

Cliente Enel Produzione Torino
Enel Produzione UBT Porto Tolle

Oggetto PORTO CORSINI (RA)

Monitoraggio ambientale della Pialassa Baiona e della rete di canali artificiali ad essa collegati a seguito della trasformazione in ciclo combinato della centrale termoelettrica Enel Produzione di Porto Corsini. Estate 2001 - estate 2003

RELAZIONE CONCLUSIVA

Ordine offerta CESI n. A2/009441 del 10.04.02
attivazione con e-mail del 18.6.02

Note

La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta del CESI.

N. pagine 156 **N. pagine fuori testo** 0

Data 02/09/2004

Elaborato	BU DAM - Linea Acque e Suoli	Tommaso Granata Romeo Cironi Patrizio Fontana Gino Matteucci M. Laura Meloni	
Verificato	BU DAM - Linea Acque e Suoli	Roberto Vitali	
Approvato	BU DAM - Responsabile Linea Acque e Suoli - Roberto Vitali		

Indice

1	SINTESI	4
2	PREMESSA E SCOPI.....	4
3	PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE.....	5
3.1	Monitoraggio della dispersione del pennacchio termico	6
3.2	Monitoraggio degli effetti ecologici dovuti alla presenza del pennacchio termico.....	6
4	MONITORAGGIO DELLA DISTRIBUZIONE TERMICA NELLA PIALASSA BAIONA E CANALI ARTIFICIALI COLLEGATI	6
4.1	Rilievi idrologici del campo termico naturale in assenza dello scarico della centrale (estate 2001) 7	
4.1.1	Esecuzione della campagna di caratterizzazione	7
4.1.2	Elaborazione dati	10
4.1.3	Analisi dei risultati della campagna idrologica svolta in assenza dello scarico termico	10
4.2	Rilievi idrologici del campo termico della Pialassa in presenza dello scarico della centrale (estate 2003)	11
4.2.1	Esecuzione della campagna di caratterizzazione	11
4.2.2	Elaborazione dati	14
4.2.3	Analisi dei risultati della campagna idrologica svolta in presenza dello scarico termico	17
4.3	Analisi complessiva degli effetti della perturbazione termica	17
4.4	Verifica del rispetto del limite di legge sugli scarichi termici.....	18
5	MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DEL SEDIMENTO E DELLE ACQUE IN RELAZIONE ALLA PRESENZA DEL PENNACCHIO TERMICO.....	19
5.1	Metodologie di analisi	19
5.2	Utilizzo di camere bentiche.....	20
5.3	Analisi dei risultati ottenuti nel 2001.....	22
5.3.1	Caratteristiche del sedimento.....	22
5.3.2	Flusso di inquinanti dal sedimento alla colonna d'acqua.....	23
5.4	Analisi dei risultati ottenuti nel 2003.....	25
5.4.1	Caratteristiche del sedimento.....	25
5.4.2	Flusso di inquinanti dal sedimento alla colonna d'acqua.....	26
5.5	Confronto tra i dati rilevati nel 2001 e nel 2003.....	27
5.5.1	Granulometrie dei sedimenti.....	27
5.5.2	Concentrazione di parametri di interesse ecologico nei sedimenti	27
5.5.3	Misure chimico-fisiche all'interno delle camere bentiche.....	27
5.5.4	Misure chimico-fisiche all'esterno delle camere bentiche	28
5.5.5	Rilascio di metalli e composti dell'azoto e fosforo dai sedimenti all'interno delle camere bentiche.....	28
5.6	Conclusioni	28
5.7	Bibliografia	28
6	MONITORAGGIO DELLA DISTRIBUZIONE DEL MACROBENTHOS NEL 2001 E NEL 2003....	29
6.1	Metodologie di analisi	29
6.2	Monitoraggio della popolazione macrobentonica (2001)	30
6.3	Monitoraggio della popolazione macrobentonica (2003)	31
6.4	Confronto dei dati rilevati nel 2001 e nel 2003	33
6.5	Conclusioni	33

6.6	Bibliografia	34
7	CONCLUSIONI	34
8	TABELLE	36
9	FIGURE	38
10	APPENDICI	46

APPENDICE I Campagna di rilievi idrologici in assenza dello scarico termico (17-19.9.01)

APPENDICE II Campagna di rilievi idrologici in presenza dello scarico termico (9-11.9.03)

APPENDICE III Analisi relative alla chimica del sedimento e delle acque in assenza dello scarico termico

APPENDICE IV Analisi relative alla chimica del sedimento e delle acque in presenza dello scarico termico

APPENDICE V Analisi relative alla distribuzione della popolazione macrobentonica in assenza e in presenza dello scarico termico

STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	11/10/2004	A4514955	Prima emissione

1 SINTESI

Il Piano di Monitoraggio Ambientale predisposto in ottemperanza al DEC/VIA 2742 del 17/04/97 prevedeva di effettuare sul sistema ecologico costituito dalla Pialassa Baiona e annessa rete di canali artificiali il controllo del processo di dispersione del pennacchio termico attraverso il sistema di canali artificiali interessato e il controllo degli effetti del pennacchio termico su alcune delle componenti dell'ecosistema acquatico legate ai fondi molli (chimica del sedimento, macrobenthos).

I rilievi di caratterizzazione ambientale previsti dal piano citato sono stati effettuati nell'estate 2001 in condizioni preoperazionali e nell'estate 2003 dopo l'entrata in servizio dei gruppi dell'impianto di produzione termoelettrica. Le campagne di rilievi sono state eseguite nelle condizioni più cautelative caratterizzando il corpo idrico nel periodo estivo in concomitanza con le massime temperature naturali della rete idrografica di riferimento e in condizioni mareali estreme (massime escursioni di livello per maree sizigiali).

L'analisi dell'impatto della perturbazione termica ha permesso di evidenziare come lo scarico termico della centrale abbia un effetto trascurabile sull'intero sistema di canali artificiali e bassi fondali che formano il corpo idrico. Inoltre la verifica del rispetto del limite di legge sugli scarichi termici ha evidenziato il più ampio rispetto di tale limite.

Per quanto riguarda la valutazione della qualità delle acque e del sedimento, si può affermare che tra i valori rilevati nel 2001 e quelli del 2003 non si evidenziano variazioni nell'intero corpo idrico.

Infine, per quanto riguarda la componente macrobentonica, i dati ottenuti indicano la presenza di comunità tipiche di ambienti lagunari salmastri interessati da presenze urbane e notoriamente condizionati da fluttuazioni giornaliere e stagionali dei parametri chimico-fisici, situazione che di fatto determina un livello di "disturbo" medio permanente a cui si somma l'effetto del confinamento.

2 PREMESSA E SCOPI

Il DEC/VIA 2742 del 17/04/97 del Ministero Ambiente, nell'esprimere giudizio positivo circa la compatibilità ambientale del progetto relativo alla trasformazione in ciclo combinato della centrale termoelettrica Enel Produzione di Porto Corsini, ha richiesto, tra le altre prescrizioni, che venisse predisposto un piano di monitoraggio ambientale mirato alla valutazione degli effetti dello scarico termico sulla Pialassa Baiona, da attuarsi in due fasi (prima e dopo la trasformazione).

Il documento richiamato riportava i lineamenti di fondo di tale piano, che, in ottemperanza al citato Decreto, prevedeva di effettuare sul sistema ecologico costituito dalla Pialassa Baiona e dai canali artificiali direttamente connessi il monitoraggio del processo di dispersione del pennacchio termico e degli effetti dello stesso su alcune delle componenti dell'ecosistema acquatico legate ai fondi molli (chimica del sedimento, macrobenthos).

I rilievi della distribuzione spaziale del campo termico nella Pialassa Baiona e nella rete di canali artificiali a essa collegati sono stati introdotti allo scopo di verificare il processo di dispersione del pennacchio termico mentre quelli relativi alla valutazione degli effetti di tale pennacchio sono invece stati mirati a individuare gli eventuali segni dell'impatto ecologico dello scarico termico della centrale attraverso l'analisi di componenti ambientali statiche o relativamente poco mobili in termini spaziali, adatte quindi a cumulare nel medio termine temporale gli effetti diretti e/o indiretti del refluo caldo.

Come prescritto dal Decreto, il monitoraggio, da articolare in due fasi, aveva l'obiettivo di raccogliere dati sia nella situazione "prima della trasformazione" (in assenza dello scarico termico) che durante quella "dopo la trasformazione" (in presenza dello scarico), in modo da poter individuare gli effetti dell'esercizio della centrale nel nuovo assetto sul campo termico locale e sulle componenti chimiche e biologiche considerate.

Il programma di attuazione del piano prevedeva che le indagini "ante" venissero svolte nell'estate 2001 (a centrale ferma, durante lo smantellamento delle vecchie strutture), mentre quelle "post" dovessero essere effettuate nel corso della prima estate successiva all'entrata in funzione dell'impianto nel nuovo assetto; tali condizioni si sono verificate nell'estate 2003, anno nel quale è stata eseguita la seconda fase delle campagne di monitoraggio.

A seguito delle citate prescrizioni del Ministero dell'Ambiente, Enel Produzione - Unità di Business di Porto Tolle ha incaricato CESI - Laboratorio di Piacenza di eseguire le previste campagne di caratterizzazione termica ed ecologica.

Nella presente relazione tecnica è riportata, dopo una breve descrizione del piano di monitoraggio predisposto per il sito in questione, la presentazione dei risultati delle due fasi del monitoraggio:

- in condizioni preoperazionali nell'estate 2001 (fase "ante-operam", in assenza dello scarico termico della centrale termoelettrica), volto alla valutazione delle condizioni "naturali" della Pialassa Baiona e dell'attigua rete di canali artificiali, cioè prima dell'entrata in servizio della centrale;
- in corso d'opera nell'estate 2003 (fase "post-operam", in presenza dello scarico termico della nuova centrale termoelettrica), volto alla valutazione delle condizioni della Pialassa Baiona e dell'attigua rete di canali artificiali a seguito della presenza dello scarico termico della centrale.

Inoltre è riportata l'illustrazione delle conclusioni emerse dall'analisi unitaria e dal confronto dei risultati dei due periodi dell'indagine condotta sul sito in questione.

3 PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il Piano di Monitoraggio Ambientale predisposto in ottemperanza al DEC/VIA 2742 del 17/04/97 prevedeva di effettuare sul sistema ecologico costituito della Pialassa Baiona e annessa rete di canali artificiali (v. fig.1) le seguenti attività:

- monitoraggio del processo di dispersione del pennacchio termico attraverso il sistema di canali artificiali interessato dallo scarico,
- monitoraggio degli effetti del pennacchio termico su alcune delle componenti dell'ecosistema acquatico legate ai fondi molli (chimica del sedimento, macrobenthos).

I controlli di cui al primo punto avevano sostanzialmente lo scopo di verificare il processo di dispersione del pennacchio termico, mentre quelli citati al secondo punto erano mirati a individuare i segni dell'impatto ecologico del pennacchio della centrale attraverso l'analisi di componenti ambientali statiche o relativamente poco mobili in termini spaziali, adatte quindi a cumulare nel medio termine gli effetti diretti e/o indiretti del refluo caldo. Si era inoltre conservativamente stabilito di eseguire le misure e i prelievi in campo nel corso del periodo estivo, più critico sotto il profilo dell'impatto termico.

Come prescritto dal Decreto, il monitoraggio si sarebbe dovuto articolare in due fasi, con l'obiettivo di raccogliere dati sia nella situazione "prima della trasformazione" (in assenza di pennacchio termico) che durante quella "dopo la trasformazione", in modo da poter individuare gli effetti dell'esercizio della centrale nel nuovo assetto sul campo termico locale e sulle componenti chimiche e biologiche considerate.

Il programma di attuazione del piano prevedeva inoltre che le indagini "ante" venissero svolte nell'estate 2001 (a centrale ferma, durante lo smantellamento delle vecchie strutture), mentre che quelle "post" venissero effettuate nel corso della prima estate successiva all'entrata in funzione dell'impianto nel nuovo assetto.

3.1 Monitoraggio della dispersione del pennacchio termico

Il piano prevedeva l'esecuzione di campagne di caratterizzazione della distribuzione termica (naturale e indotta dalla centrale) da effettuarsi installando in prossimità dell'opera di presa e di scarico dell'impianto, lungo la rete di canali artificiali e nelle zone a basso fondale della Pialassa Baiona, una rete composta da 20÷25 termografi per registrare, lungo un arco di tempo di circa 2 giorni, le variazioni termiche durante il ciclo nictemerale e al mutare delle fasi mareali. I rilievi includevano inoltre la georeferenziazione DGPS in coordinate assolute nazionali dei punti di misura per poter posizionare le singole stazioni sulla cartografia del sito.

Nel corso della seconda campagna di misura (con centrale funzionante al massimo carico), era inoltre prevista l'esecuzione di misure fiscali per valutare il rispetto del limite di legge sugli scarichi termici (DL 152/99 e successive integrazioni).

A complemento dei rilievi descritti, per caratterizzare le condizioni al contorno della misura, era prevista la registrazione dell'andamento delle oscillazioni mareali e dei principali fattori meteorologici influenzanti (intensità e direzione del vento, irraggiamento solare, pressione atmosferica, umidità relativa, piovosità).

3.2 Monitoraggio degli effetti ecologici dovuti alla presenza del pennacchio termico

Il piano prevedeva un'indagine sugli effetti ecologici dello scarico termico sulla Pialassa Baiona prendendo in considerazione alcune delle componenti ambientali legate al fondale, in modo da focalizzare il controllo su indicatori ambientali poco mobili nello spazio o addirittura statici, capaci di integrare nel medio termine temporale gli effetti del campo termico e di segnalarli quindi con una certa evidenza e permanenza.

Le componenti ambientali prese in esame dall'indagine avevano lo scopo di rappresentare sia il livello abiotico che quello biotico della rete ecologica del sistema della Pialassa Baiona e consistevano nell'analisi della qualità chimica del sedimento e nell'esame della composizione e distribuzione del popolamento a macroinvertebrati bentonici dei fondi molli.

Il monitoraggio prevedeva l'articolazione nelle due fasi seguenti:

- esecuzione di misure e prelievi in condizioni pre-operazionali (fase "ante", con centrale fuori servizio) per definire la situazione delle componenti considerate in assenza del pennacchio termico della centrale;
- esecuzione di misure e prelievi in condizioni operazionali (fase "post", con i gruppi della centrale in servizio a pieno carico) per verificare la situazione delle componenti considerate in presenza del pennacchio termico della centrale.

Sul piano spaziale, era previsto che i prelievi e le misure fossero effettuati prendendo in esame sia zone della Pialassa Baiona esposte al pennacchio termico, sia zone non esposte. Era previsto inoltre che la verifica degli effetti dello scarico termico andasse effettuata confrontando *fase "ante" vs. fase "post"* unitamente a quella *zone esposte vs. zone non esposte*.

I lineamenti del piano di monitoraggio a suo tempo predisposto, comprensivo di maggiori dettagli, sono contenuti nella relazione tecnica Enel Produzione - Laboratorio di Piacenza n. 912PC31571 del 28.5.01.

4 MONITORAGGIO DELLA DISTRIBUZIONE TERMICA NELLA PIALASSA BAIONA E CANALI ARTIFICIALI COLLEGATI

Come previsto nel piano di monitoraggio sopra richiamato e in ottemperanza a quanto stabilito dal DEC/VIA per la trasformazione in ciclo combinato della centrale di Porto Corsini, la caratterizzazione

della distribuzione termica naturale o indotta dallo scarico delle acque di raffreddamento della nuova centrale nella Pialassa Baiona e nella rete di canali artificiali a essa collegati è stata eseguita attraverso una serie di attività che possono essere così riassunte:

- esecuzione di misure idrologiche in condizioni pre-operazionali (fase "ante", con centrale fuori servizio, estate 2001) per caratterizzare la situazione termica naturale della Pialassa Baiona e rete di canali artificiali collegati in assenza del pennacchio termico dell'impianto;
- esecuzione di misure idrologiche in condizioni operazionali (fase "post", con i gruppi della centrale in servizio a pieno carico, estate 2003) per caratterizzare la situazione termica della Pialassa Baiona e rete di canali artificiali collegati in presenza del pennacchio termico dell'impianto;
- confronto tra le condizioni preoperazionali e quelle operazionali per valutare gli incrementi di temperatura nella Pialassa Baiona e rete di canali artificiali collegati rispetto alle condizioni di assenza di scarico;
- verifica del rispetto dei limiti della legge sugli scarichi termici nei corpi idrici ricettori (DL 152/99 e DL 258/00).

4.1 Rilievi idrologici del campo termico naturale in assenza dello scarico della centrale (estate 2001)

4.1.1 Esecuzione della campagna di caratterizzazione

4.1.1.1 Definizione delle modalità di esecuzione dei rilievi

Preliminarmente all'esecuzione dei rilievi, sono state definite, unitamente al Committente e ai Responsabili del Servizio Ambiente del Comune di Ravenna, le modalità di esecuzione delle misure di caratterizzazione del campo termico naturale della Pialassa Baiona e dell'annessa rete di canali artificiali in assenza dello scarico termico della centrale termoelettrica.

Come indicato nel piano di monitoraggio, si è stabilito di eseguire le misure:

- nel periodo estivo, più critico sotto il profilo dell'impatto termico,
- in concomitanza con le massime escursioni del livello mareale (condizioni di sizigia), quando più forte è l'effetto della diffusione idrodinamica all'interno della Pialassa.

Analizzando i risultati di precedenti studi sull'area in oggetto, sulla cartografia del sito sono state determinate alcune zone ritenute significative delle diverse aree della Pialassa Baiona nelle quali posizionare le stazioni di misura utilizzate nella campagna di rilievi (v. fig.2).

Per la completa caratterizzazione termo-idrologica del sito in esame, si è quindi stabilito di eseguire i seguenti rilievi:

- registrazioni del profilo termico verticale di ciascuna stazione di misura per l'intera durata delle campagne di rilievi,
- profili verticali di temperatura in prossimità delle stazioni in cui sono stati ubicati i termografi come verifica dei dati acquisiti dalla strumentazione automatica di registrazione,
- registrazioni mediante mareografo delle oscillazioni mareali in una stazione ritenuta idonea a rappresentare le variazioni del pelo libero nell'intero corpo idrico,
- georeferenziazione assoluta DGPS in coordinate nazionali UTM fuso est di tutti i punti di misura,
- registrazione dei principali fattori meteorologici influenzanti (intensità e direzione del vento, irraggiamento solare, pressione atmosferica, umidità relativa, piovosità).

Di seguito vengono presentati in dettaglio i rilievi eseguiti.

4.1.1.2 Registrazione dell'andamento della temperatura nella Pialassa

Per valutare le variazioni della temperatura naturale che hanno avuto luogo nel ciclo nictemerale e al mutare delle fasi mareali nella Pialassa Baiona (e nella rete di canali artificiali a essa collegati) durante l'esecuzione dei rilievi idrologici, sono state installati, nelle stazioni precedentemente individuate (v.

paragrafo precedente), 20 registratori di temperatura (termografi) che hanno permesso di registrare l'andamento termico in 3 punti di misura a diverse profondità fissate in base al tirante idrico del punto di installazione (in alcune stazioni due di essi sono venuti a coincidere a causa dei bassi fondali).

In fig.3 sulla planimetria del sito è riportata l'ubicazione di tutte le stazioni di registrazione installate. Nel prospetto seguente è riportato l'elenco dei termografi utilizzati, una breve descrizione della posizione in cui sono stati installati e la profondità effettiva dei punti di misura.

mtx n.	descrizione della stazione	profondità punti di misura [m]
1	Canale artificiale Magni – stazione intermedia	0.1 – 1
2	Canale artificiale Baiona – diramazione canale artificiale Fossatone	0.1 – 1.5 – 3
4	Canale artificiale Baccharini – stazione settentrionale	0.1 – 1.5
5	Canale artificiale Fossatone – stazione settentrionale	0.1 – 1.5 – 2.5
11	Canale artificiale Baiona – stazione occidentale	0.1 – 1
12	Pialassa Baiona – canale artificiale centrale – stazione settentrionale	0.1 – 1.5
13	Canale artificiale Baccharini – stazione dopo diramazione da can. Baiona	0.1 – 1.5
14	Pialassa Baiona – canale artificiale laterale – stazione intermedia	0.1 – 1
15	Canale artificiale Baccharini – stazione intermedia meridionale	0.1 – 0.8
16	Canale artificiale Candiano – opera di presa della centrale	0.1 – 1.5 – 2
17	Marina di Ravenna – estremità del molo del portocanale	0.1 – 2 – 4
21	Canale artificiale Candiano – opera di presa della centrale	0.1 – 1.5 – 2
22	Canale artificiale Magni – opera di scarico della centrale	0.1 – 1.5 – 2
23	Canale artificiale Magni – stazione in prossimità del capanno Garibaldi	0.1 – 1.5
24	Canale artificiale Magni – opera di scarico della centrale	0.1 – 1.5 – 2
25	Canale artificiale Baiona – stazione intermedia	0.1 – 1.5
27	Pialassa Baiona – canale artificiale laterale – stazione settentrionale	0.1 – 0.6
28	Canale artificiale Baccharini – stazione intermedia settentrionale	0.1 – 1.5
29	Pialassa Baiona – canale artificiale centrale – stazione intermedia	0.1 – 1
30	Canale artificiale Baiona dopo la diramazione del canale artificiale Candiano	0.1 – 1.5 – 3

Le registrazioni di temperatura nelle diverse stazioni della Pialassa Baiona e dei canali artificiali a essa collegati, sono state effettuate dal 17 al 19 settembre 2001, secondo quanto previsto dalla procedura tecnica interna PT 700QT00233, “misura di temperatura in un corpo idrico superficiale per un intervallo di tempo definito mediante termografi MTX TAS 1100”.

Per le misure in oggetto sono stati utilizzati i termografi tarati e certificati MTX TAS 1100, con incertezza di misura di 0.2°C.

La fotografia di ciascuna stazione di misura e l'andamento della temperatura registrata è riportato in Appendice I nelle fig. AI-1÷20.

4.1.1.3 Profili verticali di temperatura

A verifica dei dati registrati con i termografi è stata effettuata anche una misura diretta delle temperature naturali della Pialassa Baiona muovendo con un'imbarcazione lungo l'intero corpo idrico ed eseguendo, in ogni punto selezionato, un profilo termico verticale a diverse profondità, partendo dalla superficie fino ad arrivare al fondo.

I rilievi termici nei punti di misura, eseguiti secondo quanto previsto dalla procedura tecnica interna PT 700QT00214, “misura di temperatura in punti definiti di un corpo idrico superficiale”, sono stati effettuati il giorno 18 settembre 2001 in concomitanza con un massimo di marea.

Per i rilievi è stata utilizzata la sonda multiparametrica Idromar IM5136, certificata SIT con un'incertezza di misura migliore di 0.1 °C.

I risultati dei rilievi effettuati sono stati successivamente utilizzati per controllare i dati delle registrazioni di temperatura dei termografi ottenendo così una verifica dell'esattezza dei dati registrati con la rete termografica.

4.1.1.4 Registrazione delle oscillazioni mareali, condizioni al contorno delle misure idrologiche

Trovandosi Porto Corsini in una zona soggetta a evidenti escursioni mareali, qualunque rilievo idrologico eseguito in loco risulta influenzato dall'oscillazione periodica del pelo libero del corpo idrico che ha luogo per effetto della marea.

Per tener conto di tale componente e verificarne gli effetti, è stato posizionato un registratore di livello (mareografo) in prossimità dell'opera di presa della centrale sul canale artificiale Candiano (v. ubicazione sulla planimetria del sito riportata in fig.3).

Inoltre, per ottenere un rilievo mareografico georeferenziato in quote assolute [m s.l.m.] è stata eseguita una georeferenziazione altimetrica del punto di installazione dello strumento per poter quotare nel sistema di riferimento assoluto anche il sensore di livello dello strumento e ottenere una registrazione dei livelli in quote assolute.

Le oscillazioni del pelo libero sono state registrate per tutta la durata dei rilievi utilizzando un mareografo Aanderaa WRL7 (incertezza di misura delle variazioni di livello: 1 cm).

La registrazione idrometrica, eseguita secondo quanto previsto dalla procedura tecnica interna PT 700QT00235, “misura delle oscillazioni mareali in un corpo idrico superficiale per un intervallo di tempo definito”, è stata effettuata dal 17 al 19 settembre 2001 con una quota idrica oscillante tra -0.65 e +0.46 m s.l.m.. L'andamento temporale del livello nel corso dei rilievi è riportato in fig.4.

4.1.1.5 Georeferenziazione planimetrica dei punti di misura

4.1.1.5.1 Individuazione del caposaldo di riferimento nel sistema nazionale

Il sistema di posizionamento planimetrico utilizzato nel corso dei rilievi è di tipo satellitare (DGPS) e consente di georeferenziare qualunque punto con un'incertezza relativa di 20 cm.

Il sistema lavora con coordinate spaziali riferite all'ellissoide WGS84 che richiedono una rototraslazione per passare a una rappresentazione cartografica nel piano. La rappresentazione piana adottata è la proiezione conforme di Gauss o proiezione UTM, che consente di ottenere per ciascun punto coordinate metriche.

La georeferenziazione assoluta dei punti di misura nel sistema UTM richiede la conoscenza di un elemento della rete geodetica nazionale predisposta dall'Istituto Geografico Militare (rete IGM95) che si trovi nelle vicinanze della zona dei rilievi. Le informazioni riportate sulla monografia relativa a tale punto consentono di collegarsi alla rete geodetica nazionale e di effettuare con precisione (grazie ai parametri sitospecifici di passaggio tra diversi sistemi di riferimento riportati nella monografia) la rototraslazione dal sistema WGS84 all'ellissoide Internazionale, riferimento del sistema UTM. Con tale elaborazione i punti rilevati vengono georeferenziati in tempo reale direttamente in coordinate UTM con una incertezza assoluta di 20 cm.

4.1.1.5.2 Collegamento alla rete degli elementi geodetici IGM

Il collegamento tra il sistema di riferimento locale e quello nazionale di Gauss o UTM è stato effettuato il 18.9.01 secondo quanto previsto dalla procedura tecnica interna PT 700QT00438, “tracciamento di base line con sistema satellitare Trimble”, georeferenziando nel sistema di riferimento nazionale un punto (denominato “base”) materializzato su un container nel piazzale antistante l'impianto.

Il caposaldo di riferimento utilizzato per la georeferenziazione è il punto 089702 della rete satellitare IGM95 (denominato “Ravenna - Ponte sui Fiumi Uniti”) ¹ (vedi tabella I), materializzato nei pressi del ponte omonimo sulla SS 16.

Il punto della rete IGM95 è stato utilizzato per tracciare una *base line* ² di collegamento con il punto materializzato sul container ubicato nei pressi dell'impianto. Questa georeferenziazione è stata effettuata

¹ Dagli elementi geodetici dell'Istituto Geografico Militare – rete IGM 95

² Le *base line* sono delle georeferenziazioni ad alta precisione effettuate stazionando con un ricevitore satellitare (Trimble RS 4000) sul caposaldo di riferimento (in genere della rete IGM95) e con l'altro (Trimble PRO XR) sul punto che si vuole referenziare. L'elevato tempo di acquisizione dei dati trasmessi dai satelliti (almeno mezz'ora), il punto di riferimento assoluto (monografia IGM95) e i parametri di rototraslazione sitospecifici utilizzati permettono di ottenere referenziazioni con precisioni subdecimetriche

con il sistema satellitare portatile Trimble PRO XR post processando i dati con il software dedicato Trimble Path Finder. In tabella II è riportata la descrizione del punto “*base*” utilizzato come riferimento per l’esecuzione dei rilievi DGPS, indicando anche la precisione ottenuta nel tracciamento della base line.

4.1.1.5.3 Georeferenziazione dei rilievi

Il sistema di posizionamento utilizzato nel corso dei rilievi è di tipo satellitare (ricevitore DGPS Trimble PRO XR).

La georeferenziazione assoluta dei punti di misura nel sistema Gauss Boaga ha richiesto la conoscenza di un punto di riferimento della rete satellitare nazionale (rete IGM95) o per lo meno di un punto collegato a quest’ultimo con una precisa base line. Il caposaldo utilizzato come riferimento per le misure è stato il punto sul container denominato “*base*”, opportunamente georeferenziato. Le informazioni riportate sulla monografia del punto IGM95 “*Ravenna – Ponte sui Fiumi Uniti*” hanno consentito di effettuare con precisione la rototraslazione dal sistema WGS84 all’ellissoide Internazionale, riferimento del sistema di Gauss. Con tale elaborazione i punti di misura sono stati georeferenziati in coordinate UTM fuso 33 (est) con un’incertezza assoluta di 20 cm.

La georeferenziazione planimetrica dei punti di misura, eseguita secondo quanto previsto dalla procedura tecnica interna PT 700QT00229, “*georeferenziazione assoluta di punti con strumentazione satellitare Trimble PRO XR*”, è stata effettuata il giorno 18 settembre 2001, in concomitanza con l’esecuzione della campagna di misure idrologiche.

4.1.1.6 Registrazione dei parametri meteorologici

A completamento della campagna di caratterizzazione idrologica del sito di interesse e per caratterizzare le condizioni al contorno dei rilievi sono stati acquisiti, dai dati delle registrazioni della torre meteo Enichem di Ravenna, i principali fattori meteorologici influenzanti i rilievi (intensità e direzione del vento, irraggiamento solare, pressione atmosferica, umidità relativa).

Le condizioni meteorologiche generali del sito nel corso della campagna di rilievi sono state contraddistinte da tempo variabile tendente al soleggiato, con annuvolamenti sporadici e qualche precipitazione di modesta entità.

In Appendice I, nelle figg. AI-21÷23, sono riportati gli andamenti temporali dei principali parametri meteorologici nei giorni della campagna di rilievi.

4.1.2 Elaborazione dati

Per valutare gli andamenti della temperatura naturale della Pialassa Baiona e della rete di canali artificiali a essa collegati sono state elaborate le registrazioni di temperatura effettuate con i termografi nel corso della campagna di rilievi tramite il software Surfer che ha consentito di ricostruire in due dimensioni la distribuzione termica spaziale del corpo idrico.

Per ciascun istante mareale caratteristico (massimo, calante, minimo e crescente), sono state elaborate le mappe termiche della zona di interesse interpolando i dati registrati dai termografi con il metodo di Kriging: in totale sono state preparate 12 mappe della distribuzione termica naturale della Pialassa Baiona, corrispondenti alle diverse fasi mareali che si sono succedute nel periodo di tempo in cui sono stati in servizio contemporaneo tutti i 20 registratori di temperatura.

La ricostruzione dei campi termici (presentate nelle fig. AI-24÷35 dell’Appendice I) è stata conservativamente limitata al solo strato superficiale (profondità della sonda di misura pari a -0.1 m) in quanto, vista la modesta profondità dell’acqua nella maggior parte delle stazioni, gli strati sottostanti non hanno manifestato sensibili variazioni rispetto alla temperatura della superficie.

4.1.3 Analisi dei risultati della campagna idrologica svolta in assenza dello scarico termico

L’analisi degli andamenti temporali della temperatura registrata dai termografi installati nella Pialassa (e nell’attigua rete di canali artificiali) e l’esame delle elaborazioni della distribuzione termica naturale hanno permesso di tracciare un quadro completo delle variazioni della temperatura del corpo idrico in

assenza dello scarico delle acque di raffreddamento della centrale termoelettrica e di evidenziare eventuali anomalie dovute alla presenza di qualche variabile non nota a priori.

L'esame dell'andamento termico del corpo idrico ha mostrato un quadro generale con temperature naturali variabili da zona a zona, con oscillazioni termiche spaziali medie di circa 3°C sull'intera Pialassa.

Nelle zone della Pialassa più settentrionali, dove i tiranti idrici sono inferiori, e dove minore è il ricambio delle acque interne con quelle marine e maggiore è l'influenza dei parametri meteorologici (principalmente il riscaldamento solare e il raffreddamento per effetto del vento), tali escursioni hanno raggiunto anche i 4°C.

Nelle zone intermedie della Pialassa, dove comincia a farsi sentire in maniera più evidente l'apporto delle acque provenienti dalla rete di canali artificiali esterna (in massima parte il canale artificiale Candiano) e dal mare, le escursioni termiche sono risultate più contenute (attorno ai 3.5°C), mentre nelle zone più meridionali della Pialassa e nei canali artificiali Baiona e Magni le escursioni sono apparse ancora più ridotte (circa 2÷3°C).

Il mare e il canale artificiale Candiano, principali artefici del ricambio delle acque della Pialassa, hanno invece evidenziato, come atteso, escursioni termiche molto più contenute, dell'ordine di 1÷1.5°C.

Nel corso dei rilievi è stato inoltre individuato un fattore perturbante che ha indotto delle alterazioni (non molto estese ma ugualmente significative) al regime termico naturale della zona indagata: come si può verificare dall'andamento della temperatura registrata nella stazione posta sul canale artificiale Magni in prossimità del Capanno Garibaldi (v. fig. AI-14, termografo n.23), è stata registrata l'immissione di un reflujo più caldo della temperatura naturale del corpo idrico.

La propagazione del reflujo caldo nella rete di canali artificiali è risultata evidente anche dall'analisi delle temperature registrate dai termografi ubicati lungo il canale artificiale Magni: la stazione posta a circa 1000 m dallo scarico ha mostrato evidenti variazioni termiche rispetto alle temperature naturali (v. fig. AI-1, termografo n.1) mentre, in prossimità del canale artificiale di scarico della centrale (v. figg. AI-13 e 15, termografi n.22 e 24), le variazioni sono risultate più contenute (incrementi di circa 1÷2°C, verificabili mettendo ad esempio a confronto gli andamenti termici della stazione indicata con quelli della stazione sul canale artificiale Baiona in corrispondenza della diramazione per il canale artificiale Fossatone, fig. AI-2, termografo n.2).

4.2 Rilievi idrologici del campo termico della Pialassa in presenza dello scarico della centrale (estate 2003)

4.2.1 Esecuzione della campagna di caratterizzazione

4.2.1.1 Definizione delle modalità di esecuzione dei rilievi

Analogamente alla campagna di rilievi in condizioni ante-operam, la caratterizzazione del campo termico della Pialassa Baiona e dell'annessa rete di canali artificiali nelle condizioni di funzionamento della centrale termoelettrica di Porto Corsini è stata eseguita, nel corso dell'estate 2003, in concomitanza con escursioni di marea massime (condizioni di sizigia).

In conformità a quanto previsto dalle metodologie di esecuzione delle campagne di misura e sulla base delle informazioni derivate dallo studio dei dati dei precedenti rilievi, analizzando le mappe termiche 2001 della Pialassa, si è ritenuto necessario installare due ulteriori stazioni di misura della temperatura (una nel canale artificiale di scarico della centrale e una nella parte occidentale del canale artificiale Cavedone) per migliorare la caratterizzazione dell'area in esame. In fig.5 sulla planimetria del sito è riportata la distribuzione delle stazioni di misura utilizzate nella seconda campagna di rilievi.

Analogamente ai rilievi precedenti, la caratterizzazione termo-idrologica del sito è stata svolta effettuando le seguenti misure:

- registrazioni del profilo termico verticale di ciascuna stazione di misura per l'intera durata delle campagne di rilievi,

- profili verticali di temperatura in prossimità delle stazioni in cui sono stati ubicati i termografi come verifica dei dati acquisiti dalla strumentazione automatica di registrazione,
- registrazioni delle oscillazioni mareali, mediante mareografo, in una stazione ritenuta rappresentativa delle variazioni del pelo libero del corpo idrico,
- georeferenziazione assoluta DGPS in coordinate nazionali UTM fuso est di tutti i punti di misura,
- registrazione dei principali fattori impiantistici (carico effettivo dei gruppi in servizio) e meteorologici influenzanti (intensità e direzione del vento, irraggiamento solare, pressione atmosferica, umidità relativa, piovosità).

Di seguito vengono presentati in dettaglio i rilievi eseguiti.

4.2.1.2 Registrazione dell'andamento della temperatura nella Pialassa

Per valutare le variazioni di temperatura che hanno avuto luogo nel ciclo nictemerale e al mutare delle fasi mareali nella Pialassa Baiona (e nella rete di canali artificiali a essa collegati) in presenza dello scarico delle acque di raffreddamento dei condensatori dell'impianto, durante l'esecuzione dei rilievi idrologici sono state installate nelle stazioni precedentemente individuate 22 registratori di temperatura (termografi) che hanno permesso di registrare l'andamento termico in 3 punti di misura a diverse profondità fissate in base al tirante idrico del punto di installazione (in alcune stazioni due di essi sono venuti a coincidere a causa dei bassi fondali).

Rispetto alla precedente campagna di misura (estate 2001), la rete di misuratori è stata integrata con l'installazione di due ulteriori termografi:

- il primo (termografo n.18), ubicato nel punto di restituzione dell'acqua di raffreddamento dell'impianto nel canale artificiale di scarico,
- il secondo (termografo n.10), collocato al limite della rete di canali artificiali, nella zona più occidentale del canale artificiale Cavedone.

In fig.6 sulla planimetria del sito è riportata l'ubicazione di tutte le stazioni di registrazione installate. Nel prospetto seguente è riportato l'elenco dei termografi utilizzati, una breve descrizione della posizione in cui sono stati installati e la profondità effettiva dei punti di misura.

mtx n.	descrizione della stazione	profondità punti di misura [m]
1	Canale artificiale Magni – stazione intermedia	0.1 – 1
3	Canale artificiale Baiona – diramazione canale artificiale Fossatone	0.1 – 1.5 – 3
4	Canale artificiale Baccharini – stazione settentrionale	0.1 – 1.5
5	Canale artificiale Fossatone – stazione settentrionale	0.1 – 1.5 – 2.5
10	Canale artificiale Cavedone – stazione occidentale	0.1 - 1
11	Canale artificiale Baiona – stazione occidentale	0.1 – 1
12	Pialassa Baiona – canale artificiale centrale – stazione settentrionale	0.1 – 1.5
13	Canale artificiale Baccharini – stazione dopo diramazione da can. Baiona	0.1 – 1.5
14	Pialassa Baiona – canale artificiale laterale – stazione intermedia	0.1 – 1
15	Canale artificiale Baccharini – stazione intermedia meridionale	0.1 – 0.8
16	Canale artificiale Candiano – opera di presa della centrale	0.1 – 1.5 – 2
17	Marina di Ravenna – estremità del molo del portocanale	0.1 – 2 – 4
18	Canale artificiale di scarico della centrale – punto di restituzione	0.1 – 1.5 – 2
21	Canale artificiale Candiano – opera di presa della centrale	0.1 – 1.5 – 2
22	Canale artificiale Magni – opera di scarico della centrale	0.1 – 1.5 – 2
23	Canale artificiale Magni – stazione in prossimità del capanno Garibaldi	0.1 – 1.5
24	Canale artificiale Magni – opera di scarico della centrale	0.1 – 1.5 – 2
25	Canale artificiale Baiona – stazione intermedia	0.1 – 1.5
27	Pialassa Baiona – canale artificiale laterale – stazione settentrionale	0.1 – 0.6
28	Canale artificiale Baccharini – stazione intermedia settentrionale	0.1 – 1.5
29	Pialassa Baiona – canale artificiale centrale – stazione intermedia	0.1 – 1
30	Canale artificiale Baiona dopo la diramazione del canale artificiale Candiano	0.1 – 1.5 – 3

Inoltre, per annullare eventuali effetti dovuti alla diversa precisione dei singoli strumenti, nelle stazioni già esistenti nel 2001 sono stati installati i medesimi termografi (eccetto nella stazione “*canale artificiale Baiona - diramazione canale artificiale Fossatone*” dove il termografo n.2 ha sostituito il n.3, non più funzionante).

Le registrazioni di temperatura nelle diverse stazioni della Pialassa Baiona e dei canali artificiali a essa collegati, sono state effettuate dal 9 all’11 settembre 2003, secondo quanto previsto dalla procedura tecnica interna PT 700QT00233, “*misura di temperatura in un corpo idrico superficiale per un intervallo di tempo definito mediante termografi MTX TAS 1100*”.

Per le misure in oggetto sono stati utilizzati i termografi tarati e certificati MTX TAS 1100, con incertezza di misura di 0.2°C.

La fotografia di ciascuna stazione di misura e l’andamento della temperatura registrata è riportato in Appendice II nelle fig. AII-1÷22.

4.2.1.3 *Profili verticali di temperatura*

A verifica dei dati registrati con i termografi è stata effettuata anche una misura diretta delle temperature della Pialassa Baiona e dell’annessa rete di canali artificiali muovendo con un’imbarcazione lungo l’intero corpo idrico ed eseguendo, in ogni punto selezionato, un profilo termico verticale a diverse profondità, partendo dalla superficie fino ad arrivare al fondo.

I rilievi termici nei punti di misura, eseguiti secondo quanto previsto dalla procedura tecnica interna PT 700QT00214, “*misura di temperatura in punti definiti di un corpo idrico superficiale*”, sono stati effettuati il giorno 10 settembre 2003 in concomitanza con un massimo di marea.

Per i rilievi è stata utilizzata la sonda multiparametrica Idromar IM5136, certificata SIT con un’incertezza di misura migliore di 0.1 °C.

I risultati dei rilievi effettuati sono stati successivamente utilizzati per controllare i dati delle registrazioni di temperatura dei termografi ottenendo così una verifica dell’esattezza dei dati registrati con la rete termografica.

4.2.1.4 *Registrazione delle oscillazioni mareali, condizioni al contorno delle misure idrologiche*

Analogamente alla precedente campagna di rilievi idrologici, le misure sono state svolte con marea sizigiale, caratterizzata dalle massime escursioni di livello.

Per tener conto di tale componente e verificarne gli effetti, è stato posizionato un registratore di livello (mareografo) in prossimità dell’opera di presa della centrale sul canale artificiale Candiano (v. ubicazione sulla planimetria del sito riportata in fig.5).

Inoltre, per mantenere i medesimi riferimenti altimetrici [m s.l.m.] dei precedenti rilievi, è stata eseguita una georeferenziazione altimetrica del punto di installazione dello strumento per poter quotare nel sistema di riferimento assoluto anche il sensore di livello dello strumento e ottenere una registrazione dei livelli in quote assolute.

Le oscillazioni del pelo libero sono state registrate per tutta la durata dei rilievi utilizzando un mareografo Aanderaa WRL7 (incertezza di misura delle variazioni di livello: 1 cm).

La registrazione idrometrica, eseguita secondo quanto previsto dalla procedura tecnica interna PT 700QT00235, “*misura delle oscillazioni mareali in un corpo idrico superficiale per un intervallo di tempo definito*”, è stata effettuata dal 9 al 11 settembre 2003 con una quota idrica oscillante tra -0.32 e +0.69 m s.l.m.. L’andamento temporale del livello nel corso dei rilievi è riportato in fig.7.

4.2.1.5 *Georeferenziazione planimetrica dei punti di misura*

I rilievi sono stati eseguiti utilizzando il medesimo sistema di posizionamento satellitare (ricevitore DGPS Trimble PRO XR) già in uso nel corso delle precedenti misure, in modo tale da garantire la perfetta sovrapposibilità dei dati.

Le informazioni riportate sulla monografia del punto IGM95 “*Ravenna – Ponte sui Fiumi Uniti*” utilizzato per il collegamento dei rilievi al sistema di coordinate assolute nazionali hanno consentito di rototraslare i dati dal sistema WGS84 (riferimento del GPS) all’ellissoide Internazionale, riferimento del sistema nazionale di Gauss. Con questa elaborazione i punti di misura sono stati georeferenziati in coordinate UTM fuso 33 (est) con un’incertezza assoluta di 20 cm.

La georeferenziazione planimetrica dei nuovi punti di misura e il controllo della posizione delle precedenti stazioni, è stata eseguita nel corso dei rilievi del giorno 10 settembre 2003, secondo quanto previsto dalla procedura tecnica interna PT 700QT00229, “*georeferenziazione assoluta di punti con strumentazione satellitare Trimble PRO XR*”.

4.2.1.6 *Registrazione dei parametri impiantistici e meteorologici*

A completamento della campagna di caratterizzazione idrologica del sito di interesse e per caratterizzare le condizioni al contorno dei rilievi sono stati acquisiti, dalla centrale termoelettrica di Porto Corsini e dalle registrazioni della torre meteo Enichem di Ravenna, i principali fattori influenzanti, impiantistici (carico dei gruppi) e meteorologici (intensità e direzione del vento, irraggiamento solare, pressione atmosferica, umidità relativa).

Le condizioni meteorologiche generali del sito nel corso della campagna di rilievi sono state contraddistinte da tempo variabile tendente al soleggiato, con annuolamenti sporadici e qualche precipitazione di modesta entità.

In Appendice II, nelle figg. AI-23÷26, sono riportati gli andamenti temporali dei principali parametri meteorologici nei giorni della campagna di rilievi.

4.2.2 *Elaborazione dati*

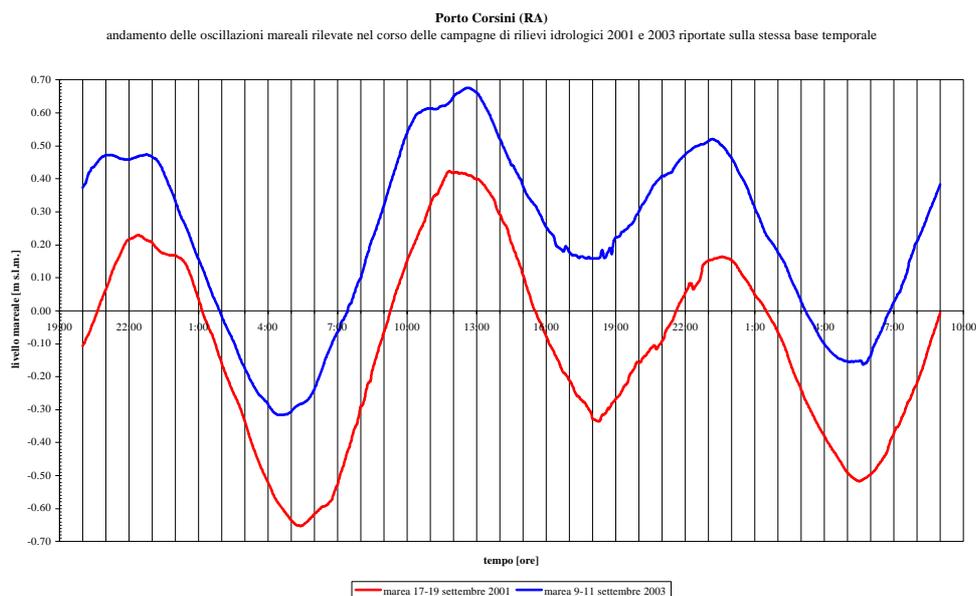
Per caratterizzare nel modo più efficace la distribuzione termica indotta dallo scarico delle acque di raffreddamento della centrale termoelettrica di Porto Corsini nella Pialassa Baiona e nella rete di canali artificiali a essa collegati, disponendo anche dei dati dei rilievi effettuati in assenza dello scarico termico (misure dell’estate 2001), si è ritenuto opportuno confrontare le due situazioni elaborando le mappe della distribuzione degli incrementi di temperatura nel corpo idrico registrati tra il 2001 e il 2003.

Una rappresentazione di tal tipo (incrementi termici rispetto a una condizione imperturbata) richiede però che i due set di dati posti a confronto siano effettivamente confrontabili, sia per quanto riguarda il rilievo termico (che deve avere le medesime caratteristiche nei due casi) sia per le condizioni al contorno del rilievo stesso.

Poiché le due campagne di caratterizzazione sono state eseguite con uguale metodologia di misura (rilievi con termografi in postazioni prefissate), medesime condizioni mareali (sizigia con forti escursioni di livello), condizioni meteorologiche confrontabili, la comparazione dei dati dei due rilievi è stata possibile tenendo però conto di due importanti fattori.

In primo luogo, per calcolare gli incrementi di temperatura nei vari punti del corpo idrico utilizzando i dati delle due campagne si è dovuto confrontare dati relativi ai medesimi istanti mareali, e ciò è stato possibile riportando sulla stessa base temporale (mediante traslazione lungo l’asse delle ascisse) ciascuna fase di marea tipica (massima, calante, minima e crescente), in modo tale da garantire la sovrapposibilità dei dati nei due rilievi (in istanti mareali corrispondenti).

Nell’analisi seguente sono presentati gli andamenti mareali nelle due campagne dopo averli riportati sulla stessa base temporale tramite traslazione (la sovrapposizione dei due grafici evidenzia una buona corrispondenza tra le due situazioni idrologiche messe a confronto); è inoltre proposta una tabella con gli istanti di marea di riferimento utilizzati nelle successive elaborazioni dei dati termici.

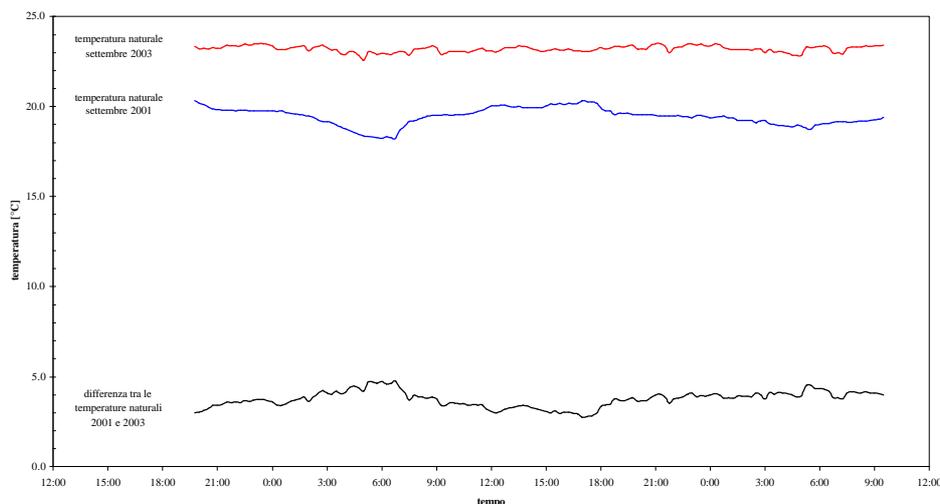


data e ora	livello [m s.l.m.]	fase	livello [m s.l.m.]	data e ora
17/9/01 22.30	0.23	<i>marea massima (MX)</i>	0.46	9/9/03 22.00
18/9/01 2.30	-0.22	<i>marea calante (CL)</i>	0.07	10/9/03 1.30
18/9/01 5.30	-0.65	<i>marea minima (MN)</i>	-0.32	10/9/03 4.30
18/9/01 9.00	-0.10	<i>marea crescente (CR)</i>	0.18	10/9/03 8.30
18/9/01 12.15	0.42	<i>marea massima (MX)</i>	0.68	10/9/03 12.45
18/9/01 15.30	0.04	<i>marea calante (CL)</i>	0.42	10/9/03 14.45
18/9/01 18.30	-0.32	<i>marea minima (MN)</i>	0.16	10/9/03 18.00
18/9/01 20.45	-0.11	<i>marea crescente (CR)</i>	0.34	10/9/03 20.30
18/9/01 23.45	0.16	<i>marea massima (MX)</i>	0.52	10/9/03 23.15
19/9/01 2.45	-0.17	<i>marea calante (CL)</i>	0.18	11/9/03 2.00
19/9/01 5.45	-0.52	<i>marea minima (MN)</i>	-0.16	11/9/03 5.15
19/9/01 9.00	-0.04	<i>marea crescente (CR)</i>	0.26	11/9/03 8.30

In secondo luogo, prima di calcolare gli incrementi di temperatura riscontrabili tra il 2001 e il 2003, è stato necessario verificare che le temperature naturali (cioè imperturbate da fattori esterni) del corpo idrico fossero tra loro paragonabili.

A tale scopo sono stati analizzati i dati delle registrazioni di temperatura della stazione imperturbata posta sull'estremità del molo del portocanale di Marina di Ravenna (stazione mtX n.17), della quale viene riportato il grafico delle temperature registrate nel corso delle due campagne di misura e l'andamento della differenza tra i due set di dati:

Porto Corsini (RA)
andamento delle temperature naturali registrate nel corso delle campagne di rilievi idrologici 2001 e 2003



E' evidente che le temperature naturali del corpo idrico nell'estate 2003 siano state molto maggiori delle corrispondenti temperature del 2001 (come, peraltro, era da attendersi viste le particolari condizioni meteo-climatiche dell'estate 2003, caratterizzate da temperature dell'aria e quindi dell'acqua eccezionalmente elevate anche sul lungo periodo).

Dall'analisi dei dati delle temperature naturali dei due periodi è emerso quanto segue:

- temperatura naturale media della campagna di settembre 2001: 19.5 °C
- temperatura naturale media della campagna di settembre 2003: 23.2 °C
- differenza di temperatura media sul periodo: 3.7°C

- temperatura naturale massima della campagna di settembre 2001: 20.7 °C
- temperatura naturale massima della campagna di settembre 2003: 23.7 °C
- temperatura naturale minima della campagna di settembre 2001: 18.2 °C
- temperatura naturale minima della campagna di settembre 2003: 22.4 °C

- massima differenza di temperatura registrata tra il 2003 e il 2001: 4.8 °C
- minima differenza di temperatura registrata tra il 2003 e il 2001: 2.7 °C.

In considerazione di quanto sopra indicato, per poter confrontare in modo corretto i dati delle due campagne di misura, si è ritenuto opportuno riportare i dati della campagna 2001 a valori confrontabili con il 2003 applicando a ciascun dato, istante per istante, la differenza di temperatura naturale esistente tra le due annate.

Per maggior chiarezza, di seguito si riporta un esempio del metodo di correzione applicato a un generico dato di una stazione di misura.

istante di marea crescente considerato per il 2001: ore 9:00 del 18.9.01
corrispondente istante di marea crescente considerato per il 2003: ore 8:30 del 10.9.03

stazione di misura: *canale artificiale Baccarini - stazione intermedia meridionale (mtx n.5)*
stazione di riferimento per la misura della temperatura naturale: *Marina di Ravenna – estremità del molo del portocanale (mtx n.17)*

ore 9:00 del 18.9.01, temperatura mtx n.17 (naturale): 19.3°C
ore 8:30 del 10.9.03, temperatura mtx n.17 (naturale): 23.1°C
differenza tra le temperature naturali (ΔT_{nat}): 3.8°C = 23.1°C – 19.3°C

ore 9:00 del 18.9.01, temperatura mtX n.5:	16.7°C
ore 9:00 del 18.9.01, temperatura mtX n.5 <u>corretta</u> con il ΔT_{nat} :	20.5°C = 16.7°C + 3.8°C
ore 8:30 del 10.9.03, temperatura mtX n.5:	21.3°C
ore 8:30 del 10.9.03, incremento rispetto al 2001:	0.8°C = 21.3°C – 20.5°C

Il metodo sopra indicato è stato applicato a tutti i dati di temperatura relativi alle 12 fasi mareali scelte per il calcolo degli incrementi di temperatura (v. tabella in calce al grafico con la comparazione dei due andamenti mareali, riportata più in alto nel presente paragrafo).

Per valutare le variazioni di temperatura indotte nella Pialassa Baiona e nella rete di canali artificiali a essa collegati gli incrementi di temperatura 2001-2003 sono stati elaborati tramite il software Surfer che ha consentito di ricostruire la distribuzione spaziale bidimensionale delle differenze di temperatura del settembre 2003 rispetto alle condizioni naturali imperturbate del corpo idrico dell'estate 2001.

Per ciascun istante mareale caratteristico (massimo, calante, minimo e crescente), sono state elaborate le mappe termiche della zona di interesse per interpolazione dei dati registrati dai termografi con il metodo di Kriging: in totale sono state così preparate 12 mappe della distribuzione degli incrementi termici (presentate nelle fig. AII-27÷38 dell'Appendice II), corrispondenti alle diverse fasi mareali che si sono succedute nel periodo di tempo in cui sono stati in servizio contemporaneo tutti i registratori di temperatura.

Analogamente a quanto effettuato per i dati della campagna precedente, la ricostruzione dei campi termici è stata conservativamente limitata al solo strato superficiale (profondità della sonda di misura pari a -0.1 m) in quanto, vista la modesta profondità dell'acqua nella maggior parte delle stazioni, gli strati sottostanti non hanno manifestato sensibili variazioni rispetto alle differenze di temperatura mostrate in superficie.

4.2.3 Analisi dei risultati della campagna idrologica svolta in presenza dello scarico termico

L'analisi degli andamenti temporali della temperatura registrata dai termografi installati nella Pialassa (e nell'attigua rete di canali artificiali) e l'esame delle elaborazioni bidimensionali della distribuzione degli incrementi di temperatura 2003-2001 hanno permesso di tracciare un quadro completo delle variazioni della temperatura del corpo idrico in presenza dello scarico delle acque di raffreddamento della centrale termoelettrica di Porto Corsini.

L'esame delle mappe con gli incrementi termici misurati nel settembre 2003 rispetto alle condizioni naturali misurate nel 2001 ha mostrato un quadro generale di un corpo idrico che risente della perturbazione termica indotta dallo scarico delle acque di raffreddamento solamente nelle zone più prossime al punto di scarico e che, invece, non manifesta variazioni apprezzabili nella restante parte della Pialassa.

Difatti, analizzando le mappe con le isoterme della Pialassa Baiona e della rete di canali artificiali a essa collegati (v. fig. AII-27÷38), si può notare come gli incrementi termici siano riscontrabili durante l'intero ciclo mareale (massimo – calante – minimo – crescente) solo in un'area molto contenuta del corpo idrico e, specificamente, in un tratto del canale artificiale Magni.

Altresì, nelle sole condizioni di marea massima (dopo che l'effetto di propagazione idrodinamica legato alle forti variazioni di livello è stato più forte) la perturbazione termica arriva a espandersi molto parzialmente anche in altri canali artificiali: difatti l'analisi dei relativi andamenti termici (v. fig. AII-27, 31 e 35) permette di accertare che le isoterme degli incrementi di temperatura si propagano, in tale circostanza e molto limitatamente, anche verso il canale artificiale Cavedone, il canale artificiale Fossatone e il canale artificiale Baccarini.

4.3 Analisi complessiva degli effetti della perturbazione termica

Il monitoraggio idrologico effettuato sulla Pialassa Baiona e sulla rete di canali artificiali ad essa collegati per caratterizzare l'andamento della perturbazione termica indotta dallo scarico delle acque di raffreddamento dell'impianto di produzione termoelettrica di Porto Corsini ha reso possibile la

valutazione dell'entità dell'impatto tramite l'analisi dei dati di due campagne di rilievi, la prima effettuata in assenza dello scarico della centrale (2001) e la seconda con i gruppi in servizio alla massima potenza (2003).

Le campagne di rilievi, secondo quanto previsto dal piano di monitoraggio concordato con le Locali Autorità, sono state eseguite nelle condizioni più cautelative, caratterizzando l'andamento del campo termico del corpo idrico nel periodo estivo, in concomitanza con massime temperature naturali della rete idrografica di riferimento e in condizioni mareali estreme (massime escursioni di livello per maree sizigiali).

L'analisi dell'andamento termico complessivo del corpo idrico in condizioni naturali (estate 2001, in assenza dello scarico termico della centrale) ha mostrato un quadro generale con temperature naturali variabili da zona a zona, con oscillazioni termiche spaziali medie di circa 3°C sull'intera Pialassa. Il mare e il canale artificiale Candiano, principali artefici del ricambio delle acque della Pialassa, hanno invece evidenziato, come atteso, escursioni termiche molto più contenute, dell'ordine di 1÷1.5°C.

L'esame delle mappe con gli incrementi termici misurati nel settembre 2003 rispetto alle condizioni naturali misurate nel 2001 ha mostrato un quadro generale di un corpo idrico che non risente della perturbazione termica indotta dallo scarico delle acque di raffreddamento se non nelle zone più prossime al punto di scarico e che, quindi, non manifesta variazioni apprezzabili nella restante parte della Pialassa Baiona.

