0.856
PP07	0.332	0.066	0.471	0.380	0.015	1.617	0.417	0.020	0.769
PP08	0.334	0.065	0.478	0.383	0.019	1.283	0.420	0.017	0.909
PP09	0.223	0.065	0.477	0.268	0.013	1.812	0.301	0.017	0.935
PP10	0.213	0.074	0.417	0.262	0.018	1.367	0.299	0.021	0.760
PP11	0.221	0.072	0.432	0.269	0.016	1.525	0.316	0.019	0.827

CORILA  
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA  
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tab.4.19 – Statistiche relative all’influenza delle precipitazioni sui livelli registrati nei piezometri profondi interni all’area di monitoraggio. Mese di settembre 2006

Piezometro profondo	evento meteorico		
	14-16 settembre 2006		147.2 mm
	Livello piezometrico medio prima della precipitazione (m s.l.m.)	Max escursione (m)	Rapporto altezza di pioggia/Max escursione (-)
PP05	0.334	0.202	0.728
PP06	0.281	0.193	0.764
PP07	0.313	0.746	0.197
PP08	0.328	0.266	0.554
PP09	0.190	0.168	0.877
PP10	0.194	0.211	0.698
PP11	0.226	0.458	0.321

Tab.4.20 – Statistiche relative all’influenza delle precipitazioni sui livelli registrati nei piezometri profondi interni all’area di monitoraggio. Mese di ottobre 2006

Piezometro profondo	evento meteorico		
	19-20 ottobre 2006		9.2 mm
	Livello piezometrico medio prima della precipitazione (m s.l.m.)	Max escursione (m)	Rapporto altezza di pioggia/Max escursione (-)
PP05	0.381	0.128	0.072
PP06	0.358	0.103	0.089
PP07	0.405	0.112	0.082
PP08	0.334	0.100	0.092
PP09	0.240	0.091	0.101
PP10	0.275	0.103	0.089
PP11	0.288	0.099	0.093

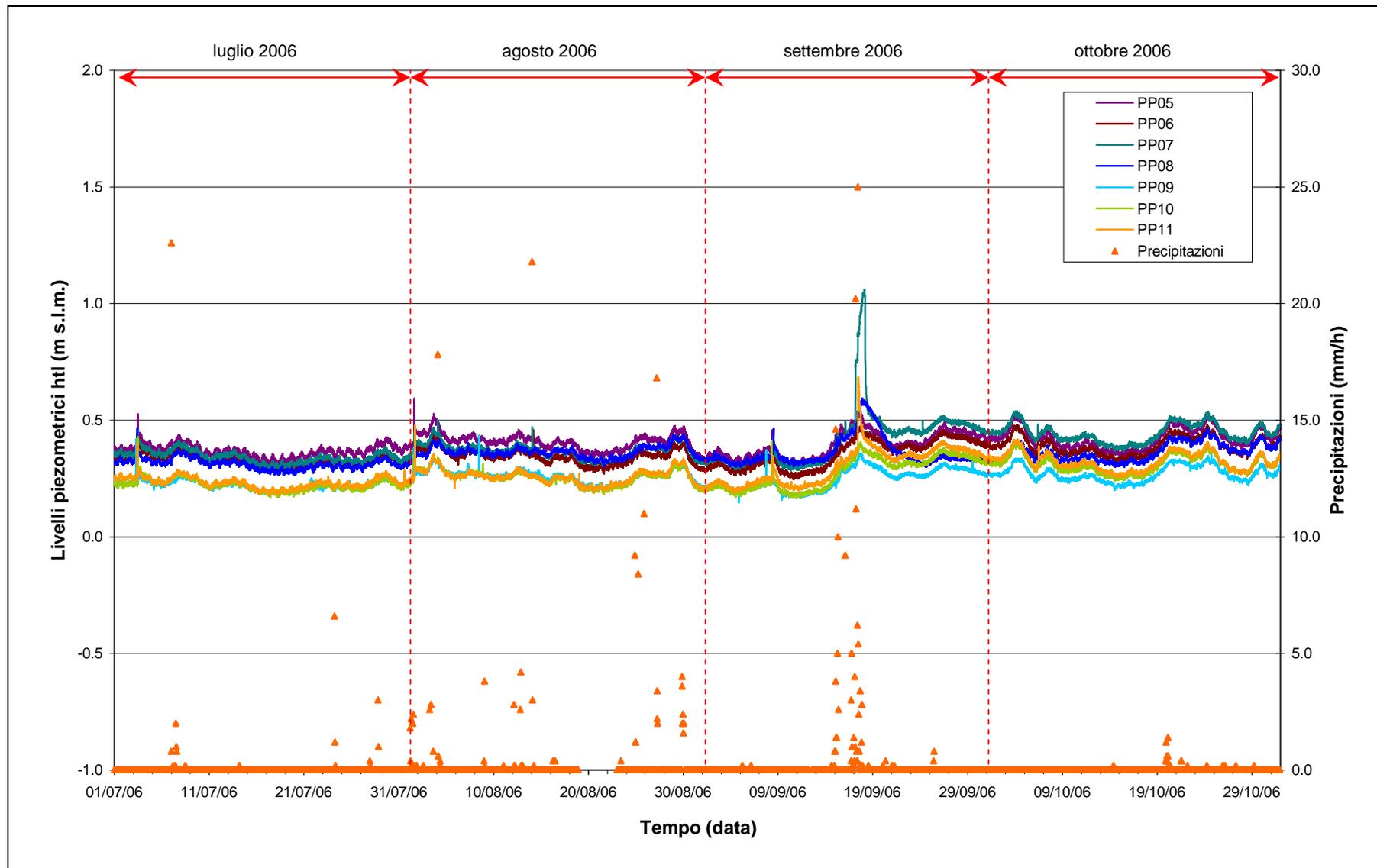


Fig. 4.15- Livelli piezometrici dei piezometri profondi interni all' Area di Monitoraggio e precipitazioni

#### **4.4.3** *Effetti mareali*

In Fig.4.16 è possibile confrontare i tracciati di misura dei trasduttori posizionati in corrispondenza dei piezometri PP01, PP02, PP03 e PP04 disposti sul Lungomare Dante Alighieri e le escursioni mareali registrate in corrispondenza del mareografo Diga Sud Lido.

Le serie temporali seguono andamenti caratterizzati da una ciclicità che è tipica delle evoluzioni mareali. Si verificano, infatti, incrementi di frequenza del fenomeno oscillatorio in corrispondenza del plenilunio e del novilunio. In corrispondenza dei quarti di luna (sia luna calante che crescente) le oscillazioni sono meno frequenti e più smorzate. Il periodo di oscillazione dei livelli nei piezometri varia da 12 h (novilunio e plenilunio) a 24 h (luna calante e crescente). Da un'analisi dei dati è possibile riscontrare uno sfasamento di circa due ore tra le oscillazioni mareali e quelle piezometriche.

Le Tabb.4.21- 4.23- 4.25 - 4.27 riportano le ampiezze d'onda medie calcolate sui singoli mesi di osservazione e le ampiezze calcolate in corrispondenza di periodi intermedi di osservazione, coincidenti con le fasi lunari.

Nelle Tabb.4.22- 4.24- 4.26 - 4.28 è riportato il confronto tra i livelli piezometrici medi riscontrati in corrispondenza dei piezometri profondi PP01, PP02 PP03 e PP04 ed i livelli marini medi.

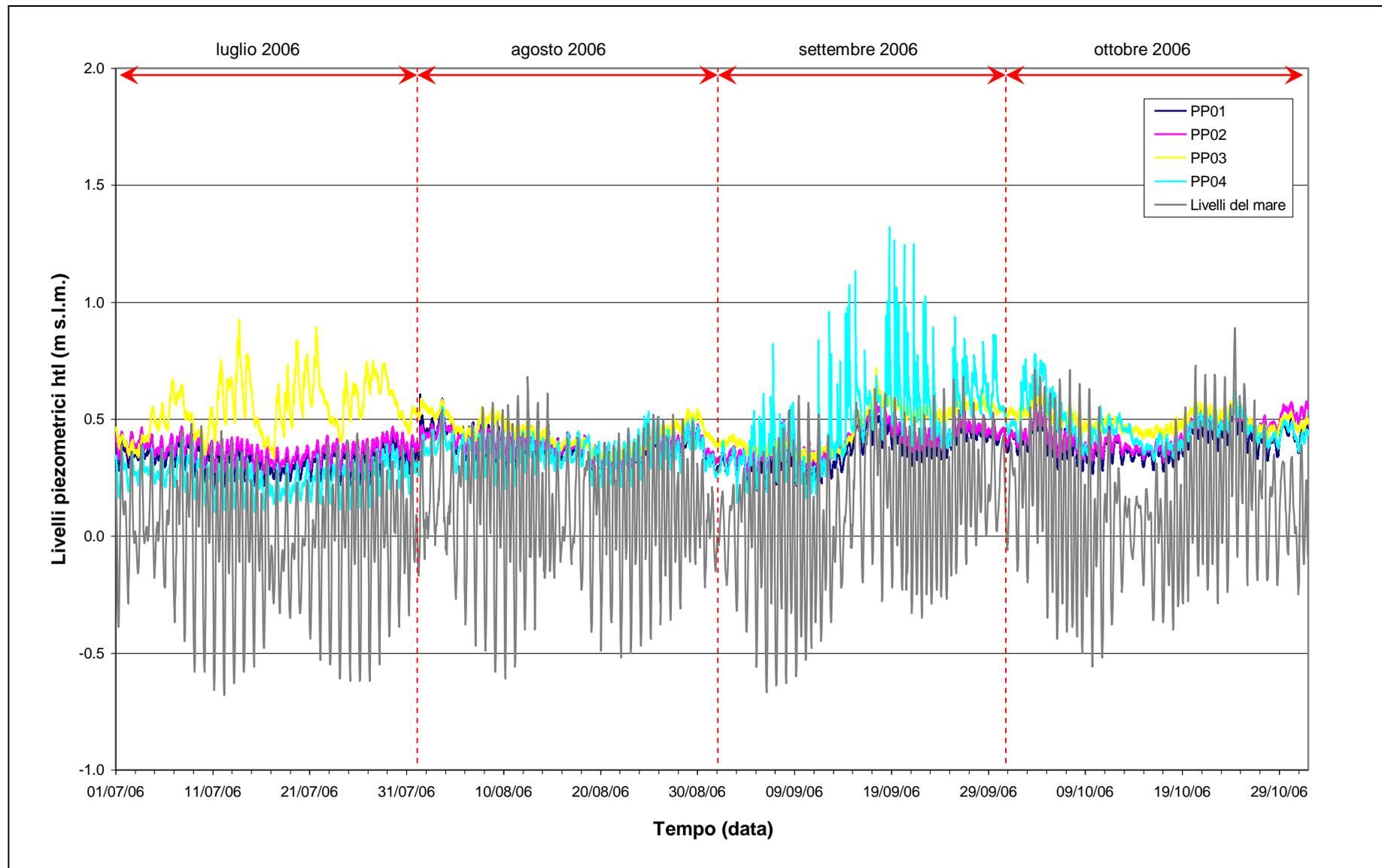


Fig.4.16 - Livelli piezometrici dei piezometri profondi PP01, PP02, PP03 e PP04 e livelli del mare

CORILA  
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA  
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

In Tab.4.21 le ampiezze d'onda, riferite ai dati del mese di luglio 2006, risultano comprese tra il 14.4% (PP02) ed il 24.8% (PP04) delle ampiezze del livello marino e variano secondo le fasi lunari, come già si verifica per i livelli del mare (vedasi Tab.4.2). Inoltre è possibile osservare che le ampiezze d'onda medie sono inferiori a quanto già riscontrato durante la Fase A (vedasi "Rapporto di Variabilità Attesa", dicembre 2005).

Tab.4.21 - Ampiezze d'onda assolute e relative dei livelli piezometrici. Mese di luglio 2006

Periodo	1-6 luglio 2006		7-13 luglio 2006 (plenilunio)		14-21 luglio 2006		22-29 luglio 2006 (novilunio)		30 luglio - 5 agosto 2006	
	Ass. (m)	Rel. mare (%)	Ass. (m)	Rel. mare (%)	Ass. (m)	Rel. mare (%)	Ass. (m)	Rel. mare (%)	Ass. (m)	Rel. mare (%)
PP01	0.131	21.3	0.176	17.7	0.144	20.0	0.173	18.3	0.149	24.4
PP02	0.104	17.0	0.113	11.3	0.110	15.2	0.133	14.0	0.099	16.3
PP03	0.124	20.3	0.179	18.0	0.271	37.5	0.167	17.6	0.088	14.4
PP04	0.167	27.3	0.205	20.7	0.190	26.3	0.236	24.9	0.167	27.3
mare	0.612	100	0.994	100	0.721	100	0.946	100	0.610	100

Periodo	Luglio 2006		Fase A	
	Ass. (m)	Rel. mare (%)	Ass. (m)	Rel. mare (%)
PP01	0.154	19.9	0.19	24
PP02	0.112	14.4	0.18	22
PP03	0.166	21.3	0.166	21
PP04	0.193	24.8	0.253	31
mare	0.777	100	0.805	100

In Tab.4.22 è riportato un confronto tra i livelli piezometrici medi riscontrati in corrispondenza dei piezometri profondi PP01, PP02, PP03 e PP04 ed i livelli marini medi: è possibile notare come i livelli piezometrici nei piezometri PP02 e PP03 siano più alti rispetto a quelli osservati durante la Fase A, mentre si verifica il contrario per i piezometri PP01 e PP04. I livelli piezometrici inoltre risultano superiori ai livelli marini medi, in misura maggiore in corrispondenza del piezometro PP03.

CORILA  
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA  
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tab.4.22 - Confronto tra i livelli piezometrici e marini medi. Mese di luglio 2006

Periodo	1-6 luglio 2006		7-13 luglio 2006		14-21 luglio 2006		22-29 luglio 2006		30 luglio - 5 agosto 2006	
	$\bar{h}_{tp}$ (m)	Diff. (m)	$\bar{h}_{tp}$ (m)	Diff. (m)	$\bar{h}_{tp}$ (m)	Diff. (m)	$\bar{h}_{tp}$ (m)	Diff. (m)	$\bar{h}_{tp}$ (m)	Diff. (m)
<b>PP01</b>	0.361	0.294	0.345	0.331	0.304	0.352	0.336	0.340	0.421	0.313
<b>PP02</b>	0.390	0.322	0.378	0.363	0.336	0.384	0.373	0.377	0.425	0.317
<b>PP03</b>	0.447	0.379	0.551	0.536	0.572	0.619	0.596	0.600	0.511	0.403
<b>PP04</b>	0.286	0.219	0.275	0.260	0.225	0.272	0.272	0.276	0.357	0.249
<b>mare</b>	0.067	0	0.015	0	- 0.048	0	- 0.004	0	0.108	0

Periodo	luglio 2006		Fase A	
	$\bar{h}_{tp}$ (m)	Diff. (m)	$\bar{h}_{tp}$ (m)	Diff. (m)
<b>PP01</b>	0.351	0.324	0.365	0.310
<b>PP02</b>	0.379	0.351	0.325	0.270
<b>PP03</b>	0.541	0.513	0.352	0.297
<b>PP04</b>	0.281	0.253	0.435	0.380
<b>mare</b>	0.028	0	0.055	0

In Tab.4.23 le ampiezze d'onda, riferite ai dati del mese di agosto 2006, risultano comprese tra l'8.3% (PP03) ed il 23.7% (PP04) delle ampiezze del livello marino e variano secondo le fasi lunari. Inoltre è possibile osservare come le ampiezze d'onda medie siano inferiori rispetto a quanto osservato durante la Fase A (vedasi "Rapporto di Variabilità Attesa", dicembre 2005) e tale riduzione risulta marcata soprattutto in corrispondenza del piezometro PP03.

Tab.4.23 - Ampiezze d'onda assolute e relative dei livelli piezometrici. Mese di agosto 2006

Periodo	6 - 12 agosto 2006 (plenilunio)		13 - 19 agosto 2006		20 - 26 agosto 2006 (novilunio)		27 agosto - 3 settembre 2006		agosto 2006		Fase A	
	Ass. (m)	Rel. mare (%)	Ass. (m)	Rel. mare (%)	Ass. (m)	Rel. mare (%)	Ass. (m)	Rel. mare (%)	Ass. (m)	Rel. mare (%)	Ass. (m)	Rel. mare (%)
<b>PP01</b>	0.165	15.4	0.120	17.9	0.165	18.1	0.117	20.3	0.142	17.6	0.19	24
<b>PP02</b>	0.112	10.5	0.086	12.7	0.117	12.8	0.089	15.4	0.101	12.5	0.18	22
<b>PP03</b>	0.071	6.7	0.059	8.7	0.072	7.9	0.067	11.6	0.067	8.3	0.166	21
<b>PP04</b>	0.216	20.2	0.157	23.3	0.229	25.0	0.164	28.3	0.191	23.7	0.253	31
<b>mare</b>	1.067	100	0.674	100	0.914	100	0.578	100	0.808	100	0.805	100

CORILA  
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA  
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

In Tab.4.24 è riportato un confronto tra i livelli piezometrici medi riscontrati in corrispondenza dei piezometri profondi PP01, PP02, PP03 e PP04 ed i livelli marini medi: è possibile notare come i livelli piezometrici siano superiori rispetto a quelli osservati durante la Fase A, tranne che per il piezometro PP04. I livelli piezometrici inoltre si mantengono superiori ai livelli marini medi, in misura maggiore in corrispondenza del piezometro PP03.

