



Consorzio di Bonifica della
Baraggia Biellese e Vercellese



VALUTAZIONE DEI CONSUMI E DEI FABBISOGNI IDRICI NEL COMPRENSORIO IRRIGUO DENOMINATO CENTRO SESA SU UNA SUPERFICIE DI CIRCA 15.500 ETTARI

Redatto da:

Politecnico di Torino
Dipartimento di Idraulica, Trasporti e Infrastrutture Civili



Novembre 2008



Consorzio di Bonifica della
Baraggia Biellese e Vercellese

**VALUTAZIONE DEI CONSUMI E DEI FABBISOGNI IDRICI
NEL COMPENSORIO IRRIGUO DENOMINATO CENTRO
SESA SU UNA SUPERFICIE DI CIRCA 15.500 ETTARI**

Responsabili della ricerca:
Collaboratore:

**Pierluigi Claps, Francesco Laio
Luca Grossini**

Dipartimento di Idraulica, Trasporti ed Infrastrutture Civili (DITIC)
Politecnico di Torino

e-mail: claps@polito.it



Novembre 2008

Ringraziamenti

Il lavoro è stato svolto con il contributo economico del Consorzio di Bonifica della Baraggia Biellese e Vercellese. Il consorzio ha anche contribuito con il lavoro svolto dal suo personale tecnico, che ha fornito supporto operativo durante la realizzazione e gestione dei campi di prova sperimentali nei comuni di Lenta e Albano Vercellese.

Hanno inoltre collaborato il dott. Geol. Roberto Lesca, con riferimento alle attività di monitoraggio della falda nei campi sperimentali di Lenta e Albano Vercellese, ed il dott. Agron. Nicola Laruccia per gli studi svolti al fine di fornire una valutazione della permeabilità dei suoli all'interno del comprensorio irriguo del Centro Sesia.

INDICE

1	PREMESSA.....	1
1.1	FINALITÀ DELLO STUDIO	1
1.2	RASSEGNA DELLA BIBLIOGRAFIA ESISTENTE.....	2
1.3	INQUADRAMENTO DEL COMPRESORIO DEL CENTRO SESIA.....	2
1.4	LA COLTIVAZIONE DEL RISO NEL COMPRESORIO DEL CENTRO SESIA	5
2	STUDI E INDAGINI PRELIMINARI RELATIVI ALL'AREA DEL CENTRO SESIA..	9
2.1	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E VALUTAZIONI PEDOLOGICHE PRELIMINARI	9
2.2	IL RETICOLO IDRAULICO DEL CENTRO SESIA.....	15
2.3	INFORMAZIONI DISPONIBILI SULLE VARIABILI METEOROLOGICHE	17
2.4	INDIVIDUAZIONE DELLE COLTURE PRESENTI NELL'AREA OGGETTO DI INDAGINE	20
2.5	SUDDIVISIONE DELL'AREA OGGETTO DI STUDIO IN MACROAREE.....	22
3	STIMA DELLA PERMEABILITÀ DEI SUOLI.....	23
3.1	LA PERMEABILITÀ DEL SUOLO NELLE RISAIE VERCELLESI	23
3.2	CAMPAGNA SPERIMENTALE PER LA DETERMINAZIONE DELLA PERMEABILITÀ DEI SUOLI 25	
3.3	ANALISI ED APPLICAZIONE DEI RISULTATI.....	28
4	VALUTAZIONE DELL'AFFLUSSO METEORICO MEDIO AREALE.....	33
4.1	STAZIONI PLUVIOMETRICHE E RELATIVE SERIE STORICHE	33
4.2	STIMA DEGLI APPORTI METEORICI STAGIONALI TOTALI (PERIODO 1999-2007).....	36
5	STIMA DELL'EVAPOTRASPIRAZIONE.....	41
5.1	INTRODUZIONE E METODOLOGIA DI CALCOLO.....	41
5.1.1	<i>Stima dell'evapotraspirazione potenziale con il metodo Penman-Monteith mod.FAO</i>	42
5.1.2	<i>Evapotraspirazione potenziale con il metodo Hargreaves-Samani.....</i>	46
5.1.3	<i>Determinazione del coefficiente colturale k_c per il calcolo dell'evapotraspirazione reale</i>	47
5.2	ANALISI DELLE VARIABILI METEOROLOGICHE.....	48
5.3	STIMA DELL'EVAPOTRASPIRAZIONE POTENZIALE.....	49
5.4	STIMA DELL'EVAPOTRASPIRAZIONE CULTURALE NELL'AREA DEL CENTRO SESIA	53
6	VALUTAZIONE DEI VOLUMI IDRICI PROVENIENTI DA DERIVAZIONI SUPERFICIALI.....	61
6.1	ANALISI DELLE SERIE STORICHE DI PORTATA	61
6.2	VALUTAZIONE DEGLI APPORTI IDRICI DAI CORSI D'ACQUA ALL'AREA DEL CENTRO SESIA	64
6.3	DETERMINAZIONE DEI VOLUMI IRRIGUI STAGIONALI.....	70
7	BILANCIO IDRICO E VALUTAZIONE DEL FABBISOGNO IN UNA MACROAREA COMPARTIMENTATA: MACROAREA 7 (RIO DONDOGLIO).....	73
7.1	BILANCIO IDRICO IN UNA MACROAREA	73
7.2	BILANCIO IDRICO NELLA MACROAREA IRRIGATA DAL RIO DONDOGLIO (MACROAREA 7) 74	
8	BILANCIO IDRICO E VALUTAZIONE DEL FABBISOGNO IDRICO CULTURALE DEL COMPRESORIO IRRIGUO DEL CENTRO SESIA.....	81

8.1	PREMESSA	81
8.2	DETERMINAZIONE DEL FABBISOGNO IDRICO NEL CENTRO SESIA	83
8.3	CONFRONTO FORNITURE – FABBISOGNI IDRICI	84
8.3.1	<i>Analisi dei risultati nel quadriennio 2004-2007</i>	84
8.3.2	<i>Estensione dei risultati al periodo 2000-2007</i>	85
9	REALIZZAZIONE DI DUE CAMPI SPERIMENTALI NEI COMUNI DI LENTA E ALBANO VERCELLESE.....	87
9.1	INDIVIDUAZIONE DELLE AREE	87
9.2	CARATTERIZZAZIONE FISICA DEI SITI	89
9.3	PROVE SPERIMENTALI PER LA MISURA DELLA PERMEABILITÀ DEL SUOLO	92
9.4	INSTALLAZIONE DEI MISURATORI DI LIVELLO IDRICO PER LA STIMA DELLE PORTATE E ADEGUAMENTO IDRAULICO DELLE AREE	95
9.5	CARATTERISTICHE DELLE STAZIONI METEOROLOGICHE UTILIZZATE.....	103
9.6	METODI PER IL MONITORAGGIO DELLA FALDA	106
9.7	CAMPAGNA SPERIMENTALE RELATIVA ALLA STAGIONE COLTURALE 2008.....	114
10	CONCLUSIONI.....	115
11	BIBLIOGRAFIA CITATA E DI RIFERIMENTO.....	118
12	APPENDICE A: BILANCIO IDRICO E VALUTAZIONE DEL FABBISOGNO IN ALCUNE MACROAREE DEL CENTRO SESIA NEL QUADRIENNIO 2004-2007 ..	121
A.1	BILANCIO IDRICO NELLA MACROAREA IRRIGATA DALL'INVASO DELL'OSTOLA (MACROAREA 1).....	121
A.2	BILANCIO IDRICO NELLA MACROAREA IRRIGATA DAL RAMO DEL PALLONE (MACROAREA 4).....	126
A.3	BILANCIO IDRICO NELLA MACROAREA IRRIGATA DAL TRATTO MARCHIONALE ¼ (MACROAREA 5).....	131
A.4	CONSIDERAZIONI FINALI	135

ALLEGATO A – CARTOGRAFIE DEL COMPENSORIO IRRIGUO CENTRO SESIA

ALLEGATO B – RAPPORTI DI ANALISI IPLA SU CAMPIONI DI SUOLO PRELEVATI NEI SITI DI INDAGINE PEDOLOGICA

ALLEGATO C –DATI MENSILI REGISTRATI NELLE STAZIONI METEOROLOGICHE ARPA E RAM NEL PERIODO MARZO-SETTEMBRE (ANNI 1999-2007)

ALLEGATO D – DATI METEOROLOGICI E DI PORTATA E LIVELLI DI FALDA REGISTRATI NEI CAMPI PROVA DI LENTA (CASCINA LA RINASCITA) E ALBANO VERCELLESE (CASCINA NUOVA)

1 PREMESSA

1.1 Finalità dello studio

Il presente studio è stato condotto con lo scopo di individuare i fabbisogni idrici colturali del comprensorio irriguo denominato Centro Sesia, in gran parte interessato dalla coltivazione del riso mediante la pratica irrigua della sommersione, e di valutarne il soddisfacimento confrontando i risultati con le effettive quantità d'acqua prelevate da corsi d'acqua e invasi nel corso degli anni.

In primo luogo si sono individuate le condizioni al contorno (caratteristiche geomorfologiche, pedologiche ed idrauliche del comprensorio, principali stazioni a cui fare riferimento per il reperimento delle serie storiche meteorologiche, tipologia e diffusione delle colture presenti) e si è suddivisa la superficie totale in “macroaree” (capitolo 2).

Successivamente si sono studiate le singole componenti del bilancio idrico: permeabilità del suolo, determinata attraverso un'apposita campagna sperimentale (capitolo 3); apporti meteorici, valutati a partire dalle precipitazioni registrate nel corso degli anni nelle stazioni meteorologiche prossime all'area (capitolo 4); quantità d'acqua teoricamente evapotraspirata, considerando le tipologie di coltura presenti e le informazioni climatiche reperite dalle stazioni meteorologiche sopra citate (capitolo 5); volumi d'acqua irrigui superficiali disponibili, valutati con l'aiuto del CBBBV (capitolo 6).

Nella fase successiva si sono costruiti i bilanci idrici, a carattere locale e sull'intera superficie irrigata dell'area di studio. In primis (capitolo 7) il bilancio idrico è stato applicato ad una delle macroaree in cui è stato suddiviso il Centro Sesia, con lo scopo di tarare i risultati della campagna sperimentale per la stima della conducibilità idraulica del suolo, descritta nel capitolo 3; infine si è costruito un bilancio idrico a livello di comprensorio (capitolo 8), utilizzando le informazioni precedentemente determinate per valutare il fabbisogno colturale del Centro Sesia e confrontando i risultati così ottenuti con i volumi irrigui effettivamente forniti dalle prese sui corsi d'acqua superficiali, descritti nel capitolo 6.

L'ultima parte riguarda la descrizione delle attività svolte su due campi sperimentali realizzati all'interno del territorio del Centro Sesia, con lo scopo di consentire il monitoraggio per l'intera

stagione irrigua 2008 di tutte le componenti coinvolte negli apporti e nelle perdite del ciclo irriguo stagionale (capitolo 9).

1.2 Rassegna della bibliografia esistente

Nel corso del presente studio sono state prese in considerazione numerose fonti bibliografiche, per una corretta e precisa definizione delle problematiche e delle condizioni al contorno da considerare.

Innanzitutto sono state utilizzate le informazioni direttamente reperibili presso il Consorzio di Bonifica della Baraggia Biellese e Vercellese (CBBBV) ([1], [22], [23]), riguardanti le caratteristiche geomorfologiche e idrauliche dell'area e i prelievi irrigui effettuati negli ultimi anni.

Sono stati analizzati inoltre tutti gli aspetti riguardanti gli studi svolti nel territorio del vercellese da parte del professore Allavena e dai suoi collaboratori, con attività sperimentali e campi prova realizzati tra gli anni 60' e 80' e relazioni descrittive ad esse connesse ([2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12]).

Per la valutazione delle condizioni climatiche della zona sono stati utilizzati i dati registrati da stazioni meteorologiche dell'ARPA Piemonte [14] e della Rete Agrometeorologica del Piemonte (Regione Piemonte - Assessorato Agricoltura - Settore Fitosanitario - Sezione di Agrometeorologia) [28].

Sono state inoltre visionate numerose pubblicazioni specialistiche realizzate da vari enti (FAO [13], Provincia di Vercelli [27], Regione Piemonte [24], etc.) e citate in Bibliografia.

1.3 Inquadramento del compensorio del Centro Sesia

L'area geografica di coltivazione del compensorio irriguo del Centro Sesia si colloca all'interno del più esteso compensorio gestito dal Consorzio di Bonifica della Baraggia Biellese e Vercellese (CBBBV), determinato con il Regio Decreto del 30 dicembre 1929, n.2357 e con il Decreto del Ministro dell'agricoltura e delle foreste 3 maggio 1931, n. 1458 (nei quali il compensorio

è definito esclusivamente della “Baraggia Vercellese”, in quanto la suddivisione geografica tra le attuali province di Biella e Vercelli risale a tempi più recenti) [32].

Il comprensorio irriguo del Centro Sesia si estende su una superficie complessiva di circa 25.000 ha ed è delimitato ad est dal fiume Sesia e ad ovest in parte dal percorso del torrente Ostola ed in parte da quello del torrente Cervo, mentre a nord raggiunge le pendici delle colline dei comuni di Gattinara, Roasio e Brusnengo e a sud la confluenza del torrente Cervo con il fiume Sesia.

Oltre al bacino principale del Sesia, all'interno del comprensorio si possono distinguere diversi sottobacini secondari appartenenti a torrenti e rii minori.

L'economia agricola dell'area è basata sulla coltura del riso (con presenza di altri cereali in zone limitrofe, principalmente mais e soia): tale coltivazione richiede grande quantità d'acqua specie nel periodo di nascita e crescita della pianta, dall'inizio di aprile alla fine di agosto.

Il comprensorio soddisfa il proprio fabbisogno irriguo direttamente attraverso i corsi d'acqua naturali e il fitto sistema di rogge e canali colatori che provvedono ad alimentare i singoli appezzamenti di terreno da irrigare.

La difficoltà dell'approvvigionamento idrico consiste principalmente nella variabilità di portata cui sono soggetti i corsi d'acqua principali della zona, che nel periodo di maggiore crescita e sviluppo colturale non riescono spesso a sostenere il fabbisogno idrico che risulta dalle aree a riso esistenti.

Da un punto di vista storico, risale al 1200 il primo canale scavato nel territorio della Baraggia per l'agricoltura, la Roggia Comunale di Gattinara [23]. Sempre in territorio di Gattinara si ha notizia intorno al XIV secolo della Roggia Marchionale di Gattinara, derivata dal fiume Sesia. Altra Roggia antichissima è la Comunale di Lenta, derivata sempre dal fiume Sesia per irrigare i territori di Lenta, Ghislarengo, Arborio e Greggio. Nel 1333 si ha la concessione dell'Imperatore Corrado ai feudatari di Buronzo per derivare dal torrente Elvo, in territorio di Castelletto Cervo, la roggia chiamata di Buronzo, per irrigare i territori di Buronzo, Balocco e Villarboit [33].

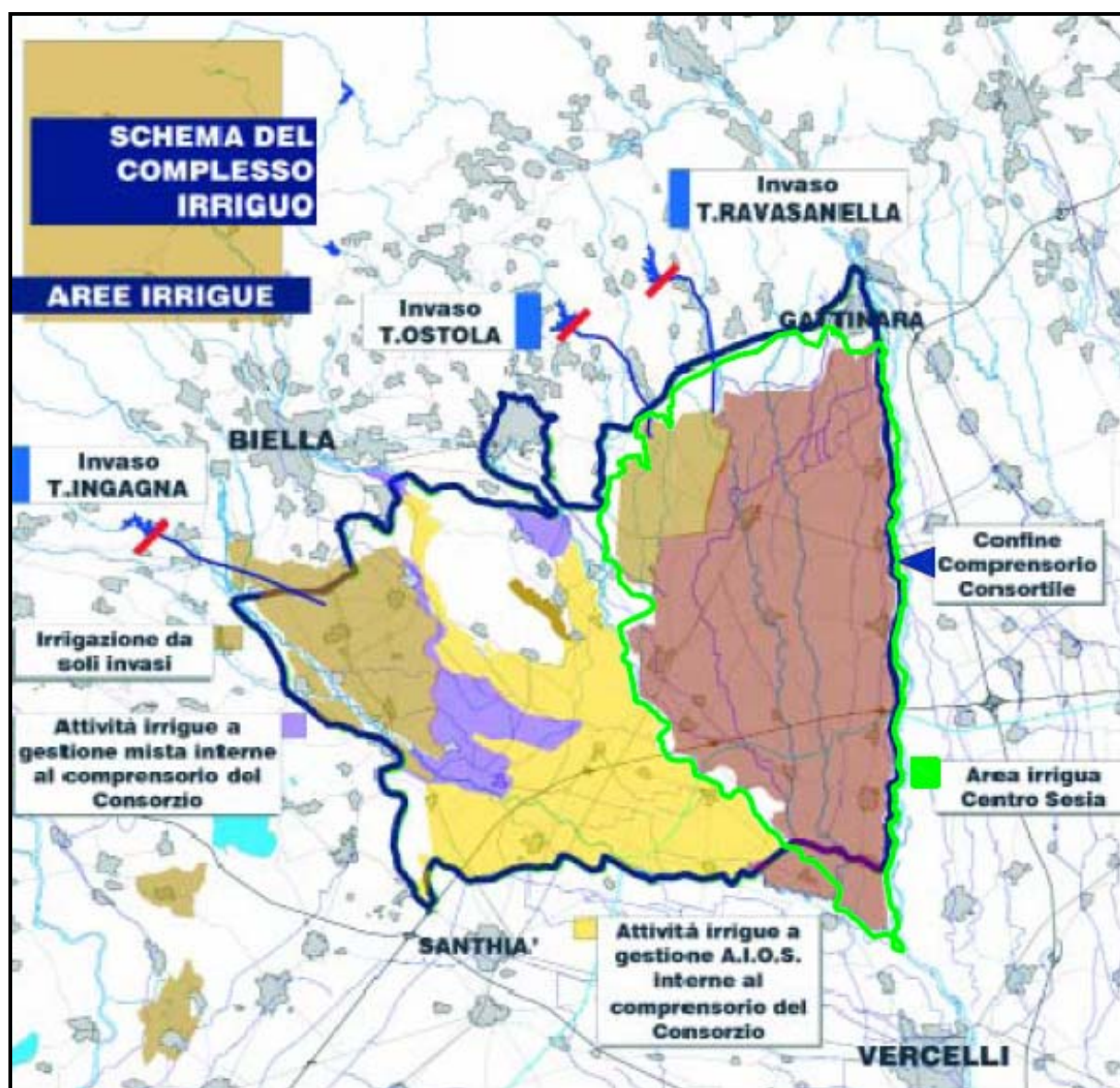


Figura 1.1: Planimetria del comprensorio di bonifica e confine dell'area irrigata del Centro Sesia.

A metà Ottocento il conte Camillo Benso di Cavour, Presidente del Consiglio dei Ministri dello Stato Sardo Piemontese e anche Ministro di Agricoltura, Industria e Commercio e delle Finanze, riunì tutta la documentazione sui corsi d'acqua derivati dai fiumi e torrenti in un unico fondo ed ufficio alle dirette dipendenze del Ministero. Fu composto un insieme di testimonianze, importanti per conoscere le diverse origini e ragioni dei diritti d'acqua, per un territorio vastissimo corrispondente al bacino del Po e dei suoi affluenti nella regione piemontese [33].

L'acqua garantì l'irrigazione dei campi e la coltura del riso, ed i canali furono anche uno strumento fondamentale per l'apporto di energia indispensabile per le trasformazioni dei prodotti agricoli e per tutte le altre lavorazioni che richiedevano energia meccanica di origine idraulica.

Con decreto del 16 luglio 1922 il Ministero per l'Economia Nazionale istituì “La Fondazione della Baraggia” per lo studio del miglioramento agricolo della zona baraggiva del vercellese e del biellese, allora in provincia di Novara. Tra le tappe di un percorso di vita ormai quasi novantennale, si individuano [23]:

- La classificazione come territorio di bonifica, attraverso decreto interministeriale del 30 DICEMBRE 1929, n.2357.
- La costituzione il 9 dicembre 1950 del Consorzio di Bonifica della Baraggia Vercellese con decreto n.3862 del Presidente della Repubblica Luigi Einaudi.
- La fusione con l'Associazione d'Irrigazione dell'Agro all'Ovest del Sesia, avvenuta con decreto n.11 del Presidente della Giunta regionale del Piemonte in data 25 gennaio 2000, e successiva separazione nel 2003.

In particolare, in seguito alla costituzione nel 1950 del Consorzio di Bonifica della Baraggia Vercellese, responsabile per 36 Comuni distribuiti su un'area di quasi 44.000 ettari, nell'arco di quattro anni venne redatto il Piano di bonifica generale della Baraggia. Nel corso del secolo poi l'incremento delle coltivazioni risicole rese necessari altri sostanziali interventi, sia per sopperire alle carenze dei periodi di magra, che per raggiungere nuove zone della Baraggia vercellese [33].

Con il passare degli anni vennero quindi realizzati gli invasi sui torrenti Ingagna, Ostola e Ravasanella in grado di garantire complessivamente, in annate di piovosità media, la distribuzione di circa 50 milioni di metri cubi di acqua per gli usi irrigui, potabili ed idroelettrici.

1.4 La coltivazione del riso nel comprensorio del Centro Sesia

Il termine Baraggia da sempre è utilizzato per indicare i terreni poco fertili, posti su diversi livelli e occupati da vegetazioni spontanee; l'unico mezzo per rendere i terreni utilizzabili dal punto di vista agronomico è stato quello di costituire una disponibilità costante di acqua per l'irrigazione.

Questo consente di neutralizzare l'acidità del terreno, in particolare nel caso di irrigazione per sommersione. Per questo motivo il riso, che tipicamente nelle zone di coltivazione padane richiede la pratica dell'irrigazione per sommersione, è una delle poche colture adatte a questi terreni.

Il riso trova sistemazione in uno spazio particolare, il “campo risaia”, il quale ha il compito di contenere l'acqua, elemento essenziale per metterlo al riparo dagli sbalzi termici [35].

Tutta la complessa gestione della risaia ruota intorno all'acqua, della quale va garantito uno scorrimento lento ma costante, in grado di fornire acqua sempre ossigenata alla camera di risaia. Inoltre è necessario garantire uno scolo completo, cioè privo di ristagni, nei periodi di asciutta. Per permettere che ciò avvenga è quindi necessario realizzare per ogni singola camera un complesso sistema di piccole canalizzazioni e di chiuse al suo servizio.

In generale le risaie non presentano una superficie perfettamente piana, ma sono leggermente inclinate: nel caso delle risaie del Centro Sesia esse digradano lievemente da nord-ovest verso sud-est, motivo per cui il sistema di canalizzazione del CBBBV ha sfruttato queste lievi pendenze. Nei punti in cui l'inclinazione era eccessiva si è ricorso al metodo del terrazzamento (come ad esempio nella zona di Rovasenda), spianando porzioni di terreno e proteggendole a valle con terrapieni. In questo modo le camere di risaia digradano seguendo le curve di livello in direzione sud e sud-est, fino alla confluenza Cervo-Sesia, con sporadici cambi di direzione di pendenza verso l'alveo dei corsi d'acqua.

Le camere sono delimitate dagli argini e tutto il complesso di un appezzamento è confinato a sua volta da argini più robusti, strade di servizio e canalizzazioni che servono per allagare e raccogliere le acque di scolo, a seconda della loro posizione rispetto alla risaia.

Fino agli anni '60 gli appezzamenti erano poco estesi e seguivano le curve di livello locali, con un livellamento del terreno effettuato mediante strumenti ottici; l'utilizzo di livellatrici al laser ha permesso il passaggio ad appezzamenti di estensioni medie di 3 ettari.

Prima della preparazione colturale è necessario realizzare una peculiare sistemazione del terreno in funzione idraulica, attraverso le seguenti fasi:

- ristrutturazione delle camere, mediante riparazione degli argini (generalmente in marzo);
- aratura profonda 30-40 cm (se non è già stata effettuata dopo la mietitura in autunno);
- erpicatura mediante erpici fini;
- eventuale fresatura del terreno;

- livellazione della camera tramite livellatrice laser (per contenere i dislivelli entro 3 cm).

Oggi la semina avviene direttamente nelle camere di risaia, già sommerse da pochi centimetri d'acqua. Si semina generalmente in aprile, subito dopo l'allagamento delle risaie, anche se negli ultimi anni si è diffusa, specie nelle zone più meridionali, la tecnica della semina tardiva, anche a seguito della crescente razionalizzazione dell'utilizzo dell'acqua e seguendo un criterio di distribuzione graduale nel territorio. Nei terreni più sabbiosi, dove si può coltivare il riso "in asciutta", utilizzando una ridotta quantità d'acqua, la semina avviene con seme interrato.

Il seme germoglia solo in condizioni di temperatura e di ossigenazione ottimali. Ad esempio, per le varietà derivate dalla specie japonica, le più coltivate nel vercellese, la temperatura ideale in questa fase è di 28-30 °C di massima e 10-12 °C di minima notturna.

Nella semina in sommersione il seme si trova in condizioni di scarsissima ossigenazione, pertanto è necessaria la prima asciutta; di seguito avviene la fase della germinazione, la più delicata in quanto il seme non è ancora ancorato al suolo e facilmente può spostarsi: in questo stadio avviene la formazione della radice primaria, che inizia a legarsi al terreno. Ad essa segue la fase di accestimento, cioè di formazione delle appendici secondarie, in un periodo di 40-70 giorni dalla germinazione, durante i quali la risaia diventa simile ad un prato verdissimo. In coincidenza con questo periodo, in giugno, si verifica la fase di levata, che si conclude con la formazione delle infiorescenze e l'inizio del periodo riproduttivo della pianta. La fecondazione avviene nei mesi di luglio e agosto, sotto determinate condizioni (ad es., temperatura massima di 30°C e umidità intorno al 70-80%).