Raccogliendo tutte le indicazioni emerse nel corso del monitoraggio effettuato, risulta chiaro come lo scarico termico della centrale abbia un effetto trascurabile sull'intero sistema di canali artificiali e bassi fondali che formano il corpo idrico.

Difatti, per quanto le distribuzioni degli incrementi di temperatura 2003-2001 abbiano evidenziato in alcuni casi una contenuta propagazione della perturbazione in alcune parti dei canali artificiali più prossimi al canale artificiale di scarico (principalmente in concomitanza con i massimi di marea sizigiale), appare chiaro che le condizioni in base alle quali tale propagazione ha avuto luogo sono senz'altro molto cautelative (condizioni estive particolarmente sfavorevoli).

4.4 Verifica del rispetto del limite di legge sugli scarichi termici

Come previsto nel piano di monitoraggio ambientale, nel corso della campagna di caratterizzazione idrologica eseguita nell'estate 2003 è stato effettuata anche una verifica del rispetto del limite di legge sugli scarichi termici.

La centrale termoelettrica Enel Produzione di Porto Corsini scarica le acque di raffreddamento dei condensatori dell'impianto in un canale artificiale e, pertanto, la verifica del rispetto dei limiti di legge viene eseguita in ottemperanza a quanto previsto dalla seguente normativa:

decreto legislativo 11 maggio 1999, n°152, come modificato e integrato dal decreto legislativo 18 agosto 2000, n°258, “recante disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole”,

che, nell'allegato 5 (*Limiti di emissione degli scarichi idrici*), punto 1 (*Scarichi in corpi d'acqua superficiali*), tabella 3 (*Valori limite di emissione in acque superficiali e in fognatura*), parametro 2 (*temperatura*), nota 1, recita, tra l'altro:

“per i canali artificiali il massimo valore medio della temperatura dell'acqua di qualsiasi sezione non deve superare i 35°C”.

La verifica sulla temperatura massima di scarico è stata effettuata in conformità al limite indicato registrando con un termografo l'andamento della temperatura misurata nel punto di restituzione dell'acqua di raffreddamento nel corpo idrico (punto completamente rimescolato).

Dal grafico con l'andamento della temperatura misurata alla sezione di scarico (v. fig.8) è evidente come il rispetto dei limiti di legge sugli scarichi termici sia ampiamente rispettato.

5 MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DEL SEDIMENTO E DELLE ACQUE IN RELAZIONE ALLA PRESENZA DEL PENNACCHIO TERMICO

Il piano di indagine sugli effetti ecologici dello scarico termico sulla Pialassa Baiona prende in considerazione alcune delle componenti ambientali legate al fondale, in modo da focalizzare il controllo su indicatori ambientali poco mobili nello spazio o addirittura statici, capaci di integrare nel medio termine temporale gli effetti dello scarico termico e di segnalarli quindi con una certa evidenza e permanenza.

Le componenti ambientali che sono prese in esame dalla presente indagine hanno lo scopo di rappresentare il livello abiotico del sistema ecologico del fondale della Pialassa Baiona e sono:

- La qualità fisico-chimica del sedimento sul piano spaziale;
- Il flusso di inquinanti dal sedimento alla colonna d'acqua sovrastante.

I prelievi e le misure sono effettuati prendendo in esame sia zone della Pialassa Baiona coincidente con l'area relativa al sistema dei canali artificiali (area A), sia zone a bassi fondali (area B). Questi controlli, effettuati prima e dopo la trasformazione della Centrale, permettono un confronto tra la *fase "ante"* e *fase "post" operam* in zone esposte allo scarico termico e in zone non esposte.

5.1 Metodologie di analisi

I parametri presi in considerazione per il monitoraggio sono elencati di seguito, unitamente alle metodiche analitiche adottate; la prima colonna si riferisce alle misure in acqua, la seconda colonna alle misure nei sedimenti.

Parametro	Acqua
As	IRSA quad.64 app.II +ASTM D5673/96
Mn	IRSA quad.64 app.II +ASTM D5673/96
Fe	IRSA quad.64 app.II+ASTM D 1976/96
Hg	IRSA quad.64 app.II +ASTM D 3223/95
NO ₂ ⁻	IRSA quad.64 app.II + ASTM D 4327/97
NO ₃ ⁻	IRSA quad.64 app.II + ASTM D 4327/97

Solidi sospesi	IRSA quad.100 n.2050
P tot./sol.	IRSA quad. 100 n° 4090

Parametro	Sedimento
Granulometria	DM 13/09/1999, "Met. Uff. analisi chimica del suolo" metodo II.1, II.2, II.3
As	EPA3051/96+ASTM D5673/96
Mn	EPA3052/96+ASTM D1976/96
Fe	EPA3052/96+ASTM D1976/96
Hg	EPA3051/96+ASTM D 3223/95
Oli minerali e vegetali	ASTM – 3921 (Estrazione con freon 113) Assorb. IR.

N e C totale	Secondo Perkin Elmer 2400 (CHN)
P tot.	IRSA quad. 100 n° 4090

N-NH ₄	IRSA quad.100 n. 4010
Temp., pH, Cond., Ossigeno disciolto, Clorofilla, Redox	Ocean Seven 401/501 operator's manual; Ysi 6600 operator's manual

5.2 Utilizzo di camere bentiche

Negli ambienti acquatici i nutrienti, la silice, il ferro e il manganese etc. rivestono grande importanza nelle attività chimico-biologiche, essendo tra i principali costituenti di proteine, acidi nucleici etc. Queste componenti, presenti sia nelle acque sia nei sedimenti superficiali, in seguito a reazioni diagenetiche (cambiamenti fisico-chimici nei sedimenti) si mobilitano a seconda delle condizioni ambientali (ossidanti o riducenti) e portano alla formazione di nuovi ioni soprattutto nelle acque immediatamente sovrastanti ai sedimenti. I cosiddetti “flussi bentici” delle specie chimiche che si instaurano come conseguenza, possono essere di entità tale da incidere sensibilmente sulle concentrazioni dei composti dell'azoto, del fosforo e di alcuni metalli, incrementando o diminuendo la loro concentrazione a seconda che il flusso sia dai sedimenti verso l'acqua sovrastante o viceversa. Una valutazione quantitativa del contributo dei sedimenti nel bilancio dei nutrienti è stata ottenuta calcolando i flussi diffusionali all'interfaccia acqua sedimenti secondo la prima legge di Fick, attraverso la misura delle concentrazioni nell'acqua di fondo.

L'uso di camere bentiche, strumenti che permettono di isolare un volume noto di acqua e di superficie di sedimento a contatto con essa permette di effettuare misure dirette dei flussi bentici per mezzo del prelievo periodico di campioni di acqua all'interno della camera bentica stessa con una stima dell'evoluzione temporale delle concentrazioni dei parametri di interesse.

Ciò che avviene all'interno della camera bentica deve essere una fedele simulazione di quanto avviene nell'ambiente circostante.

Le camere bentiche possono essere definite come strumenti che permettono di isolare un volume noto di acqua e di superficie di sedimento in stretto contatto. Questa funzione viene espletata dalle camere bentiche, un cilindro in materiale inerte (plexiglas) trasparente di opportune dimensioni aperto alla base che penetra nel sedimento per alcuni centimetri in modo da isolare completamente una porzione di sedimento e di acqua sovrastante al sedimento stesso.

Il CESI ha messo a punto 2 tipi di camere bentiche; camere bentiche attive e camere bentiche passive.

Nelle camere **bentiche attive** sono predisposti i seguenti strumenti:

- Sonda multiparametrica per la misura di profondità, temperatura, conducibilità, ossigeno disciolto, pH e redox
- Sistema di agitazione dell'acqua all'interno delle camere
- Sistema di campionamento dell'acqua all'interno delle camere
- Sistema di correzione dell'ossigeno disciolto e del pH

Nelle camere **bentiche passive** sono predisposti gli stessi strumenti di cui sopra con l'esclusione del sistema di correzione dell'ossigeno disciolto e del pH.

Per il presente lavoro sono state utilizzate le camere bentiche passive al fine di simulare nelle aree in studio una situazione di elevata trofia con situazioni di anossia sul fondo e quindi ipotizzabile rilascio di specie chimiche.

Nelle immagini seguenti sono riportate le camere bentiche e la sonda multiparametrica utilizzate.



Nelle Figg. AIII-1a e 1b è rappresentata la parte della Pialassa Baiona interessata dalle indagini. Nell'area A, esposta all'influenza dello scarico termico della Centrale, sono state individuate le stazioni n. 5, 6 e 7, dove sono stati effettuati i campionamenti di sedimenti per l'analisi chimica. Nella stessa area (A) è stata posizionata la camera bentica A per la valutazione del flusso degli inquinanti dai sedimenti

all'acqua sovrastante. Nell'immagine seguente si può vedere la struttura della camera bentica posizionata sul fondo.



Nell'area B, ad ovest di Marina di Romea sono state individuate le stazioni n. 1, 2, 3 e 4 dove sono stati effettuati i campionamenti di sedimenti per l'analisi chimica. Nella stessa area (B) è stata posizionata la camera bentica B per la valutazione del flusso degli inquinanti dai sedimenti all'acqua sovrastante. I dati di georeferenziazione GPS di alcune stazioni sono riportati in tabella AIII-I.

5.3 Analisi dei risultati ottenuti nel 2001

5.3.1 Caratteristiche del sedimento

5.3.1.1 Granulometria

Nella tabella AIII-II sono raccolti i dati di granulometria rilevati nelle sette stazioni. Per ogni stazione sono stati effettuati due campionamenti, per valutare la variabilità spaziale a breve raggio di questo parametro.

La granulometria nelle due aree considerate ed in modo specifico nei sette punti considerati presenta una classe di tessitura Franco-limoso (debole adesività, buona plasticità, saponosità e talcosità del limo durante la fase di asciugamento) con lievi variazioni tra una stazione e l'altra.

5.3.1.2 Concentrazione di parametri di interesse ecologico nei sedimenti

Nella figura AIII-8 sono raccolti i valori di concentrazione rilevati nel sedimento per metalli, oli minerali e vegetali, carbonio totale, azoto totale e fosforo totale nelle sette stazioni distribuite nelle due aree prese in considerazione.

Per quanto riguarda le concentrazioni di **mercurio** nei sedimenti, i valori rinvenuti oscillano tra 2,6 e 12,1 mg/kg. I livelli di concentrazioni nell'area B rispecchiano, in linea di massima, i livelli misurati nelle precedenti indagini (Analisi dello stato ambientale e sanitario nelle valli ravennati, 1994). I livelli di concentrazione misurati nell'area A sono mediamente valori tre volte maggiori.

Le concentrazioni di **arsenico** in tutte le stazioni sotto indagine mantengono in linea di massima i valori misurati nelle precedenti campagne di misura.

Le concentrazioni misurate di **Ferro** e **Manganese** sono in linea con le concentrazioni presenti, in genere, nei terreni e sedimenti italiani.

Le concentrazioni di **oli minerali** e **vegetali** oscillano tra 20,9 e 109 mg/kg e rispecchiano in linea di massima i valori riscontrati nella campagna di misura effettuata nel 1992-93.

Il **fosforo totale** misurato presenta concentrazioni tra 0,646 e 0,868 g/kg in tutti i campioni considerati. In linea di massima la somma dei valori di P inorganico, P organico e P estraibile misurati nel 1992-1993 erano sensibilmente superiori alle concentrazioni rilevate nel 2001.

L'azoto totale presenta valori tra 3,6 ed 10,9 g/kg; i valori sono sensibilmente superiori a quelli rinvenuti circa 10 anni fa che (come azoto totale) oscillano tra 0,2 e 2,4 g/kg.

Per quanto riguarda le concentrazioni di **carbonio** nei sedimenti i valori rinvenuti sono tra 42 e 59 g/kg; non si notano evidenti variazioni spaziali nei campioni raccolti ed i livelli rilevati sono piuttosto simili a quelli rinvenuti nel 1992-93.

5.3.2 *Flusso di inquinanti dal sedimento alla colonna d'acqua*

Negli ecosistemi acquatici, i flussi di sostanze chimiche all'interfaccia acqua sedimento (flussi bentici) possono esercitare una notevole influenza sulla qualità chimica e biologica delle acque e possono incidere sensibilmente sulle concentrazioni in soluzione di diversi parametri chimici, incrementandole o diminuendole a seconda che il flusso provenga dai sedimenti o sia diretto verso di loro.

L'uso di camere bentiche che permettono di isolare un volume noto di acqua e di superficie di sedimento a contatto con questa consente di effettuare misure dirette di flussi acqua/sedimento di vari parametri prelevando e analizzando periodicamente campioni di acqua isolati dalla camera bentica.

Va sottolineato che nella camera bentica, in seguito ai processi degradativi e a causa del mancato ricambio con la massa d'acqua circostante, l'ossigeno tende a diminuire e l'anidride carbonica, prodotta in seguito alla degradazione della sostanza organica, porta ad una diminuzione del pH. Inoltre all'interno della camera bentica vengono a mancare gli effetti della "ventilazione" dei sedimenti causati dalle correnti.

Lo scopo di questo controllo con camere bentiche è quello di verificare (in situazioni estreme di qualità delle acque che sovente si presentano nella Pialassa Baiona, l'influenza del processo di risolubilizzazione degli inquinanti sedimentati negli strati superficiali del fondo della Pialassa Baiona sulla qualità delle acque lagunari.

5.3.2.1 *Misure chimico-fisiche all'interno ed all'esterno delle camere bentiche*

Le camere bentiche sono state posizionate il 04.09.2001 ed i rilievi sono stati condotti per 4 giorni. Nella tabella AIII-III sono evidenziati i parametri chimico-fisici misurati all'esterno della camera bentica posizionata nell'area A della Pialassa. I valori rinvenuti sono tipici di ambienti lagunari con acque poco profonde. Le oscillazioni del valore di ossigeno disciolto e di conseguenza della sua % di saturazione evidenziano che si è in presenza di un ambiente eutrofo, anche se dalle misure raccolte non si è mai manifestata anaerobiosi.

In tabella AIII-IV sono raccolte le misure effettuate in continuo dentro la camera bentica posizionata nell'area A della Pialassa durante tutti i 4 giorni della sperimentazione. Nelle prime 12 ore di sperimentazione si denota un decremento di ossigeno disciolto da 6,24 a 0,8mg/L; successivamente i valori di ossigeno si mantengono tra 0,3 e 0,9 mg/L e verso le ore 17,30 – 18,00 delle giornate successive si manifesta un leggero incremento di ossigeno (probabilmente dovuto al popolamento vegetale presente). Alla mattina del 07.09.2001 si è verificato uno spostamento della camera bentica per cause ignote (l'incremento di ossigeno registrato con la sonda ha evidenziato un flusso di acqua "fresca" verso l'interno della camera); di conseguenza i valori registrati non si possono ritenere più validi per la sperimentazione.

Il profilo del pH ricalca l'andamento della concentrazione di ossigeno disciolto; il valore massimo si presenta all'inizio della sperimentazione in corrispondenza del valore più alto di ossigeno disciolto (8,23

unità di pH), per scendere fino a 7,73 unità di pH quando il valore di ossigeno disciolto è inferiore a 1 mg/L.

I valori di conducibilità, calcolati a 25°C, oscillano intorno a 46-47.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$; il valore più elevato (49.030) è stato registrato il 06.09.2001 alle ore 23,00; non si evidenziano andamenti anomali durante la sperimentazione.

Per quanto riguarda le misure del potenziale redox, i valori presentano un andamento che rispecchia quello della concentrazione di ossigeno disciolto durante il periodo considerato; con valori di ossigeno disciolto decrescenti tra 6,24 e 2 mg/L, il potenziale redox passa da 59 a 28 Eh. Quando i valori di ossigeno disciolto si abbassano fino a 1 mg/L o addirittura a 0,3 mg/L, il potenziale redox presenta valori vicino allo 0 o negativi fino ad un minimo di -59 Eh.

In tabella AIII-V i valori registrati esternamente alla camera bentica posizionata nell'area B evidenziano, soprattutto per quanto riguarda la concentrazione di ossigeno disciolto, lo stesso andamento di quello rinvenuto nell'area A, con i valori più bassi misurati il 4 e 5 settembre ed il valore più alto il 6 settembre. I valori di conducibilità sono mediamente più alti di quelli misurati nell'area A, mentre i valori di pH hanno valori mediamente più bassi. Le oscillazioni del valore di ossigeno disciolto e della sua % di saturazione evidenziano che si è in presenza di un ambiente decisamente eutrofo e probabilmente grazie alla bassa profondità delle acque (circa 1 metro) e di conseguenza alla diffusione dell'ossigeno atmosferico accompagnata da un leggero idrodinamismo non si raggiunge mai l'anossia.

In tabella AIII-VI sono raccolte le misure effettuate dentro la camera bentica posizionata nell'area B della Pialassa durante tutti i 4 giorni della sperimentazione. In questa stazione non si è potuto mantenere, per questioni logistiche, la sonda multiparametrica immersa 24 ore su 24 ore, ma si sono effettuate misure in continuo durante il periodo diurno dei 4 giorni di sperimentazione. La temperatura varia tra 20,1 e 22,9°C; la conducibilità tra 48.600 e 49.700 $\mu\text{S}/\text{cm}$; rispetto all'area A le acque sono leggermente più salate. La concentrazione di ossigeno disciolto presenta valori decisamente bassi; all'inizio della prova si misurano 3,4 mg/L che a quella temperatura e a quella salinità corrispondono ad una percentuale di saturazione dell'ossigeno del 48%. Nell'arco di 3 ore la concentrazione di ossigeno disciolto passa a valori inferiori a 0,5 mg/L e di conseguenza l'ambiente tende e poi raggiunge l'anossia per tutto il periodo della sperimentazione.

Il profilo del pH decresce al decrescere della concentrazione di ossigeno disciolto; il valore massimo si presenta all'inizio della sperimentazione in corrispondenza del valore più alto di ossigeno disciolto (7,55 unità di pH) per scendere fino a 6,83 unità di pH, quando il valore di ossigeno disciolto è inferiore a 1 mg/L.

Per quanto riguarda le misure del potenziale redox, i valori si presentano positivi durante il primo giorno di sperimentazione (da 80 a 30 Eh); quando i valori di ossigeno disciolto rimangono sotto 1 mg/L, specialmente negli ultimi 3 giorni di misura, il potenziale redox varia tra -70 e -180 Eh.

5.3.2.2 *Analisi chimiche dell'acqua all'interno e all'esterno delle camere bentiche*

In tabella AIII-VII sono raccolti i valori misurati all'esterno ed all'interno delle camere bentiche relativamente a parametri di interesse ambientale.

Per quanto riguarda la stazione posizionata nell'area A sono stati rilevati ottenuti flussi positivi (dal sedimento verso la colonna d'acqua) per il manganese (Fig. AIII-2) nelle prime 50 ore di sperimentazione; tali flussi sono riconducibili a processi diagenetici (cambiamenti fisico-chimici nei sedimenti) che portano alla ridissoluzione del metallo. Arsenico e mercurio non presentano variazioni sia all'interno sia all'esterno della camera bentica. Per quanto riguarda la concentrazione dei nutrienti (Fig. AIII-3), i nitriti e specialmente i nitrati presentano riduzioni delle concentrazioni (consumo di nitrati fino alla loro scomparsa) entro le prime 30-40 ore, da 0,22 mg/L a <0,01; contemporaneamente, la demolizione della sostanza organica porta all'aumento dei valori di ammonio che passa da 0,5 a 1,25 mg/L nelle prime 50 ore. Per quanto riguarda l'ortofosfato si evidenzia nelle prime 50 ore una crescita in concomitanza con l'aumento del manganese; successivamente i dati si stabilizzano. Le analisi

effettuate all'esterno della camera bentica (Fig. AIII-4) (staz. A esterna) e utilizzate come controllo non mostrano, per quanto riguarda nitrati e ammonio, andamenti tipici dovuti alla mancanza di ossigeno; lo stesso è evidenziato dagli andamenti delle concentrazioni di ferro e di manganese.

Nella stessa tabella sono raccolti i valori misurati nell'area B all'interno e all'esterno della camera bentica. All'interno della camera bentica il flusso del ferro presenta una crescita nelle prime 7-8 ore; il manganese raggiunge i valori massimi dopo 30 ore (Fig. AIII-5); arsenico e mercurio come nella camera bentica A non mostrano particolari variazioni durante la sperimentazione. In questa camera (Fig. AIII-6) non avendo rinvenuto concentrazioni apprezzabili di nitrati non se ne evidenzia un decremento, comunque il fenomeno della riduzione chimica (decremento dell'ossigeno disciolto) nelle acque è presentato dal deciso incremento di ammonio che passa da 0,19 mg/L a 3,65 mg/L. Per quanto riguarda il fosforo solubile, per tutte le 92 ore della sperimentazione si evidenzia un incremento (da 0,024 a 0,480 mg/L) che risulta in accordo sia con l'incremento misurato nelle prime ore con il ferro e soprattutto con l'incremento del manganese. All'esterno della camera bentica (Fig. AIII-7) il potenziale redox sempre positivo e la presenza, in tutti i campionamenti, di almeno 2 mg/l di ossigeno disciolto non permettono l'aumento di concentrazione di ammonio (i valori rimangono tra 0,14 e 0,35 mg/L) e l'incremento di manganese e fosforo solubile, evidente invece all'interno della camera bentica.

5.4 Analisi dei risultati ottenuti nel 2003

Nelle Figg. AIII-1a e 1b è rappresentata la parte della Pialassa Baiona interessata dalle indagini. Nell'area A, (area con sistema di canali artificiali), sono state individuate le stazioni n. 5, 6 e 7, dove sono stati effettuati i campionamenti di sedimenti per l'analisi chimica. Nella stessa area (A) è stata posizionata la camera bentica A per la valutazione del flusso degli inquinanti dai sedimenti all'acqua sovrastante. Nell'area B, (area a bassi fondali) ad ovest di Marina di Romea sono state individuate le stazioni n. 1, 2, 3 e 4 dove sono stati effettuati i campionamenti di sedimenti per l'analisi chimica. Nella stessa area (B) è stata posizionata la camera bentica B per la valutazione del flusso degli inquinanti dai sedimenti all'acqua sovrastante.

I dati di georeferenziazione GPS di alcune stazioni sono riportati in tabella AIV-I.

5.4.1 Caratteristiche del sedimento

5.4.1.1 Granulometria

Nella tabella AIV-II sono raccolti i dati di granulometria rilevati nelle sette stazioni.

Nella stazione 3 si presentano i valori più elevati per quanto riguarda la % sabbiosa mentre nella stazione 7 si presentano valori minimi. Per quanto riguarda la % di limo la stazione 7 presenta i valori più elevati, il contrario la stazione 3.

5.4.1.2 Concentrazione di parametri di interesse ecologico nei sedimenti

Nella figura AIV-7 sono raccolti i valori di concentrazione di metalli rilevati nel sedimento delle sette stazioni distribuite nelle due aree prese in considerazione.

Per quanto riguarda le concentrazioni di **Mercurio** nei sedimenti, i valori rinvenuti oscillano tra 1,4 e 16 mg/kg.

Le concentrazioni di **Arsenico** in tutte le stazioni sotto indagine mantengono in linea di massima i valori misurati nelle precedenti campagne di misura. Tutti i valori misurati sono conformi al DM n. 471 del 25.10.99, anche se il riferimento non è corretto in senso stretto, in quanto il DM citato si riferisce alle concentrazioni di metalli nei suoli.

Nella figura AIV-7 sono raccolte le concentrazioni di **oli minerali** e **vegetali**, i valori oscillano tra 32 e 118 mg/kg e rispecchiano in linea di massima i valori riscontrati nella campagna di misura effettuata nel 2001.

Il **fosforo totale** misurato presenta valori % tra 0,06 e 0,07 in tutti i campioni considerati; l'**azoto totale** presenta valori % tra 0,12 ed 0,42 (AIV-2).

Per quanto riguarda le % di **carbonio** nei sedimenti i valori rinvenuti variano tra 3,96 e 7,60; non si notano evidenti variazioni spaziali nei campioni raccolti.

5.4.2 Flusso di inquinanti dal sedimento alla colonna d'acqua

5.4.2.1 Misure chimico-fisiche all'interno ed all'esterno delle camere bentiche

Le camere bentiche sono state posizionate il 22.09.2003 ed i rilievi sono stati condotti per 3 giorni. Nella tabella AIV-III sono evidenziati i parametri chimico-fisici misurati all'esterno della camera bentica posizionata nell'area A della Pialassa. I valori rinvenuti sono tipici di ambienti lagunari con acque poco profonde. Le oscillazioni del valore di ossigeno disciolto e di conseguenza della sua % di saturazione evidenziano che si è in presenza di un ambiente eutrofo, anche se dalle misure raccolte non si è mai manifestata anaerobiosi.

In tabella AIV-IV sono raccolte le misure effettuate in continuo dentro la camera bentica posizionata nell'area A della Pialassa durante tutti i 4 giorni della sperimentazione. Si denota una oscillazione delle concentrazioni di ossigeno disciolto in relazione al ciclo giorno notte; questa oscillazione col passare dei giorni tende ad assumere valori sia minimi sia massimi di concentrazioni di ossigeno disciolto sempre più elevati.

Le % di saturazione dell'ossigeno disciolto seguono l'andamento delle concentrazioni.

Il profilo del pH e il potenziale di ossido riduzione, sebbene in maniera meno accentuata, ricalcano l'andamento della concentrazione di ossigeno disciolto

I valori di conducibilità, calcolati a 25°C, oscillano intorno a 47-48 mS/cm.

In tabella AIV-V i valori registrati esternamente alla camera bentica posizionata nell'area B evidenziano, soprattutto per quanto riguarda la concentrazione di ossigeno disciolto, lo stesso andamento di quello rinvenuto nell'area A.

I valori di conducibilità sono mediamente più alti di quelli misurati nell'area A. Le oscillazioni del valore di ossigeno disciolto e della sua % di saturazione evidenziano che si è in presenza di un ambiente decisamente eutrofo.

In tabella AIV-VI sono raccolte le misure effettuate dentro la camera bentica posizionata nell'area B della Pialassa durante tutti i 4 giorni della sperimentazione.

In questa stazione la situazione si presenta nettamente diversa da quella presente nell'area A.

- La temperatura presenta valori sempre più bassi dell'ordine di 4-5 °C;
- La conducibilità presenta valori sempre più elevati rispetto all'altra area di campionamento (mediamente di 7 mS/cm);
- L'ossigeno disciolto all'interno della camera bentica presenta un valore massimo di 4,2 mg/L all'inizio della sperimentazione per poi scendere a valori di anossia dopo 6 ore. Durante i giorni rimanenti di sperimentazione l'ambiente rimane completamente anossico; la % di saturazione dell'ossigeno, di conseguenza, risulta di poche unità;
- Il pH non mostra fenomeni di oscillazione come nell'altra camera bentica ma diminuisce lentamente fino a stabilirsi intorno a valori di 7,5 unità;
- Il potenziale di ossido riduzione, in presenza di questo ambiente anossico, è sempre negativo e raggiunge valori di - 445 mV.

5.4.2.2 Analisi chimiche dell'acqua all'interno e all'esterno delle camere bentiche

In tabella AIV-VII sono raccolti i valori misurati all'esterno ed all'interno delle camere bentiche relativamente a parametri di interesse ambientale; si commentano le differenti concentrazioni nell'acqua

dei diversi elementi ponendo particolare attenzione al confronto tra concentrazione di elementi misurati all'esterno e concentrazioni misurate all'interno delle camere bentiche.

Camera bentica A

I valori dei nutrienti (figg. AIV-1, 2, 3) sia all'interno della camera sia all'esterno mantengono valori pressoché simili; solamente l'ammoniaca nell'ultimo giorno di sperimentazione (la demolizione della sostanza organica porta all'aumento dei valori di ammonio) mostra un deciso incremento all'interno della camera (4,2mg/L vs 0,95 mg/L all'esterno)

Per quanto riguarda i metalli (fig. AIV-3) non si sono stati rilevati ottenuti flussi positivi (dal sedimento verso la colonna d'acqua) se non per il manganese dopo 2 giorni di sperimentazione; tali flussi sono riconducibili a processi diagenetici (cambiamenti fisico-chimici nei sedimenti) che portano alla ridissoluzione del metallo. Arsenico, mercurio e ferro non presentano variazioni sia all'interno sia all'esterno della camera bentica.

Camera bentica B

Nella stessa tabella (tab. AIV-IX) sono raccolti i valori misurati nell'area B all'interno e all'esterno della camera bentica (figg A IV-4, 5, 6).

I valori dei nutrienti all'interno della camera bentica rispetto ai valori misurati all'esterno presentano valori più elevati per quanto riguarda fosforo ortofosfato e fosforo totale specialmente nei giorni finali della sperimentazione.

Decisamente più evidente è il fenomeno della dissoluzione di ammoniaca all'interno della camera bentica che presenta un deciso trend in crescita da 0,33 a 4,69 mg/L di N-NH₄.

Per quanto riguarda i metalli, ferro, arsenico e mercurio non evidenziano sia all'interno sia all'esterno della camera fenomeni di dissoluzione; molto evidente è invece la dissoluzione del manganese in acqua che raggiunge 1,237 mg/l.

5.5 Confronto tra i dati rilevati nel 2001 e nel 2003

5.5.1 Granulometrie dei sedimenti

Dal confronto tra i dati di granulometria rilevati nelle due campagne emerge:

- Un aumento della % sabbiosa (> 0,2mm) passando dalla campagna del 2001 e quella del 2003;
- Un decremento della % limosa passando dalla campagna del 2001 e quella del 2003;

5.5.2 Concentrazione di parametri di interesse ecologico nei sedimenti

Dal confronto tra i dati di metalli e nutrienti rilevati nelle due campagne emerge:

- Le concentrazioni dei metalli non subiscono variazioni tali da evidenziare modificazioni ambientali;
- Per quanto riguarda gli oli minerali nei due periodi di campionamento non si evidenziano variazioni degne di nota.

5.5.3 Misure chimico-fisiche all'interno delle camere bentiche

Dal confronto tra le due campagne emerge quanto segue:

- Le temperature hanno manifestato valori decisamente più alti nel 2003 rispetto al 2001;
- I valori di pH si mantengono abbastanza uniformi nei 2 periodi di indagine;
- L'ossigeno disciolto e la sua percentuale di saturazione mantiene valori, nelle due campagne, tipici di ambienti eutrofici;
- I valori di redox nei due periodi di indagine, all'interno delle camere bentiche, presentano valori positivi all'inizio della sperimentazione e decisamente negativi alla fine.

5.5.4 *Misure chimico-fisiche all'esterno delle camere bentiche*

Dal confronto tra le due campagne emerge quanto segue:

- Le temperature hanno manifestato valori leggermente più alti nel 2003 rispetto al 2001;
- I valori di pH sono più elevati nel 2003 rispetto a quelli misurati nel 2001;
- L'ossigeno disciolto e i valori di ossido riduzione presentano variazioni in ambedue i periodi di misura.

5.5.5 *Rilascio di metalli e composti dell'azoto e fosforo dai sedimenti all'interno delle camere bentiche*

Dal confronto tra le due campagne emerge quanto segue:

- Il rilascio di sostanze dai sedimenti verso la colonna d'acqua sia nel 2001 sia nel 2003 è più evidente nella stazione B rispetto alla stazione A.

5.6 Conclusioni

L'indagine effettuata nel settembre 2003 confrontata con quella del 2001 nei sedimenti e nelle acque della Pialassa Baiona con la Centrale di Porto Corsini in esercizio, ha evidenziato quanto segue:

- Le concentrazioni nei sedimenti dei parametri chimici considerati presentano livelli in linea con quelli misurati nelle precedenti indagini (Analisi dello stato ambientale e sanitario nelle valli ravennati, 1994) i valori presenti nella campagna 2001 e 2003 rientrano in una normale variabilità ambientale .
- Il flusso di inquinanti, dai sedimenti alla colonna d'acqua sovrastante, che è stato misurato per mezzo delle camere bentiche al fine di simulare drastiche situazioni climatiche con presenza di condizioni di ipossia spinta (periodi estivi con forte irraggiamento solare e scarsi ricambi idrici), permette di affermare che nella Pialassa Baiona i flussi di specie chimiche dal sedimento all'acqua si presentano appena i valori di ossigeno disciolto raggiungono pochi mg/L e portano di conseguenza ad un peggioramento progressivo della qualità delle acque per l'aumento di concentrazione di ammonio e manganese; questa situazione si è ripetuta nelle due campagne sperimentali del 2001 e del 2003.
- Nel confronto tra l'area A e l'area B posizionata più a nord si evidenzia quanto segue: nell'area B le minori concentrazioni di ossigeno ed i valori più bassi di pH indicano una situazione di eutrofia maggiore rispetto all'area A, ciò è confermato anche dalle minori concentrazioni di nutrienti che indicano un forte utilizzo di questi sali nutritivi da parte della componente biologica. A conferma di quanto sopra esposto è il differente rapporto N/P (più basso nell'area B) che porta ad un maggiore utilizzo dei nutrienti da parte di popolamenti di cianobatteri caratteristici di ambienti ad elevata trofia, a scapito di popolamenti ad alghe verdi.

L'effetto dell'entrata in funzione dell'impianto di Porto Corsini non ha modificato la situazione dei due ambiti studiati (staz. A e B) dove appare, dal punto di vista ecologico, una situazione peggiore nell'area B.

5.7 Bibliografia

- Azienda U.S.L. – Ravenna, Dipartimento dei Servizi di Prevenzione (1994). Analisi dello stato ambientale e sanitario nelle valli ravennati: La Pialassa Baiona.

6 MONITORAGGIO DELLA DISTRIBUZIONE DEL MACROBENTHOS NEL 2001 E NEL 2003

Il presente capitolo espone i risultati del monitoraggio del macrobenthos in due aree opportunamente individuate nella Pialassa Baiona; un'area relativa al sistema dei canali artificiali (area A), un'area con zone a bassi fondali (area B).

Il piano di indagine prende infatti in considerazione alcune delle componenti ambientali legate al fondale, in modo da focalizzare il controllo su indicatori ambientali poco mobili nello spazio o addirittura statici. Il monitoraggio si è articolato in due periodi: estate 2001 ed estate 2003.

6.1 Metodologie di analisi

I campionamenti sono stati effettuati prelevando 5 replicati di macrobenthos con benna manuale Ekman (area 225 cm²) in 7 stazioni ripartite tra l'area A e l'area B

I campioni sono stati setacciati immediatamente con setaccio avente maglia pari a 0.6 mm, come si vede nell'immagine seguente; in laboratorio, quindi, si è proceduto all'osservazione mediante l'utilizzo l'uso di stereomicroscopio.



L'analisi tassonomica del materiale biologico prelevato è stata condotta:

- fino al livello di Famiglia per tutti i taxa di macroinvertebrati presenti, esaminando 3 dei 5 replicati provenienti da ciascuna stazione, in modo da descrivere i lineamenti essenziali della struttura della loro cenosi nell'ambito della Pialassa e da evidenziarne eventuali relazioni con le aree interessate dal pennacchio termico,
- fino al livello di specie per i Molluschi Bivalvi di interesse commerciale, esaminando tutti i campioni replicati provenienti da ogni stazione, in modo da definirne le abbondanze e la distribuzione nella Pialassa, anche in relazione con le zone esposte al pennacchio termico.

Le chiavi tassonomiche utilizzate sono state le seguenti:

per i Policheti

Fauvel P. (1923)

Faune de France, 5 - Polychètes errantes

Federation Française des Sociétés de Sciences Naturelles
Office Central de Faunistique

Fauvel P. (1927)

Faune de France, 16 - Polychètes sédentaires

Federation Française des Sociétés de Sciences Naturelles
Office Central de Faunistique

Fauchald K. (1977)

The Polichaete Worms – Definition and Keys to the Orders, Families and Genera

Natural History Museum of Los Angeles County

per i Molluschi

Poppe G.T., Goto Y. (1991)

European Seashells – Vol. I

Verla Christa Hemmen

Poppe G.T., Goto Y. (1993)

European Seashells – Vol. II

Verla Christa Hemmen

per i Crostacei

Chevreaux E., Fage L. (1925)

Faune de France, 9 - Amphipode

Federation Française des Sociétés de Sciences Naturelles
Office Central de Faunistique

6.2 Monitoraggio della popolazione macrobentonica (2001)

I prelievi di sedimento per la valutazione della qualità del macrobenthos sono stati effettuati nelle stazioni riportate nel paragrafo 5.2 ed evidenziate nella cartina in Appendice III (Figg. AIII-1a e 1b)

I dati di georeferenziazione GPS delle stazioni sono riportati nella Tabella AIII-I.

L'analisi del macrobenthos prelevato nell'Estate 2001, indica una dominanza di crostacei in alcune stazioni (1, 3 e 4) e di policheti nelle altre (2, 5, 6 e 7).

Tra i crostacei, la famiglia più rappresentata risulta essere quella dei Corophidae; per i Policheti si trovano frequentemente Nereidae (per la maggior parte *Hediste diversicolor*), Spionidae (*Streblospio shrubsolii*, *Polydora ciliata*) e Capitellidae (*Capitella capitata*).

I molluschi sono scarsamente rappresentati.

Nell'Appendice V sono riportate le distribuzioni dei principali gruppi e famiglie rilevate in ciascuna stazione esaminata (tab. AV-I). In linea di massima si può notare che nelle stazioni più orientali della Pialassa Baiona, ovvero verso il mare, il gruppo più rappresentato è quello dei crostacei (in particolare la famiglia dei Corophidae), mentre nelle stazioni più a ovest si ha una maggiore presenza di Policheti.

Di seguito viene riportata una breve descrizione per ciascuna stazione esaminata; il posizionamento di ognuna di esse è evidenziato nella cartina riportata nell'Appendice III.

Stazione 1

La stazione 1, situata nella parte più orientale della Pialassa Baiona. Il gruppo dominante è rappresentato dai Corophidae; tra i Policheti si trovano principalmente le famiglie Spionidae e Sabellidae. I molluschi

sono scarsamente rappresentati; in particolare si trovano i gasteropodi *Haminoea navicula* e *Cyclope neritea*.

Stazione 2

L'unica famiglia rimarchevole di nota è quella dei Nereidae, quasi esclusivamente rappresentata da *Hediste diversicolor*. Non sono presenti molluschi; in ogni caso, questa è la stazione più povera tra quelle esaminate.

Stazione 3

Si ha una notevole presenza di Corophidae, seguiti dal mollusco bivalve *Abra ovata* e dai Policheti Spionidae e Arenicolidae.

Stazione 4

Nella stazione 4 è notevole la presenza di Corophidae. Tra i Policheti, l'unica famiglia rimarchevole di nota è quella dei Nereidae quasi esclusivamente rappresentata da *Hediste diversicolor*.

Tra i molluschi il più abbondante è *Haminoea navicula*.

Stazione 5

Il gruppo dominante è rappresentato dai Policheti, in particolare Spionidae (*Polydora ciliata*) e Capitellidae (*Capitella capitata*). Tra i crostacei, si trovano soprattutto Gammaridae; i molluschi sono piuttosto scarsi.

Stazione 6

Il gruppo dominante è rappresentato dai Policheti, in particolare Spionidae (*Polydora ciliata*) e Capitellidae (*Capitella capitata*). I gruppi dei crostacei e dei molluschi sono scarsamente rappresentati.

Stazione 7

Il gruppo dominante è rappresentato dai Policheti, in particolare Spionidae (*Streblospio shrubsolii*, *Polydora ciliata*). Il gruppo dei crostacei, è costituito soprattutto da Corophidae; tra i molluschi si trovano *Cyclope neritea* e *Abra ovata*.

I dati ottenuti indicano la presenza di comunità tipiche di ambienti lagunari salmastri interessati da presenze urbane e notoriamente condizionati da fluttuazioni giornaliere e stagionali dei parametri chimico-fisici, situazione che di fatto determina un livello di “disturbo” medio permanente a cui si somma l'effetto del confinamento. Nelle zone in cui da alcuni anni è stato impedito l'ingresso di acque marine, nel tentativo di proteggere la pineta confinante dall'aggressione salina, le comunità bentoniche appaiono fortemente banalizzate e dominate dalla presenza di larve di insetti, soprattutto Chironomidi. Questo indica, in tali zone, uno stato transitorio di passaggio da popolamenti salmastri a popolamenti di acque dolci.

Le zone “dolcificate” e completamente arginate appaiono particolarmente povere sia in termini di diversità specifica sia in termini di biomasse.

6.3 Monitoraggio della popolazione macrobentonica (2003)

L'analisi del macrobenthos prelevato nell'Estate 2003, evidenzia, nel complesso, la presenza di una popolazione scarsamente rappresentata; si nota una dominanza di molluschi in tutte le stazioni, tranne nella 1 dove dominano i policheti e nella 6 dove dominano i crostacei.

Tra i molluschi, le famiglie più rappresentate risultano essere quelle dei Cardidae (*Cerastoderma*) e dei Semelidae (*Abra ovata*); emerge la presenza, seppur modesta, del mitile esotico *Musculista senhousia*,

specie originaria delle coste occidentali dell'Oceano Pacifico, che è stata recentemente segnalata in diverse lagune del Mediterraneo, tra cui quelle salmastre dell'Adriatico settentrionale.

Per i Policheti si trovano frequentemente Spionidae (*Polydora*) e Nereidae (per la maggior parte *Hediste diversicolor*); per i crostacei si riscontra la presenza di Gammaridae e Corophidae.

In tutte le stazioni sono state trovate anche numerose larve di Chironomidi.

Nell'Appendice V sono riportate le distribuzioni dei principali gruppi e famiglie rilevate in ciascuna stazione esaminata (tab AV-II).

In linea di massima si può notare un popolamento povero. Particolare comune a tutte le stazioni è rappresentato dalla massiccia presenza di larve di Chironomidi, che comunque non sono stati considerati nell'analisi dei dati ottenuti.

Di seguito viene riportata una breve descrizione per ciascuna stazione esaminata; il posizionamento di ognuna di esse è evidenziato nella cartina riportata nell'Appendice III.

Stazione 1

La stazione 1, situata nella parte più orientale della Pialassa Baiona. Il gruppo dominante è rappresentato dai Policheti con la presenza in particolare della famiglia Spionidae (*Polydora*). I molluschi sono scarsamente rappresentati; in particolare si trovano *Abra ovata* (Semelidae) e *Cerastoderma glaucum* (Cardiidae). I crostacei sono completamente assenti.

Stazione 2

L'unica famiglia rimarchevole di nota è quella dei Mytilidae, con la specie *Musculista senhousia*. I policheti e i crostacei sono entrambi scarsamente rappresentati.

Stazione 3

La stazione 3 è la più popolata tra le stazioni considerate. Il gruppo dominante è rappresentato dai molluschi, con le famiglie Semelidae (*Abra ovata*), Cardiidae (*Cerastoderma glaucum*), Mytilidae (*Musculista senhousia*) e i gasteropodi Haminoeidae. I policheti e i crostacei sono entrambi scarsamente rappresentati.

Stazione 4

Il gruppo dominante è rappresentato dai molluschi, con le famiglie Semelidae (*Abra ovata*), Cardiidae (*Cerastoderma glaucum*) e Mytilidae (*Musculista senhousia*).

I policheti e i crostacei sono entrambi scarsamente rappresentati.

Stazione 5

Il gruppo dominante è rappresentato dai molluschi, con la famiglia Semelidae (*Abra ovata*). Tra i policheti, sono presenti le famiglie Nereidae e Spionidae (*Polydora*).

I crostacei sono presenti in misura molto ridotta con la sola specie *Penaeus keraturus* (Penaeidae).

Stazione 6

Il gruppo dominante è rappresentato dai crostacei, in particolare con la famiglia dei Gammaridae. Non sono presenti policheti; tra i molluschi domina la presenza dei gasteropodi Haminoeidae.

Stazione 7

Il gruppo dominante è rappresentato dai molluschi, in particolare dai bivalvi Mytilidae (*Musculista senhousia*) e Cardiidae. Il gruppo dei policheti, è rappresentato unicamente dalla famiglia dei Nereidae; tra i crostacei si nota la presenza del solo decapode *Brachinotus sexdentatus* (Grapsidae).

6.4 Confronto dei dati rilevati nel 2001 e nel 2003

Il confronto delle distribuzioni nell'estate 2001 ed estate 2003, è stato effettuato sulla base dei dati ottenuti per i principali gruppi sistematici (Policheti, Molluschi e Crostacei), senza considerare i Chironomidi, che, pur presenti in misura notevole in entrambe le stagioni, non sono significativi ai fini della valutazione della qualità del macrobenthos.

In primo luogo i dati ottenuti indicano la presenza di comunità tipiche di ambienti lagunari salmastri interessati da presenze urbane e notoriamente condizionati da fluttuazioni giornaliere e stagionali dei parametri chimico-fisici, situazione che di fatto determina un livello di “disturbo” medio permanente a cui si somma l'effetto del confinamento. Nelle zone in cui da alcuni anni è stato impedito l'ingresso di acque marine, nel tentativo di proteggere la pineta confinante dall'aggressione salina, le comunità bentoniche appaiono fortemente banalizzate e dominate dalla presenza di larve di insetti, soprattutto Chironomidi. Questo indica, in tali zone, uno stato transitorio di passaggio da popolamenti salmastri a popolamenti di acque dolci. Le zone “dolcificate” e completamente arginate appaiono particolarmente povere sia in termini di diversità specifica sia in termini di biomasse.

Per quanto riguarda la valutazione dei dati rilevati nel 2003, si evidenzia un riduzione dei gruppi della popolazione macrobentonica, rispetto all'estate 2001. Ciò si è verificato in tutte le stazioni esaminate in modo omogeneo, probabilmente a causa delle elevate temperature dell'Estate 2003 e dei conseguenti fenomeni di anossia sul fondo della Pialassa.

6.5 Conclusioni

Nell'ambito del piano di indagine mirato alla valutazione degli effetti dello scarico termico della centrale termoelettrica di Porto Corsini, prima e dopo la trasformazione in ciclo combinato, è stato effettuato un monitoraggio su alcune componenti dell'ecosistema acquatico legate ai fondi molli della Pialassa Baiona,.

Le componenti ambientali individuate sono statiche o relativamente poco mobili in termini spaziali, inoltre esse hanno lo scopo di rappresentare il livello biotico del sistema ecologico del fondale della Pialassa Baiona, ovvero la composizione e distribuzione del popolamento a macroinvertebrati bentonici dei fondi molli.

L'indagine è stata articolata, come già ricordato, in due periodi, (estate 2001 ed estate 2003)

In primo luogo i dati ottenuti indicano la presenza di comunità tipiche di ambienti lagunari salmastri interessati da presenze urbane e notoriamente condizionati da fluttuazioni giornaliere e stagionali dei parametri chimico-fisici, situazione che di fatto determina un livello di “disturbo” medio permanente a cui si somma l'effetto del confinamento. Nelle zone in cui da alcuni anni è stato impedito l'ingresso di acque marine, nel tentativo di proteggere la pineta confinante dall'aggressione salina, le comunità bentoniche appaiono fortemente banalizzate e dominate dalla presenza di larve di insetti, soprattutto Chironomidi. Questo indica, in tali zone, uno stato transitorio di passaggio da popolamenti salmastri a popolamenti di acque dolci. Le zone “dolcificate” e completamente arginate appaiono particolarmente povere sia in termini di diversità specifica sia in termini di biomasse.

L'analisi dei dati evidenzia un decremento della popolazione bentonica, ciò si è verificato in tutte le stazioni esaminate in modo omogeneo, probabilmente a causa delle elevate temperature dell'Estate 2003 e dei conseguenti fenomeni di anossia sul fondo della Pialassa.

E' importante ribadire che i Molluschi, come tutta la popolazione macrobentonica in generale, sono presenti in minime quantità.

6.6 Bibliografia

- Azienda U.S.L. – Ravenna, Dipartimento dei Servizi di Prevenzione (1994). Analisi dello stato ambientale e sanitario nelle valli ravennati: La Pialassa Baiona.
- <http://www.ambra.unibo.it/baiona/>
- Casselli C., Ponti M., Abbiati M. (2003)
Valutazione della qualità ambientale della laguna costiera Pialassa Baiona attraverso lo studio dei suoi popolamenti bentonici
Atti del XIII Congresso Nazionale SITE, 85
- Ponti M., Della Casa C., Bacchiocchi F., Colangelo M.A., Ceccherelli V.U. (2003)
Analisi delle comunità bentoniche della laguna costiera "Pialassa Baiona" (Ravenna)
Biologia Marina Mediterranea, **10**, 2

7 CONCLUSIONI

Il Piano di Monitoraggio Ambientale predisposto in ottemperanza al DEC/VIA 2742 del 17/04/97 prevedeva di effettuare sul sistema ecologico costituito della Pialassa Baiona e annessa rete di canali artificiali il controllo del processo di dispersione del pennacchio termico attraverso il sistema di canali interessato e il controllo degli effetti del pennacchio termico su alcune delle componenti dell'ecosistema acquatico legate ai fondi molli (chimica del sedimento, macrobenthos).

I rilievi di caratterizzazione ambientale previsti dal piano citato sono stati effettuati nell'estate 2001 in condizioni preoperazionali e nell'estate 2003 dopo l'entrata in servizio dei gruppi dell'impianto di produzione termoelettrica. Le campagne di rilievi sono state eseguite nelle condizioni più cautelative caratterizzando il corpo idrico nel periodo estivo in concomitanza con le massime temperature naturali della rete idrografica di riferimento e in condizioni mareali estreme (massime escursioni di livello per maree sizigiali).

L'analisi dell'impatto della perturbazione termica ha permesso di evidenziare come lo scarico termico della centrale abbia un effetto trascurabile sull'intero sistema di canali e bassi fondali che formano il corpo idrico.

Difatti, per quanto le distribuzioni degli incrementi di temperatura 2003-2001 abbiano evidenziato in alcuni casi una contenuta propagazione della perturbazione termica nella parte di canali più prossimi al canale artificiale di scarico (principalmente in concomitanza con i massimi di marea sizigiale), appare chiaro che le condizioni in base alle quali tale propagazione ha avuto luogo sono senz'altro molto cautelative.

Inoltre è stata effettuata anche la verifica del rispetto del limite di legge sugli scarichi termici registrando l'andamento della temperatura nel punto di restituzione dell'acqua di raffreddamento dell'impianto di produzione: i dati misurati hanno evidenziato come tale limite sia ampiamente rispettato.

Per quanto riguarda la valutazione della qualità delle acque e del sedimento, si può affermare che tra i valori rilevati nel 2001 e quelli del 2003 non si evidenziano variazioni nella Pialassa Baiona. In particolare, le concentrazioni dei metalli non subiscono variazioni e non evidenziano modificazioni ambientali; l'ossigeno disciolto e la sua percentuale di saturazione mantiene valori, nelle due fasi indagate, tipici di ambienti eutrofi.

Infine, per quanto riguarda la componente macrobentonica, i dati ottenuti indicano la presenza di comunità tipiche di ambienti lagunari salmastri interessati da presenze urbane e notoriamente condizionati da fluttuazioni giornaliere e stagionali dei parametri chimico-fisici, situazione che di fatto determina un livello di “disturbo” medio permanente a cui si somma l’effetto del confinamento. In linea di massima si può notare un decremento del popolamento bentonico in tutte le stazioni esaminate, probabilmente a causa delle elevate temperature dell’estate 2003 e dei conseguenti fenomeni di anossia sul fondo della Pialassa.