Tab.4.24 - Confronto tra i livelli piezometrici e marini medi. Mese di agosto 2006

Periodo	6 - 12 agosto 2006		13 - 19 agosto 2006		20 - 26 agosto 2006		27 agosto - 3 settembre 2006		agosto 2006		Fase A	
	$\bar{h}_{tp}$ (m)	Diff. (m)	$\bar{h}_{tp}$ (m)	Diff. (m)	$\bar{h}_{tp}$ (m)	Diff. (m)	$\bar{h}_{tp}$ (m)	Diff. (m)	$\bar{h}_{tp}$ (m)	Diff. (m)	$\bar{h}_{tp}$ (m)	Diff. (m)
<b>PP01</b>	0.413	0.303	0.384	0.272	0.360	0.275	0.356	0.284	0.378	0.283	0.365	0.310
<b>PP02</b>	0.415	0.305	0.393	0.281	0.379	0.294	0.382	0.310	0.392	0.297	0.325	0.270
<b>PP03</b>	0.474	0.364	0.400	0.289	0.387	0.302	0.445	0.373	0.427	0.333	0.352	0.297
<b>PP04</b>	0.367	0.257	0.357	0.245	0.364	0.280	0.354	0.282	0.360	0.266	0.435	0.380
<b>mare</b>	0.111	0	0.112	0	0.085	0	0.072	0	0.095	0	0.055	0

In Tab.4.25 le ampiezze d'onda, riferite ai dati del mese di settembre 2006, risultano comprese tra l'8.9% (PP03) ed il 55.1% (PP04) delle ampiezze del livello marino e variano secondo le fasi lunari. Inoltre è possibile osservare che le ampiezze d'onda medie sono inferiori rispetto a quanto osservato durante la Fase A, ad eccezione del piezometro PP04.

Tab.4.25 - Ampiezze d'onda assolute e relative dei livelli piezometrici. Mese di settembre 2006

Periodo	4 - 10 settembre 2006 (plenilunio)		11 - 18 settembre 2006		19 - 26 settembre 2006 (novilunio)		27 settembre - 3 ottobre 2006		settembre 2006		Fase A	
	Ass. (m)	Rel. mare (%)	Ass. (m)	Rel. mare (%)	Ass. (m)	Rel. mare (%)	Ass. (m)	Rel. mare (%)	Ass. (m)	Rel. mare (%)	Ass. (m)	Rel. mare (%)
<b>PP01</b>	0.183	17.6	0.133	18.3	0.147	17.5	0.124	20.8	0.147	18.3	0.19	24
<b>PP02</b>	0.127	12.2	0.095	13.1	0.096	11.4	0.089	14.9	0.102	12.7	0.18	22
<b>PP03</b>	0.065	6.2	0.086	11.8	0.067	8.0	0.066	11.1	0.071	8.9	0.166	21
<b>PP04</b>	0.357	34.3	0.586	80.7	0.574	68.5	0.247	41.4	0.441	55.1	0.253	31
<b>mare</b>	1.039	100	0.726	100	0.839	100	0.597	100	0.800	100	0.805	100

In Tab.4.26 è riportato un confronto tra i livelli piezometrici medi riscontrati in corrispondenza dei piezometri profondi PP01, PP02, PP03 e PP04 ed i livelli marini medi: è possibile notare come i livelli piezometrici siano superiori rispetto a quelli osservati durante la Fase A. I livelli piezometrici inoltre si mantengono superiori ai livelli marini medi, in misura maggiore in corrispondenza del piezometro PP04.

CORILA  
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA  
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tab.4.26 – Confronto tra i livelli piezometrici e marini medi. Mese di settembre 2006

Periodo	4 - 10 settembre 2006		11 - 18 settembre 2006		19 - 26 settembre 2006		27 settembre - 3 ottobre 2006		settembre 2006		Fase A	
	$\bar{h}_{tp}$ (m)	Diff. (m)	$\bar{h}_{tp}$ (m)	Diff. (m)	$\bar{h}_{tp}$ (m)	Diff. (m)	$\bar{h}_{tp}$ (m)	Diff. (m)	$\bar{h}_{tp}$ (m)	Diff. (m)	$\bar{h}_{tp}$ (m)	Diff. (m)
<b>PP01</b>	0.307	0.333	0.388	0.236	0.415	0.261	0.439	0.200	0.388	0.258	0.365	0.310
<b>PP02</b>	0.361	0.387	0.436	0.284	0.438	0.284	0.448	0.209	0.422	0.292	0.325	0.270
<b>PP03</b>	0.372	0.398	0.459	0.307	0.537	0.384	0.546	0.307	0.480	0.350	0.352	0.297
<b>PP04</b>	0.352	0.378	0.500	0.348	0.574	0.420	0.588	0.349	0.506	0.376	0.435	0.380
<b>mare</b>	-0.026	0	0.152	0	0.154	0	0.239	0	0.130	0	0.055	0

In Tab.4.27 le ampiezze d'onda, riferite ai dati del mese di ottobre 2006, risultano comprese tra il 9% (PP03) ed il 18.7% (PP01) delle ampiezze del livello marino e variano secondo le fasi lunari. Inoltre è possibile osservare che le ampiezze d'onda medie dei piezometri risultano inferiori a quanto osservato durante la Fase A.

Tab.4.27 - Ampiezze d'onda assolute e relative dei livelli piezometrici. Mese di ottobre 2006

Periodo	4 - 10 ottobre 2006 (plenilunio)		11 - 18 ottobre 2006		19 - 25 ottobre 2006 (novilunio)		26 - 31 ottobre		ottobre 2006		Fase A	
	Ass. (m)	Rel. mare (%)	Ass. (m)	Rel. mare (%)	Ass. (m)	Rel. mare (%)	Ass. (m)	Rel. mare (%)	Ass. (m)	Rel. mare (%)	Ass. (m)	Rel. mare (%)
<b>PP01</b>	0.182	17.4	0.109	18.0	0.173	18.9	0.129	21.5	0.148	18.7	0.19	24
<b>PP02</b>	0.116	11.1	0.074	12.2	0.113	12.3	0.086	14.3	0.097	12.3	0.18	22
<b>PP03</b>	0.081	7.7	0.052	8.7	0.084	9.2	0.067	11.1	0.071	9.0	0.166	21
<b>PP04</b>	0.133	12.7	0.087	14.5	0.109	11.9	0.100	16.6	0.107	13.6	0.253	31
<b>mare</b>	1.044	100	0.604	100	0.914	100	0.602	100	0.791	100	0.805	100

In Tab.4.28 è riportato un confronto tra i livelli piezometrici medi riscontrati in corrispondenza dei piezometri profondi PP01, PP02, PP03 e PP04 ed i livelli marini medi: è possibile notare come i livelli piezometrici risultino superiori rispetto a quelli osservati durante la Fase A.

CORILA  
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA  
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tab.4.28- Confronto tra i livelli piezometrici e marini medi. Mese di ottobre 2006

Periodo	4 - 10 ottobre 2006		11 - 18 ottobre 2006		19 - 25 ottobre 2006		26 - 31 ottobre		ottobre 2006		Fase A	
	$\bar{h}_{tp}$ (m)	Diff. (m)										
PP01	0.400	0.306	0.361	0.321	0.470	0.238	0.422	0.287	0.411	0.286	0.365	0.310
PP02	0.415	0.320	0.381	0.341	0.498	0.266	0.499	0.364	0.444	0.318	0.325	0.270
PP03	0.508	0.414	0.461	0.421	0.529	0.297	0.473	0.338	0.492	0.367	0.352	0.297
PP04	0.505	0.410	0.414	0.374	0.492	0.260	0.433	0.298	0.460	0.335	0.435	0.380
mare	0.094	0	0.040	0	0.232	0	0.135	0	0.125	0	0.055	0

I risultati delle precedenti elaborazioni sono rappresentati in Fig.4.17, Fig.4.18, Fig.4.19 e Fig.4.20. Da un confronto con la situazione osservata durante la Fase A, si nota che tutti i piezometri profondi hanno subito una diminuzione nell'ampiezza di oscillazione. Il trend seguito dai livelli nei due piezometri profondi PP01 e PP02 dal mese di luglio al mese di ottobre 2006, come osservato nei mesi precedenti, è caratterizzato dalla ciclicità tipica delle evoluzioni mareali. Il livello nel piezometro PP03, invece, ha un andamento irregolare nel mese di luglio, ma a partire dal mese di agosto presenta una dinamica simile a quella osservata durante i mesi precedenti, anche se l'ampiezza di oscillazione risulta leggermente ridotta. Un comportamento simile si osserva per il livello nel piezometro PP04, che nel mese di settembre ha un andamento molto irregolare e nel mese di ottobre presenta una ampiezza di oscillazione ridotta rispetto a quanto osservato durante i mesi precedenti.

L'andamento anomalo dei livelli piezometrici nei mesi di luglio (PP03) e settembre (PP04) e la diminuzione dell'ampiezza di oscillazione, particolarmente sensibile nel piezometro PP04, è probabilmente correlata alla costruzione del diaframma impermeabile lungo la pista parallela al Lungomare Dante Alighieri, iniziata il 4 maggio 2006 e terminata nei primi giorni di ottobre. Seguendo l'avanzamento nella costruzione del diaframma, infatti, si nota che nel mese di luglio esso ha interessato la zona compresa tra via Wagner e via Clemente, in corrispondenza della quale si trova la postazione di monitoraggio P3, mentre nel mese di settembre esso ha raggiunto e superato l'altezza di via Novalis, in corrispondenza della quale è situata la postazione P4. Con molta probabilità la presenza del diaframma, che si intesta a 25 m di profondità dal piano campagna, ha l'effetto di isolare parzialmente il secondo livello acquifero (Strato C) dall'influenza delle oscillazioni mareali nell'area ad esso adiacente, come già era stato osservato per l'acquifero superficiale.

I piezometri PP01 e PP02 sono caratterizzati, in tutto il quadrimestre di monitoraggio, da livelli piezometrici medi simili, prossimi ad un valore medio pari a 0.39 m s.l.m., senza grandi variazioni da quanto osservato nella Fase A. Il piezometro PP03, invece, dal mese di agosto si assesta su un livello medio superiore (0.47 m s.l.m.) ed il piezometro PP04, caratterizzato da un livello medio di 0.32 m s.l.m. nei mesi precedenti la costruzione del diaframma, si assesta ad un livello medio superiore a quello osservato durante la Fase A e prossimo a 0.5 m s.l.m. nel mese di ottobre.

CORILA  
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA  
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

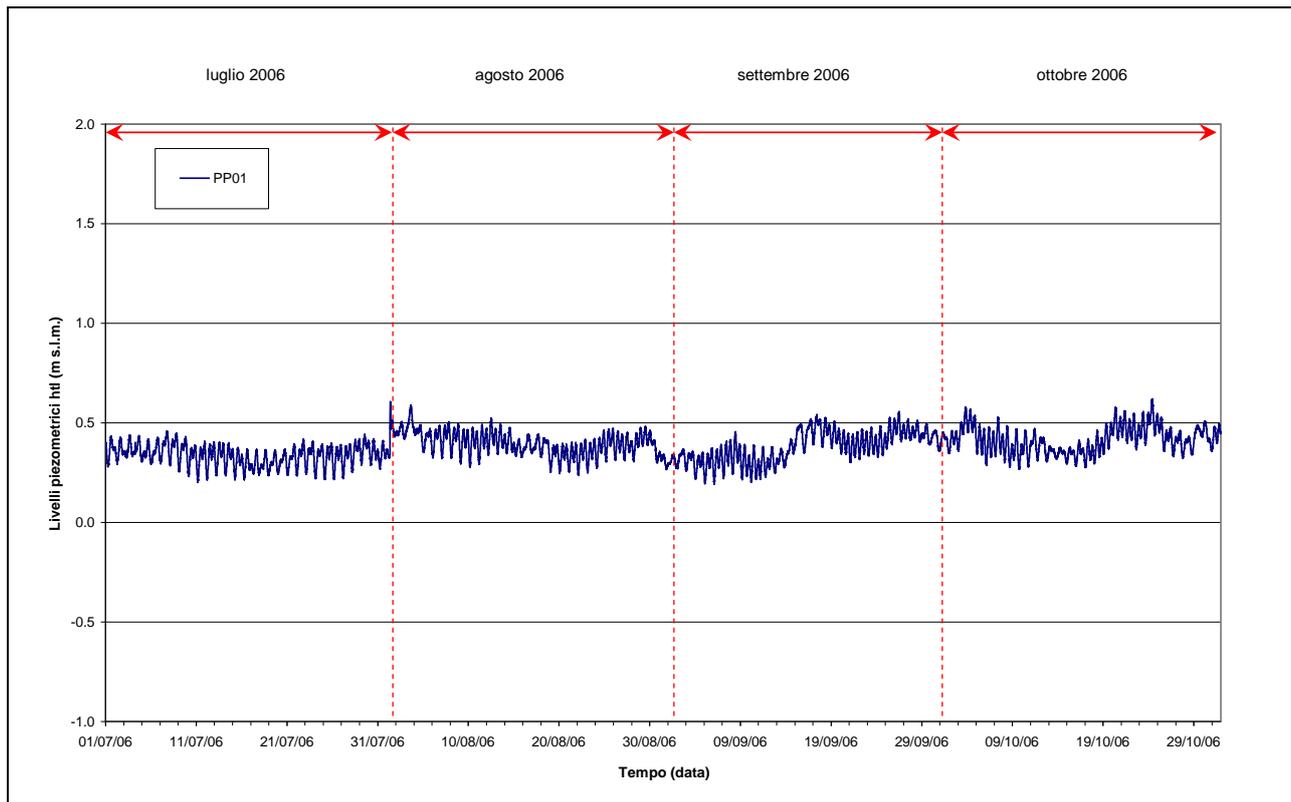


Fig.4.17 - Andamento dei livelli piezometrici in corrispondenza del piezometro PP01

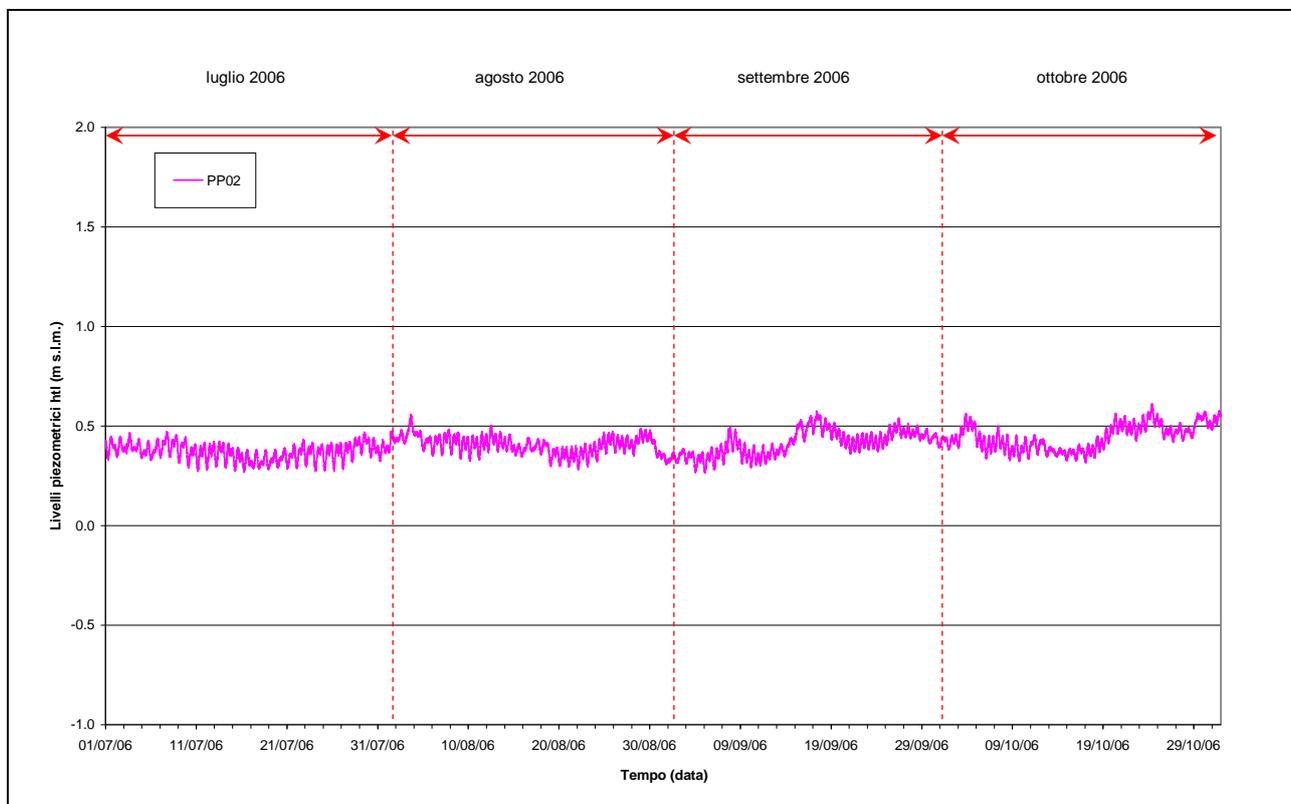


Fig.4.18 - Andamento dei livelli piezometrici in corrispondenza del piezometro PP02