Successivamente, scatta la fase di maturazione della pannocchia che procede dall'alto verso il basso e si conclude, a seconda delle varietà, nei mesi di settembre-ottobre.



Figura 1.2: Camere di risaia durante la fase di sommersione iniziale e di germinazione.

Le camere allagate e quelle in asciutta spesso coesistono: l'irrigazione della risaia dipende infatti dalle scelte tattiche del risicoltore. L'acqua nella risaia ha una funzione termoregolatrice, fondamentale soprattutto nelle prime settimane di sviluppo: può essere immessa o tolta tempestivamente per il variare di condizioni climatiche esterne, per contrastare lo sviluppo delle alghe e della vegetazione acquatica infestante, per uccidere parassiti o per favorire la maturazione. La sommersione è inevitabilmente condizionata anche dai diserbanti utilizzati.

Il ciclo di utilizzo dell'acqua in un'annata media può essere riassunto come segue:

- sommersione iniziale con pochissima acqua (2-3 cm), per ottimizzare l'intasamento e il livellamento del terreno;
- innalzamento dell'acqua a 5 cm dopo il primo diserbo e la semina;
- successivo abbassamento ad 1-2 cm per una quindicina di giorni, per favorire l'emergere delle piantine dall'acqua;
- innalzamento del livello a 10 cm e rilassamento a 6-7 cm per contrastare le eventuali erbe infestanti;
- asciugatura della risaia dopo 60 giorni dallo spuntare delle piantine, per permettere la cosiddetta "concimazione di copertura" con azoto e potassio;
- ulteriore allagamento con 6-7 cm fino alla maturazione dei semi;
- definitivo svuotamento a partire dalla fine di agosto per permettere, dopo due o tre settimane, il passaggio delle mietitrebbiatrici.

Da settembre a ottobre il riso giunge a maturazione a seconda delle varietà.

L'abbruciamento delle stoppie del riso è un momento caratteristico che conclude, a fine ottobre, l'annata risicola: le stoppie vengono infatti bruciate seguendo le strisce di paglia lasciate durante la mietitura. Tale procedura è comunque sconsigliata dalle moderne teorie agronomiche: la paglia dovrebbe essere interrata dopo la mietitura, per permettere un minore utilizzo di concimi nell'annata successiva.

Da pochi anni si sta riscoprendo l'antica tecnica dell'avvicendamento per ridare naturalmente le sostanze nutritive al terreno e ridurre l'uso di fertilizzanti chimici. La coltura più utilizzata è la soia, che permette di arricchire il suolo di azoto, come accade per tutte le leguminose.

2 STUDI E INDAGINI PRELIMINARI RELATIVI ALL'AREA DEL CENTRO SESIA

2.1 *Inquadramento geomorfologico e valutazioni pedologiche preliminari*

L'area del Centro Sesia si estende sul territorio della Baraggia, l'area pedemontana che dalle Prealpi site sotto il massiccio del monte Rosa si sviluppa verso la pianura a terrazzi o in lieve graduale declivio, da nord-ovest a sud est. In generale dalla quota di 250-270 m delle pendici delle colline che delimitano l'area nella sua estremità nord-occidentale, si scende progressivamente fino ad un limite di 130-140 m in corrispondenza della confluenza del torrente Elvo nel Sesia.

La configurazione morfologica attuale della zona è dovuta principalmente all'avvicinarsi di diverse condizioni climatiche, all'azione erosiva delle acque e soprattutto alle varie espansioni glaciali [34]. Durante le glaciazioni, con l'avanzamento del ghiacciaio della Valle d'Aosta, si formarono diverse cerchie moreniche che si rinnovarono continuamente, anche a causa dell'azione dei numerosi scaricatori, con la nascita, all'esterno delle stesse cerchie, di una piatta conoide di depositi alluvionali. A seguito del ritiro dei ghiacciai si instaurò un clima steppico, costituito da forti venti che contribuirono all'erosione delle parti più superficiali dei depositi e al loro trasporto verso valle. In seguito all'affermazione di un clima subtropicale, il ruolo di agente erosivo iniziò ad essere assunto dalla rete idrografica specie nell'alta pianura, che venne così profondamente segnata. I corsi d'acqua dettero poi origine ad isolati lembi di altipiano e, in una nuova glaciazione, ad uno strato di detriti più basso e recente.

Il paleosuolo di tutta l'alta pianura vercellese, in cui si estende il Centro Sesia, è contraddistinto da terreni molto compatti, chimicamente alterati (ferretizzati); questi terreni presentano per lo più componenti argilloso-limosi che li rendono abbastanza impermeabili, compatti e quindi sterili, adatti cioè a trattenere l'acqua utile per la coltivazione del riso.

Soprattutto tra Gattinara e Albano si individuano incisioni da parte di alluvioni disposte a terrazzo relativamente antiche, mentre man mano che ci si sposta verso sud si osservano alluvioni più recenti, prevalentemente ghiaiose, degli alvei abbandonati o attivi dei principali corsi d'acqua (torrenti Rovasenda, Marchiazza, Ostola, Elvo, Cervo e il fiume Sesia).

Queste alluvioni geologicamente più giovani, fiancheggiano la rete idrografica, allargandosi solo presso le confluenze dei torrenti, cioè a valle di Albano, Villarboit, Formigliana e Casanova Elvo. In queste zone i terreni sono meno alterati di quelli dell'altopiano baraggivo e pedologicamente migliori, presentando uno "scheletro" più abbondante, una ridotta presenza di argilla, una maggiore percentuale di humus e azoto organico e una minore acidità.

Come indicato nella [27], l'area del Centro Sesia si estende principalmente su depositi fluvioglaciali Riss, ad eccezione della sua parte meridionale ed in prossimità dei torrenti ove sono presenti depositi alluvionali e nella fascia che costeggia il fiume Sesia, prettamente interessata da depositi fluviali Wurm (figura 2.1).

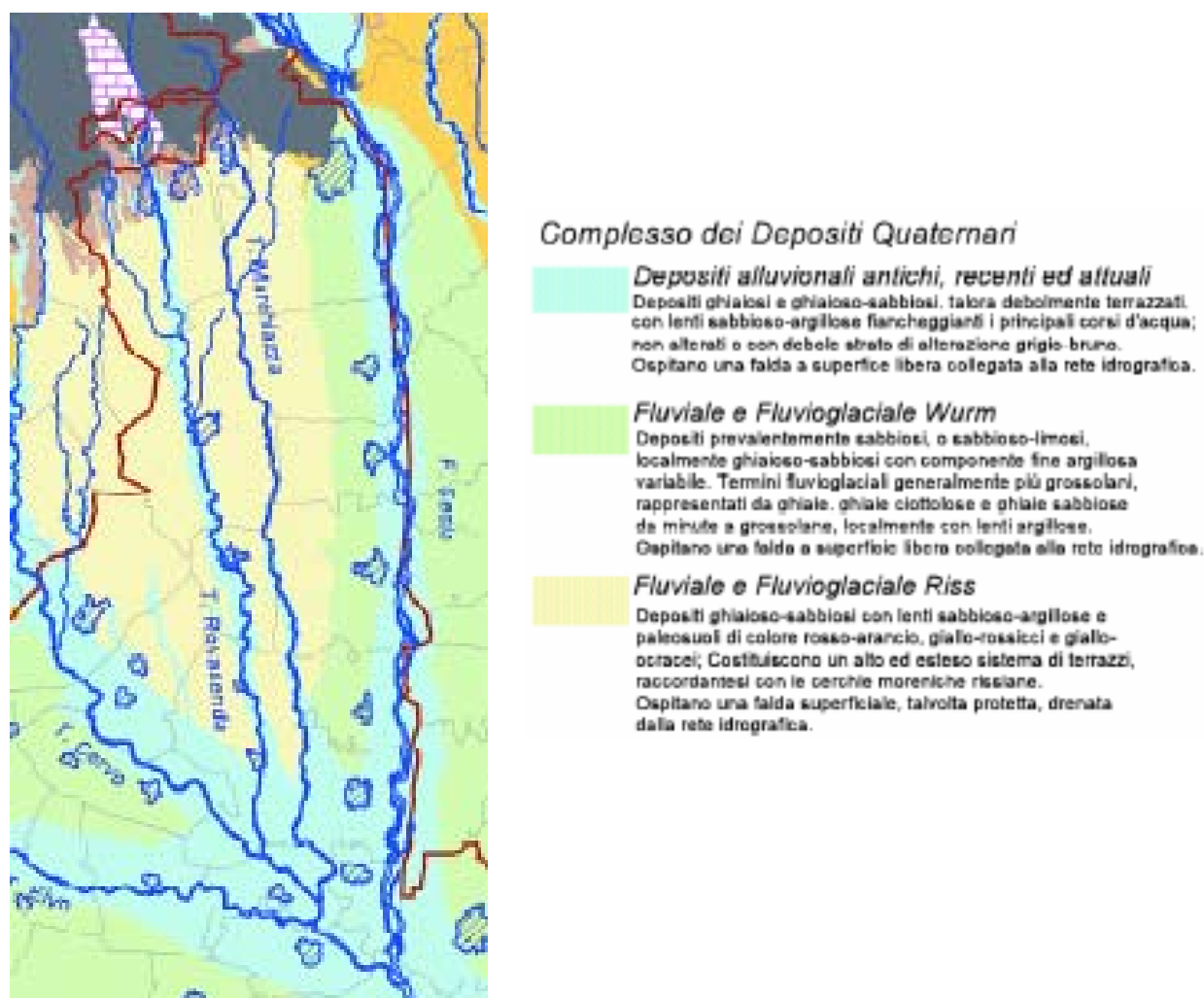


Figura 2.1: Distribuzione dei depositi alluvionali e fluviali nell'area Centro Sesia (tratto da: Le acque sotterranee della pianura vercellese. LA FALDA SUPERFICIALE – Provincia di Vercelli, 2006).

I depositi fluviali e fluvioglaciali del Riss si estendono su una superficie molto vasta, ricoprendo buona parte dei depositi mindeliani e dalle cerchie moreniche esterne fin quasi al fiume Po,

con andamento in direzione nordovest-sudest. Nell'area del Centro Sesia si ritrovano soprattutto nei pressi di Rovasenda, dove costituiscono l'esteso terrazzo della "Baraggia di Rovasenda", il quale a partire dal bordo collinare settentrionale si estende fino all'abitato di Villarboit. Questi depositi sono costituiti da alluvioni ghiaiose con lenti sabbioso-argillose, ricoperte da un paleosuolo di colore rosso-arancio, essenzialmente argilloso, costituito da inclusioni di ciottoli silicatici alterati: il suo grado di alterazione è minore rispetto al paleosuolo mindeliano, a causa di una minore pedogenesi.

I depositi fluviali del Riss ospitano una falda a superficie generalmente libera, drenata dalla rete idrografica.

I depositi fluviali e fluvioglaciali wurmiani sono invece costituiti prevalentemente da sabbie e sabbie-limose; localmente possono presentarsi ghiaioso-sabbiosi, con componente argillosa variabile. In essi è presente un debole strato di alterazione brunastro superficiale e un sottile livello loessico tardo wurmiano discontinuo.

Nel settore centro-settentrionale della pianura vercellese, ossia quello interessante il Centro Sesia, costituiscono un terrazzo più o meno continuo, a differenza di quanto accade più a sud dove sono compresi tra i sedimenti rissiani e le alluvioni del Fiume Po.

A differenza dei depositi fluviali del Riss, i depositi Wurm ospitano una falda a superficie libera collegata con la rete idrografica.

I depositi alluvionali Antichi, Medio-Recenti ed Attuali compaiono lungo tutti i corsi d'acqua principali della Regione Piemonte. Le Alluvioni Antiche formano piccoli lembi terrazzati di poco sospesi sugli alvei attuali; le alluvioni Medio-Recenti, tuttora esondabili, rappresentano la fascia di transizione tra l'alveo del corso d'acqua propriamente detto, ossia le Alluvioni Attuali, e le Alluvioni Antiche.

Nei depositi alluvionali la litologia è prevalentemente ghiaiosa più o meno grossolana, con lenti sabbiose ed argilloso-sabbiose. Tali depositi, non alterati o con un debole strato di alterazione grigio-bruno, ospitano una falda a superficie libera collegata con la rete idrografica.

Nella [27] sono riportate una serie di stratigrafie di pozzi di captazione e di sondaggi eseguite nell'intero territorio vercellese, tra le quali ve ne sono alcune rappresentative dell'area Centro Sesia. In particolare nelle figure 2.3 e 2.4 sono riportati i profili stratigrafici di sondaggi effettuati nei

comuni di Albano Verellese, Buronzo, Ghislarengo e Rovasenda (figura 2.2), fino ad una profondità di circa 50-60 m: tali informazioni consentono una valutazione di prima analisi sulla variabilità dello scenario pedologico caratterizzante l'intera area oggetto di studio.

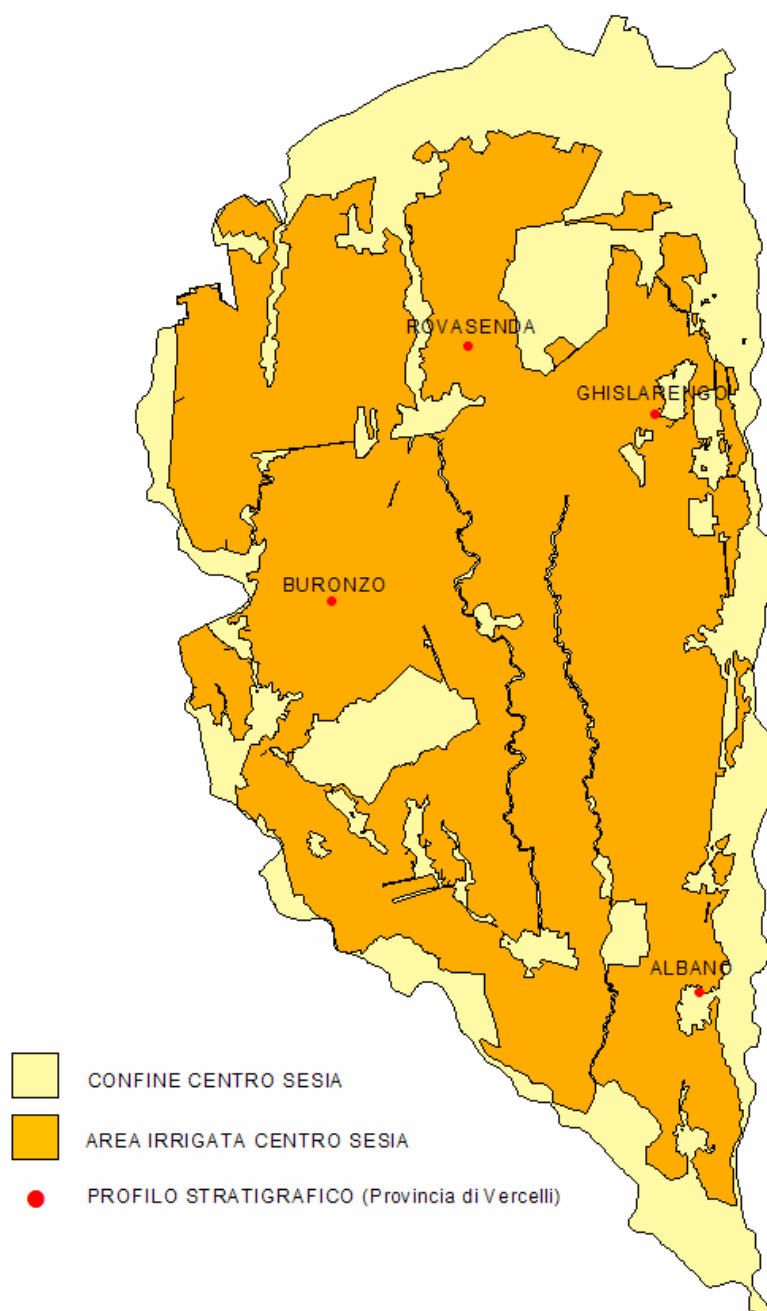


Figura 2.2: Localizzazione profili stratigrafici di riferimento nell'area del Centro Sesia realizzati dalla Provincia di Vercelli.

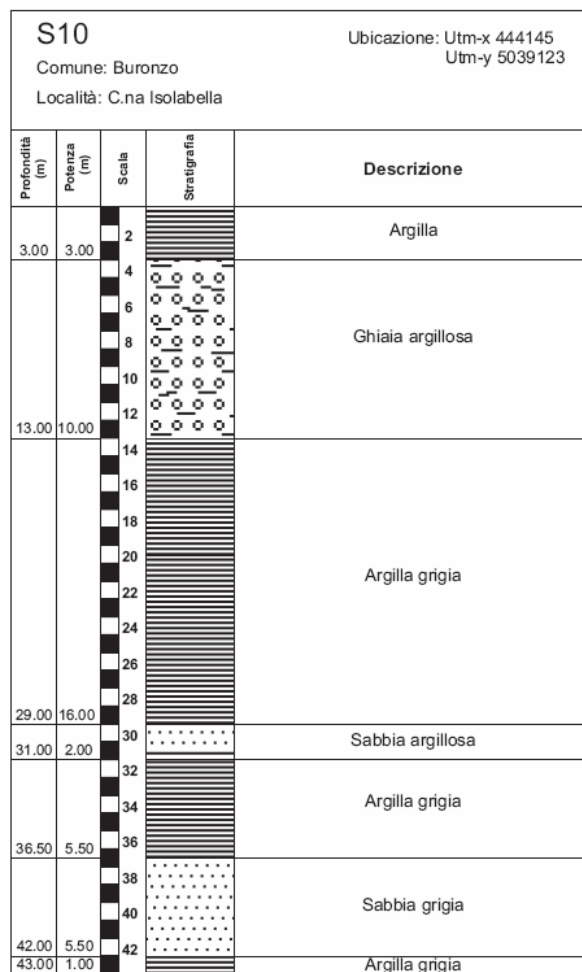
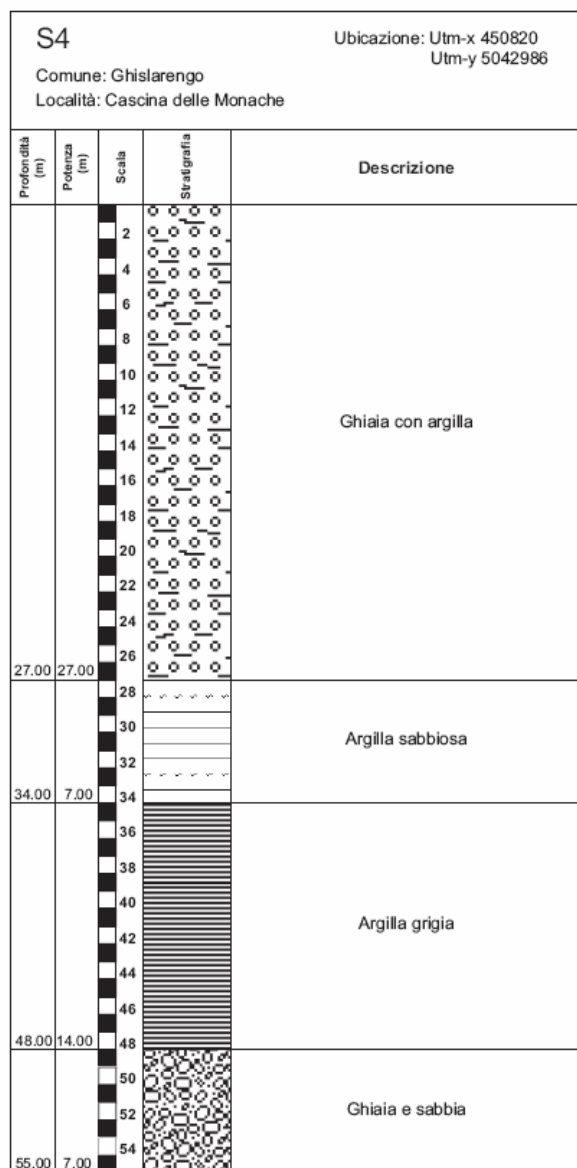


Figura 2.3: Profili stratigrafici in siti di Ghislarengo e Buronzo (Fonte: Provincia di Vercelli).

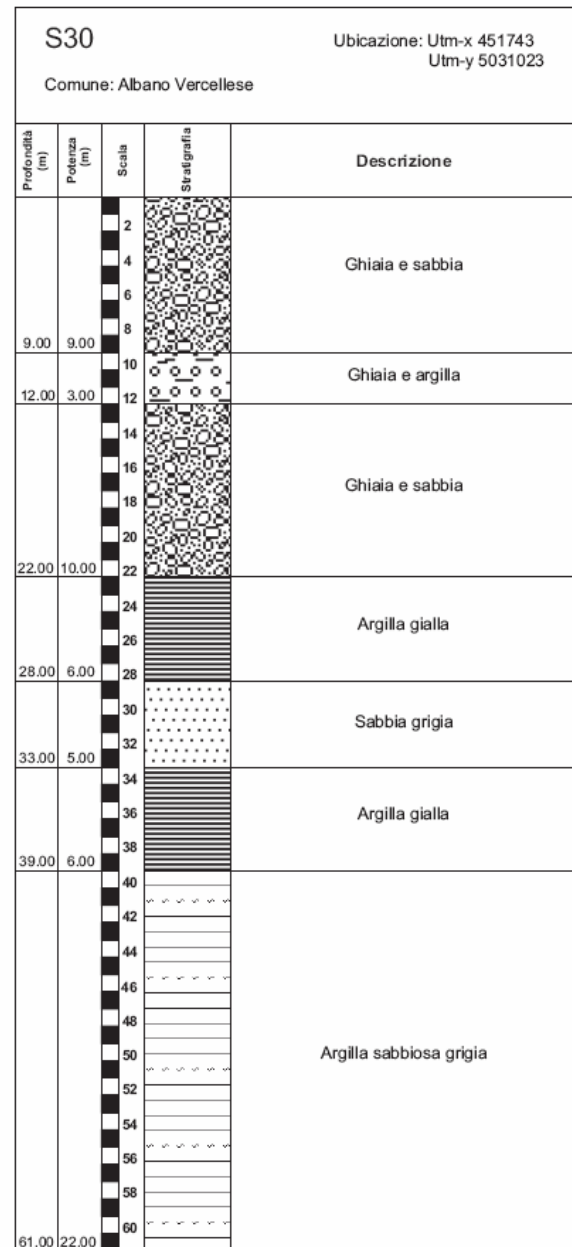
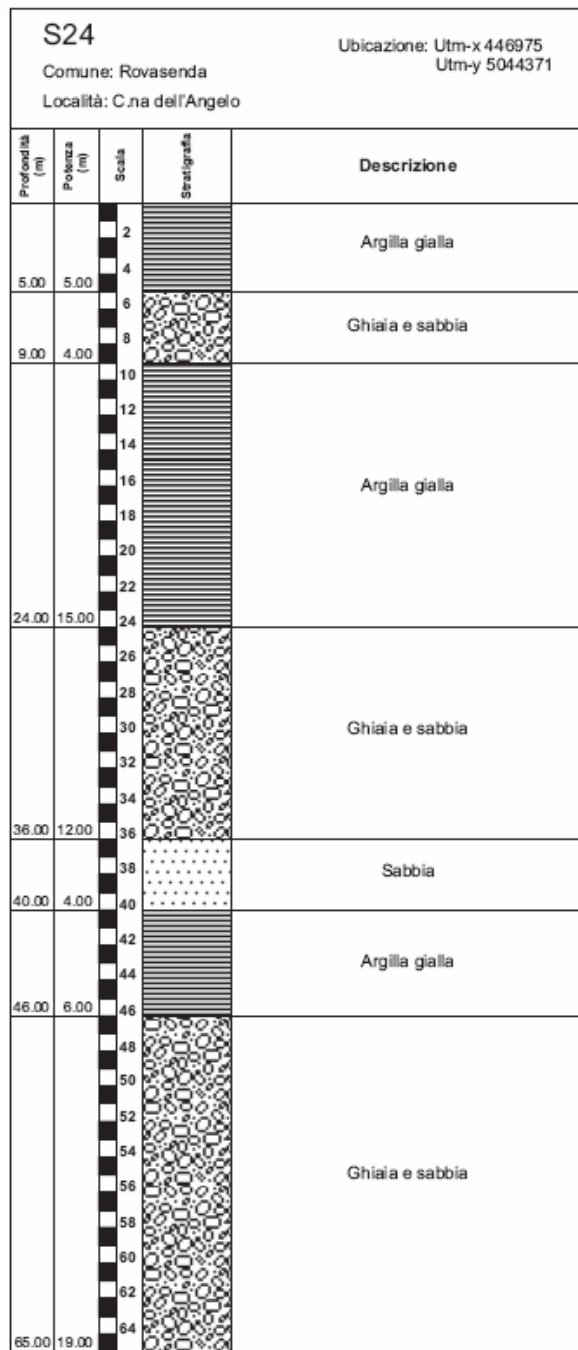


Figura 2.4: Profili stratigrafici in siti di Rovasenda e Albano Verellese (Fonte: Provincia di Vercelli).

2.2 *Il reticolo idraulico del Centro Sesia*

Il comprensorio irriguo del Centro Sesia occupa nel suo complesso una superficie di circa 23.000 ha, che si estende dalle pendici delle colline dei comuni di Gattinara, Lozzolo, Roasio e Brugnengo fino al torrente Cervo; tale territorio è delimitato dal torrente Ostola a Nord-Ovest, dal fiume Sesia a sud e dal torrente Cervo a Sud-Ovest. Nell'ambito del seguente progetto è stata considerata esclusivamente una porzione del comprensorio, coincidente con l'area agricola effettivamente irrigata gestita dal Consorzio di Bonifica della Baraggia Biellese e Vercellese, per un totale di circa 15.500 ha.