8 TABELLE

Tabella I

**CAPOSALDO DELLA RETE GEODETICA IGM95 UTILIZZATO PER LA
GEOREFERENZIAZIONE****PUNTO DI RIFERIMENTO UTILIZZATO PER LA GEOREFERENZIAZIONE****denominazione del punto IGM95** ⁽³⁾

n° 089702 , “Ravenna – ponte sui Fiumi Uniti” , comune di Ravenna

descrizione del punto:

Centrino fissato sul bordo di un coperchio metallico di un chiusino situato in prossimità dell’incrocio tra la SS 16 e la via Marabina che conduce al Lido di Dante

³ Dagli elementi geodetici dell’Istituto Geografico Militare – rete IGM 95

Tabella II

**PUNTO DI RIFERIMENTO DENOMINATO “BASE”
GEOREFERENZIATO SULLA SOMMITA’ DI UN CONTAINER
UBICATO NEL PIAZZALE PRINCIPALE DELL’IMPIANTO**



PUNTO GEOREFERENZIATO

descrizione del punto di installazione:

caposaldo denominato “Base” sulla sommità di un container di cantiere sito nel piazzale principale della centrale di Porto Corsini

materializzazione: cerchio rosso

incertezza della base line: 1 cm

9 FIGURE



Fig.1 Planimetria generale della Piasa Baiona oggetto dei rilievi del 2001 e del 2003 per il monitoraggio del processo di dispersione del pennacchio termico e dei suoi effetti su alcune delle componenti dell'ecosistema acquatico legate ai fondi molli

Pialassa Baiona - Porto Corsini (RA) - estate 2001

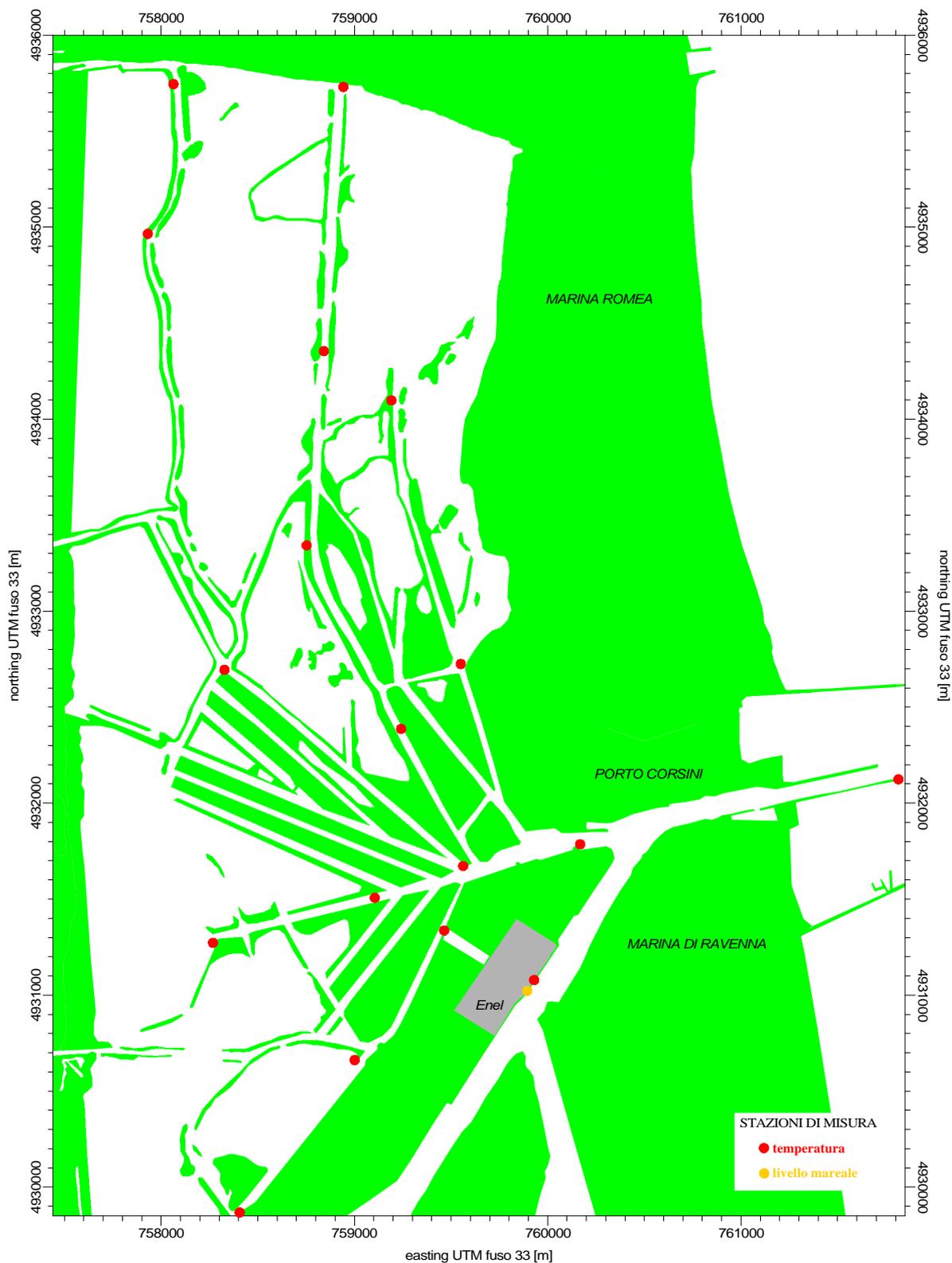


Fig.2 Planimetria del sito con l'ubicazione delle stazioni di misura utilizzate nella campagna di rilievi idrologici effettuata nell'estate 2001

Pialassa Baiona - Porto Corsini (RA) - estate 2001

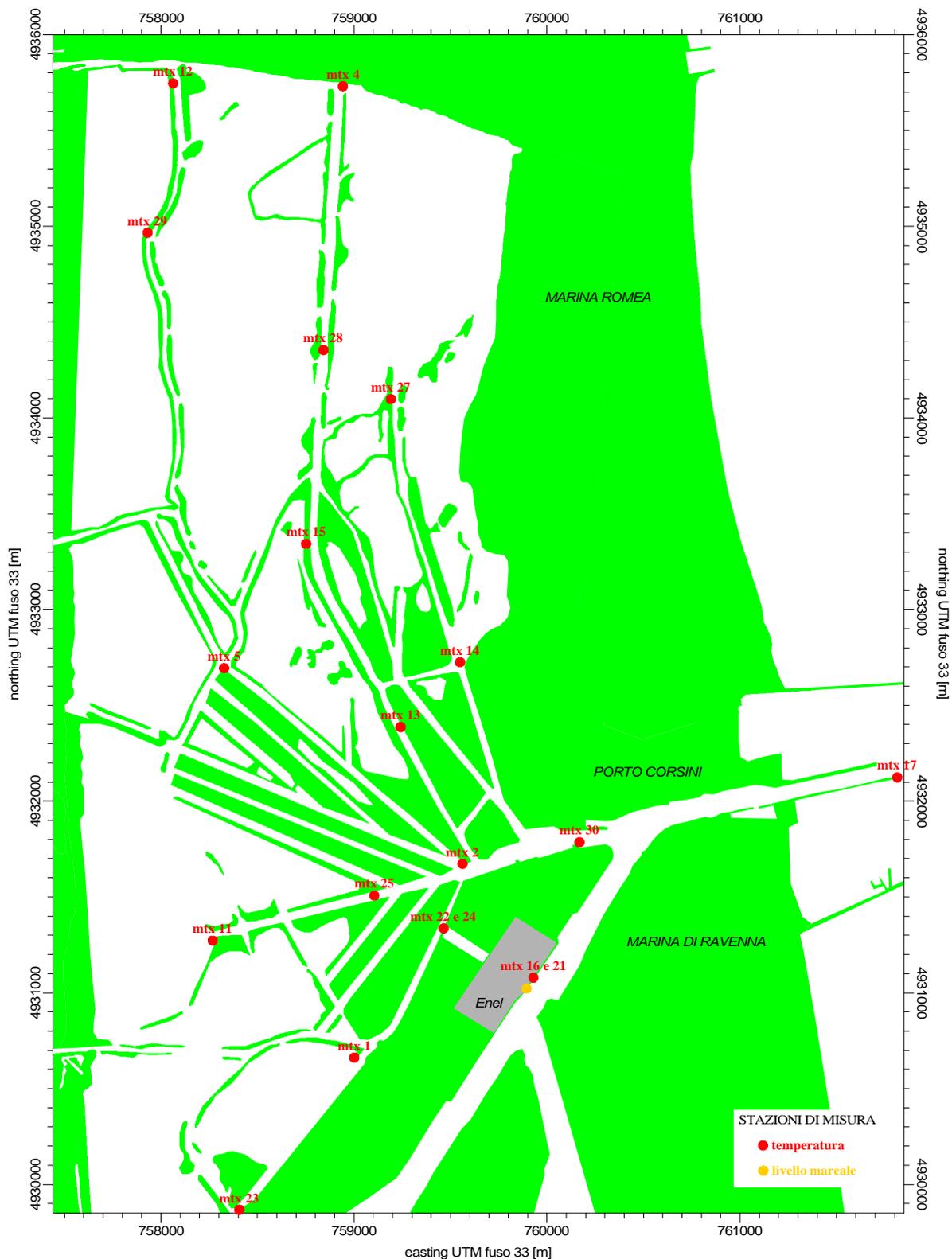
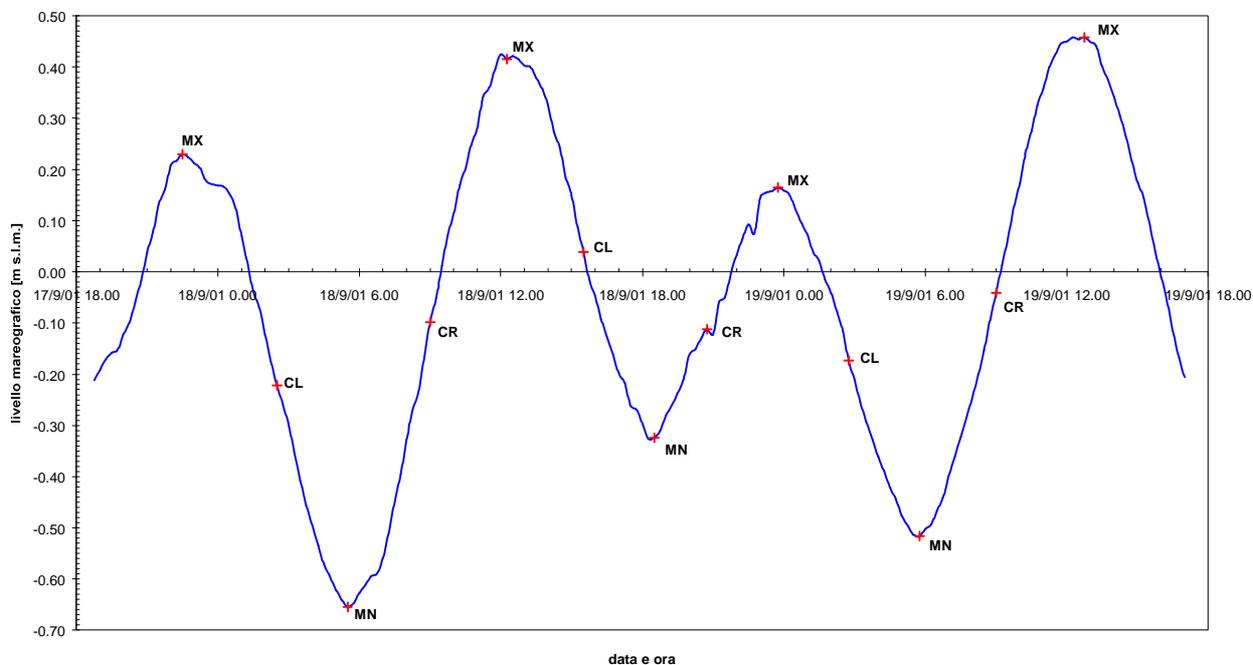


Fig.3 Planimetria del sito con l'ubicazione dei termografi registratori e del mareografo utilizzati nella campagna di rilievi idrologici effettuata nell'estate 2001

Porto Corsini (RA) 17-19 settembre 2001
andamento delle oscillazioni di marea e fasi mareografiche



data e ora	fase	livello [m s.l.m.]
17/9/01 22.30	<i>marea massima (MX)</i>	0.23
18/9/01 2.30	<i>marea calante (CL)</i>	-0.22
18/9/01 5.30	<i>marea minima (MN)</i>	-0.65
18/9/01 9.00	<i>marea crescente (CR)</i>	-0.10
18/9/01 12.15	<i>marea massima (MX)</i>	0.42
18/9/01 15.30	<i>marea calante (CL)</i>	0.04
18/9/01 18.30	<i>marea minima (MN)</i>	-0.32
18/9/01 20.45	<i>marea crescente (CR)</i>	-0.11
18/9/01 23.45	<i>marea massima (MX)</i>	0.16
19/9/01 2.45	<i>marea calante (CL)</i>	-0.17
19/9/01 5.45	<i>marea minima (MN)</i>	-0.52
19/9/01 9.00	<i>marea crescente (CR)</i>	-0.04
19/9/01 12.45	<i>marea massima (MX)</i>	0.46

Fig.4 Andamento temporale del livello mareale registrato a Porto Corsini nel corso dei rilievi idrologici eseguiti nell'estate 2001

Pialassa Baiona - Porto Corsini (RA) - estate 2003

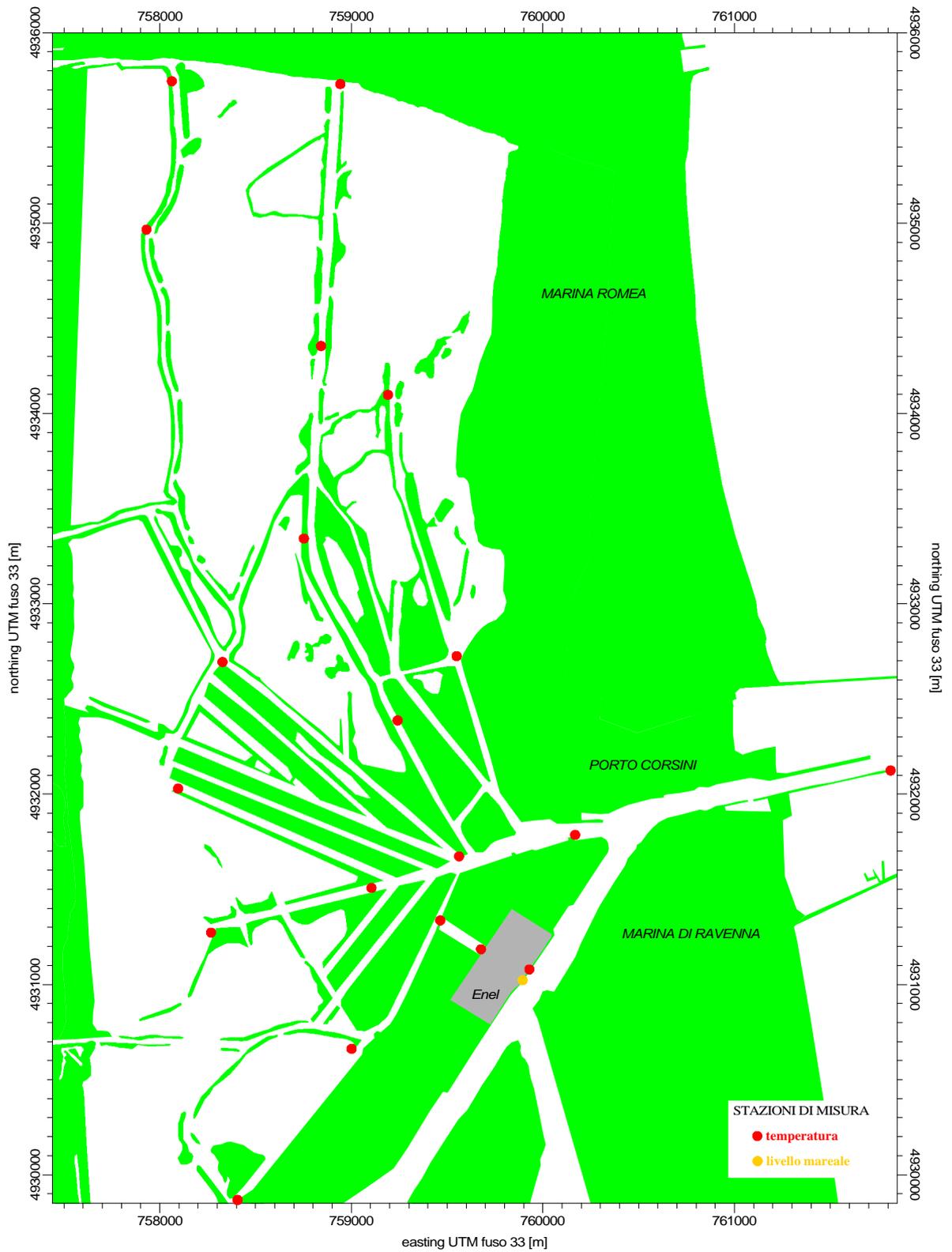


Fig.5 Planimetria del sito con l'ubicazione delle stazioni di misura utilizzate nella campagna di rilievi idrologici effettuata nell'estate 2003

Pialassa Baiona - Porto Corsini (RA) - estate 2003

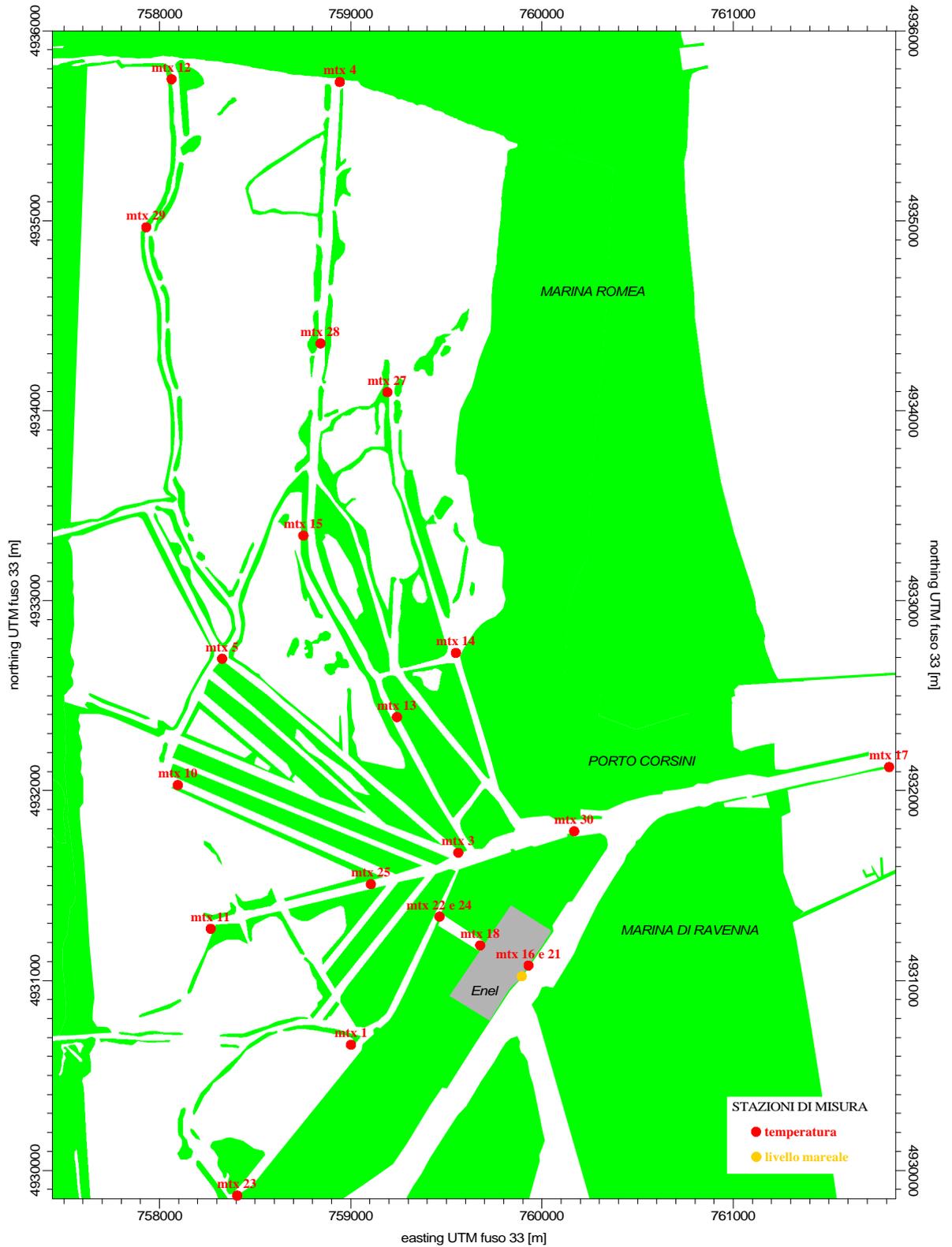
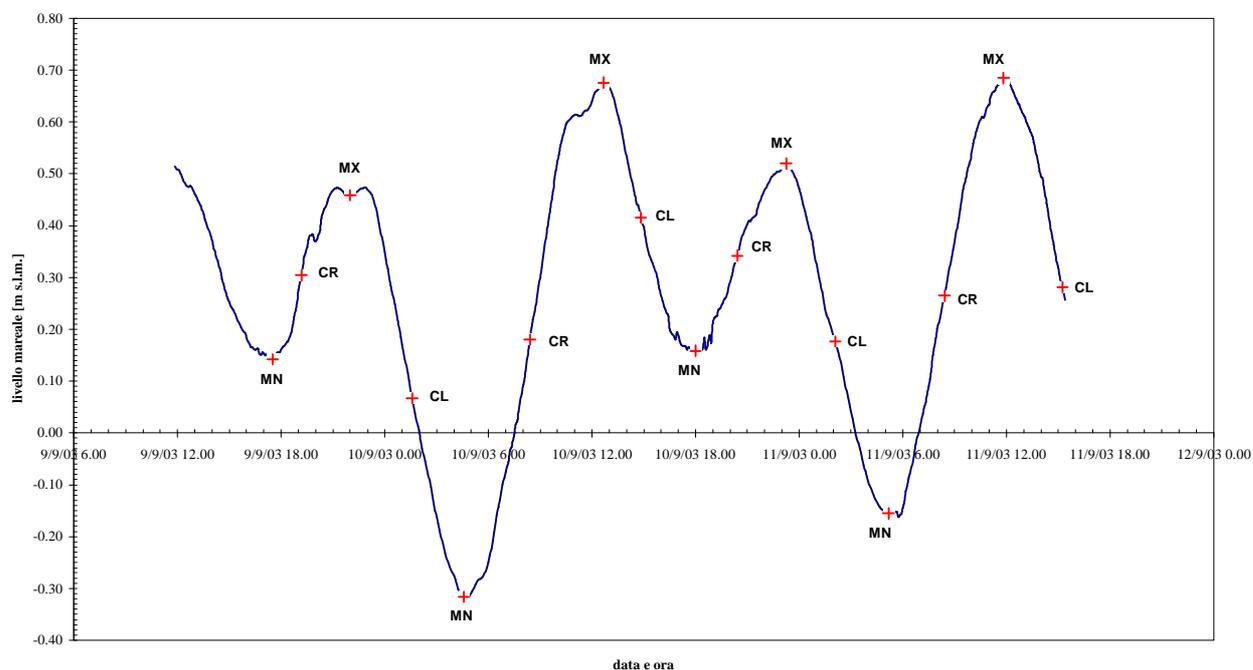


Fig.6 Planimetria del sito con l'ubicazione dei termografi registratori e del mareografo utilizzati nella campagna di rilievi idrologici effettuata nell'estate 2003

Porto Corsini (RA) 9-11 settembre 2003
andamento delle oscillazioni di marea e fasi mareografiche



data e ora	fase	livello [m s.l.m.]
9/9/03 17.30	<i>marea minima (MN)</i>	0.14
9/9/03 19.15	<i>marea crescente (CR)</i>	0.30
9/9/03 22.00	<i>marea massima (MX)</i>	0.46
10/9/03 1.30	<i>marea calante (CL)</i>	0.07
10/9/03 4.30	<i>marea minima (MN)</i>	-0.32
10/9/03 8.30	<i>marea crescente (CR)</i>	0.18
10/9/03 12.45	<i>marea massima (MX)</i>	0.68
10/9/03 14.45	<i>marea calante (CL)</i>	0.42
10/9/03 18.00	<i>marea minima (MN)</i>	0.16
10/9/03 20.30	<i>marea crescente (CR)</i>	0.34
10/9/03 23.15	<i>marea massima (MX)</i>	0.52
11/9/03 2.00	<i>marea calante (CL)</i>	0.18
11/9/03 5.15	<i>marea minima (MN)</i>	-0.16
11/9/03 8.30	<i>marea crescente (CR)</i>	0.26
11/9/03 11.45	<i>marea massima (MX)</i>	0.69
11/9/03 15.15	<i>marea calante (CL)</i>	0.29

Fig.7 Andamento temporale del livello mareale registrato a Porto Corsini nel corso dei rilievi idrologici eseguiti nell'estate 2003

Porto Corsini (RA) 9-11 settembre 2003
registrazione di temperatura nel canale di scarico della centrale
verifica del rispetto del limite di legge sugli scarichi termici

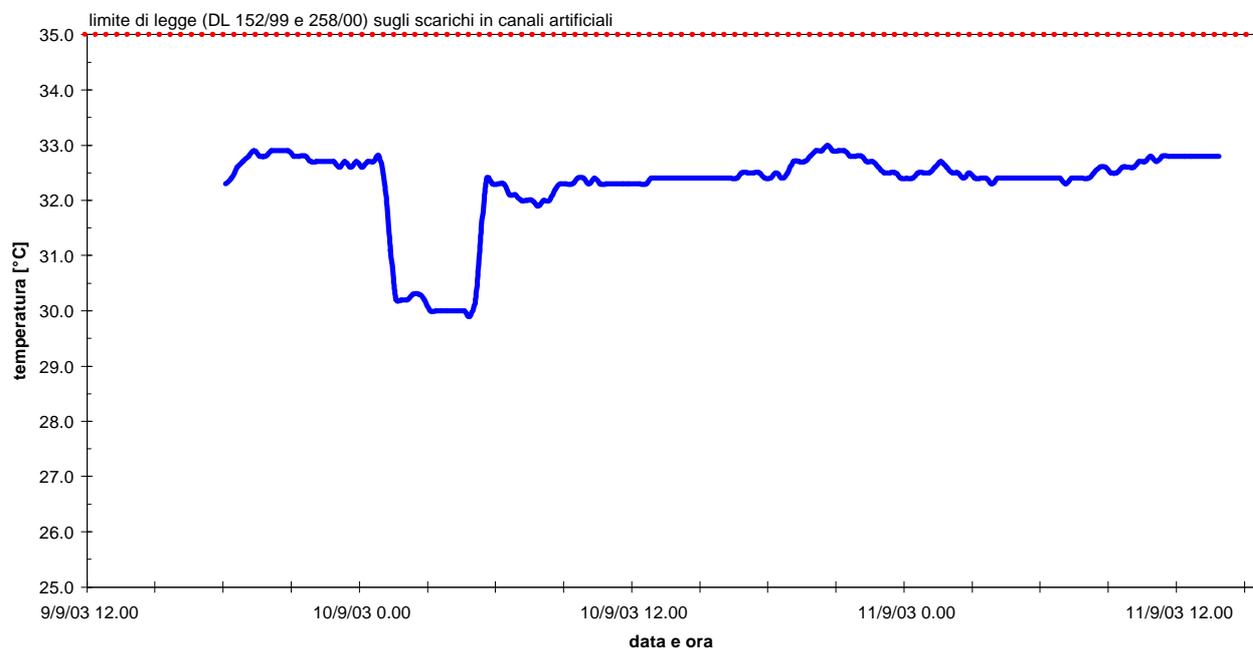


Fig.8 Andamento della temperatura misurata alla sezione di scarico nel corso dei rilievi idrologici del settembre 2003

10 APPENDICI

APPENDICE I

campagna di rilievi idrologici in assenza dello scarico termico (17-19.9.01)

- Andamento della temperatura registrata nelle 20 stazioni di misura
- Dati al contorno della campagna di rilievi termici (intensità e direzione del vento, irraggiamento solare, pressione atmosferica, umidità relativa, piovosità)
- Ricostruzione della distribuzione termica superficiale nella Pialassa Baiona e nell'attigua rete di canali

Porto Corsini (RA) 17-19 settembre 2001
registrazioni di temperatura del termografo n.1
(canale Magni - stazione intermedia)

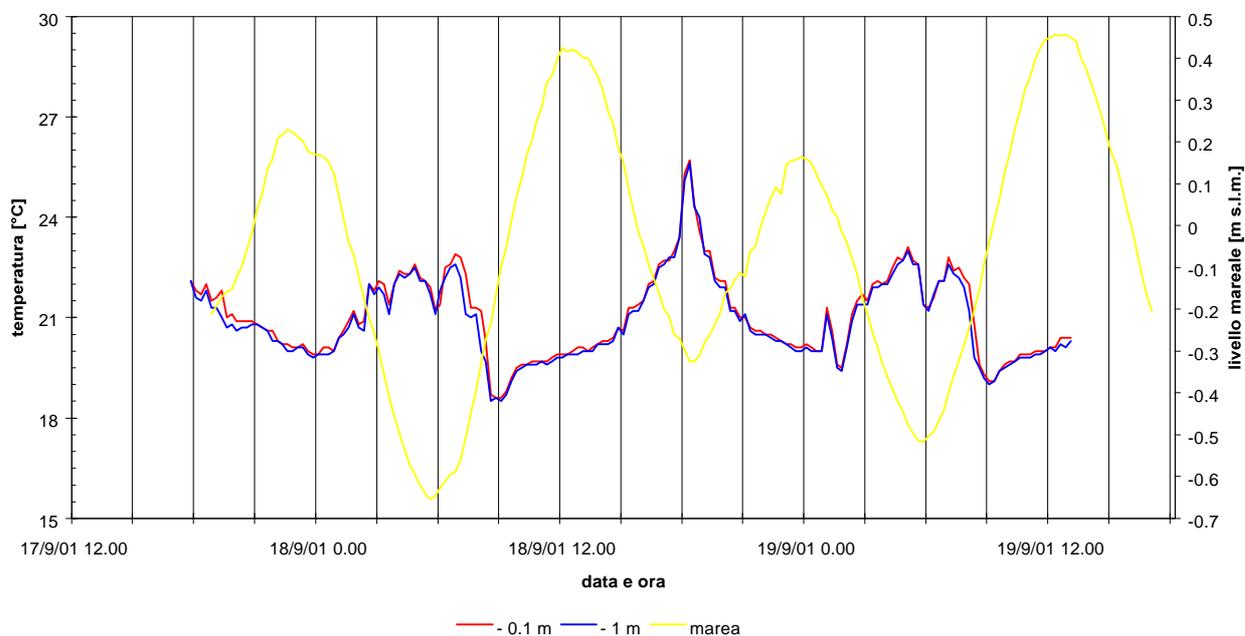


Fig.AI-1 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione *canale artificiale Magni – stazione intermedia* e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 17-19 settembre 2001
registrazioni di temperatura del termografo n.2
(canale Baiona - diramazione canale Fossatone)

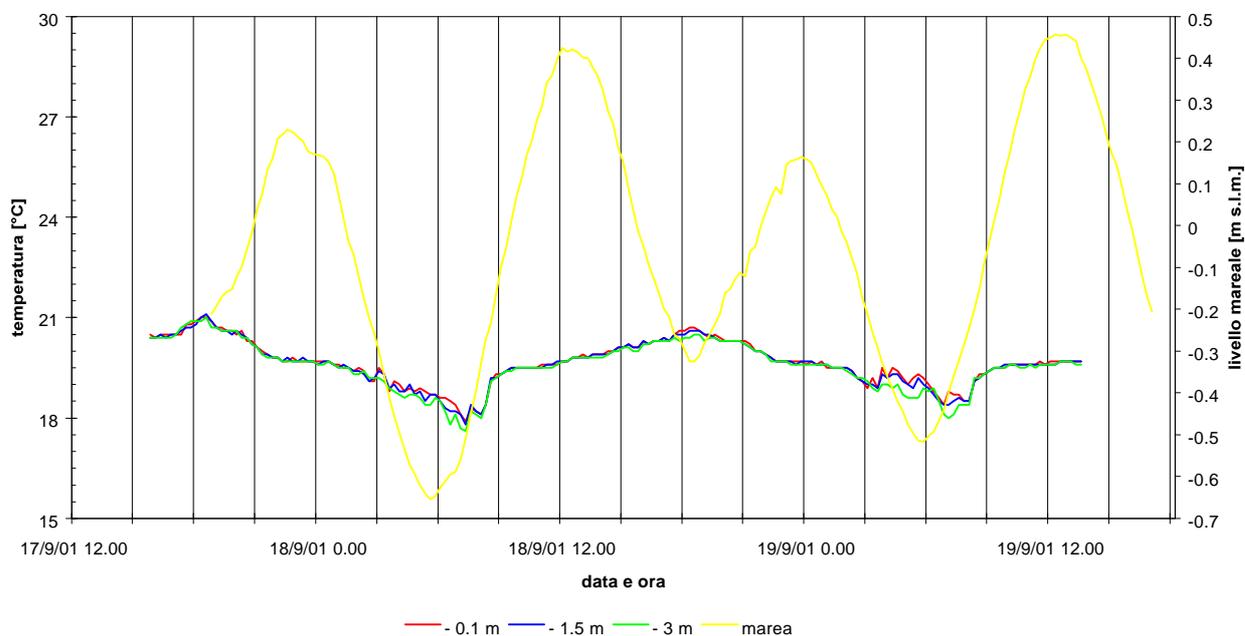


Fig.AI-2 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione *canale artificiale Baiona – diramazione canale artificiale Fossatone* e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 17-19 settembre 2001
registrazioni di temperatura del termografo n.4
(canale Baccharini - stazione settentrionale)

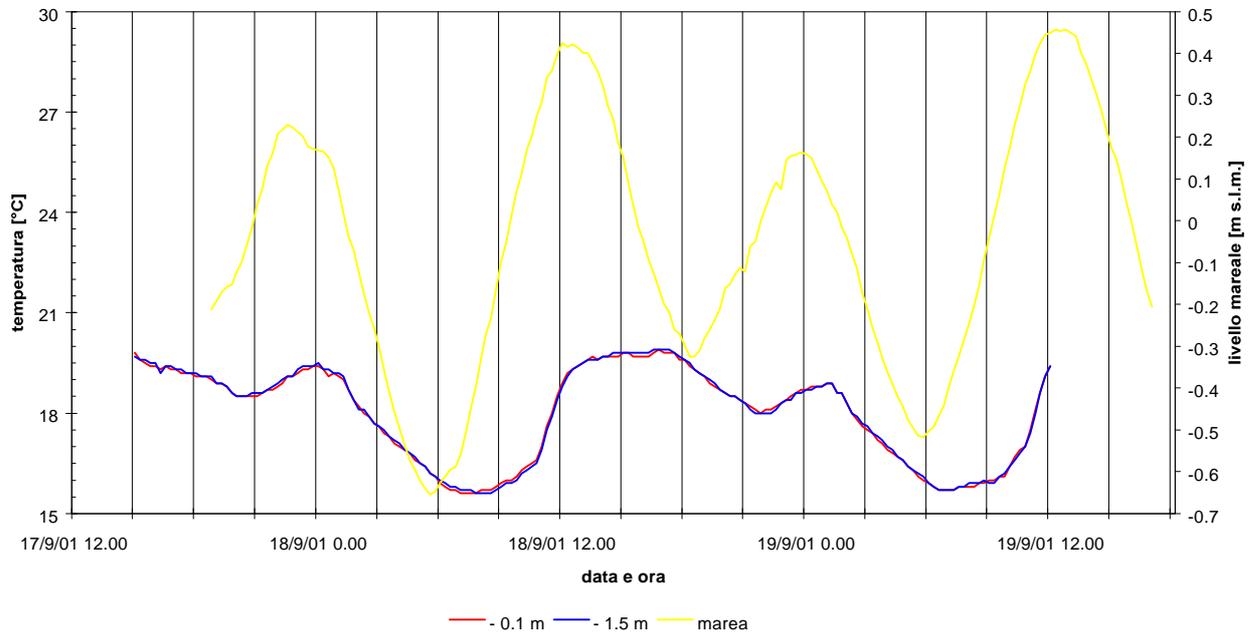


Fig. AI-3 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione *canale artificiale Baccharini* – *stazione settentrionale* e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 17-19 settembre 2001
registrazioni di temperatura del termografo n.5
(canale Fossatone - stazione settentrionale)

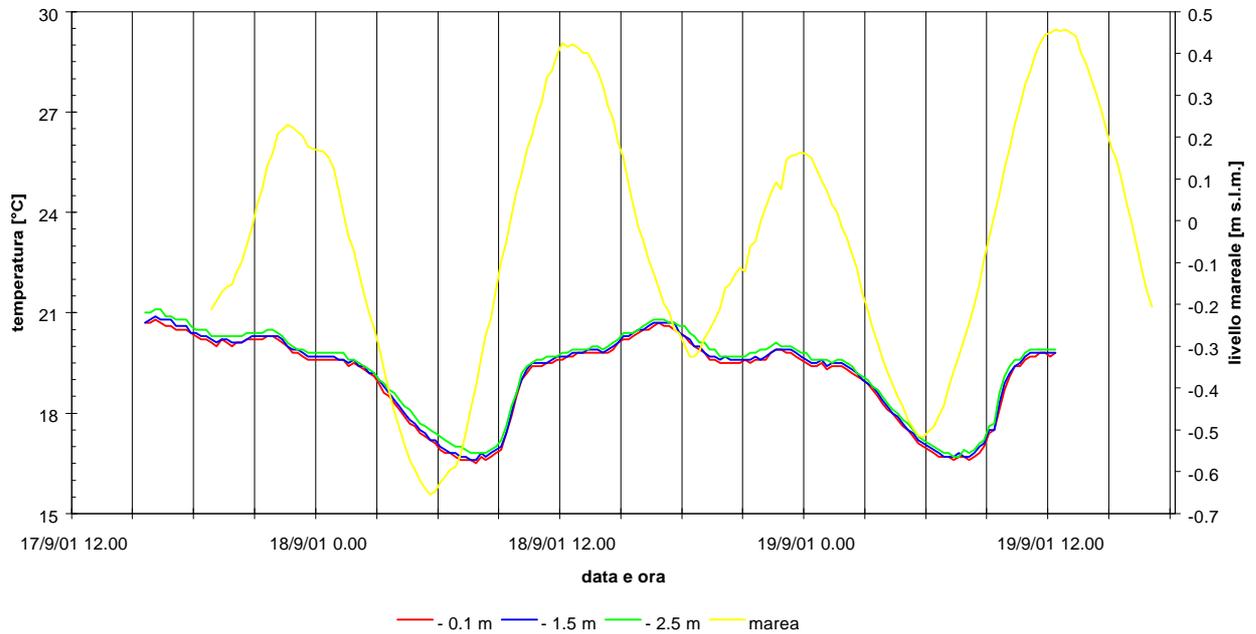


Fig. AI-4 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione *canale artificiale Fossatone* – stazione settentrionale e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 17-19 settembre 2001
registrazioni di temperatura del termografo n.11
(canale Magni - stazione occidentale)

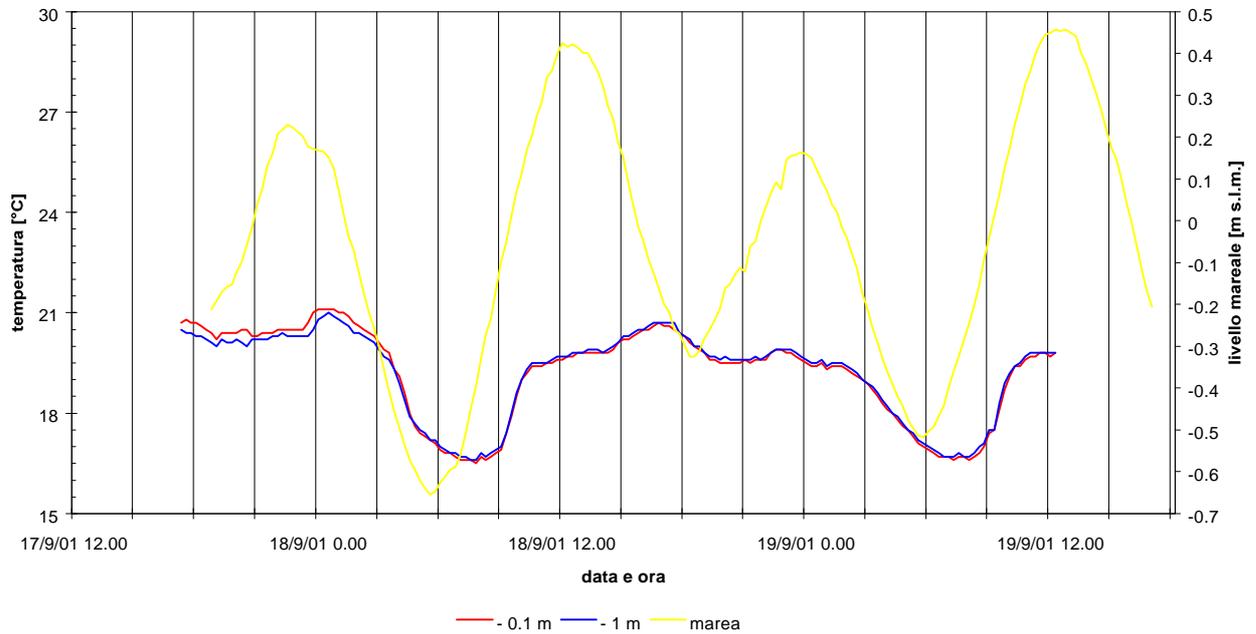


Fig. AI-5 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione *canale artificiale Baiona – stazione occidentale* e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 17-19 settembre 2001
registrazioni di temperatura del termografo n.12
(Pialassa Baiona - canale centrale - stazione settentrionale)

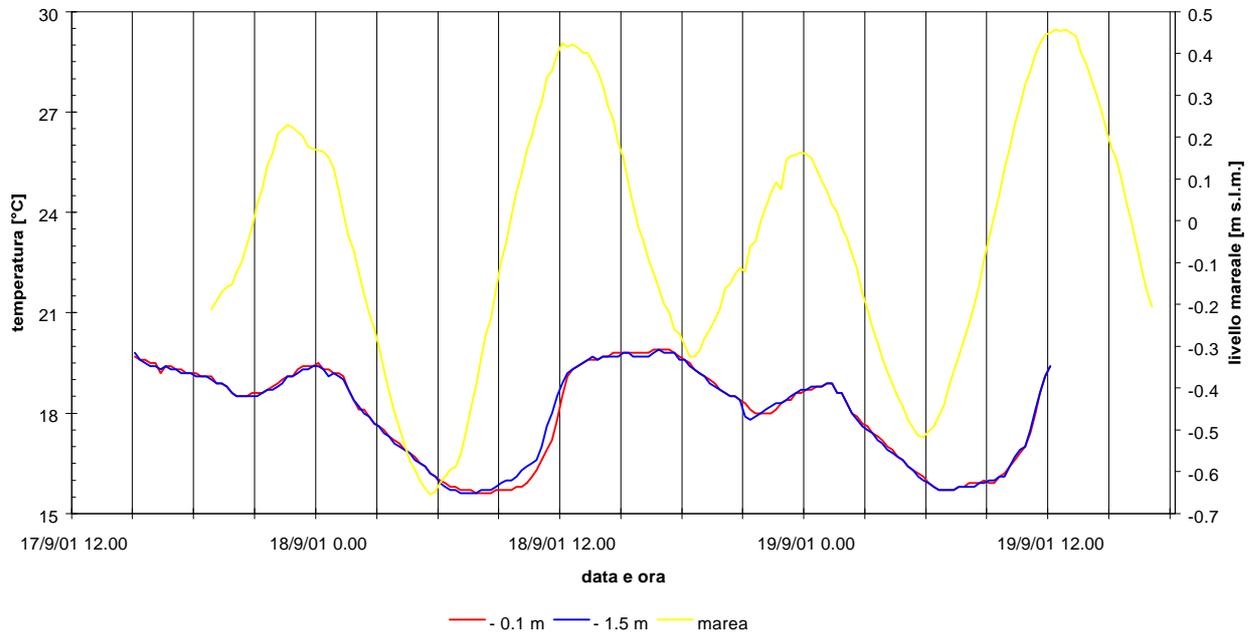


Fig. AI-6 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione *Pialassa Baiona – canale artificiale centrale – stazione settentrionale* e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 17-19 settembre 2001
registrazioni di temperatura del termografo n.13
(canale Baccarini - stazione dopo la diramazione dal canale Baiona)

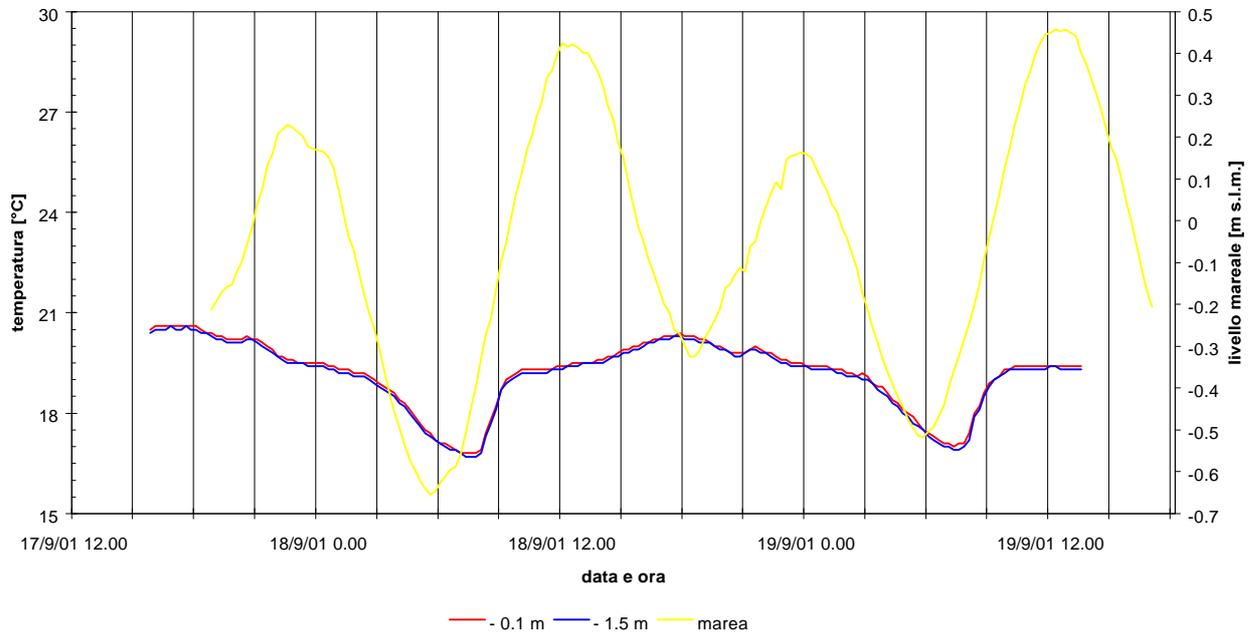


Fig. AI-7 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione *canale artificiale Baccarini – staz. dopo diramazione da canale artificiale Baiona* e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 17-19 settembre 2001
 registrazioni di temperatura del termografo n.14
 (Pialassa Baiona - canale laterale - stazione intermedia)

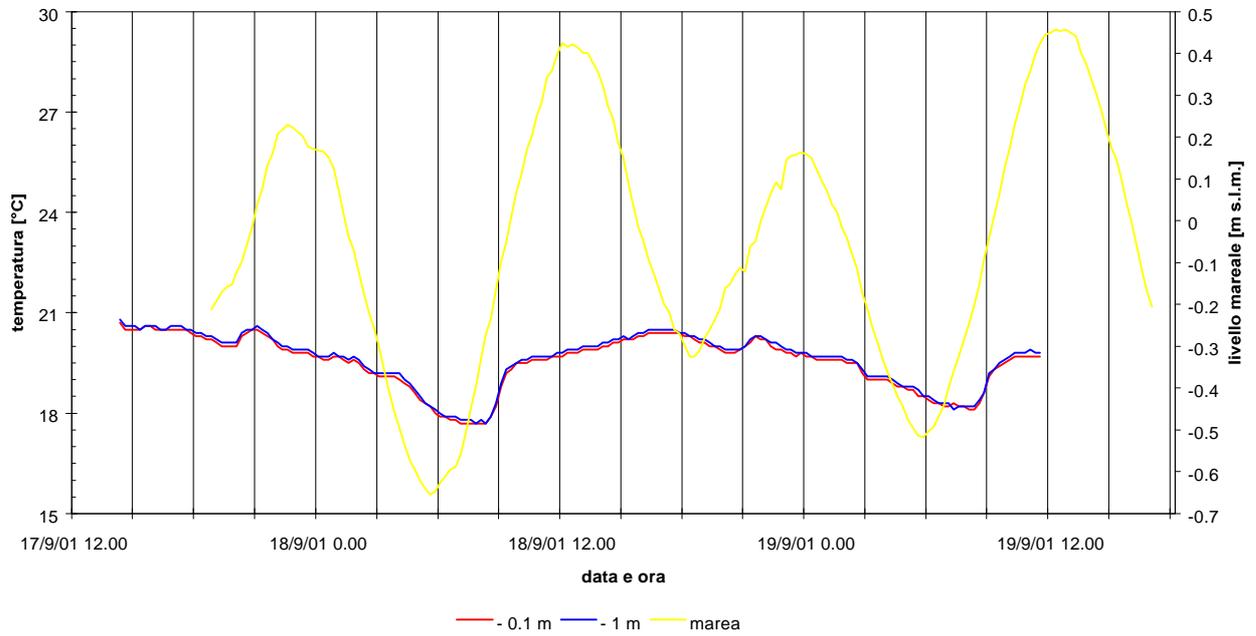


Fig. AI-8 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione *Pialassa Baiona – canale artificiale laterale – stazione intermedia* e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 17-19 settembre 2001
 registrazioni di temperatura del termografo n.15
 (canale Baccarini - stazione intermedia meridionale)

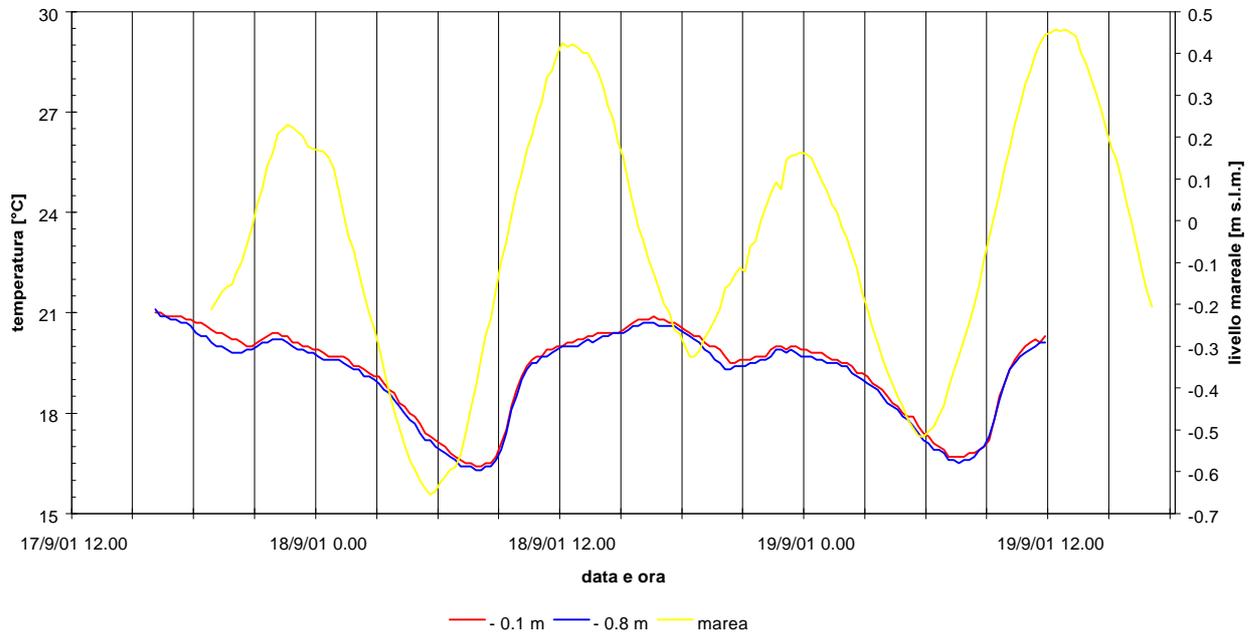


Fig. AI-9 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione canale artificiale Baccarini – stazione intermedia meridionale e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 17-19 settembre 2001
registrazioni di temperatura del termografo n.16
(canale Candiano - opera di presa della centrale)

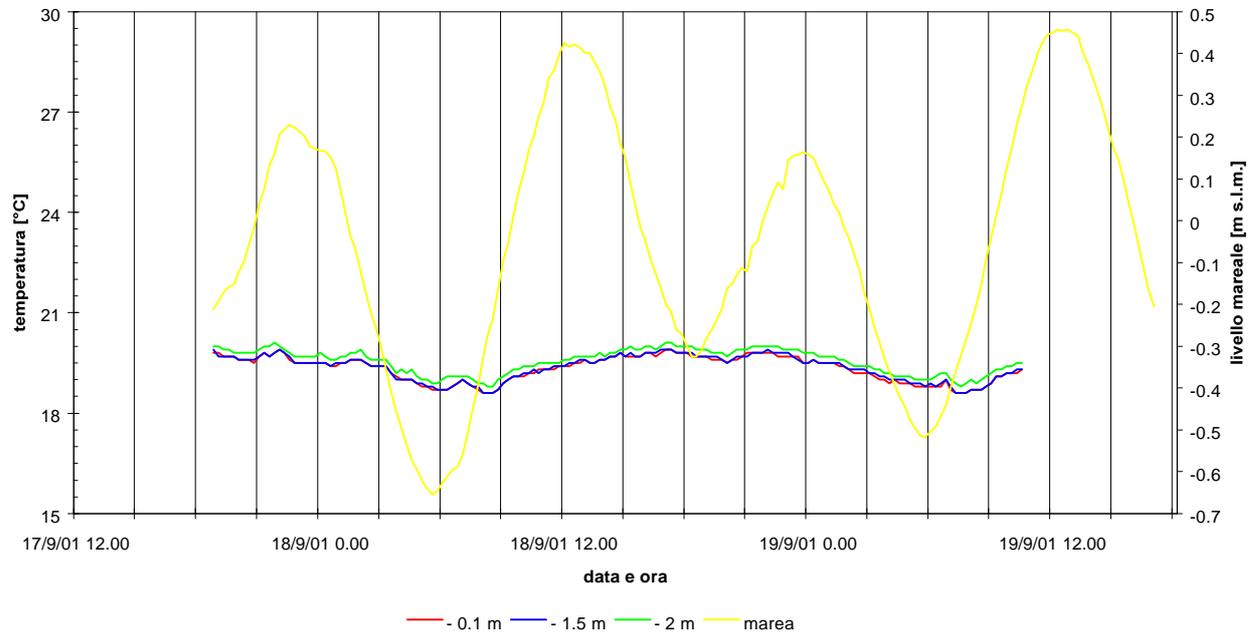


Fig. AI-10 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione *canale artificiale Candiano* – opera di presa della centrale e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 17-19 settembre 2001
registrazioni di temperatura del termografo n.17
(Marina di Ravenna - estremità del molo del portocanale)

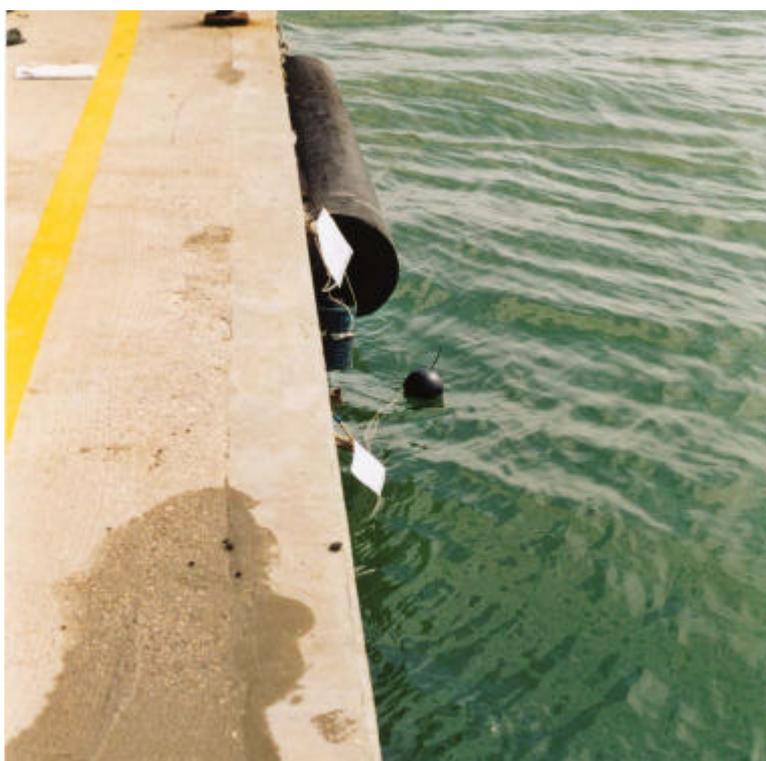
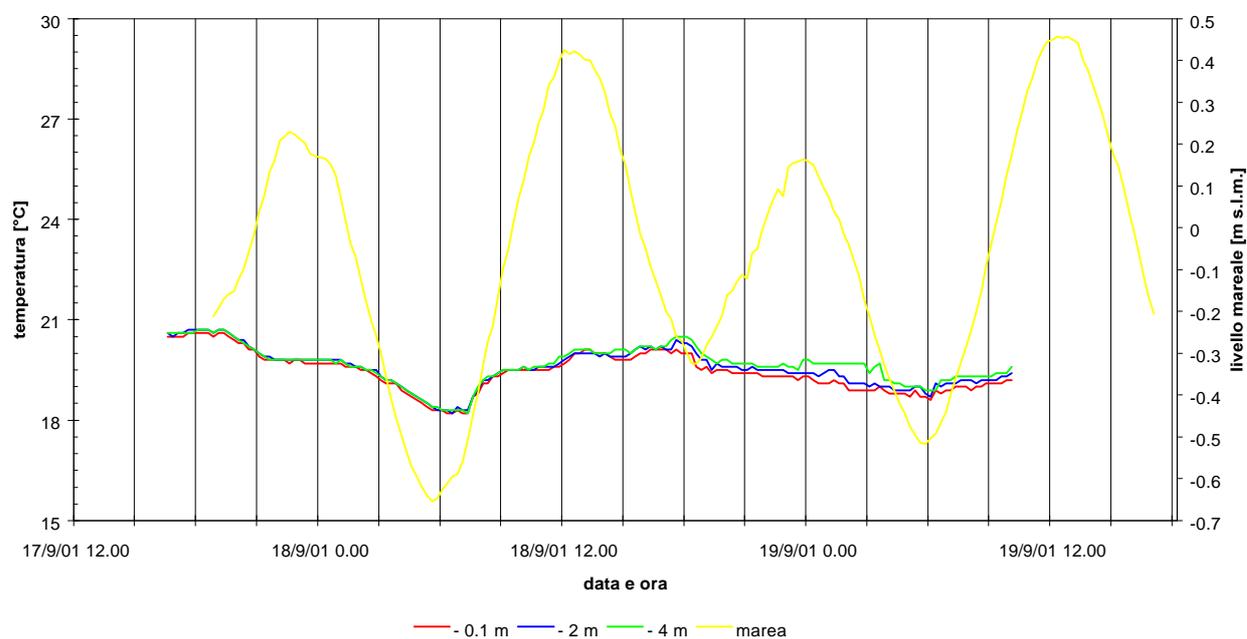


Fig. AI-11 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione *Marina di Ravenna – estremità del molo del portocanale* e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 17-19 settembre 2001
registrazioni di temperatura del termografo n.21
(canale Candiano - opera di presa della centrale)

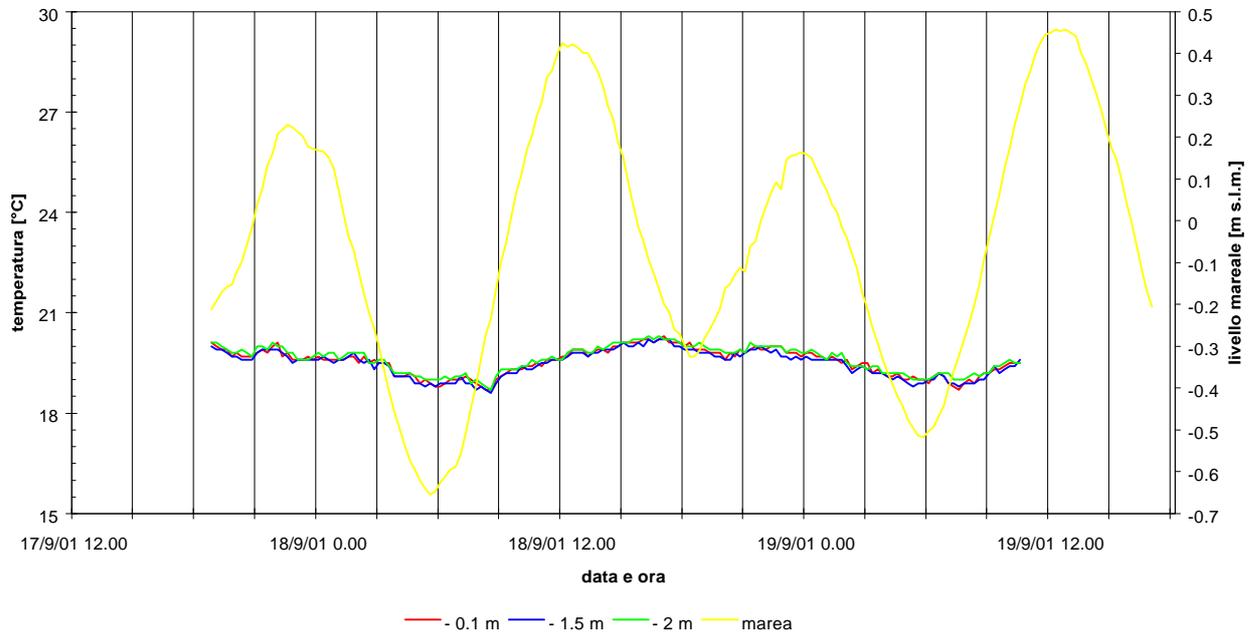


Fig. AI-12 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione canale artificiale Candiano – opera di presa della centrale e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 17-19 settembre 2001
registrazioni di temperatura del termografo n.22
(canale Magni - opera di scarico della centrale)

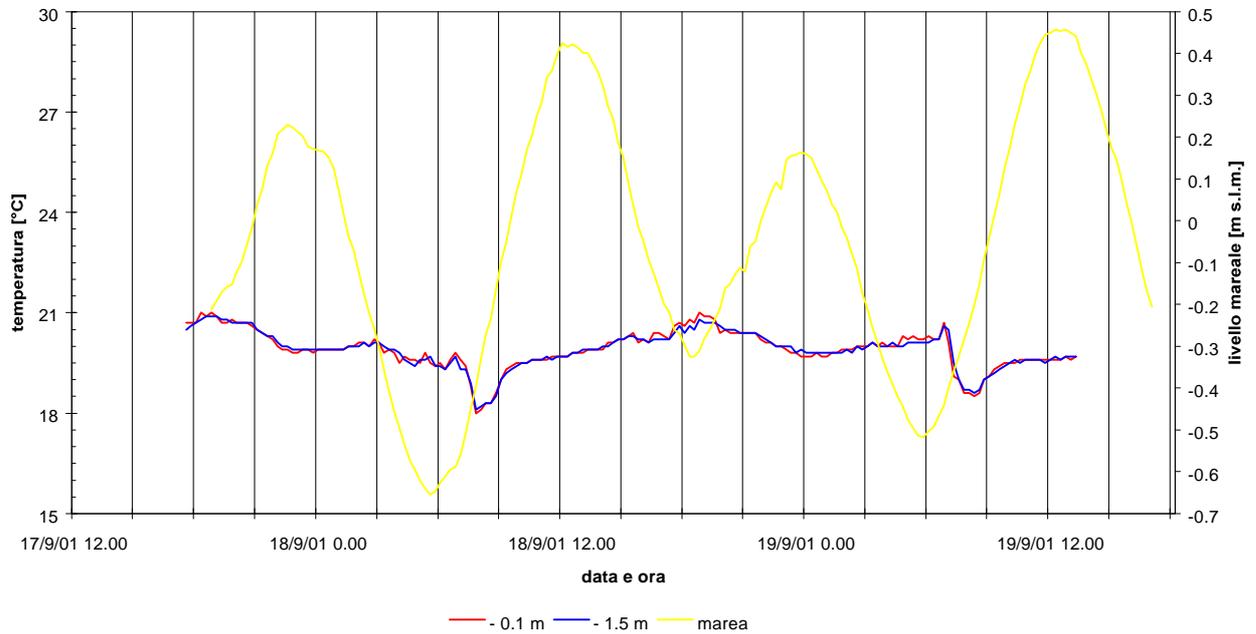


Fig. AI-13 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione *canale artificiale Magni* – opera di scarico della centrale e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 17-19 settembre 2001
registrazioni di temperatura del termografo n.23
(canale Magni - stazione in prossimità del capanno Garibaldi)

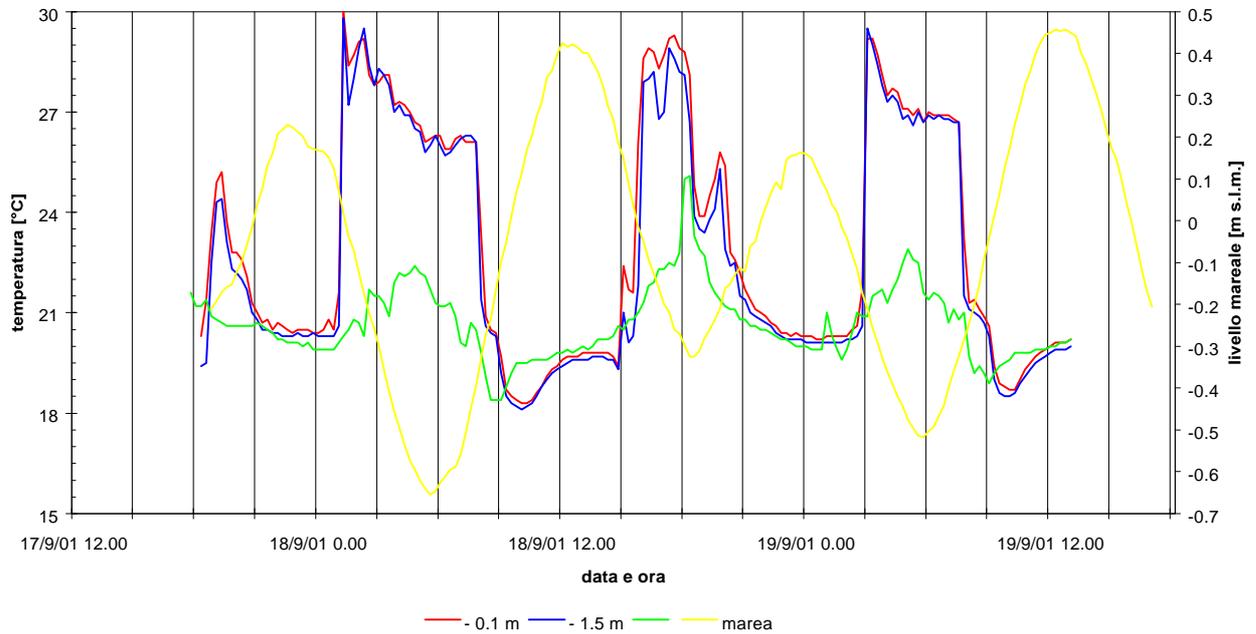


Fig. AI-14 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione *canale artificiale Magni* – *staz. in prossimità del capanno Garibaldi* e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 17-19 settembre 2001
registrazioni di temperatura del termografo n.24
(canale Magni - opera di scarico della centrale)