CORILA  
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA  
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

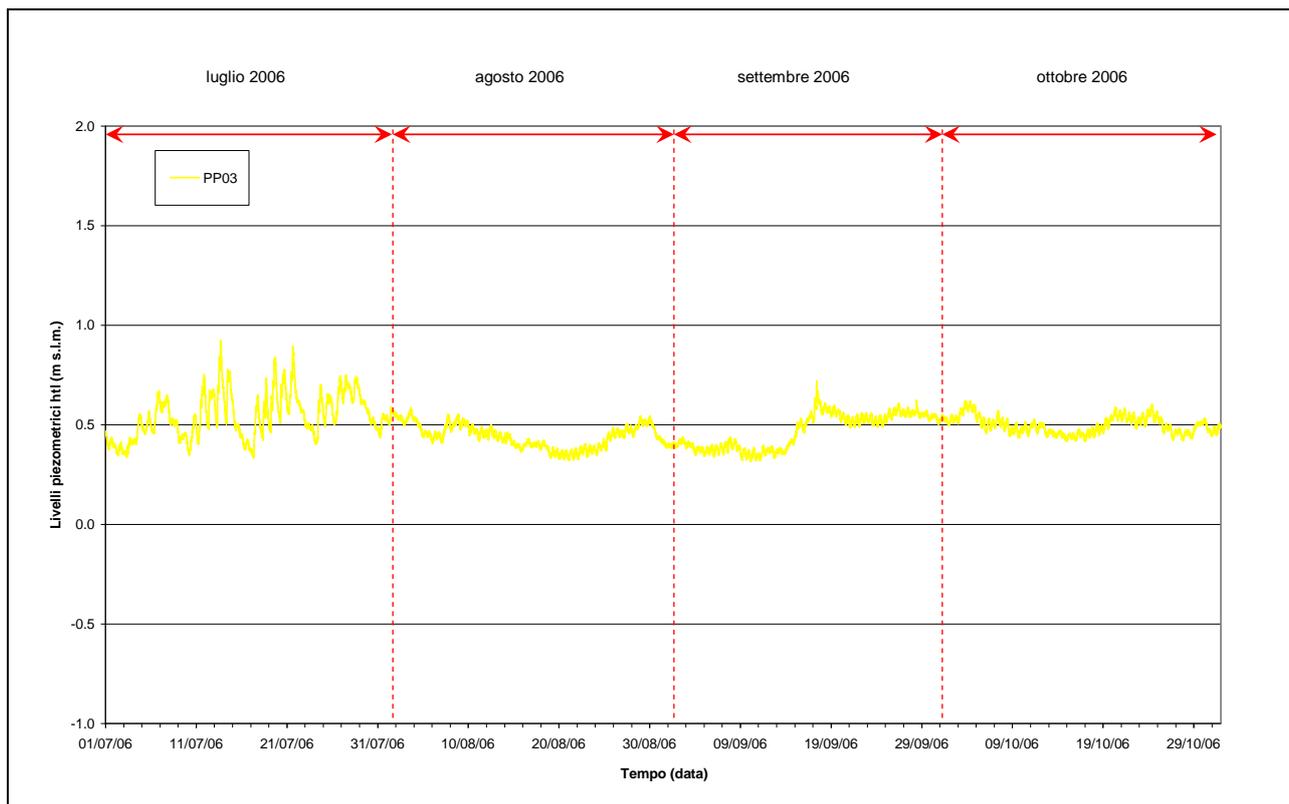


Fig.4.19 - Andamento dei livelli piezometrici in corrispondenza del piezometro PP03

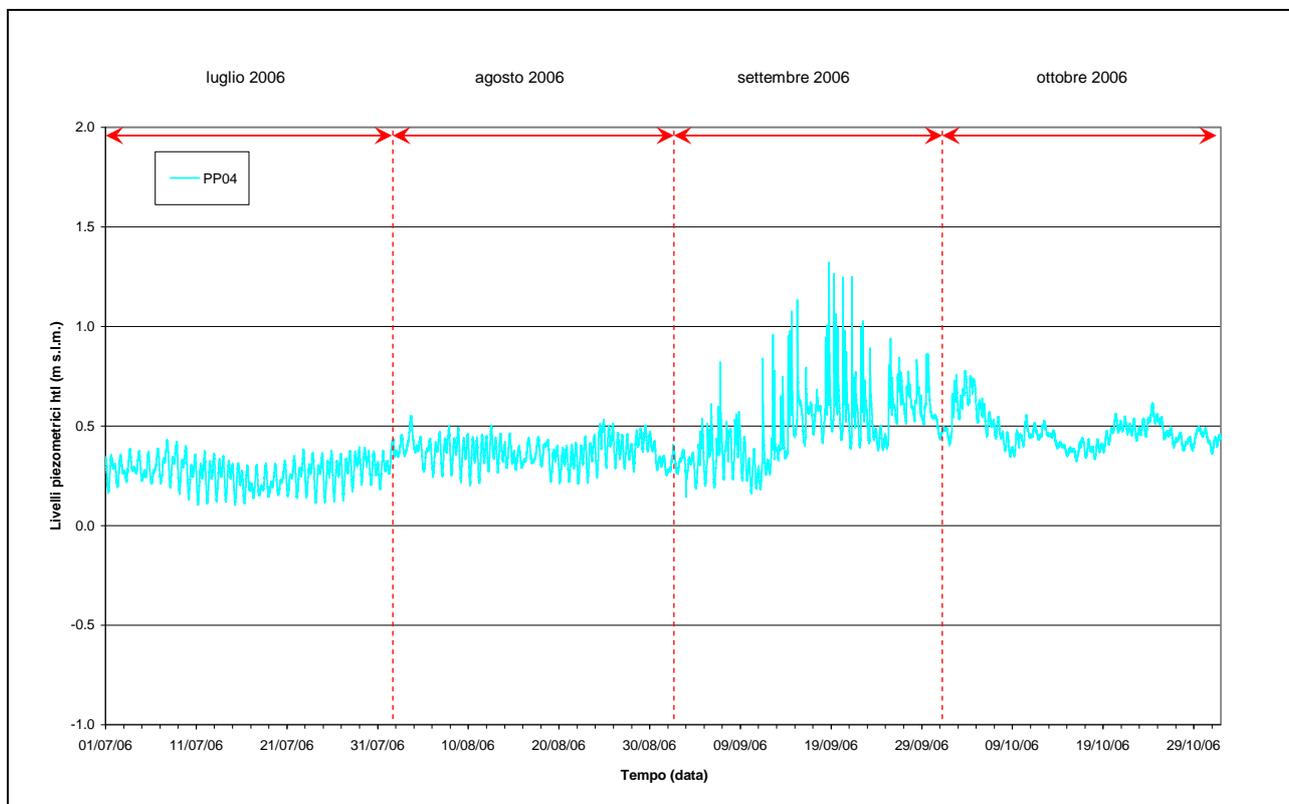


Fig.4.20 - Andamento dei livelli piezometrici in corrispondenza del piezometro PP04

CORILA  
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA  
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Come mostra la Fig.4.21, e come è già stato riscontrato in occasione del monitoraggio nei mesi precedenti, è possibile osservare l'effetto delle evoluzioni mareali sull'andamento dei livelli piezometrici relativi ai piezometri profondi ubicati nella porzione interna dell'Area di Monitoraggio. I massimi dei livelli piezometrici si verificano in corrispondenza di rispettivi massimi dei livelli del mare: è plausibile quindi ritenere che anche i piezometri interni risentano delle evoluzioni mareali, seppure in misura minore rispetto a quelli posti sul lungomare.

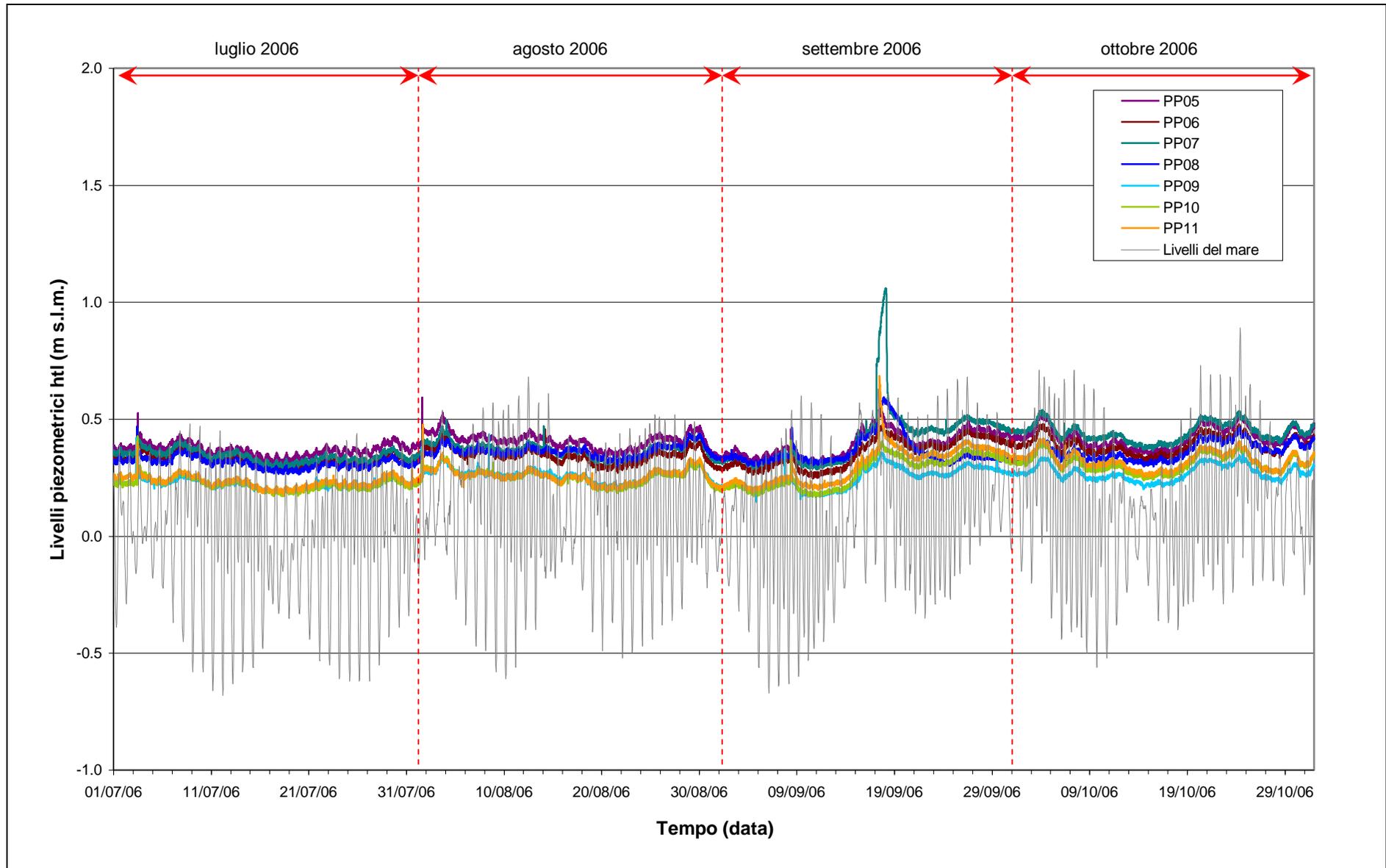


Fig.4.21- Andamento dei livelli piezometrici in corrispondenza dei piezometri profondi interni e livelli del mare

## 4.5 Studio piezometrico

Nel seguente paragrafo vengono riportate le elaborazioni piezometriche relative al Primo livello acquifero (Strato A) ed al Secondo livello acquifero (Strato C), derivanti rispettivamente dai dati acquisiti in corrispondenza dei piezometri superficiali e dei piezometri profondi.

Sono state effettuate quattro ricostruzioni piezometriche relative ai due livelli acquiferi sulla base dei dati acquisiti dai trasduttori di livello, in date lontane da eventi piovosi intensi, ad un'ora distante da estremi mareali (Tab.4.29, Fig.4.22 e Fig.4.23). Per raffronto si riportano anche le piezometrie superficiali e profonde elaborate per la Fase A.

Tab.4.29 - Date in corrispondenza delle quali sono state elaborate le piezometrie superficiali

Mese	Data e ora
Fase A	12 novembre 2005 - h. 14:00
luglio	12 luglio 2006 - h. 21:00
agosto	23 agosto 2006 - h. 00:00
settembre	14 settembre 2006 - h. 19:00
ottobre	17 ottobre 2006 - h. 15:00

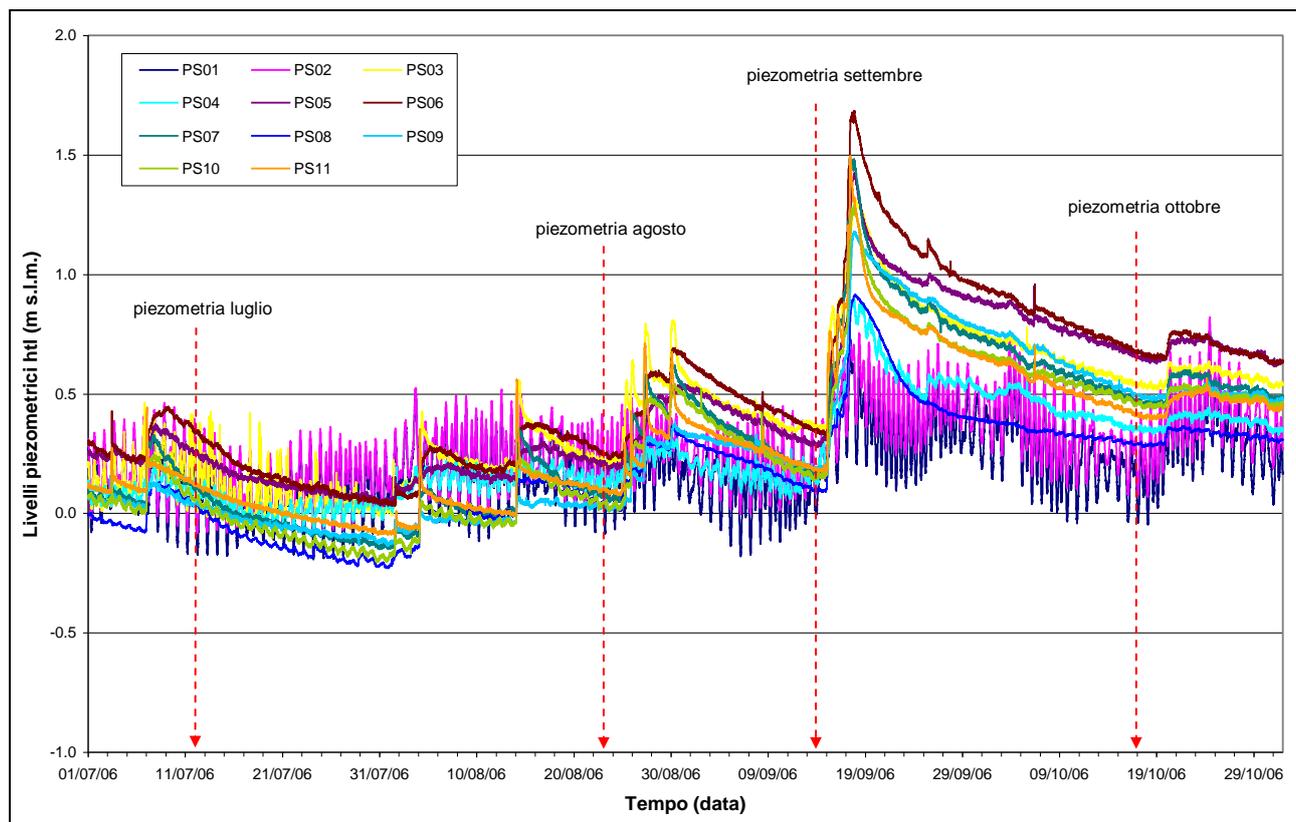


Fig.4.22 - Elaborazione delle piezometrie superficiali

CORILA  
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA  
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tab.4.30 – Date in corrispondenza delle quali sono state elaborate le piezometrie profonde

Mese	Data e ora
Fase A	12 novembre 2005 - h. 14:00
luglio	17 luglio 2006 - h. 00:00
agosto	23 agosto 2006 - h. 00:00
settembre	14 settembre 2006 - h. 02:00
ottobre	17 ottobre 2006 - h. 15:00