L'area oggetto di studio è caratterizzata da un reticolo idraulico relativamente complesso, costituito da corsi d'acqua naturali, canali principali, canali secondari, fossi e rogge, che provvedono ad alimentare i singoli appezzamenti di terreno da irrigare.

Facendo riferimento allo schema e alla numerazione riportata in figura 2.5, il principale apporto idrico alla regione è costituito dalle tre prese principali sul fiume Sesia, che servono la Roggia Comunale di Gattinara (1), la Roggia Marchionale di Gattinara (2) e la Roggia Comunale di Lenta (3). Tutte queste scorrono con andamento da est verso ovest e da nord a sud. Il prelievo massimo complessivo assentito previsto da concessione per le tre rogge è pari a 102 moduli ($10,2 \text{ m}^3/\text{s}$).

Un importante apporto idrico è quello proveniente dagli invasi sul torrente Ostola (8) nel comune di Masserano e sul torrente Ravasanella (6) nel comune di Roasio, che irrigano direttamente l'area nord-occidentale del Centro Sesia.

Oltre ai due corsi d'acqua naturali principali delimitanti la superficie del comprensorio, il Sesia e il Cervo, sono presenti altri tre torrenti che attraversano l'area longitudinalmente da nord a sud: si tratta dei torrenti Guarabione (7), Rovasenda (5) e Marchiazza (4), che successivamente diventano affluenti di sponda idrografica sinistra del Cervo. Tali corsi d'acqua in genere non introducono direttamente nel comprensorio significativi volumi idrici, ma ricoprono principalmente il ruolo di vettori per portate provenienti dai canali e rogge che vi si immettono nella parte settentrionale del Centro Sesia, favorendo quindi la distribuzione longitudinale di tali quantità e facilitando le captazioni nelle zone centro-meridionali della regione. Tuttavia nel caso del torrente Rovasenda anche l'apporto diretto riveste un ruolo abbastanza significativo, specie nei mesi meno siccitosi.

RETICOLO IDRAULICO DEL CENTRO SESIA

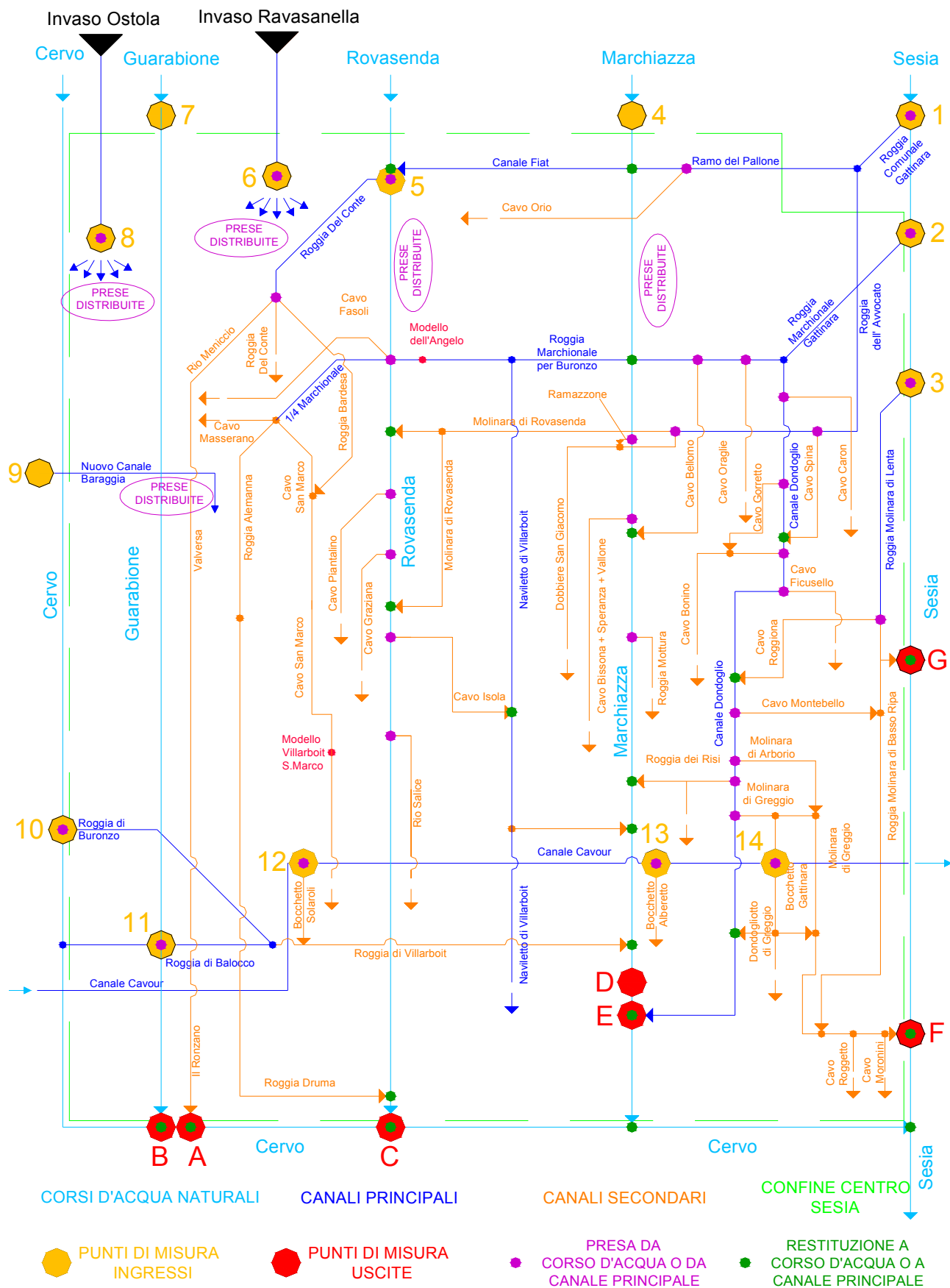


Figura 2.5: Schema idrico del comprensorio del Centro Sesia.

L'area centro-orientale del Centro Sesia viene sussidiata anche dal Nuovo Canale della Baraggia (9), che costituisce una delle direttrici portanti per l'integrazione delle risorse irrigue attraverso una serie di prese lungo la propria asta; attualmente è alimentato dalla captazione diretta delle fluenze del Cervo-Strona (surrogate a valle dagli apporti del Vanoni in Cervo) ed è completato fino al Cavo San Marco, in comune di Buronzo, in attesa di una diretta saldatura con il Naviletto della Mandria e un suo prolungamento fino alla linea Dondoglio-Sesia.

La parte meridionale del comprensorio è direttamente servita anche da alcune prese che derivano volumi integrativi dal Canale Cavour: il bocchetto Solaroli (12), il bocchetto Alberetto (13) e il bocchetto Gattinara (14), che forniscono un supporto fondamentale nei periodi più siccitosi per il bacino del Sesia.

L'area sud-orientale della regione analizzata, nei comuni di Buronzo, Balocco e zona meridionale del comune di Villarboit, è direttamente servita da due rogge che derivano l'acqua dal torrente Cervo, la Roggia di Balocco (10) e la Roggia di Buronzo (11).

Le restituzioni del Rio Ronzano (A) e dei torrenti Guarabione (B), Rovasenda (C) e Marchiazza in Cervo (D+E), uniti agli scarichi di alcuni canali in Sesia (F e G), costituiscono i flussi superficiali uscenti dal Centro-Sesia.

Lo schema distributivo delle portate segue l'andamento trasversale per i canali vettori maggiori (da est ad ovest per le prese dal fiume Sesia e in direzione opposta per il Nuovo Canale della Baraggia e per il Canale Cavour), affidando alla rete secondaria la distribuzione longitudinale da nord a sud.

2.3 Informazioni disponibili sulle variabili meteorologiche

Per il calcolo dell'evapotraspirazione potenziale nonché per la stima degli apporti meteorici è stato necessario considerare i dati delle stazioni meteorologiche prossime all'area di indagine. A tal fine sono state selezionate le stazioni presenti nell'intorno dell'area oggetto di studio, cioè quelle di Albano Vercellese, Masserano e Vercelli dalla rete di misura dell'ARPA Piemonte [14] e quelle di Buronzo, Gattinara e Roasio, appartenenti invece alla Rete Agrometeorologica del Piemonte –

RAM - (Regione Piemonte - Assessorato Agricoltura - Settore Fitosanitario - Sezione di Agrometeorologia) [28].

Le caratteristiche delle stazioni e la loro ubicazione sono riportate in tabella 2.2 e in figura 2.6. Tutte le stazioni considerate sono dotate di:

- pluviometro, che registra il totale giornaliero delle altezze di pioggia caduta;
- igrometro, che fornisce i valori medi, massimi e minimi giornalieri di umidità;
- termometro, che fornisce i valori medi, massimi e minimi giornalieri di temperatura.

La stazione ARPA di Vercelli è inoltre equipaggiata con:

- radiometro, che fornisce il valore della radiazione diretta totale giornaliera;
- anemometro, che fornisce il dato medio giornaliero di velocità del vento.

Per le valutazioni relative agli apporti pluviometrici si sono costruiti i poligoni di Thiessen intorno alle stazioni citate (figura 2.6).

La superficie agricola effettiva irrigata di competenza del Consorzio di Bonifica della Baggia Biellese e Vercellese è stata poi ripartita nei diversi topoi (tabella 2.1). Poiché il topoi della stazione di Vercelli non interseca, se non in maniera marginale, la regione in esame, l'area agricola è stata ripartita tra le altre stazioni. Tuttavia, poiché nessuna delle 5 stazioni utilizzate è dotata di radiometro e anemometro, in questo studio sono stati adottati i dati di radiazione solare e velocità del vento misurati dalla stazione ARPA di Vercelli.

Stazione	Area di influenza	% sul tot
Albano	5.065 ha	32,69
Buronzio	4.360 ha	28,14
Gattinara	1.092 ha	7,05
Masserano	4.257 ha	27,48
Roasio	720 ha	4,64
Vercelli	0 ha	0,00
TOTALE	15.494 ha	

Tabella 2.1: Superfici agricole associate ad ogni singola stazione.

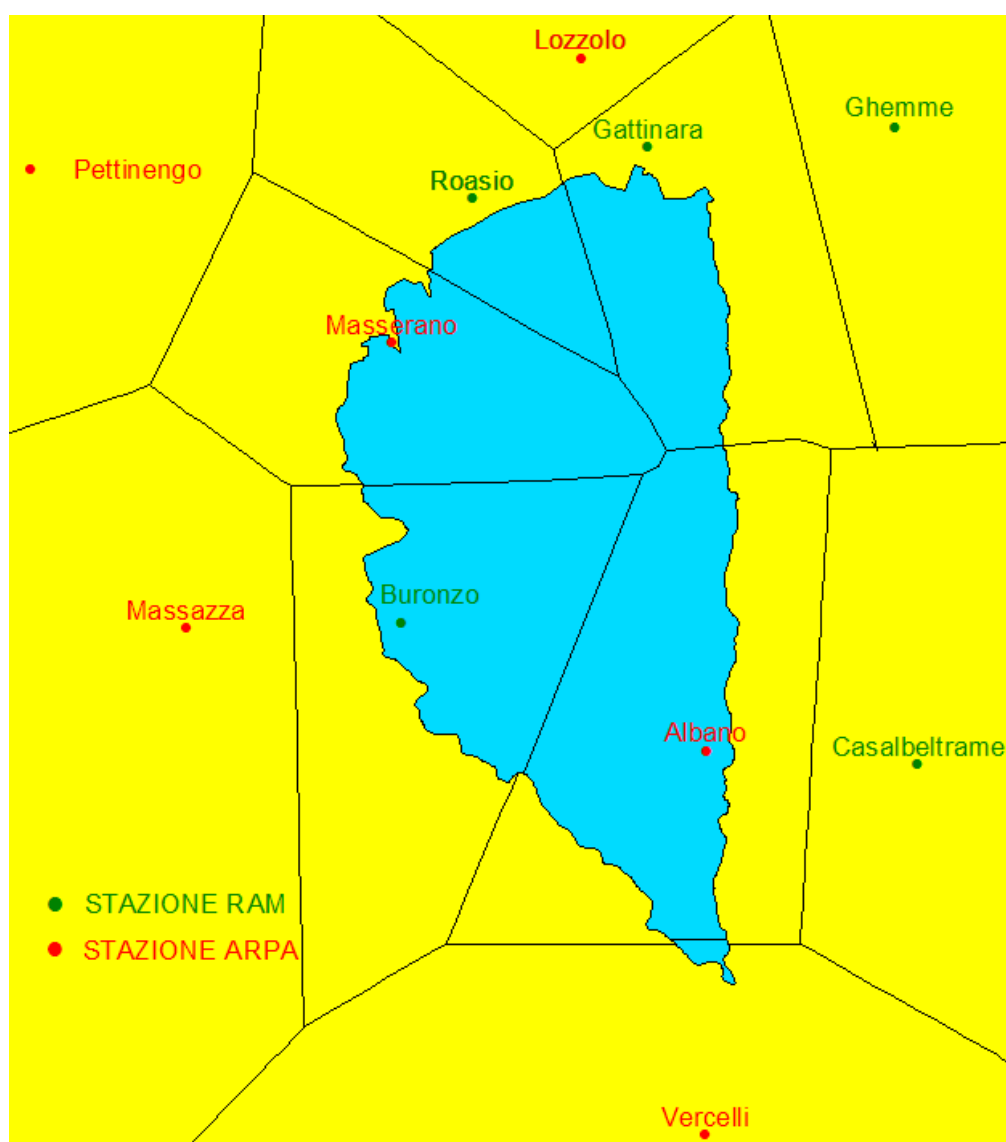


Figura 2.6 Localizzazione delle stazioni meteorologiche ARPA e RAM.

Stazione		UTM X	UTM Y	Quota (m)	Inizio attività	Umidità	Temperatura	Radiazione solare	Velocità vento
ALBANO V.SE	ARPA	452241	5031988	155	08-apr-88	X	X		
BURONZO	RAM	442246	5036295	180	15-feb-99	X	X		
GATTINARA	RAM	450339	5051904	328	15-feb-99	X	X		
MASSERANO	ARPA	441949	5045398	243	20-nov-90	X	X		
ROASIO	RAM	444540	5050101	290	01-set-04	X	X		
VERCELLI	ARPA	452237	5019386	132	17-giu-93	X	X	X	X

Tabella 2.2: Caratteristiche delle stazioni meteorologiche ARPA e RAM.

2.4 Individuazione delle colture presenti nell'area oggetto di indagine

Per la determinazione delle colture esistenti nella regione del Centro-Sesia sono stati utilizzati dati forniti dal Consorzio, confrontandoli anche con quelli di uso del suolo ricavati dal progetto Corine Land Cover 2000 [19].

L'area agricola irrigata complessiva è pari a 15.494 ha. Di questi circa 12.984 ha risultano occupati da risaia irrigata mediante sommersione (83,80% del totale), 2.432 ha (15,70% del totale) da altri seminativi e cereali (mais, frumento, soia) e 78 ha (0,50% del totale) da prato.

Per il calcolo dell'evapotraspirazione tutte le aree agricole a seminativi diversi dal riso sono state considerate superfici coltivate a mais. Questa ipotesi semplificativa può essere considerata accettabile sia in virtù delle rotazioni triennali applicate in diverse aree tra colture quali soia, frumento e mais, sia in relazione alle differenze poco sostanziali tra i diversi coefficienti colturali k_c per tali coltivazioni (capitolo 5).

In tabella 2.3 sono riassunte le aree relative alle diverse colture associandole alle singole stazioni meteo, mediante intersezione con i relativi topoi (figura 2.7).

Stazione:	Riso	Mais	Prati	Tot
Albano	4.663 ha	403 ha	0 ha	5.065 ha
Buronzio	4.049 ha	311 ha	0 ha	4.360 ha
Gattinara	557 ha	456 ha	78 ha	1.092 ha
Masserano	3.111 ha	1.147 ha	0 ha	4.257 ha
Roasio	604 ha	115 ha	0 ha	720 ha
Totale:	12.984 ha	2.432 ha	78 ha	15.494 ha

Tabella 2.3: Suddivisione delle aree di competenza delle stazioni meteorologiche per tipo di coltura.

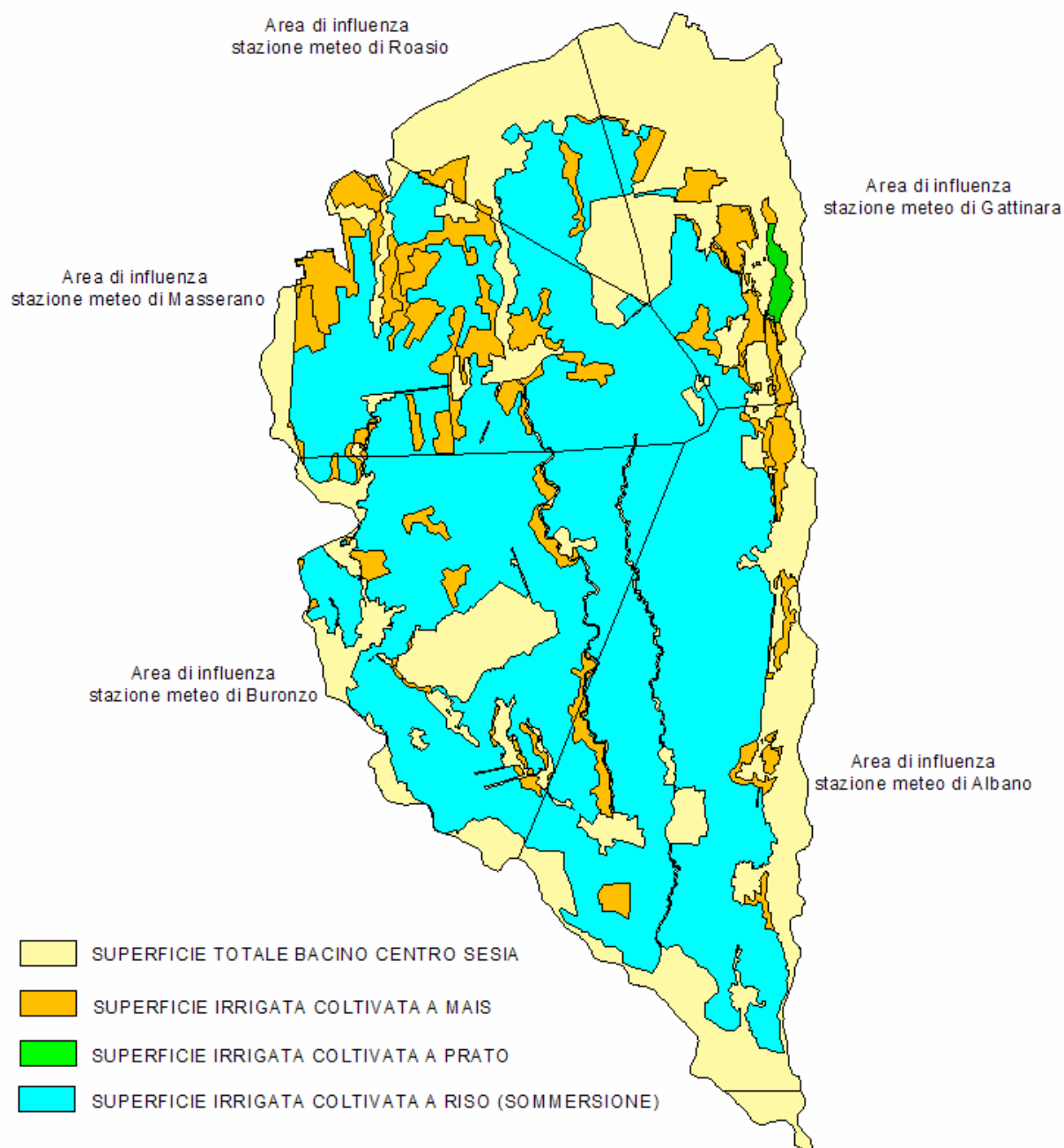


Figura 2.7: Suddivisione della superficie coltivata del Centro Sesia per tipo di coltura e per aree di competenza delle stazioni meteorologiche considerate.

2.5 Suddivisione dell'area oggetto di studio in macroaree

Individuati i canali principali del reticolo idraulico, si è suddivisa la superficie del comprensorio del Centro Sesia in 16 macroaree, per ognuna delle quali l'irrigazione dipende da una determinata asta principale. E' bene sottolineare che la fitta interconnessione e integrazione esistente tra canali, fossi e rogge non sempre permette di individuare aree perfettamente compartimentate. D'altronde questa complessa articolazione gioca un ruolo fondamentale agevolando la gestione del comprensorio durante le situazioni più critiche, in quanto permette di convogliare l'acqua verso i punti in difficoltà in tempi minori di quelli necessari a percorrere il tracciato principale, esercitando così una utile ridondanza.

Le macroaree individuate variano notevolmente tra di loro per estensione. Questa va dalle poche decine di ettari delle aree irrigate dalle prese posizionate sul torrente Guarabione, ad alcune migliaia di ettari, come avviene per il Rio Dondoglio. In tabella 2.4 è riportato un quadro riassuntivo, seguendo la suddivisione anche per colture.

		Superficie a riso	Superficie a mais	Superficie a prato	Superficie totale
	MACROAREA	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]
1	Invaso Ostola	688	405	0	1.093
2	Invaso Ravasanella	407	372	0	779
3	Roggia del Conte	264	150	0	415
4	Ramo del Pallone	1.020	173	0	1.193
5	1/4 Marchionale	1.486	235	0	1.722
6	Roggia dell'Avvocato	1.409	142	0	1.551
7	Rio Dondoglio	4.185	396	0	4.581
8	Roggia Molinara	6	227	78	311
9	Prese Guarabione	31	4	0	35
10	Nuovo Canale Baraggia	101	10	0	111
11	Cavi Piantalino	553	110	0	663
12	Roggia di Buronzo	558	16	0	574
13	Roggia di Balocco	1.088	67	0	1.155
14	Cavo San Marco	652	127	0	779
15	Rio Salice	112	2	0	113
16	Naviletto di Villarboit	423	1	0	424
	Totale Centro Sesia	12.984	2.436	78	15.498

Tabella 2.4: Superfici delle macroaree individuate nel Centro Sesia.

3 STIMA DELLA PERMEABILITÀ DEI SUOLI

3.1 *La permeabilità del suolo nelle risaie vercellesi*

Ai fini della valutazione del fabbisogno idrico colturale di un ambiente quale il Centro Sesia, in cui circa l'83,8% della superficie totale irrigata è coltivata a risaia mediante la tecnica della sommersione, la stima delle perdite per percolazione riveste un ruolo molto importante.

Tali perdite riguardano quei volumi che, infiltrandosi nel suolo senza essere utilizzati direttamente dalla pianta, si allontanano dallo strato utile drenando in profondità.

Nel presente studio si è scelto di considerare trascurabili le perdite per percolazione nei terreni con coltivazioni differenti dal riso irrigato per sommersione. In tali campi, generalmente coltivati a mais e a soia, l'acqua viene erogata con la pratica dell'irrigazione a pioggia (parte nord-occidentale del Centro Sesia) oppure con pochi turni stagionali di irrigazione per sommersione, ciascuno della durata di alcune ore (nelle aree più prossime al fiume Sesia). Anche in queste aree è verosimilmente ipotizzabile che l'apparato radicale delle piante intercetti gran parte dell'acqua disponibile, riducendo al minimo la possibilità di filtrare in profondità.

Oggetto della presente indagine è la stima delle perdite per filtrazione nelle risaie irrigate per sommersione, in particolare attraverso la determinazione del parametro che le condiziona direttamente, ovvero la permeabilità, o conducibilità idraulica verticale in condizioni sature (K_s).

Essendo la coltura del riso sommersa per un lungo periodo nella stagione irrigua, con brevi intervalli di tempo in cui vengono effettuate delle "asciutte" necessarie alle normali pratiche agronomiche, le perdite per filtrazione possono essere considerate direttamente proporzionali alla K_s e alla durata della sommersione.

La permeabilità di un suolo dipende da numerosi fattori, come la distribuzione dimensionale delle particelle del terreno (granulometria), il contenuto in materia organica e il grado di addensamento o compattamento del terreno.

La granulometria del suolo dipende sia dalle caratteristiche litologiche del substrato, sia dai processi di evoluzione dei suoli, che nel corso dei millenni possono in vario modo aver modificato la loro composizione granulometrica primaria. In suoli non alterati la granulometria da sola deter-

mina in modo rilevante la permeabilità, che può variare di diversi ordini di grandezza, passando da suoli fini (contenuto di argilla > 35-40%) a suoli grossolani (prevalenza di sabbia e/o ghiaia).

Il contenuto in materia organica e il grado di compattamento, specie nel caso della risaia, dipendono sostanzialmente dagli usi storici e dalle pratiche agronomiche adottate nei terreni: la compattazione in particolare rappresenta un importante strumento per la riduzione delle perdite per filtrazione.

La permeabilità può variare spazialmente sia in direzione verticale tra i diversi orizzonti del suolo sia in direzione orizzontale; quest'ultimo tipo di variabilità può essere inoltre riconosciuto a diverse scale: da quella dei pedopaesaggi (macrovariabilità spaziale) a quella del campo (microvariabilità spaziale).

Le informazioni sulla permeabilità dei suoli nel comprensorio del Centro Sesia esistenti in letteratura, legate a studi sperimentali condotti nel corso dei decenni nel territorio del vercellese [2],[5], non garantivano una sufficiente caratterizzazione del suolo per un'indagine alla scala di dettaglio richiesta dal presente lavoro.