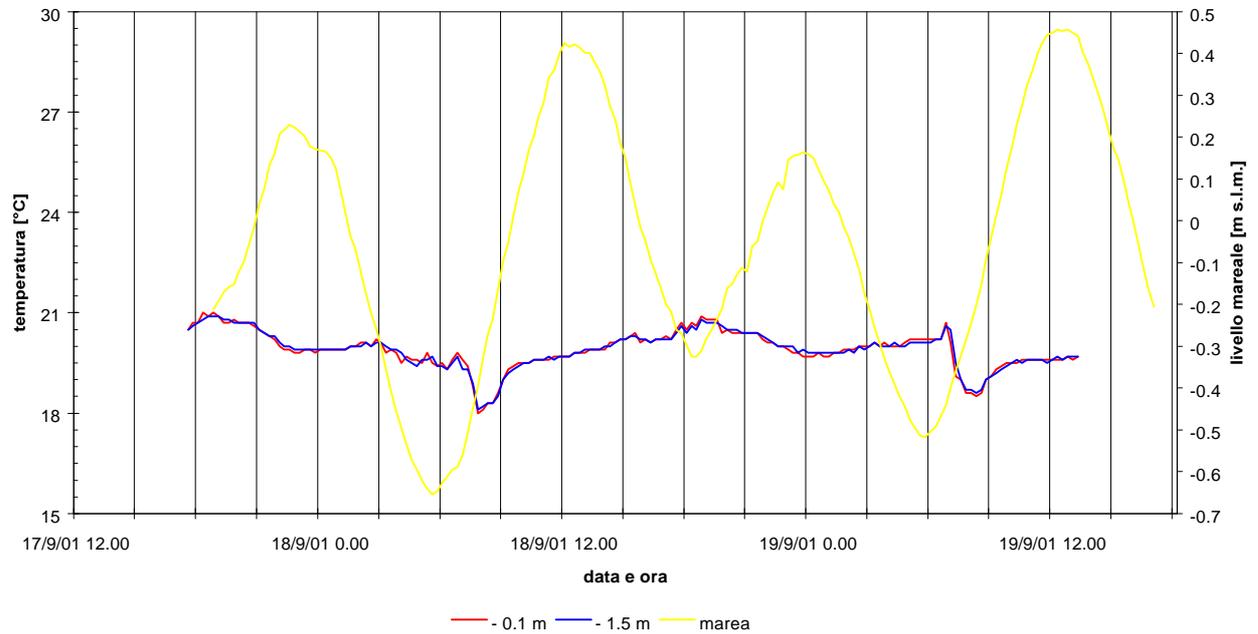


Fig. AI-15 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione *canale artificiale Magni* – opera di scarico della centrale e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 17-19 settembre 2001
registrazioni di temperatura del termografo n.25
(canale Baiona - stazione intermedia)

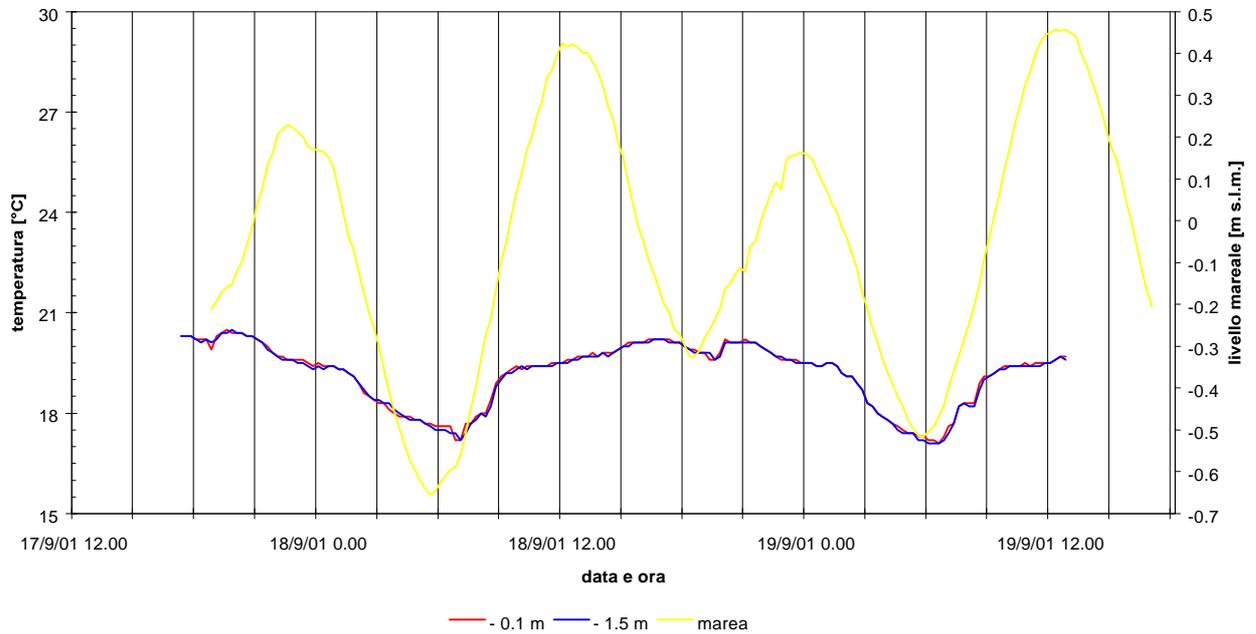


Fig. AI-16 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione canale artificiale Baiona – stazione intermedia e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 17-19 settembre 2001
 registrazioni di temperatura del termografo n.27
 (Pialassa Baiona - canale laterale - stazione settentrionale)

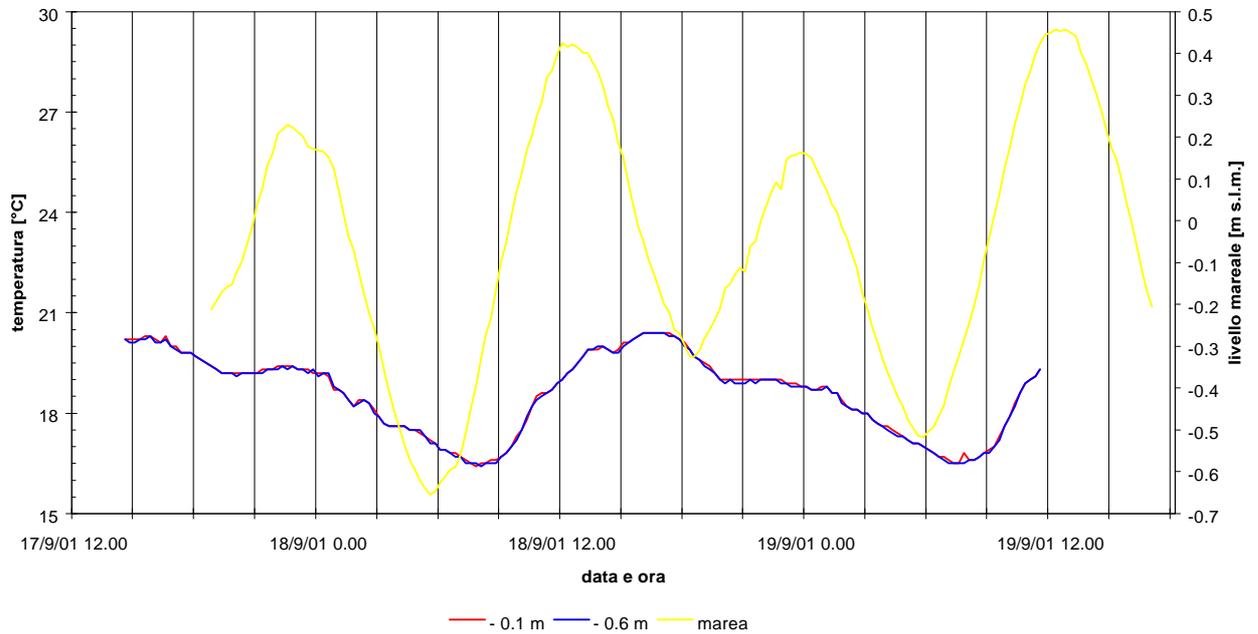


Fig. AI-17 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione *Pialassa Baiona – canale artificiale laterale – staz. settentrionale* e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 17-19 settembre 2001
registrazioni di temperatura del termografo n.28
(canale Baccarini - stazione intermedia settentrionale)

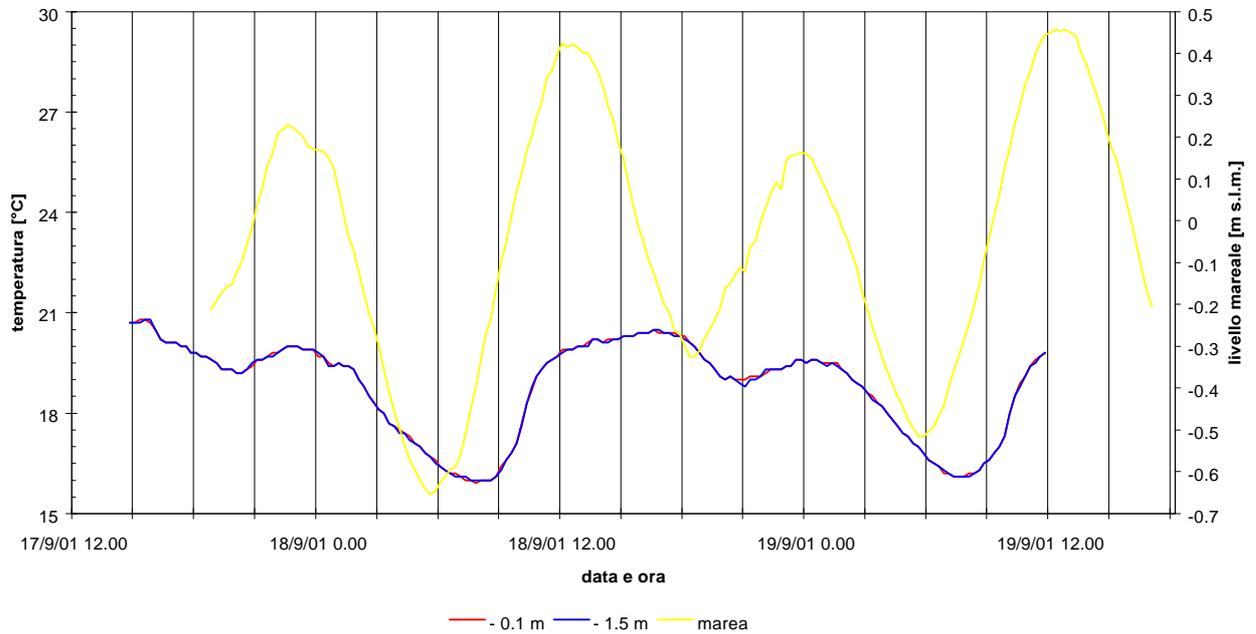


Fig. AI-18 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione *canale artificiale Baccarini – stazione intermedia settentrionale* e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 17-19 settembre 2001
registrazioni di temperatura del termografo n.29
(Pialassa Baiona - canale centrale - stazione intermedia)

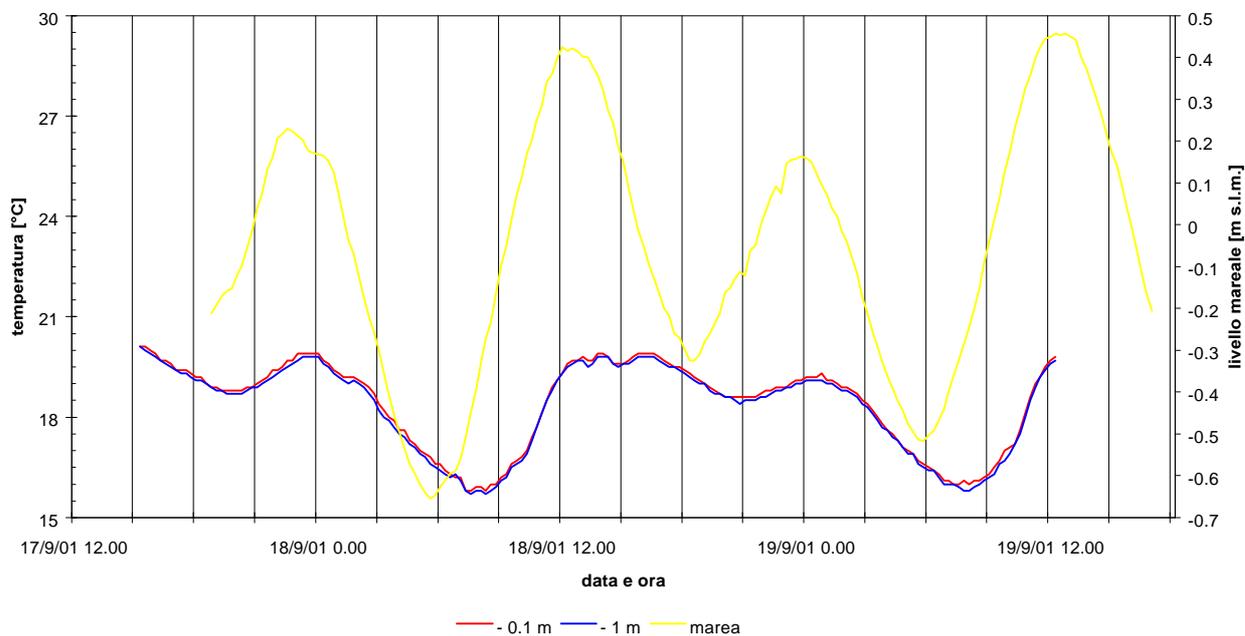


Fig. AI-19 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione *Pialassa Baiona – canale artificiale centrale – stazione intermedia* e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 17-19 settembre 2001
 registrazioni di temperatura del termografo n.30
 (canale Baiona dopo la diramazione del canale Candiano)

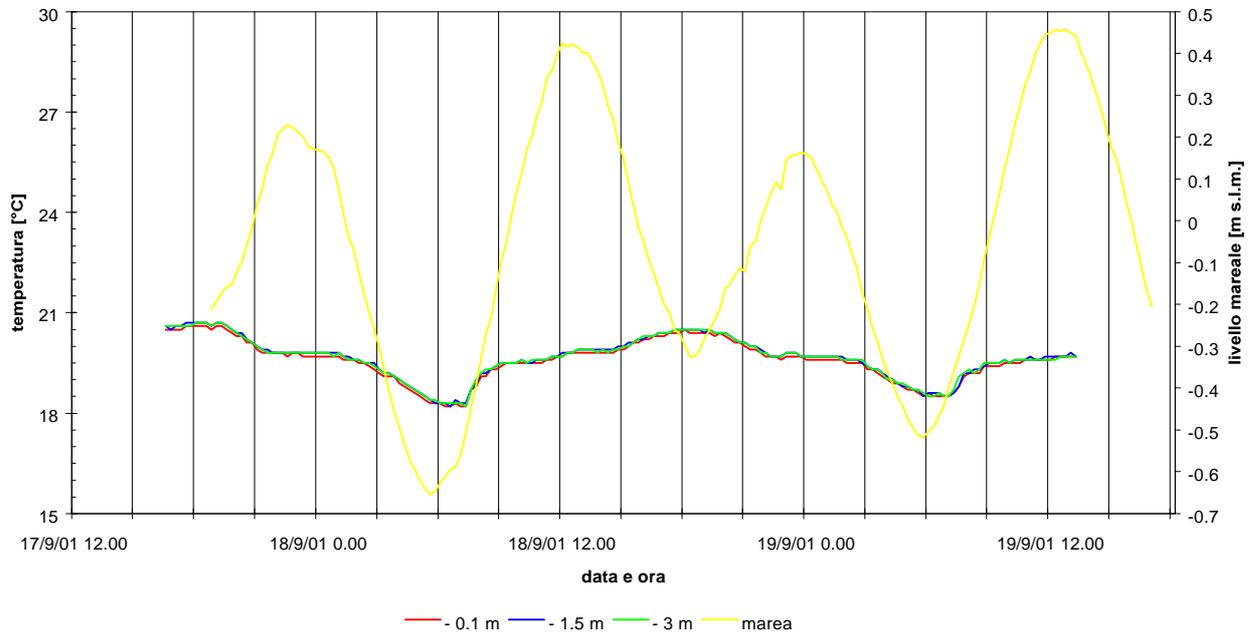


Fig. AI-20 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione *canale artificiale Baiona* dopo la diramazione del canale artificiale Candiano e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 17-19 settembre 2001
andamento temporale di velocità e direzione del vento
(dati della torre meteo Enichem di Ravenna)

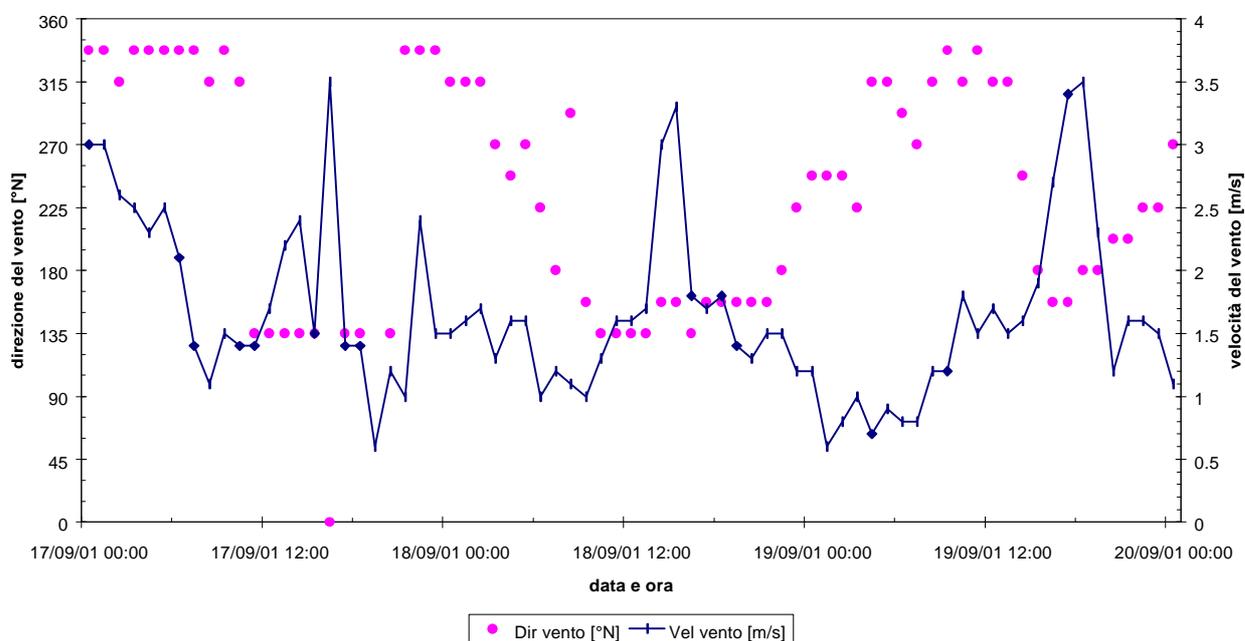


Fig. AI-21 Andamento temporale di direzione e velocità del vento registrati, nei giorni di esecuzione della campagna di rilievi idrologici 2001, dalla torre meteo Enichem di Ravenna

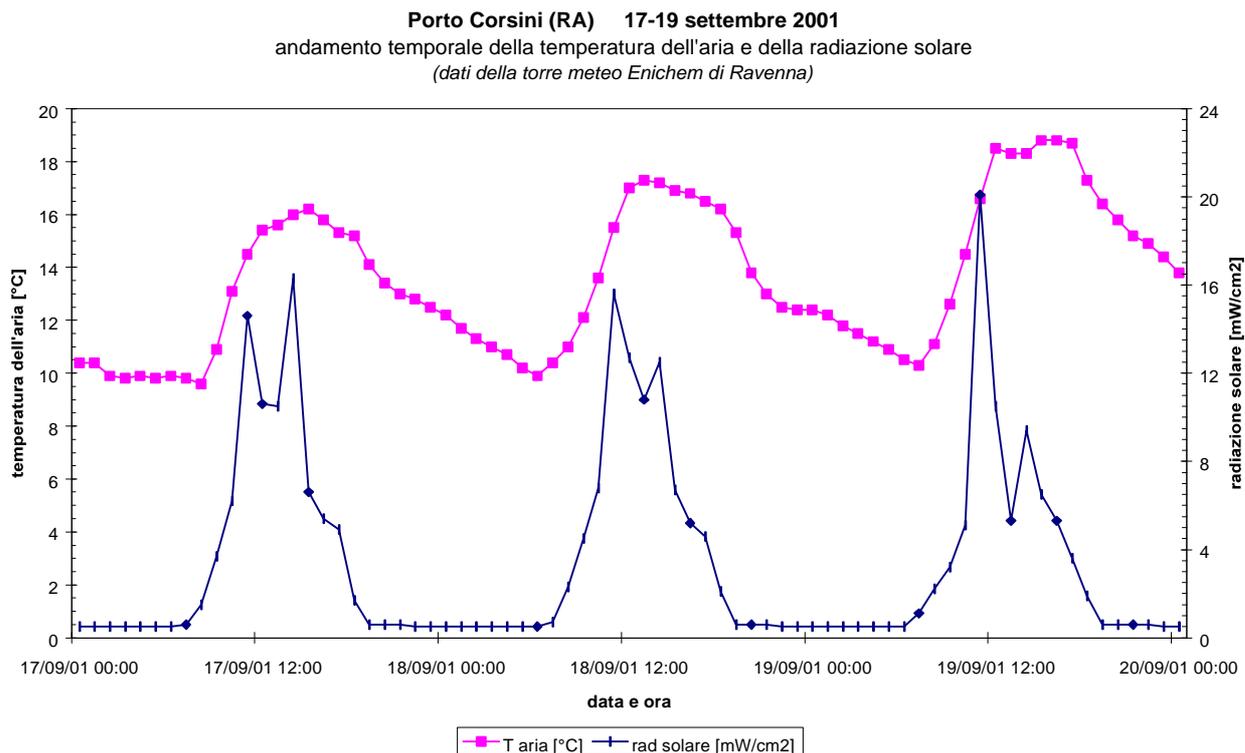


Fig. AI-22 Andamento temporale di temperatura dell'aria e irraggiamento solare registrati, nei giorni di esecuzione della campagna di rilievi idrologici 2001, dalla torre meteo Enichem di Ravenna

Porto Corsini (RA) 17-19 settembre 2001
andamento temporale di umidità relativa e pressione atmosferica
(dati della torre meteo Enichem di Ravenna)

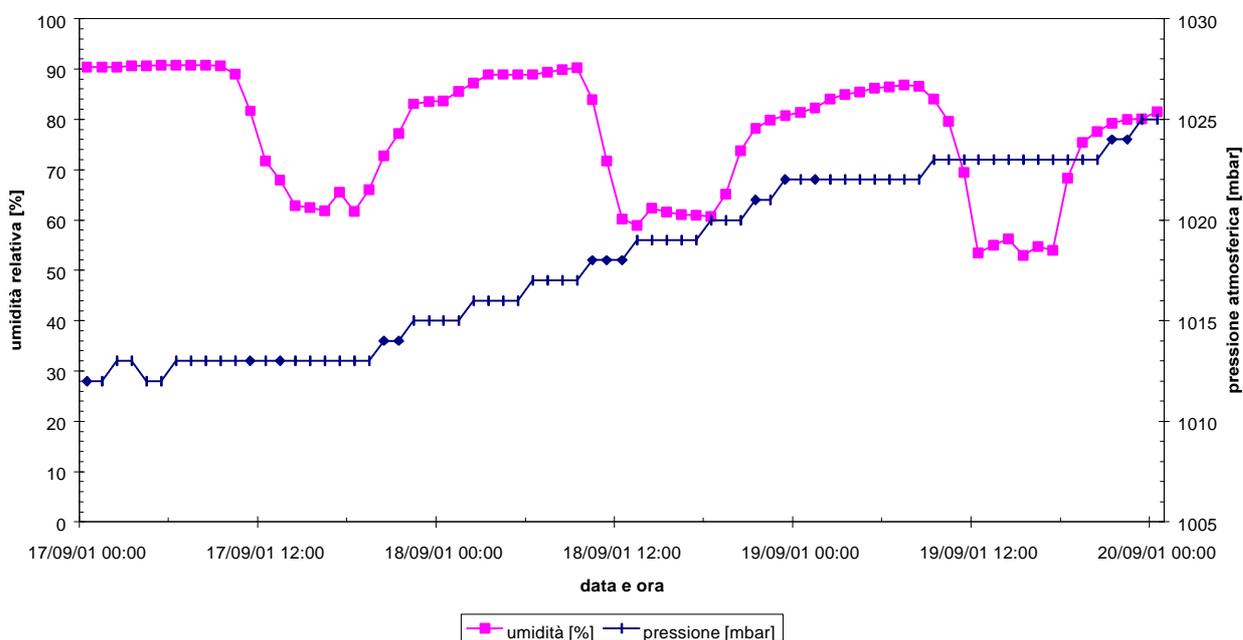


Fig. AI-23 Andamento temporale di umidità relativa e pressione atmosferica registrati, nei giorni di esecuzione della campagna di rilievi idrologici 2001, dalla torre meteo Enichem di Ravenna

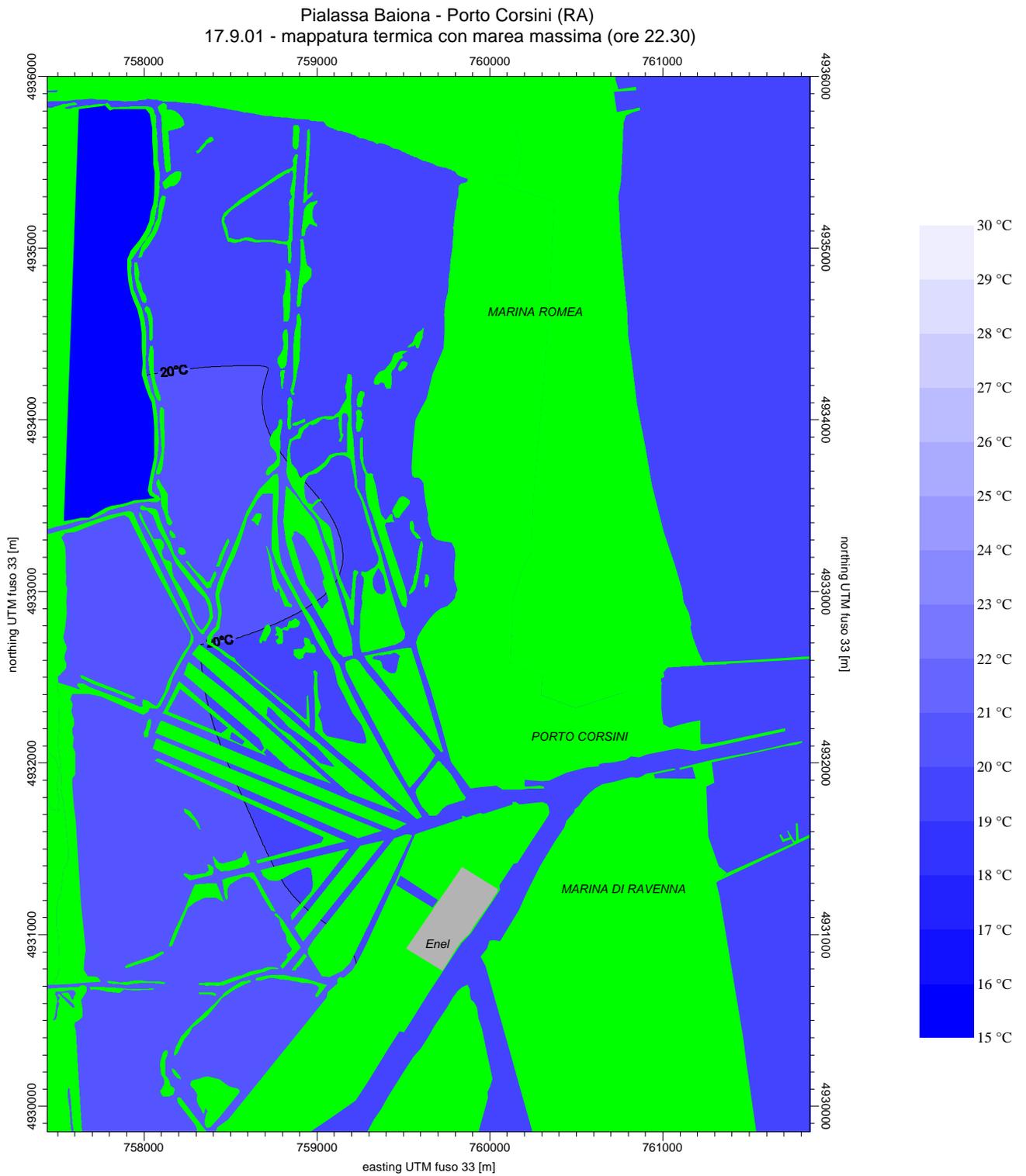


Fig.AI-24 Ricostruzione della distribuzione termica spaziale superficiale nella Pialassa Baiona: 17.9.01, ore 22.30, fase di marea massima

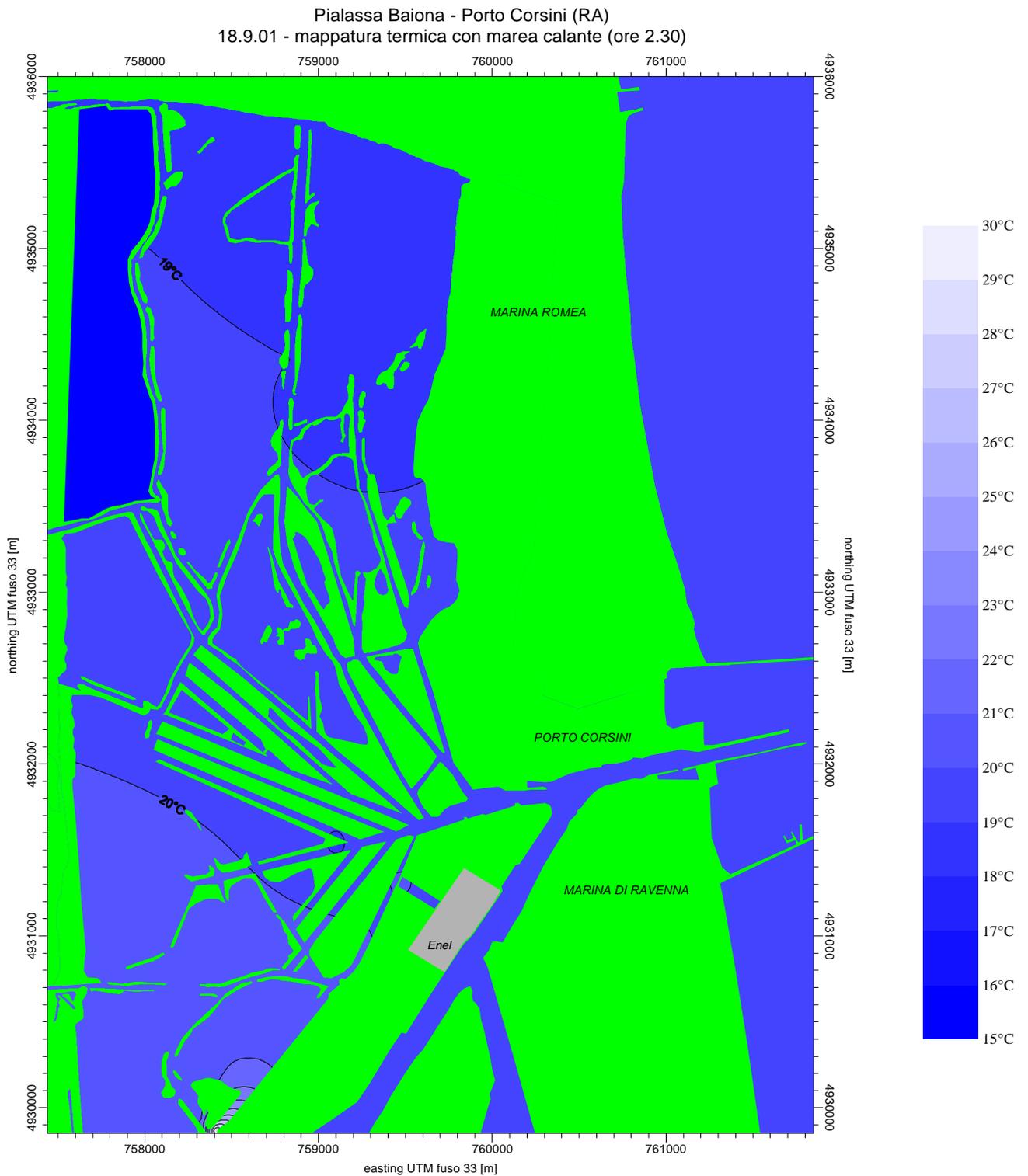


Fig. AI-25 Ricostruzione della distribuzione termica spaziale superficiale nella Pialassa Baiona: 18.9.01, ore 2.30, fase di marea calante

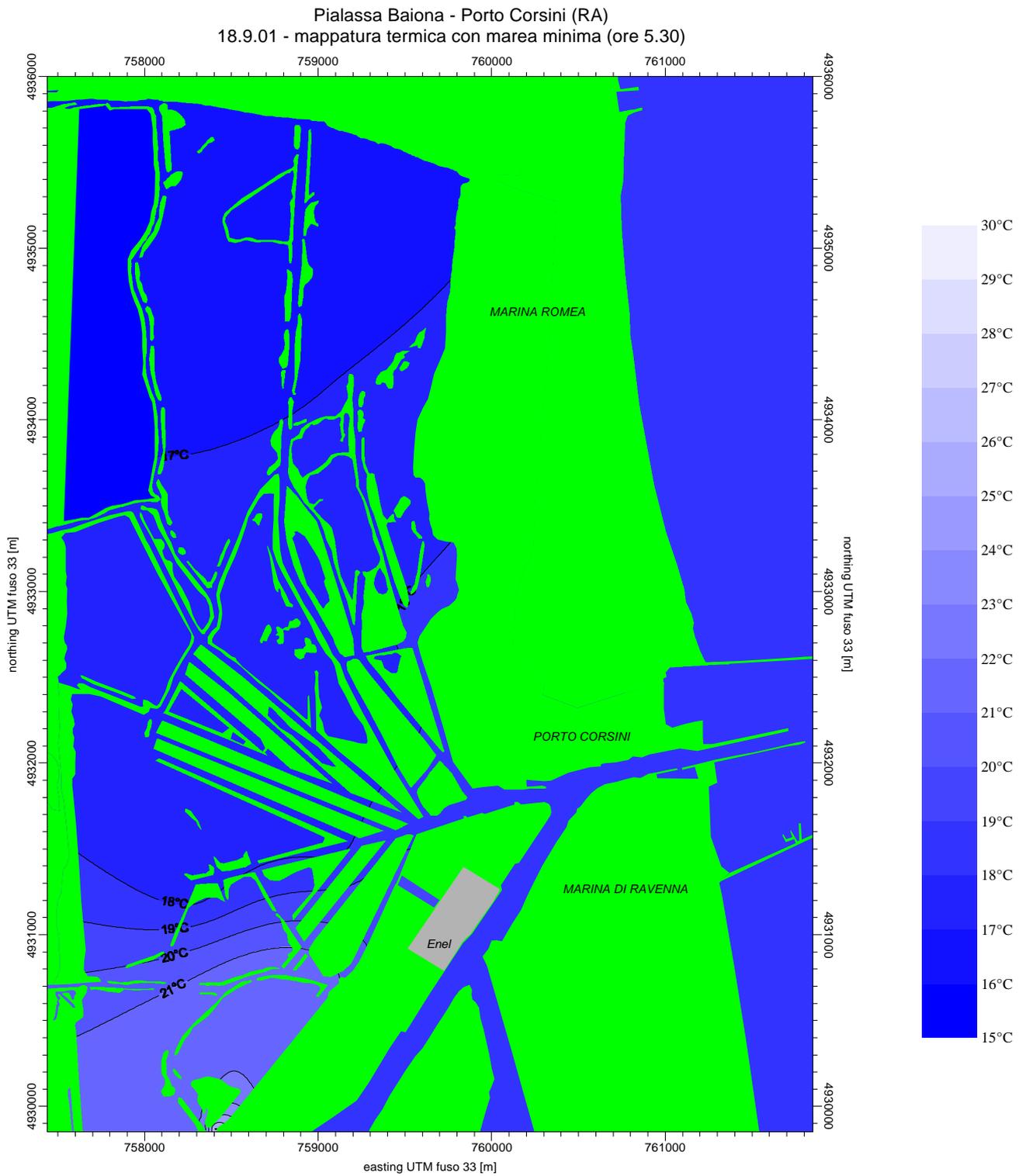


Fig. AI-26 Ricostruzione della distribuzione termica spaziale superficiale nella Pialassa Baiona: 18.9.01, ore 5.30, fase di marea minima

Pialassa Baiona - Porto Corsini (RA)
 18.9.01 - mappatura termica con marea crescente (ore 9.00)

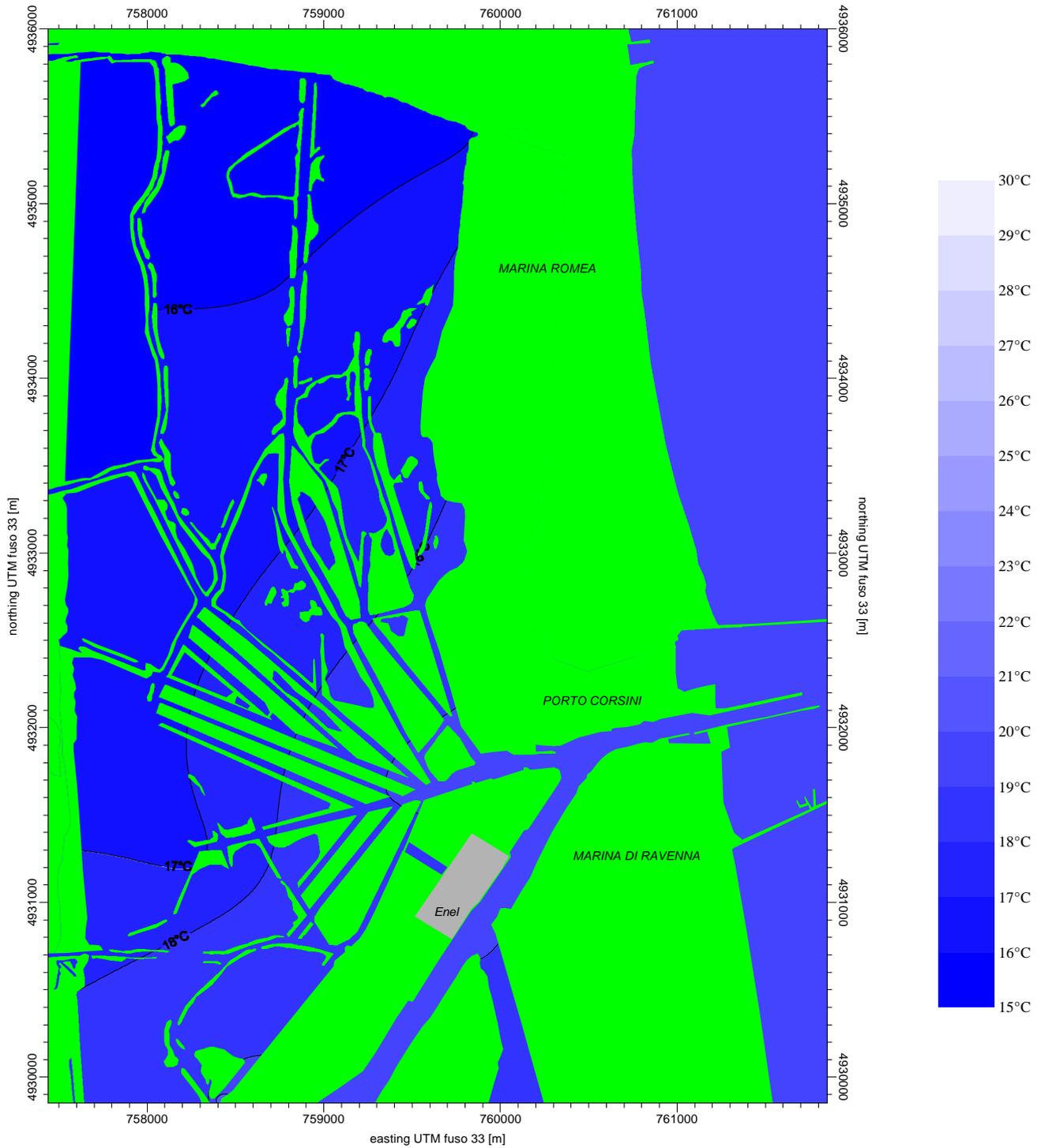


Fig. AI-27 Ricostruzione della distribuzione termica spaziale superficiale nella Pialassa Baiona: 18.9.01, ore 9.00, fase di marea crescente

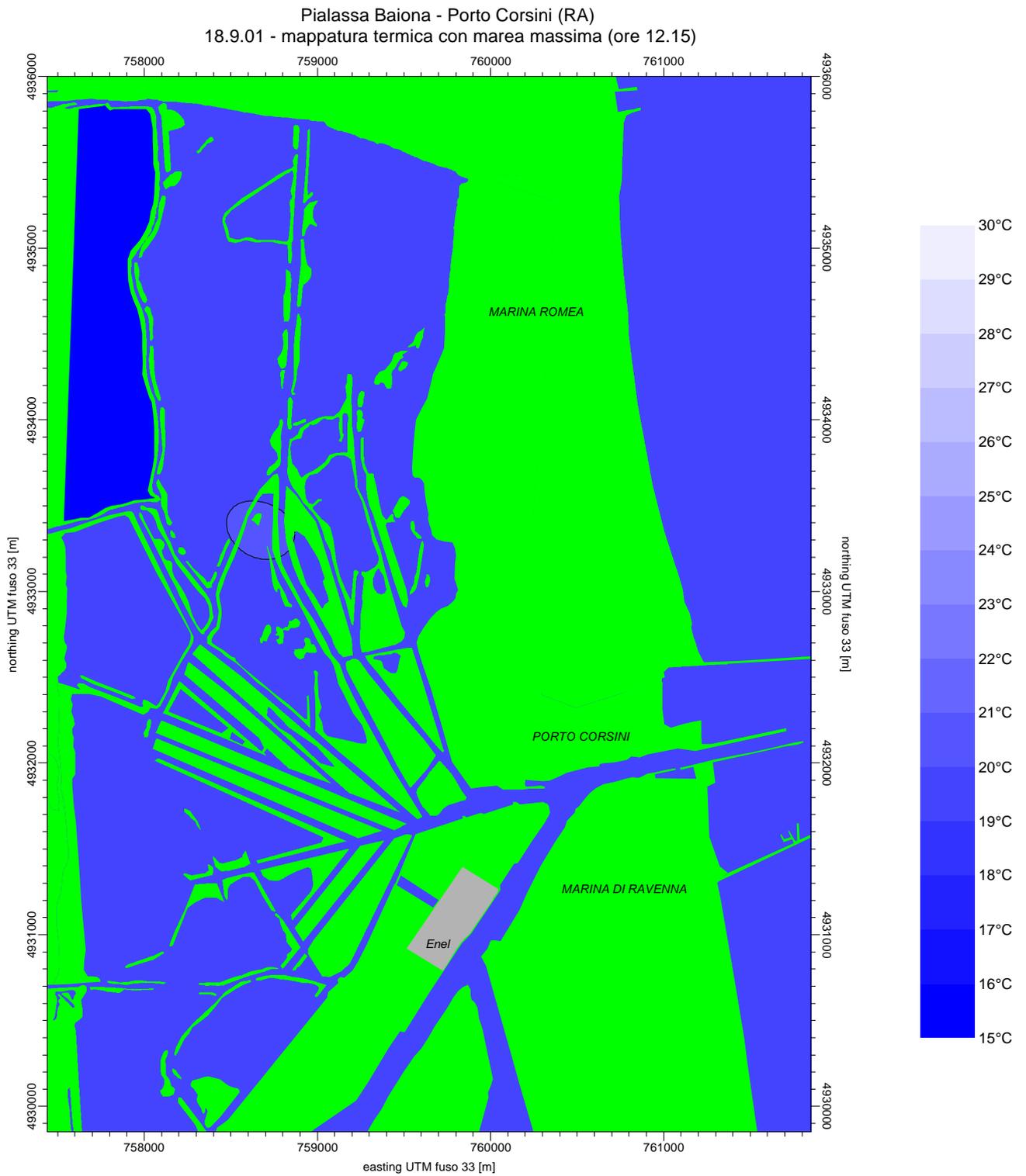


Fig. AI-28 Ricostruzione della distribuzione termica spaziale superficiale nella Pialassa Baiona: 18.9.01, ore 12.15, fase di marea massima

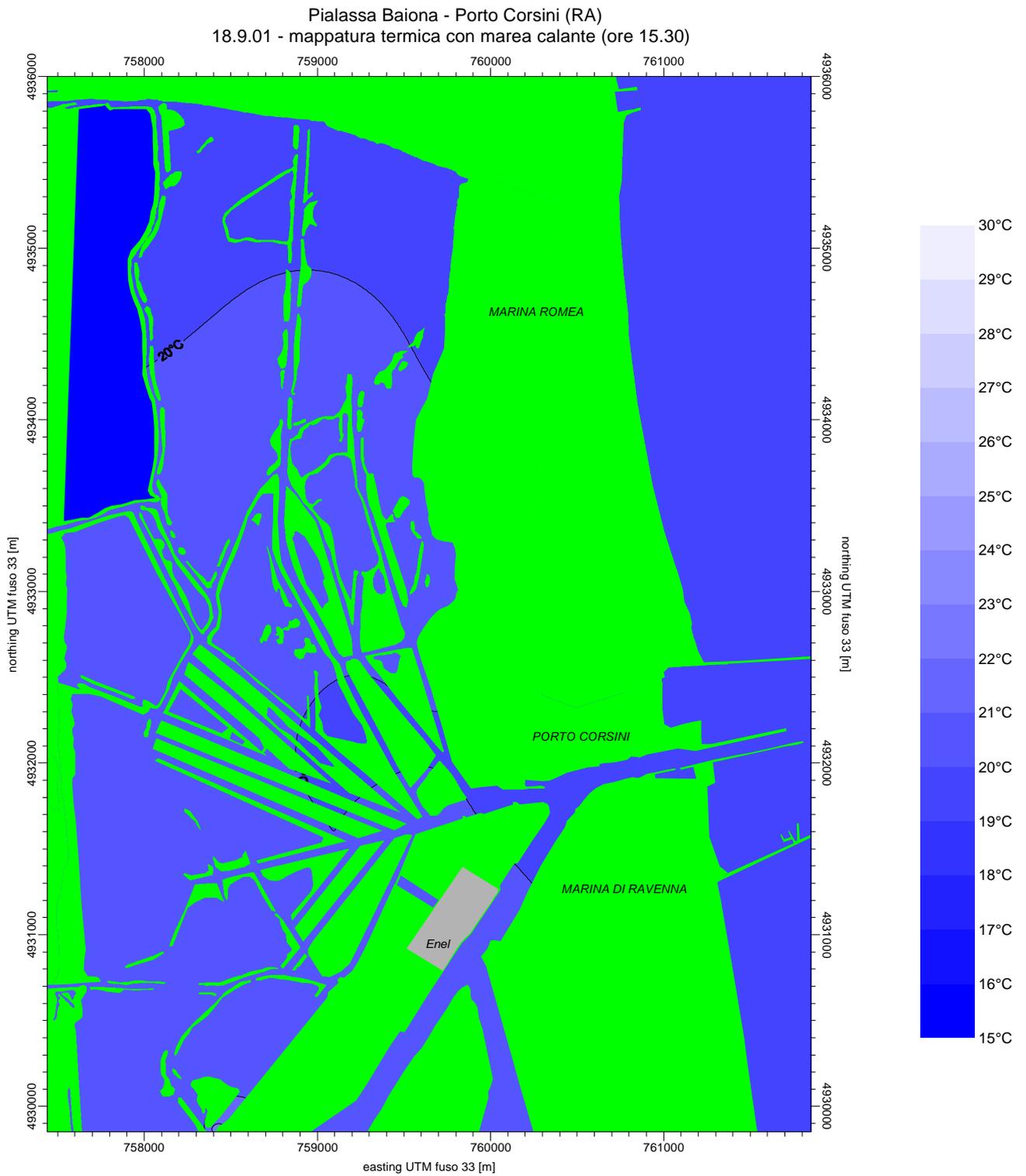


Fig. AI-29 Ricostruzione della distribuzione termica spaziale superficiale nella Pialassa Baiona: 18.9.01, ore 15.30, fase di marea calante

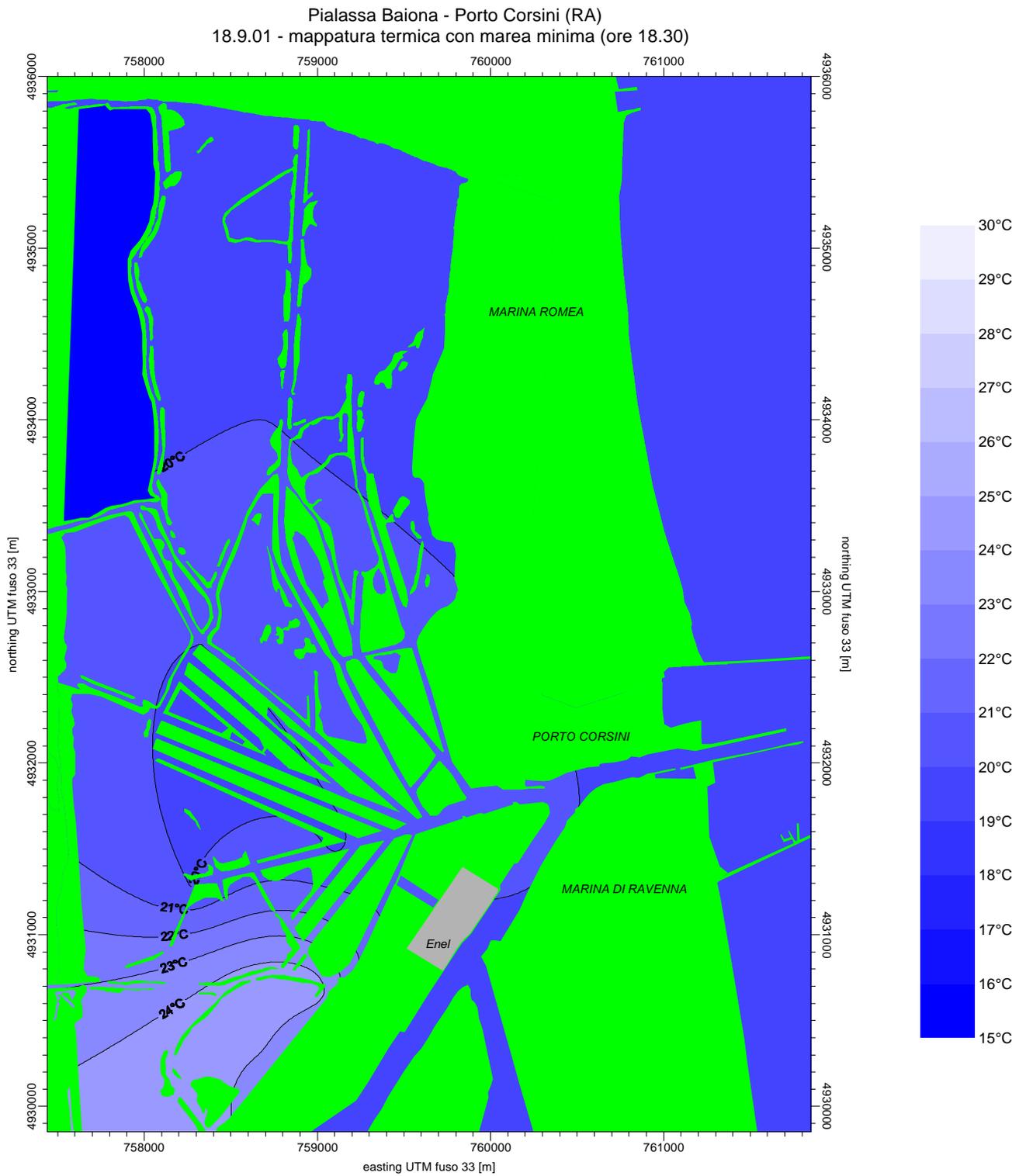


Fig. AI-30 Ricostruzione della distribuzione termica spaziale superficiale nella Pialassa Baiona: 18.9.01, ore 18.30, fase di marea minima

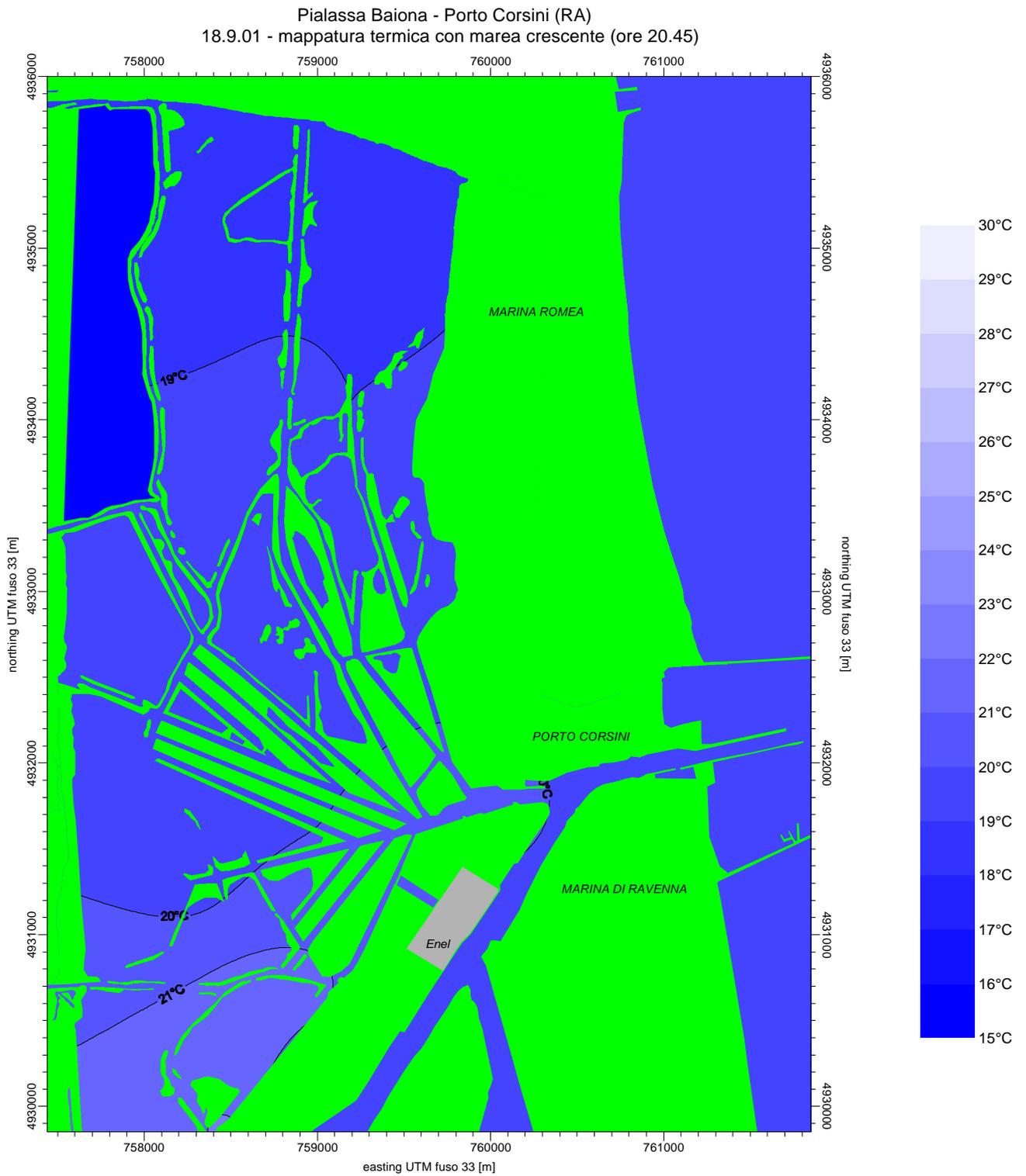


Fig. AI-31 Ricostruzione della distribuzione termica spaziale superficiale nella Pialassa Baiona: 18.9.01, ore 20.45, fase di marea crescente

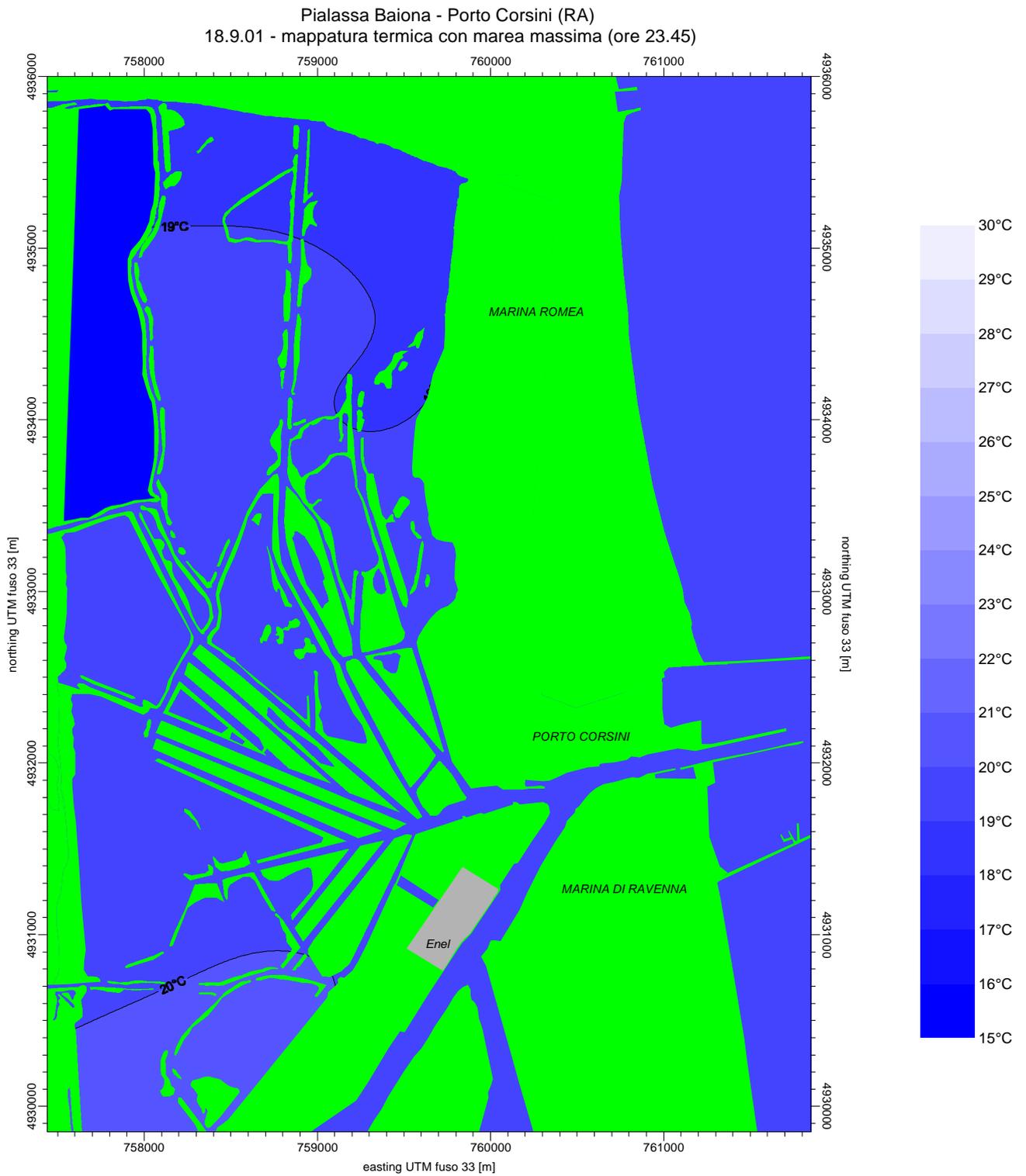


Fig. AI-32 Ricostruzione della distribuzione termica spaziale superficiale nella Pialassa Baiona: 18.9.01, ore 23.45, fase di marea massima