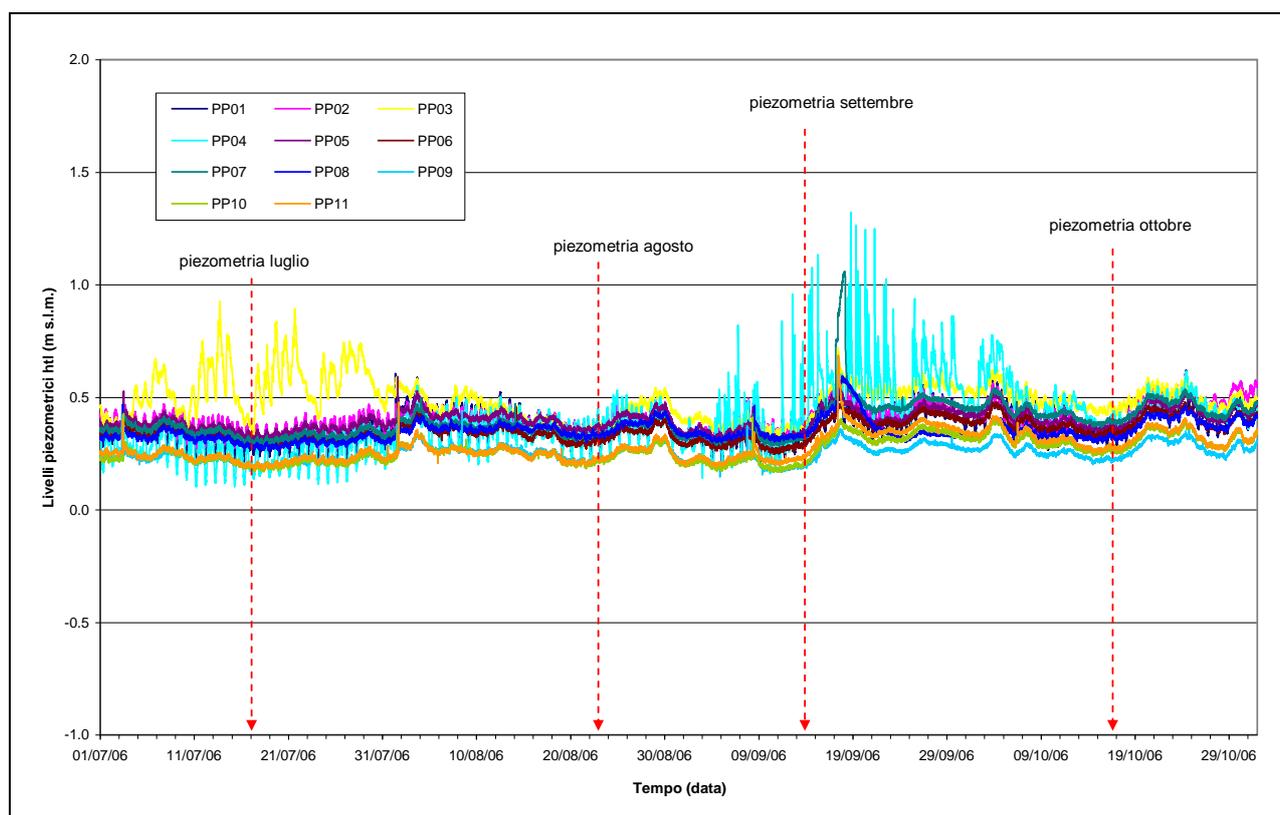


Fig. 4.23 – Elaborazione delle piezometrie profonde

CORILA  
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA  
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

**4.5.1** *Piezometria superficiale*

La piezometria del Primo livello acquifero (Strato A) è stata desunta a partire dai valori di battente idrico misurati dai Levellogger posizionati in corrispondenza di piezometri superficiali. In Tab. 4.31 sono riportati i livelli piezometrici riferiti a 5 date diverse, durante i quattro mesi monitorati, di cui una appartenente alla Fase A. Nelle Figg. 4.24, 4.25, 4.26, 4.27 e 4.28 sono riportate le relative piezometrie, elaborate con il software Surfer.

Tab. 4.31 - Livelli piezometrici  $h_{ti}$  relativi al Primo livello acquifero (strato A), rilevati dai trasduttori nella Fase A e nelle quattro date di riferimento.

Piezometro	Levellogger	X	Y	$z_t$ (m s.l.m.)	Fase A	luglio	agosto	settembre	ottobre
					$h_{ti}$ (m s.l.m.)				
PS01	L02	2318325.88	5035253.68	1.778	0.271	0.154	-0.016	0.298	0.248
PS02	L04	2318303.30	5034900.48	1.713	n.d.	0.242	0.101	0.314	0.283
PS03	L06	2318377.62	5034552.61	1.545	0.331	0.176	0.207	0.233	0.370
PS04	L08	2318449.34	5034373.27	1.453	0.147	0.083	0.088	0.175	0.272
PS05	L10	2318582.01	5034989.80	1.816	0.799	0.222	0.207	0.203	0.316
PS06	L12	2318658.27	5034750.84	1.688	0.843	0.298	0.245	0.252	0.330
PS07	L14	2318785.95	5034898.62	1.403	0.654	0.081	0.086	0.078	0.166
PS08	L16	2318799.69	5034032.43	0.663	0.345	0.000	0.048	0.043	0.094
PS09	L18	2318764.67	5035448.00	2.259	0.638	0.021	0.031	0.022	0.193
PS10	L20	2318792.99	5035043.94	2.023	0.634	0.022	0.047	0.041	0.155
PS11	L22	2318787.28	5034652.23	1.169	0.673	0.096	0.097	0.102	0.205

Il livello piezometrico medio nei piezometri interni all'Area di Monitoraggio nei mesi da luglio a settembre ha subito una diminuzione, rispetto a quanto osservato nella Fase A e nel corso dei mesi precedenti, seguendo il trend discendente misurato a partire dal mese di maggio 2006 ("Il Rapporto di Valutazione", luglio 2006). Questo andamento, probabilmente causato dalla scarsità di precipitazioni e dall'elevata evapotraspirazione tipiche dei mesi estivi, ha causato lo stabilizzarsi dei livelli medi dei piezometri interni su valori prossimi a quelli osservati in quelli più vicini al mare. Di conseguenza, nei mesi da luglio a settembre il gradiente idraulico medio risulta inferiore rispetto a quanto osservato in precedenza (Tab.4.32). Tra i piezometri interni, quelli con livello medio più elevato sono il PS05 e il PS06, come in precedenza, e il flusso irradia da essi verso l'esterno in direzione parallela alla costa, anche se nel mese di agosto è possibile osservare un'inversione di tendenza, con il flusso diretto dai piezometri esterni PS01 e PS02 verso quelli interni. Nel mese di ottobre, a seguito dell'aumento dei livelli medi osservato nei piezometri interni, si assiste al ripristino della situazione normale, con il flusso diretto dall'interno dell'Area di Monitoraggio verso il mare, in corrispondenza delle postazioni PS01 e PS02, mentre nei piezometri PS03 e PS04 il livello si mantiene prossimo a quello nei piezometri interni.

Tab.4.32- Gradienti idraulici medi caratterizzanti le superfici piezometriche

Data piezometria	Gradiente idraulico medio
Fase A: 12 novembre 2005 - h14.00	0.14%
mese luglio: 12 luglio 2006 - h.21:00	0.04%
mese agosto: 23 agosto 2006 - h.00:00	0.039%
mese settembre: 14 settembre 2006 - h.19:00	0.041%
mese ottobre: 17 ottobre 2006 - h.15:00	0.13%

CORILA  
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA  
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

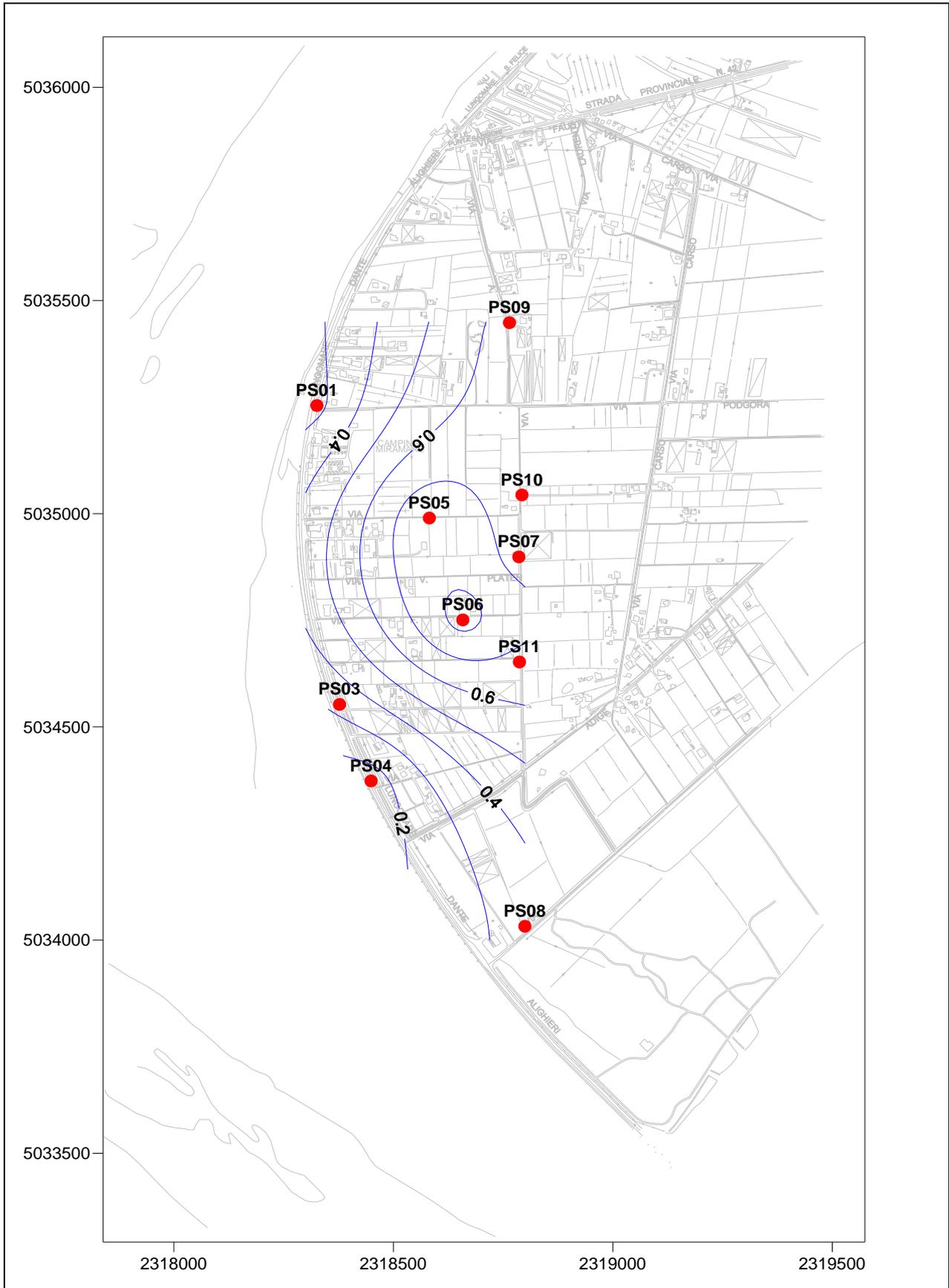


Fig.4.24 - Piezometria superficiale Fase A ( $h_{fd}$  - m s.l.m.), 12 novembre 2005 - h.14.00

CORILA  
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA  
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

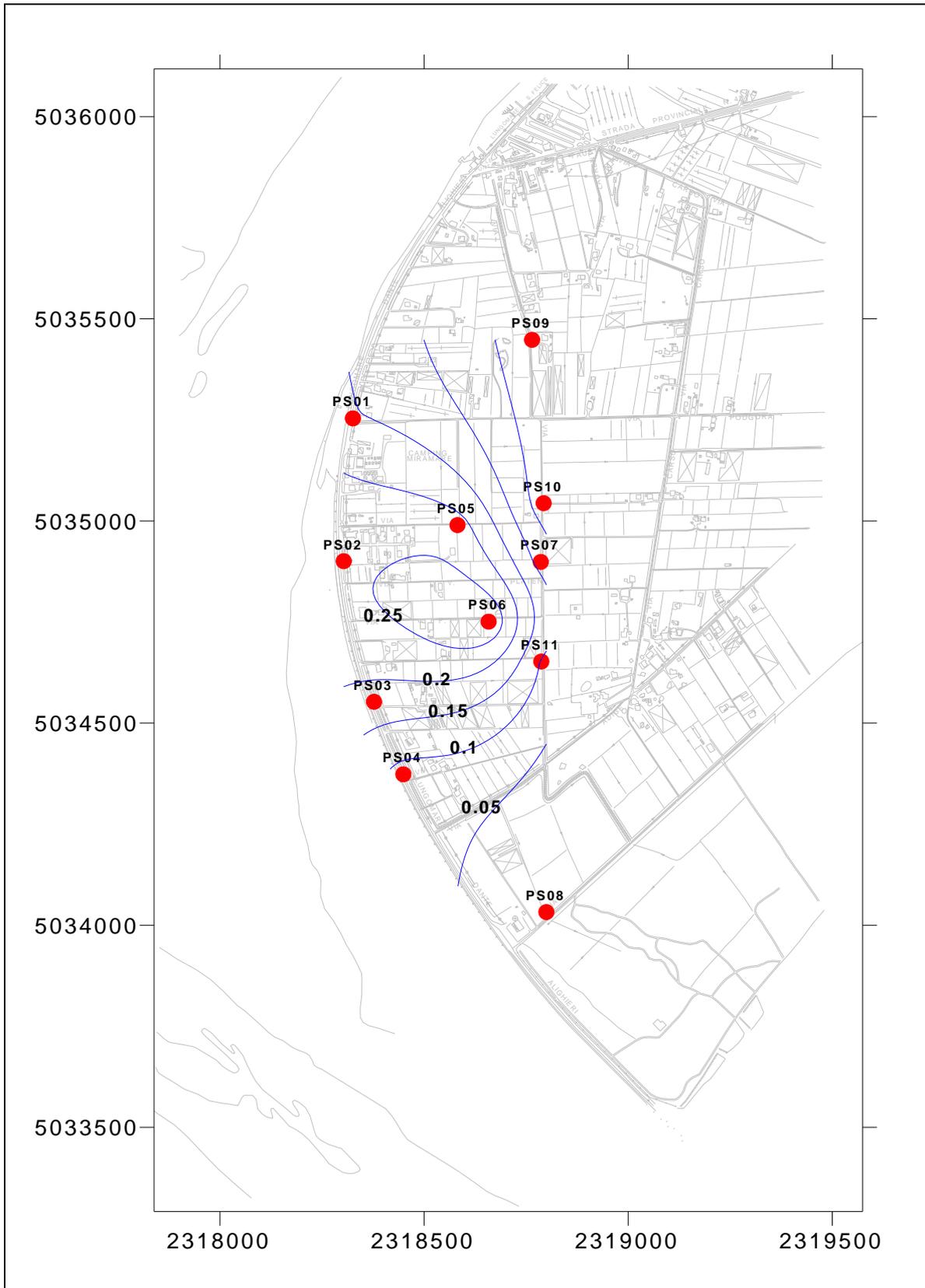


Fig.4.25 - Piezometria superficiale mese di luglio ( $h_{hl}$  - m s.l.m.), 12 luglio 2006 - h.21:00

CORILA  
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA  
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