Si è pertanto realizzata un'apposita campagna sperimentale per migliorare la conoscenza delle proprietà di conducibilità satura del suolo, in modo da disporre di una caratterizzazione dettagliata dell'area di interesse.

3.2 *Campagna sperimentale per la determinazione della permeabilità dei suoli*

A partire dall'ottobre del 2007 è stata programmato ed effettuato uno studio parallelo che, attraverso una serie di prove sperimentali all'interno dei vari scenari pedologici presenti nel Centro Sesia, potesse fornire indicazioni precise per una caratterizzazione del suolo in termini di conducibilità satura K_s .

In seguito all'individuazione delle Unità Cartografiche (aree delimitate interessate da suoli simili e caratterizzate dalla medesima sigla cartografica) dal rilevamento pedologico a scala 1:250.000 condotto da IPLA S.p.a. per la Regione Piemonte, sono state selezionate 7 differenti tipologie di suolo, per ciascuna delle quali sono state realizzate prove sperimentali in situ, in un numero variabile di punti. In ciascun sito è stata condotta un'indagine preliminare con il prelievo di campioni di suolo poi analizzati dal laboratorio chimico dell'IPLA S.p.a. per la determinazione di umidità, peso secco, stratigrafia e granulometria (i rapporti di analisi sono riportati nell'allegato B).

Sono state confrontate misure ottenute con diversi strumenti in grado di determinare la conducibilità satura del suolo nel suo strato più impermeabile: doppio anello a carico costante, anello singolo a carico decrescente, permeametro Guelph, utilizzo di pedofunzioni di trasferimento (PTF). Le prove di campo hanno portato a selezionare l'infiltrometro a doppio anello a carico costante come lo strumento maggiormente idoneo.

Per una più estesa trattazione dell'argomento si può fare riferimento allo studio di dettaglio prodotto sull'argomento [25].



Figura 3.1: Misura di conducibilità idraulica satura in campo mediante doppio anello a carico costante.

Di seguito sono riportati i valori di conducibilità idraulica satura determinati in ciascun sito (tabella 3.1) e la loro distribuzione all'interno dell'area oggetto di studio (figura 3.2).

UNITÀ CARTOGRAFICA	SITO	K _s (cm/h)
00025	ALBA01	0,1360
00025	BURO0007	0,1345
00054	AF610006	0,0011
00054	BIEL0028	0,0077
00054	PIEM0413	0,0079
00054	PIEM0414	0,0040
00054	RIN1	0,0044
00054	RIN2	0,0049
00054	VERC0041	0,0038
00054	VERC0042	0,0029
00054	BURO0001	0,0097
00054	BURO0002	0,0158
00054	PIEM0411	0,0342
00054	TONO0017	1,6325
00056	AF600021	0,1469
00074	BURO0016	3,8994
00074	TONO0013	0,0556
00074	TONO0014	0,0680
00078	AF600020	0,0367
00078	BALO02	0,0450
00078	BURO0008	0,0680
00078	BURO0015	0,0468
00078	NUO1	3,0231
00078	NUO2	0,0028
00078	NUO3	0,0084
00078	NUO4	0,0023
00078	NUO5	0,0234
00078	NUO6	0,0014
00147	GRE01	2,2715
00147	GRE02	0,1333
00147	GRE03	1,9999
00147	PIEM0410	60,5378



Misure ritenute non rappresentative o outliers esclusi dal calcolo delle medie.

Tabella 3.1: Conducibilità idraulica satura determinata nei siti di indagine pedologica.

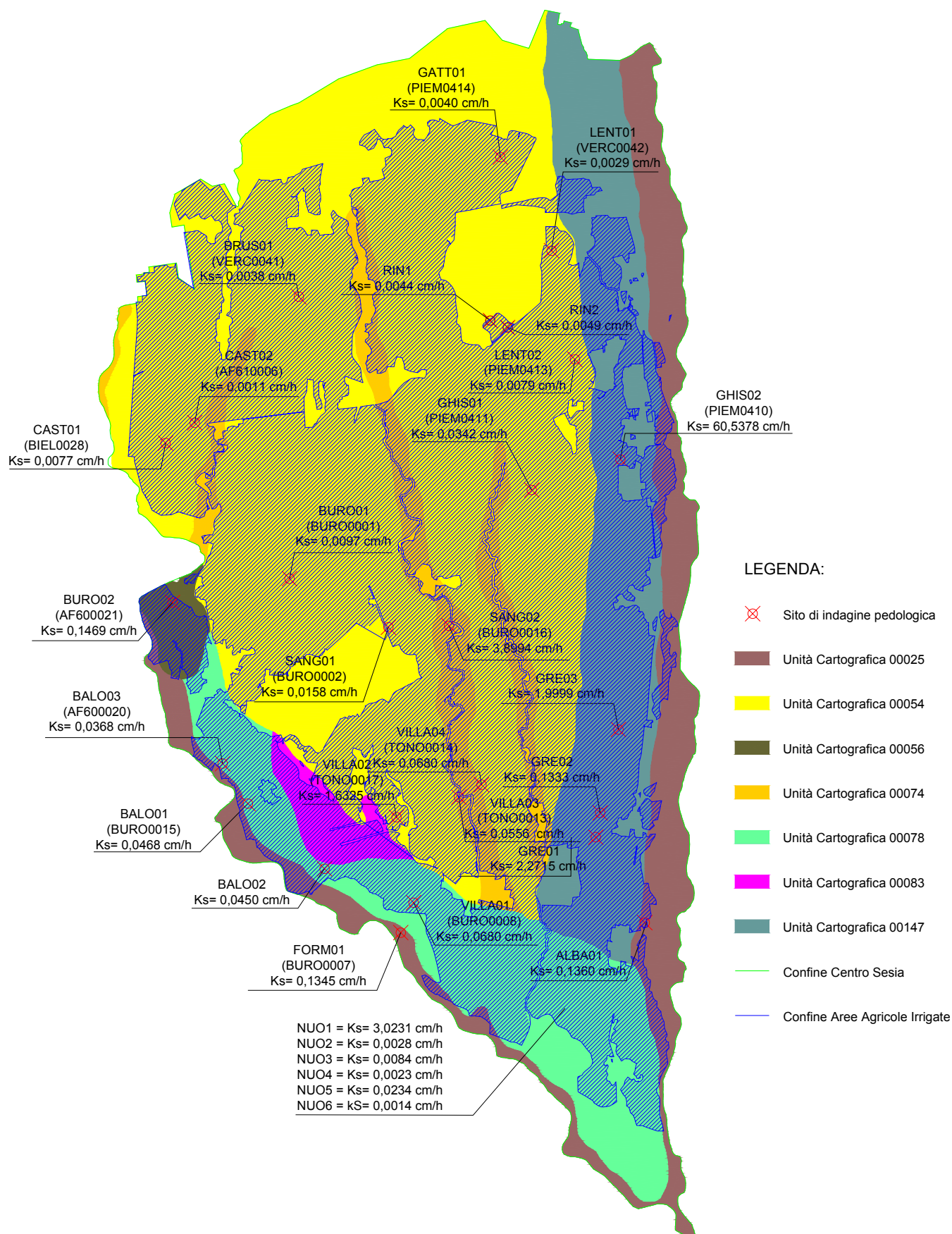


Figura 3.2: Unità Cartografiche e distribuzione dei siti di indagine pedologica.

3.3 *Analisi ed applicazione dei risultati*

A ciascuna Unità Cartografica sono stati attribuiti i valori di K_s ottenuti come media aritmetica delle prove rappresentative realizzate nella UC [25]. Tali valori sono stati utilizzati per valutare le perdite per filtrazione complessive durante la stagione irrigua, la cui durata è stata assunta pari a 150 giorni (periodo medio di completa sommersione e saturazione, tenendo conto dei fenomeni transitori e dei giorni di asciutta durante il semestre). Le stime effettuate hanno permesso di caratterizzare la conducibilità dei terreni in modo affidabile nella maggior parte dei casi. In seguito ad analisi più approfondite si è tuttavia scelto di apportare alcune modifiche al valore di permeabilità individuato con lo studio [25] in due unità cartografiche, l'UC00147 e l'UC00054.

L'unità cartografica 00147 presenta infatti una notevole varietà spaziale della granulometria, che porta a valori puntuali di stima delle permeabilità fortemente variabili, tali da non permettere di definire affidabilmente la conducibilità satura del terreno basandosi esclusivamente su di essi; in virtù del fatto che l'unità cartografica è particolarmente diffusa in una macroarea, quella direttamente servita dal Rio Dondoglio (macroarea 7), la quale date le proprie caratteristiche può essere ritenuta sufficientemente compartimentata e indipendente dalle altre, si è proceduto con una taratura dei valori sperimentali, costruendo un bilancio idrico condotto su tale macroarea (paragrafo 7.2). Attraverso la costruzione del bilancio idrico per l'anno "medio" 2004 nella macroarea si è ottenuto pertanto un valore di K_s pari a 0,0555 cm/h (corrispondente a 2000 mm complessivi nella stagione), a fronte del precedente valore di 0,1333 cm/h (4800 mm stagionali).

Un approfondimento specifico merita anche l'UC00054, dal momento che con la sua vasta estensione (8.054 ha) ricopre il 62% dell'intera area risicola del Centro Sesia. Nel paragrafo precedente è stato determinato un valore medio aritmetico di permeabilità in funzione delle prove effettuate, pari a 0,0088 cm/h. Ciononostante, si evidenzia anche una diversa distribuzione delle K_s all'interno dell'Unità Cartografica, con un aumento graduale verso sud delle conducibilità dei terreni, e una maggiore concentrazione delle prove in situ nella parte nord della zona del comprensorio situata all'interno dell'UC00054, come si evince anche dalla figura 3.2.

Dal momento che il baricentro dell'unità cartografica stessa si colloca a sud della maggior parte dei siti adottati per misurare il K_s , l'adozione del valore medio aritmetico stimato di conducibilità idraulica potrebbe portare ad una sottostima della conducibilità idraulica nell'Unità Cartogra-

fica. Si è pertanto deciso di verificare i possibili legami di dipendenza della K_s dalla latitudine, utilizzando i risultati delle 11 prove eseguite nell'UC00054.

Si riportano di seguito i risultati analitici per ogni sito e la relativa latitudine:

SITO	Latitudine (UTM)	Conducibilità Satura K_s [cm/h]
AF610006	5042186	0,001095
BIEL0028	5041741	0,007721
PIEM0413	5043575	0,007862
PIEM0414	5048006	0,004015
RIN1	5044440	0,004384
RIN2	5044300	0,004913
VERC0041	5044947	0,003838
VERC0042	5045956	0,002894
BURO001	5038768	0,009667
BURO002	5037704	0,015797
PIEM0411	5040712	0,034211

Tabella 3.2: Conducibilità idraulica satura K_s nei siti dell'UC00054.

Ipotizzando un comportamento di dipendenza lineare della K_s rispetto alla latitudine, è stata individuata la retta di regressione dei dati (Figura.3.3).

Diagramma K_s - Latitudine (UC0054)

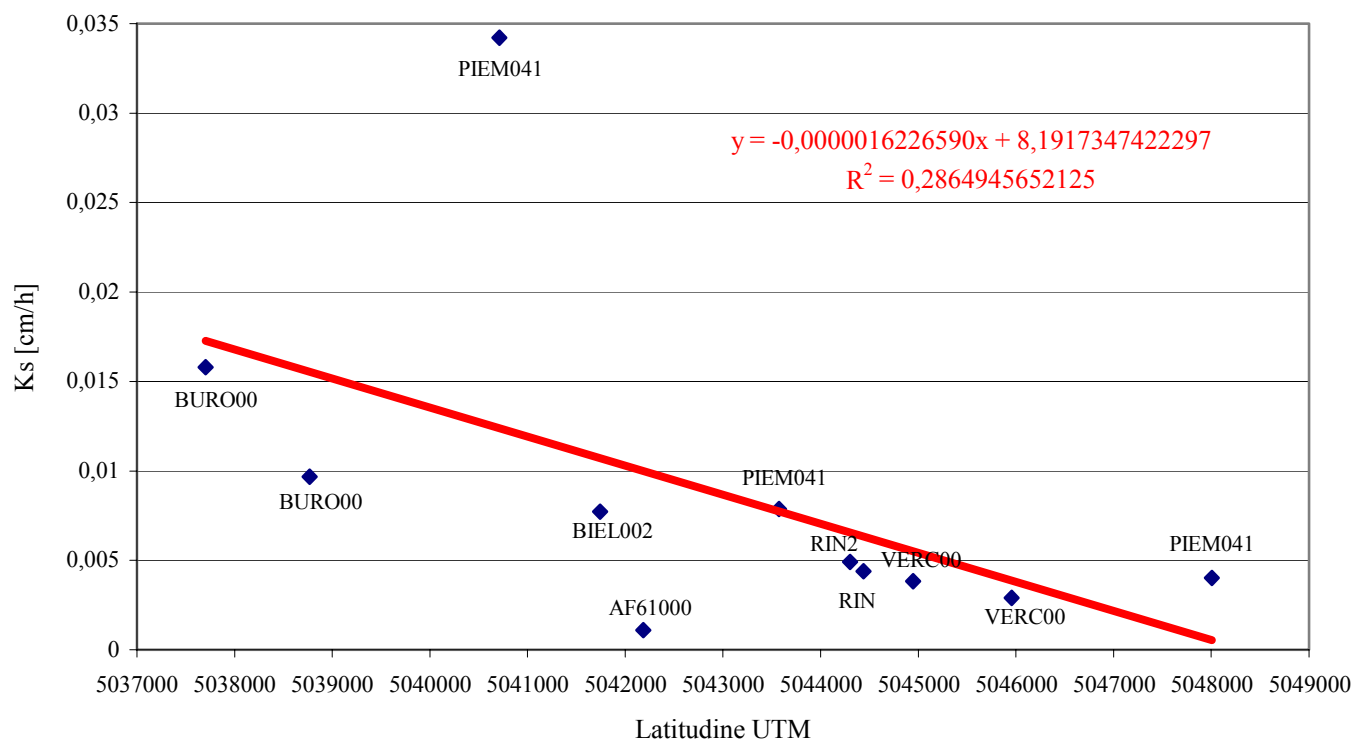


Figura 3.3: Diagramma latitudine – conducibilità idraulica.

$$K_s = -0000016226 \quad \text{Lat} + 8,1917347422 \quad (3.1)$$

$$R^2 = 0,29$$

Introducendo a questo punto nell'equazione (3.1) le coordinate del baricentro della superficie giacente nell'UC00054 all'interno dell'area, si determina un nuovo valore di conducibilità idraulica satura media per l'unità cartografica in questione, pari a 375 mm stagionali (tabella 3.3):

Latitudine baricentro UC00054 (UTM)	K_s [cm/h]	Perdite stagionali per filtrazione [mm]
5041921	0,010417	375

Tabella 3.3: Valutazione delle perdite per filtrazione stagionali nell'UC00054 in funzione della latitudine del baricentro dell'unità cartografica.

In seguito alla taratura delle conducibilità idrauliche delle unità cartografiche UC00054 e UC00147, i valori di K_s sono pertanto stati aggiornati come indicato in tabella 3.4:

Unità Cartografica	Conducibilità satura K_s (stimata) [cm/h]	Conducibilità satura K_s (tarata) [cm/h]	Perdite stagionali per filtrazione (stimate) [mm]	Perdite stagionali per filtrazione (tarate) [mm]
00025	0,1353	0,1353	4870	4870
00054	0,0088	0,0104	315	375
00056	0,1469	0,1469	5290	5290
00074	0,0618	0,0618	2225	2225
00078	0,0440	0,0440	1585	1585
00083	0,0440	0,0440	1585	1585
00147	0,1333	0,0556	4800	2000

Tabella 3.4: Conducibilità satura K_s e perdite stagionali per filtrazione stimate e tarate in seguito ad approfondimenti a scala locale.

I valori così ricavati sono stati utilizzati per stimare i volumi totali di perdita stagionale per filtrazione, moltiplicando le altezze di filtrazione stagionale per la corrispondente area a risaia (tabella 3.5 e figura 3.4).

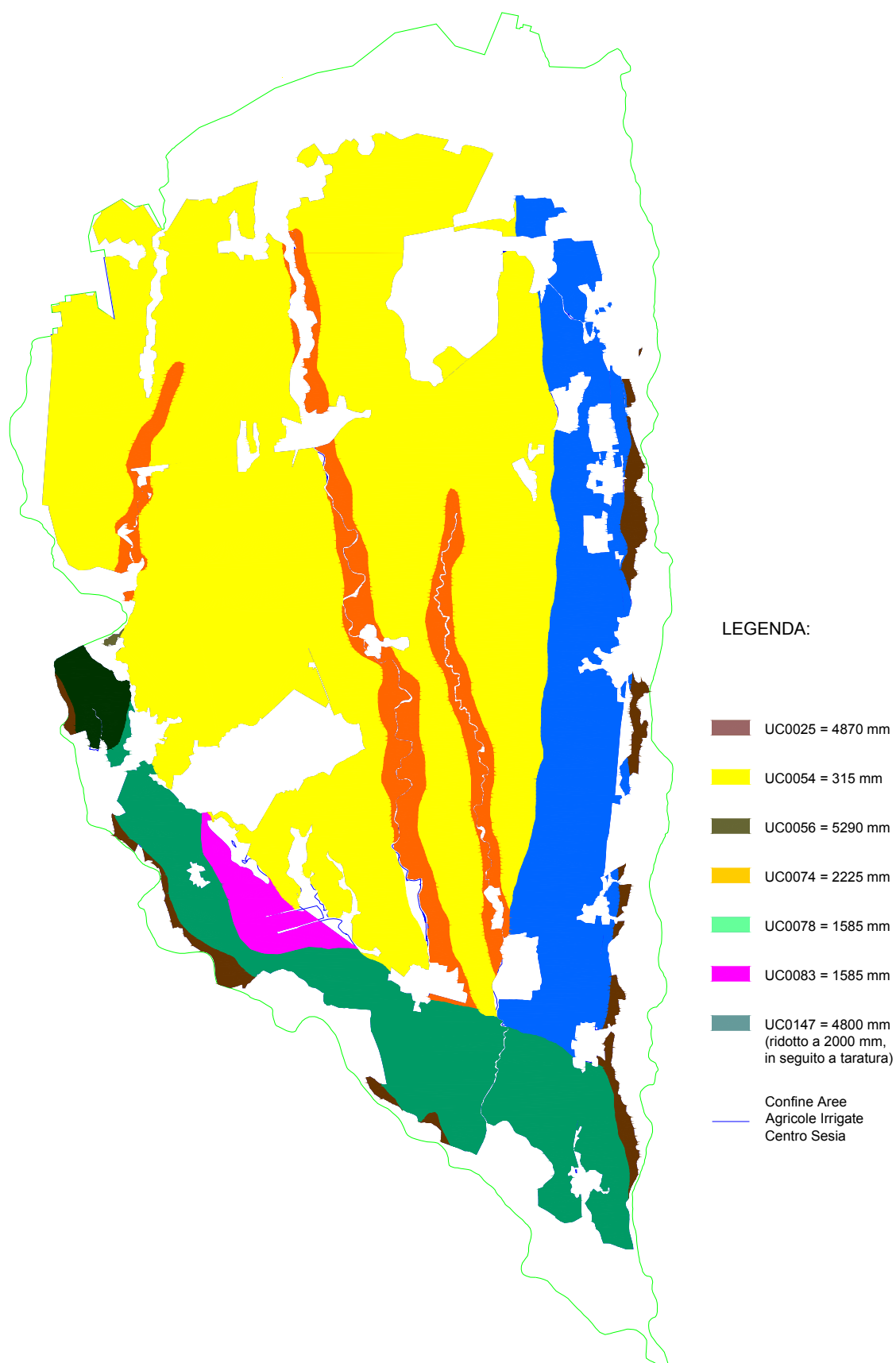


Figura 3.4: Perdite stagionali per filtrazione (sommersione 150 giorni) nelle aree irrigate del Centro Sesia.

Unità Cartografica	Filtrazione stagionale UC [mm]	Superficie a risaia [ha]	% su A_{tot} a risaia (12.984 ha)	Volumi di perdita stagionale per filtrazione [m ³]
00025	4870	172	1,33	8.396.586
00054	375	8.054	62,03	30.204.140
00056	5290	176	1,35	9.306.639
00074	2225	916	7,06	20.387.851
00078	1585	1.757	13,53	27.853.568
00083	1585	266	2,05	4.211.158
00147	2000	1.642	12,64	32.832.618
TOTALE:		12.984	100,00	133.192.560

Tabella 3.5: Volumi di perdita stagionale per filtrazione in ciascuna UC [m³].

Dividendo i volumi di perdita stagionale per filtrazione relativa all'area totale irrigata del Centro Sesia (15.494 ha), si può determinare infine la quota globale di filtrazione stagionale da utilizzare per effettuare un bilancio idrico del comprensorio del Centro Sesia (tabella 3.6).

Superficie irrigata Centro Sesia [ha]	Volumi di perdita stagionale per filtrazione [m ³]	Altezza equivalente sull'area irrigata Centro Sesia [mm]
15.494	133.192.560	859,6

Tabella 3.6: Volume totale di perdita stagionale per filtrazione e altezza media stagionale equivalente.

4 VALUTAZIONE DELL’AFFLUSSO METEORICO MEDIO AREALE

4.1 Stazioni pluviometriche e relative serie storiche

Per la determinazione degli apporti pluviometrici all’area oggetto di indagine sono state utilizzate le misure delle stazioni ARPA di Albano Verellese e Masserano [14] e delle stazioni della Rete Agrometeorologica del Piemonte (RAM) di Buronzo, Gattinara e Roasio [28]. Ad ogni stazione è associata una determinata area d’influenza (paragrafo 2.3).

Le stazioni dispongono di una copertura completa delle informazioni per gli anni 1999 - 2007, ad eccezione della stazione di Roasio, la cui entrata in funzione risale all’autunno del 2004. In questo caso è stato pertanto necessario stimare le altezze di precipitazione per gli anni mancanti, utilizzando le informazioni ricavate nelle zone limitrofe.

Per i mesi della stagione irrigua i dati pluviometrici giornalieri sono stati raggruppati a scala mensile. I valori ottenuti per ogni singola stazione sono riportati nelle tabelle sottostanti (tab. 4.1-4.5).

Precipitazioni mensili [mm] - stazione di ALBANO

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	media '99-'07
dal 15 marzo	86,8	30,2	78,2	0,4	0,0	3,4	32,8	19,6	8,8	28,9
aprile	33,6	210,6	38,4	51,4	43,8	147,4	108,2	38,8	31,6	78,2
maggio	124,2	121,4	69,8	300,6	31,0	101,2	31,0	33,4	117,4	103,3
giugno	79,0	37,0	47,2	23,8	58,4	10,6	23,4	9,4	116,6	45,0
luglio	45,6	85,0	63,8	134,8	57,0	28,2	56,6	31,6	9,8	56,9
agosto	88,6	44,8	51,6	194,6	19,4	134,8	118,4	42,4	121,6	90,7
al 10 settembre	29,8	0,0	11,2	139,2	43,4	0,2	73,6	0,6	8,8	34,1
TOTALE	487,6	529,0	360,2	844,8	253,0	425,8	444,0	175,8	414,6	437,2

Tabella 4.1: Precipitazioni mensili e totale stagionale (15 marzo – 10 settembre) registrati dalla stazione ARPA di Albano (periodo 1999-2007).

Precipitazioni mensili [mm] - stazione di BURONZO

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	media '99-'07
dal 15 marzo	91,8	37,8	73,8	0,0	0,4	16,0	73,4	22,8	12,4	36,5
aprile	62,2	242,0	34,6	51,2	55,2	187,0	110,6	40,0	28,4	90,1
maggio	213,6	188,8	95,4	292,8	9,8	97,0	76,4	96,0	210,4	142,2
giugno	109,0	48,4	39,0	52,4	15,2	19,6	43,6	17,4	190,6	59,5
luglio	70,2	122,0	147,4	177,0	38,8	26,6	46,8	36,2	8,4	74,8
agosto	124,6	24,8	84,2	287,8	32,2	160,0	52,2	54,4	152,4	108,1
al 10 settembre	54,0	4,8	5,2	138,8	50,8	0,8	68,6	8,6	0,4	36,9
TOTALE	725,4	668,6	479,6	1000,0	202,4	507,0	471,6	275,4	603,0	548,1

Tabella 4.2: Precipitazioni mensili e totale stagionale (15 marzo – 10 settembre) registrati dalla stazione RAM di Buronzo (periodo 1999-2007).**Precipitazioni mensili [mm] - stazione di GATTINARA**

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	media '99-'07
dal 15 marzo	82,6	60,0	84,6	0,0	0,2	11,6	80,6	40,0	12,6	41,4
aprile	62,4	260,6	35,0	50,2	57,2	217,0	133,6	78,6	13,2	100,9
maggio	213,0	195,0	51,0	410,2	21,0	115,8	43,4	56,4	192,4	144,2
giugno	132,4	43,6	35,8	82,4	31,4	16,6	67,8	11,8	165,6	65,3
luglio	31,8	110,8	43,6	220,8	64,2	45,8	57,8	59,0	24,6	73,2
agosto	64,2	56,2	57,4	214,2	30,2	147,0	72,4	118,6	151,2	101,3
al 10 settembre	31,0	0,0	3,0	196,6	36,2	4,0	65,4	0,8	0,0	37,4
TOTALE	617,4	726,2	310,4	1174,4	240,4	557,8	521,0	365,2	559,6	563,6

Tabella 4.3: Precipitazioni mensili e totale stagionale (15 marzo – 10 settembre) registrati dalla stazione RAM di Gattinara (periodo 1999-2007).**Precipitazioni mensili [mm] - stazione di MASSERANO**

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	media '99-'07
dal 15 marzo	72,0	51,2	51,2	0,4	0,0	8,6	55,8	30,6	7,4	30,8
aprile	69,4	229,8	229,8	43,8	38,0	173,2	127,8	58,0	22,4	110,2
maggio	160,8	233,4	233,4	324,2	26,8	114,0	34,6	120,2	281,8	169,9
giugno	131,4	46,6	46,6	92,2	9,2	35,4	63,6	11,2	140,8	64,1
luglio	87,2	118,0	118,0	221,0	91,4	47,0	50,4	50,6	9,2	88,1
agosto	87,0	36,0	36,0	257,4	39,0	195,8	163,4	83,4	127,8	114,0
al 10 settembre	27,8	5,6	5,6	169,8	31,8	0,6	64,4	2,0	2,0	34,4
TOTALE	635,6	720,6	720,6	1108,8	236,2	574,6	560,0	356,0	591,4	611,5

Tabella 4.4: Precipitazioni mensili e totale stagionale (15 marzo – 10 settembre) registrati dalla stazione ARPA di Masserano (periodo 1999-2007).