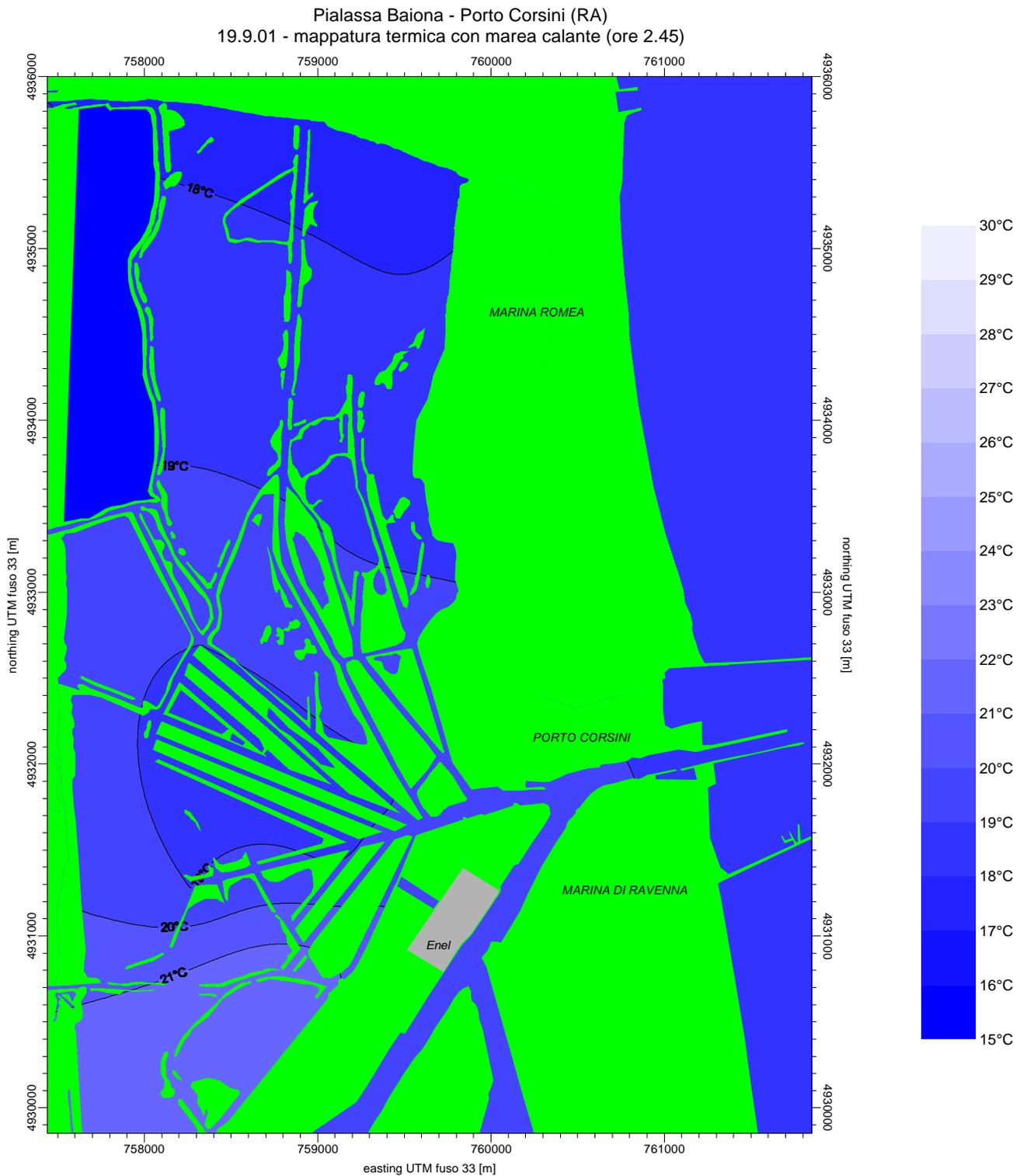


Fig. AI-33 Ricostruzione della distribuzione termica spaziale superficiale nella Pialassa Baiona: 19.9.01, ore 2.45, fase di marea calante

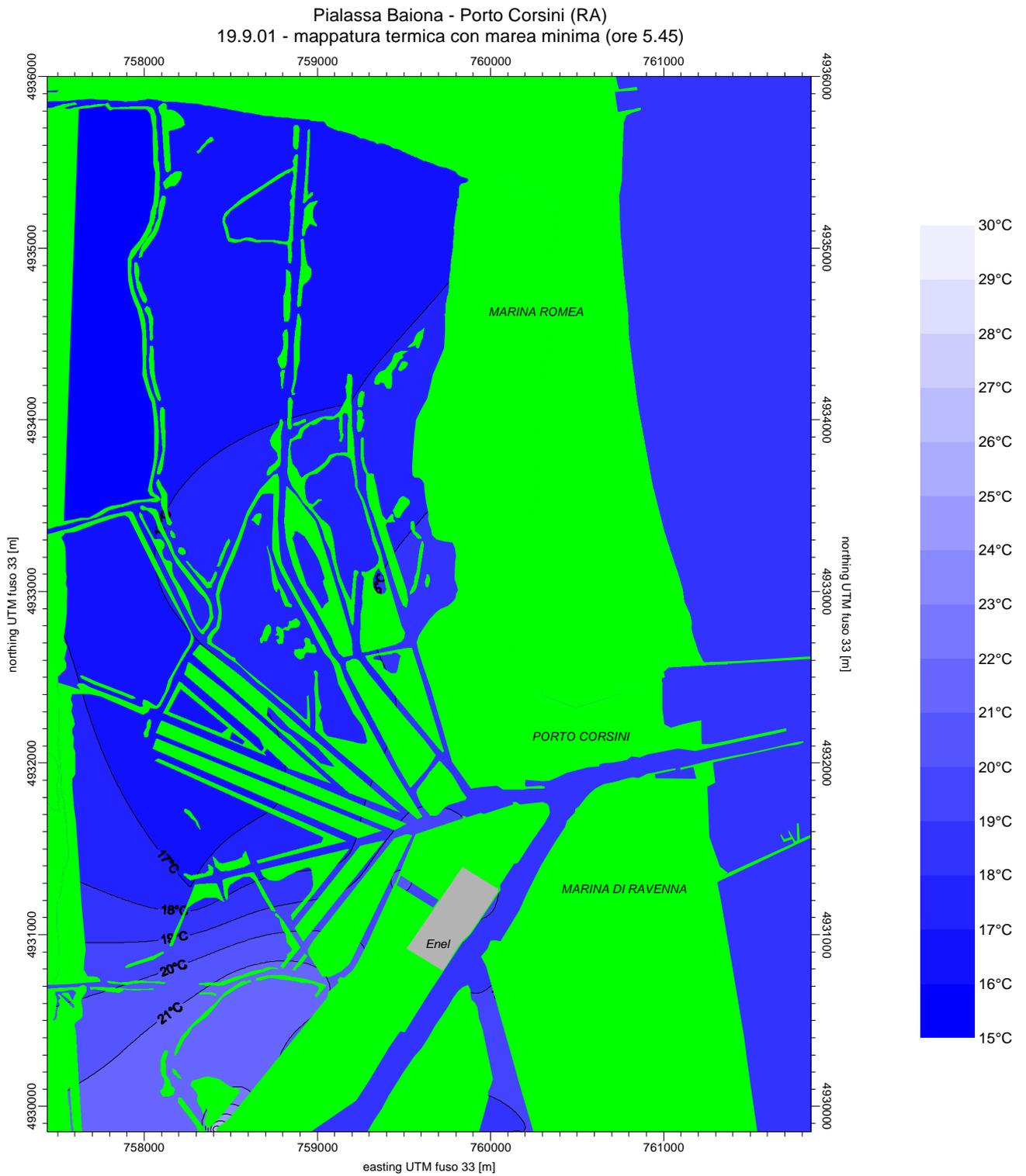


Fig. AI-34 Ricostruzione della distribuzione termica spaziale superficiale nella Pialassa Baiona: 19.9.01, ore 5.45, fase di marea minima

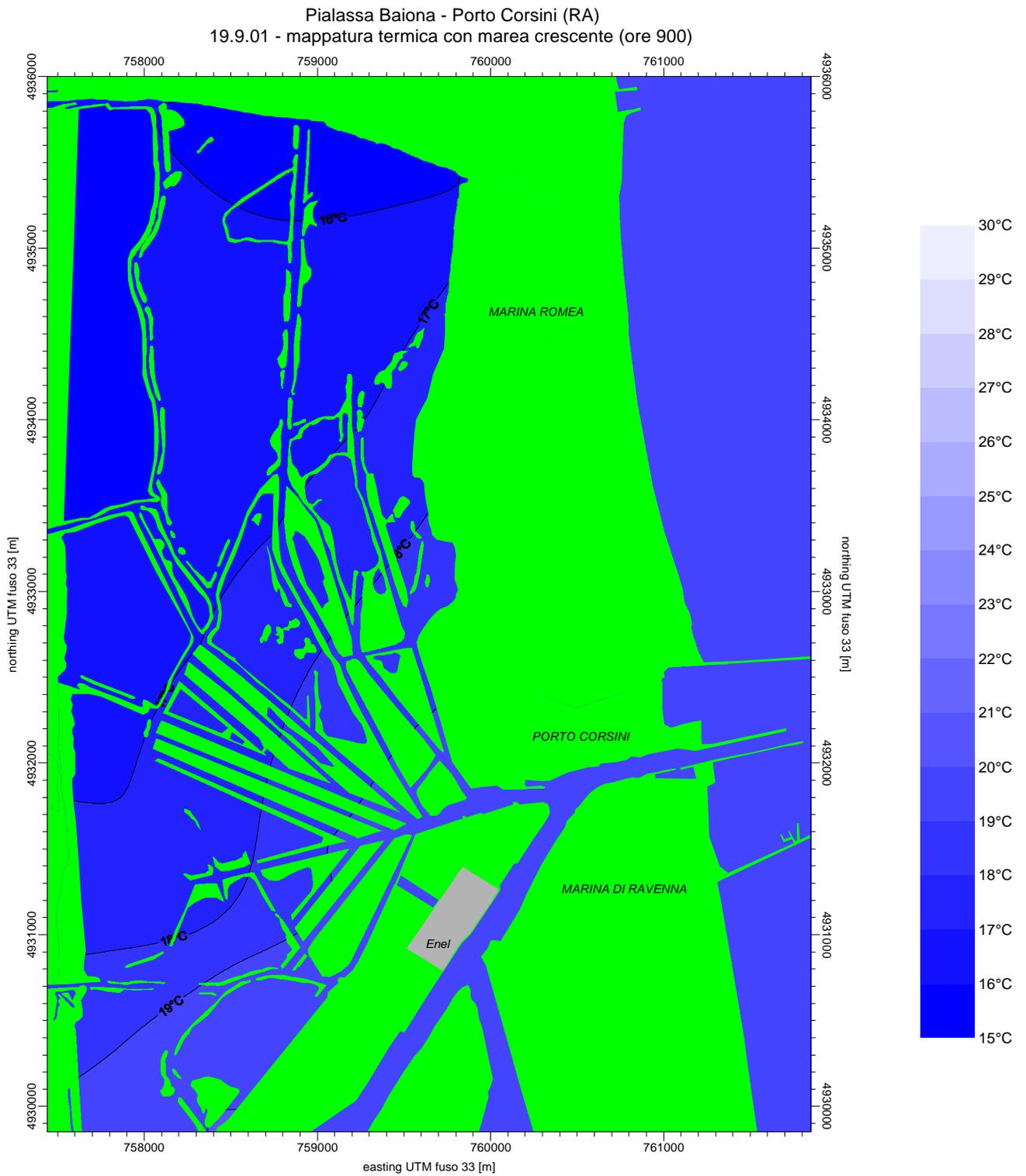


Fig. AI-35 Ricostruzione della distribuzione termica spaziale superficiale nella Pialassa Baiona: 19.9.01, ore 9.00, fase di marea crescente

APPENDICE II**campagna di rilievi idrologici in presenza dello scarico termico
(9-11.9.03)**

- Andamento della temperatura registrata nelle 22 stazioni di misura
- Dati al contorno della campagna di rilievi termici (carico dei gruppi, intensità e direzione del vento, irraggiamento solare, pressione atmosferica, umidità relativa, piovosità)
- Ricostruzione degli incrementi termici superficiali 2003-2001 nella Pialassa Baiona e nell'attigua rete di canali

Porto Corsini (RA) 9-11 settembre 2003
registrazioni di temperatura del termografo n.1
(canale Magni - stazione intermedia)

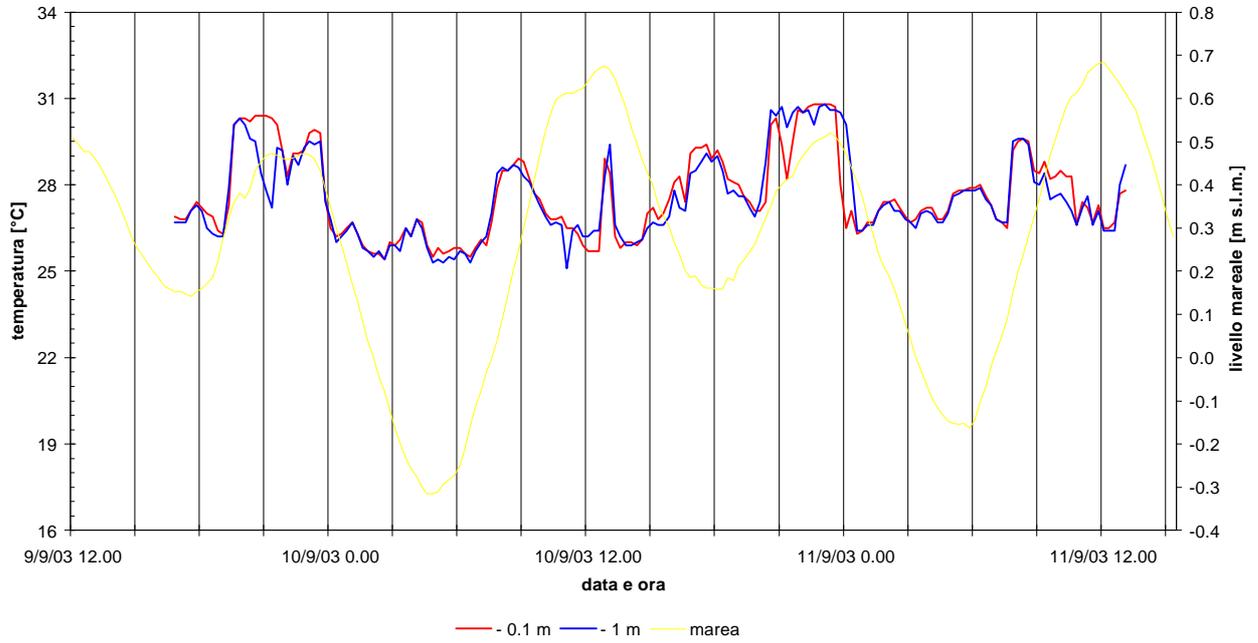


Fig.AII-1 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione *canale artificiale Magni - stazione intermedia* e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 9-11 settembre 2003
registrazioni di temperatura del termografo n.3
(canale Baiona - diramazione canale Fossatone)

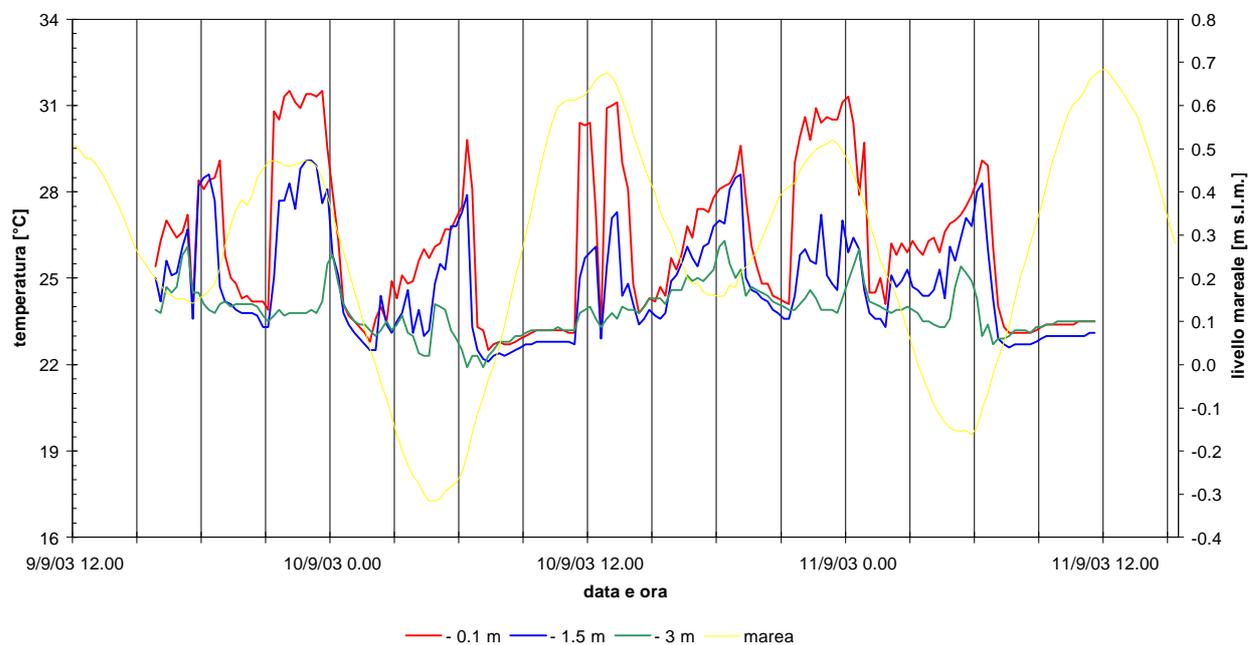


Fig.AII-2 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione canale artificiale Baiona – diramazione canale artificiale Fossatone e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 9-11 settembre 2003
 registrazioni di temperatura del termografo n.4
 (canale Baccarini - stazione settentrionale)

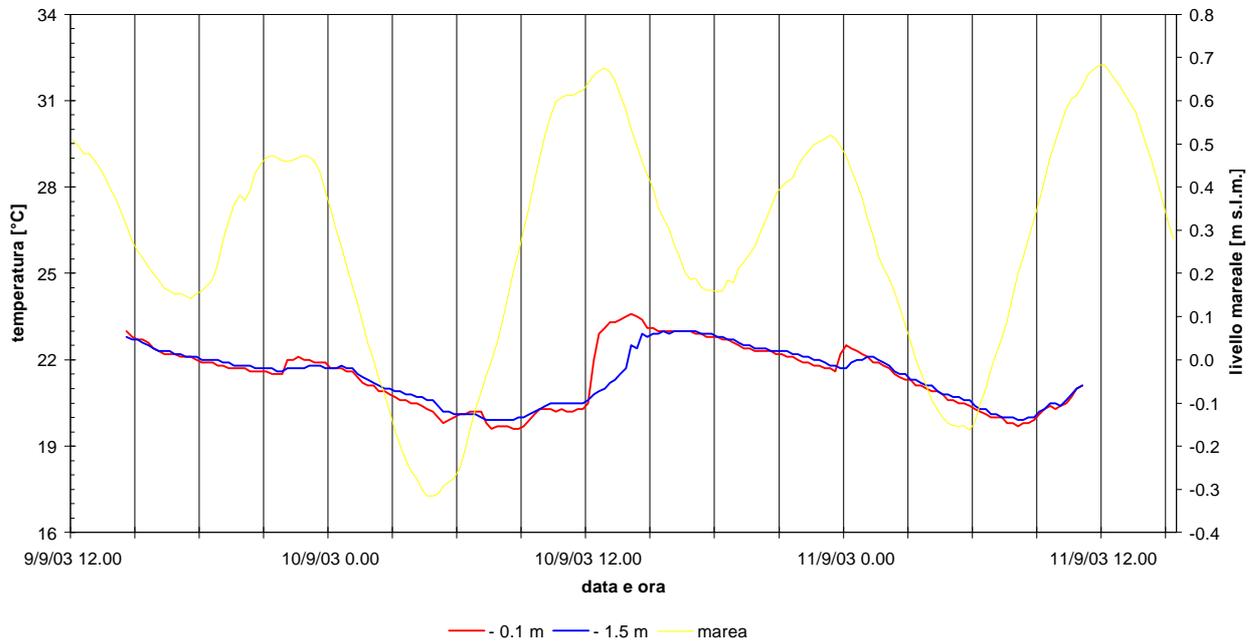


Fig. AII-3 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione *canale artificiale Baccarini* – *stazione settentrionale* e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 9-11 settembre 2003
registrazioni di temperatura del termografo n.5
(canale Fossatone - stazione settentrionale)

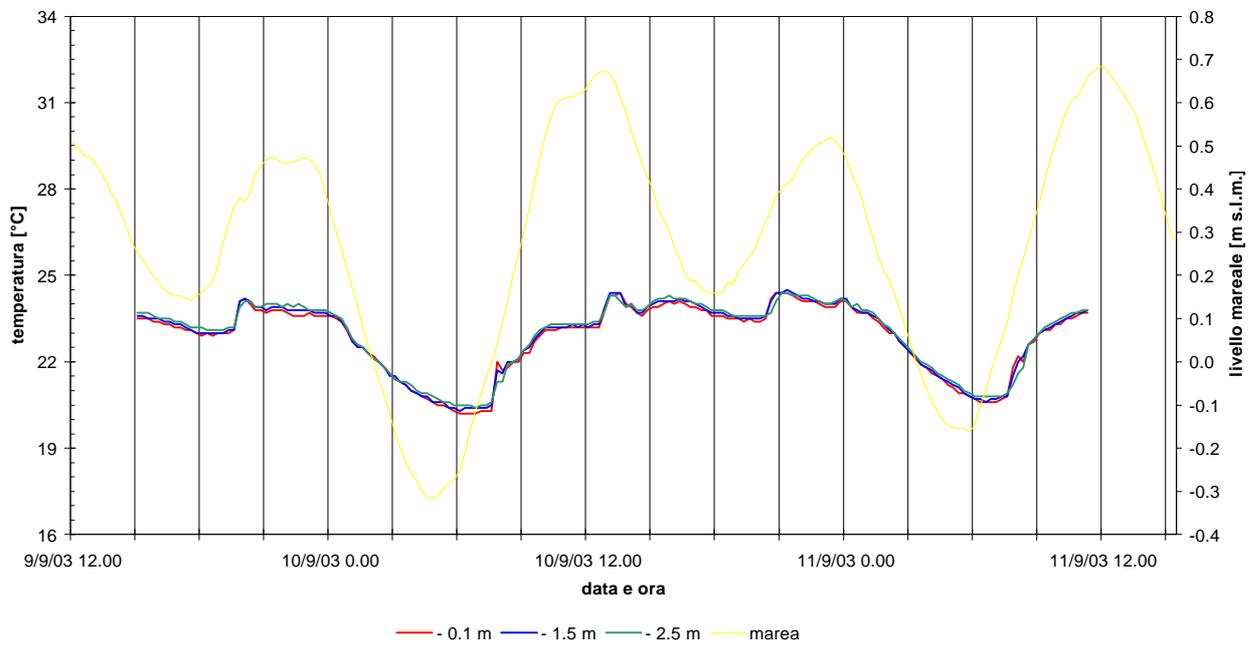


Fig. AII-4 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione *canale artificiale Fossatone – stazione settentrionale* e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 9-11 settembre 2003
registrazioni di temperatura del termografo n.10
(canale Cavedone - stazione occidentale)

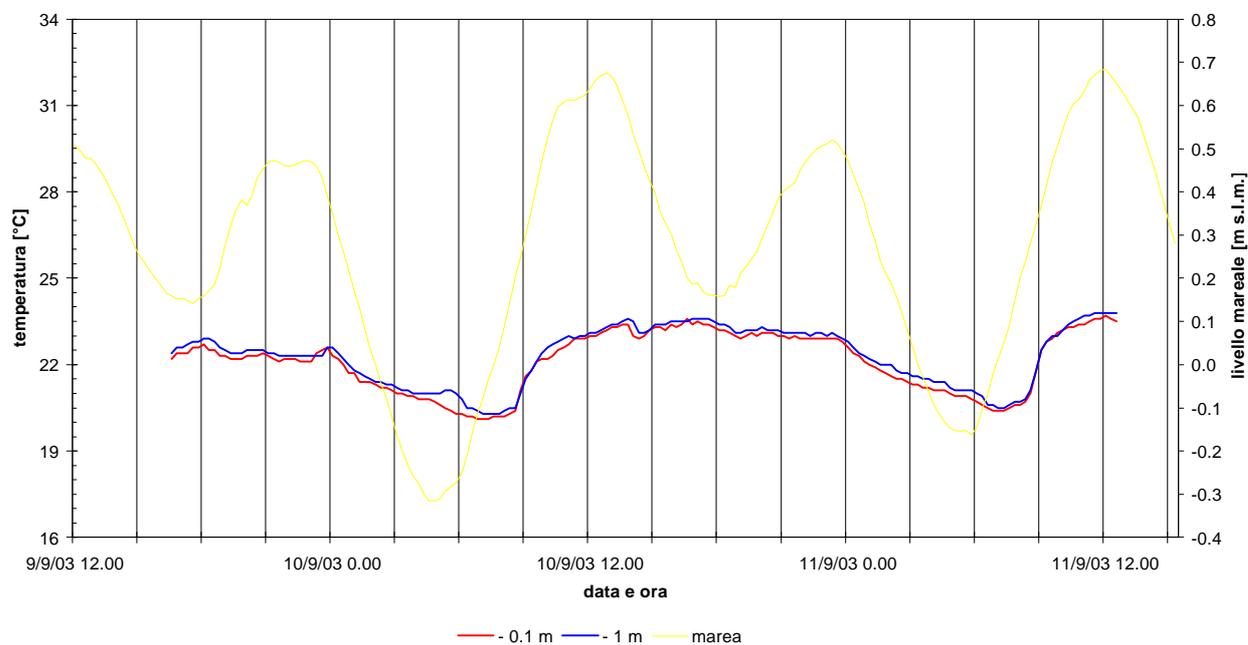


Fig. AII-5 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione *canale artificiale Cavedone – stazione occidentale* e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 9-11 settembre 2003
registrazioni di temperatura del termografo n.11
(canale Magni - stazione occidentale)

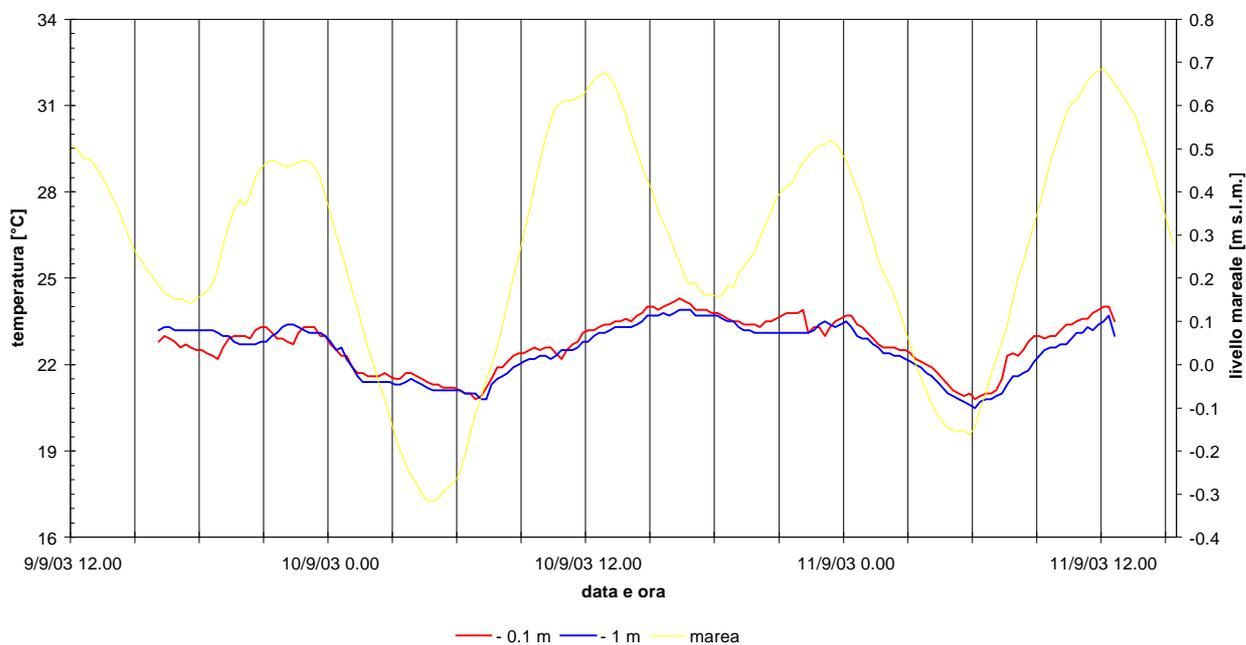


Fig. AII-6 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione *canale artificiale Baiona – stazione occidentale* e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 9-11 settembre 2003
registrazioni di temperatura del termografo n.12
(Pialassa Baiona - canale centrale - stazione settentrionale)

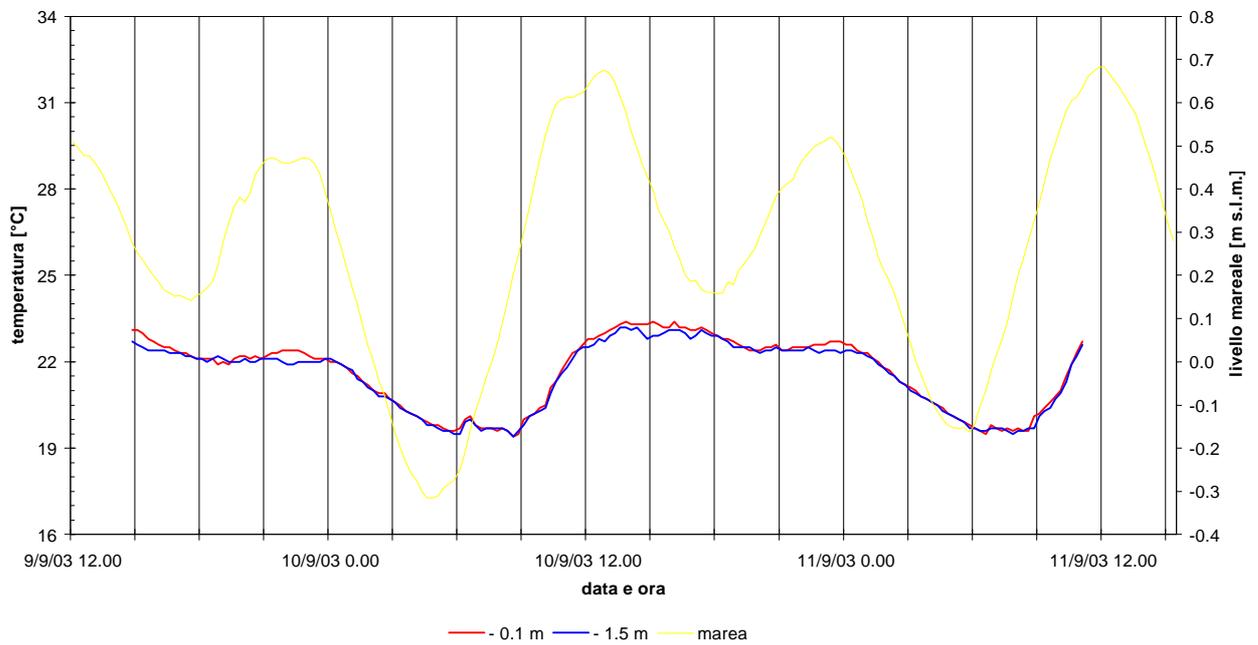


Fig. AII-7 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione *Pialassa Baiona – canale artificiale centrale – stazione settentrionale* e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 9-11 settembre 2003
registrazioni di temperatura del termografo n.13
(canale Baccarini - stazione dopo la diramazione del canale Baiona)

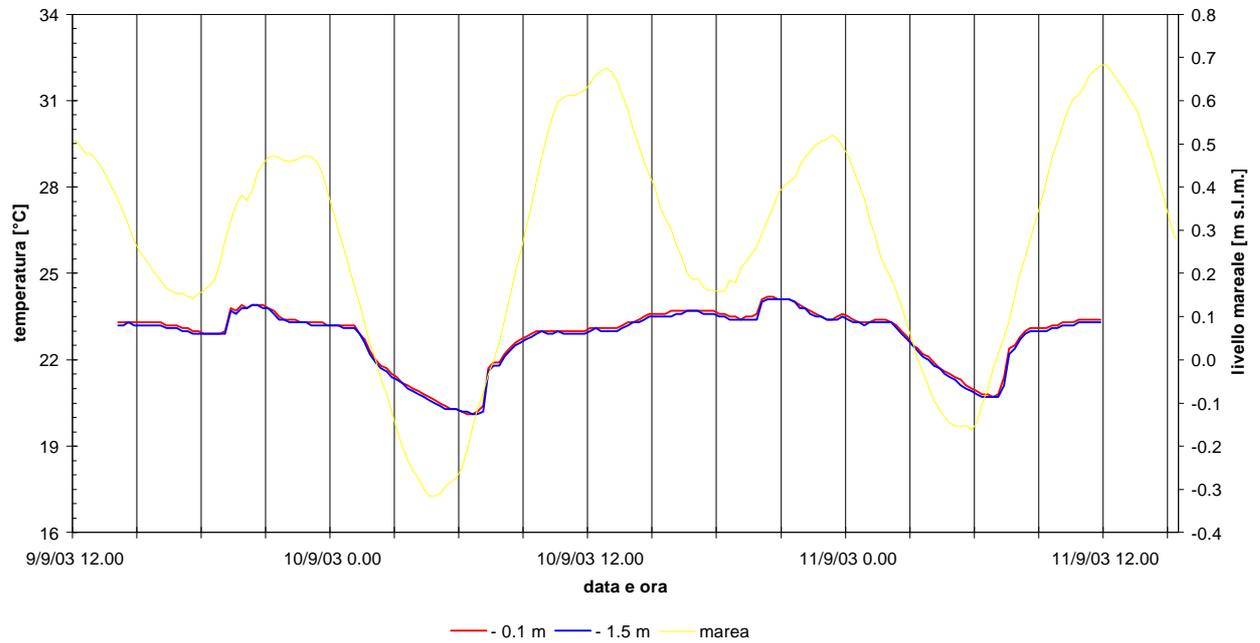


Fig. AII-8 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione *canale artificiale Baccarini* – *staz. dopo diramazione da canale artificiale Baiona* e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 9-11 settembre 2003
registrazioni di temperatura del termografo n.14
(Pialassa Baiona - canale laterale - stazione intermedia)

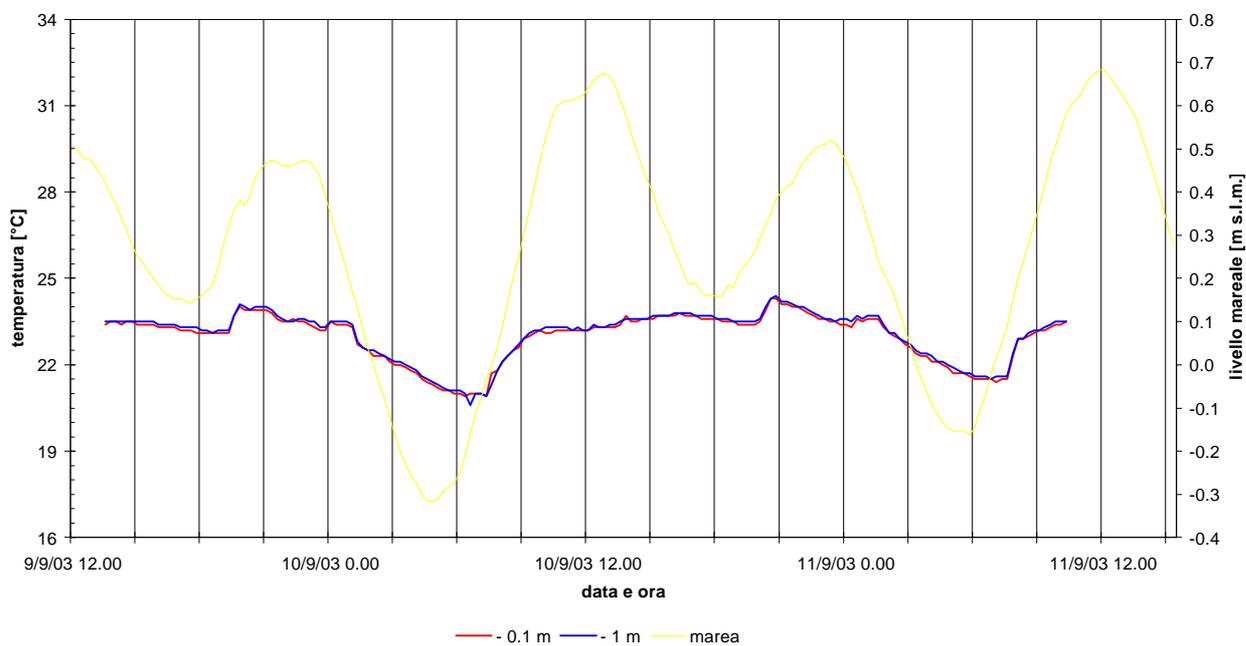


Fig. AII-9 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione *Pialassa Baiona – canale artificiale laterale – stazione intermedia* e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 9-11 settembre 2003
 registrazioni di temperatura del termografo n.15
 (canale Baccarini - stazione intermedia meridionale)

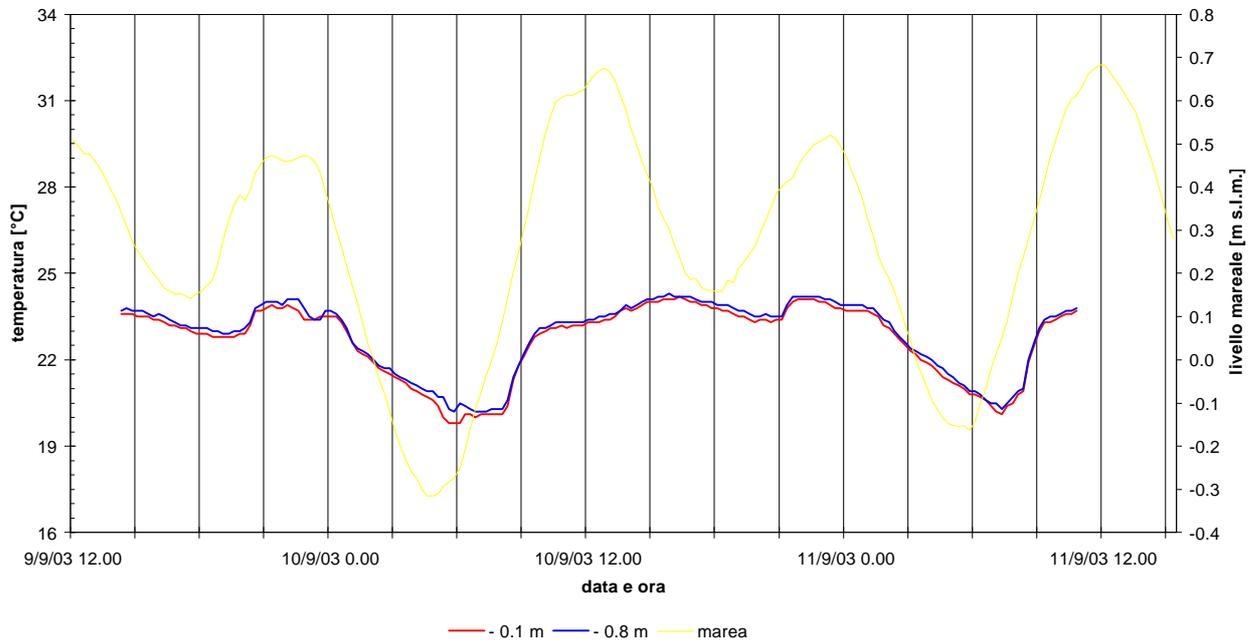


Fig. AII-10 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione *canale artificiale Baccarini – stazione intermedia meridionale* e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 9-11 settembre 2003
registrazioni di temperatura del termografo n.16
(canale Candiano - opera di presa della centrale)

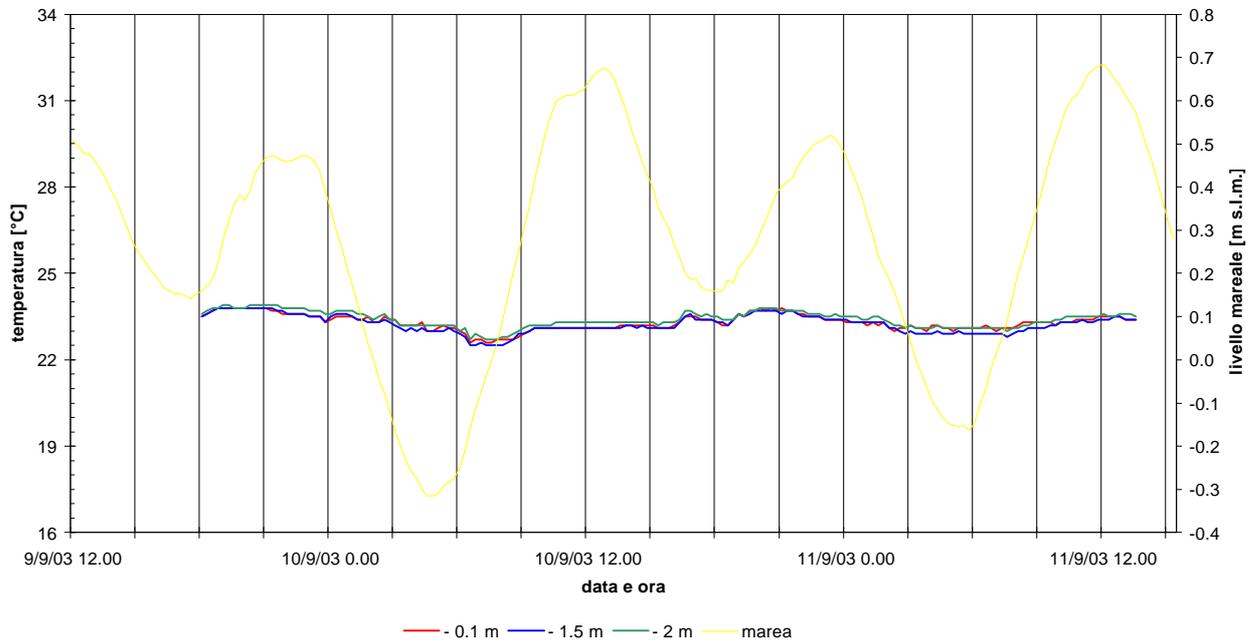


Fig. AII-11 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione *canale artificiale Candiano* – opera di presa della centrale e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 9-11 settembre 2003
registrazioni di temperatura del termografo n.17
(Marina di Ravenna - estremità del molo del portocanale)

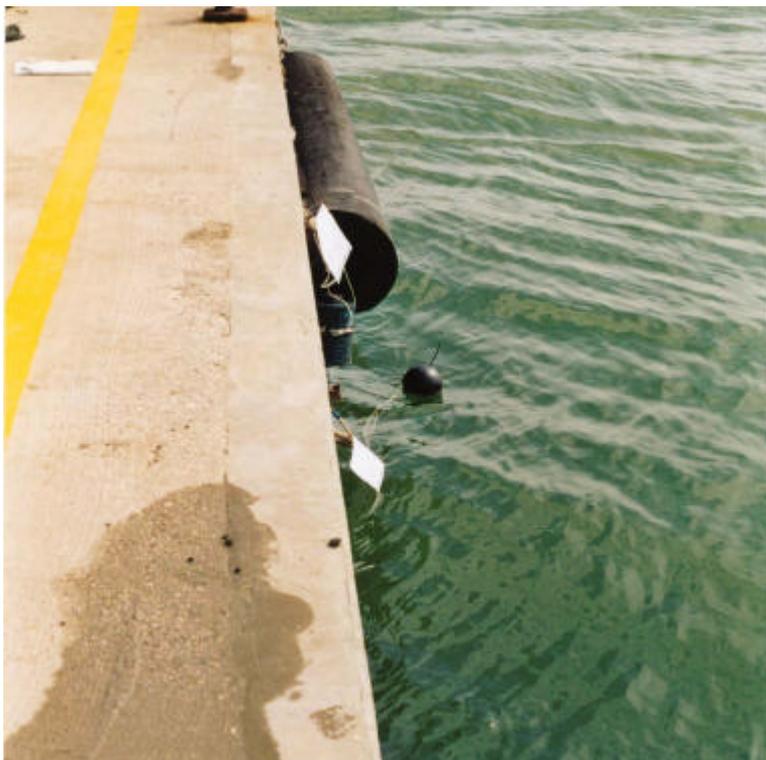
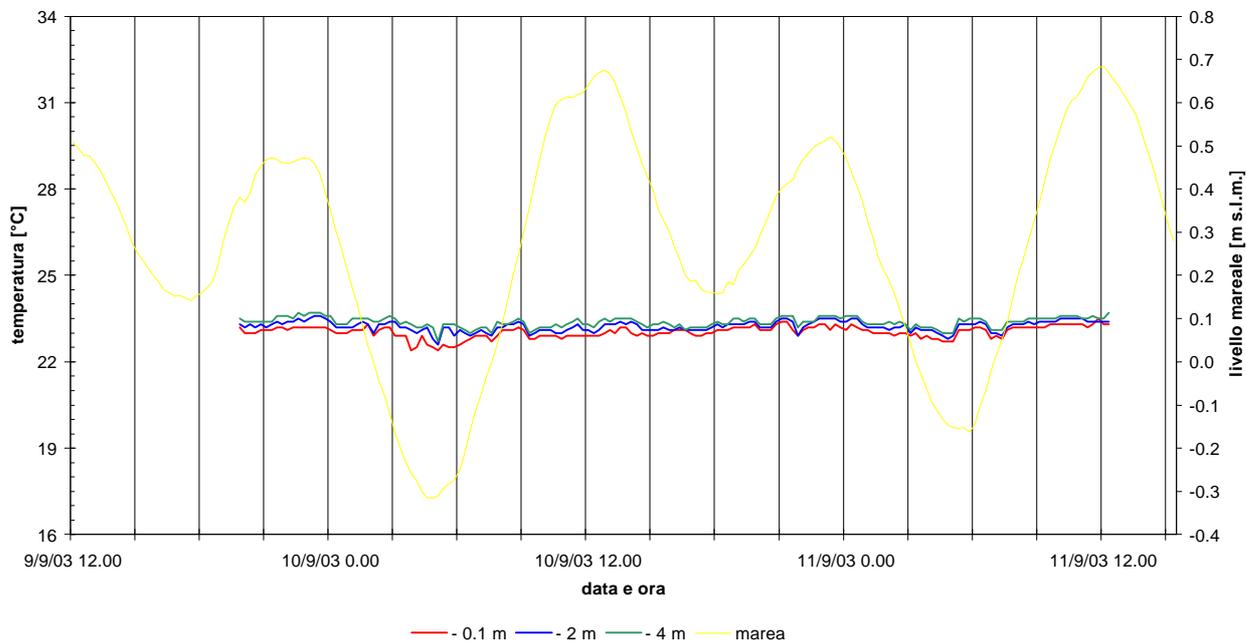


Fig. AII-12 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione *Marina di Ravenna – estremità del molo del portocanale* e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 9-11 settembre 2003
registrazioni di temperatura del termografo n.18
(canale di scarico della centrale)

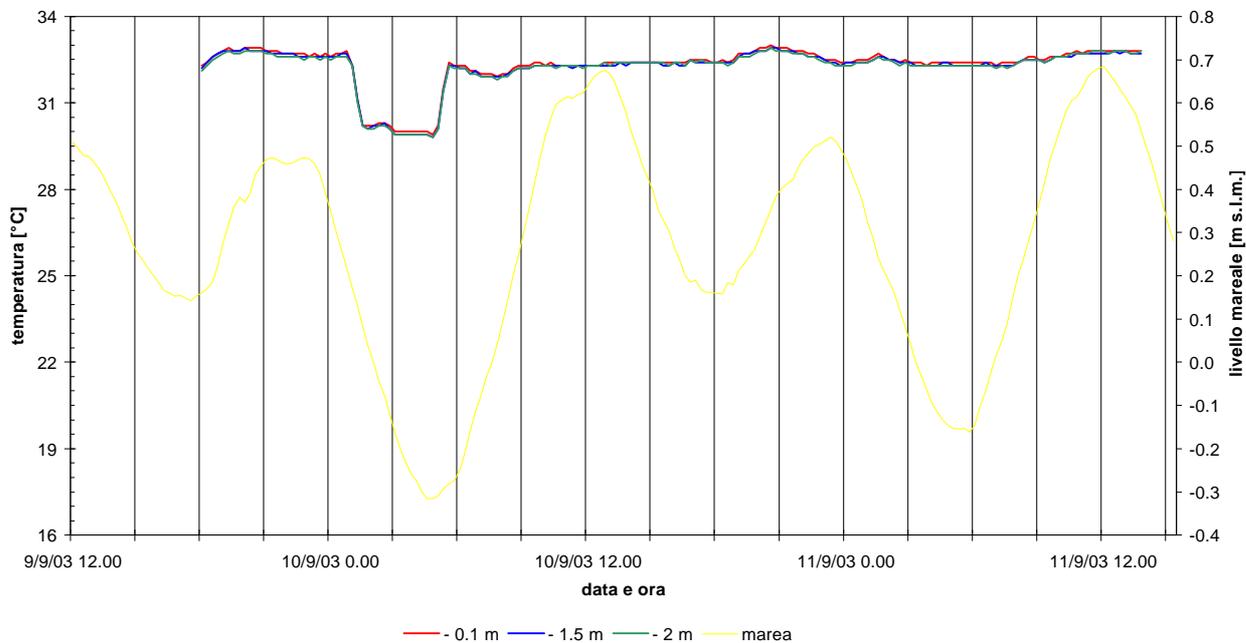


Fig. AII-13 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione *Canale artificiale di scarico della centrale – punto di restituzione* e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 9-11 settembre 2003
registrazioni di temperatura del termografo n.21
(canale Candiano - opera di presa della centrale)

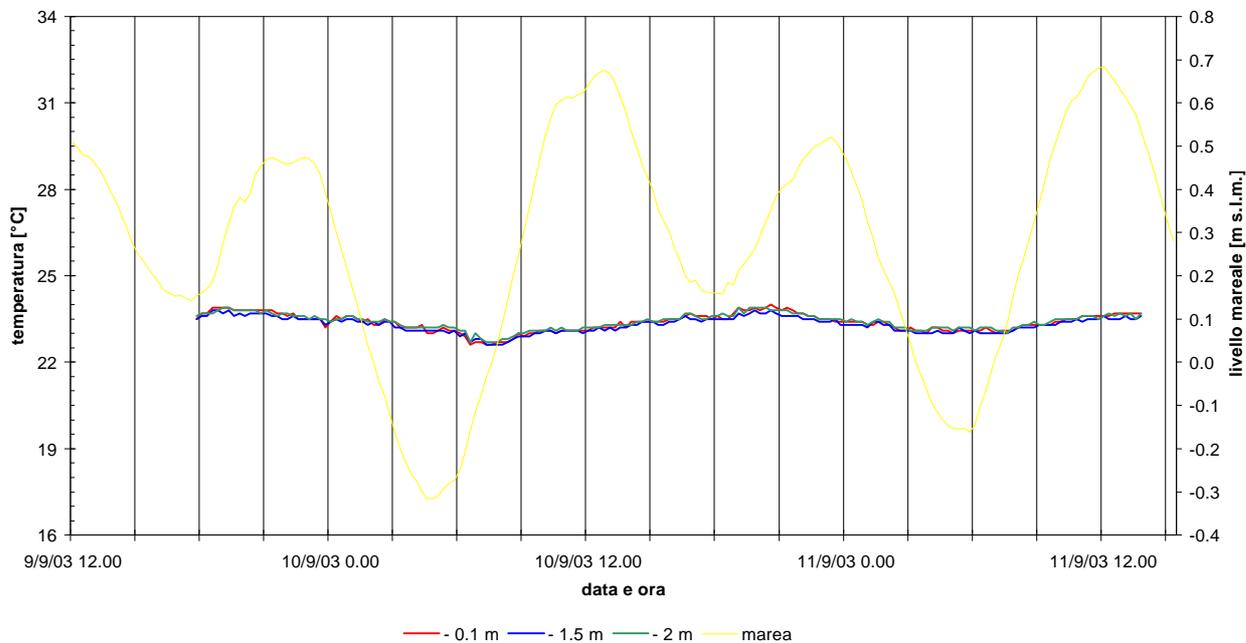


Fig. AII-14 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione *canale artificiale Candiano* – opera di presa della centrale e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 9-11 settembre 2003
registrazioni di temperatura del termografo n.22
(canale Magni - opera di scarico della centrale)

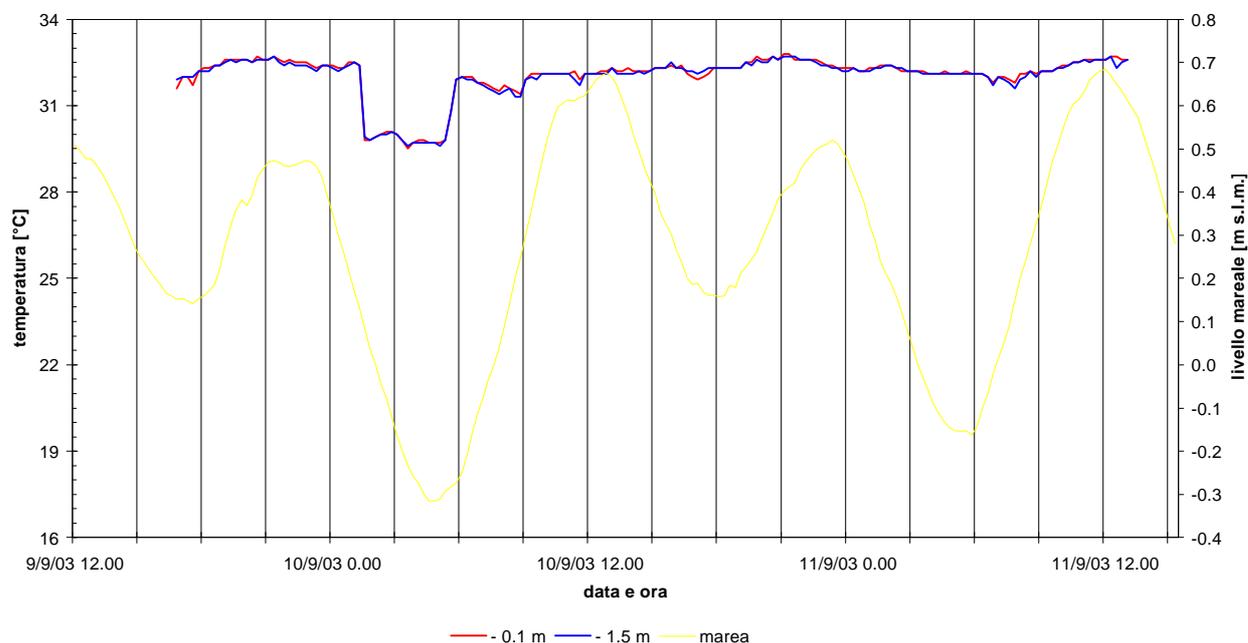


Fig. AII-15 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione canale artificiale Magni – opera di scarico della centrale e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 9-11 settembre 2003
registrazioni di temperatura del termografo n.23
(canale Magni - stazione in prossimità del capanno Garibaldi)

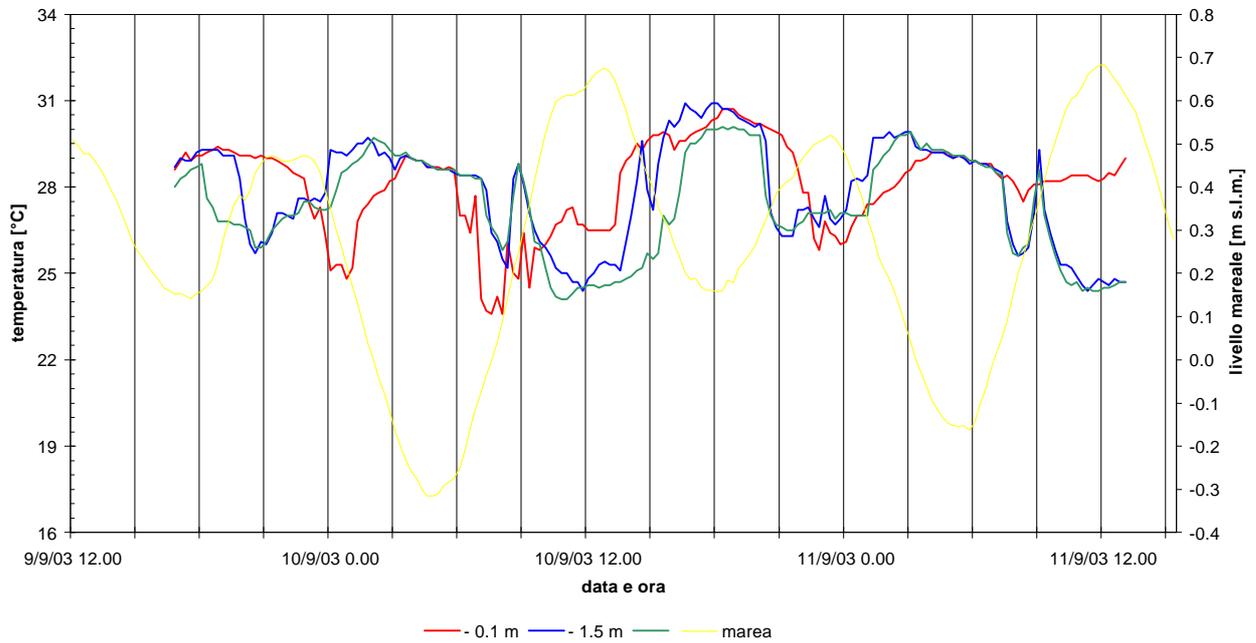


Fig. AII-16 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione canale artificiale Magni – staz. in prossimità del capanno Garibaldi e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 9-11 settembre 2003
registrazioni di temperatura del termografo n.24
(canale Magni - opera di scarico della centrale)