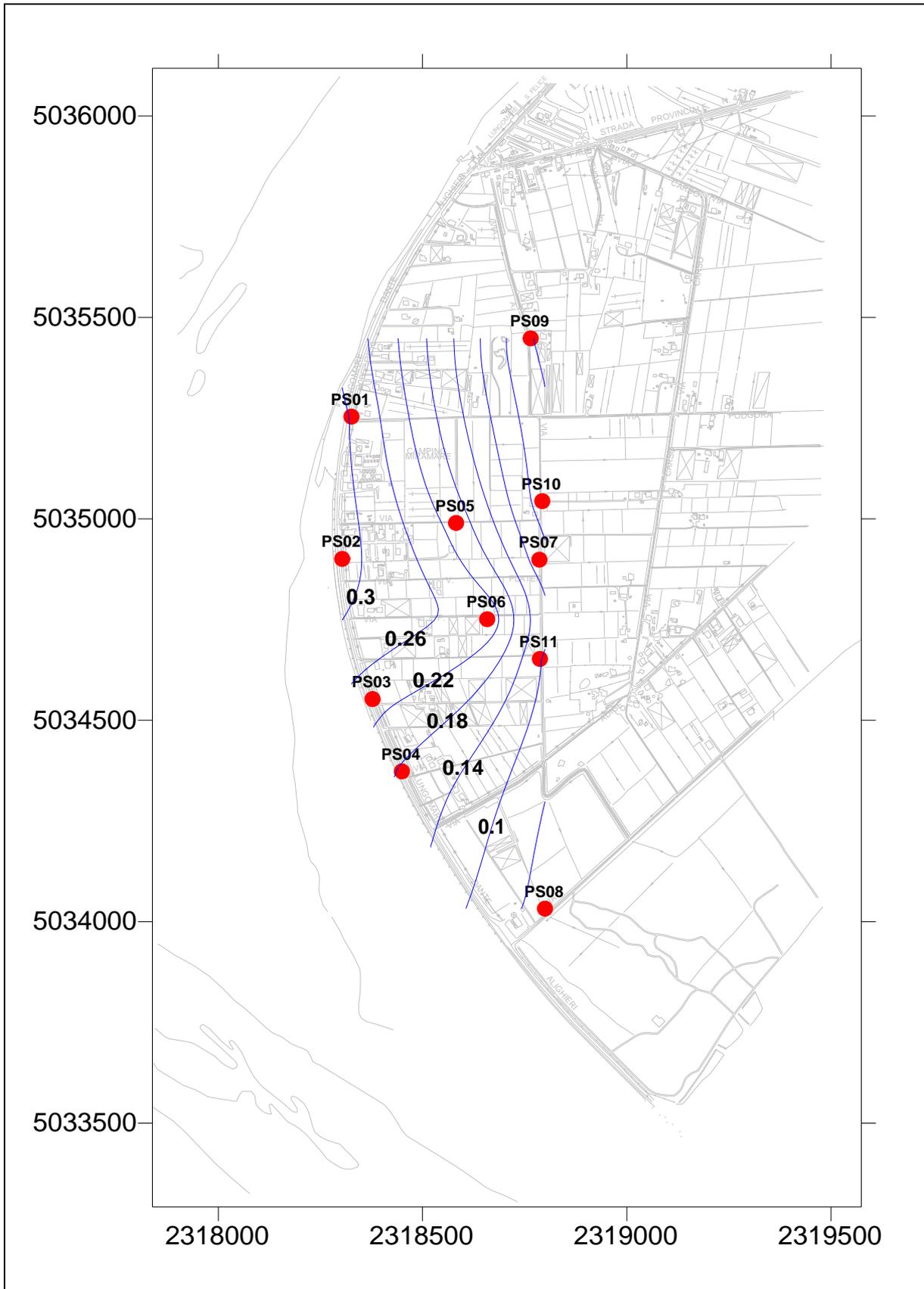


Fig.4.26 - Piezometria superficiale mese di agosto (h<sub>el</sub> - m s.l.m.), 23 agosto 2006 - h.00:00

CORILA  
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA  
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

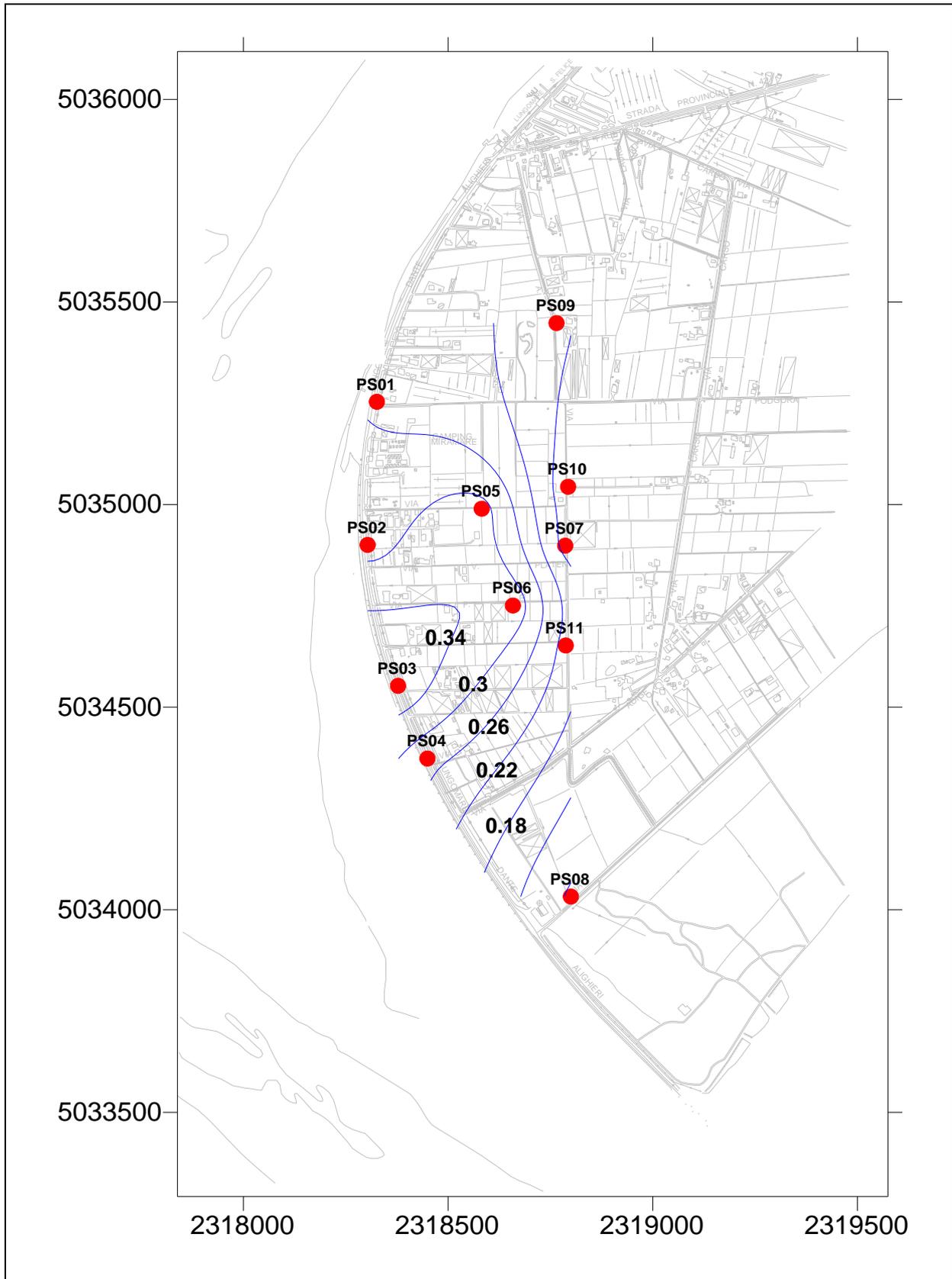


Fig.4.27 - Piezometria superficiale mese di settembre ( $h_{fl}$  - m s.l.m.), 14 settembre 2006 - h.19:00

CORILA  
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA  
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

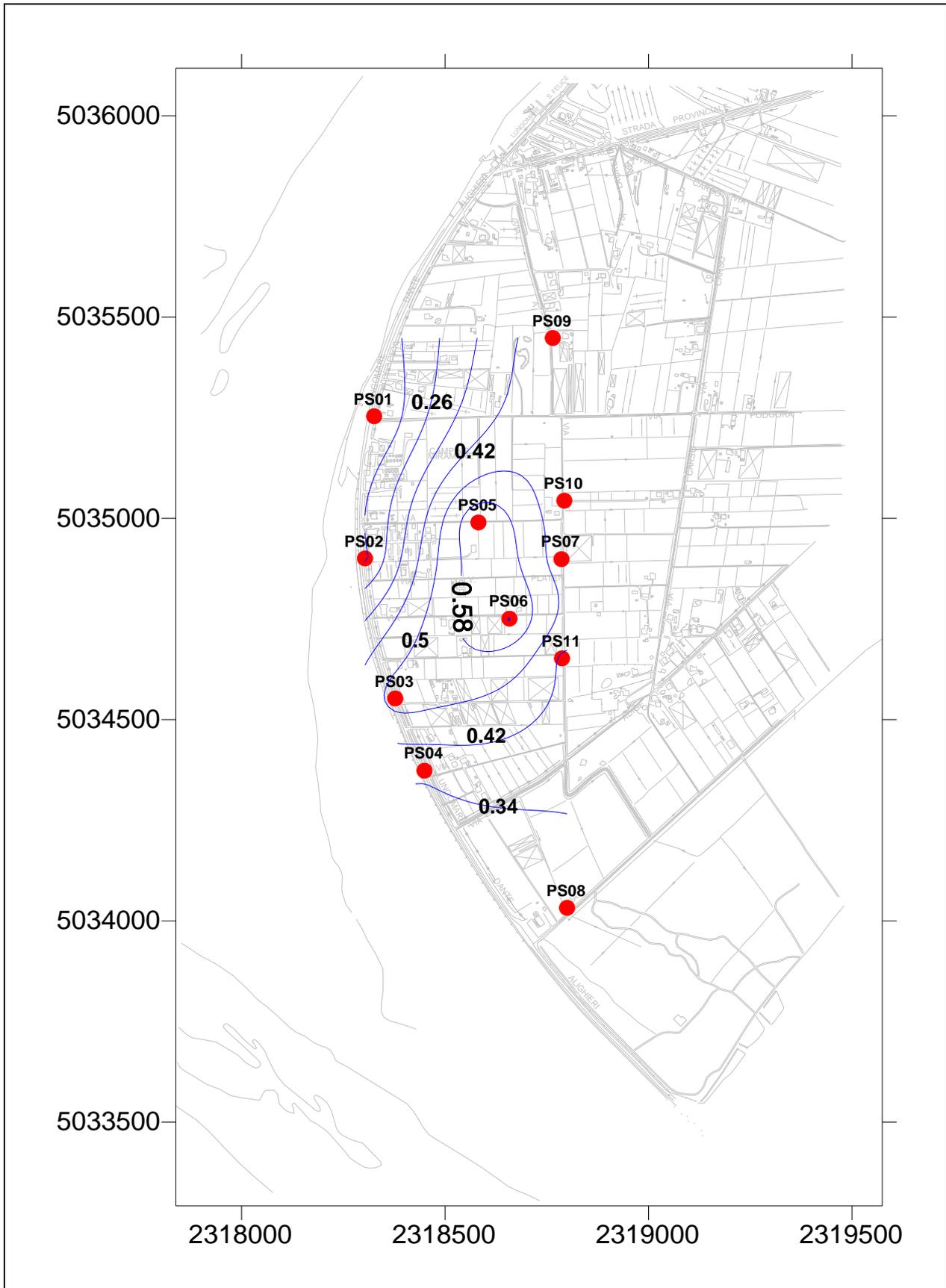


Fig.4.28 - Piezometria superficiale mese di ottobre (h<sub>tl</sub> - m s.l.m.), 17 ottobre 2006 - h.15:00

CORILA  
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA  
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

**4.5.2** *Piezometria profonda*

La piezometria del Secondo livello acquifero (Strato C) è stata desunta a partire dai valori di battente idrico misurati dai Levellogger posizionati in corrispondenza di piezometri profondi.

In Tab. 4.33 sono riportati i livelli piezometrici riferiti a 5 date diverse, durante i quattro mesi monitorati, di cui una appartenente alla Fase A. Nelle Figg. 4.29, 4.30, 4.31, 4.32, 4.33 sono riportate le relative piezometrie, elaborate con il software Surfer.

Tab. 4.33 – Livelli piezometrici  $h_{pi}$  relativi al Secondo livello acquifero (Strato C), rilevati dai trasduttori nella Fase A e nelle quattro date di riferimento.

Piezometro	Levellogger	X	Y	$z_t$ (m s.l.m.)	Fase A	luglio	agosto	settembre	ottobre
					$h_{pi}$ (m s.l.m.)				
PP01	L01	2318325.44	5035252.10	1.781	0.337	0.351	0.362	0.369	0.319
PP02	L03	2318303.40	5034898.36	1.706	0.298	0.368	0.370	0.423	0.346
PP03	L05	2318378.37	5034550.49	1.492	0.353	0.585	0.373	0.406	0.453
PP04	L07	2318448.54	5034374.67	1.515	0.394	0.279	0.395	0.593	0.380
PP05	L09	2318579.81	5034989.68	1.730	0.469	0.366	0.380	0.393	0.370
PP06	L11	2318658.29	5034748.80	1.652	0.375	0.318	0.300	0.325	0.342
PP07	L13	2318786.12	5034900.50	1.323	0.401	0.334	0.337	0.364	0.392
PP08	L15	2318800.26	5034031.14	0.675	0.260	0.307	0.328	0.361	0.312
PP09	L17	2318765.07	5035445.93	2.274	0.339	0.212	0.221	0.226	0.229
PP10	L19	2318793.08	5035045.83	2.098	0.302	0.220	0.220	0.233	0.253
PP11	L21	2318787.40	5034654.31	1.087	0.288	0.233	0.222	0.269	0.267

Da un confronto con la situazione osservata nella Fase A e nei precedenti mesi di monitoraggio, il gradiente piezometrico medio nei quattro mesi monitorati risulta sostanzialmente invariato (Tab. 4.34): i livelli nei piezometri profondi si mantengono entro un ristretto range di variazione, determinando un gradiente idraulico medio piuttosto basso ed un flusso tendenzialmente diretto dai piezometri posti sul lungomare verso quelli più interni.

Tab.4.34 – Gradienti idraulici medi caratterizzanti le superfici piezometriche profonde

Data piezometria	Gradiente idraulico medio
Fase A: 12 novembre 2005 - h14.00	0.02%
mese luglio: 17 luglio 2006 - h.00:00	0.019%
mese agosto: 23 agosto 2006 - h.00:00	0.036%
mese settembre: 14 settembre 2006 - h.02:00	0.026%
mese ottobre: 17 ottobre 2006 - h.15:00	0.023%

CORILA  
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA  
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

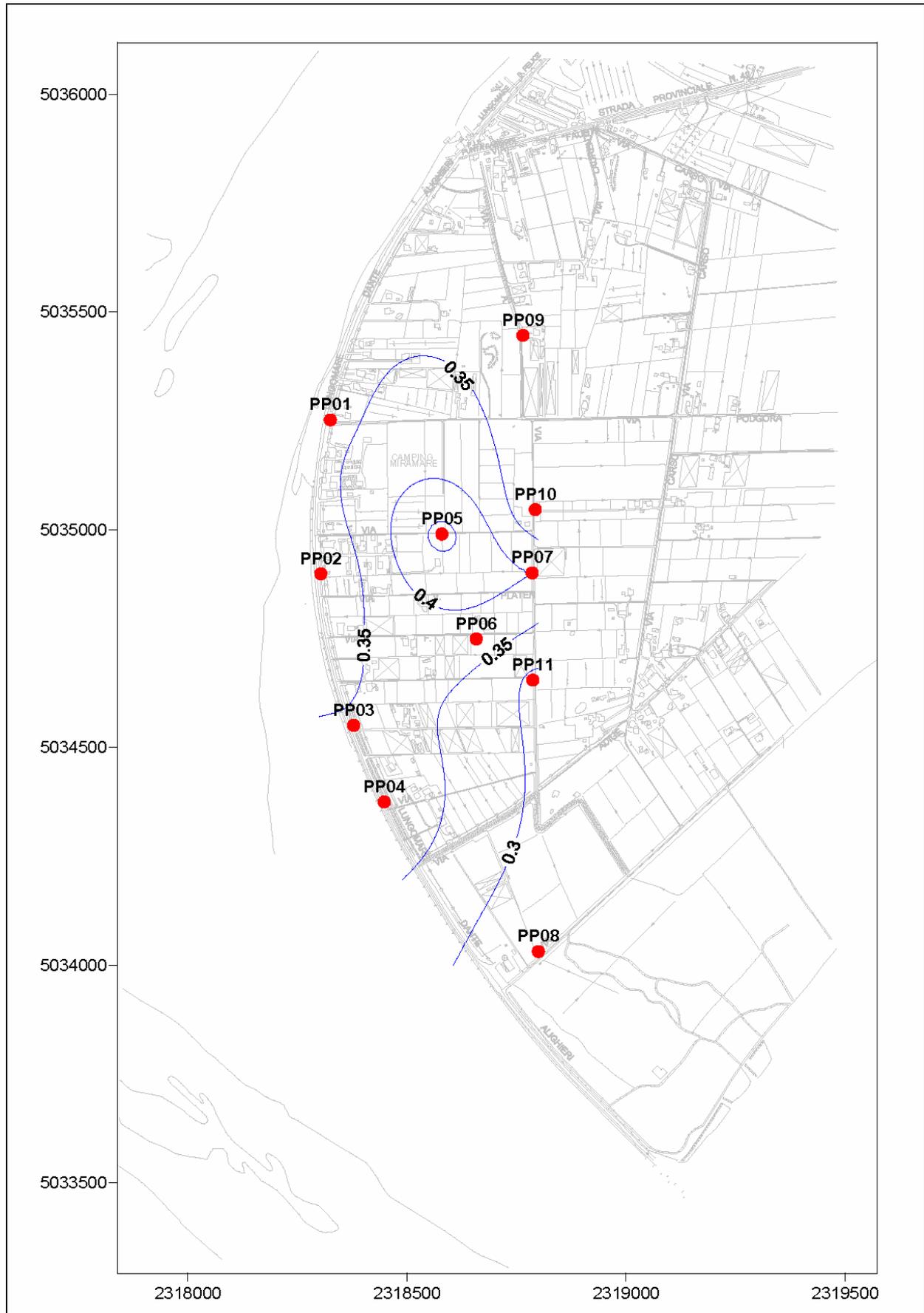


Fig.4.29 - Piezometria profonda Fase A ( $h_d$  - m s.l.m.), 12 novembre 2005 - h.14.00