Precipitazioni mensili [mm] - stazione di ROASIO

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	media '99-'07
dal 15 marzo							111,4	51,0	23,8	62,1
aprile							192,6	96,2	29,0	105,9
maggio							66,4	133,6	411,4	203,8
giugno							88,6	20,0	226,6	111,7
luglio							102,0	57,8	29,4	63,1
agosto							197,0	176,2	248,6	207,3
al 10 settembre							94,2	2,0	0,0	32,1
TOTALE							852,2	536,8	968,8	785,9

Tabella 4.5: Precipitazioni mensili e totale stagionale (15 marzo – 10 settembre) registrati dalla stazione RAM di Roasio (periodo 2005-2007).

Da un’analisi dei dati risulta evidente la forte variabilità tra i nove anni considerati. In particolare, l’anno 2003 è stato il più siccitoso, seguito dal 2006. Nel 2003 si sono registrate altezze di pioggia pari alla metà della precipitazione media nell’intero periodo 1999-2007. Il 2002 è stato l’anno più piovoso, con altezze di pioggia che in alcune stazioni sono state pari al doppio del valore medio. La stazione in cui si sono registrate le piogge maggiori è quella di Roasio, mentre nelle stazioni più a sud (Albano e Buronzo) la precipitazione è sensibilmente minore (tra Albano e Roasio negli anni 2005 - 2007 si è individuato un rapporto di circa 1:2).

Per ricostruire i dati mancanti della stazione di Roasio (periodo 1999-2004) sono state prese in considerazione le misure registrate negli anni 2005, 2006 e 2007 nelle altre stazioni, allo scopo di individuare un legame lineare di similitudine (tabella 4.6):

	Altezze di precipitazione semestre 15 mar - 10 set [mm]			Rapporto $P_{\text{Roasio}}/P_{\text{Stazione}}$			media '05-'07	sqm	var	deviazione standard relativa %
Stazione	2005	2006	2007	2005	2006	2007	x	σ	σ^2	RSD %
Albano	444,0	175,8	414,6	1,92	3,05	2,34	2,44	0,5736	0,3290	23,54
Buronzo	471,6	275,4	603,0	1,81	1,95	1,61	1,79	0,1721	0,0296	9,63
Gattinara	521,0	365,2	559,6	1,64	1,47	1,73	1,61	0,1322	0,0175	8,20
Masserano	560,0	356,0	591,4	1,52	1,51	1,64	1,56	0,0715	0,0051	4,60
Roasio	852,2	536,8	968,8	-	-	-	-	-	-	-

Tabella 4.6: Confronto fra le altezze di precipitazione registrate a Roasio e nelle altre stazioni nel triennio 2005-2007.

E’ possibile osservare come i valori totali stagionali di Roasio possono con buona approssimazione considerarsi proporzionalmente legati a quelli di Masserano; infatti il rapporto medio tra le

altezze totali stagionali nelle due stazioni è pari a 1,56, con varianza pari a 0,0051 e deviazione standard relativa percentuale pari a 4,60%. Considerando le semplificazioni adottate in questo studio, in particolar modo per la stima delle portate fornite, e la ridotta estensione dell'area di competenza della stazione di Roasio (720 ha corrispondenti al 4,64% dell'area totale), la relazione tra le due stazioni menzionate può ritenersi accettabile. Pertanto, le altezze di pioggia di Roasio sono state stimate per gli anni 1999 - 2004 a partire dalle misure della stazione di Masserano, applicando il coefficiente moltiplicativo stimato pari a 1,56.

4.2 Stima degli apporti meteorici stagionali totali (periodo 1999-2007)

Nelle tabelle seguenti (tab 4.7–4.15) sono riportate le altezze di precipitazione stagionali totali (semestre 15 marzo – 10 settembre) per gli anni 1999 - 2007 nelle stazioni considerate e i corrispondenti volumi totali di apporto meteorico per le rispettive aree di competenza, ottenuti moltiplicando le altezze di pioggia per tali superfici.

1999	RISO			MAIS			PRATO			Totale volumi di apporto meteorico	
	Area	Altezze Precipitaz.	Volumi Precipitaz.	Area	Altezze Precipitaz.	Volumi Precipitaz.	Area	Altezze Precipitaz.	Volumi Precipitaz.		
Stazione	[ha]	[mm]	[m ³]	[ha]	[mm]	[m ³]	[ha]	[mm]	[m ³]		
Albano	4.663	487,6	22.734.502	403	487,6	1.964.494	0	487,6	0	24.698.996	m ³
Buronzio	4.049	725,4	29.370.031	311	725,4	2.254.840	0	725,4	0	31.624.871	m ³
Gattinara	557	617,4	3.441.958	456	617,4	2.818.177	78	617,4	482.046	6.742.181	m ³
Masserano	3.111	635,6	19.770.992	1.147	635,6	7.289.133	0	635,6	0	27.060.125	m ³
Roasio	604	989,0	5.976.223	115	989,0	1.141.209	0	989,0	0	7.117.432	m ³
Totale Area Centro Sesia =										97.243.605	m³

Tabella 4.7: Volumi totali di apporto meteorico nell'area di indagine [m³] - ANNO 1999.

2000	RISO			MAIS			PRATO			Totale volumi di apporto meteorico	
	Area	Altezze Precipitaz.	Volumi Precipitaz.	Area	Altezze Precipitaz.	Volumi Precipitaz.	Area	Altezze Precipitaz.	Volumi Precipitaz.		
Stazione	[ha]	[mm]	[m ³]	[ha]	[mm]	[m ³]	[ha]	[mm]	[m ³]		
Albano	4.663	529,0	24.664.790	403	529,0	2.131.290	0	529,0	0	26.796.080	m ³
Buronzio	4.049	668,6	27.070.310	311	668,6	2.078.282	0	668,6	0	29.148.592	m ³
Gattinara	557	726,2	4.048.510	456	726,2	3.314.805	78	726,2	566.993	7.930.307	m ³
Masserano	3.111	720,6	22.415.004	1.147	720,6	8.263.922	0	720,6	0	30.678.927	m ³
Roasio	604	1121,2	6.775.435	115	1121,2	1.293.825	0	1121,2	0	8.069.260	m ³
Totale Area Centro Sesia =										102.623.166	m³

Tabella 4.8: Volumi totali di apporto meteorico nell'area di indagine [m³] - ANNO 2000.

2001	RISO			MAIS			PRATO			Totale volumi di apporto meteorico	
	Area	Altezze Precipitaz.	Volumi Precipitaz.	Area	Altezze Precipitaz.	Volumi Precipitaz.	Area	Altezze Precipitaz.	Volumi Precipitaz.		
Stazione	[ha]	[mm]	[m ³]	[ha]	[mm]	[m ³]	[ha]	[mm]	[m ³]		
Albano	4.663	360,2	16.794.437	403	360,2	1.451.211	0	360,2	0	18.245.649	m³
Buronzio	4.049	479,6	19.418.069	311	479,6	1.490.793	0	479,6	0	20.908.862	m³
Gattinara	557	310,4	1.730.457	456	310,4	1.416.848	78	310,4	242.350	3.389.655	m³
Masserano	3.111	446,8	13.898.174	1.147	446,8	5.123.953	0	446,8	0	19.022.127	m³
Roasio	604	695,2	4.201.033	115	695,2	802.222	0	695,2	0	5.003.255	m³
Totale Area Centro Sesia =										66.569.546	m³

Tabella 4.9: Volumi totali di apporto meteorico nell'area di indagine [m³] - ANNO 2001.

2002	RISO			MAIS			PRATO			Totale volumi di apporto meteorico	
	Area	Altezze Precipitaz.	Volumi Precipitaz.	Area	Altezze Precipitaz.	Volumi Precipitaz.	Area	Altezze Precipitaz.	Volumi Precipitaz.		
Stazione	[ha]	[mm]	[m ³]	[ha]	[mm]	[m ³]	[ha]	[mm]	[m ³]		
Albano	4.663	844,8	39.389.064	403	844,8	3.403.618	0	844,8	0	42.792.682	m³
Buronzio	4.049	1000,0	40.488.050	311	1000,0	3.108.409	0	1000,0	0	43.596.459	m³
Gattinara	557	1174,4	6.547.191	456	1174,4	5.360.653	78	1174,4	916.933	12.824.777	m³
Masserano	3.111	1108,8	34.490.365	1.147	1108,8	12.715.844	0	1108,8	0	47.206.209	m³
Roasio	604	1725,2	10.425.482	115	1725,2	1.990.831	0	1725,2	0	12.416.313	m³
Totale Area Centro Sesia =										158.836.439	m³

Tabella 4.10: Volumi totali di apporto meteorico nell'area di indagine [m³] - ANNO 2002.

2003	RISO			MAIS			PRATO			Totale volumi di apporto meteorico	
	Area	Altezze Precipitaz.	Volumi Precipitaz.	Area	Altezze Precipitaz.	Volumi Precipitaz.	Area	Altezze Precipitaz.	Volumi Precipitaz.		
Stazione	[ha]	[mm]	[m ³]	[ha]	[mm]	[m ³]	[ha]	[mm]	[m ³]		
Albano	4.663	253,0	11.796.204	403	253,0	1.019.313	0	253,0	0	12.815.517	m³
Buronzio	4.049	202,4	8.194.781	311	202,4	629.142	0	202,4	0	8.823.923	m³
Gattinara	557	240,4	1.340.212	456	240,4	1.097.327	78	240,4	187.696	2.625.235	m³
Masserano	3.111	236,2	7.347.244	1.147	236,2	2.708.768	0	236,2	0	10.056.012	m³
Roasio	604	367,5	2.220.868	115	367,5	424.093	0	367,5	0	2.644.961	m³
Totale Area Centro Sesia =										36.965.649	m³

Tabella 4.11: Volumi totali di apporto meteorico nell'area di indagine [m³] - ANNO 2003.

2004	RISO			MAIS			PRATO			Totale volumi di apporto meteorico	
	Area	Altezze Precipitaz.	Volumi Precipitaz.	Area	Altezze Precipitaz.	Volumi Precipitaz.	Area	Altezze Precipitaz.	Volumi Precipitaz.		
Stazione	[ha]	[mm]	[m ³]	[ha]	[mm]	[m ³]	[ha]	[mm]	[m ³]		
Albano	4.663	425,8	19.853.058	403	425,8	1.715.507	0	425,8	0	21.568.565	m³
Buronzio	4.049	507,0	20.527.441	311	507,0	1.575.963	0	507,0	0	22.103.405	m³
Gattinara	557	557,8	3.109.693	456	557,8	2.546.128	78	557,8	435.512	6.091.332	m³
Masserano	3.111	574,6	17.873.524	1.147	574,6	6.589.578	0	574,6	0	24.463.102	m³
Roasio	604	894,0	5.402.671	115	894,0	1.031.684	0	894,0	0	6.434.356	m³
Totale Area Centro Sesia =										80.660.760	m³

Tabella 4.12: Volumi totali di apporto meteorico nell'area di indagine [m³] - ANNO 2004.

2005	RISO			MAIS			PRATO			Totale volumi di apporto meteorico	
	Area	Altezze Precipitaz.	Volumi Precipitaz.	Area	Altezze Precipitaz.	Volumi Precipitaz.	Area	Altezze Precipitaz.	Volumi Precipitaz.		
Stazione	[ha]	[mm]	[m ³]	[ha]	[mm]	[m ³]	[ha]	[mm]	[m ³]		
Albano	4.663	444,0	20.701.639	403	444,0	1.788.833	0	444,0	0	22.490.472	m³
Buronzio	4.049	471,6	19.094.164	311	471,6	1.465.926	0	471,6	0	20.560.090	m³
Gattinara	557	521,0	2.904.535	456	521,0	2.378.151	78	521,0	406.780	5.689.466	m³
Masserano	3.111	560,0	17.419.376	1.147	560,0	6.422.143	0	560,0	0	23.841.520	m³
Roasio	604	852,2	5.149.839	115	852,2	983.404	0	852,2	0	6.133.243	m³
Totale Area Centro Sesia =										78.714.791	m³

Tabella 4.13: Volumi totali di apporto meteorico nell'area di indagine [m³] - ANNO 2005.

2006	RISO			MAIS			PRATO			Totale volumi di apporto meteorico	
	Area	Altezze Precipitaz.	Volumi Precipitaz.	Area	Altezze Precipitaz.	Volumi Precipitaz.	Area	Altezze Precipitaz.	Volumi Precipitaz.		
Stazione	[ha]	[mm]	[m ³]	[ha]	[mm]	[m ³]	[ha]	[mm]	[m ³]		
Albano	4.663	175,8	8.196.730	403	175,8	708.281	0	175,8	0	8.905.011	m³
Buronzio	4.049	275,4	11.150.409	311	275,4	856.056	0	275,4	0	12.006.465	m³
Gattinara	557	365,2	2.035.962	456	365,2	1.666.988	78	365,2	285.136	3.988.086	m³
Masserano	3.111	356,0	11.073.746	1.147	356,0	4.082.648	0	356,0	0	15.156.395	m³
Roasio	604	536,8	3.243.879	115	536,8	619.445	0	536,8	0	3.863.324	m³
Totale Area Centro Sesia =										43.919.281	m³

Tabella 4.14: Volumi totali di apporto meteorico nell'area di indagine [m³] - ANNO 2006.

2007	RISO			MAIS			PRATO			Totale volumi di apporto meteorico	
	Area	Altezze Precipitaz.	Volumi Precipitaz.	Area	Altezze Precipitaz.	Volumi Precipitaz.	Area	Altezze Precipitaz.	Volumi Precipitaz.		
Stazione	[ha]	[mm]	[m ³]	[ha]	[mm]	[m ³]	[ha]	[mm]	[m ³]		
Albano	4.663	414,6	19.330.854	403	414,6	1.670.384	0	414,6	0	21.001.238	m³
Buronzio	4.049	603,0	24.414.294	311	603,0	1.874.371	0	603,0	0	26.288.665	m³
Gattinara	557	559,6	3.119.727	456	559,6	2.554.344	78	559,6	436.917	6.110.989	m³
Masserano	3.111	591,4	18.396.106	1.147	591,4	6.782.242	0	591,4	0	25.178.348	m³
Roasio	604	968,8	5.854.453	115	968,8	1.117.955	0	968,8	0	6.972.408	m³
Totale Area Centro Sesia =										85.551.647	m³

Tabella 4.15: Volumi totali di apporto meteorico nell’area di indagine [m3] - ANNO 2007.

Osservando le tabelle si riscontra una forte variabilità negli anni: dai quasi 159 milioni di m³ stimati nel 2002 a poco meno di 37 milioni di m³ nei 2003, per una media complessiva di circa 83,5 milioni di m³ nel periodo 1999-2007.

5 STIMA DELL'EVAPOTRASPIRAZIONE

5.1 Introduzione e metodologia di calcolo

Con il termine evapotraspirazione si indica il complesso dell'acqua traspirata da una pianta ed evaporata direttamente dalla superficie del terreno [18]. Pur essendo i fenomeni distinti, l'evaporazione e la traspirazione avvengono simultaneamente e in modo combinato, per cui si tende ad analizzare la loro azione sintetizzandola in un unico processo, chiamato *evapotraspirazione*.

L'evapotraspirazione dipende dalle forzanti climatiche, dalla specie colturale e dalla stessa tecnica colturale.

La difficoltà nelle misure dirette sul campo fa sì che debba essere stimata indirettamente, utilizzando equazioni semiempiriche o a base termodinamica. Queste utilizzano dati climatologici quali radiazione solare, temperatura media dell'aria, umidità media relativa dell'aria e velocità del vento, in assenza dei quali si usano relazioni via via più semplificate.

E' bene sottolineare subito la distinzione tra *evapotraspirazione potenziale* (o di riferimento) ET_0 ed *evapotraspirazione colturale* (o reale) ET_C :

- L' ET_0 (evapotraspirazione di riferimento) rappresenta il potere evaporativo in atmosfera di una superficie di riferimento, in funzione della forzante climatica e indipendentemente dall'uso del suolo. La generica superficie di riferimento è definita nelle pubblicazioni FAO (in particolare in [13]) come un'ipotetica coltura ben irrigata di altezza 0,12 m, con coefficiente di resistenza di superficie uguale a 70 sm^{-1} (resistenza contrastante il flusso di vapore dalla superficie all'atmosfera) e albedo pari a 0,23.
- L' ET_C (evapotraspirazione colturale) indica invece l'evaporazione di una specifica coltura e si ottiene moltiplicando l' ET_0 per un coefficiente colturale k_C , variabile in funzione del tipo di coltura e dello stadio fenologico. Tale coefficiente è reperibile in manuali tecnici e pubblicazioni scientifiche specifiche. Nei limiti del possibile è consigliabile adot-

tare coefficienti colturali ricavati specificamente per l'ambiente in cui si opera o comunque per condizioni ambientali simili.

Viene inoltre utilizzato un coefficiente K, legato alla disponibilità di acqua nel suolo, che in superfici irrigate è sempre pari a 1.

In letteratura esistono numerose formule per calcolare l'evapotraspirazione potenziale, diverse in funzione del numero e del tipo di parametri climatici adottati. Tra le principali metodologie ricordiamo quelle proposte da Thornthwaite (1948), Blaney-Criddle mod. Fao (1979), Hargreaves-Samani [21] e Penman-Monteith mod.FAO [13], ciascuna caratterizzata da vantaggi e svantaggi legati al numero di parametri, all'accuratezza ed all'affidabilità per varie scale temporali (oraria, giornaliera, decadale, mensile).

Nel presente lavoro la disponibilità di dati climatici ha consentito di seguire le direttive riportate nella pubblicazione FAO n°56 del 1998 [13], adottando la formula di Penman-Monteith modificata, in quanto riconosciuta come metodo di riferimento a livello internazionale. Tale procedura è inoltre stata confrontata con un altro metodo molto utilizzato a scala mensile, ovvero la relazione di Hargreaves-Samani.

5.1.1 Stima dell'evapotraspirazione potenziale con il metodo Penman-Monteith mod.FAO

L'equazione di Penman-Monteith mod.FAO (1998) [13] determina l'evapotraspirazione potenziale ET_0 con la seguente espressione:

$$ET_0 = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)} \quad (5.1)$$

in cui:

- ET_0 è l'evapotraspirazione potenziale [mm day^{-1}];
- Δ è la pendenza della curva della tensione di vapore [$\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$];
- R_n è la radiazione netta alla superficie della vegetazione [$\text{MJ m}^{-2} \text{day}^{-1}$];
- G è la densità di flusso di calore assorbito dal suolo [$\text{MJ m}^{-2} \text{day}^{-1}$];
- γ è la costante psicrometrica [$\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$];

- T è la temperatura media giornaliera dell'aria misurata a 2 m di altezza [$^{\circ}\text{C}$];
- u_2 è la velocità del vento a 2 m di altezza [m s^{-1}];
- e_s è la tensione di vapore al punto di saturazione [kPa];
- e_a è la tensione di vapore effettiva [kPa].

L'applicazione della (5.1) richiede dati di umidità, temperatura dell'aria, radiazione solare e velocità del vento, oltre all'indicazione della posizione del sito in cui si vuole stimare l'evapotraspirazione, in termini di latitudine, longitudine e altitudine. Qualora i dati relativi alla velocità del vento e della radiazione solare fossero mancanti, possono essere assunti per via indiretta, mentre i dati di temperatura e umidità sono assolutamente necessari; i restanti parametri sono invece determinati in funzione dei precedenti.

La pendenza Δ della relazione tra tensione di vapore al punto di saturazione e la temperatura (espressa in $\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$) è ottenibile, per una data temperatura dell'aria T , dalla relazione (5.2):

$$\Delta = \frac{4098 \left[0,6108 \exp \left(\frac{17,27T}{T + 237,3} \right) \right]}{(T + 237,3)^2} \quad (5.2)$$

dove T è la temperatura media mensile.

La costante psicrometrica γ (espressa in $\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$) è data da:

$$\gamma = \frac{c_p p}{\epsilon \lambda} \quad (5.3)$$

in cui p è la pressione atmosferica in kPa , calcolata in funzione dell'altitudine z come:

$$p = 101,3 \left(\frac{293 - 0,0065 z}{293} \right)^{5,26} \quad (5.4)$$

- c_p è il calore specifico dell'aria in condizioni atmosferiche medie e a pressione costante pari a $1,013 \cdot 10^{-3} \text{ [MJ kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}]$;
- λ è il calore latente di vaporizzazione pari $2,45 \text{ MJ kg}^{-1}$;
- ε è il rapporto tra i pesi molecolari del vapor d'acqua e dell'aria secca ed è pari a 0,622.

La tensione di vapore al punto di saturazione e_s [kPa] dipende dalla temperatura ed è pari alla media della tensione di vapore al punto di saturazione calcolata per il valore di temperatura massima e minima mensile ($T_{\max}$ e $T_{\min}$):

$$e_s = \frac{e(T_{\max}) + e(T_{\min})}{2} \quad (5.5)$$

$$e(T) = 0,6108 \left[\frac{17,27 \cdot T}{T + 237,3} \right] \quad (5.6)$$

La tensione di vapore effettiva e_a [kPa] è invece la tensione di vapore al punto di saturazione alla temperatura di rugiada T_{dew} , e può essere stimata in funzione dell'umidità relativa (RH) attraverso la relazione:

$$e_a = \frac{e(T_{\min}) \frac{RH_{\max}}{100} + e(T_{\max}) \frac{RH_{\min}}{100}}{2} \quad (5.7)$$

Il flusso di calore G [$\text{MJ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$] uscente dal suolo a scala mensile e calcolata nel mese i -esimo si ricava con l'equazione:

$$G_i = 0.07(T_{i+1} - T_{i-1}) \quad (5.8)$$

essendo T_{i+1} e T_{i-1} le temperature espresse in $^\circ\text{C}$, rispettivamente del mese successivo e di quello precedente al mese per cui è effettuato il calcolo.

In assenza di misure dirette, la radiazione solare netta si ottiene come differenza tra la stima della radiazione netta ad onda corta e di quella ad onda lunga, che dipendono da parametri come la

radiazione solare extratmosferica, la radiazione solare a cielo sereno e la radiazione solare globale R_s .

$$R_n = R_{ns} - R_{nl} \quad (5.9)$$

La radiazione solare extra-atmosferica R_a [$\text{MJ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$] dipende dalla latitudine, dalla declinazione solare e dal periodo dell'anno:

$$R_a = \frac{24 \cdot 60}{\pi} G_{sc} d_r (\omega_s \sin \varphi \sin \delta + \sin \omega_s \cos \varphi \cos \delta) \quad (5.10)$$

con:

$$d_r = 1 + 0,033 \cos\left(\frac{2\pi}{365} J\right) \quad (5.11)$$

$$\delta = 0,409 \sin\left(\frac{2\pi}{365} J - 1,39\right) \quad (5.12)$$

$$\omega_s = \arccos(-\tan \varphi \tan \delta) \quad (5.13)$$

$$J = \text{int}(30,42M - 15,23) \quad (5.14)$$

dove:

- G_{sc} è la costante solare = $0,0820 \text{ [MJ m}^{-2} \text{ min}^{-1}]$;
- d_r è la distanza relativa inversa Terra-Sole;
- δ è la declinazione solare [rad];
- φ è la latitudine [rad];
- ω_s è l'angolo orario al tramonto [rad];
- J è il numero del giorno nell'anno;
- M è il numero del mese.

La radiazione solare a cielo sereno R_{s0} [$\text{MJ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$] è calcolata con la seguente espressione (5.15):

$$R_{s0} = (0,75 + 2 \cdot 10^{-5} z) R_a \quad (5.15)$$

La radiazione netta ad onda corta R_{ns} [$\text{MJ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$] è funzione della radiazione globale R_s e dell'albedo α_s (con $\alpha_s=0,23$ per la coltura di riferimento secondo le indicazioni FAO):

$$R_{ns} = R_s (1 - \alpha_s) \quad (5.16)$$

La radiazione netta ad onda lunga R_{nl} [$\text{MJ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$] è invece espressa dalla legge di Stefan-Boltzmann:

$$R_{nl} = k \left[\frac{T_{\max K}^4 + T_{\min K}^4}{2} \right] \left(0,34 - 0,14 \sqrt{e_a} \right) \left(1,35 \frac{R_s}{R_{s0}} - 0,35 \right) \quad (5.17)$$

dove:

- k è la costante di Stefan-Boltzmann = $4,903 \cdot 10^{-9}$ [$\text{MJ K}^{-4} \text{ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$];
- $T_{\max K}$ è la temperatura massima giornaliera in K;
- $T_{\min K}$ è la temperatura minima giornaliera in K;
- δ è la declinazione solare [rad];
- φ è la latitudine [rad];
- ω_s è l'angolo orario al tramonto [rad];
- J è il numero del giorno nell'anno;
- M è il numero del mese.