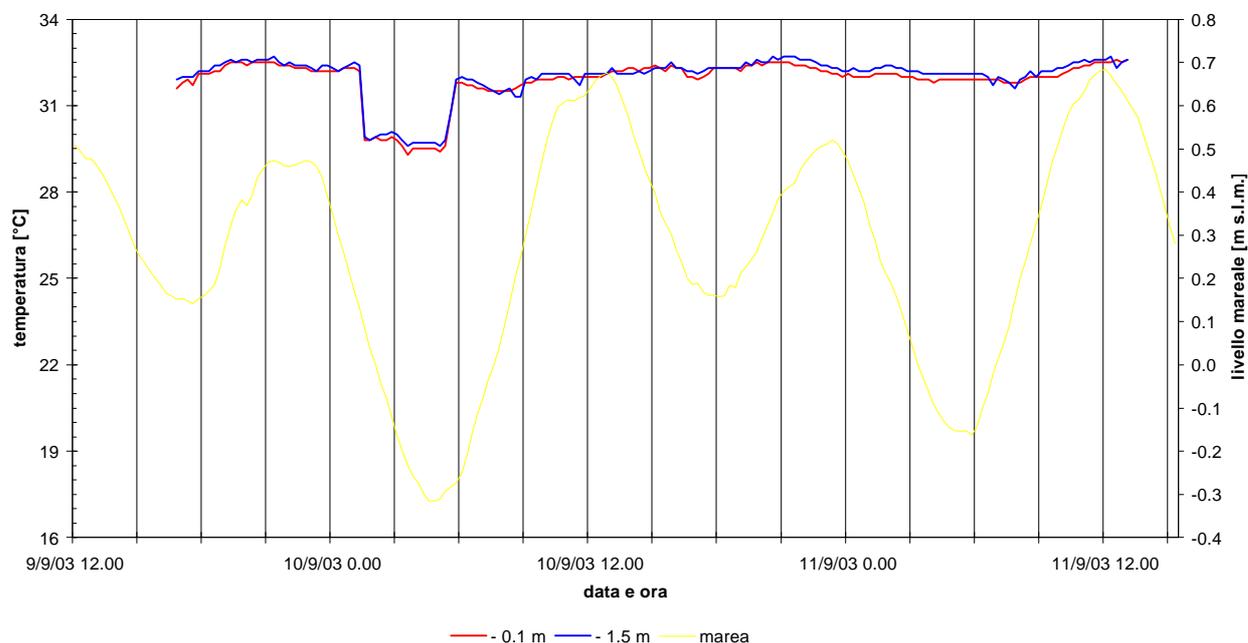


Fig. AII-17 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione canale artificiale Magni – opera di scarico della centrale e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 9-11 settembre 2003
 registrazioni di temperatura del termografo n.25
 (canale Baiona - stazione intermedia)

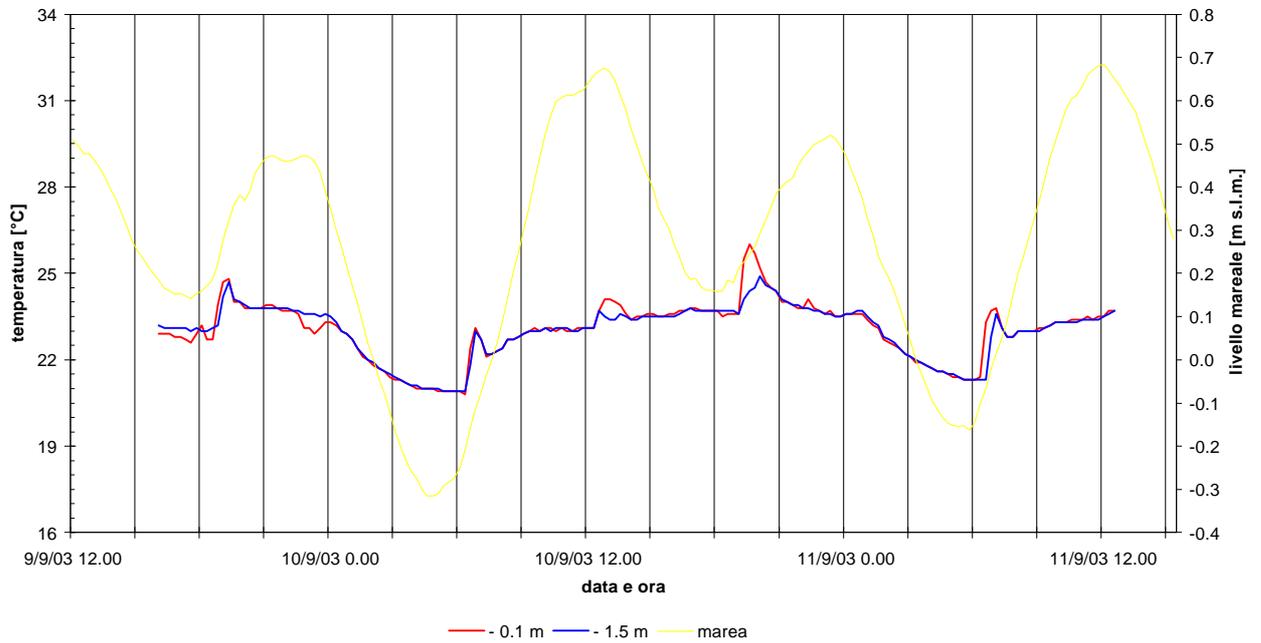


Fig. AII-18 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione *canale artificiale Baiona – stazione intermedia* e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 9-11 settembre 2003
registrazioni di temperatura del termografo n.27
(Pialassa Baiona - canale laterale - stazione settentrionale)

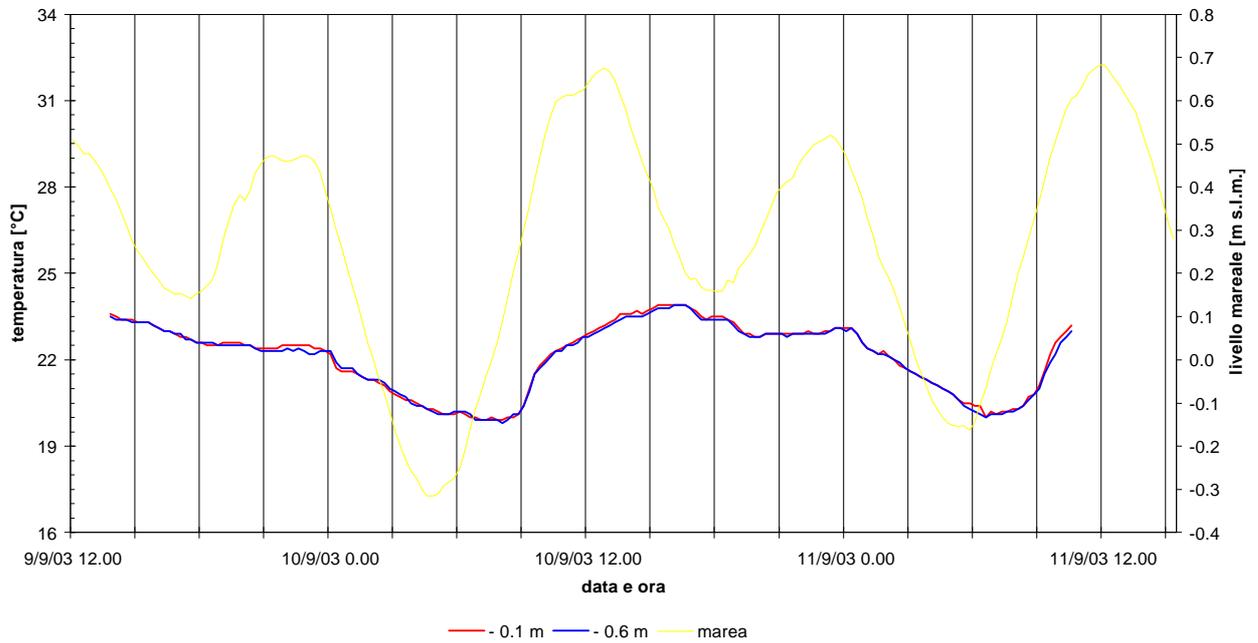


Fig. AII-19 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione *Pialassa Baiona – canale artificiale laterale – staz. settentrionale* e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 9-11 settembre 2003
registrazioni di temperatura del termografo n.28
(canale Baccharini- stazione intermedia settentrionale)

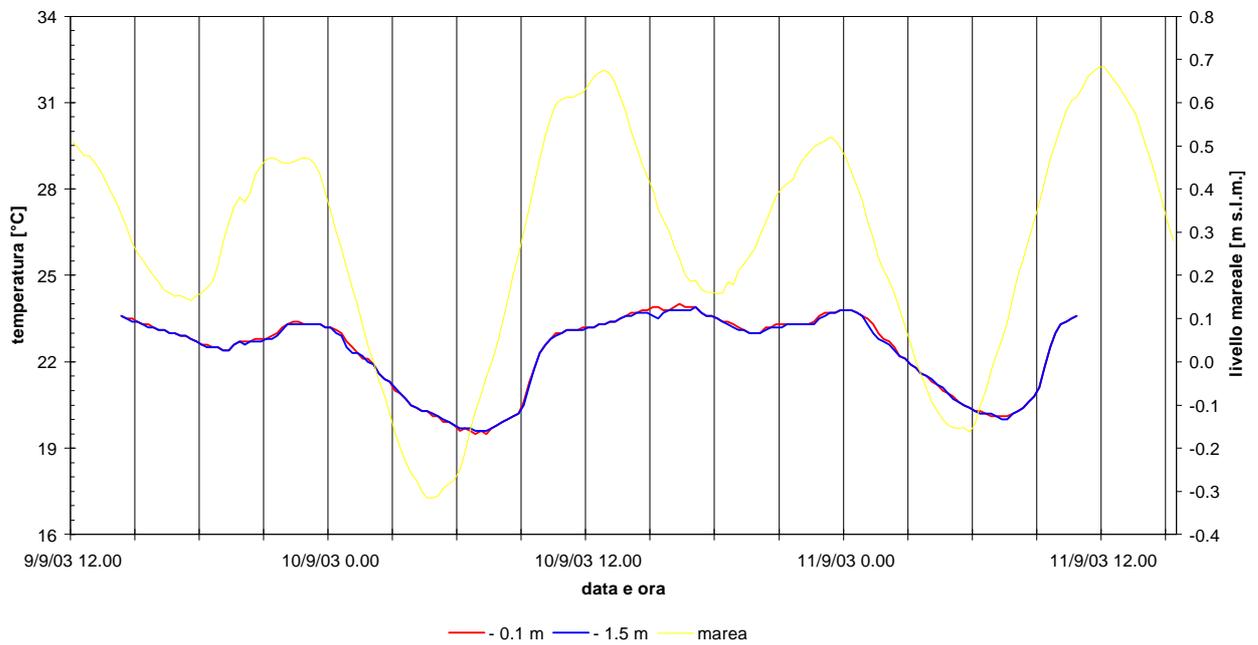


Fig. AII-20 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione *canale artificiale Baccharini – stazione intermedia settentrionale* e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 9-11 settembre 2003
registrazioni di temperatura del termografo n.29
(Pialassa Baiona - canale centrale - stazione intermedia)

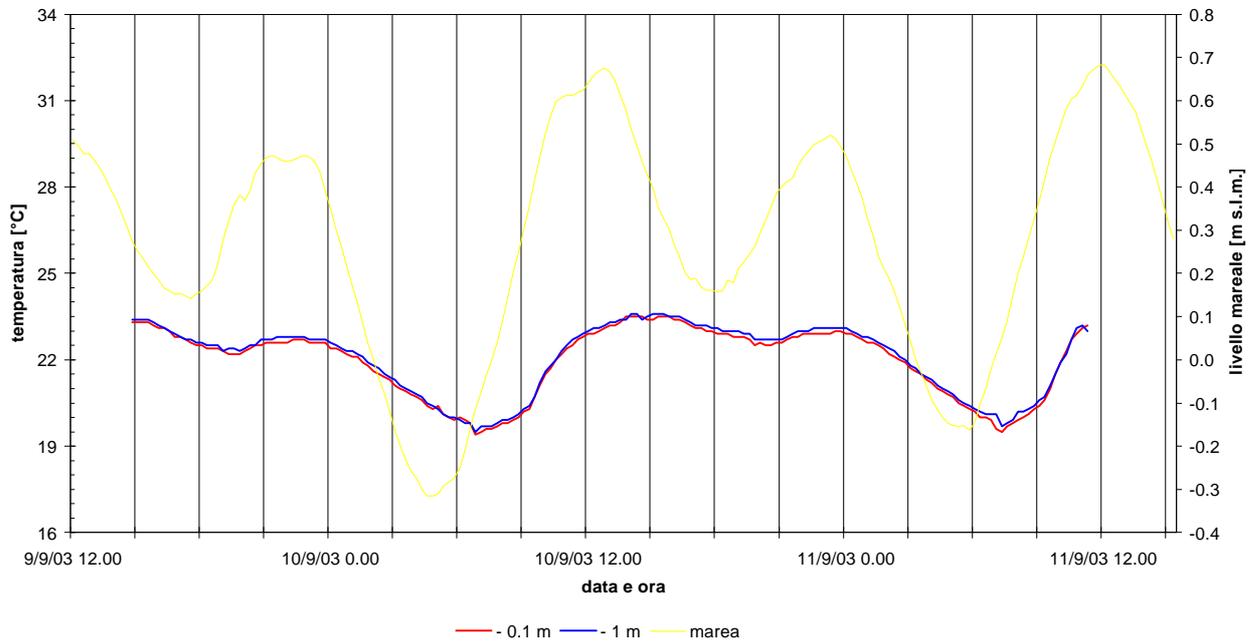


Fig. AII-21 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione *Pialassa Baiona* – canale artificiale centrale – stazione intermedia e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 9-11 settembre 2003
registrazioni di temperatura del termografo n.30
(canale Baiona dopo la diramazione del canale Candiano)

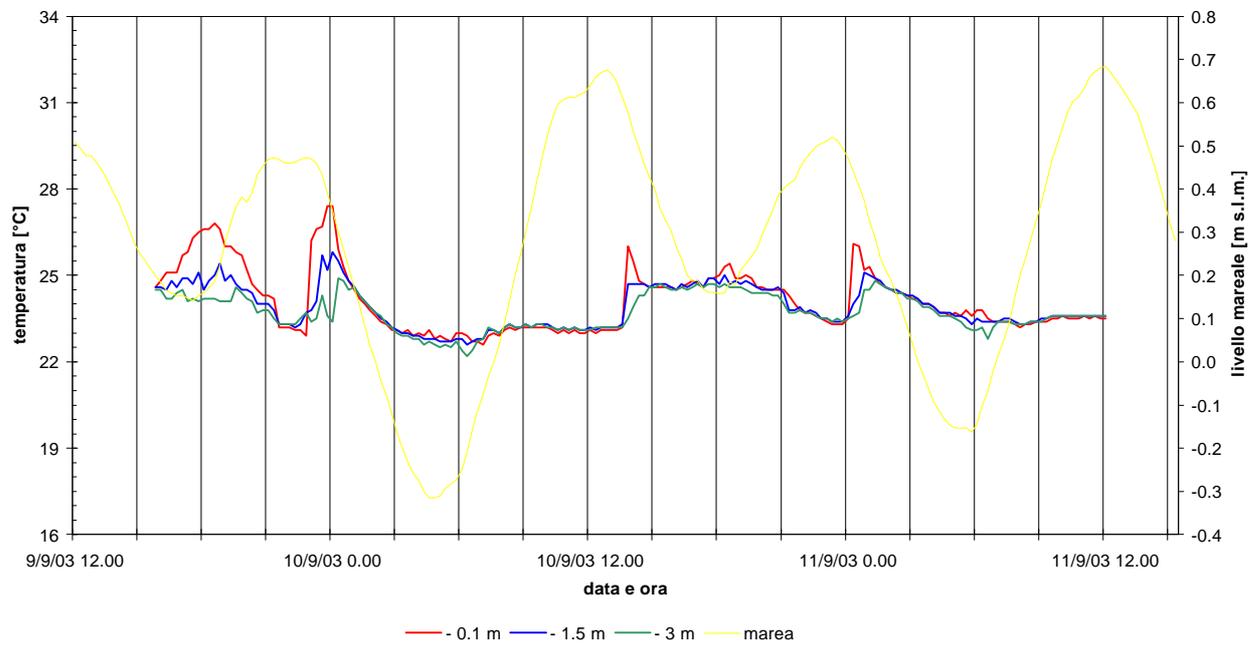


Fig. AII-22 Andamento temporale della temperatura registrata nella stazione *canale artificiale Baiona* dopo la diramazione del canale artificiale Candiano e fotografia del punto di installazione dello strumento

Porto Corsini (RA) 9-11 settembre 2003
andamento temporale del carico dei gruppi della centrale termoelettrica

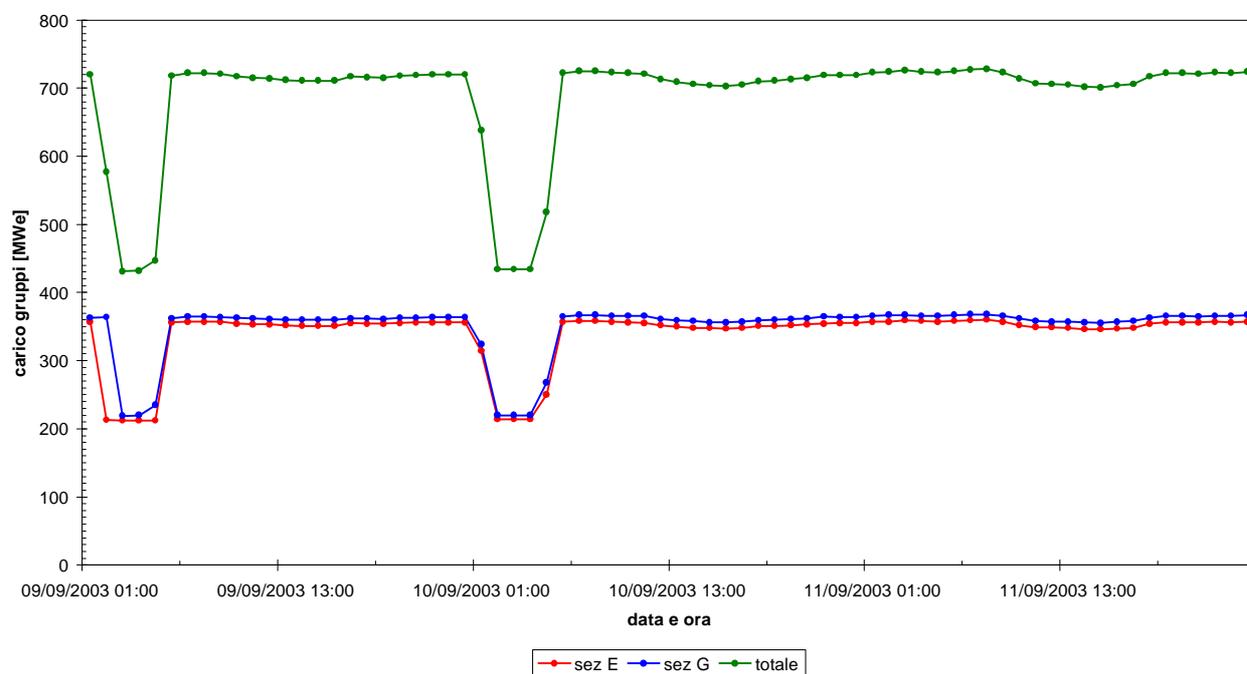


Fig. AII-23 Andamento temporale del carico dei gruppi della centrale termoelettrica di Porto Corsini nei giorni di esecuzione della campagna di rilievi idrologici

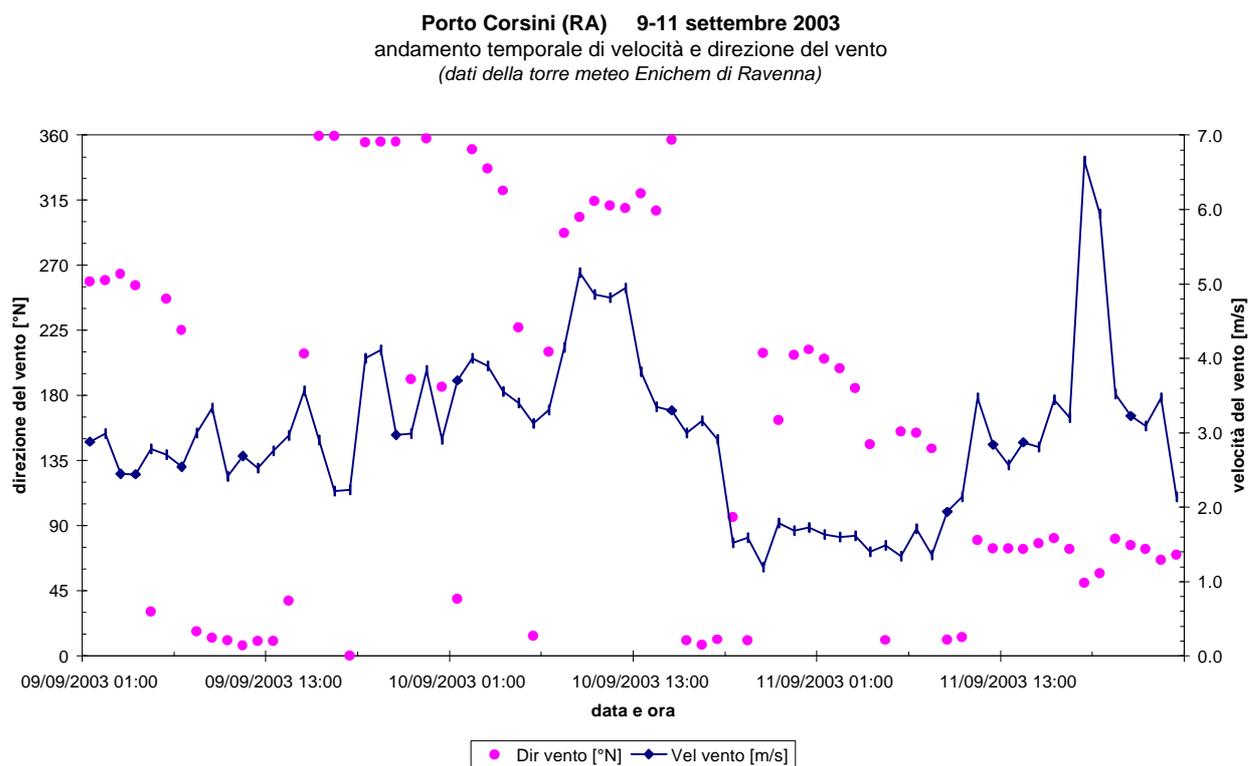


Fig. AII-24 Andamento temporale di direzione e velocità del vento registrati, nei giorni di esecuzione della campagna di rilievi idrologici, dalla torre meteo Enichem di Ravenna

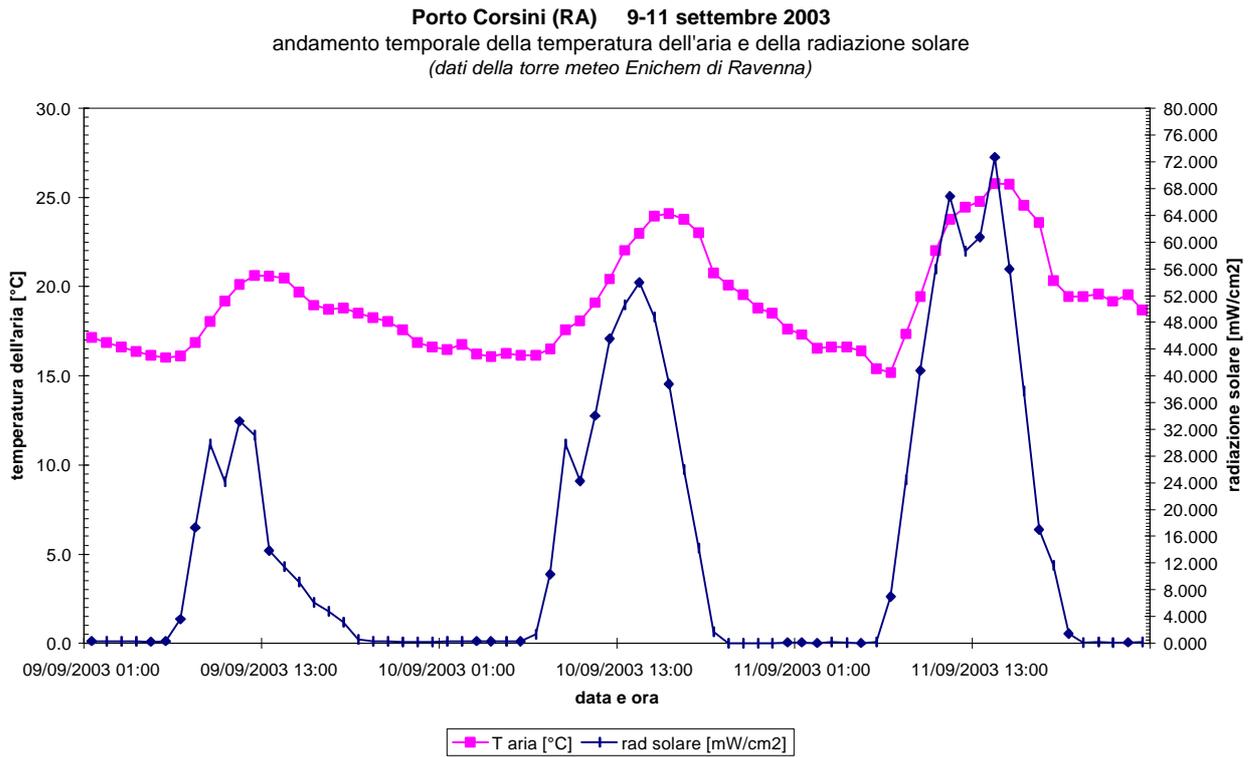


Fig. AII-25 Andamento temporale di temperatura dell'aria e irraggiamento solare registrati, nei giorni di esecuzione della campagna di rilievi idrologici, dalla torre meteo Enichem di Ravenna

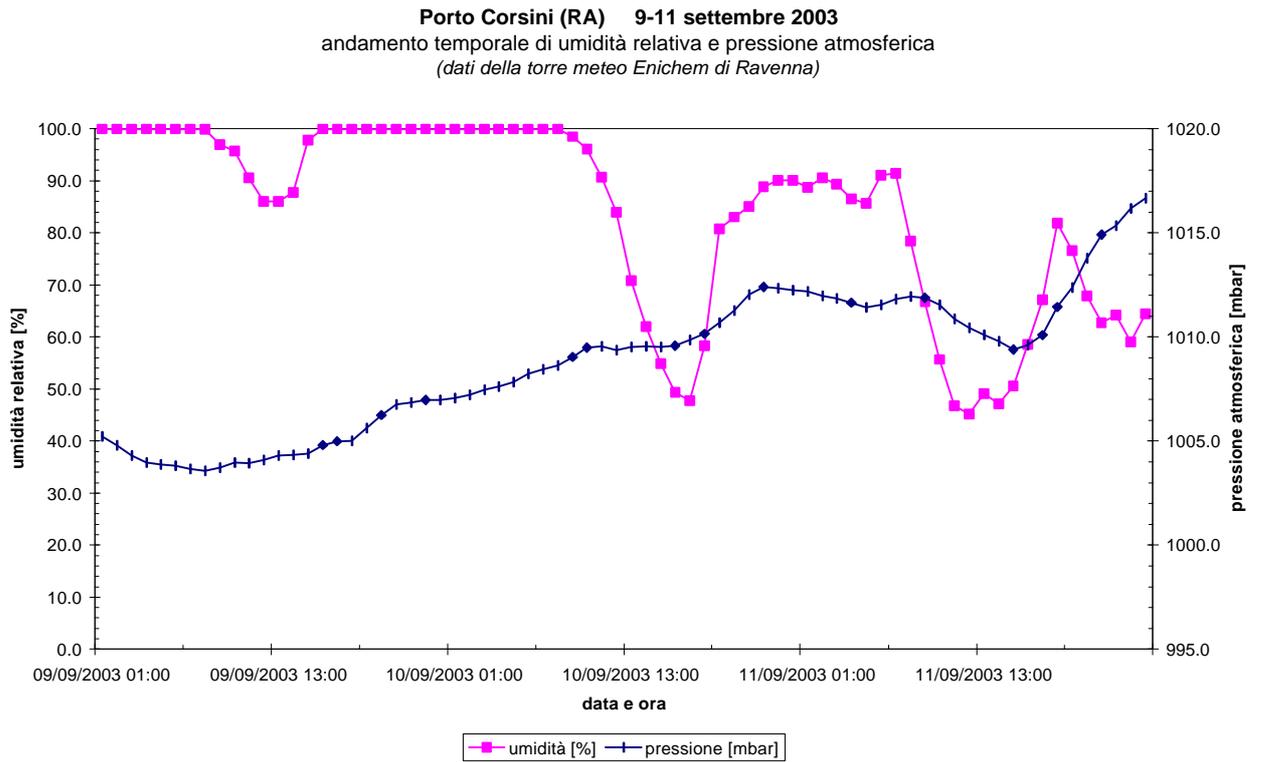


Fig. AII-26 Andamento temporale di umidità relativa e pressione atmosferica registrati, nei giorni di esecuzione della campagna di rilievi idrologici, dalla torre meteo Enichem di Ravenna

Pialassa Baiona - Porto Corsini (RA)
 9.9.03 - incremento termico con marea massima (ore 22.00)

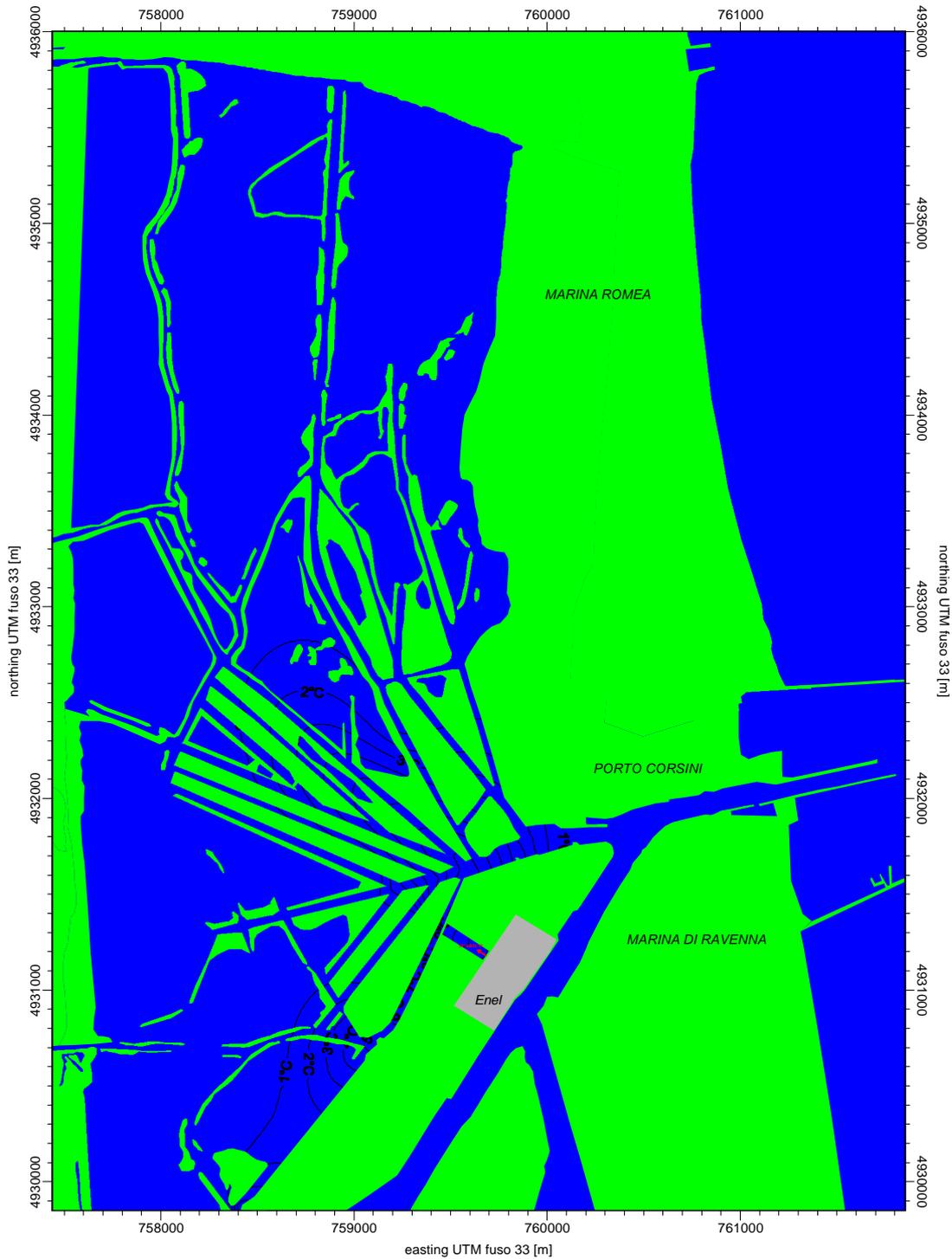


Fig. AII-27 Ricostruzione degli incrementi termici superficiali 2003-2001 nella Pialassa Baiona: 9.9.03, ore 22.00, fase di marea massima

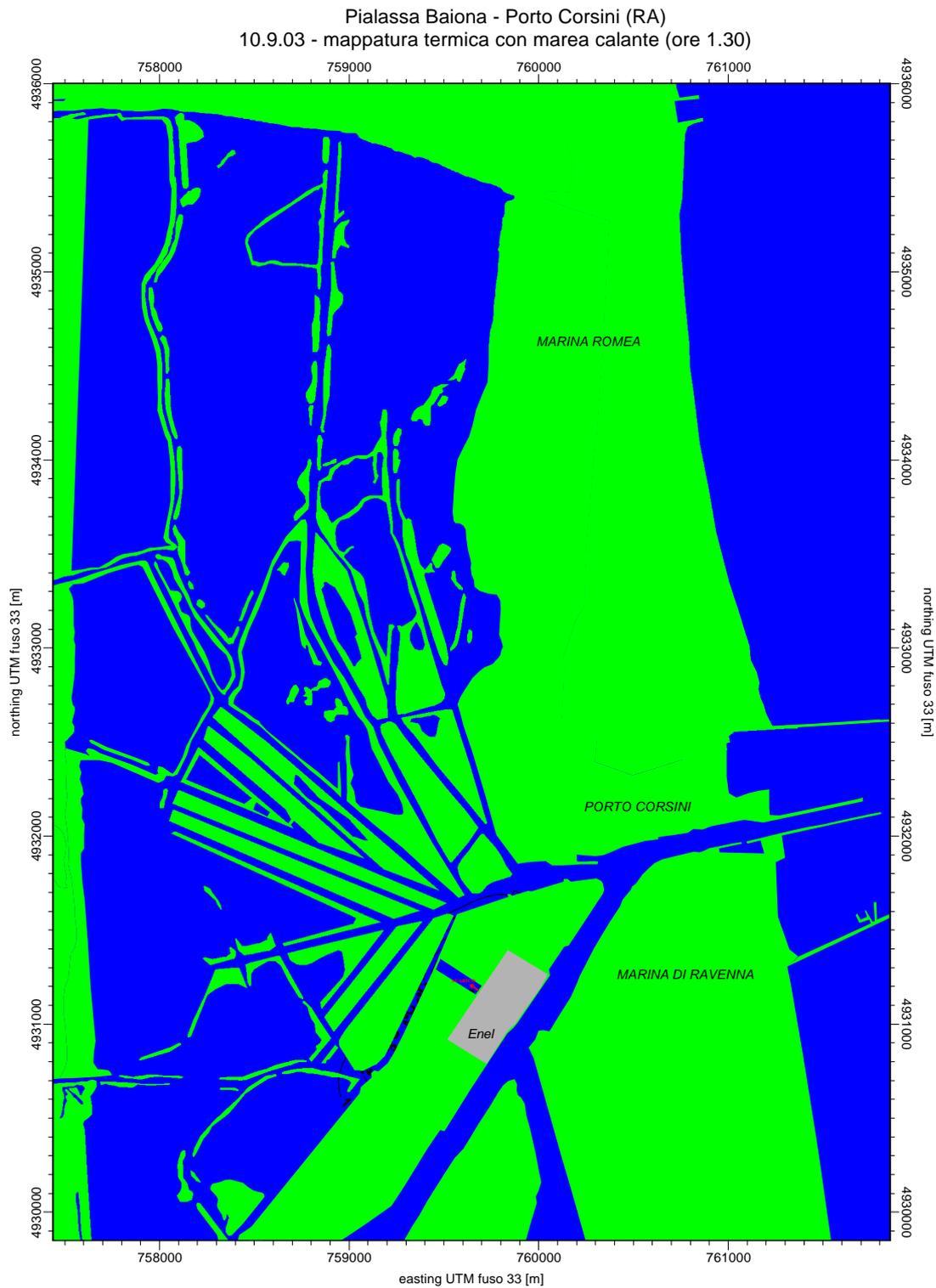


Fig. AII-28 Ricostruzione degli incrementi termici superficiali 2003-2001 nella Pialassa Baiona: 10.9.03, ore 1.30, fase di marea calante

Pialassa Baiona - Porto Corsini (RA)
 10.9.03 - mappatura termica con marea minima (ore 4.30)

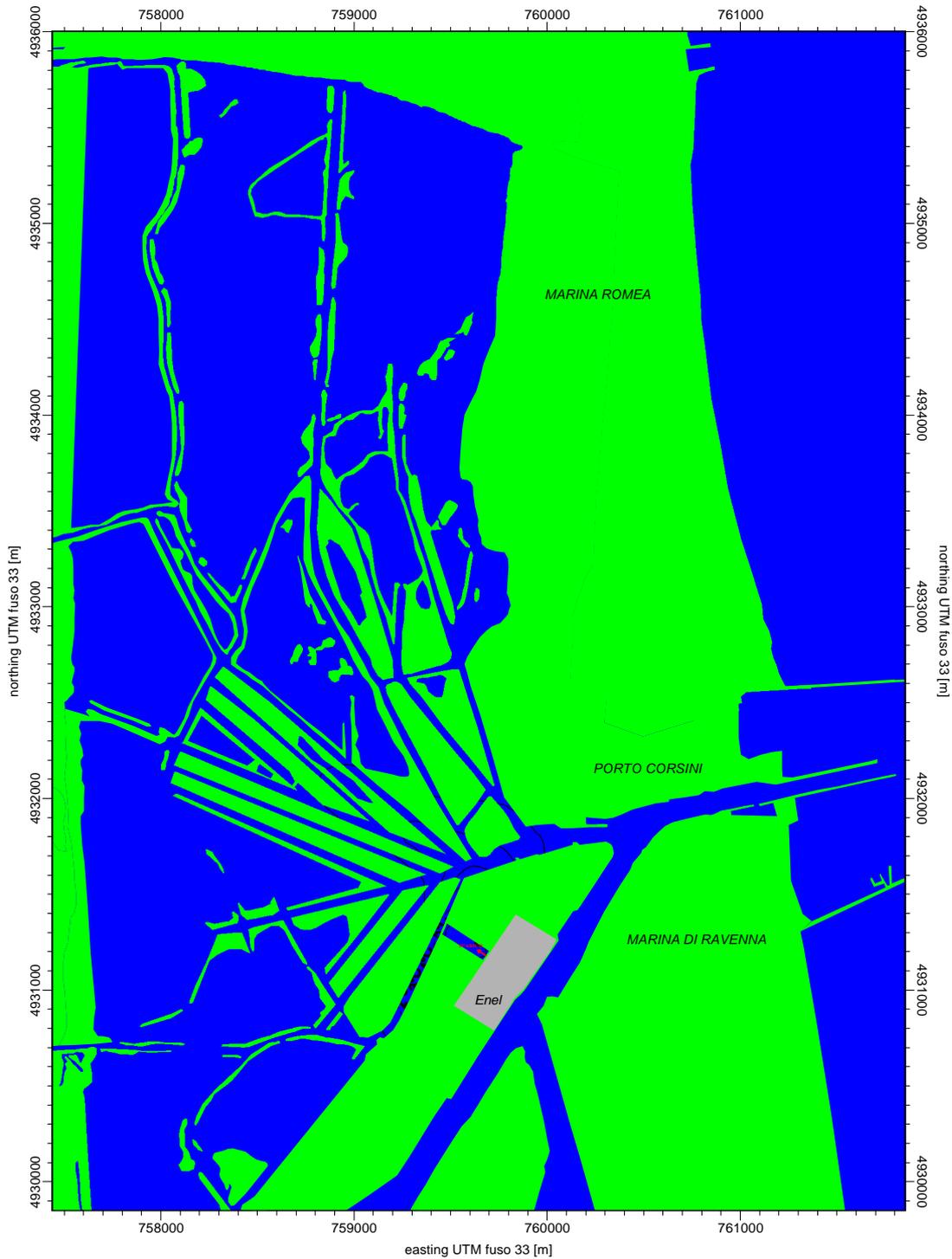


Fig. AII-29 Ricostruzione degli incrementi termici superficiali 2003-2001 nella Pialassa Baiona: 10.9.03, ore 4.30, fase di marea minima

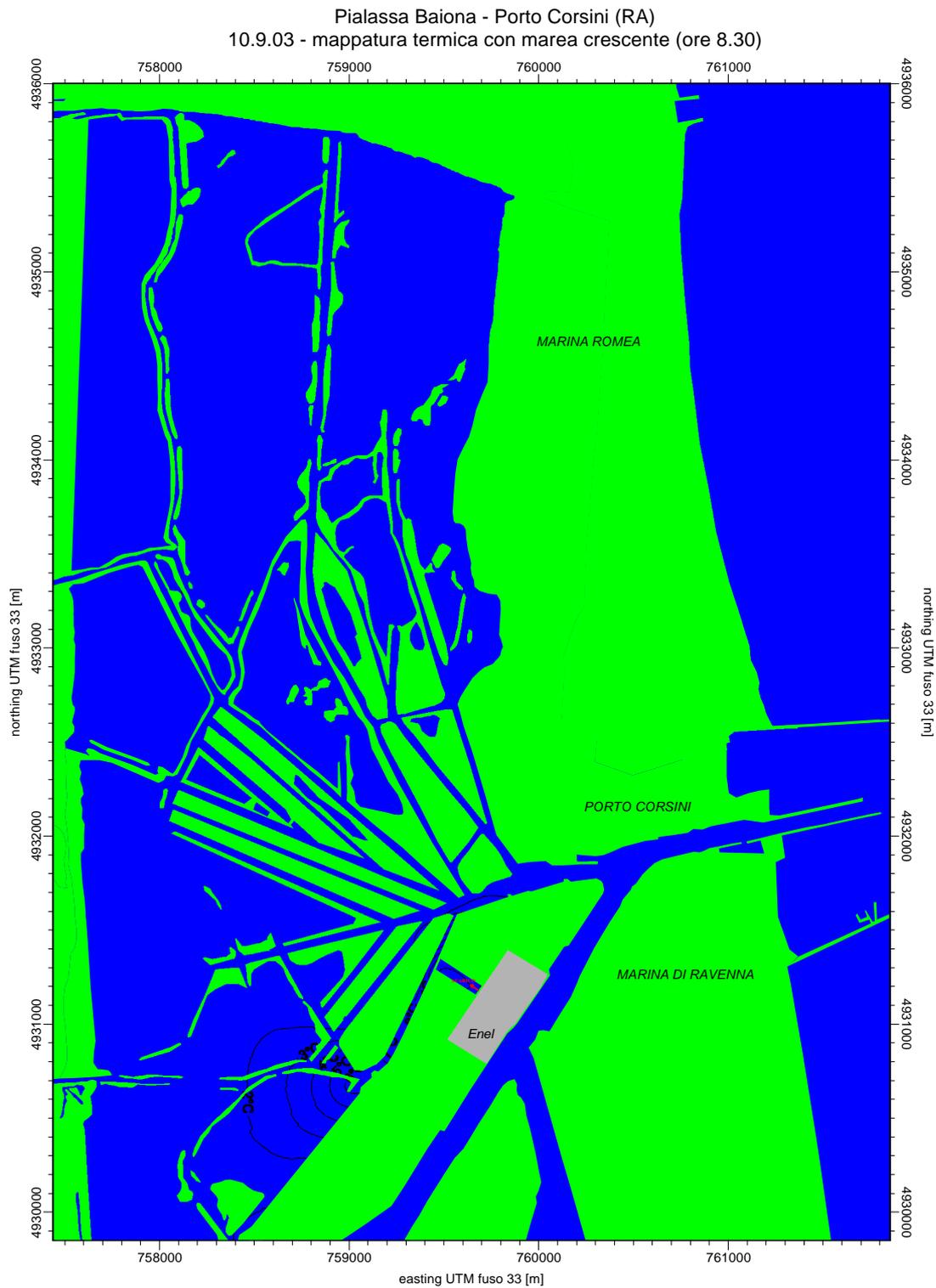


Fig. AII-30 Ricostruzione degli incrementi termici superficiali 2003-2001 nella Pialassa Baiona: 10.9.03, ore 8.30, fase di marea crescente

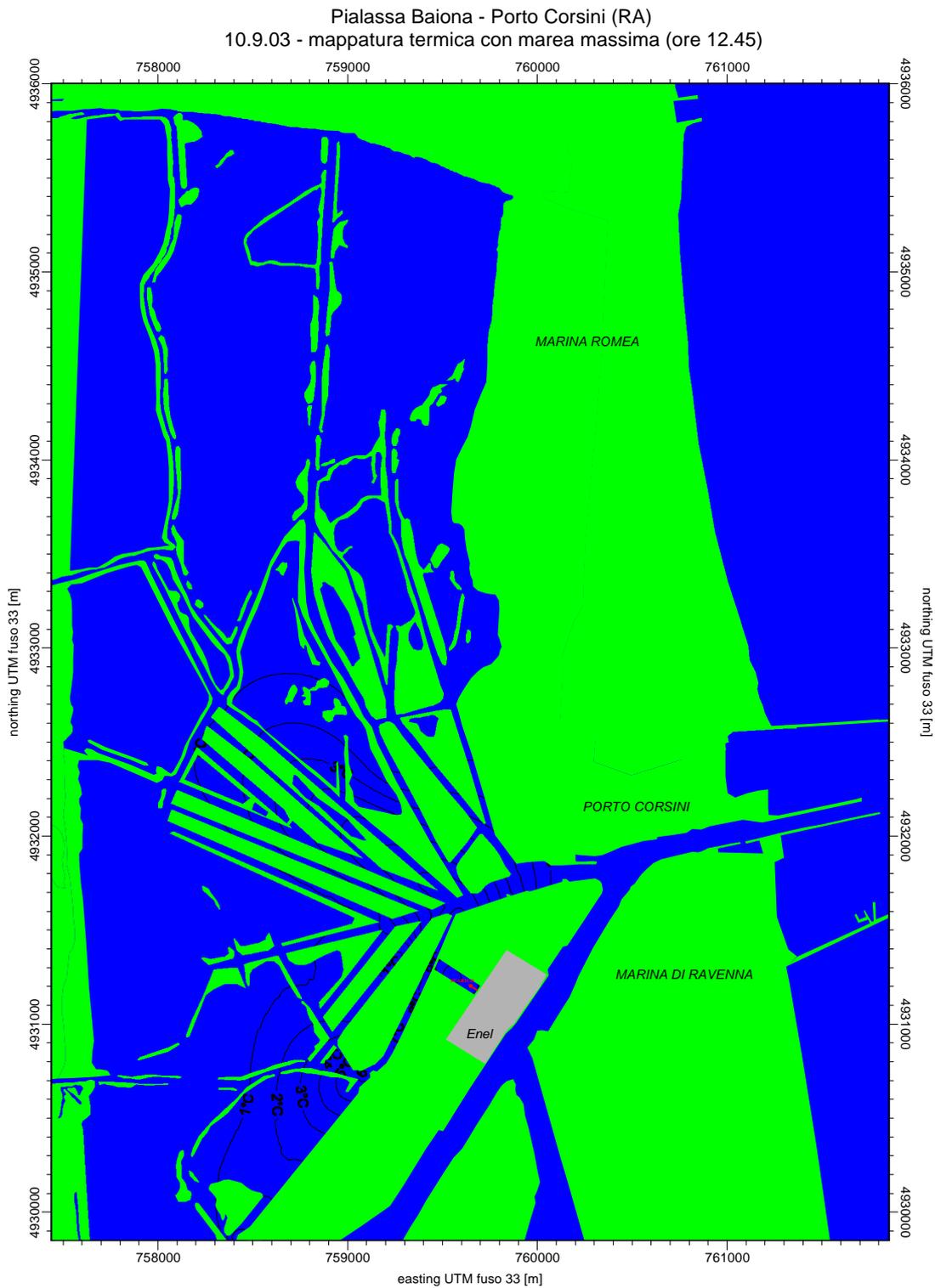


Fig. AII-31 Ricostruzione degli incrementi termici superficiali 2003-2001 nella Pialassa Baiona: 10.9.03, ore 12.45, fase di marea massima

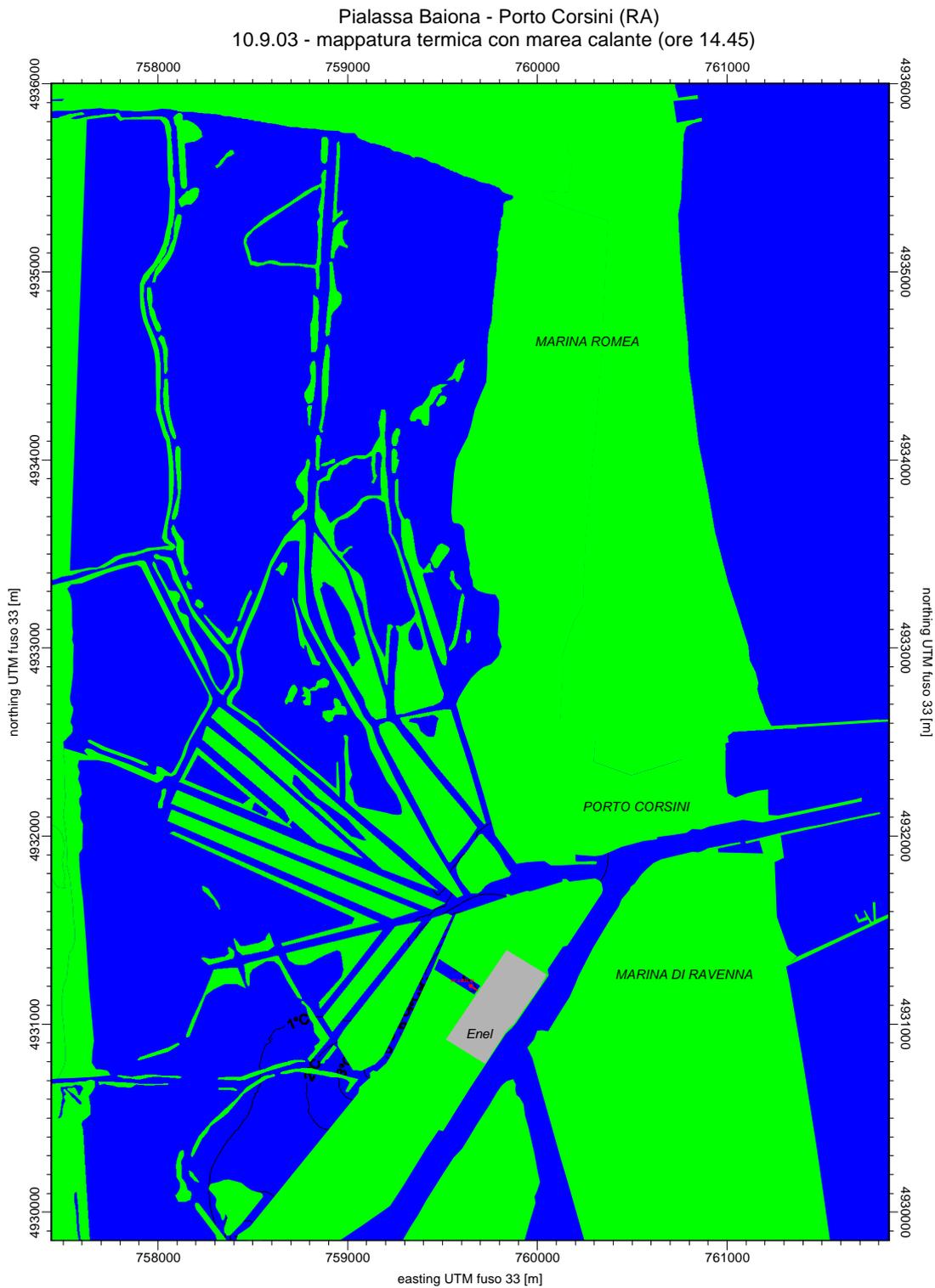


Fig. AII-32 Ricostruzione degli incrementi termici superficiali 2003-2001 nella Pialassa Baiona: 10.9.03, ore 14.45, fase di marea calante

Pialassa Baiona - Porto Corsini (RA)
 10.9.03 - mappatura termica con marea minima (ore 18.00)

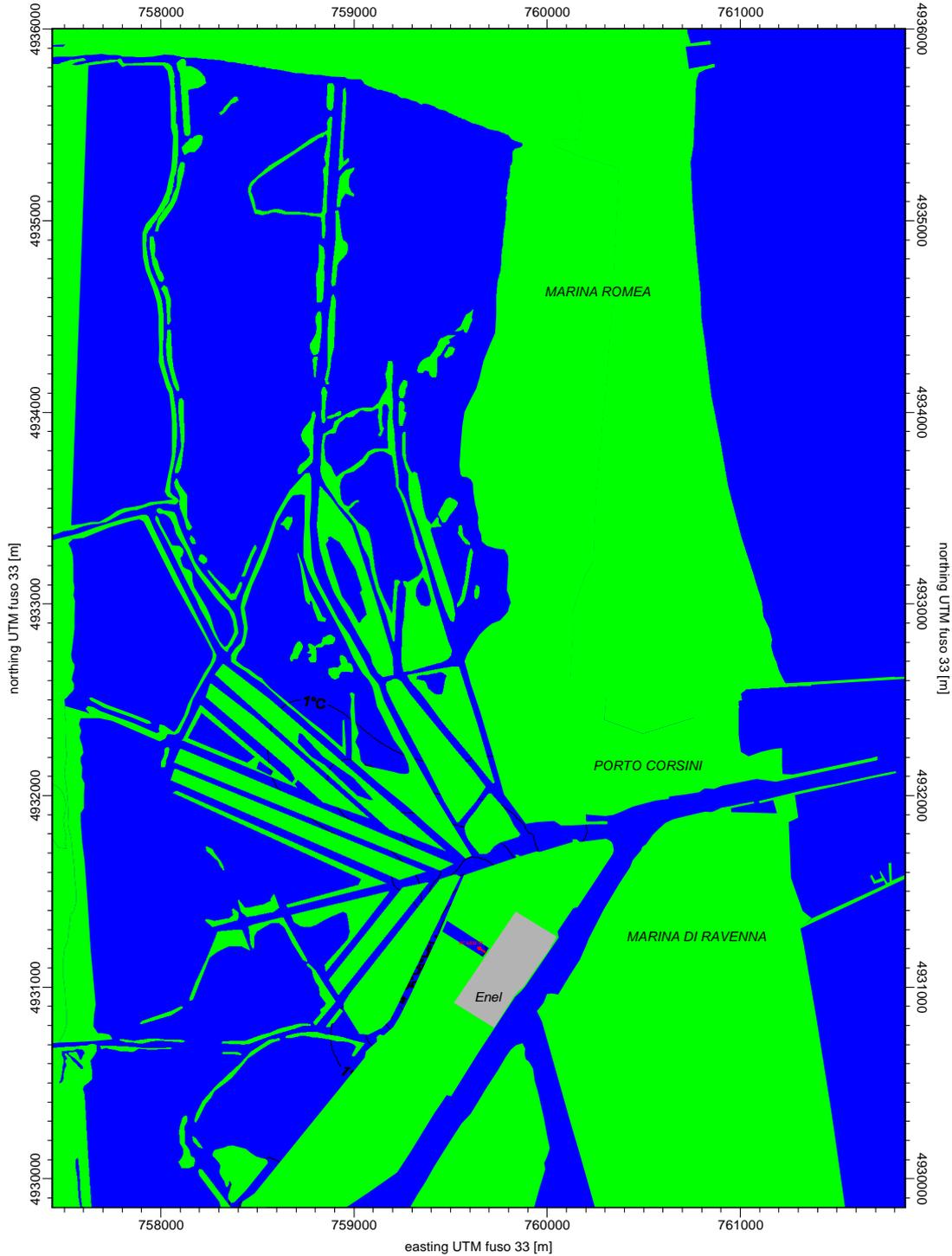


Fig. AII-33 Ricostruzione degli incrementi termici superficiali 2003-2001 nella Pialassa Baiona: 10.9.03, ore 18.00, fase di marea minima

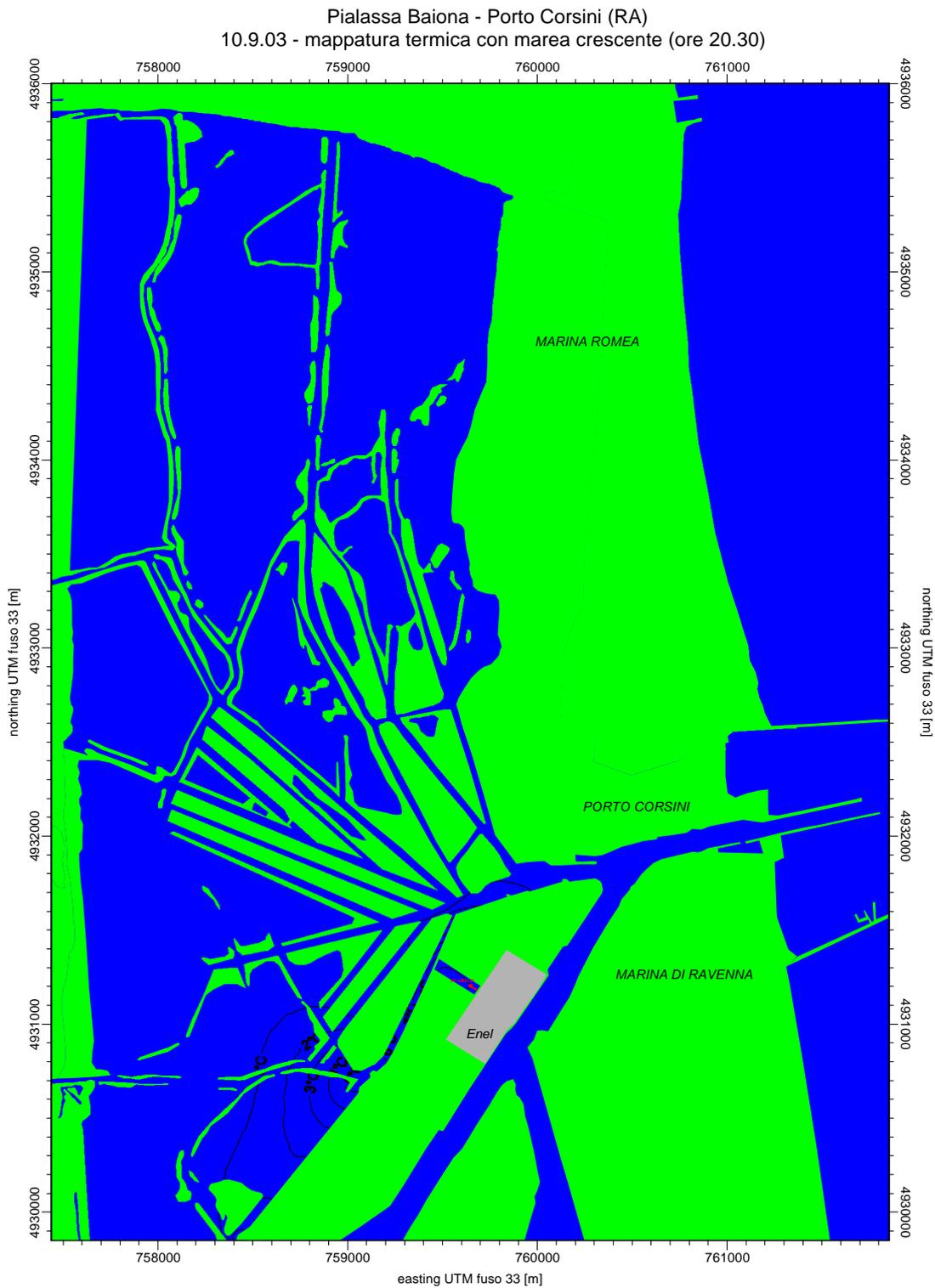


Fig. AII-34 Ricostruzione degli incrementi termici superficiali 2003-2001 nella Pialassa Baiona: 10.9.03, ore 20.30, fase di marea crescente