CORILA  
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA  
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

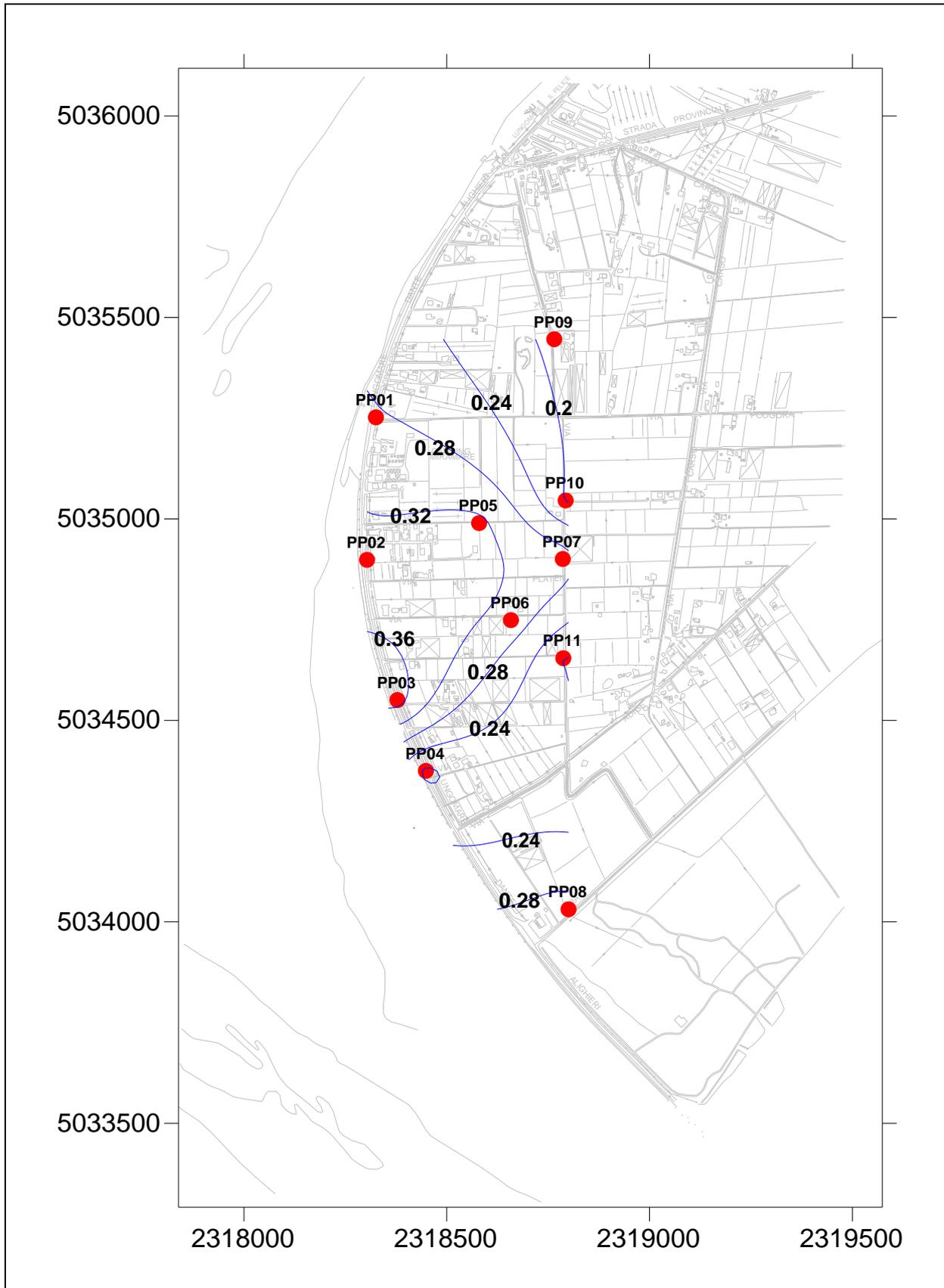


Fig.4.30- Piezometria profonda mese di luglio ( $h_{ti}$  - m s.l.m.), 17 luglio 2006 - h.0:00

CORILA  
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA  
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

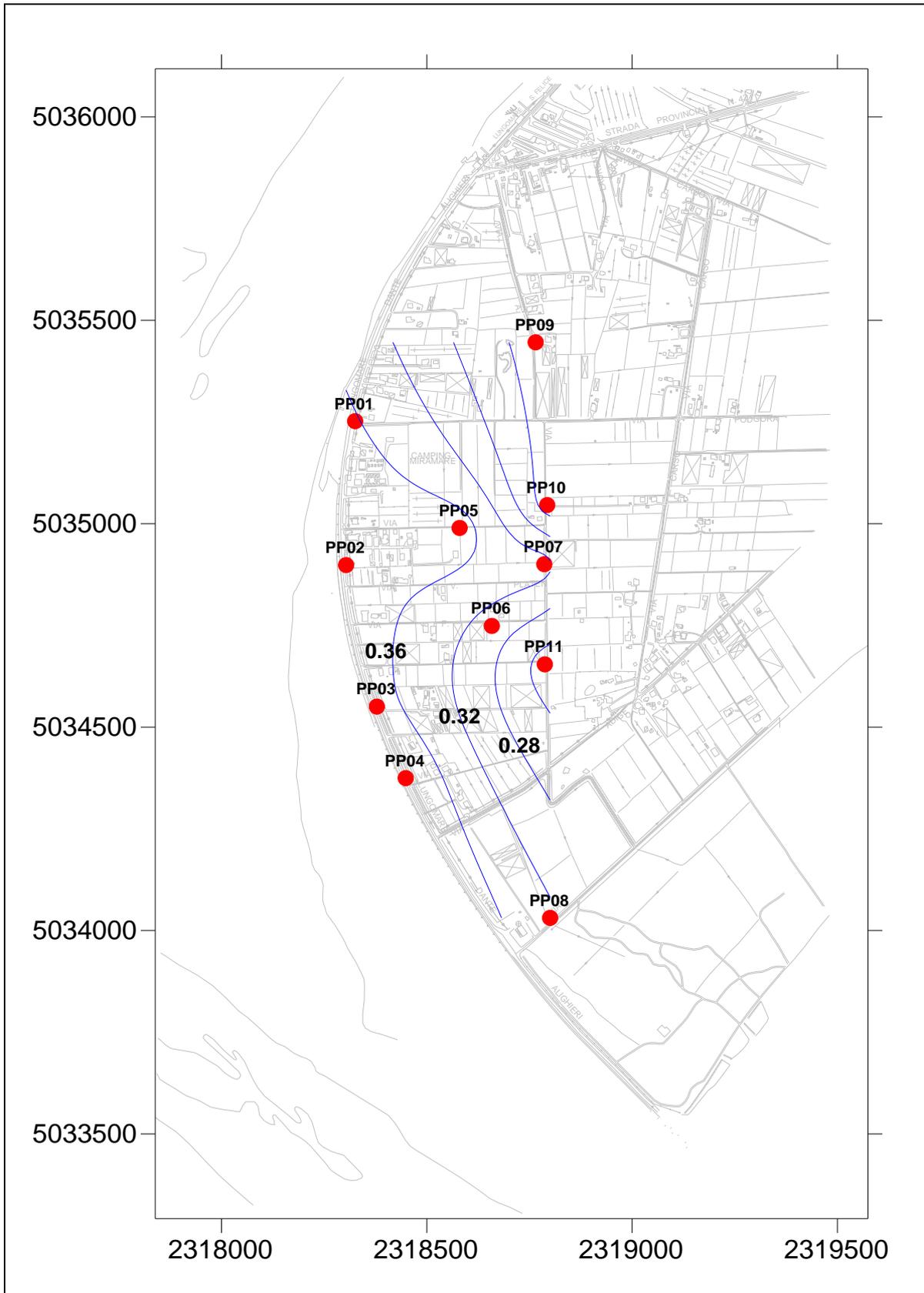


Fig.4.31 - Piezometria profonda mese di agosto ( $h_{tl} - m$  s.l.m.), 23 agosto 2006 - h.00:00

CORILA  
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA  
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

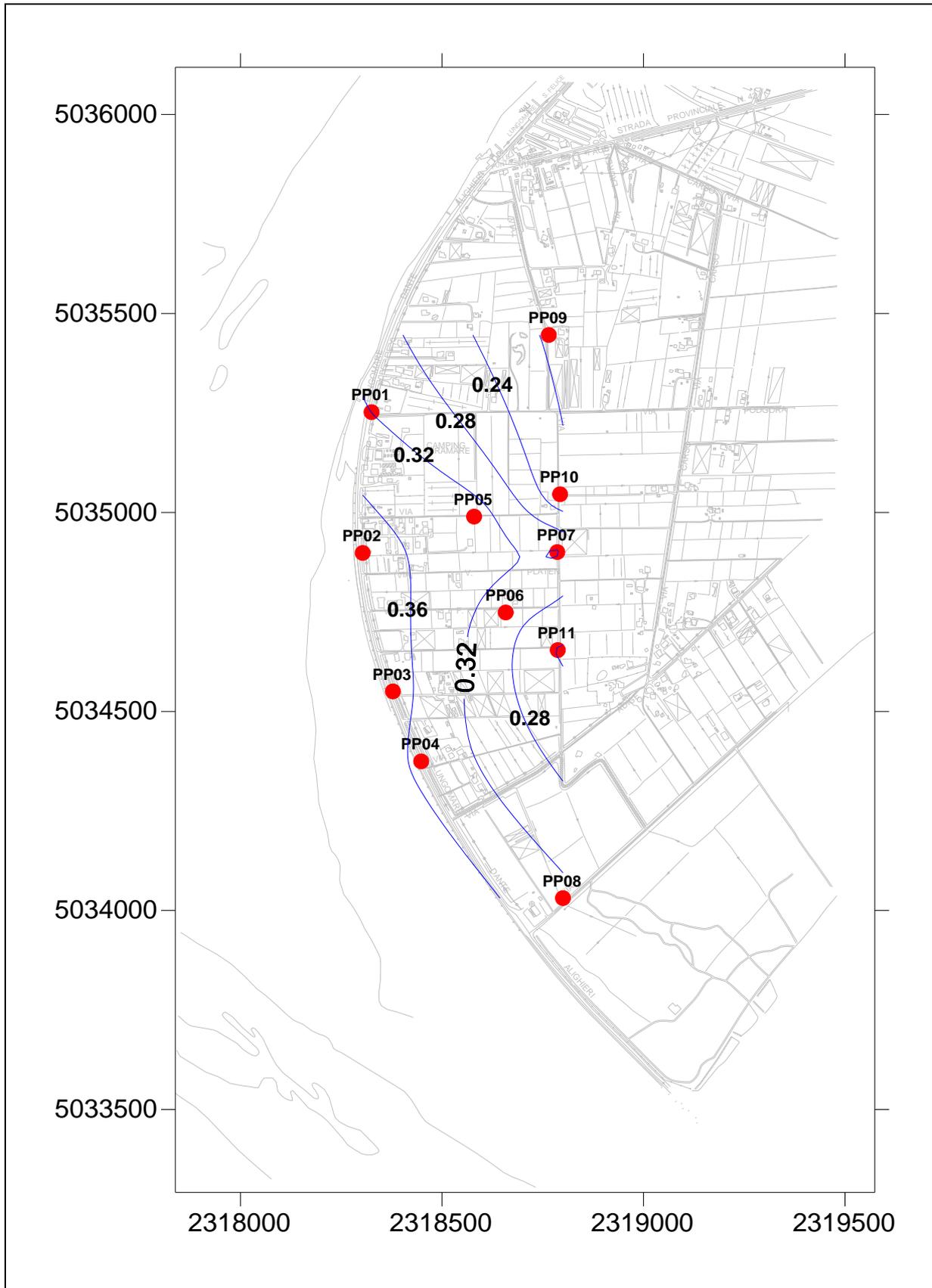


Fig.4..32 - Piezometria profonda mese di settembre (h<sub>pl</sub> - m s.l.m.), 14 settembre - h.2:00

CORILA  
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA  
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

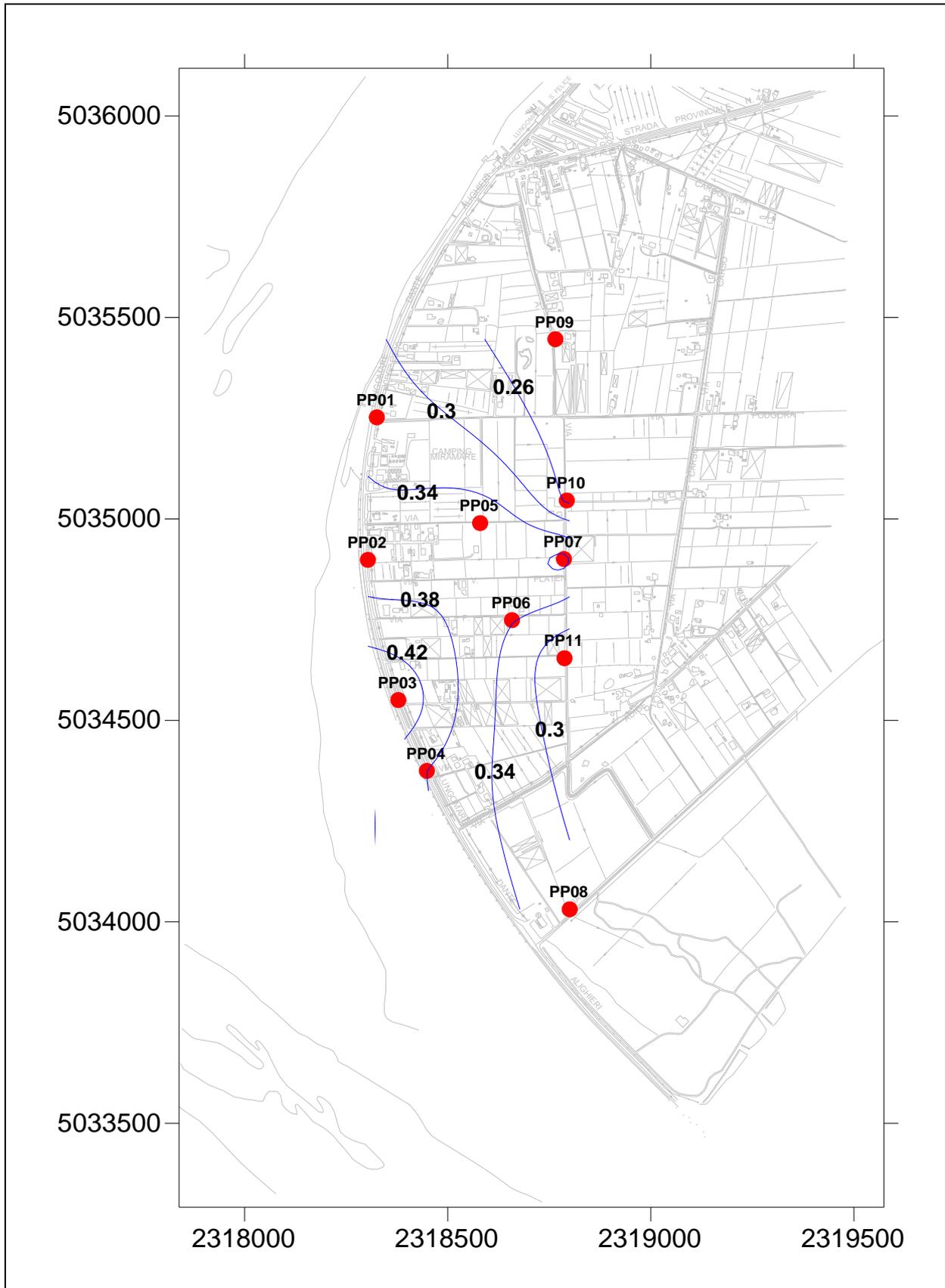


Fig.4.33 - Piezometria profonda mese di ottobre ( $h_{tl}$  - m s.l.m.), 17 ottobre - h.15:00

## 5. VERIFICA DEL RISPETTO DELLE SOGLIE DI AZIONE

Le soglie identificate nel “Rapporto di Variabilità Attesa” (dicembre 2005) prendono in considerazione eventi quali il basso o l’alto livello piezometrico, valutati sui valori istantanei dei carichi idraulici e sui valori mediati su 24 ore, come definito dalle seguenti relazioni (vedasi Tab.5.1):

- BLI, soglia di basso livello istantaneo: è raggiunta quando il livello piezometrico in corrispondenza di un piezometro di monitoraggio si trova almeno un metro al di sotto del livello del mare, secondo la relazione:  $h_{ul} < h_M - 1$  (m s.l.m.)
- BLM, soglia di basso livello medio su 24 h: è raggiunta quando il livello piezometrico in corrispondenza di un piezometro di monitoraggio, mediato sulle 24 h, si trova almeno un metro al di sotto del livello del mare mediato sulle 24 h, secondo la relazione:  $\bar{h}_{ul,24} < \bar{h}_{M,24} - 1$  (m s.l.m.)
- ALI, soglia di alto livello istantaneo: è raggiunta quando il livello piezometrico in corrispondenza di un piezometro di monitoraggio si trova al di sopra del punto di riferimento delle quote:  $h_{ul} > z_t$  (m s.l.m.)
- ALM, soglia di alto livello medio su 24 h: è raggiunta quando il livello piezometrico in corrispondenza di un piezometro di monitoraggio, mediato sulle 24 h, si trova al di sopra del punto di riferimento delle quote:  $\bar{h}_{ul,24} > z_t$  (m s.l.m.).