5.1.2 Evapotraspirazione potenziale con il metodo Hargreaves-Samani

Un metodo alternativo per il calcolo dell'evapotraspirazione potenziale è quello proposto da Hargreaves-Samani nel 1982 [21]: tale procedura richiede esclusivamente la misura diretta della temperatura media, massima e minima mensile e il calcolo della radiazione extratmosferica R_a , e ri-

sulta quindi particolarmente indicata qualora non si disponga delle misure di umidità relativa e velocità del vento (5.18):

$$ET_0 = 0.0023(T_{\text{mean}} + 17.8)(T_{\text{max}} - T_{\text{min}})^{0.5} R_a \quad (5.18)$$

Tale equazione, affidabile esclusivamente per lunghi periodi (scala mensile) ha comunque la tendenza a sottostimare l' ET_0 in caso di forte vento ($u_2 > 3 \text{ m s}^{-1}$) e a sovrastimarla per condizioni di alta umidità relativa.

5.1.3 Determinazione del coefficiente colturale k_c per il calcolo dell'evapotraspirazione reale

A differenza dell'evapotraspirazione potenziale, l'evapotraspirazione colturale ET_C dipende dalle caratteristiche della vegetazione (densità di piantamento, stadio di crescita, etc.).

La pubblicazione FAO n°56 suddivide la trattazione della stima del coefficiente colturale in due diverse sezioni, in caso di condizioni standard e non standard; quest'ultima corrisponde a situazioni particolari di deficit idrico e non verrà qui considerata. Per quanto concerne l'ipotesi di condizioni standard vengono proposti due diversi approcci: il *single crop coefficient* k_c , caratterizzato da un unico coefficiente colturale; e il *dual crop coefficient* ($k_c = k_{cb} + k_e$), che separa il coefficiente in una componente legata all'evaporazione e in una dovuta alla traspirazione.

La separazione dei due fenomeni è un'operazione non suggerita dalla comunità scientifica internazionale, in relazione alle inceteeze ad essa legate.

Per entrambe le tipologie la pubblicazione FAO riporta coefficienti k_c per ogni singola coltura, che variano a seconda delle fasi fenologiche e della durata del ciclo colturale. Tuttavia trattandosi di valori determinati in modo standardizzato, spesso si sostituiscono con parametri tarati in prossimità delle aree di effettivo interesse.

In questo studio sono stati utilizzati i coefficienti colturali determinati dal Prof. Allavena attraverso numerose campagne sperimentali in varie località del territorio vercellese e biellese ([3], [4], [5], [6], [7], [8], [10], [11], [12]). In modo particolare sono stati adottati i coefficienti colturali mensili k_c relativi a riso, a mais e a prato tarati dalle sperimentazioni agrarie condotte nei territori di Salussola, Lenta e Lignana.

I valori di k_c considerati sono riportati in tabella 5.1:

	riso	mais	prato
marzo	0,90	0,50	0,70
aprile	0,90	0,50	1,00
maggio	0,90	0,60	0,90
giugno	0,90	0,80	0,85
luglio	1,15	1,15	0,80
agosto	1,15	1,00	0,75
settembre	0,90	0,75	0,75

Tabella 5.1: Coefficienti culturali k_c adottati per il calcolo dell' ET_C di riso, mais e prato.

5.2 *Analisi delle variabili meteorologiche*

I parametri climatici giornalieri utilizzati in questa fase dell'indagine sono temperatura, umidità (registrati nelle stazioni di Albano, Buronzo, Gattinara, Masserano e Roasio), velocità del vento e radiazione globale (misurati nella stazione di Vercelli).

Per il calcolo dell'evapotraspirazione potenziale sono stati presi in considerazione i dati meteorologici relativi al semestre 15 marzo –10 settembre per gli anni dal 1999 al 2007 nelle stazioni di Albano, Buronzo, Gattinara, Masserano e Vercelli, mentre per la stazione di Roasio, che influenza solo il 4,64% dell'area totale ed è di più recente installazione, sono state adottate le misure registrate nel triennio 2005-2007.

Nell'allegato C sono riportate le tabelle riassuntive dei valori medi del periodo di misura per le stazioni in esame.

5.3 Stima dell'evapotraspirazione potenziale

Il calcolo dell'evapotraspirazione potenziale o di riferimento è stato effettuato utilizzando le relazioni di Penman-Monteith mod.FAO (1998) e di Hargreaves-Samani (1982).

Per quanto riguarda la stazione di Roasio, l'evapotraspirazione stimata con Penman-Monteith mod.FAO per gli anni disponibili è risultata pressoché identica a quella calcolata nella stazione di Gattinara (la differenza tra le due infatti è pari a 0,10% nel 2005 e nel 2006, e a 0,22% nel 2007). Ciò consente di usare per Roasio, negli anni mancanti, i valori ottenuti a Gattinara. Va però considerato che la relazione di Hargreaves-Samani non produce lo stesso risultato.

Nelle tabelle 5.2-5.11 sono riportate le stime di ET_0 ottenute mensilmente nelle 5 stazioni durante il periodo analizzato, utilizzando le due equazioni.

ET_0 Penman-Monteith [mm] - stazione di ALBANO

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	media '99-'07
dal 15 marzo	41,4	43,8	38,7	52,4	47,2	40,9	43,1	36,3	45,4	43,2
aprile	86,4	72,1	88,6	80,3	85,1	84,8	82,2	95,4	106,4	86,8
maggio	107,7	121,6	113,1	107,0	134,5	114,7	135,2	126,5	129,8	121,1
giugno	132,4	148,0	154,6	139,2	165,2	147,5	155,0	164,9	137,2	149,3
luglio	150,6	150,7	154,9	141,9	168,1	157,2	165,2	179,6	177,4	160,6
agosto	111,1	123,1	137,5	117,6	148,7	134,4	128,2	142,3	125,0	129,8
al 10 settembre	33,0	39,9	38,7	29,2	32,7	38,6	32,0	41,1	42,0	36,4
TOTALE	662,6	699,3	726,1	667,6	781,6	718,1	740,8	786,1	763,1	727,3

Tabella 5.2: Evapotraspirazione potenziale calcolata con Penman-Monteith mod.FAO utilizzando i dati meteorologici della stazione ARPA di Albano.

ET_0 Penman-Monteith [mm] - stazione di BURONZO

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	media '99-'07
dal 15 marzo	44,3	44,8	40,6	52,9	48,3	41,3	41,2	33,2	39,1	42,9
aprile	90,4	77,3	91,6	84,7	88,6	87,9	80,1	89,9	98,4	87,7
maggio	118,3	124,5	117,9	113,5	138,2	116,9	132,5	120,8	131,1	123,8
giugno	144,1	152,0	158,2	143,7	166,0	150,2	153,0	157,0	142,4	151,8
luglio	167,8	154,6	158,9	147,8	170,6	156,8	163,7	171,1	169,4	162,3
agosto	127,4	127,6	142,8	122,8	151,2	135,8	129,9	138,8	128,3	133,8
al 10 settembre	38,0	41,4	40,5	30,8	34,3	38,8	32,4	40,4	37,7	37,1
TOTALE	730,3	722,3	750,6	696,1	797,1	727,8	732,8	751,3	746,3	739,4

Tabella 5.3: Evapotraspirazione potenziale calcolata con Penman-Monteith mod.FAO utilizzando i dati meteorologici della stazione RAM di Buronzo.

ET₀ Penman-Monteith [mm] - stazione di GATTINARA

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	media '99-'07
dal 15 marzo	47,5	46,3	43,2	59,2	50,9	44,1	43,5	34,9	41,9	45,7
aprile	94,4	79,4	95,4	89,2	92,3	93,2	84,3	93,8	104,4	91,8
maggio	116,0	124,0	118,6	113,2	143,0	118,3	135,9	122,2	133,8	125,0
giugno	144,5	154,7	160,4	143,6	171,1	152,4	153,1	163,7	143,0	154,1
luglio	167,7	158,6	162,1	149,1	177,2	162,4	168,9	181,3	174,6	166,9
agosto	124,9	130,9	146,2	124,3	157,7	137,9	133,4	143,5	135,2	137,1
al 10 settembre	36,8	42,2	41,5	30,8	36,3	39,5	32,8	42,6	38,8	37,9
TOTALE	731,8	736,1	767,3	709,4	828,6	747,8	751,9	782,1	771,7	758,5

Tabella 5.4: Evapotraspirazione potenziale calcolata con Penman-Monteith mod.FAO utilizzando i dati meteorologici della stazione RAM di Gattinara.**ET₀ Penman-Monteith [mm] - stazione di MASSERANO**

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	media '99-'07
dal 15 marzo	42,8	42,5	36,9	51,8	47,7	39,6	41,5	33,2	42,8	42,1
aprile	88,0	71,8	83,0	79,2	87,9	84,0	78,5	85,8	101,7	84,4
maggio	112,3	116,6	106,9	103,9	136,3	113,0	128,8	113,2	125,4	117,4
giugno	136,1	144,8	146,1	136,4	167,1	145,9	147,5	151,4	132,5	145,3
luglio	160,4	147,1	147,5	141,2	175,1	155,2	160,0	167,1	170,5	158,2
agosto	121,0	120,8	132,7	116,6	152,1	129,4	124,3	132,2	122,1	127,9
al 10 settembre	35,7	38,3	36,5	29,0	33,5	37,3	30,6	37,7	39,8	35,4
TOTALE	696,3	681,9	689,6	658,1	799,9	704,4	711,3	720,6	734,7	710,8

Tabella 5.5: Evapotraspirazione potenziale calcolata con Penman-Monteith mod.FAO utilizzando i dati meteorologici della stazione ARPA di Masserano.**ET₀ Penman-Monteith [mm] - stazione di ROASIO**

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	media '99-'07
dal 15 marzo	47,5	46,3	43,2	59,2	50,9	44,1	43,6	35,8	42,3	45,9
aprile	94,4	79,4	95,4	89,2	92,3	93,2	84,3	93,8	105,7	92,0
maggio	116,0	124,0	118,6	113,2	143,0	118,3	136,6	122,9	131,6	124,9
giugno	144,5	154,7	160,4	143,6	171,1	152,4	155,0	162,1	144,7	154,3
luglio	167,7	158,6	162,1	149,1	177,2	162,4	169,0	181,9	173,5	166,8
agosto	124,9	130,9	146,2	124,3	157,7	137,9	132,3	144,2	134,5	137,0
al 10 settembre	36,8	42,2	41,5	30,8	36,3	39,5	32,1	41,8	38,0	37,7
TOTALE	731,8	736,1	767,3	709,4	828,6	747,8	753,1	782,6	770,4	758,6

Tabella 5.6: Evapotraspirazione potenziale calcolata con Penman-Monteith mod.FAO utilizzando i dati meteorologici della stazione RAM di Roasio.

ET₀ Hargreaves-Samani [mm] - stazione di ALBANO

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	media '99-'07
dal 15 marzo	47,4	50,7	48,1	54,7	54,3	50,0	55,2	46,1	49,5	50,7
aprile	98,7	89,6	95,3	94,0	96,6	96,0	92,6	105,6	123,1	99,1
maggio	134,6	138,0	134,7	129,3	155,3	132,0	155,3	144,7	150,4	141,6
giugno	154,7	164,6	168,8	164,1	189,0	167,4	174,0	183,4	161,9	169,8
luglio	170,7	165,0	171,1	161,3	181,6	176,1	183,0	192,6	195,9	177,5
agosto	135,8	146,0	149,9	134,5	168,1	149,1	144,9	149,2	144,6	146,9
al 10 settembre	42,1	46,6	43,6	36,4	40,5	45,9	39,7	50,7	47,5	43,7
TOTALE	784,0	800,4	811,7	774,2	885,4	816,5	844,9	872,3	872,9	829,1

Tabella 5.7: Evapotraspirazione potenziale calcolata con Hargreaves-Samani utilizzando i dati meteorologici della stazione ARPA di Albano.**ET₀ Hargreaves-Samani [mm] - stazione di BURONZO**

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	media '99-'07
dal 15 marzo	50,7	49,5	48,2	55,2	54,5	49,4	52,8	43,1	46,4	50,0
aprile	99,8	87,7	93,0	90,7	90,7	90,4	83,1	95,2	110,3	93,4
maggio	138,6	131,6	131,1	122,2	145,9	121,7	138,9	129,5	139,6	133,2
giugno	158,7	160,9	161,2	155,3	172,4	156,4	157,7	162,9	146,9	159,2
luglio	181,5	163,1	170,7	159,3	170,9	163,3	171,2	167,8	181,9	170,0
agosto	146,7	150,6	153,6	136,4	166,4	146,7	141,2	142,6	139,0	147,0
al 10 settembre	45,8	49,4	45,5	37,3	40,2	45,2	38,6	49,7	47,0	44,3
TOTALE	821,9	792,9	803,2	756,3	840,9	773,2	783,5	790,7	811,2	797,1

Tabella 5.8: Evapotraspirazione potenziale calcolata con Hargreaves-Samani utilizzando i dati meteorologici della stazione RAM di Buronzo.**ET₀ Hargreaves-Samani [mm] - stazione di GATTINARA**

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	media '99-'07
dal 15 marzo	44,3	44,5	43,7	49,3	46,5	41,6	44,7	36,5	39,3	43,4
aprile	92,8	82,8	86,6	83,1	85,0	82,7	78,1	87,2	101,5	86,6
maggio	131,5	129,8	125,9	120,4	139,9	115,9	132,4	123,1	131,2	127,8
giugno	152,5	154,7	152,6	146,3	166,8	150,3	149,6	159,7	139,7	152,5
luglio	166,1	153,5	162,8	149,1	167,4	155,8	164,4	165,1	168,0	161,4
agosto	135,2	137,6	142,5	124,4	150,3	132,6	129,7	130,0	130,6	134,8
al 10 settembre	38,2	41,8	40,8	35,5	35,1	38,0	34,6	42,9	40,9	38,6
TOTALE	760,6	744,7	754,9	708,1	791,1	716,9	733,5	744,5	751,3	745,1

Tabella 5.9: Evapotraspirazione potenziale calcolata con Hargreaves-Samani utilizzando i dati meteorologici della stazione RAM di Gattinara.

ET₀ Hargreaves-Samani [mm] - stazione di MASSERANO

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	media '99-'07
dal 15 marzo	46,8	48,5	48,6	53,2	52,7	48,0	51,6	42,5	45,0	48,5
aprile	95,6	88,1	93,8	91,7	92,3	92,5	84,8	97,3	113,3	94,4
maggio	131,1	134,1	134,4	125,8	154,7	127,6	145,9	133,8	140,5	136,4
giugno	150,2	160,8	163,7	159,3	186,9	163,7	159,9	170,3	150,3	162,8
luglio	166,6	161,4	166,0	160,4	182,5	172,0	174,3	177,1	183,6	171,5
agosto	132,0	144,7	148,7	131,2	167,8	140,8	136,8	138,8	134,9	141,7
al 10 settembre	40,5	45,4	43,1	36,0	39,0	42,6	37,6	47,2	44,1	41,7
TOTALE	762,7	783,0	798,4	757,5	876,0	787,3	791,0	807,0	811,7	797,2

Tabella 5.10: Evapotraspirazione potenziale calcolata con Hargreaves-Samani utilizzando i dati meteorologici della stazione ARPA di Masserano.**ET₀ Hargreaves-Samani [mm] - stazione di ROASIO**

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	media '05-'07
dal 15 marzo							51,4	43,8	44,9	46,7
aprile							89,7	101,4	117,7	102,9
maggio							152,1	141,8	145,5	146,5
giugno							168,6	179,1	158,0	168,6
luglio							182,1	188,5	185,8	185,5
agosto							144,0	144,6	142,8	143,8
al 10 settembre							39,1	47,5	44,6	43,7
TOTALE							827,0	846,8	839,4	837,7

Tabella 5.11: Evapotraspirazione potenziale calcolata con Hargreaves-Samani utilizzando i dati meteorologici della stazione RAM di Roasio.

L'esame dei risultati delle stime di ET₀ indica che l'equazione di Hargreaves-Samani produce valori maggiori rispetto a Penman-Monteith mod.FAO, eccetto che per la stazione di Gattinara dove invece risulta inferiore nel periodo 2001 - 2007.

L'andamento dell'evapotraspirazione è ovviamente in controtendenza rispetto al regime delle precipitazioni (capitolo 4): i valori maggiori si verificano negli anni più siccitosi, mentre alle precipitazioni più elevate corrispondono valori ridotti di evapotraspirazione.

5.4 Stima dell'evapotraspirazione colturale nell'area del Centro Sesia

Una volta stimata l'evapotraspirazione potenziale nelle 5 stazioni, è possibile determinare l'evapotraspirazione colturale nell'area oggetto di studio, moltiplicando l' ET_0 per i coefficienti colturali k_c riportati in tabella 5.1:

$$ET_C = ET_0 k_c \quad (5.19)$$

La relazione per il calcolo dell'evapotraspirazione potenziale utilizzata è quella di Penman-Monteith mod.FAO, più affidabile e conservativa dell'altra. Nelle tabelle seguenti sono riassunti i valori stagionali di ET_C stimati in mm per le singole colture.

Valori di ET_C teorici calcolati per le singole colture [mm] – stazione di ALBANO

RISO	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
dal 15 marzo	37,2	39,4	34,8	47,2	42,5	36,8	38,8	32,6	40,9
aprile	77,8	64,9	79,7	72,2	76,6	76,3	74,0	85,9	95,7
maggio	96,9	109,4	101,8	96,3	121,1	103,3	121,7	113,9	116,8
giugno	119,2	133,2	139,1	125,3	148,7	132,7	139,5	148,4	123,5
luglio	173,2	173,3	178,1	163,2	193,3	180,8	189,9	206,5	204,0
agosto	127,8	141,6	158,2	135,2	171,0	154,6	147,4	163,6	143,7
al 10 settembre	29,7	35,9	34,8	26,3	29,4	34,7	28,8	37,0	37,8
TOTALE	661,8	697,8	726,6	665,7	782,6	719,2	740,1	787,9	762,4

MAIS	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
dal 15 marzo	20,7	21,9	19,3	26,2	23,6	20,5	21,5	22,7	18,1
aprile	43,2	36,1	44,3	40,1	42,6	42,4	41,1	53,2	47,7
maggio	64,6	72,9	67,9	64,2	80,7	68,8	81,1	77,9	75,9
giugno	105,9	118,4	123,7	111,3	132,2	118,0	124,0	109,8	131,9
luglio	173,2	173,3	178,1	163,2	193,3	180,8	189,9	204,0	206,5
agosto	111,1	123,1	137,5	117,6	148,7	134,4	128,2	125,0	142,3
al 10 settembre	24,8	29,9	29,0	21,9	24,5	29,0	24,0	31,5	30,8
TOTALE	543,5	575,7	599,9	544,6	645,6	593,8	609,9	624,0	653,3

PRATO	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
dal 15 marzo	29,0	30,7	27,1	36,7	33,0	28,7	30,2	25,4	31,8
aprile	86,4	72,1	88,6	80,3	85,1	84,8	82,2	95,4	106,4
maggio	96,9	109,4	101,8	96,3	121,1	103,3	121,7	113,9	116,8
giugno	112,5	125,8	131,4	118,3	140,5	125,4	131,8	140,2	116,6
luglio	120,5	120,6	123,9	113,5	134,5	125,8	132,1	143,6	141,9
agosto	83,4	92,3	103,2	88,2	111,5	100,8	96,1	106,7	93,7
al 10 settembre	24,8	29,9	29,0	21,9	24,5	29,0	24,0	30,8	31,5
TOTALE	553,4	580,9	605,0	555,2	650,2	597,5	618,0	656,1	638,7

Tabella 5.12 Evapotraspirazione colturale per riso, mais e prato calcolata con ET_0 stimata con Penman-Monteith mod.FAO e con i coefficienti colturali k_c stimati dal prof. Allavena, utilizzando i dati meteorologici della stazione ARPA di Albano.

Valori di ET_c teorici calcolati per le singole colture [mm] – stazione di BURONZO

RISO	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
dal 15 marzo	39,9	40,3	36,5	47,6	43,4	37,2	37,1	29,9	35,2
aprile	81,4	69,6	82,4	76,2	79,8	79,1	72,1	81,0	88,5
maggio	106,5	112,0	106,1	102,2	124,4	105,3	119,3	108,7	118,0
giugno	129,7	136,8	142,4	129,3	149,4	135,2	137,7	141,3	128,2
luglio	193,0	177,8	182,8	170,0	196,2	180,3	188,3	196,7	194,8
agosto	146,5	146,7	164,3	141,2	173,9	156,1	149,4	159,7	147,5
al 10 settembre	34,2	37,2	36,5	27,7	30,8	35,0	29,1	36,3	33,9
TOTALE	731,1	720,6	751,0	694,2	797,9	728,2	732,9	753,6	746,1

MAIS	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
dal 15 marzo	22,2	22,4	20,3	26,4	20,7	24,1	20,6	16,6	19,5
aprile	45,2	38,6	45,8	42,3	44,0	44,3	40,0	45,0	49,2
maggio	71,0	74,7	70,8	68,1	70,2	82,9	79,5	72,5	78,7
giugno	115,3	121,6	126,6	114,9	120,2	132,8	122,4	125,6	113,9
luglio	193,0	177,8	182,8	170,0	180,3	196,2	188,3	196,7	194,8
agosto	127,4	127,6	142,8	122,8	135,8	151,2	129,9	138,8	128,3
al 10 settembre	28,5	31,0	30,4	23,1	29,1	25,7	24,3	30,3	28,3
TOTALE	602,5	593,8	619,4	567,7	600,2	657,2	605,0	625,5	612,6

PRATO	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
dal 15 marzo	31,0	31,4	28,4	37,0	33,8	28,9	28,9	23,2	27,3
aprile	90,4	77,3	91,6	84,7	88,6	87,9	80,1	89,9	98,4
maggio	106,5	112,0	106,1	102,2	124,4	105,3	119,3	108,7	118,0
giugno	122,5	129,2	134,5	122,1	141,1	127,7	130,0	133,5	121,0
luglio	134,2	123,7	127,1	118,2	136,5	125,4	131,0	136,9	135,5
agosto	95,6	95,7	107,1	92,1	113,4	101,8	97,4	104,1	96,2
al 10 settembre	28,5	31,0	30,4	23,1	25,7	29,1	24,3	30,3	28,3
TOTALE	608,7	600,4	625,3	579,4	663,5	606,2	610,9	626,7	624,7

Tabella 5.13: Evapotraspirazione culturale per riso, mais e prato calcolata con ET_0 stimata con Penman-Monteith mod.FAO e con i coefficienti culturali k_c stimati dal prof. Allavena, utilizzando i dati meteorologici della stazione ARPA di Buronzo.

Valori di ET_c teorici calcolati per le singole colture [mm] – stazione di GATTINARA

RISO	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
dal 15 marzo	42,8	41,7	38,9	53,2	45,8	39,7	39,1	31,4	37,7
aprile	85,0	71,5	85,8	80,3	83,1	83,9	75,9	84,4	94,0
maggio	104,4	111,6	106,7	101,9	128,7	106,4	122,3	110,0	120,4
giugno	130,0	139,2	144,3	129,2	154,0	137,2	137,8	147,4	128,7
luglio	192,8	182,4	186,5	171,4	203,7	186,8	194,2	208,5	200,7
agosto	143,7	150,6	168,1	143,0	181,4	158,5	153,4	165,0	155,5
al 10 settembre	33,1	38,0	37,4	27,7	32,7	35,5	29,5	38,3	34,9
TOTALE	731,8	734,9	767,7	706,8	829,5	748,1	752,3	785,1	772,0

MAIS	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
dal 15 marzo	23,8	23,1	21,6	29,6	22,1	25,5	21,7	17,4	21,0
aprile	47,2	39,7	47,7	44,6	46,6	46,2	42,2	46,9	52,2
maggio	69,6	74,4	71,2	67,9	71,0	85,8	81,5	73,3	80,3
giugno	115,6	123,7	128,3	114,9	121,9	136,9	122,5	131,0	114,4
luglio	192,8	182,4	186,5	171,4	186,8	203,7	194,2	208,5	200,7
agosto	124,9	130,9	146,2	124,3	137,9	157,7	133,4	143,5	135,2

al 10 settembre	27,6	31,7	31,1	23,1	29,6	27,2	24,6	31,9	29,1
TOTALE	601,5	605,9	632,5	575,8	615,8	683,0	620,2	652,6	632,9

PRATO	<i>1999</i>	<i>2000</i>	<i>2001</i>	<i>2002</i>	<i>2003</i>	<i>2004</i>	<i>2005</i>	<i>2006</i>	<i>2007</i>
dal 15 marzo	33,3	32,4	30,2	41,4	35,7	30,9	30,4	24,4	29,4
aprile	94,4	79,4	95,4	89,2	92,3	93,2	84,3	93,8	104,4
maggio	104,4	111,6	106,7	101,9	128,7	106,4	122,3	110,0	120,4
giugno	122,8	131,5	136,3	122,1	145,5	129,5	130,2	139,2	121,6
luglio	134,1	126,9	129,7	119,3	141,7	129,9	135,1	145,1	139,6
agosto	93,7	98,2	109,6	93,2	118,3	103,4	100,1	107,6	101,4
al 10 settembre	27,6	31,7	31,1	23,1	27,2	29,6	24,6	31,9	29,1
TOTALE	610,3	611,6	639,1	590,2	689,4	623,0	627,0	652,0	645,9

Tabella 5.14: Evapotraspirazione culturale per riso, mais e prato calcolata con ET_0 stimata con Penman-Monteith mod.FAO e con i coefficienti culturali k_c stimati dal prof. Allavena, utilizzando i dati meteorologici della stazione ARPA di Gattinara.