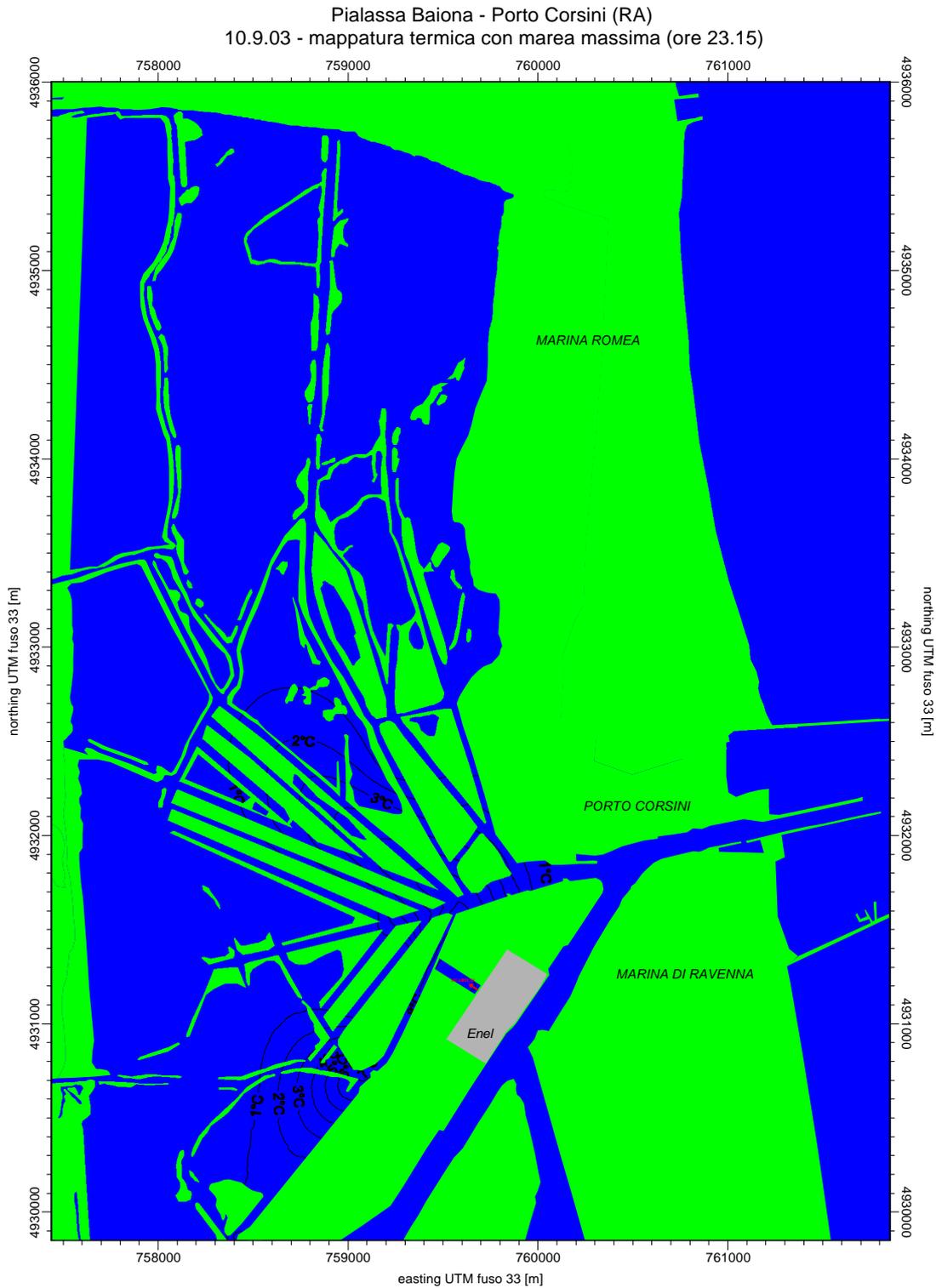


Fig. AII-35 Ricostruzione degli incrementi termici superficiali 2003-2001 nella Pialassa Baiona: 10.9.03, ore 23.15, fase di marea massima

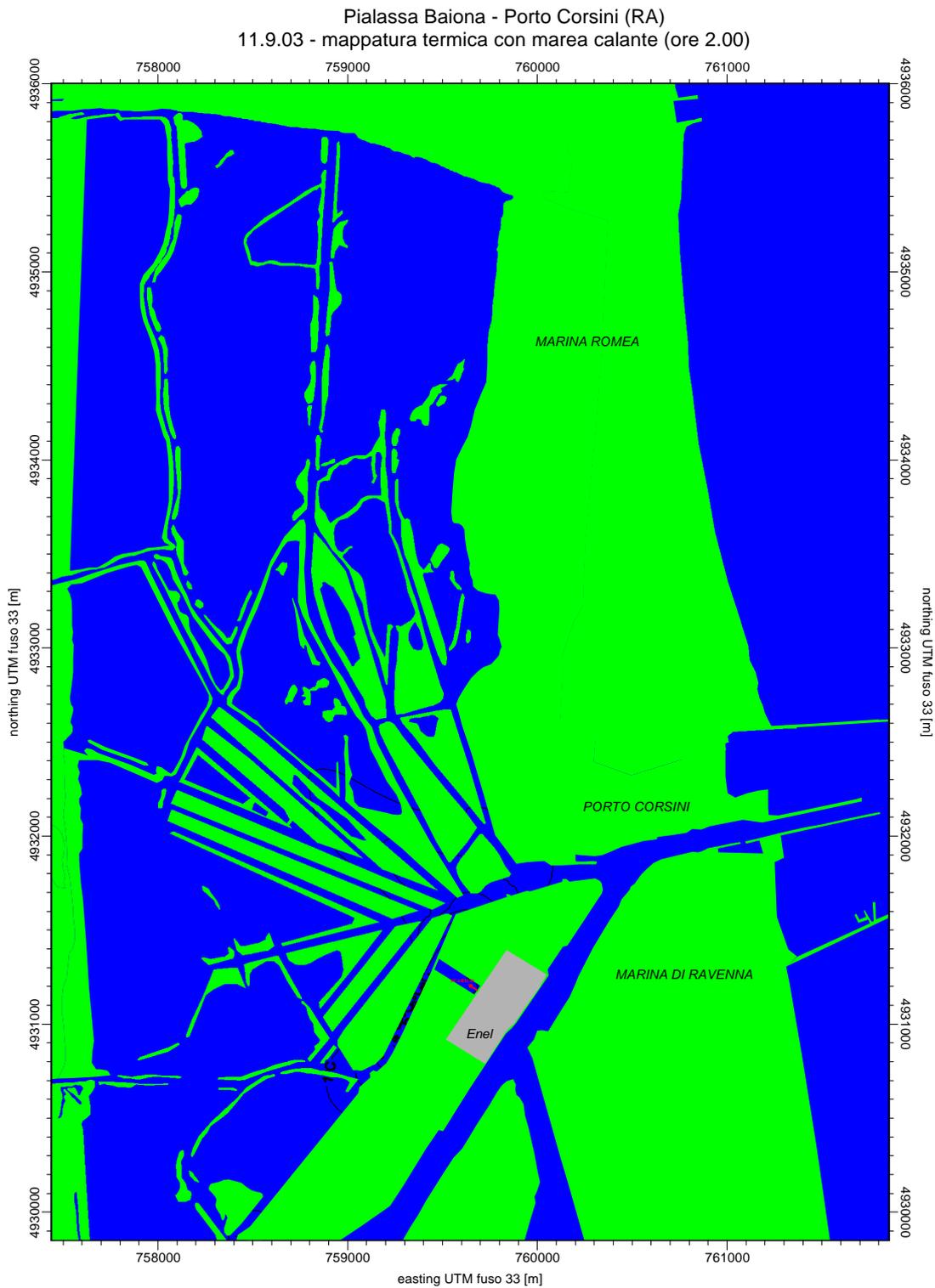


Fig. AII-36 Ricostruzione degli incrementi termici superficiali 2003-2001 nella Pialassa Baiona: 11.9.03, ore 2.00, fase di marea calante

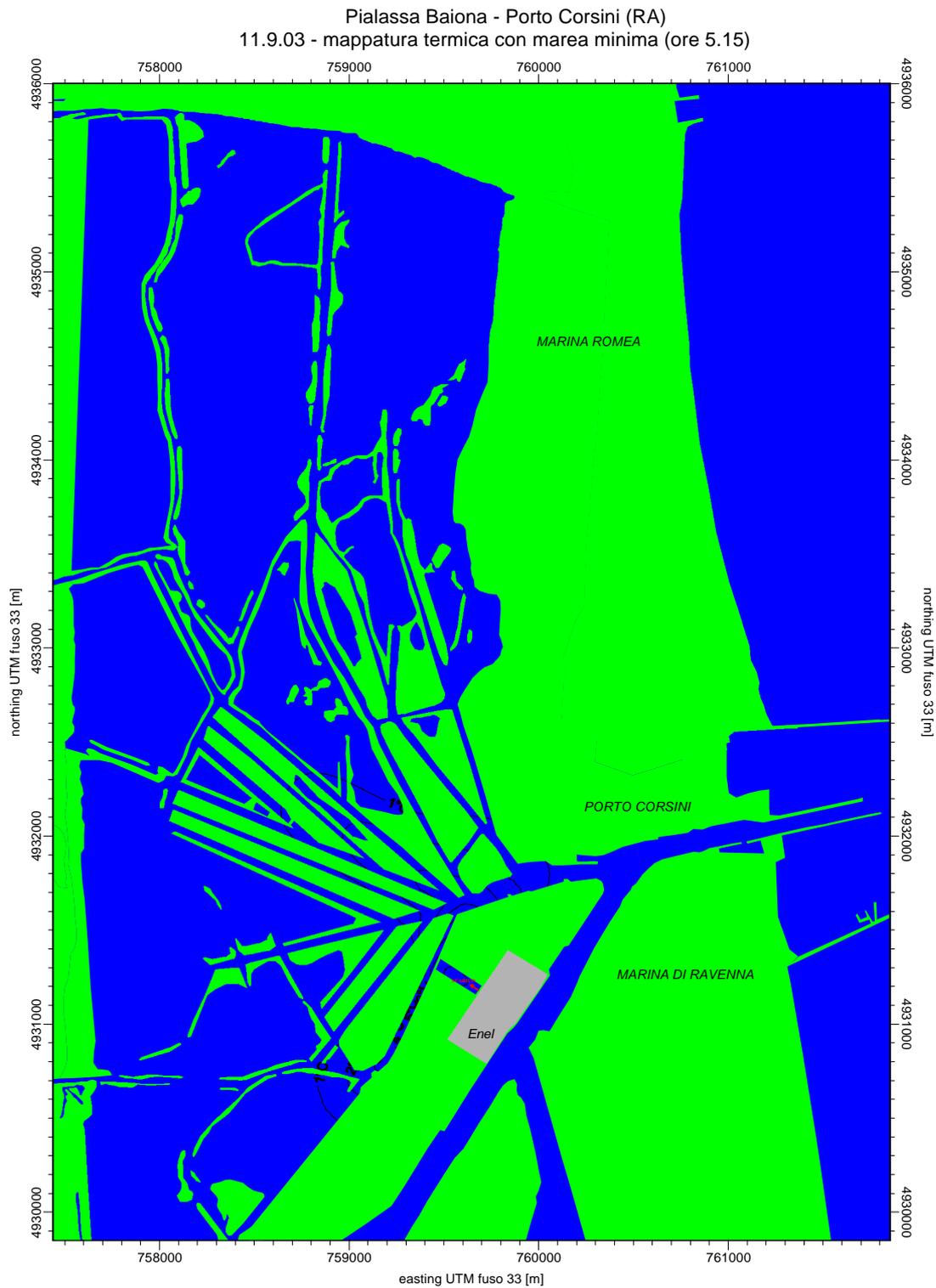


Fig. AII-37 Ricostruzione degli incrementi termici superficiali 2003-2001 nella Pialassa Baiona: 11.9.03, ore 5.15, fase di marea minima

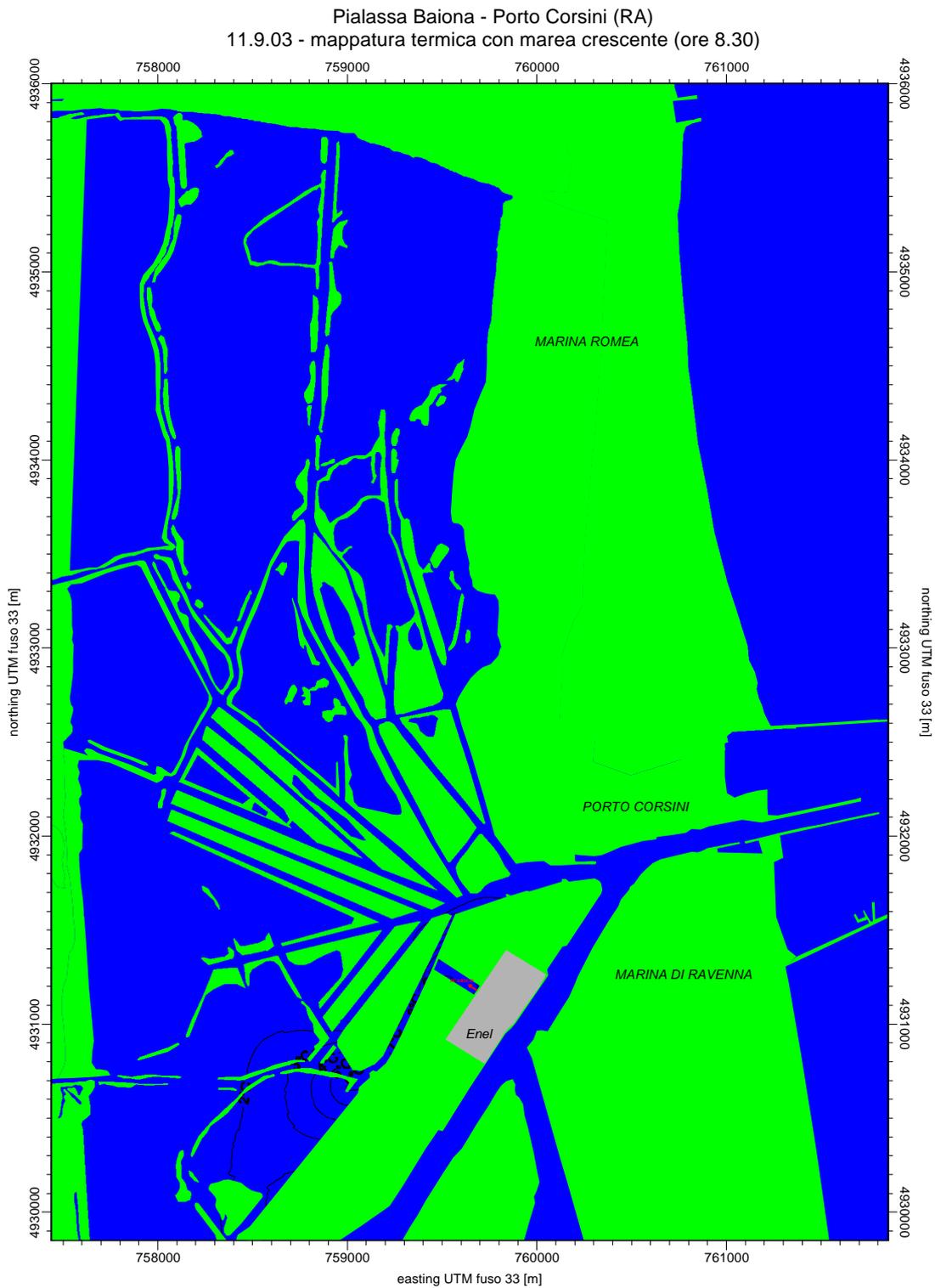


Fig. AII-38 Ricostruzione degli incrementi termici superficiali 2003-2001 nella Pialassa Baiona: 11.9.03, ore 8.30, fase di marea crescente

APPENDICE III

Analisi relative alla chimica del sedimento e delle acque nel 2001

Tab. AIII-I: Georeferenziazione delle stazioni di campionamento

Periodo di rilevazione	06-07/09/01
Sistema di coordinate	UTM ED50 32T
Base di riferimento	Reg. Emilia R.
Coordinate punto noto	44°30'07.85"N 11°20'26.78"E WGS 84

Le coordinate corrette dei punti acquisiti sono le seguenti:

Rilievo n°	File GPS	Stazione	Coordinata Nord	Coordinata Est
01	R090609A	STAZ.A	4930673	758973
02	R090613A	STAZ.4	4934126	758595
03	R090613B	STAZ.3	4935005	758454
04	R090709A	STAZ.6	4931676	757853
05	R090709B	STAZ.5	4931076	758616

Tab. AIII- II: Granulometria rilevata nelle 7 stazioni di campionamento rappresentanti le aree A e B.

Stazione	Scheletro	Sabbia grossa	Sabbia fine	Limo grosso	Limo fine	Argilla
	>2 mm	> 0,2 mm	>0,05 mm	>0,02 mm	>0,002 mm	<0,002 mm
	%	%	%	%	%	%
1	0	10,9	18,4	46,3	18,5	5,8
2	0	2,3	11,4	61,0	19,6	5,7
3	0	12,5	10,5	52,7	19,7	4,5
4	0	8,8	8,4	57,4	19,6	5,7
5	0	3,3	13,1	58,3	19,6	5,7
6	0	7,1	15,4	53,3	19,7	4,5
7	0	3,1	15,5	57,2	19,7	4,5

Tab. AIII-III: Andamento temporale dei parametri di qualità dell'acqua rilevati all'esterno della camera bentonica posizionata nell'area A

Data/ora	Temperatura °C	Conducibilità a 25°C µS/cm	Ossigeno disciolto mg/L	Ossigeno disciolto % saturaz.	Conc. ioni H+ pH	Pot. Redox Eh
04.09.01/15,00	24,8	45800	6,0	88,8	8,26	-
04.09.01/19,03	24,7	38300	4,3	63,5	8,27	135
05.09.01/12,08	22,4	46850	4,3	60,7	8,35	159
05.09.01/17,27	22,4	43260	6,5	91,8	8,10	158
06.09.01/11,38	20,5	36200	8,5	115,6	8,19	93
06.09.01/17,09	23,7	44080	12,9	187,0	8,39	88
07.09.01/11,00	22,4	47500	4,1	57,9	7,79	85
07.09.01/16,40	26,4	40600	9,6	146,5	8,13	89
08.09.01/10,30	25,2	42220	5,6	83,5	7,78	90

Tab. AIII-IV: Andamento temporale dei parametri di qualità dell'acqua rilevati all'interno della camera bentica posizionata nell'area A.

Data ora	Temperatura °C	Cond.25°C uS/cm	Oss. disc. mg/L	Conc. ioni H+ pH	Redox Eh
9/4/01 15.30	24,89	47198	6,24	8,23	59
9/4/01 16.00	24,92	47308	5,42	8,22	51
9/4/01 16.30	24,93	47298	5,06	8,21	49
9/4/01 17.00	24,94	47380	4,79	8,20	49
9/4/01 17.30	24,94	47428	4,58	8,19	49
9/4/01 18.00	24,92	47472	4,35	8,18	47
9/4/01 18.30	24,89	47504	4,09	8,16	45
9/4/01 19.00	24,89	47497	3,87	8,14	42
9/4/01 19.30	24,89	47506	3,84	8,14	43
9/4/01 20.00	24,89	47520	3,79	8,13	42
9/4/01 20.30	24,85	46173	3,73	8,13	41
9/4/01 21.00	24,82	45971	3,64	8,12	42
9/4/01 21.30	24,81	45101	3,25	8,11	40
9/4/01 22.00	24,78	44730	2,98	8,09	38
9/4/01 22.30	24,78	44617	2,91	8,08	36
9/4/01 23.00	24,80	44541	2,82	8,07	37
9/4/01 23.30	24,77	44867	2,67	8,06	34
9/5/01 0.00	24,76	45616	2,28	8,04	30
9/5/01 0.30	24,75	45938	1,95	8,01	28
9/5/01 1.00	24,71	46032	1,70	7,99	22
9/5/01 1.30	24,75	46252	1,58	7,98	19
9/5/01 2.00	24,69	46910	1,29	7,97	18
9/5/01 2.30	24,68	46937	1,15	7,96	16
9/5/01 3.00	24,63	46891	1,10	7,95	15
9/5/01 3.30	24,59	47008	1,05	7,94	13
9/5/01 4.00	24,54	46980	0,87	7,92	10
9/5/01 4.30	24,45	46865	0,86	7,92	10
9/5/01 5.00	24,34	46792	0,79	7,91	8
9/5/01 5.30	24,22	46729	0,85	7,91	5
9/5/01 6.00	24,08	46751	0,80	7,90	1
9/5/01 6.30	23,91	46849	0,94	7,90	3
9/5/01 7.00	23,61	46655	0,79	7,90	3
9/5/01 7.30	23,48	46514	0,78	7,88	1
9/5/01 8.00	23,53	46581	0,72	7,88	-1
9/5/01 8.30	23,56	46556	0,68	7,87	-6
9/5/01 9.00	23,50	46770	0,54	7,86	-9
9/5/01 9.30	23,44	46876	0,50	7,86	-5
9/5/01 10.00	23,39	46959	0,46	7,86	-3
9/5/01 10.30	23,35	46988	0,42	7,85	-4
9/5/01 11.00	23,30	46967	0,39	7,85	-2

Tab. AIII-IV: Continua.

Data ora	Temperatura °C	Cond.25°C uS/cm	Oss. disc. mg/L	Conc. ioni H+ pH	Redox Eh
9/5/01 11.30	23,28	46997	0,38	7,84	-8
9/5/01 12.00	23,27	47042	0,37	7,84	-18
9/5/01 12.30	23,27	47091	0,42	7,84	-21
9/5/01 13.00	23,29	47180	0,47	7,85	-22
9/5/01 13.30	23,37	47236	0,54	7,85	-19
9/5/01 14.00	23,38	47276	0,61	7,85	-17
9/5/01 14.30	23,37	47311	0,68	7,86	-15
9/5/01 15.00	23,42	47351	0,75	7,86	-13
9/5/01 15.30	23,47	47401	0,84	7,86	-12
9/5/01 16.00	23,53	47453	1,00	7,87	-9
9/5/01 16.30	23,55	47435	1,06	7,87	-6
9/5/01 17.00	23,60	47485	1,02	7,87	-6
9/5/01 17.30	23,61	46882	1,33	7,87	-4
9/5/01 18.00	23,59	46764	0,93	7,86	-4
9/5/01 18.30	23,56	46775	0,82	7,85	-9
9/5/01 19.00	23,54	46726	0,78	7,84	-11
9/5/01 19.30	23,59	46689	0,78	7,82	-10
9/5/01 20.00	23,63	46730	0,79	7,81	-6
9/5/01 20.30	23,65	46779	0,74	7,81	-3
9/5/01 21.00	23,66	46817	0,70	7,82	-7
9/5/01 21.30	23,66	46847	0,65	7,82	-10
9/5/01 22.00	23,63	46852	0,58	7,82	-12
9/5/01 22.30	23,59	46841	0,35	7,80	-22
9/5/01 23.00	23,57	46808	0,35	7,78	-28
9/5/01 23.30	23,54	46786	0,33	7,77	-23
9/6/01 0.00	23,51	46774	0,33	7,77	-26
9/6/01 0.30	23,47	46681	0,34	7,77	-28
9/6/01 1.00	23,40	46692	0,32	7,76	-29
9/6/01 1.30	23,33	46671	0,32	7,75	-32
9/6/01 2.00	23,27	46661	0,33	7,75	-38
9/6/01 2.30	23,20	46640	0,34	7,76	-41
9/6/01 3.00	23,15	46641	0,34	7,75	-43
9/6/01 3.30	23,08	46600	0,33	7,74	-45
9/6/01 4.00	22,98	46534	0,34	7,73	-49
9/6/01 4.30	22,87	46520	0,34	7,74	-51
9/6/01 5.00	22,71	46403	0,34	7,73	-55
9/6/01 5.30	22,56	46286	0,36	7,73	-55
9/6/01 6.00	22,37	46247	0,35	7,74	-59
9/6/01 6.30	22,21	46166	0,33	7,73	-59
9/6/01 7.00	22,07	46218	0,32	7,74	-59
9/6/01 7.30	21,93	45928	0,38	7,73	-58
9/6/01 8.00	21,83	46170	0,44	7,75	-51
9/6/01 8.30	21,78	46467	0,56	7,76	-43

Tab. AIII-IV: Continua.

Data ora	Temperatura °C	Cond.25°C uS/cm	Oss. disc. mg/L	Conc. ioni H+ pH	Redox Eh
9/6/01 9.00	21,74	46600	0,73	7,77	-36
9/6/01 9.30	21,73	46707	0,85	7,79	-30
9/6/01 10.00	21,72	46776	0,97	7,80	-24
9/6/01 10.30	21,72	46799	1,06	7,81	-19
9/6/01 11.00	21,78	46809	1,20	7,82	-15
9/6/01 11.30	21,81	46454	1,28	7,83	-12
9/6/01 12.00	21,93	46520	1,31	7,83	-9
9/6/01 12.30	22,07	46705	1,37	7,84	-7
9/6/01 13.00	22,20	46826	1,44	7,85	-5
9/6/01 13.30	22,33	46896	1,57	7,86	-3
9/6/01 14.00	22,46	46969	1,64	7,87	-1
9/6/01 14.30	22,59	47005	1,79	7,88	2
9/6/01 15.00	22,75	47058	1,90	7,89	4
9/6/01 15.30	22,93	47100	2,07	7,90	7
9/6/01 16.00	23,08	47114	2,28	7,92	9
9/6/01 16.30	23,23	47130	2,57	7,94	12
9/6/01 17.00	23,34	47146	2,72	7,95	14
9/6/01 17.30	23,41	46647	2,80	7,95	16
9/6/01 18.00	23,47	46497	2,94	7,96	18
9/6/01 18.30	23,50	46395	2,83	7,96	18
9/6/01 19.00	23,51	46102	2,61	7,95	19
9/6/01 19.30	23,63	46123	2,19	7,92	18
9/6/01 20.00	23,91	46370	2,32	7,90	15
9/6/01 20.30	24,19	46791	2,00	7,88	13
9/6/01 21.00	24,40	47163	1,53	7,84	11
9/6/01 21.30	24,56	47657	1,31	7,82	8
9/6/01 22.00	24,61	47986	1,27	7,81	3
9/6/01 22.30	24,65	47973	1,24	7,80	-2
9/6/01 23.00	24,62	49030	1,20	7,83	-1
9/6/01 23.30	24,57	48043	1,15	7,83	0
9/7/01 0.00	24,49	48030	1,14	7,83	1
9/7/01 0.30	24,40	47994	1,12	7,84	2
9/7/01 1.00	24,33	47947	1,10	7,83	1
9/7/01 1.30	24,25	47931	1,04	7,83	1
9/7/01 2.00	24,19	47923	1,04	7,82	-1
9/7/01 2.30	24,18	47864	1,01	7,80	-2
9/7/01 3.00	24,18	47853	1,25	7,81	-6
9/7/01 3.30	24,16	47852	1,16	7,81	-9
9/7/01 4.00	24,13	47825	1,11	7,80	-9
9/7/01 4.30	24,13	47828	1,14	7,79	-11
9/7/01 5.00	24,13	47886	1,00	7,79	-11
9/7/01 5.30	24,10	47919	1,00	7,83	-6
9/7/01 6.00	24,02	47693	0,91	7,82	-4

Tab. AIII-IV: Continua. Nella prima mattinata del 07.09.2001 (verso le ore 8,00) un spostamento della camera bentica provoca anomali variazioni dei parametri osservati; di conseguenza dalle ore 8,00 le misure effettuate non vengono ritenute valide.

Data ora	Temperatura	Cond.25°C	Oss. disc.	Conc. ioni H+	Redox
	°C	uS/cm	mg/L	pH	Eh
9/7/01 6.30	23,89	47358	0,90	7,81	-3
9/7/01 7.00	23,79	47243	0,78	7,79	-5
9/7/01 7.30	23,83	47233	0,84	7,78	-7
9/7/01 8.00	23,93	47266	0,87	7,79	-10
9/7/01 8.30	24,06	46602	1,10	7,81	-7
9/7/01 9.00	24,19	47083	1,09	7,82	-2
9/7/01 9.30	24,28	46946	1,52	7,82	-5
9/7/01 10.00	24,38	47052	1,85	7,85	3
9/7/01 10.30	24,49	47266	2,42	7,89	12
9/7/01 11.00	24,56	46288	2,95	7,93	19
9/7/01 11.30	24,60	46498	3,44	7,96	24
9/7/01 12.00	24,63	46599	4,08	8,00	29
9/7/01 12.30	24,67	46625	4,63	8,04	33
9/7/01 13.00	24,71	46663	5,23	8,08	37
9/7/01 13.30	24,74	46692	5,79	8,11	42
9/7/01 14.00	24,79	46719	6,23	8,15	45
9/7/01 14.30	24,83	46739	6,93	8,18	47
9/7/01 15.00	24,86	46745	7,46	8,21	50
9/7/01 15.30	24,88	46743	7,83	8,22	52
9/7/01 16.00	24,94	46762	8,24	8,24	53
9/7/01 16.30	25,04	46778	9,06	8,27	56
9/7/01 17.00	25,22	46959	9,55	8,30	58
9/7/01 17.30	25,38	46990	9,64	8,32	60
9/7/01 18.00	25,47	46955	10,93	8,35	62
9/7/01 18.30	25,52	46897	10,91	8,37	64
9/7/01 19.00	25,54	46829	11,18	8,39	66
9/7/01 19.30	25,55	46677	11,25	8,39	67
9/7/01 20.00	25,71	46612	8,80	8,36	68
9/7/01 20.30	25,89	46556	9,21	8,34	66
9/7/01 21.00	26,07	46570	10,07	8,32	63
9/7/01 21.30	26,20	46631	9,58	8,28	64
9/7/01 22.00	26,30	46733	8,77	8,25	63
9/7/01 22.30	26,37	47160	7,62	8,23	62
9/7/01 23.00	26,36	47404	7,89	8,20	61
9/7/01 23.30	26,30	47385	7,92	8,23	60
9/8/01 0.00	26,18	47291	8,20	8,21	67
9/8/01 0.30	26,02	47120	8,50	8,23	69
9/8/01 1.00	25,84	47006	7,91	8,24	71
9/8/01 1.30	25,70	46947	7,32	8,21	67
9/8/01 2.00	25,58	46967	7,31	8,20	61
9/8/01 2.30	25,46	46851	7,36	8,21	60
9/8/01 3.00	25,35	46806	6,70	8,19	60
9/8/01 3.30	25,26	46840	7,17	8,21	60

Tab. AIII-IV: Continua.

Data ora	Temperatura	Cond.25°C	Oss. disc.	Conc. ioni H+	Redox
	°C	uS/cm	mg/L	pH	Eh
9/8/01 4.00	25,16	46853	7,31	8,20	60
9/8/01 4.30	25,10	46869	5,41	8,20	59
9/8/01 5.00	25,01	46849	6,28	8,20	59
9/8/01 5.30	24,91	46793	5,59	8,17	58
9/8/01 6.00	24,83	46816	6,40	8,18	58
9/8/01 6.30	24,74	46452	5,40	8,16	58
9/8/01 7.00	24,65	46235	4,89	8,14	58
9/8/01 7.30	24,58	46166	5,11	8,10	56
9/8/01 8.00	24,48	46153	4,82	8,08	55
9/8/01 8.30	24,65	46372	5,04	8,09	54
9/8/01 9.00	24,83	46693	5,97	8,10	53
9/8/01 9.30	25,01	46899	5,21	8,12	52
9/8/01 10.00	25,16	47014	5,93	8,13	54
9/8/01 10.30	25,25	47026	7,00	8,17	57

Tab. AIII-V: Andamento temporale dei parametri di qualità dell'acqua rilevati all'esterno della camera bentica posizionata nell'area B

Data/ora	Temperatura °C	Conducibilità a 25°C µS/cm	Ossigeno disciolto mg/L	Ossigeno disciolto % saturaz.	Conc. ioni H+ pH	Pot. Redox Eh
04.09.01/20,18	22,2	47890	2,5	34,97	7,77	159
05.09.01/11,10	19,5	48900	2,9	38,67	7,47	115
05.09.01/18,45	20,5	48485	6,9	87,89	7,87	120
06.09.01/10,30	19,3	49000	4,7	62,01	7,71	135
06.09.01/18,05	22,3	48580	11,7	163,99	8,17	88
07.09.01/10,00	19,6	48400	4,5	59,74	7,77	90
07.09.01/17,30	22,8	48300	10,5	148,62	8,18	89
08.09.01/9,00	20,2	48550	2,0	26,88	7,55	90

Tab. AIII-VI: Andamento temporale dei parametri di qualità dell'acqua rilevati all'interno della camera bentica posizionata nell'area B

Data	Ora misura	Temp. °C	Cond.25°C µS	Salinità ‰	Ossigeno disc. mg/l O2	Conc ioni H+ pH	Redox Eh
04/09/01	13,00	22,8	46965	30,4	3,4	7,55	
	13,30	22,7	48677	31,6	1,1	7,45	39
	14,00	22,7	48761	31,6	1,0	7,41	56
	14,30	22,8	48701	31,6	0,8	7,39	69
	15,00	22,8	48725	31,6	0,8	7,39	75
	15,30	22,8	48745	31,6	0,6	7,37	77
	16,00	22,8	48772	31,7	0,4	7,36	81
	16,30	22,8	48792	31,7	0,4	7,34	83
	17,00	22,8	48816	31,7	0,3	7,33	68
	17,30	22,9	48737	31,7	0,3	7,33	68
	18,00	22,9	48756	31,7	0,2	7,32	79
	18,30	22,9	48763	31,7	0,1	7,31	79
	19,00	22,9	48772	31,7	0,1	7,31	79
	19,30	22,9	48768	31,7	0,1	7,30	72
	20,00	22,9	48756	31,7	0,1	7,30	46

Data	Ora misura	Temp. °C	Cond.25°C µS	Salinità ‰	Ossigeno disc. mg/l O2	Conc ioni H+ pH	Redox Eh
05/09/01	11,10	21,2	49453	32,1	0,1	7,13	-71
	11,40	21,1	49525	32,1	0,1	7,12	-83
	12,10	21,1	49509	32,1	0,1	7,12	-86
	12,40	21,1	49509	32,1	0,1	7,11	-87
	13,10	21,1	49563	32,1	0,1	7,11	-89
	13,40	21,2	49495	32,1	0,1	7,10	-90
	14,10	21,2	49535	32,1	0,1	7,11	-91
	14,40	21,3	49475	32,1	0,1	7,10	-93
	15,10	21,3	49537	32,1	0,1	7,10	-94
	15,40	21,4	49497	32,1	0,1	7,10	-96
	16,10	21,5	49453	32,1	0,1	7,11	-97
	16,40	21,5	49491	32,1	0,1	7,10	-99
	15,10	21,5	49544	32,1	0,1	7,10	-101
	17,40	21,6	49446	32,1	0,1	7,11	-102
	18,10	21,6	49442	32,1	0,1	7,11	-104

Tab. AIII-VI: Continua

Data	Ora misura	Temp.	Cond.25°C	Salinità	Ossigeno disc.	Conc ioni H+	Redox
		°C	µS	‰	mg/l O2	pH	Eh
06/09/01	10,30	20,1	49632	32,2	0,1	7,00	-73
	11,00	20,2	49623	32,2	0,1	6,97	-109
	11,30	20,3	49682	32,2	0,1	6,97	-124
	12,00	20,5	49629	32,2	0,1	6,96	-131
	12,30	20,7	49586	32,2	0,1	6,96	-137
	13,00	20,8	49646	32,2	0,1	6,96	-145
	13,30	21,0	49585	32,2	0,1	6,96	-153
	14,00	21,1	49620	32,2	0,1	6,95	-160
	14,30	21,2	49638	32,2	0,1	6,95	-163
	15,00	21,4	49534	32,2	0,1	6,95	-166
	15,30	21,5	49535	32,2	0,1	6,95	-168
	16,00	21,5	49604	32,2	0,1	6,95	-169
	16,30	21,5	49625	32,2	0,1	6,94	-172
	17,00	21,6	49520	32,2	0,1	6,95	-174
	17,30	21,6	49540	32,2	0,1	6,94	-176
Data	Ora misura	Temp.	Cond.25°C	Salinità	Ossigeno disc.	Conc ioni H+	Redox
		°C	µS	‰	mg/l O2	pH	Eh
07/09/01	10,00	20,8	49627	32,2	0,1	6,86	-179
	10,30	20,8	49701	32,2	0,1	6,86	-179
	11,00	20,9	49715	32,2	0,1	6,86	-179
	11,30	21,1	49632	32,2	0,1	6,86	-179
	12,00	21,2	49692	32,2	0,1	6,85	-179
	12,30	21,4	49633	32,2	0,1	6,85	-180
	13,00	21,6	49581	32,2	0,1	6,85	-180
	13,30	21,7	49634	32,2	0,1	6,85	-180
	14,00	21,9	49578	32,2	0,1	6,85	-180
	14,30	22,0	49566	32,2	0,1	6,85	-181
	15,00	22,1	49553	32,2	0,1	6,84	-182
	15,30	22,1	49589	32,2	0,1	6,84	-183
	16,00	22,2	49560	32,2	0,1	6,84	-182
	16,30	22,3	49519	32,2	0,1	6,83	-183
	17,00	22,3	49604	32,2	0,1	6,83	-183

Tab.AIII-VII: Concentrazione di nutrienti e metalli in acqua all'interno ed all'esterno delle camere bentiche posizionate nell'area A e B

Staz: A interna

inizio: 4-9-2001

ore inizio: 15,00

ore prelievo	P-PO4 mg/l P	P tot. mg/l P	Nitrati mg/l N-NO3	Nitriti mg/l N-NO2	Ammonio mg/l N-NH4	Sol.sosp. mg/l	Ferro µg/L	Manganese µg/L	Arsenico µg/L	Mercurio µg/L
0,00	0,044	0,148	0,22	0,084	0,50	27,9	100	38	65,1	<0,1
4,03	0,052	0,178	0,16	0,071	0,64	34,5	374	50,2	76,1	<0,1
21,08	0,107	0,135	0,04	0,037	0,93	18,0	237	67,1	63,1	<0,1
26,27	0,110	0,126	0,05	0,036	1,10	13,8	186	69,3	64	0,2
50,38	0,138	0,243	<0,01	0,025	1,25	20,6	196	100	74,6	0,2
56,09	0,075	0,161	<0,01	0,055	1,10	28,1	200	78,2	70,1	0,3
68,00	0,014	0,244	<0,01	0,034	0,84	23,4	213	115	73,3	<0,1
73,40	0,035	0,218	<0,01	0,057	0,31	16,2	165	74,4	72,1	<0,1
91,30	0,005	0,214	0,01	0,091	0,14	28,4	158	53,7	74,4	<0,1

STAZ: A esterna

ore prelievo	P-PO4 mg/l P	P tot. mg/l P	Nitrati mg/l N-NO3	Nitriti mg/l N-NO2	Ammonio mg/l N-NH4	Sol.sosp. mg/l	Ferro µg/L	Manganese µg/L	Arsenico µg/L	Mercurio µg/L
0,00	0,044	0,148	0,220	0,084	0,50	27,9	100	38	65,1	<0,1
4,03	0,169	0,255	0,900	0,180	1,40	13,0	256	38,3	62,8	<0,1
21,08	0,052	0,135	0,130	0,049	0,59	20,9	266	37	68,6	<0,1
26,27	0,032	0,107	0,290	0,072	0,78	25,5	304	40,9	67,4	0,2
50,38	0,019	0,189	0,330	0,087	0,73	18,6	233	37,6	48,9	0,3
56,09	0,020	0,178	0,410	0,105	0,60	12,9	144	30,5	71,1	<0,1
68,00	0,153	0,244	0,990	0,110	0,95	21,2	232	41,4	69,6	<0,1
73,40	0,147	0,217	1,180	0,120	1,35	10,1	268	46,5	71,4	<0,1
91,30	0,162	0,261	1,280	0,175	1,80	22,7	308	45	68,9	<0,1

Staz: B interna

inizio: 4-9-2001

ore inizio: 15,00

ore prelievo	P-PO4 mg/l P	P tot. mg/l P	Nitrati mg/l N-NO3	Nitriti mg/l N-NO2	Ammonio mg/l N-NH4	Sol.sosp. mg/l	Ferro µg/L	Manganese µg/L	Arsenico µg/L	Mercurio µg/L
0,00	0,024	0,143	<0,01	0,003	0,19	15,2	117	117	72	<0,1
7,18	0,021	0,118	<0,01	0,003	0,14	20,4	629	154	71,1	<0,1
22,12	0,086	0,213	<0,01	0,007	0,40	13,5	260	974	70,5	0,2
29,45	0,085	0,135	<0,01	0,007	0,49	17,1	177	994	77,4	<0,1
45,35	0,212	0,35	<0,01	0,010	1,25	10,7	157	978	77,3	0,3
53,05	0,236	0,255	<0,01	0,007	1,40	25,4	135	894	78,6	<0,1
69,01	0,380	0,456	<0,01	0,008	2,10	13,9	128	870	81,6	0,2
76,32	0,470	0,513	<0,01	0,024	3,20	20,9	119	862	80,4	<0,1
92,00	0,480	0,551	<0,01	0,012	3,65	35,0	155	840	80,2	<0,1

STAZ: B esterna

ore prelievo	P-PO4 mg/l P	P tot. mg/l P	Nitrati mg/l N-NO3	Nitriti mg/l N-NO2	Ammonio mg/l N-NH4	Sol.sosp. mg/l	Ferro µg/L	Manganese µg/L	Arsenico µg/L	Mercurio µg/L
0,00	0,024	0,143	<0,01	0,003	0,19	15,2	117	117	72	<0,1
7,18	0,021	0,116	<0,01	0,005	0,15	15,9	244	56,3	65,5	<0,1
22,12	0,023	0,12	<0,01	0,029	0,24	16,6	233	97,2	68,4	<0,1
29,45	0,017	0,086	<0,01	0,014	0,22	24,7	166	41	76,7	<0,1
45,35	0,021	0,088	0,01	0,010	0,35	19,0	184	59,8	73	<0,1
53,05	0,016	0,081	<0,01	0,008	0,15	21,6	158	25	75,2	<0,1
69,01	0,026	0,071	<0,01	0,014	0,20	12,1	137	61,5	79,5	0,2
76,32	0,025	0,074	<0,01	0,015	0,14	27,9	129	30,5	75,7	<0,1
92,00	0,032	0,078	0,01	0,010	0,18	25,7	177	81,7	76,2	<0,1

Fig. AIII-1 a: Mappa delle aree di campionamento e delle stazioni individuate all'interno della Pialassa Baiona: nell'area A è stata installata la camera bentica; nelle stazioni 5, 6 e 7 sono stati effettuati i campionamenti di sedimenti per la caratterizzazione chimica.

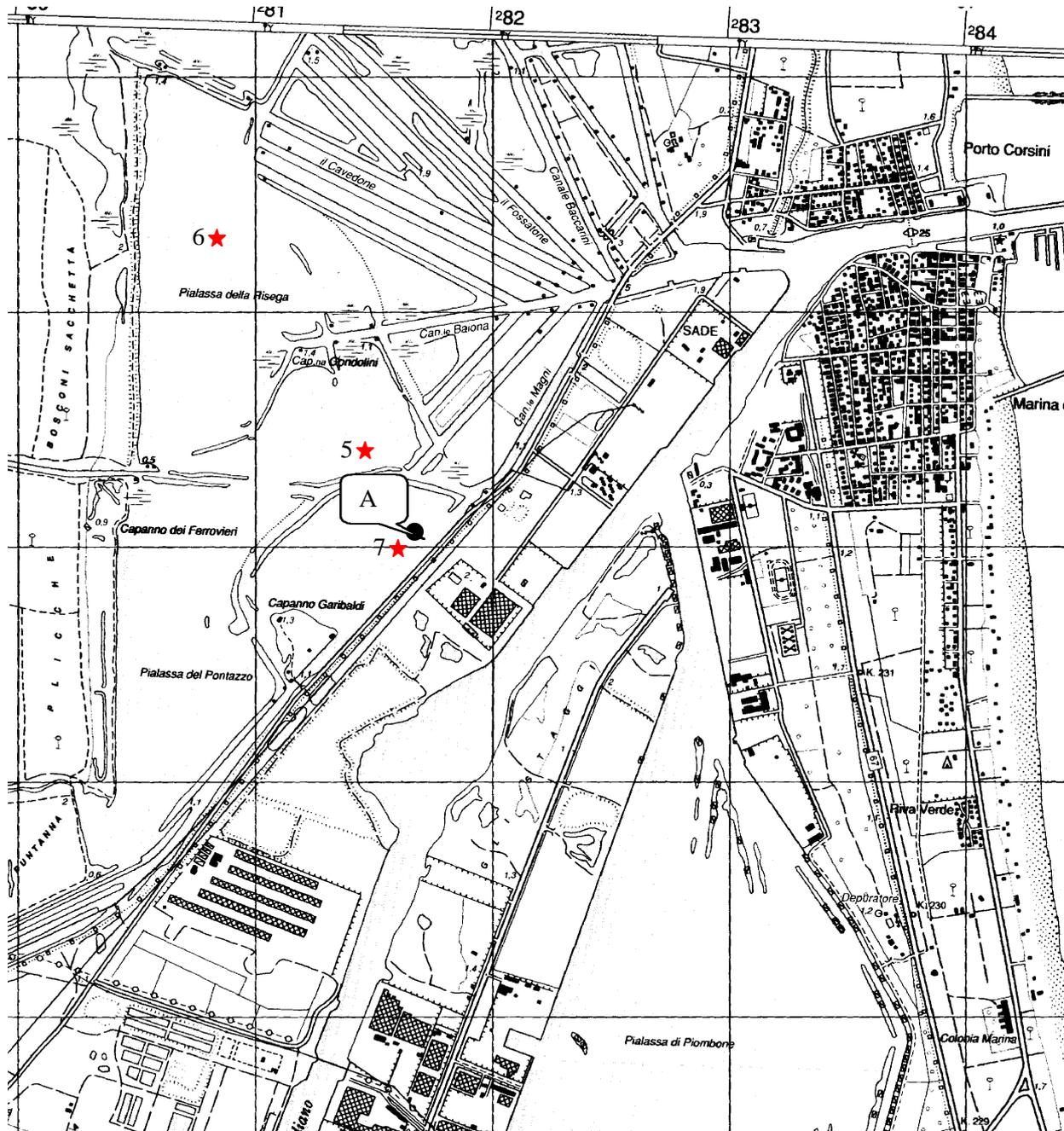


Fig. AIII-1 b: Mappa delle aree di campionamento e delle stazioni individuate all'interno della Pialassa Baiona: nell'area B è stata installata la camera bentonica; nelle stazioni 1, 2, 3 e 4 sono stati effettuati i campionamenti di sedimenti per la caratterizzazione chimica.



Fig.AIII-2: Andamento delle concentrazione di ferro e manganese all'interno della camera bentica A

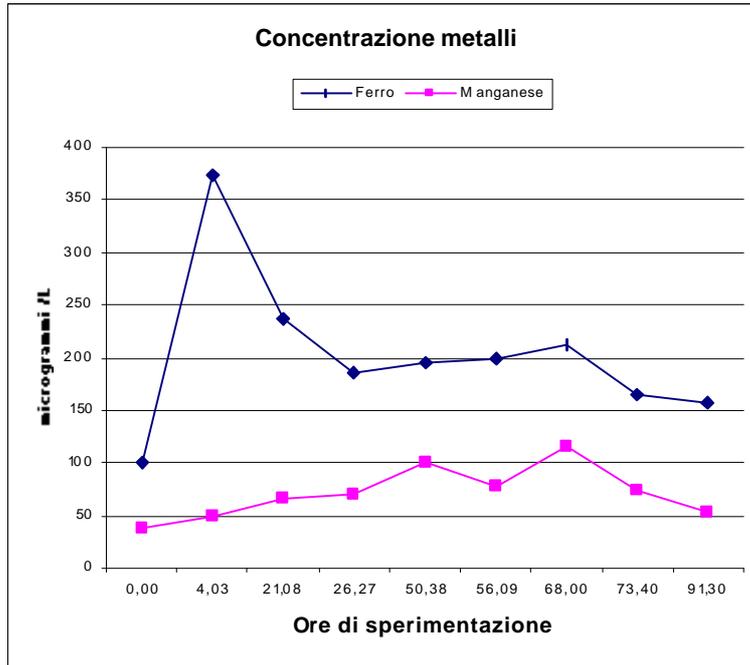


Fig. AIII-3: Andamento delle concentrazione dei composti dell'azoto e del fosforo all'interno della camera bentica A

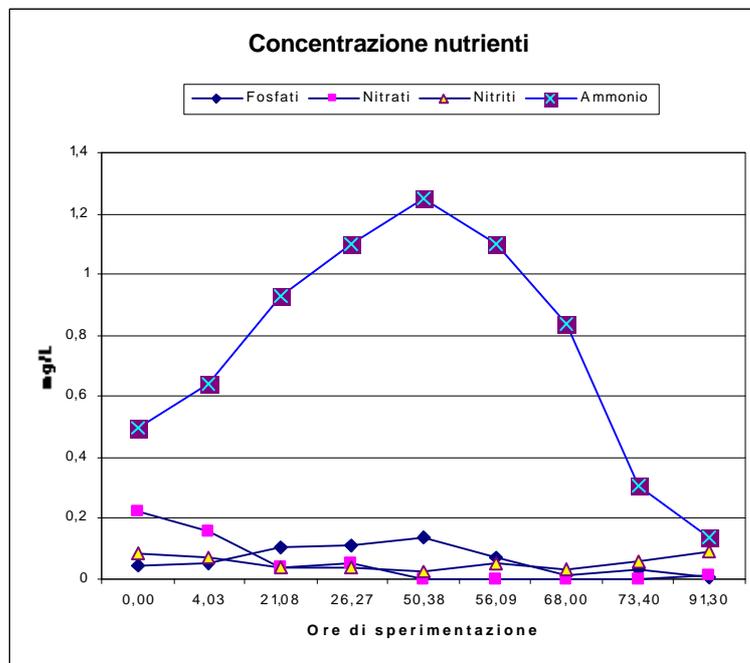


Fig. AIII-4: Andamento delle concentrazione dei composti dell'azoto e del fosforo e dei metalli all'esterno della camera benthica A

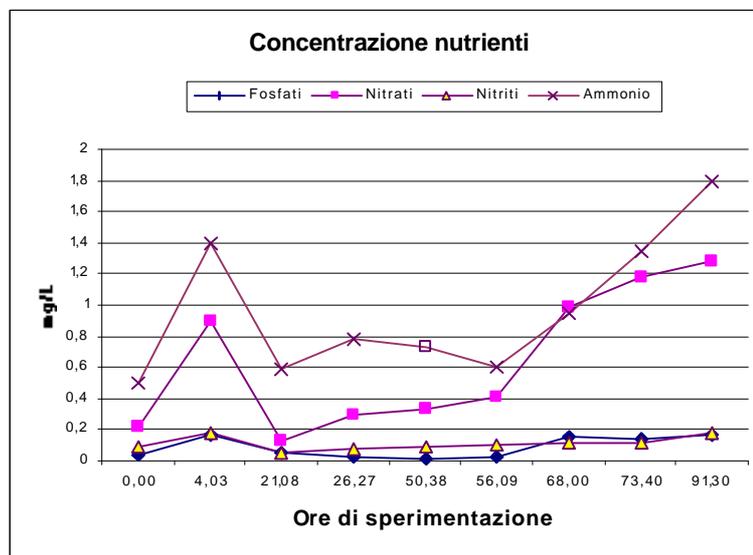
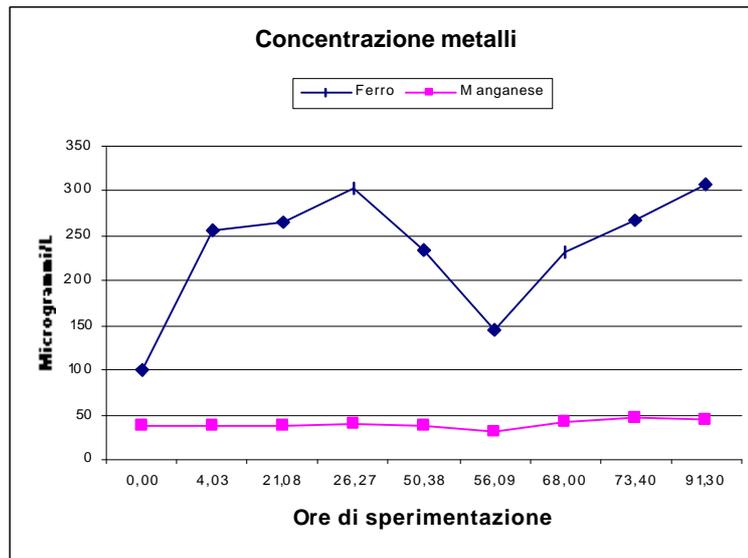


Fig. AIII- 5: Andamento delle concentrazione di ferro e manganese all'interno della camera bentica B

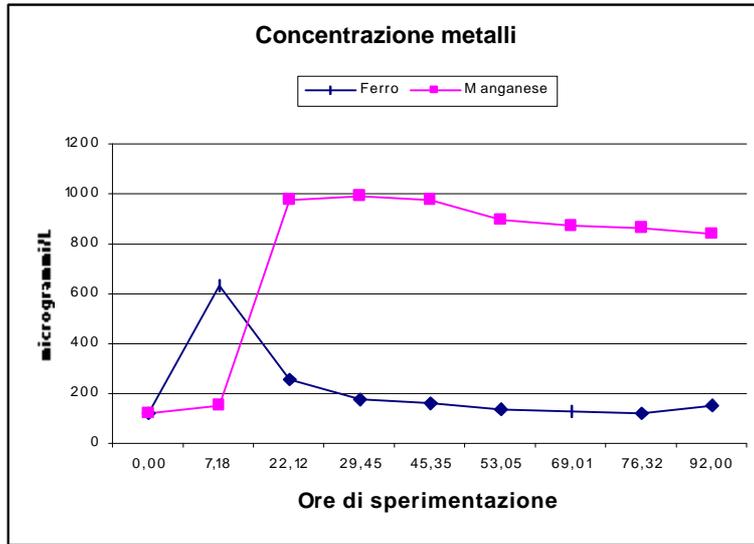


Fig. AIII-6: Andamento delle concentrazione dei composti dell'azoto e del fosforo all'interno della camera bentica B

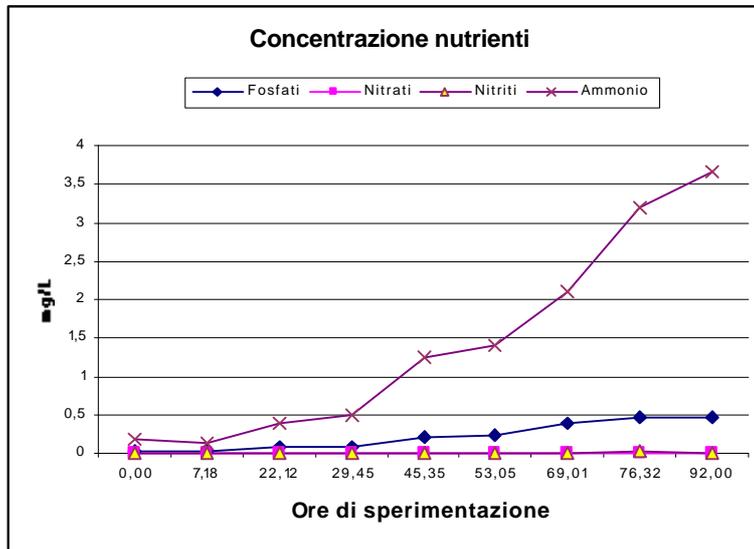


Fig. AIII-7: Andamento delle concentrazione dei composti dell'azoto e del fosforo e dei metalli all'esterno della camera benthica B

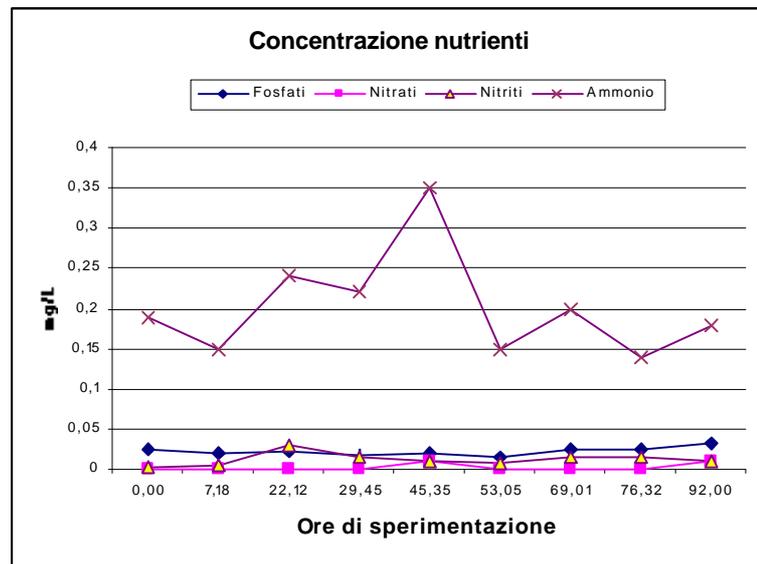
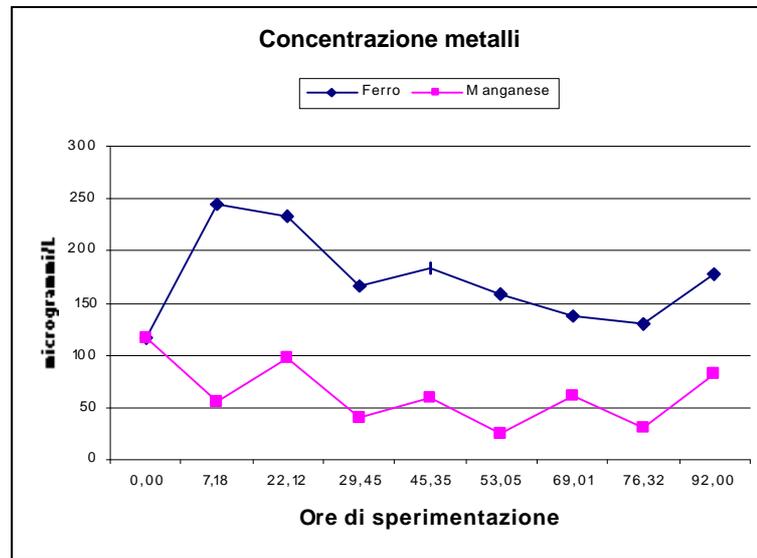
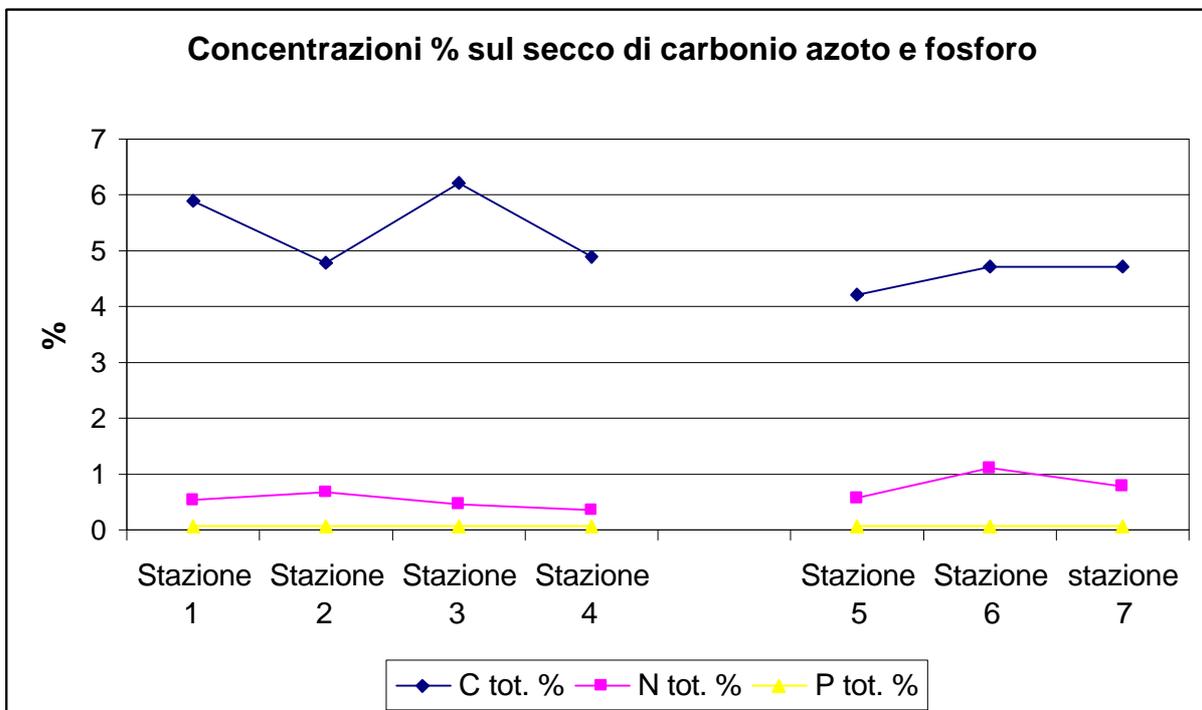
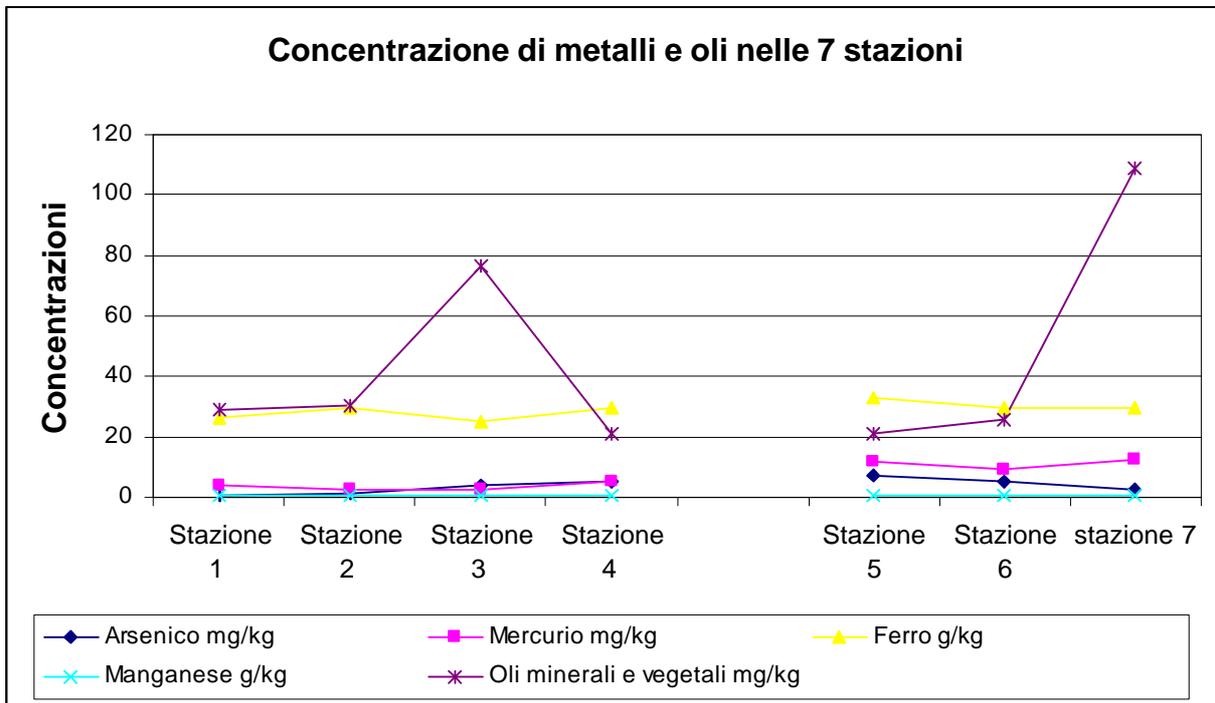


Fig. AIII-8: Concentrazioni in peso secco di metalli, oli minerali, carbonio azoto e fosforo rilevate nei sedimenti delle 7 stazioni di campionamento



APPENDICE IV

Analisi relative alla chimica del sedimento e delle acque nel 2003

Tab. AIV-I: Georeferenziazione delle stazioni di campionamento

Periodo di rilevazione	06-07/09/01
Sistema di coordinate	UTM ED50 32T
Base di riferimento	Reg. Emilia R.
Coordinate punto noto	44°30'07.85"N 11°20'26.78"E WGS 84

Le coordinate corrette dei punti acquisiti sono le seguenti:

Rilievo n°	File GPS	Stazione	Coordinata Nord	Coordinata Est
01	R090609A	STAZ.A	4930673	758973
02	R090613A	STAZ.4	4934126	758595
03	R090613B	STAZ.3	4935005	758454
04	R090709A	STAZ.6	4931676	757853
05	R090709B	STAZ.5	4931076	758616

Tab. AIV-II: Granulometria rilevata nelle 7 stazioni di campionamento rappresentanti le aree A (stazioni 5, 6 e 7) e B (stazioni 1, 2, 3 e 4).