Tab. 5.1 - Identificazione preliminare delle soglie ed azioni correttive

Sigla	BLI			BLM		
Evento	Basso livello istantaneo			Basso livello medio (24 h)		
Espressione	$h_{ul} < h_M - 1$			$\bar{h}_{ul,24} < \bar{h}_{M,24} - 1$		
Causa	Naturale	Antropica		Naturale	Antropica	
		Varia	Cantiere		Varia	Cantiere
Azione	-	Avviso	Avviso	-	Accertare la presenza di pozzi in funzione	Valutare riduzione pompaggio ed efficienza impermeabilizzazione tura

Sigla	ALI			ALM		
Evento	Alto livello istantaneo			Alto livello medio (24 h)		
Espressione	$h_{ul} > z_t$			$\bar{h}_{ul,24} > z_t$		
Causa	Naturale	Antropica		Naturale	Antropica	
		Varia	Cantiere		Varia	Cantiere
Azione	Valutare affidabilità dati Barologger	Avviso Valutare affidabilità dati Barologger	Avviso Valutare affidabilità dati Barologger	Spostamento Barologger	Spostamento Barologger	Spostamento Barologger Interventi da valutare

CORILA  
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA  
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Nel corso del quadrimestre di monitoraggio è stato verificato il rispetto delle soglie indicate in Tab.5.1. Le soglie di Basso Livello Istantaneo e Medio sono state rispettate nell'intero periodo monitorato in tutti i piezometri superficiali e profondi, mentre le soglie di Alto Livello Istantaneo e Medio non sono state rispettate in tre piezometri superficiali in un'occasione:

- nel periodo compreso tra il 17/06 e il 21/06, in corrispondenza dei tre piezometri superficiali PS07, PS08 e PS11. Il mancato rispetto delle soglie è avvenuto durante e a seguito di un evento meteorico molto intenso come è riportato in Tab.5.2 e Tab.5.3 che indicano gli intervalli temporali in cui sono stati osservati i superamenti delle soglie. I mancati rispetti delle soglie sono avvenuti in seguito ad un evento meteorico intenso e non si ritengono quindi imputabili a cause antropiche.

In Figg. 5.1, 5.2 e 5.3 sono visualizzate le soglie di Alto e Basso Livello Istantaneo per i piezometri superficiali: si notano i superamenti nei piezometri PS07, PS08 e PS11 nel mese di settembre. In Figg. 5.4, 5.5 e 5.6 sono visualizzate le soglie di Alto e Basso Livello Istantaneo per i piezometri profondi, che risultano sempre rispettate.

Tab. 5.2 - Superamento della Soglia di Alto Livello Istantaneo nel periodo monitorato

<b>Piezometro superficiale</b>	<b>Periodo di superamento</b>	<b>Soglia di Alto Livello Istantaneo [m s.l.m.]</b>	<b>Massimo livello raggiunto [m s.l.m.]</b>
PS07	17/09, h. 11:10 - 18/09 h. 03:00	1.403	1.482
PS08	17/09, h. 08:10 - 21/09, h. 10:50	0.663	0.914
PS11	17/09, h. 05:40 - 17/09, h. 07:50 17/09, h. 10:10 - 18/09, h. 10:30	1.169	1.207 1.496

Tab. 5.3 - Superamento della Soglia di Alto Livello Medio nel periodo monitorato

<b>Piezometro superficiale</b>	<b>Periodo di superamento</b>	<b>Soglia di Alto Livello Medio [m s.l.m.]</b>	<b>Massimo livello raggiunto [m s.l.m.]</b>
PS07	17/09, h. 19:00 - 18/09 h. 01:20	1.403	1.418
PS08	17/09, h. 06:40 - 21/09, h. 10:50	0.663	0.898
PS11	17/09, h. 09:00 - 18/09, h. 09 :40	1.169	1.309

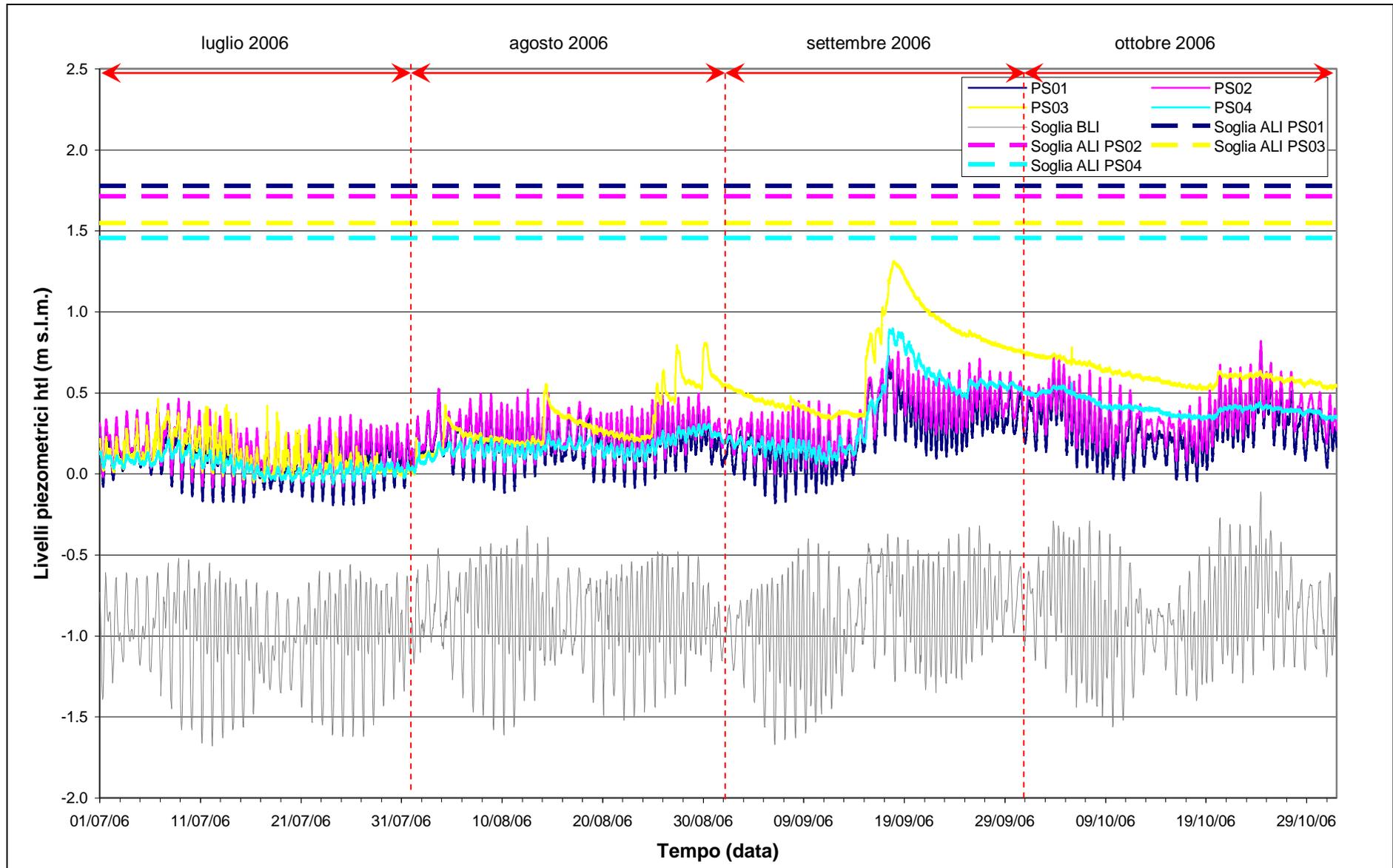


Fig.5.1 - Soglie di Alto e Basso Livello Istantaneo per i piezometri superficiali PS01, PS02, PS03, PS04

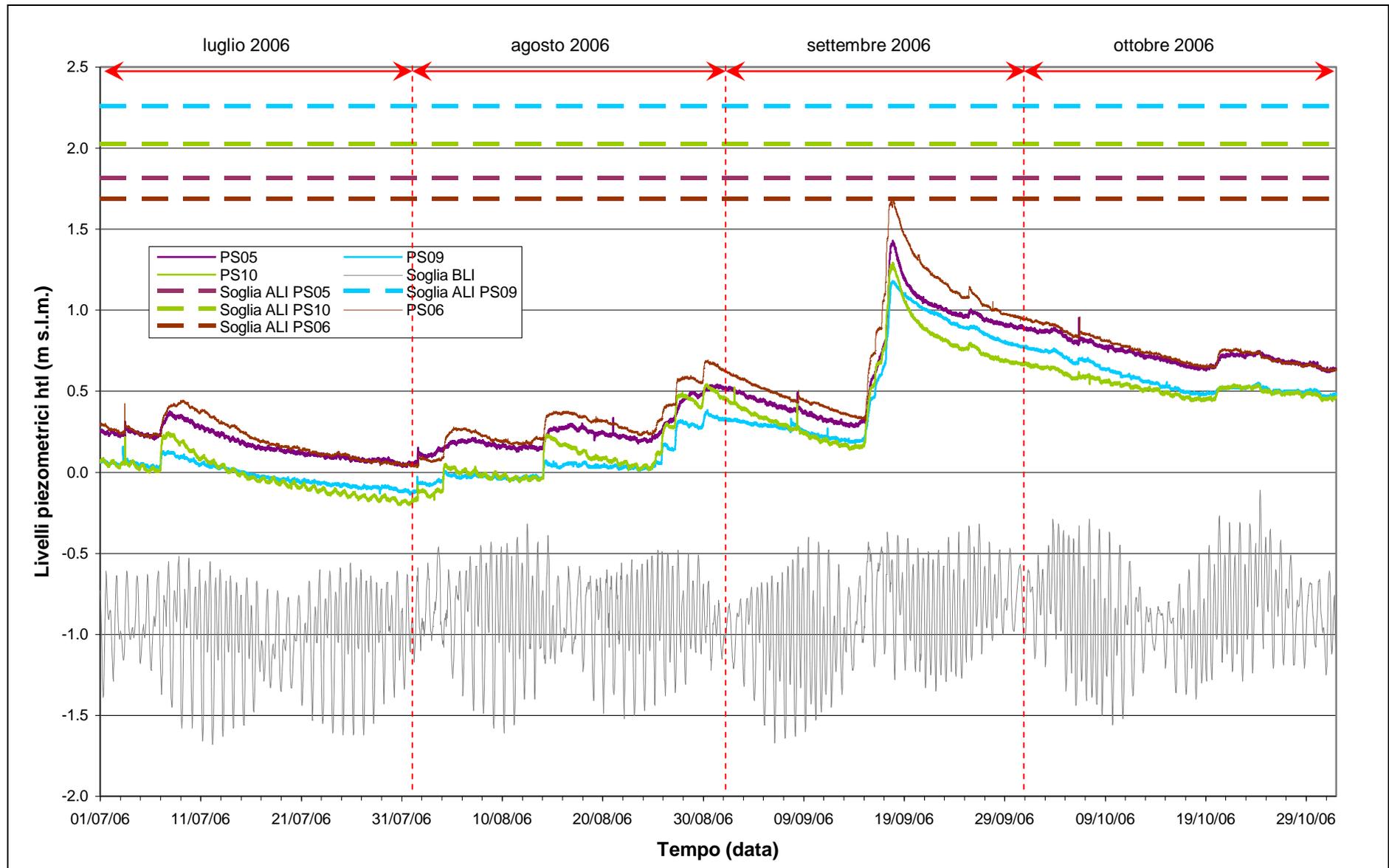


Fig.5.2 - Soglie di Alto e Basso Livello Istantaneo per i piezometri superficiali PS05, PS06, PS09, PS10

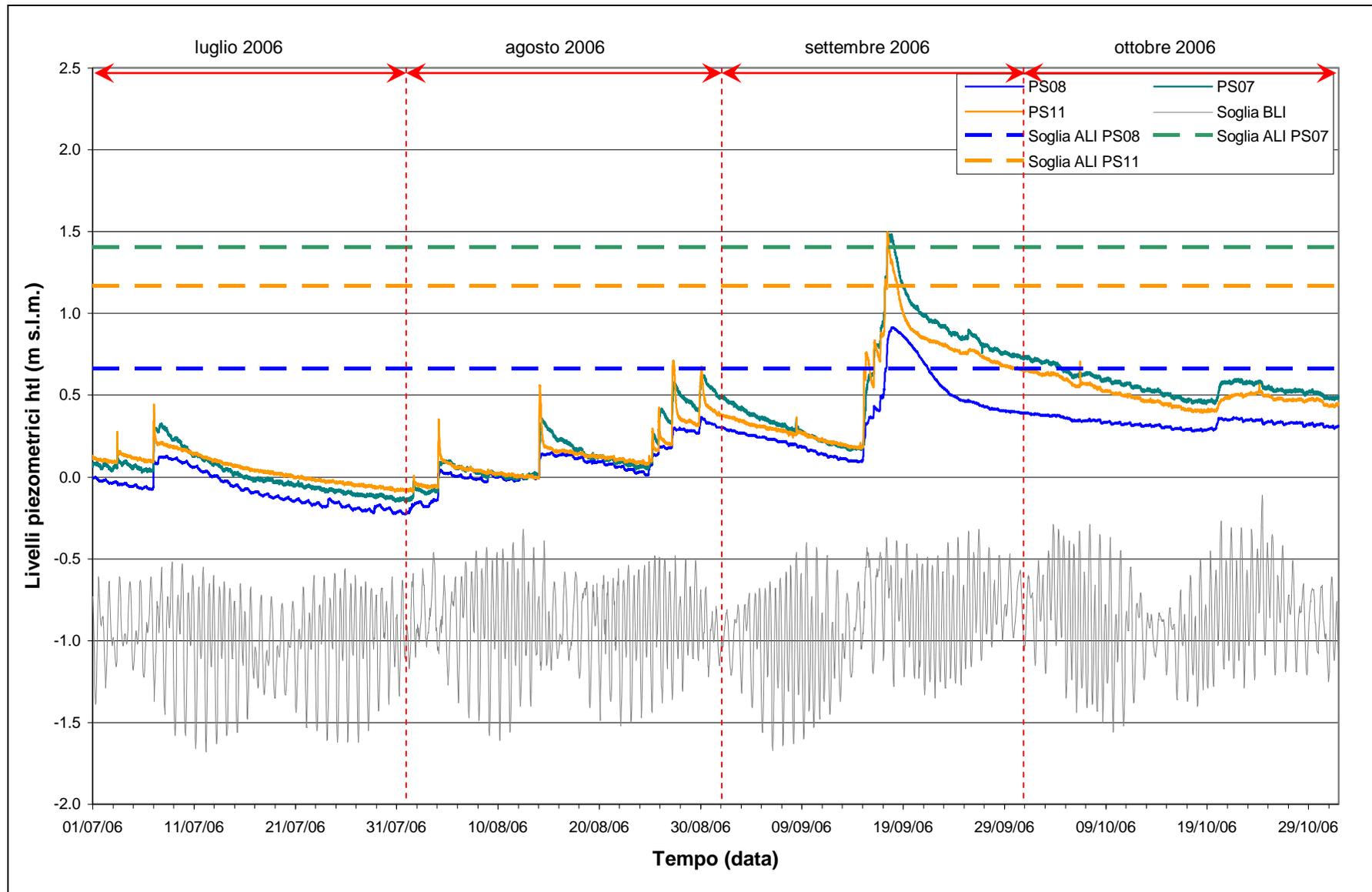


Fig.5.3 - Soglie di Alto e Basso Livello Istantaneo per i piezometri superficiali PS07, PS08, PS11 (superamento nel mese di settembre)