Valori di ET_c teorici calcolati per le singole colture [mm] – stazione di MASSERANO

RISO	<i>1999</i>	<i>2000</i>	<i>2001</i>	<i>2002</i>	<i>2003</i>	<i>2004</i>	<i>2005</i>	<i>2006</i>	<i>2007</i>
dal 15 marzo	38,5	38,2	33,2	46,6	42,9	35,7	37,4	29,9	38,5
aprile	79,2	64,6	74,7	71,3	79,2	75,6	70,6	77,2	91,5
maggio	101,1	104,9	96,2	93,5	122,7	101,7	115,9	101,9	112,9
giugno	122,5	130,3	131,5	122,8	150,4	131,3	132,8	136,3	119,2
luglio	184,5	169,2	169,6	162,4	201,4	178,4	184,0	192,1	196,1
agosto	139,1	139,0	152,6	134,1	175,0	148,9	143,0	152,0	140,4
al 10 settembre	32,1	34,5	32,9	26,1	30,2	33,5	27,5	33,9	35,8
TOTALE	697,0	680,7	690,7	656,8	801,7	705,1	711,2	723,3	734,4

MAIS	<i>1999</i>	<i>2000</i>	<i>2001</i>	<i>2002</i>	<i>2003</i>	<i>2004</i>	<i>2005</i>	<i>2006</i>	<i>2007</i>
dal 15 marzo	21,4	21,2	18,5	25,9	23,8	19,8	20,8	16,6	21,4
aprile	44,0	35,9	41,5	39,6	44,0	42,0	39,2	42,9	50,8
maggio	67,4	70,0	64,1	62,3	81,8	67,8	77,3	67,9	75,3
giugno	108,9	115,8	116,9	109,2	133,7	116,7	118,0	121,1	106,0
luglio	184,5	169,2	169,6	162,4	201,4	178,4	184,0	192,1	196,1
agosto	121,0	120,8	132,7	116,6	152,1	129,4	124,3	132,2	122,1
al 10 settembre	26,8	28,7	27,4	21,7	25,1	28,0	23,0	28,3	29,8
TOTALE	573,9	561,7	570,7	537,7	662,0	582,2	586,6	601,2	601,5

PRATO	<i>1999</i>	<i>2000</i>	<i>2001</i>	<i>2002</i>	<i>2003</i>	<i>2004</i>	<i>2005</i>	<i>2006</i>	<i>2007</i>
dal 15 marzo	29,9	29,7	25,8	36,3	33,4	27,7	29,1	23,2	30,0
aprile	88,0	71,8	83,0	79,2	87,9	84,0	78,5	85,8	101,7
maggio	101,1	104,9	96,2	93,5	122,7	101,7	115,9	101,9	112,9
giugno	115,7	123,1	124,2	116,0	142,1	124,0	125,4	128,7	112,6
luglio	128,3	117,7	118,0	113,0	140,1	124,1	128,0	133,6	136,4
agosto	90,7	90,6	99,5	87,5	114,1	97,1	93,2	99,2	91,6
al 10 settembre	26,8	28,7	27,4	21,7	25,1	28,0	23,0	28,3	29,8
TOTALE	580,6	566,6	574,1	547,1	665,4	586,6	593,1	600,7	614,9

Tabella 5.15: Evapotraspirazione culturale per riso, mais e prato calcolata con ET_0 stimata con Penman-Monteith mod.FAO e con i coefficienti culturali k_c stimati dal prof. Allavena, utilizzando i dati meteorologici della stazione ARPA di Masserano.

Valori di ET_c teorici calcolati per le singole colture [mm] – stazione di ROASIO

RISO	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
dal 15 marzo	42,8	41,7	38,9	53,2	45,8	39,7	39,2	32,2	38,1
aprile	85,0	71,5	85,8	80,3	83,1	83,9	75,9	84,4	95,1
maggio	104,4	111,6	106,7	101,9	128,7	106,4	123,0	110,6	118,5
giugno	130,0	139,2	144,3	129,2	154,0	137,2	139,5	145,9	130,2
luglio	192,8	182,4	186,5	171,4	203,7	186,8	194,4	209,2	199,5
agosto	143,7	150,6	168,1	143,0	181,4	158,5	152,2	165,8	154,7
al 10 settembre	33,1	38,0	37,4	27,7	32,7	35,5	28,9	37,6	34,2
TOTALE	731,8	734,9	767,7	706,8	829,5	748,1	753,1	785,9	770,3

MAIS	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
dal 15 marzo	23,8	23,1	21,6	29,6	22,1	25,5	21,8	17,9	21,2
aprile	47,2	39,7	47,7	44,6	46,6	46,2	42,2	46,9	52,8
maggio	69,6	74,4	71,2	67,9	71,0	85,8	82,0	73,7	79,0
giugno	115,6	123,7	128,3	114,9	121,9	136,9	124,0	129,7	115,8
luglio	192,8	182,4	186,5	171,4	186,8	203,7	194,4	209,2	199,5
agosto	124,9	130,9	146,2	124,3	137,9	157,7	132,3	144,2	134,5
al 10 settembre	27,6	31,7	31,1	23,1	29,6	27,2	24,1	31,3	28,5
TOTALE	601,5	605,9	632,5	575,8	615,8	683,0	620,8	653,0	631,3

PRATO	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
dal 15 marzo	33,3	32,4	30,2	41,4	35,7	30,9	30,5	25,1	29,6
aprile	94,4	79,4	95,4	89,2	92,3	93,2	84,3	93,8	105,7
maggio	104,4	111,6	106,7	101,9	128,7	106,4	123,0	110,6	118,5
giugno	122,8	131,5	136,3	122,1	145,5	129,5	131,8	137,8	123,0
luglio	134,1	126,9	129,7	119,3	141,7	129,9	135,2	145,5	138,8
agosto	93,7	98,2	109,6	93,2	118,3	103,4	99,2	108,1	100,9
al 10 settembre	27,6	31,7	31,1	23,1	27,2	29,6	24,1	31,3	28,5
TOTALE	610,3	611,6	639,1	590,2	689,4	623,0	628,1	652,4	645,0

Tabella 5.16: Evapotraspirazione culturale teorica per riso, mais e prato calcolata con ET_0 stimata con Penman-Monteith mod.FAO e con i coefficienti culturali k_c stimati dal prof. Allavena, utilizzando i dati meteorologici della stazione ARPA di Roasio.

Moltiplicando l'evapotraspirazione culturale stagionale di una stazione (stimata su un totale di 180 giorni, dal 15 marzo al 10 settembre) per la relativa area di influenza, sono stati determinati i volumi totali di acqua evapotraspirata durante la stagione irrigua in tutto il comprensorio in esame. Nelle seguenti tabelle riassuntive sono riportati i volumi totali calcolati per ogni singolo anno, dal 1999 al 2007:

1999	RISO			MAIS			PRATO			Totale perdite per evapotraspirazione
	Superficie	ET _C	Volumi ET	Superficie	ET _C	Volumi ET	Superficie	ET _C	Volumi ET	
Stazione	[ha]	[mm]	[m ³]	[ha]	[mm]	[m ³]	[ha]	[mm]	[m ³]	
Albano	4.663	661,8	30.855.062	403	543,5	2.189.636	0	553,4	0	33.044.698 m ³
Buronzio	4.049	731,1	29.600.430	311	602,5	1.872.801	0	608,7	0	31.473.231 m ³
Gattinara	557	731,8	4.079.782	456	601,5	2.745.699	78	610,3	476.536	7.302.017 m ³
Masserano	3.111	697,0	21.682.076	1.147	573,9	6.581.857	0	580,6	0	28.263.933 m ³
Roasio	604	731,8	4.422.320	115	601,5	694.131	0	610,3	0	5.116.451 m ³
Totale Area Centro Sesia =										105.200.330 m ³

Tabella 5.17: Volumi totali di perdite per evapotraspirazione nell'area di indagine [m³] - ANNO 1999.

2000	RISO			MAIS			PRATO			Totale perdite per evapotraspirazione
	Superficie	ET _C	Volumi ET	Superficie	ET _C	Volumi ET	Superficie	ET _C	Volumi ET	
Stazione	[ha]	[mm]	[m ³]	[ha]	[mm]	[m ³]	[ha]	[mm]	[m ³]	
Albano	4.663	697,8	32.535.320	403	575,7	2.319.500	0	580,9	0	34.854.820 m ³
Buronzio	4.049	720,6	29.175.362	311	593,8	1.845.920	0	600,4	0	31.021.283 m ³
Gattinara	557	734,9	4.096.793	456	605,9	2.765.854	78	611,6	477.522	7.340.169 m ³
Masserano	3.111	680,7	21.174.912	1.147	561,7	6.441.631	0	566,6	0	27.616.542 m ³
Roasio	604	734,9	4.440.760	115	605,9	699.226	0	611,6	0	5.139.986 m ³
Totale Area Centro Sesia =										105.972.800 m ³

Tabella 5.18: Volumi totali di perdite per evapotraspirazione nell'area di indagine [m³] - ANNO 2000.

2001	RISO			MAIS			PRATO			Totale perdite per evapotraspirazione
	Superficie	ET _C	Volumi ET	Superficie	ET _C	Volumi ET	Superficie	ET _C	Volumi ET	
Stazione	[ha]	[mm]	[m ³]	[ha]	[mm]	[m ³]	[ha]	[mm]	[m ³]	
Albano	4.663	726,6	33.878.304	403	599,9	2.416.799	0	605,0	0	36.295.103 m ³
Buronzio	4.049	751,0	30.407.237	311	619,4	1.925.451	0	625,3	0	32.332.688 m ³
Gattinara	557	767,7	4.279.671	456	632,5	2.886.998	78	639,1	498.986	7.665.6565 m ³
Masserano	3.111	690,7	21.484.644	1.147	570,7	6.544.579	0	574,1	0	28.029.223 m ³
Roasio	604	767,7	4.638.992	115	632,5	729.853	0	639,1	0	5.368.845 m ³
Totale Area Centro Sesia =										109.691.515 m ³

Tabella 5.19: Volumi totali di perdite per evapotraspirazione nell'area di indagine [m³] - ANNO 2001.

2002	RISO			MAIS			PRATO			Totale perdite per evapotraspirazione
	Superficie	ET _C	Volumi ET	Superficie	ET _C	Volumi ET	Superficie	ET _C	Volumi ET	
Stazione	[ha]	[mm]	[m ³]	[ha]	[mm]	[m ³]	[ha]	[mm]	[m ³]	
Albano	4.663	665,7	31.040.173	403	544,6	2.194.206	0	555,2	0	33.234.379 m ³
Buronzio	4.049	694,2	28.105.299	311	567,7	1.764.574	0	579,4	0	29.869.874 m ³
Gattinara	557	706,8	3.940.220	456	575,8	2.628.465	78	590,2	460.781	7.029.467 m ³
Masserano	3.111	656,8	20.430.017	1.147	537,7	6.166.782	0	547,1	0	26.596.798 m ³
Roasio	604	706,8	4.271.041	115	575,8	664.494	0	590,2	0	4.935.535 m ³
Totale Area Centro Sesia =										101.666.052 m ³

Tabella 5.20: Volumi totali di perdite per evapotraspirazione nell'area di indagine [m³] - ANNO 2002.

2003	RISO			MAIS			PRATO			Totale perdite per evapotraspirazione
	Superficie	ET _C	Volumi ET	Superficie	ET _C	Volumi ET	Superficie	ET _C	Volumi ET	
Stazione	[ha]	[mm]	[m ³]	[ha]	[mm]	[m ³]	[ha]	[mm]	[m ³]	
Albano	4.663	782,6	36.489.705	403	645,6	2.601.103	0	650,2	0	39.090.807 m ³
Buronzio	4.049	797,9	32.304.697	311	657,2	2.042.984	0	663,5	0	34.347.681 m ³
Gattinara	557	829,5	4.624.179	456	683,0	3.117.772	78	689,4	538.265	8.280.216 m ³
Masserano	3.111	801,7	24.937.588	1.147	662,0	7.591.708	0	665,4	0	32.529.297 m ³
Roasio	604	829,5	5.012.425	115	683,0	788.194	0	689,4	0	5.800.619 m ³
Totale Area Centro Sesia =										120.048.620 m ³

Tabella 5.21: Volumi totali di perdite per evapotraspirazione nell'area di indagine [m³] - ANNO 2003.

2004	RISO			MAIS			PRATO			Totale perdite per evapotraspirazione
	Superficie	ET _C	Volumi ET	Superficie	ET _C	Volumi ET	Superficie	ET _C	Volumi ET	
Stazione	[ha]	[mm]	[m ³]	[ha]	[mm]	[m ³]	[ha]	[mm]	[m ³]	
Albano	4.663	719,2	33.532.179	403	593,8	2.392.323	0	597,5	0	35.924.502 m ³
Buronzio	4.049	728,2	29.482.613	311	600,2	1.865.609	0	606,2	0	31.348.222 m ³
Gattinara	557	748,1	4.170.401	456	615,8	2.810.896	78	623,0	486.438	7.467.734 m ³
Masserano	3.111	705,1	21.933.257	1.147	582,2	6.676.172	0	586,6	0	28.609.429 m ³
Roasio	604	748,1	4.520.547	115	615,8	710.613	0	623,0	0	5.231.161 m ³
Totale Area Centro Sesia =										108.581.048 m ³

Tabella 5.22: Volumi totali di perdite per evapotraspirazione nell'area di indagine [m³] - ANNO 2004.

2005	RISO			MAIS			PRATO			Totale perdite per evapotraspirazione
	Superficie	ET _C	Volumi ET	Superficie	ET _C	Volumi ET	Superficie	ET _C	Volumi ET	
Stazione	[ha]	[mm]	[m ³]	[ha]	[mm]	[m ³]	[ha]	[mm]	[m ³]	
Albano	4.663	740,1	34.505.334	403	609,9	2.457.079	0	618,0	0	36.962.413 m ³
Buronzio	4.049	732,9	29.673.530	311	605,0	1.880.553	0	610,9	0	31.554.083 m ³
Gattinara	557	752,3	4.194.098	456	620,2	2.830.865	78	627,0	489.534	7.514.498 m ³
Masserano	3.111	711,2	22.124.086	1.147	586,6	6.727.215	0	593,1	0	28.851.301 m ³
Roasio	604	753,1	4.550.924	115	620,8	716.337	0	628,1	0	5.267.261 m ³
Totale Area Centro Sesia =										110.149.556 m ³

Tabella 5.23: Volumi totali di perdite per evapotraspirazione nell'area di indagine [m³] - ANNO 2005.

2006	RISO			MAIS			PRATO			Totale perdite per evapotraspirazione
	Superficie	ET _C	Volumi ET	Superficie	ET _C	Volumi ET	Superficie	ET _C	Volumi ET	
Stazione	[ha]	[mm]	[m ³]	[ha]	[mm]	[m ³]	[ha]	[mm]	[m ³]	
Albano	4.663	787,9	36.737.070	403	653,3	2.632.012	0	656,1	0	39.369.082 m ³
Buronzio	4.049	753,6	30.512.788	311	625,5	1.944.419	0	626,7	0	32.457.207 m ³
Gattinara	557	785,1	4.376.628	456	652,6	2.979.001	78	652,0	509.075	7.864.704 m ³
Masserano	3.111	723,3	22.500.102	1.147	601,2	6.894.113	0	600,7	0	29.394.214 m ³
Roasio	604	785,9	4.748.968	115	653,0	753.566	0	652,4	0	5.502.534 m ³
Totale Area Centro Sesia =										114.587.742 m ³

Tabella 5.24: Volumi totali di perdite per evapotraspirazione nell'area di indagine [m³] - ANNO 2006.

2007	RISO			MAIS			PRATO			Totale perdite per evapotraspirazione
	Superficie	ET _C	Volumi ET	Superficie	ET _C	Volumi ET	Superficie	ET _C	Volumi ET	
Stazione	[ha]	[mm]	[m ³]	[ha]	[mm]	[m ³]	[ha]	[mm]	[m ³]	
Albano	4.663	762,4	35.546.880	403	624,0	2.514.003	0	638,7	0	38.060.883 m ³
Buronzio	4.049	746,1	30.206.976	311	612,6	1.904.307	0	624,7	0	32.111.283 m ³
Gattinara	557	772,0	4.303.794	456	632,9	2.888.982	78	645,9	504.298	7.697.075 m ³
Masserano	3.111	734,4	22.844.791	1.147	601,5	6.897.649	0	614,9	0	29.742.441 m ³
Roasio	604	770,3	4.655.034	115	631,3	728.461	0	645,0	0	5.383.495 m ³
Totale Area Centro Sesia =										112.995.176 m ³

Tabella 5.25: Volumi totali di perdite per evapotraspirazione nell'area di indagine [m³] - ANNO 2007.

In tabella 5.26 sono infine riportati i valori in mm dell'evapotraspirazione stimati per le aree di competenza delle singole stazioni e il valore complessivo per il comprensorio del Centro Sesia, risultante dall'applicazione della media spaziale.

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Albano	652,4	688,1	716,5	656,1	771,7	709,2	729,7	777,2	751,4
Buronzo	721,9	711,6	741,6	685,1	787,9	719,1	723,8	744,5	736,6
Gattinara	668,7	672,2	703,0	643,7	758,2	683,8	688,1	720,2	704,8
Masserano	663,9	648,7	658,4	624,7	764,1	672,0	677,7	690,4	698,6
Roasio	710,9	714,2	746,0	685,8	806,0	726,9	731,9	764,6	748,0
Totale Area Centro Sesia	679,0	684,0	708,0	656,2	774,8	700,8	710,9	739,6	729,3

Tabella 5.26: Valori stagionali di perdite per evapotraspirazione colturale nell'area del Centro Sesia negli anni 1999-2007 [mm].

6 VALUTAZIONE DEI VOLUMI IDRICI PROVENIENTI DA DERIVAZIONI SUPERFICIALI

6.1 *Analisi delle serie storiche di portata*

In questo capitolo vengono considerati gli apporti idrici superficiali all'area oggetto di analisi, provenienti da corsi d'acqua e dighe. Insieme alla componente di precipitazione, essi rappresentano la principale fonte di approvvigionamento e soddisfacimento dei fabbisogni delle colture. I dati utilizzati in questa indagine provengono direttamente dall'archivio storico del Consorzio di Bonifica della Baraggia Biellese e Vercellese [16], che da lungo tempo mantiene un'attività di monitoraggio delle proprie rogge e dei propri canali.

Poiché il reticolo idraulico caratterizzante il comprensorio è alquanto complesso (capitolo 2), affinché il bilancio venga effettuato correttamente è necessario considerare tutti i possibili ingressi ed uscite di volumi d'acqua nell'area. L'individuazione di tali nodi è già stata ampiamente trattata nel paragrafo 2.2. Non in tutti casi però si hanno a disposizione misure storiche di portata registrate con sistematicità.

Un quadro riassuntivo abbastanza esteso degli apporti superficiali giornalieri è disponibile per il venticinquennio 1983-2007 per le tre prese principali che derivano l'acqua dal fiume Sesia in sponda idrografica destra, ovvero la Roggia Comunale di Gattinara, la Roggia Marchionale di Gattinara e la Roggia Comunale di Lenta (quest'ultima con un buco dal 1993 al 1999). Esse derivano almeno il 60% del totale dei prelievi da corsi d'acqua. L'attuale concessione complessiva di massima derivazione nel periodo estivo per le tre prese è di 102 moduli ($10,2 \text{ m}^3/\text{s}$) così ripartiti: 71,5 mod per la Marchionale, 22 mod per la Comunale di Gattinara e 8,5 mod per la Comunale di Lenta.

I volumi forniti dagli invasi dell'Ostola (nodo 8 della figura 2.5 e allegato A2) e della Ravasanello (nodo 6) sono convogliati attraverso due condotte e successivamente immessi nella zona nord-occidentale del comprensorio.

I volumi erogati mensilmente dalla diga dell'Ostola sono noti negli anni 2002, 2003 e 2004, e, stagionalmente, nel 2005 e 2006. Per risalire alla portata irrigua è tuttavia necessario ridurre tali valori di una quantità pari ai volumi destinati all'uso potabile e al DMV (Deflusso Minimo Vitale),

misurati nel 2006 in circa 109.000 m³ e considerati pari a 100.000 m³ per gli anni precedenti, in cui non si dispone di una misurazione diretta.

Le informazioni riguardanti i volumi direttamente erogati dall'invaso della Ravasanella non sono molto dettagliate. Sono disponibili esclusivamente le misure di parte della stagione 2006 (a partire dalla metà di giugno) e quelle relative alla stagione 2007, peraltro con buchi in entrambi gli anni. Sulla base di queste indicazioni, è stata stimata un'erogazione media giornaliera di circa 40.000 m³ per un totale di 140 giorni, cui corrispondono 5.600.000 m³ a stagione.

Per quanto riguarda tutti gli altri apporti e restituzioni, è invece disponibile un quadro completo, con misure giornaliere di portata per il triennio 2005-07.

Gli apporti provenienti dai torrenti Guarabione, Rovasenda e Marchiazza sono stati determinati come differenza tra le portate misurate lungo l'asta fluviale a monte e a valle delle zone considerate nel periodo 15 marzo – 10 settembre degli anni 2005, 2006 e 2007.

I volumi apportati dal torrente Rovasenda (nodo 5) sono stati stimati come somma della derivazione da tale corso d'acqua della Roggia del Conte e dei volumi transitanti presso la traversa del Pubbione, diminuiti della quantità scaricata dal Canale Fiat a monte della traversa ma appena a valle della presa della Roggia del Conte. Le portate non prelevate o comunque scaricate in Rovasenda e uscenti dal comprensorio del Centro Sesia sono state determinate attraverso le letture effettuate lungo la traversa situata presso lo scarico del Rio Salice (punto C), in prossimità dell'abitato di Villarboit.

L'apporto nel semestre estivo del torrente Marchiazza (nodo 4), proveniente dalla dorsale collinare a monte dell'area, può invece essere considerato con buona approssimazione trascurabile: infatti il corso d'acqua funge solo da vettore dei volumi d'acqua all'interno del Centro Sesia, grazie alle interconnessioni con la rete idrica, mentre le portate che convogliano all'esterno presso la traversa Mottura a Villarboit sono di entità trascurabile.

Le portate irrigue fornite dal torrente Guarabione (nodo 7), sono misurate in prossimità del bocchetto Doria, mentre gli scarichi in Cervo (nodo B) sono considerati con buona approssimazione irrilevanti, nell'ipotesi accettabile che tutta l'acqua ricevuta dal torrente all'interno del Centro Sesia venga comunque riutilizzata per irrigare i campi nella parte meridionale.

Il Nuovo Canale della Baraggia e il Canale Cavour rappresentano due importanti integrazioni per i volumi irrigui necessari a soddisfare il fabbisogno colturale del Centro Sesia. Riguardo al primo dei due (nodo 9), i volumi totali erogati nel triennio sono stati quelli di sussidio al torrente Guarabione e quelli presso la prima bocca di derivazione realizzata. Nel 2007 sono state servite anche le tre prese più recenti, di sussidio rispettivamente alla Roggia Alemanna, al Rio La Versa e al Cavo San Marco. Il Canale Cavour fornisce invece portate di supporto per l'irrigazione delle zone meridionali del comprensorio, attraverso il Bocchetto Solaroli (nodo 12), il Bocchetto Alberetto (nodo 13) ed il Bocchetto Gattinara (nodo 14).

La determinazione più complessa riguarda i volumi captati e restituiti in Cervo nella parte sud-occidentale, supportata dalle rogge di Balocco (nodo 11) e Buronzo (nodo 10) e che individuano nel Rio Ronzano la principale restituzione. Poiché non è stato possibile risalire ad alcuna misura diretta delle portate, è stata effettuata una stima di massima valutando i fabbisogni irrigui di tali aree (per una trattazione estesa della procedura si rimanda ai capitoli 7 e 8). I risultati sono stati poi confrontati con le portate di concessione delle Rogge di Balocco e di Buronzo, pari a 1.600 l/s ciascuna, risalenti comunque a fine '800, a cui è stata detratta una portata continua di 500 l/s, poiché restituita in Cervo principalmente dal Rio Ronzano (nodo A). Il confronto, effettuato su un periodo di 180 giorni di derivazione, ha dimostrato che effettivamente sia i fabbisogni per le due aree servite dalle Rogge di Balocco e di Buronzo che i volumi di concessione per tali corsi d'acqua si attestano su un valore medio stagionale nel semestre 15 marzo – 10 settembre di circa 42.000.000 m³. Tuttavia, le portate prelevate dalle due rogge sono state ridotte del 30% per la presenza di colature superficiali distribuite provenienti dalle aree limitrofe settentrionali, non direttamente misurabili ma comunque importanti per il soddisfacimento dei fabbisogni irrigui nella zona. Gli apporti netti irrigui per le due superfici in questione, considerati come differenza tra volumi prelevati e restituiti in Cervo, sono stati quindi quantificati pari a 70% del fabbisogno di tali aree stimato per gli anni 2004-2007 ed oscillante tra i 27 e i 30 milioni di m³, per un valore medio che si attesta sui 28.500.000 m³. Tale semplificazione è ritenuta accettabile, anche in virtù del fatto che la riduzione interessa una quantità di volumi inferiore al 10% del totale degli apporti medi al comprensorio Centro Sesia (circa 140 milioni di m³).