Stazione	Scheletro	Sabbia grossa	Sabbia fine	Limo grosso	Limo fine	Argilla
	>2 mm	> 0,2 mm	>0,05 mm	>0,02 mm	>0,002 mm	<0,002 mm
	%	%	%	%	%	%
1	0	40,2	15,8	11,2	19,1	13,7
2	0	20,7	12,7	17,8	32,5	16,3
3	0	45,8	17,0	9,5	13,1	14,6
4	0	36,7	13,8	7,1	24,2	18,2
5	0	20,0	18,4	14,3	32,1	15,2
6	0	24,3	18,9	10,1	29,0	17,7
7	0	9,1	20,7	20,3	33,3	16,6

Tab. AIV-III. Andamento temporale dei parametri di qualità dell'acqua all'esterno della camera bentica posizionata nell'area A (inizio misurazioni il 22.09.03 alle ore 16,10).

Ore Misura	Temp. °C	pH	cond. mS 25°C	salinità ppt	O.D. mg/l O2	sat.O ₂ %	redoX mV ORP
0,00	29,1	8,21	48,000	31,6	8,6	138	150
20,27	26,8	8,27	50,562	33,1	7,1	110	61
24,00	25,6	8,30	48,640	31,7	7,3	110	51
42,35	25,2	8,35	54,800	37,2	4,9	76	74
49,50	26,0	8,15	48,700	31,8	5,3	80	87
67,05	24,7	8,38	55,000	36,5	6,2	94	140
90,00	26,0	8,27	55,220	36,5	4,0	62	133

Tab. AIV-IV: Andamento temporale dei parametri di qualità dell'acqua rilevati all'interno della camera bentica posizionata nell'area A.

Data	ora	Temp.	Conduc.	O. D.	Saturaz.	Profondità	Con. Ioni H+	Redox
		°C	mS/sec	mg/L O2	% O2	m	pH	mV
22/09/2003	16,30	29,22	48,023	8,12	130	0,123	8,21	145
22/09/2003	17,00	29,34	48,045	7,88	127	0,130	8,20	139
22/09/2003	17,30	29,38	48,053	7,60	122	0,162	8,18	136
22/09/2003	18,00	29,39	48,050	7,42	119	0,200	8,17	134
22/09/2003	18,30	29,38	48,040	7,49	120	0,235	8,17	132
22/09/2003	19,00	29,35	48,028	7,51	121	0,283	8,15	131
22/09/2003	19,30	29,31	48,021	7,63	122	0,302	8,15	130
22/09/2003	20,00	29,31	48,002	7,42	119	0,354	8,14	129
22/09/2003	20,30	29,29	48,002	7,63	122	0,375	8,14	128
22/09/2003	21,00	29,28	47,992	7,61	122	0,399	8,15	127
22/09/2003	21,30	29,20	47,998	7,49	120	0,388	8,14	127
22/09/2003	22,00	29,09	47,987	7,32	117	0,367	8,14	126
22/09/2003	22,30	29,02	47,993	7,00	112	0,340	8,11	126
22/09/2003	23,00	28,96	48,003	6,56	105	0,297	8,09	125
22/09/2003	23,30	28,88	47,999	6,23	99	0,238	8,08	124
23/09/2003	0,00	28,78	48,002	5,92	94	0,182	8,07	123
23/09/2003	0,30	28,67	48,002	5,62	89	0,124	8,06	122
23/09/2003	1,00	28,52	48,002	5,43	86	0,042	8,04	121
23/09/2003	1,30	28,38	48,001	5,15	81	-0,019	8,04	120
23/09/2003	2,00	28,18	47,998	4,95	78	-0,044	8,02	119
23/09/2003	2,30	27,91	47,989	4,77	75	-0,061	8,02	119
23/09/2003	3,00	27,60	47,981	4,61	72	-0,092	8,01	118
23/09/2003	3,30	27,32	47,976	4,53	70	-0,096	8,01	117
23/09/2003	4,00	27,05	47,973	4,42	68	-0,078	8,00	117
23/09/2003	4,30	26,78	47,973	4,27	65	-0,080	7,99	116
23/09/2003	5,00	26,54	47,953	4,12	63	-0,086	7,98	116
23/09/2003	5,30	26,32	47,956	3,93	60	-0,091	7,97	115
23/09/2003	6,00	26,14	47,952	3,75	57	-0,094	7,96	115
23/09/2003	6,30	26,00	47,955	3,62	55	-0,067	7,95	115
23/09/2003	7,00	25,91	47,958	3,49	53	-0,021	7,93	114
23/09/2003	7,30	25,86	47,965	3,30	50	0,072	7,92	114
23/09/2003	8,00	25,86	47,975	3,24	49	0,141	7,92	113
23/09/2003	8,30	25,89	47,981	3,06	46	0,236	7,90	112
23/09/2003	9,00	25,95	47,983	3,03	46	0,289	7,90	112
23/09/2003	9,30	26,04	47,986	3,11	47	0,338	7,91	110
23/09/2003	10,00	26,15	47,999	3,26	49	0,375	7,92	110
23/09/2003	10,30	26,29	48,002	3,57	54	0,388	7,93	110
23/09/2003	11,00	26,45	48,010	3,97	60	0,378	7,96	110
23/09/2003	11,30	26,64	48,008	4,53	69	0,367	7,98	110
23/09/2003	12,00	26,88	48,026	5,26	81	0,323	8,02	111
23/09/2003	12,30	27,02	48,148	5,88	90	0,307	8,05	112
23/09/2003	13,00	27,12	48,276	6,26	96	0,274	8,09	113
23/09/2003	13,30	27,20	48,503	6,58	102	0,231	8,12	115
23/09/2003	14,00	27,24	48,561	7,08	110	0,181	8,14	116
23/09/2003	14,30	27,31	48,573	7,29	113	0,150	8,16	117
23/09/2003	15,00	27,30	48,588	7,45	115	0,125	8,16	118

23/09/2003	15,30	27,28	48,600	7,37	114	0,083	8,16	119
23/09/2003	16,00	27,25	48,589	7,17	111	0,075	8,15	119
23/09/2003	16,30	27,22	48,582	7,04	109	0,076	8,15	119
23/09/2003	17,00	27,19	48,580	6,98	108	0,089	8,15	119
23/09/2003	17,30	27,13	48,571	6,83	105	0,105	8,14	119
23/09/2003	18,00	27,08	48,566	6,65	103	0,130	8,14	119
23/09/2003	18,30	27,03	48,563	6,41	99	0,168	8,13	119
23/09/2003	19,00	26,96	48,565	6,22	96	0,226	8,12	119
23/09/2003	19,30	26,91	48,551	6,01	92	0,277	8,11	118
23/09/2003	20,00	26,87	48,546	5,65	87	0,326	8,09	118
23/09/2003	20,30	26,83	48,549	5,52	85	0,373	8,08	118
23/09/2003	21,00	26,81	48,541	5,23	80	0,417	8,07	117
23/09/2003	21,30	26,79	48,540	5,06	78	0,438	8,06	116
23/09/2003	22,00	26,77	48,533	4,88	75	0,443	8,04	116
23/09/2003	22,30	26,74	48,533	4,69	72	0,422	8,03	115
23/09/2003	23,00	26,76	48,525	4,50	69	0,386	8,02	115
23/09/2003	23,30	26,72	48,516	4,32	66	0,337	8,01	114
24/09/2003	0,00	26,70	48,515	4,13	63	0,282	8,00	112
24/09/2003	0,30	26,66	48,514	3,97	61	0,227	7,99	111
24/09/2003	1,00	26,59	48,500	3,80	58	0,158	7,98	110
24/09/2003	1,30	26,52	48,496	3,54	54	0,085	7,98	110
24/09/2003	2,00	26,41	48,501	3,41	52	0,007	7,97	109
24/09/2003	2,30	26,31	48,486	3,25	49	-0,031	7,96	108
24/09/2003	3,00	26,10	48,525	3,13	47	-0,060	7,95	107
24/09/2003	3,30	25,99	48,477	3,11	47	-0,078	7,95	107
24/09/2003	4,00	25,83	48,466	3,03	46	-0,080	7,94	106
24/09/2003	4,30	25,64	48,460	2,89	43	-0,082	7,93	105
24/09/2003	5,00	25,44	48,455	2,85	43	-0,087	7,93	104
24/09/2003	5,30	25,27	48,457	2,72	41	-0,090	7,92	103
24/09/2003	6,00	25,16	48,434	2,71	40	-0,091	7,91	104
24/09/2003	6,30	25,06	48,427	2,64	39	-0,093	7,90	104
24/09/2003	7,00	25,07	48,420	2,55	38	-0,033	7,89	104
24/09/2003	7,30	25,10	48,412	2,49	37	0,039	7,88	105
24/09/2003	8,00	25,23	48,393	2,39	36	0,120	7,87	104
24/09/2003	8,30	25,36	48,437	2,35	35	0,207	7,87	103
24/09/2003	9,00	25,45	48,444	2,41	36	0,303	7,88	102
24/09/2003	9,30	25,51	48,440	2,77	41	0,382	7,89	102
24/09/2003	10,00	25,57	48,447	3,06	46	0,450	7,90	102
24/09/2003	10,30	25,64	48,440	3,51	53	0,488	7,92	103
24/09/2003	11,00	25,63	48,501	4,71	71	0,524	7,95	106
24/09/2003	11,30	25,78	48,617	4,85	73	0,533	7,98	106
24/09/2003	12,00	25,93	48,627	5,50	83	0,525	8,02	108
24/09/2003	12,30	26,05	48,627	6,35	96	0,499	8,06	110
24/09/2003	13,00	26,22	48,622	6,81	103	0,482	8,09	112
24/09/2003	13,30	26,33	48,634	7,47	114	0,454	8,10	115
24/09/2003	14,00	26,44	48,647	7,97	122	0,424	8,14	117
24/09/2003	14,30	26,54	48,649	8,45	129	0,431	8,17	118
24/09/2003	15,00	26,60	48,647	8,85	135	0,415	8,18	120
24/09/2003	15,30	26,66	48,657	9,26	142	0,390	8,20	121
24/09/2003	16,00	26,70	48,652	9,46	145	0,335	8,21	122
24/09/2003	16,30	26,72	48,648	9,31	143	0,282	8,21	123
24/09/2003	17,00	26,71	48,646	9,12	140	0,265	8,21	123

24/09/2003	17,30	26,70	48,646	9,01	138	0,265	8,20	124
24/09/2003	18,00	26,68	48,639	8,79	135	0,282	8,19	124
24/09/2003	18,30	26,65	48,625	8,48	130	0,300	8,18	124
24/09/2003	19,00	26,62	48,624	8,31	127	0,328	8,17	124
24/09/2003	19,30	26,58	48,620	8,01	122	0,381	8,16	124
24/09/2003	20,00	26,52	48,617	7,80	119	0,440	8,15	123
24/09/2003	20,30	26,47	48,608	7,62	116	0,502	8,14	123
24/09/2003	21,00	26,46	48,604	7,50	114	0,551	8,13	122
24/09/2003	21,30	26,50	48,607	7,32	112	0,605	8,12	122
24/09/2003	22,00	26,51	48,618	7,05	108	0,614	8,11	122
24/09/2003	22,30	26,50	48,620	7,01	107	0,593	8,10	121
24/09/2003	23,00	26,48	48,620	6,82	104	0,579	8,09	121
24/09/2003	23,30	26,44	48,620	6,47	99	0,547	8,07	119
25/09/2003	0,00	26,39	48,620	6,34	97	0,490	8,07	119
25/09/2003	0,30	26,34	48,619	6,05	92	0,418	8,05	119
25/09/2003	1,00	26,29	48,612	5,88	89	0,344	8,04	119
25/09/2003	1,30	26,26	48,611	5,51	84	0,279	8,03	119
25/09/2003	2,00	26,18	48,626	5,51	84	0,211	8,03	118
25/09/2003	2,30	26,05	48,632	5,40	82	0,135	8,02	118
25/09/2003	3,00	25,88	48,627	5,18	78	0,084	8,02	117
25/09/2003	3,30	25,63	48,621	5,05	76	0,059	8,01	117
25/09/2003	4,00	25,34	48,624	4,92	73	0,046	8,00	116
25/09/2003	4,30	25,08	48,606	4,73	70	0,007	7,99	116
25/09/2003	5,00	24,78	48,608	4,59	68	0,039	7,98	116
25/09/2003	5,30	24,51	48,590	4,47	66	0,056	7,97	116
25/09/2003	6,00	24,24	48,583	4,37	64	0,028	7,96	115
25/09/2003	6,30	24,00	48,576	4,28	62	0,035	7,96	115
25/09/2003	7,00	23,84	48,566	4,15	60	0,045	7,94	115
25/09/2003	7,30	23,73	48,561	4,09	59	0,058	7,94	115
25/09/2003	8,00	23,78	48,549	4,00	58	0,093	7,92	115
25/09/2003	8,30	24,01	48,589	4,07	59	0,220	7,93	115
25/09/2003	9,00	24,20	48,599	4,32	63	0,312	7,94	114
25/09/2003	9,30	24,40	48,611	4,94	72	0,416	7,96	115
25/09/2003	10,00	24,51	48,627	5,28	78	0,493	7,99	115
25/09/2003	10,30	24,64	48,627	6,02	89	0,545	8,01	116
25/09/2003	11,00	24,75	48,640	6,67	98	0,583	8,05	118
25/09/2003	11,30	24,83	48,628	7,72	114	0,597	8,08	120
25/09/2003	12,00	24,96	48,649	8,20	122	0,614	8,13	121
25/09/2003	12,30	25,11	48,652	9,25	137	0,584	8,19	123
25/09/2003	13,00	25,28	48,664	10,41	155	0,541	8,25	126
25/09/2003	13,30	25,45	48,665	11,62	174	0,485	8,30	128
25/09/2003	14,00	25,64	48,663	12,77	192	0,415	8,33	130
25/09/2003	14,30	25,81	48,664	13,66	206	0,320	8,37	131
25/09/2003	15,00	26,02	48,657	14,62	221	0,243	8,41	132
25/09/2003	15,30	26,24	48,666	15,14	230	0,167	8,44	133
25/09/2003	16,00	26,49	48,673	15,58	238	0,113	8,48	134
25/09/2003	16,30	26,72	48,692	16,42	252	0,094	8,51	134
25/09/2003	17,00	26,89	48,710	16,48	253	0,082	8,52	134
25/09/2003	17,30	27,04	48,711	16,56	255	0,061	8,54	134
25/09/2003	18,00	27,12	48,708	17,22	266	0,059	8,56	134
25/09/2003	18,30	27,13	48,730	16,95	262	0,062	8,56	134
25/09/2003	19,00	27,08	48,730	16,83	260	0,066	8,57	134

25/09/2003	19,30	27,02	48,720	16,32	252	0,092	8,59	134
25/09/2003	20,00	26,96	48,726	16,28	251	0,153	8,59	135
25/09/2003	20,30	26,91	48,717	15,34	236	0,195	8,58	135
25/09/2003	21,00	26,94	48,722	15,19	234	0,303	8,56	136
25/09/2003	21,30	27,00	48,722	15,04	232	0,358	8,56	136
25/09/2003	22,00	27,04	48,756	15,01	231	0,394	8,55	136
25/09/2003	22,30	27,11	48,762	14,68	227	0,448	8,54	135
25/09/2003	23,00	27,19	48,760	14,48	224	0,472	8,53	134
25/09/2003	23,30	27,21	48,761	13,91	215	0,470	8,50	132
26/09/2003	0,00	27,13	48,746	13,91	215	0,440	8,51	131
26/09/2003	0,30	26,96	48,757	14,18	218	0,392	8,52	132
26/09/2003	1,00	26,80	48,743	13,52	208	0,334	8,49	133
26/09/2003	1,30	26,65	48,734	12,96	198	0,258	8,47	134
26/09/2003	2,00	26,52	48,719	12,35	189	0,176	8,45	134
26/09/2003	2,30	26,34	48,724	11,96	182	0,115	8,44	134
26/09/2003	3,00	26,07	48,718	11,68	177	0,062	8,43	134
26/09/2003	3,30	25,71	48,708	11,19	168	0,033	8,42	135
26/09/2003	4,00	25,30	48,694	10,93	163	-0,005	8,41	135
26/09/2003	4,30	24,88	48,679	10,60	157	0,019	8,40	135
26/09/2003	5,00	24,47	48,660	10,41	153	0,015	8,39	135
26/09/2003	5,30	24,07	48,651	10,09	147	0,011	8,38	135
26/09/2003	6,00	23,72	48,652	9,85	143	0,070	8,37	135
26/09/2003	6,30	23,40	48,646	9,67	139	0,071	8,37	136
26/09/2003	7,00	23,09	48,634	9,36	134	0,069	8,35	136
26/09/2003	7,30	22,91	48,594	9,11	130	0,055	8,35	137
26/09/2003	8,00	22,83	48,591	9,11	130	0,126	8,33	137
26/09/2003	8,30	22,90	48,576	8,93	127	0,175	8,32	138
26/09/2003	9,00	23,26	48,640	8,04	115	0,200	8,31	138
26/09/2003	9,30	23,44	48,691	8,26	119	0,390	8,30	138
26/09/2003	10,00	23,68	48,698	8,35	121	0,502	8,29	138

Tab. AIV-V: Andamento temporale dei parametri di qualità dell'acqua all'esterno della camera bentica posizionata nell'area B (inizio misurazioni il 22.09.03 alle ore 17,35).

ore misura	temp. °C	pH	cond. mS 25°C	salinità ppt	O.D. mg/l O2	sat.O ₂ %	redox ORP
0,00	24,2	8,40	53,70	35,6	8,3	125	98
16,25	22,4	8,40	55,84	37,1	6,8	100	264
25,15	22,8	8,50	55,89	37,1	6,4	94	92
39,50	21,2	8,35	55,90	37,2	3,8	54	120
49,00	21,5	8,41	56,05	37,3	5,3	76	126
64,35	19,6	8,21	56,10	37,3	3,2	44	93
87,35	17,8	8,27	56,28	37,5	3,6	48	139

Tab. AIV-VI: Andamento temporale dei parametri di qualità dell'acqua rilevati all'interno della camera bentica posizionata nell'area B.

Data	ora	Temp. °C	Conc.ioni H+ pH	Conduc. mS/cm	Salinità ppt	D.O. % O ₂	O.D. mg/l O ₂	Redox mV
			:					
22/09/2003	18	24,2	8,26	53,7	35,5	61,6	4,2	-145
		24,2	8,26	53,7	35,5	49,7	3,4	-100
	19	24,2	8,27	53,7	35,6	44,3	3,0	-80
		24,1	8,23	53,8	35,6	39,6	2,7	-114
	20	24,0	8,17	53,8	35,6	31,0	2,1	-121
		23,9	8,12	53,8	35,6	24,6	1,7	-144
	21	23,8	8,10	53,9	35,7	20,4	1,4	-148
		23,7	8,09	53,9	35,7	17,0	1,2	-128
	22	23,6	8,07	54,0	35,7	14,0	1,0	-152
		23,6	8,06	53,9	35,7	12,4	0,9	-181
	23	23,5	8,05	54,0	35,8	10,8	0,7	-197
		23,4	8,05	53,9	35,7	9,2	0,6	-206
23/09/2003	0	23,4	8,05	54,0	35,8	8,1	0,6	-215
		23,3	8,07	54,0	35,7	6,9	0,5	-224
	1	23,3	8,06	54,0	35,7	6,1	0,4	-230
		23,2	8,07	54,0	35,8	5,1	0,4	-231
	2	23,1	8,05	54,0	35,8	4,6	0,3	-237
		23,0	8,06	54,1	35,8	4,1	0,3	-246
	3	22,8	8,06	54,1	35,9	4,0	0,3	-254
		22,7	8,07	54,2	35,9	3,9	0,3	-263
	4	22,5	8,07	54,2	35,9	3,9	0,3	-270
		22,4	8,06	54,3	36,0	3,9	0,3	-277
	5	22,2	8,07	54,3	36,0	3,9	0,3	-286
		22,0	8,07	54,3	36,0	3,9	0,3	-292
	6	21,8	8,07	54,4	36,1	3,8	0,3	-299
		21,6	8,07	54,5	36,1	3,8	0,3	-304
	7	21,5	8,07	54,5	36,1	3,8	0,3	-310
		21,4	8,06	54,5	36,2	3,8	0,3	-316
	8	21,4	8,06	54,5	36,2	3,8	0,3	-320
		21,4	8,05	54,5	36,2	3,8	0,3	-323
	9	21,4	8,05	54,5	36,2	3,7	0,3	-327
		21,4	8,06	54,5	36,2	3,7	0,3	-330
	10	21,5	8,05	54,5	36,2	3,9	0,3	-335
		21,4	8,14	54,2	35,9	12,9	0,9	-242
	11	21,6	8,07	54,4	36,0	4,7	0,3	-326
		21,8	8,06	54,4	36,1	4,1	0,3	-339
	12	21,9	8,04	54,5	36,1	3,8	0,3	-345
		22,1	8,04	54,4	36,1	3,7	0,3	-351
	13	22,2	8,04	54,4	36,0	3,7	0,3	-354
		22,3	8,04	54,4	36,1	3,7	0,3	-356
	14	22,3	8,04	54,4	36,1	3,7	0,3	-358
		22,3	8,04	54,4	36,1	3,7	0,3	-360
	15	22,3	8,04	54,4	36,1	3,7	0,3	-362
		22,3	8,04	54,4	36,1	3,9	0,3	-364

	16	22,3	8,04	54,4	36,1	3,7	0,3	-364
		22,2	8,05	54,4	36,1	3,7	0,3	-364
	17	22,2	8,05	54,5	36,1	3,7	0,3	-364
		22,2	8,05	54,5	36,1	3,7	0,3	-366
	18	22,1	8,05	54,5	36,1	3,7	0,3	-366
		22,1	8,05	54,5	36,1	3,7	0,3	-366
	19	22,0	8,05	54,5	36,2	3,7	0,3	-367
		22,0	8,03	54,5	36,2	3,7	0,3	-368
	20	21,9	8,03	54,5	36,2	3,7	0,3	-368
		21,9	8,03	54,6	36,2	3,7	0,3	-369
	21	21,8	8,03	54,6	36,2	3,6	0,3	-370
		21,8	8,02	54,6	36,2	3,6	0,3	-370
	22	21,7	8,01	54,6	36,2	3,6	0,3	-371
		21,6	8,00	54,6	36,2	3,7	0,3	-371
	23	21,6	7,99	54,6	36,2	3,6	0,3	-374
		21,5	7,99	54,7	36,3	3,7	0,3	-374
24/09/2003	0	21,4	7,99	54,7	36,3	3,6	0,3	-375
		21,4	7,98	54,6	36,3	3,7	0,3	-375
	1	21,3	7,99	54,6	36,3	3,6	0,3	-375
		21,3	7,98	54,6	36,2	3,7	0,3	-376
	2	21,2	7,98	54,6	36,2	3,7	0,3	-377
		21,1	7,98	54,7	36,3	3,7	0,3	-377
	3	21,1	7,97	54,7	36,3	3,6	0,3	-378
		21,0	7,97	54,7	36,3	3,7	0,3	-379
	4	20,9	7,96	54,7	36,3	3,7	0,3	-380
		20,8	7,95	54,7	36,3	3,7	0,3	-381
	5	20,7	7,94	54,7	36,3	3,7	0,3	-382
		20,7	7,93	54,8	36,3	3,6	0,3	-383
	6	20,6	7,93	54,8	36,3	3,7	0,3	-385
		20,5	7,92	54,8	36,4	3,6	0,3	-385
	7	20,4	7,91	54,8	36,4	3,6	0,3	-387
		20,3	7,90	54,8	36,4	3,7	0,3	-389
	8	20,3	7,90	54,8	36,4	3,6	0,3	-392
		20,3	7,89	54,8	36,4	3,6	0,3	-394
	9	20,3	7,88	54,8	36,4	3,6	0,3	-397
		20,3	7,88	54,8	36,4	3,6	0,3	-397
	10	20,3	8,00	54,4	36,1	3,6	0,5	-324
		20,5	7,89	54,6	36,2	3,5	0,3	-377
	11	20,7	7,88	54,8	36,3	3,6	0,3	-384
		20,9	7,88	54,8	36,4	3,5	0,3	-386
	12	21,0	7,88	54,7	36,3	3,6	0,3	-386
		21,2	7,88	54,8	36,3	3,6	0,3	-386
	13	21,3	7,88	54,8	36,3	3,6	0,3	-386
		21,3	7,88	54,8	36,3	3,6	0,3	-386
	14	21,4	7,88	54,8	36,3	3,6	0,3	-385
		21,4	7,88	54,8	36,4	3,6	0,3	-386
	15	21,4	7,89	54,8	36,4	3,6	0,3	-387
		21,5	7,89	54,8	36,4	3,6	0,3	-387
	16	21,5	7,88	54,8	36,4	3,6	0,3	-387
		21,5	7,88	54,8	36,4	3,6	0,3	-388
	17	21,4	7,87	54,8	36,4	3,6	0,3	-388

		21,4	7,87	54,8	36,4	3,6	0,3	-389
	18	21,4	7,87	54,8	36,4	3,6	0,3	-389
		21,3	7,84	54,9	36,4	3,6	0,3	-389
	19	21,2	7,85	54,9	36,4	3,6	0,3	-389
		21,1	7,86	54,9	36,5	3,6	0,3	-390
	20	21,1	7,85	54,9	36,5	3,6	0,3	-391
		21,0	7,84	54,9	36,5	3,6	0,3	-392
	21	20,9	7,84	54,9	36,5	3,6	0,3	-393
		20,9	7,84	55,0	36,5	3,6	0,3	-395
	22	20,8	7,83	55,0	36,5	3,6	0,3	-395
		20,8	7,82	55,0	36,5	3,5	0,3	-399
	23	20,7	7,80	55,0	36,5	3,6	0,3	-404
		20,7	7,79	55,0	36,5	3,5	0,3	-412
25/09/2003	0	20,5	7,78	55,0	36,5	3,5	0,3	-419
		20,4	7,77	55,1	36,6	3,5	0,3	-425
	1	20,3	7,76	55,1	36,6	3,6	0,3	-427
		20,2	7,75	55,1	36,6	3,6	0,3	-429
	2	20,0	7,74	55,1	36,6	3,7	0,3	-429
		19,9	7,73	55,2	36,6	3,7	0,3	-430
	3	19,7	7,72	55,1	36,6	3,7	0,3	-430
		19,6	7,72	55,1	36,6	3,7	0,3	-430
	4	19,4	7,71	55,2	36,7	3,7	0,3	-430
		19,3	7,71	55,2	36,7	3,8	0,3	-431
	5	19,1	7,70	55,3	36,7	3,7	0,3	-431
		18,9	7,70	55,2	36,7	3,7	0,3	-431
	6	18,8	7,69	55,2	36,7	3,6	0,3	-431
		18,7	7,69	55,3	36,7	3,7	0,3	-431
	7	18,5	7,68	55,3	36,7	3,7	0,3	-431
		18,4	7,68	55,3	36,7	3,7	0,3	-431
	8	18,3	7,67	55,4	36,8	3,7	0,3	-431
		18,2	7,67	55,4	36,8	3,6	0,3	-430
	9	18,3	7,66	55,3	36,7	3,7	0,3	-430
		18,3	7,65	55,3	36,7	3,6	0,3	-427
	10	18,4	7,65	55,2	36,7	3,6	0,3	-416
		18,6	7,64	55,2	36,7	3,6	0,3	-399
	11	18,8	7,65	55,2	36,7	3,7	0,3	-393
		19,1	7,65	55,1	36,6	3,6	0,3	-393
	12	19,3	7,66	55,1	36,6	3,6	0,3	-392
		19,5	7,67	55,1	36,6	3,6	0,3	-392
	13	19,7	7,67	55,1	36,6	3,6	0,3	-391
		19,8	7,68	55,0	36,5	3,6	0,3	-392
	14	19,8	7,69	55,2	36,6	3,6	0,3	-392
		19,9	7,72	55,1	36,6	3,6	0,3	-393
	15	20,0	7,73	55,1	36,6	3,6	0,3	-393
		20,1	7,75	55,1	36,6	3,6	0,3	-393
	16	20,1	7,75	55,1	36,6	3,6	0,3	-395
		20,2	7,75	55,1	36,6	3,6	0,3	-397
	17	20,2	7,76	55,1	36,6	3,6	0,3	-398
		20,2	7,76	55,1	36,6	3,6	0,3	-395
	18	20,2	7,76	55,1	36,6	3,6	0,3	-395
		20,2	7,76	55,1	36,6	3,6	0,3	-395

	19	20,2	7,76	55,1	36,6	3,6	0,3	-397
		20,1	7,76	55,1	36,6	3,7	0,3	-401
	20	20,1	7,73	55,1	36,6	3,6	0,3	-400
		20,1	7,72	55,1	36,6	3,6	0,3	-412
	21	20,0	7,72	55,0	36,5	3,7	0,3	-425
		20,0	7,71	55,1	36,6	3,6	0,3	-437
	22	19,9	7,70	55,1	36,6	3,6	0,3	-439
		19,9	7,69	55,1	36,6	3,6	0,3	-440
	23	19,9	7,70	55,1	36,6	3,6	0,3	-439
		19,8	7,69	55,1	36,6	3,6	0,3	-439
26/09/2003	0	19,8	7,69	55,1	36,6	3,6	0,3	-440
		19,7	7,69	55,1	36,6	3,7	0,3	-439
	1	19,6	7,68	55,1	36,6	3,6	0,3	-439
		19,5	7,66	55,1	36,6	3,6	0,3	-439
	2	19,4	7,65	55,2	36,7	3,6	0,3	-438
		19,3	7,63	55,2	36,7	3,6	0,3	-438
	3	19,2	7,62	55,2	36,7	3,6	0,3	-438
		19,1	7,61	55,3	36,7	3,6	0,3	-437
	4	18,9	7,61	55,3	36,7	3,7	0,3	-437
		18,7	7,59	55,3	36,7	3,6	0,3	-437
	5	18,6	7,59	55,3	36,7	3,6	0,3	-436
		18,4	7,58	55,4	36,8	3,6	0,3	-437
	6	18,3	7,57	55,4	36,8	3,6	0,3	-437
		18,1	7,56	55,4	36,8	3,6	0,3	-437
	7	17,9	7,56	55,4	36,8	3,7	0,3	-438
		17,8	7,55	55,4	36,8	3,6	0,3	-440
	8	17,6	7,54	55,4	36,8	3,6	0,3	-442
		17,5	7,54	55,5	36,9	3,7	0,3	-443
	9	17,5	7,54	55,4	36,9	3,6	0,3	-445

Tab. AIV-VII: Concentrazione di nutrienti e metalli in acqua all'interno ed all'esterno delle camere bentiche posizionate nell'area A (inizio prova ore 16,10 del 22.09.03) e B (inizio prova ore 17,35 del 22.09.03)

A interna

sigla camp.	ore prelievo	P-PO4 mg/l P	P tot. mg/l P	Nitrati mg/l N-NO3	Nitriti mg/l N-NO2	Ammonio mg/l N-NH4	Sol.sosp. mg/l	Ferro µg/L	Manganese µg/L	Arsenico µg/L	Mercurio µg/L
A0	0,00	0,060	0,126	1,79	0,271	1,85	45,6	36	63	5,8	<0,5
A1	20,27	0,059	0,078	1,03	0,289	1,99	38,9	6	162	1,1	<0,5
A2	24,00	0,049	0,073	1,02	0,28	1,56	37,1	16	116	2,3	<0,5
A3	42,35	0,050	0,072	0,62	0,289	1,63	39,5	7	89	4,4	<0,5
A4	49,50	0,051	0,067	0,61	0,32	1,21	37,5	8	58	2,2	0,7
A5	67,05	0,054	0,072	0,4	0,332	1,00	43,3	7	58	3,8	5
A6	90,00	0,035	0,046	0,39	0,301	0,42	36,1	8	25	3,9	<0,5

A esterna

sigla camp.	ore prelievo	P-PO4 mg/l P	P tot. mg/l P	Nitrati mg/l N-NO3	Nitriti mg/l N-NO2	Ammonio mg/l N-NH4	Sol.sosp. mg/l	Ferro µg/L	Manganese µg/L	Arsenico µg/L	Mercurio µg/L
A0	0,00	0,060	0,126	1,790	0,271	1,85	45,6	36	63	5,8	<0,5
A1	20,27	0,085	0,173	1,120	0,189	1,26	69,2	76	101	2,7	3,7
A2	24,00	0,063	0,127	1,700	0,277	1,91	47,6	87	45	4,5	<0,5
A3	42,35	0,056	0,071	0,690	0,110	1,07	38,0	45	38	5,8	2
A4	49,50	0,091	0,149	1,130	0,198	1,90	52,7	63	71	3,2	<0,5
A5	67,05	0,043	0,108	0,910	0,225	1,51	36,4	18	103	4,5	<0,5
A6	90,00	0,063	0,064	0,560	0,091	0,95	45,2	32	<10	3,6	<0,5

B interna

sigla camp.	ore prelievo	P-PO4 mg/l P	P tot. mg/l P	Nitrati mg/l N-NO3	Nitriti mg/l N-NO2	Ammonio mg/l N-NH4	Sol.sosp. mg/l	Ferro µg/L	Manganese µg/L	Arsenico µg/L	Mercurio µg/L
B0	0,00	0,006	0,039	0,11	<0,015	0,33	48,0	30	<10	3,9	<0,5
B1	16,25	0,078	0,143	0,09	<0,015	1,40	52,8	18	210	6,6	<0,5
B2	25,15	0,113	0,142	2,94	<0,015	1,83	43,1	14	245	4,4	<0,5
B3	39,50	0,167	0,203	0,14	<0,015	2,31	60,0	27	1237	5	4
B4	49,00	0,183	0,210	0,06	<0,015	2,81	51,6	15	299	3,9	2,1
B5	64,35	0,214	0,294	0,08	<0,015	3,59	57,5	33	348	0,9	<0,5
B6	87,35	0,245	0,312	0,09	<0,015	4,69	50,0	8	269	1,9	<0,5

B esterna

sigla camp.	ore prelievo	P-PO4 mg/l P	P tot. mg/l P	Nitrati mg/l N-NO3	Nitriti mg/l N-NO2	Ammonio mg/l N-NH4	Sol.sosp. mg/l	Ferro µg/L	Manganese µg/L	Arsenico µg/L	Mercurio µg/L
B0	0,00	0,006	0,039	0,11	<0,015	0,330	48,0	30	<10	3,9	<0,5
B1	16,25	0,005	0,040	0,09	<0,015	0,424	37,2	21	<10	4,1	<0,5
B2	25,15	0,022	0,044	0,12	<0,015	0,288	43,3	37	<10	3,1	1,7
B3	39,50	0,002	0,041	0,14	<0,015	0,307	48,0	23	<10	4,5	<0,5
B4	49,00	0,016	0,070	0,09	<0,015	0,420	57,7	57	<10	4,8	<0,5
B5	64,35	0,022	0,048	0,10	<0,015	0,467	39,6	22	<10	0,2	<0,5
B6	87,35	0	0,016	0,18	<0,015	0,323	50,8	22	<10	3,3	<0,5

Fig.AIV-1: Andamento delle concentrazioni di ferro e manganese all'interno della camera bionica A

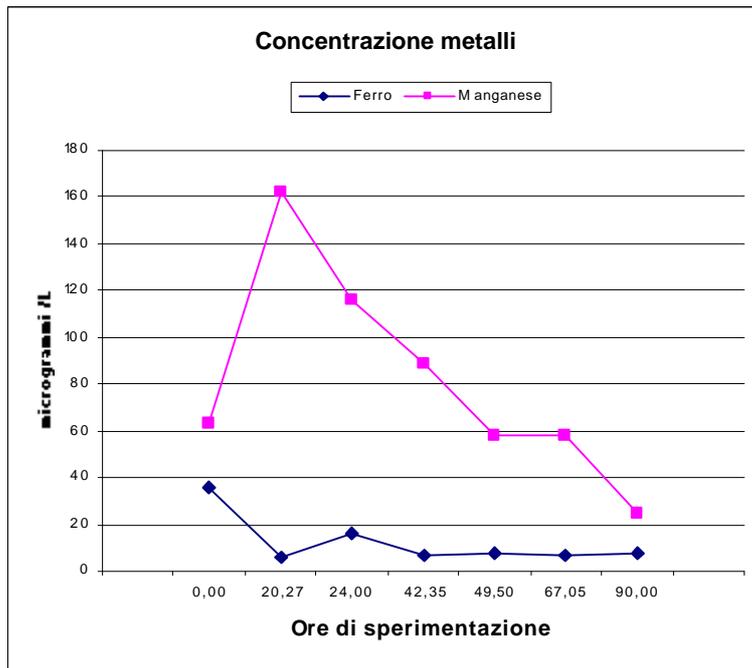


Fig. AIV-2: Andamento delle concentrazioni dei composti dell'azoto e del fosforo all'interno della camera bionica A

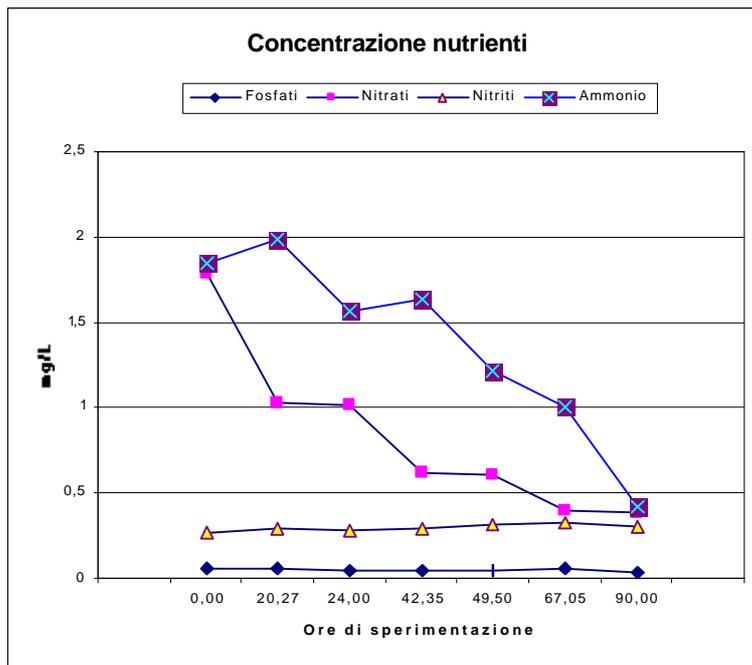


Fig. AIV-3: Andamento delle concentrazione dei composti dell'azoto e del fosforo e dei metalli all'esterno della camera bentica A

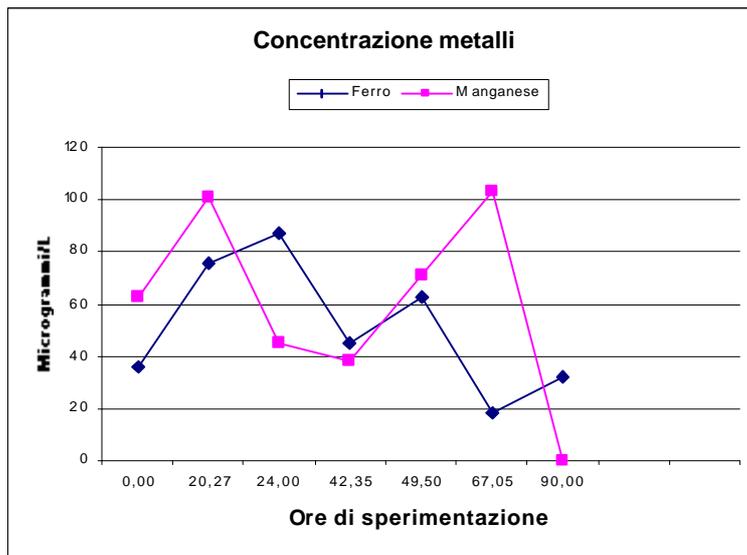
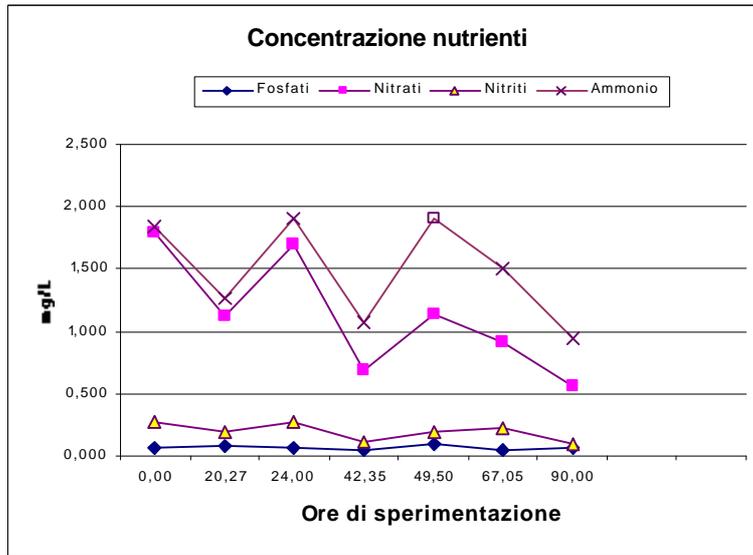


Fig. AIV-4: Andamento delle concentrazione di ferro, manganese, mercurio e arsenico all'interno della camera bentina B

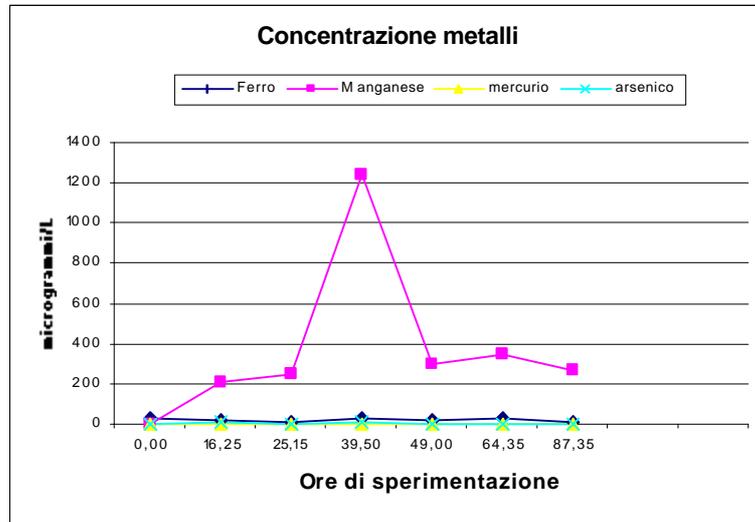


Fig. AIV-5: Andamento delle concentrazione dei composti dell'azoto e del fosforo all'interno della camera bentina B

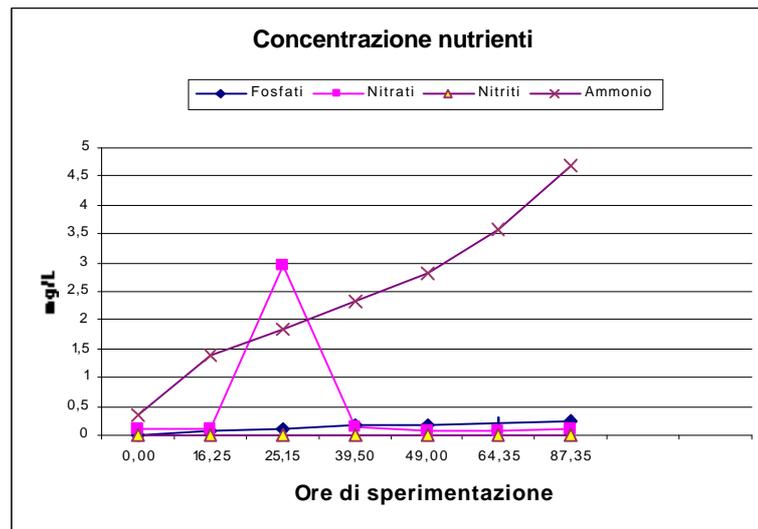


Fig. AIV-6: Andamento delle concentrazione dei composti dell'azoto e del fosforo e dei metalli all'esterno della camera benthica B

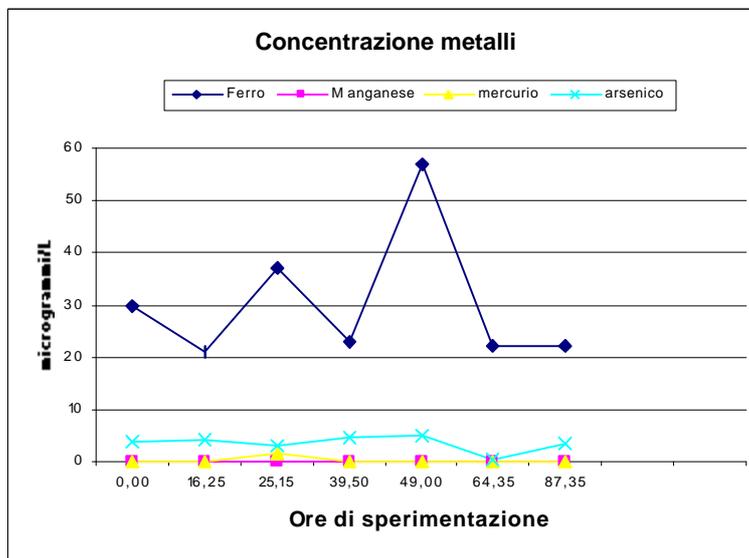
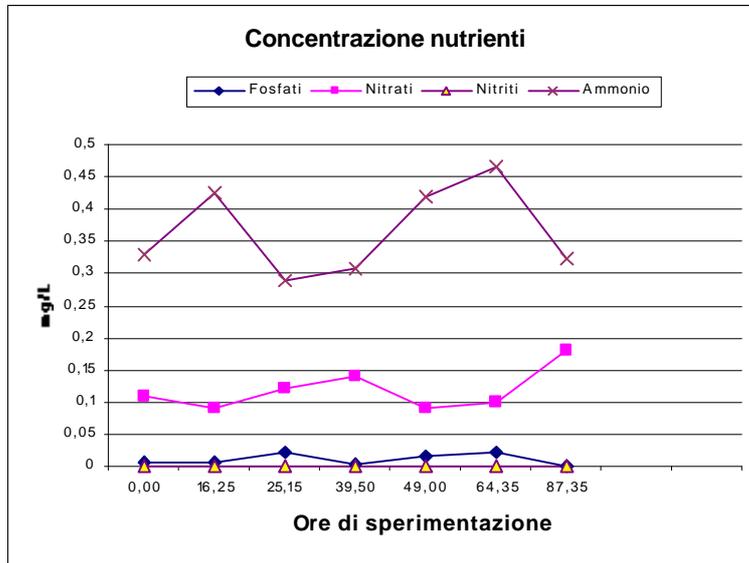
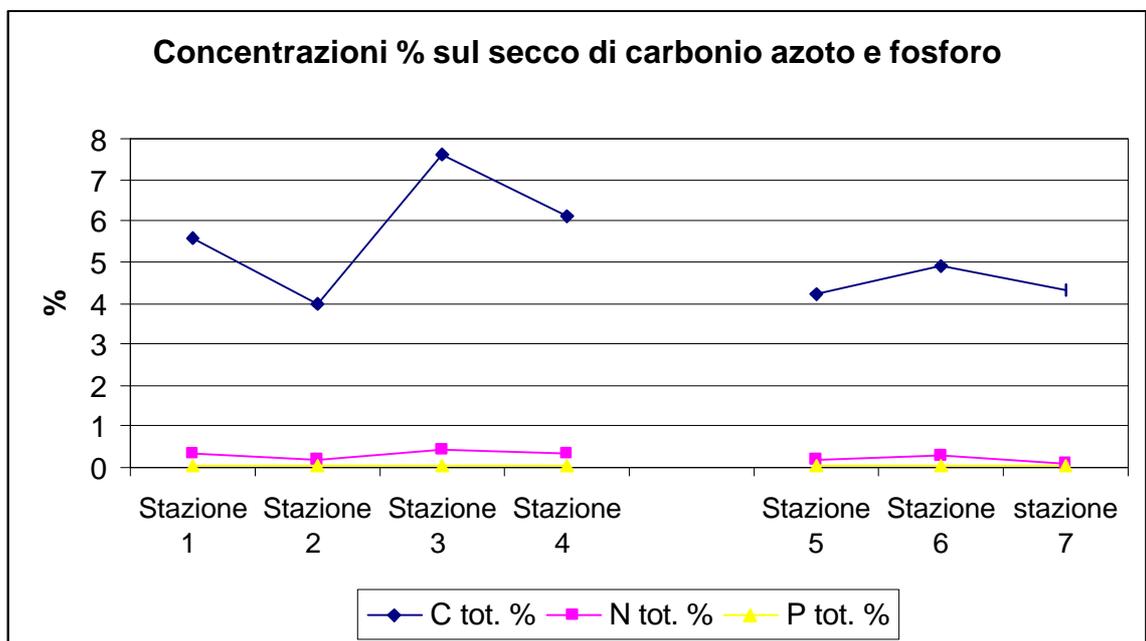
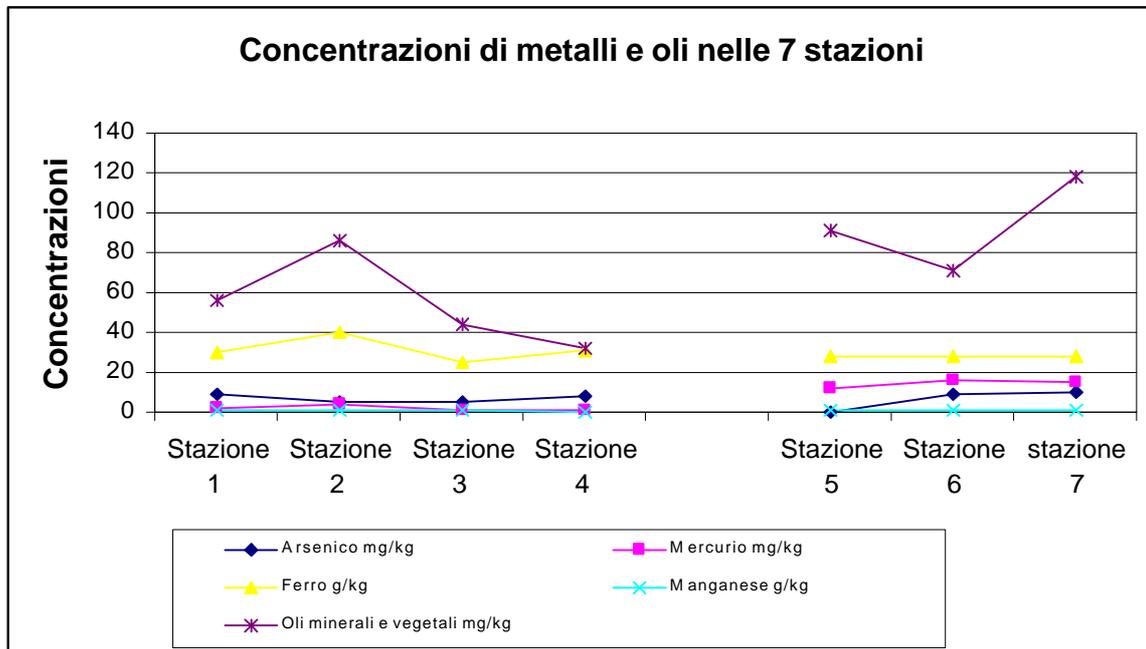


fig. AIV-7: Concentrazioni di metalli, oli, carbonio, azoto e fosforo rilevati nei sedimenti delle stazioni di campionamento.



APPENDICE V

Analisi relative alla distribuzione della popolazione macrobentonica nel 2001 e nel 2003

Tab. AV-I Principali gruppi e famiglie più significative rinvenuti nell'Estate 2001

		Stazioni						
		1	2	3	4	5	6	7
Policheti	Arenicolidae			++			+	
	Capitellidae			++	+	++	++	+
	Chaetopteridae	+						
	Cirratulidae			+			+	
	Eunicidae			+				
	Hesionidae		+	+		+	+	+
	Nereidae		++	+	++	+	+	+
	Sabellidae	+				+	+	+
	Scalibregmidae						+	
	Serpulidae		+	+		+	+	
	Spionidae	+		++	+	++	++	+++
	Syllidae			+				
	Terebellidae			+				
Molluschi	Abra ovata			++	+			+
	Aplysia				+			
	bivalve n.d.					+	+	
	Cerastoderma glaucum			+		+		+
	Cyclope neritea	+		+	+	+		+
	Haminoea navicula	+		+	++	+	+	
	Musculus subpictus			+				
Crostei	Anfipodi n.d.					+		
	Anisopodae	+			+			
	Corophidae	++	+	+++	++	+	+	+
	Decapode	+						
	Gammaridae		+			+	+	+
	Isopodae	+						
	Liocarcinus	+			+			
	Paratanaidae			++				

Tab.AV-II Principali gruppi e famiglie rinvenute nell'Estate 2003

		Stazioni						
		1	2	3	4	5	6	7
Policheti	Cirratulidae	-	-	+	-	-	-	-
	Eunicidae	-	-	+	+	-	-	-
	Nereidae	+	+	+	+	+	-	+
	Spionidae	+	-	-	-	+	-	-
	Terebellidae	-	-	+	-	-	-	-
Molluschi	Cardidae	+	+	+	+	+	-	+
	Corbulidae	-	-	-	-	+	-	-
	Semelidae	+	+	+	+	+	-	-
	Haminoeidae	+	+	+	+	-	+	-
	Mytilidae	-	+	+	+	-	+	+
	Nassaridae	+	+	-	+	-	-	-
Crostacei	Amphitoidae	-	+	-	-	-	-	-
	Corophidae	-	+	-	+	-	+	-
	Gammaridae	-	-	+	-	-	+	-
	Grapsidae	-	-	-	-	-	-	+
	Penaeidae	-	-	-	-	+	-	-
	Tanaidae	-	-	+	-	-	-	-