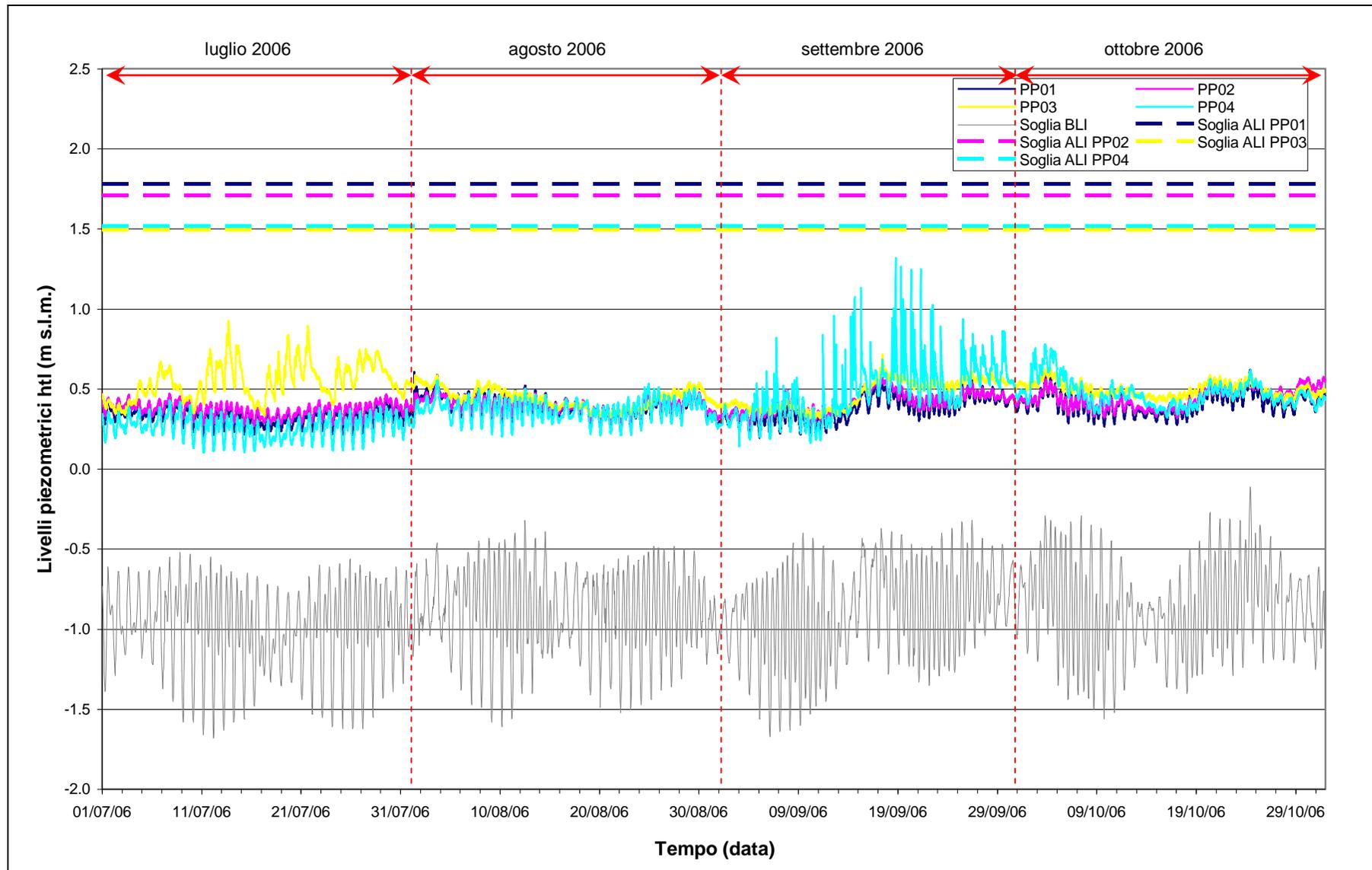


Fig.5.4 – Soglie di Alto e Basso Livello Istantaneo per i piezometri profondi PP01, PP02, PP03, PP04

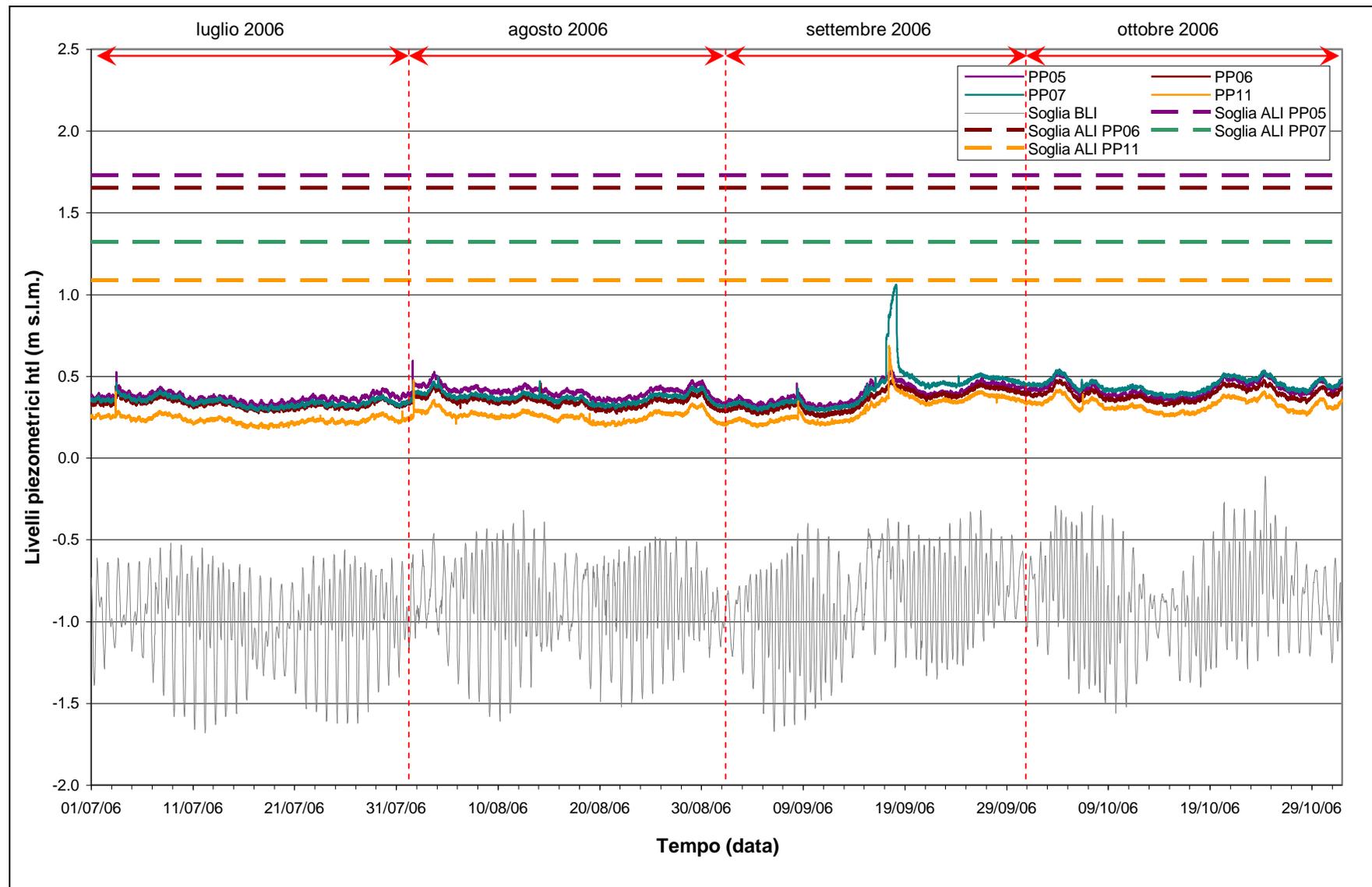


Fig.5.5 - Soglie di Alto e Basso Livello Istantaneo per i piezometri profondi PP05, PP06, PP07, PP11

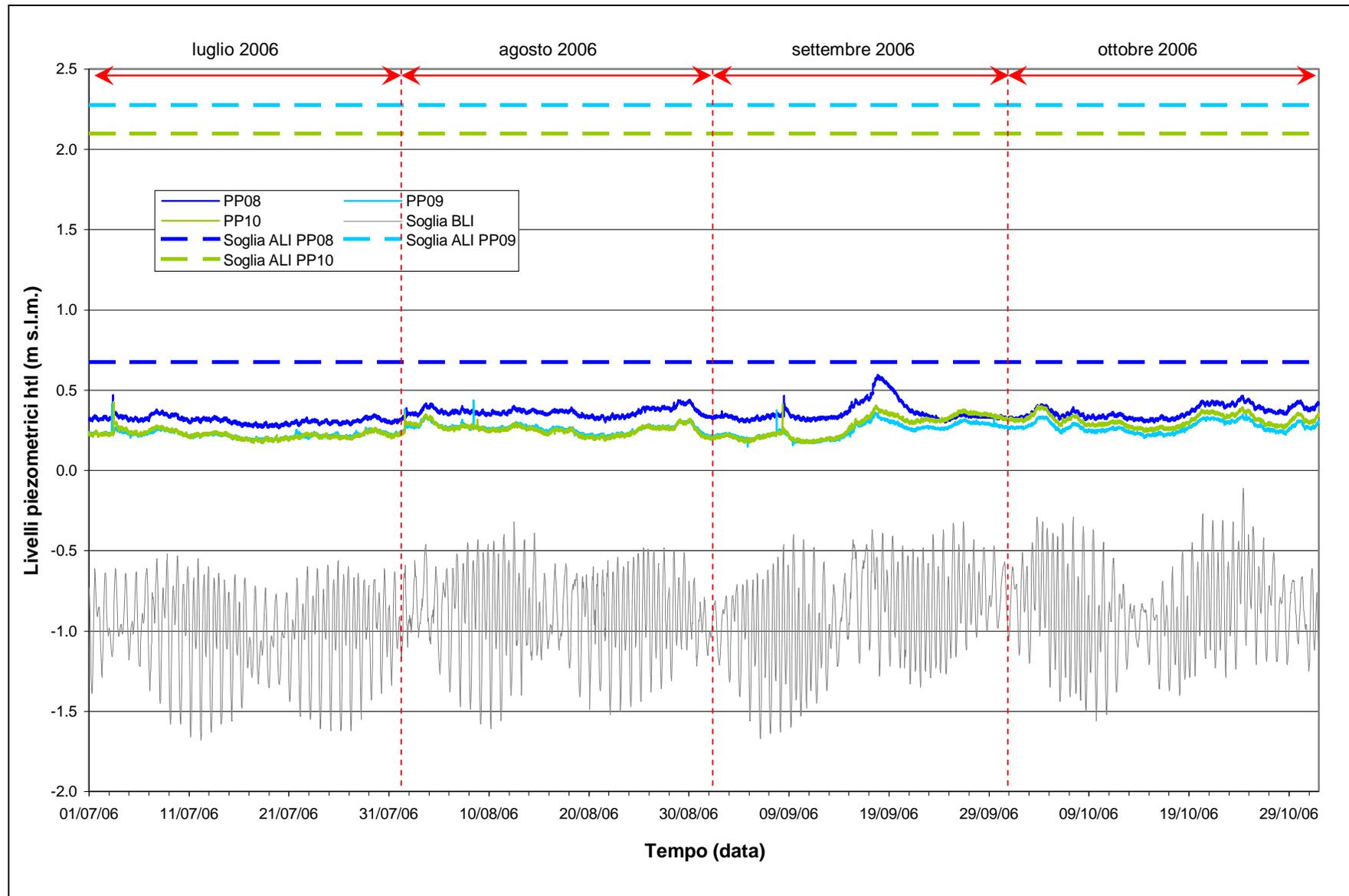


Fig.5.6 - Soglie di Alto e Basso Livello Istantaneo per i piezometri profondi PP08, PP09, PP10

## 6. CONCLUSIONI

Nell'ambito del III Rapporto di Valutazione, relativo al periodo di monitoraggio compreso tra il 1 luglio 2006 ed il 31 ottobre 2006, sono stati valutati gli andamenti dei livelli piezometrici all'interno del Primo e Secondo livello acquifero individuati dal Disciplinare Tecnico. Sono inoltre state analizzate le influenze delle forzanti naturali ed antropiche agenti sul sistema dinamico.

Il quadrimestre è stato caratterizzato da eventi pluviometrici di intensità variabile; lo studio si è concentrato su quelli di entità tale da determinare un innalzamento percepibile dei livelli all'interno dei piezometri. I piezometri superficiali che risentono maggiormente delle precipitazioni sono quelli ubicati nella porzione interna dell'Area di Monitoraggio (PS05, PS06, PS07, PS08, PS09, PS10 e PS11), più due piezometri vicini al lungomare (PS03 e PS04). La risposta all'evento meteorico è accentuata in corrispondenza dei piezometri PS06, PS07, come già rilevato nei precedenti mesi di monitoraggio, e nel PS11, mentre i piezometri che mostrano una risposta meno marcata sono il PS09 (come evidenziato nei mesi precedenti) e il PS11. Analogamente a quanto già riscontrato durante il primo quadrimestre di monitoraggio, è possibile osservare che l'effetto delle precipitazioni sul secondo livello acquifero risulta essere meno marcato rispetto a quanto osservato in corrispondenza dell'acquifero superficiale. Inoltre, non si evidenzia un piezometro profondo in cui le risposte ad ogni evento meteorico siano più marcate rispetto agli altri, mentre si rileva che il piezometro profondo che registra le minori variazioni di livello è il PP09.

Gli andamenti mareali influenzano maggiormente i piezometri superficiali e profondi ubicati in prossimità del lungomare (postazioni P01, P02, P03, P04), ma nel corso del quadrimestre monitorato è stata osservata una variazione nella dinamica dei piezometri superficiali PS03 e PS04, che a partire dai mesi di agosto e settembre, rispettivamente, risultano meno influenzati dalle oscillazioni mareali, probabilmente in seguito alla costruzione del diaframma plastico in prossimità delle postazioni P03 e P04.

I tracciati registrati dal piezometro profondo PP03 nel mese di luglio e dal piezometro profondo PP04 nel mese di settembre presentano un andamento anomalo ed un valore medio del livello superiore a quello degli altri piezometri, probabilmente a causa della costruzione del diaframma plastico con tecnica Bauer lungo la pista parallela al lungomare Dante Alighieri. Si evidenzia che tali innalzamenti risultano circoscritti al periodo di costruzione del diaframma e non hanno determinato il superamento delle soglie di Alto Livello Istantaneo e Medio.

I livelli piezometrici medi dei piezometri superficiali interni all'Area di Monitoraggio fino al mese di settembre sono caratterizzati da valori inferiori a quelli osservati in precedenza, prossimi a quelli misurati in corrispondenza dei piezometri esterni. Tale diminuzione del livello medio, osservata già a partire dal mese di maggio, può essere imputabile a cause naturali, cioè alla scarsità di eventi piovosi nei mesi di giugno e luglio ed all'elevata evapotraspirazione caratteristica dei mesi estivi. Essa determina una riduzione del gradiente idraulico medio, soprattutto nel periodo da luglio a settembre. Tale situazione provoca una variazione della direzione di flusso, che nel quadrimestre monitorato risulta diretto dai piezometri esterni verso quelli interni in corrispondenza delle postazioni P01 e P02, e parallelo alla costa in corrispondenza delle postazioni P03 e P04 (come rilevato nelle quattro ricostruzioni piezometriche relative al primo livello acquifero). Nel mese di ottobre, a seguito dell'aumento dei livelli medi osservato nei piezometri interni, si assiste al ripristino della situazione normale in corrispondenza dei piezometri PS01 e PS02, con il flusso diretto dall'interno dell'Area di Monitoraggio verso il mare, mentre nei piezometri PS03 e PS04 il livello si mantiene prossimo a quello nei piezometri interni.

Anche nei piezometri profondi si verifica una diminuzione del livello medio rispetto ai precedenti mesi di monitoraggio, anche se meno marcata rispetto a quanto avviene per lo strato superficiale, e

CORILA  
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA  
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

non si osservano variazioni del gradiente piezometrico medio rispetto a quanto osservato durante la Fase A.

Nei quattro mesi oggetto del monitoraggio, perciò, le variazioni più significative sono state rilevate in corrispondenza dei due piezometri superficiali PS03 e PS04, che risultano meno influenzati dalle evoluzioni mareali e maggiormente sensibili agli eventi piovosi a partire, rispettivamente, dai mesi di agosto e di settembre. Si ritiene che tale comportamento, insieme alla variazione nella direzione di flusso per l'acquifero superficiale in prossimità delle postazioni P03 e P04, sia legata alla presenza della barriera idraulica nella zona antistante tali postazioni e che si tratti quindi di un cambiamento permanente. In ogni caso, nel periodo monitorato essa non ha determinato superamenti delle soglie e per il momento non si ritiene necessario intraprendere alcuna azione correttiva.

Nel mesi da luglio ad ottobre le soglie di Basso Livello Istantaneo e Medio risultano sempre rispettate. Le soglie di Alto Livello Istantaneo e Medio, invece, non sono state rispettate esclusivamente in un'occasione: in data 17 settembre, in corrispondenza di tre piezometri superficiali interni (PS07, PS08, PS11). Il mancato rispetto delle soglie è avvenuto a seguito di un evento piovoso molto intenso, perciò è imputabile a fattori naturali. Nel quadrimestre monitorato, quindi, non si sono verificati superamenti delle soglie a causa delle attività di cantiere e non è stato necessario intraprendere alcuna azione correttiva.