Una più corretta determinazione degli apporti idrici da tali prese sarà comunque possibile in futuro grazie agli interventi in progetto da parte del Consorzio, che prevedono il monitoraggio delle portate in prossimità dei punti di prelievo e restituzione dei principali canali e rogge, tra cui appunto quelle appena menzionate.

Ai fini della determinazione dei volumi netti irrigui forniti e consumati, restano da considerare le restituzioni che i canali e le rogge rilasciano in Sesia, attraverso alcuni scarichi situati nei pressi dei comuni di Lenta e Ghislarengo. Tra questi si ricordano particolare gli scarichi Tonotto e Furno e quello della Roggia Comunale di Lenta (nodo G), del Cavo Moronini in Sesia (nodo F) e del Dondoglio in Marchiazza, registrato nei pressi di Cascina Nuova ad Albano (nodo E).

6.2 Valutazione degli apporti idrici dai corsi d'acqua all'area del Centro Sesia

Gli apporti idrici utilizzati nell'area oggetto di studio sono stati determinati come somma algebrica delle portate fornite e rilasciate all'esterno della regione. Di seguito sono riassunti i volumi mensili registrati nei punti di misura per gli anni 2005, 2006 e 2007, con i seguenti accorgimenti:

- per gli apporti provenienti dall'invaso dell'Ostola (punto 8), per i quali sono disponibili esclusivamente i volumi totali forniti nella stagione irrigua, la ripartizione mensile è stata stimata utilizzando come riferimento la suddivisione mensile registrata negli anni 2002 e 2003 (a marzo è stato assegnato il 5% del totale stagionale erogato, ad aprile il 20%, a maggio il 25%, a giugno il 30%, a luglio il 15% e ad agosto il 5%);
- non sono riportati i volumi degli apporti dal torrente Marchiazza (punto 4) e le restituzioni del torrente Guarabione (punto B) in quanto, come precedentemente indicato, sono stati considerati nulli;
- i volumi provenienti dalla Roggia di Buronzo (nodo 10), dalla Roggia di Balocco (nodo 11) e del Rio Ronzano (nodo A), sono riportati come somma algebrica degli ingressi e uscite, in quanto stimati a partire dai fabbisogni netti (paragrafo 6.1).

La suddivisione in nodi di afflusso e di deflusso è sintetizzata in tabella 6.1.

Afflusso	Nodo	Deflusso	Nodo
Roggia Comunale di Gattinara	1 (+)	Scarico Rio Ronzano	A (-)
Roggia Marchionale di Gattinara	2 (+)	Traversa Rio Salice scarico	C (-)
Roggia Comunale di Lenta	3 (+)	Traversa Mottura (Marchiazza)	D (-)
Traversa Pubbione	5 (+)	Scarico Rio Dondoglio a C.na Nuova	E (-)
Presa Roggia Del Conte	5 (+)	Scarico canale Moronini in Sesia	F(-)
Invaso Ravasanella	6 (+)	Scarichi canale Furno, Tonotto, roggia Comunale di Lenta in Sesia	G (-)
Torrente Guarabione Bocchetto Doria	7 (+)	Scarico Fiat in Rovasenda	5 (-)
Invaso Ostola	8 (+)		
Nuovo Canale della Baraggia	9 (+)		
Roggia di Balocco	10 (+)		
Roggia di Buronzo	11 (+)		
Bocchetto Solaroli	12 (+)		
Bocchetto Alberetto	13 (+)		
Bocchetto Gattinara	14 (+)		

Tabella 6.1: Individuazione dei nodi di afflusso e deflusso utilizzati per la determinazione dei volumi irrigui forniti al comprensorio del Centro Sesia nel triennio 2005-07.

Ne risulta pertanto il gruppo di tabelle seguente:

1 (+)	Totale volumi derivati Roggia Comunale di Gattinara								
	<i>marzo</i>	<i>aprile</i>	<i>maggio</i>	<i>giugno</i>	<i>luglio</i>	<i>agosto</i>	<i>settembre</i>	<i>totale</i>	
2005	1.128.470	4.911.667	5.514.221	5.643.562	5.171.386	4.690.051	1.051.920	28.111.277	m ³
2006	2.702.592	5.661.706	5.536.512	5.122.570	5.224.694	3.884.285	1.331.856	29.464.214	m ³
2007	2.521.238	6.088.608	5.159.808	5.163.178	4.115.318	2.222.035	706.147	25.976.333	m ³
Media triennio 2005-2007 =								27.850.608	m³

2 (+)	Totale volumi derivati Roggia Marchionale di Gattinara								
	<i>marzo</i>	<i>aprile</i>	<i>maggio</i>	<i>giugno</i>	<i>luglio</i>	<i>agosto</i>	<i>settembre</i>	<i>totale</i>	
2005	0	17.991.158	23.172.048	21.390.998	12.600.490	12.279.341	1.295.136	88.729.171	m ³
2006	1.756.771	20.471.011	21.648.816	10.776.499	11.074.061	10.113.898	649.296	76.490.352	m ³
2007	1.518.307	17.084.045	15.013.210	15.799.450	8.768.822	8.740.224	1.259.280	68.183.338	m ³
Media triennio 2005-2007 =								77.800.954	m³

3 (+)	Totale volumi derivati Roggia Comunale di Lenta								
	<i>marzo</i>	<i>aprile</i>	<i>maggio</i>	<i>giugno</i>	<i>luglio</i>	<i>agosto</i>	<i>settembre</i>	<i>totale</i>	
2005	0	0	918.432	2.402.352	886.464	232.416	0	4.439.664	m ³
2006	0	0	480.384	521.856	657.072	763.344	142.560	2.565.216	m ³
2007	0	961.200	1.548.720	192.672	1.778.112	1.316.304	26.784	5.823.792	m ³
Media triennio 2005-2007 =								4.276.224	m³

5 (+)	Totale volumi derivati Traversa Pubbione								
	<i>marzo</i>	<i>aprile</i>	<i>maggio</i>	<i>giugno</i>	<i>luglio</i>	<i>agosto</i>	<i>settembre</i>	<i>totale</i>	
2005	505.440	1.844.640	341.280	172.800	260.064	145.152	203.904	3.473.280	m ³
2006	548.640	1.175.040	1.399.680	212.976	39.744	178.848	25.920	3.580.848	m ³
2007	324.000	195.264	2.079.648	3.373.920	449.280	1.037.664	139.104	7.598.880	m ³
Media triennio 2005-2007 =								4.884.336	m³

5 (+)	Totale volumi derivati Roggia del Conte								
	<i>marzo</i>	<i>aprile</i>	<i>maggio</i>	<i>giugno</i>	<i>luglio</i>	<i>agosto</i>	<i>settembre</i>	<i>totale</i>	
2005	280.800	453.600	546.912	597.024	529.632	401.760	0	2.809.728	m ³
2006	177.120	509.760	576.288	461.376	307.584	233.280	42.336	2.307.744	m ³
2007	236.736	629.424	508.032	546.048	586.656	357.696	0	2.864.592	m ³
Media triennio 2005-2007 =								2.660.668	m³

5 (-)	Totale volumi restituiti Canale Fiat in Rovasenda								
	<i>marzo</i>	<i>aprile</i>	<i>maggio</i>	<i>giugno</i>	<i>luglio</i>	<i>agosto</i>	<i>settembre</i>	<i>totale</i>	
2005	397.440	470.880	385.344	370.656	605.664	374.976	0	2.604.960	m ³
2006	392.256	624.326	548.640	627.264	313.632	162.432	49.248	2.717.798	m ³
2007	357.696	565.056	543.456	418.176	360.288	375.840	86.400	2.706.912	m ³
Media triennio 2005-2007 =								2.676.557	m³

6 (+)	Totale volumi derivati Invaso Ravasanella								
	<i>marzo</i>	<i>aprile</i>	<i>maggio</i>	<i>giugno</i>	<i>luglio</i>	<i>agosto</i>	<i>settembre</i>	<i>totale</i>	
2005	120.000	1.200.000	1.240.000	1.200.000	1.240.000	600.000	0	5.600.000	m ³
2006	120.000	1.200.000	1.240.000	1.200.000	1.240.000	600.000	0	5.600.000	m ³
2007	120.000	1.200.000	1.240.000	1.200.000	1.240.000	600.000	0	5.600.000	m ³
Media triennio 2005-2007 =								5.600.000	m³

7 (+)	Totale volumi derivati Guarabione Bocchetto Doria								
	<i>marzo</i>	<i>aprile</i>	<i>maggio</i>	<i>giugno</i>	<i>luglio</i>	<i>agosto</i>	<i>settembre</i>	<i>totale</i>	
2005	0	34.560	133.920	129.600	114.048	87.264	0	499.392	m ³
2006	0	47.520	133.920	84.672	80.352	111.456	0	457.920	m ³
2007	0	168.480	133.920	129.600	164.160	77.760	0	673.920	m ³
Media triennio 2005-2007 =								543.744	m³

8 (+)	Totale volumi derivati Invaso Ostola								
	<i>marzo</i>	<i>aprile</i>	<i>maggio</i>	<i>giugno</i>	<i>luglio</i>	<i>agosto</i>	<i>settembre</i>	<i>totale</i>	
2005	266.518	1.066.070	1.332.588	1.599.105	799.553	266.518	0	5.330.350	m ³
2006	297.102	1.188.406	1.485.508	1.782.609	891.305	297.102	0	5.942.031	m ³
2007	281.810	1.127.238	1.409.048	1.690.857	845.429	281.810	0	5.636.191	m ³
Media triennio 2005-2007 =								5.636.191	m³

9 (+)	Totale volumi derivati Nuovo Canale della Baraggia								
	<i>marzo</i>	<i>aprile</i>	<i>maggio</i>	<i>giugno</i>	<i>luglio</i>	<i>agosto</i>	<i>settembre</i>	<i>totale</i>	
2005	440.640	1.175.040	936.576	771.552	558.144	628.992	0	4.510.944	m ³
2006	345.600	1.131.840	1.071.360	730.080	580.608	638.496	138.240	4.636.224	m ³
2007	544.320	1.058.400	1.395.360	1.244.160	842.400	557.280	0	5.641.920	m ³
Media triennio 2005-2007 =								4.929.696	m³

9 (+)	Totale volumi sussidi vari derivati dal Nuovo Canale della Baraggia (anno 2007)								
	<i>marzo</i>	<i>aprile</i>	<i>maggio</i>	<i>giugno</i>	<i>luglio</i>	<i>agosto</i>	<i>settembre</i>	<i>totale</i>	
2005	0	0	0	0	0	0	0	0	m ³
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	m ³
2007	0	0	0	0	618.624	959.040	0	1.577.664	m ³
Media triennio 2005-2007 =								525.888	m³

12 (+)	Totale volumi derivati Bocchetto Solaroli								
	<i>marzo</i>	<i>aprile</i>	<i>maggio</i>	<i>giugno</i>	<i>luglio</i>	<i>agosto</i>	<i>settembre</i>	<i>totale</i>	
2005	0	0	0	50.976	130.464	117.936	18.576	317.952	m ³
2006	0	50.976	160.704	419.040	1.071.360	349.920	0	2.052.000	m ³
2007	0	109.728	0	0	0	0	0	109.728	m ³
Media triennio 2005-2007 =								826.560	m³

13 (+)	Totale volumi derivati Bocchetto Alberetto								
	<i>marzo</i>	<i>aprile</i>	<i>maggio</i>	<i>giugno</i>	<i>luglio</i>	<i>agosto</i>	<i>settembre</i>	<i>totale</i>	
2005	0	259.200	267.840	259.200	262.656	150.336	0	1.199.232	m ³
2006	34.560	259.200	267.840	582.336	730.944	527.040	0	2.401.920	m ³
2007	43.200	296.352	267.840	259.200	335.232	574.560	0	1.776.384	m ³
Media triennio 2005-2007 =								1.792.512	m³

14 (+)	Totale volumi derivati Bocchetto Gattinara								
	<i>marzo</i>	<i>aprile</i>	<i>maggio</i>	<i>giugno</i>	<i>luglio</i>	<i>agosto</i>	<i>settembre</i>	<i>totale</i>	
2005	0	2.140.992	2.410.560	2.332.800	1.624.147	954.029	0	9.462.528	m ³
2006	285.120	2.140.042	2.405.462	2.713.046	3.059.597	1.175.040	86.400	11.864.707	m ³
2007	101.347	2.116.282	2.306.880	2.280.960	2.635.200	2.717.280	0	12.157.949	m ³
Media triennio 2005-2007 =								11.161.728	m³

C (-)	Totale volumi restituiti Rovasenda scarico traversa Rio Salice								
	<i>marzo</i>	<i>aprile</i>	<i>maggio</i>	<i>giugno</i>	<i>luglio</i>	<i>agosto</i>	<i>settembre</i>	<i>totale</i>	
2005	0	6.233.760	2.907.360	1.153.440	892.512	2.242.080	1.321.920	14.751.072	m ³
2006	1.196.640	3.663.360	4.802.112	0	86.400	540.864	483.840	10.773.216	m ³
2007	292.032	1.202.688	10.273.219	7.742.131	121.824	2.919.456	781.920	23.333.270	m ³
Media triennio 2005-2007 =								16.285.853	m³

D (-)	Totale volumi restituiti Marchiazza scarico traversa Mottura								
	<i>marzo</i>	<i>aprile</i>	<i>maggio</i>	<i>giugno</i>	<i>luglio</i>	<i>agosto</i>	<i>settembre</i>	<i>totale</i>	
2005	0	1.939.680	462.240	656.640	116.640	1.162.080	0	4.337.280	m ³
2006	0	1.097.280	2.021.760	0	82.080	440.640	457.920	4.099.680	m ³
2007	0	457.920	1.823.040	2.453.760	0	1.434.240	328.320	6.497.280	m ³
Media triennio 2005-2007 =								4.978.080	m³

E (-)	Totale volumi restituiti rio Dondoglio scarico in Marchiazza (C.na Nuova)								
	<i>marzo</i>	<i>aprile</i>	<i>maggio</i>	<i>giugno</i>	<i>luglio</i>	<i>agosto</i>	<i>settembre</i>	<i>totale</i>	
2005	0	2.350.080	1.952.640	1.028.160	241.920	1.287.360	648.000	7.508.160	m ³
2006	354.240	3.127.680	4.855.680	8.640	0	82.080	354.240	8.782.560	m ³
2007	82.080	820.800	2.419.200	4.259.520	95.040	3.127.680	738.720	11.543.040	m ³
Media triennio 2005-2007 =								9.277.920	m³

F (-)	Totale volumi restituiti Canale Moronini in Sesia								
	<i>marzo</i>	<i>aprile</i>	<i>maggio</i>	<i>giugno</i>	<i>luglio</i>	<i>agosto</i>	<i>settembre</i>	<i>totale</i>	
2005	0	743.040	820.800	146.880	0	103.680	0	1.814.400	m ³
2006	0	920.160	1.105.920	0	0	0	0	2.026.080	m ³
2007	0	259.200	829.440	682.560	30.240	362.880	328.320	2.492.640	m ³
Media triennio 2005-2007 =								2.111.040	m³

G (-)	Totale volumi restituiti scarichi Tonotto, Furno e Comunale di Lenta in Sesia								
	<i>marzo</i>	<i>aprile</i>	<i>maggio</i>	<i>giugno</i>	<i>luglio</i>	<i>agosto</i>	<i>settembre</i>	<i>totale</i>	
2005	0	0	470.880	233.280	0	8.640	69.120	781.920	m ³
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	m ³
2007	0	120.960	518.400	466.560	86.400	190.080	0	1.382.400	m ³
Media triennio 2005-2007 =								721.440	m³

10 (+) 11(+) A(-)	Totale volumi Roggia di Balocco, Roggia di Buronzo, Rio Ronzano								
	<i>marzo</i>	<i>aprile</i>	<i>maggio</i>	<i>giugno</i>	<i>luglio</i>	<i>agosto</i>	<i>settembre</i>	<i>totale</i>	
2005	569.788	4.417.852	4.796.032	5.305.184	5.741.278	5.716.380	1.121.246	27.667.758	m ³
2006	920.195	5.386.078	4.530.109	5.632.374	6.080.610	6.221.473	2.001.562	30.772.401	m ³
2007	1.124.408	5.605.418	3.373.292	3.641.334	6.362.383	4.943.407	2.007.631	27.057.874	m ³
Media triennio 2005-2007 =								28.499.345	m³

Le indicazioni fornite nelle tabelle precedenti sono state utilizzate per la redazione del bilancio idrico per la valutazione degli effettivi fabbisogni e consumi del comprensorio Centro Sesia (capitolo 8). I contributi positivi, ossia i volumi d'acqua ricevuti dalla zona, sono costituiti dall'apporto meteorico e dai prelievi da corsi d'acqua (questi ultimi indicati nelle tabelle soprastanti con segno +), mentre quelli negativi sono rappresentati da tutte le uscite, ovvero di perdite per filtrazione profonda, volumi evapotraspirati e restituzione a corsi d'acqua uscenti dalle aree in esame (questi ultimi riportati nelle tabelle con segno -). Dalle indagini effettuate si è rilevato che l'anno 2004 può essere considerato come anno medio privo di particolari periodi di deficit irrigui, in cui i volumi forniti sono stati sufficienti a bilanciare le perdite, senza spreco d'acqua, mentre negli anni successivi si è registrata una carenza più o meno pronunciata di apporti a fronte dei fabbisogni stimati.

Per l'anno 2004 non è stato tuttavia possibile ricostruire direttamente le misure dettagliate delle portate superficiali per tutti i nodi principali, in particolare per i corsi d'acqua naturali secondari e per le restituzioni a valle dal Centro Sesia. Tali quantità sono state stimate in relazione alla variazione delle tre prese principali del Centro Sesia, individuando il rapporto tra i volumi totali derivati nell'anno 2004 e quelli del 2005 dalla Sesia attraverso la Roggia Marchionale di Gattinara, la

Roggia Comunale di Gattinara e la Roggia Comunale di Lenta. La scelta di utilizzare come riferimento tali misure deriva dal fatto che sono le più attendibili e rappresentative per i consumi complessivi dell'area oggetto di studio. Da tale operazione è derivato un coefficiente di disponibilità uguale a 1,074, pari al rapporto tra il volume stagionale derivato dalle tre prese nel 2004 e quello nel 2005: il coefficiente è stato pertanto adottato per stimare le portate incognite del 2004, moltiplicandolo per i corrispondenti valori misurati nel 2005. Alla quantità così calcolata sono stati inoltre aggiunti gli apporti provenienti dall'invaso della Ravasanella (5.600.000 m³) e i volumi delle captazioni e restituzioni relativi al torrente Cervo (Roggia di Balocco, Roggia di Bronzo, Rio Ronzano), stimati seguendo la metodologia descritta nel paragrafo 6.1.

6.3 Determinazione dei volumi irrigui stagionali

Sulla base delle considerazioni precedenti si è provveduto a calcolare i volumi irrigui stagionali nel semestre 15 marzo – 10 settembre, per gli anni dal 2004 al 2007, come differenza tra prelievi e successive restituzioni. Con essi si è quindi stimato il volume medio da corsi d'acqua naturali e invasi d'acqua fornito all'intera area agricola del Centro Sesia (15.494 ha)

I risultati sono riportati nella seguente tabella (6.2):

anno	Volumi	Altezza d'acqua media equivalente
	[m ³]	[mm]
2004	158.760.126	1.025
2005	150.353.484	970
2006	149.736.790	966
2007	122.722.993	792
media triennio 2005-07	145.393.348	938

Tabella 6.2: Volumi irrigui e altezze d'acqua medie equivalenti erogati da corsi d'acqua naturali e invasi.

Con procedimento analogo a quanto svolto per l'anno non critico 2004 (descritto nel paragrafo 6.2), è stata effettuato il bilancio relativo agli anni dal 2000 al 2003. Per tali periodi, infatti, essendo disponibili esclusivamente le misure giornaliere relative ai prelievi dalle tre principali prese sul fiume Sesia, è stata compiuta una stima delle portate incognite prelevate e restituite ai corsi d'acqua rapportando la somma dei volumi prelevati tramite la Roggia Comunale di Gattinara, la Roggia Marchionale e la Roggia Comunale di Lenta nell'anno in esame alle corrispondenti quantità registrate nel 2005, e moltiplicando il coefficiente così determinato per il totale dei volumi netti derivati nel 2005 (tabella 6.3).

Anche in questo caso sono stati valutati a parte gli apporti irrigui alle macroaree della Roggia di Buronzo e della Roggia di Balocco e i volumi provenienti dall'invaso della Ravasanella. Per le superfici rifornite dalla Roggia di Buronzo e dalla Roggia di Balocco, adottando così come per il quadriennio 2004-2007 le ipotesi del paragrafo 6.1 (presenza di colature superficiali provenienti dalle aree a monte), i volumi irrigui sono stati stimati nell'ordine del 70% dei fabbisogni, calcolati utilizzando i dati climatici registrati nelle stazioni ARPA e RAM negli anni dal 2000 al 2003 e le informazioni sulla filtrazione dei suoli (capitolo 3) (tabella 6.4). I contributi provenienti dall'invaso della Ravasanella sono stati invece sempre considerati pari a 5.600.000 m³ per stagione (tabella 6.5).

Anno	Volumi derivati dalle tre prese principali Sesia [m ³]	Coefficienti moltiplicativi rispetto anno 2005	Volumi irrigui al netto dei prelievi dal Cervo [m ³]
2000	108.621.216	0,89562	104.864.629
2001	108.971.568	0,89851	105.202.864
2002	93.593.232	0,77171	90.356.377
2003	79.078.032	0,65203	76.343.175
2004	130.300.877	1,07438	125.794.514
2005	121.280.112	1,00000	117.085.726

Tabella 6.3: Coefficienti moltiplicativi per la stima dei volumi irrigui forniti negli anni 2000-2004 a partire dalle portate note per l'anno 2005 e totale volumi irrigui al netto dei prelievi dal torrente Cervo.

anno	Volumi stimati delle forniture dal torrente Cervo [m³]
2000	25.535.896
2001	28.082.918
2002	21.253.846
2003	31.218.526
2004	27.365.611
2005	27.667.758
2006	30.772.401
2007	27.057.874

Tabella 6.4: Volumi irrigui stagionali stimati per le macroaree Roggia di Balocco e Roggia di Buronzo partendo dai dati pedo-climatici.

anno	Volumi stimati delle forniture dall'Invaso della Ravasanella [m³]
2000	5.600.000
2001	5.600.000
2002	5.600.000
2003	5.600.000
2004	5.600.000
2005	5.600.000
2006	5.600.000
2007	5.600.000

Tabella 6.5: Volumi irrigui stagionali derivati dall'Invaso della Ravasanella (stima).

Al termine del procedimento di ricostruzione appena descritto si sono ottenute le stime dei volumi totali erogati nel periodo 2000-2007 (tabella 6.6).

anno	Volumi d'acqua forniti	Altezza d'acqua media equivalente fornita
	[m³]	[mm]
2000	136.000.525	878
2001	138.885.782	896
2002	117.210.223	756
2003	113.161.701	730
2004	158.760.126	1025
2005	150.353.484	970
2006	149.736.243	966
2007	122.723.021	792

Tabella 6.6: Volumi irrigui e altezze d'acqua medie equivalenti erogati da corsi d'acqua naturali e invasi.

7 BILANCIO IDRICO E VALUTAZIONE DEL FABBISOGNO IN UNA MACROAREA COMPARTIMENTATA: MACROAREA 7 (RIO DONDOGLIO)

7.1 Bilancio idrico in una macroarea

Come descritto nel paragrafo 2.5, la superficie del comprensorio del Centro Sesia in esame è stata suddivisa in 16 macroaree, ciascuna direttamente alimentata da un canale o da una roggia principale. Come più volte ricordato, il Centro Sesia è caratterizzato da una fitta rete interconnessa di canali e fossi irrigui che lo percorrono trasversalmente e longitudinalmente da nord a sud (paragrafo 2.2), perciò nella maggioranza dei casi le macroaree individuate interagiscono tra di loro e non possono quindi essere considerate compartimentate.

La macroarea 7 (Rio Dondoglio) rappresenta tuttavia un'eccezione: è l'unica macroarea ad attraversare interamente il Centro Sesia da nord a sud e per la quale risulta possibile definire con buona approssimazione i flussi superficiali in ingresso ed uscita, dal momento che non si individuano colature distribuite verso e da altre zone.

Utilizzando i dati delle stazioni meteorologiche ARPA e RAM e i dati di portata forniti dal Consorzio di Bonifica della Baraggia Biellese e Vercellese, è stato quindi possibile ricostruire con buona affidabilità il bilancio idrico per la macroarea, con lo scopo di validare i valori di permeabilità inizialmente determinati per via sperimentale.

Le perdite stagionali per filtrazione si ricavano infatti per mezzo dell'equazione:

$$F_{\text{stimata}} = V_{\text{erogati}} + P_{\text{misurate}} - ET_{\text{stimata}} \quad (7.1)$$

dove:

- F_{stimata} : volume di perdite stagionali per filtrazione;
- V_{erogati} : volume totale degli apporti irrigui;
- P_{misurate} : volume degli apporti meteorici stagionali;
- ET_{stimata} : volume delle perdite per evapotraspirazione stimate.

I risultati ottenuti per $F_{stimata}$ consentono il confronto con i valori dei volumi di perdita calcolati in base ai valori di permeabilità dei suoli saturi, determinati attraverso la campagna di indagine sperimentale descritta nel capitolo 3. I volumi stimati di perdita per filtrazione sono stati ricavati esclusivamente per le aree a risaia: per realizzare il bilancio idrico in termini di altezze d'acqua è necessario dividere i volumi per l'intera area irrigata, compresi i campi a mais e a prato, così come è stato effettuato per le altre componenti (ET, precipitazioni e portate superficiali), individuando in questo modo un'altezza idrica equivalente, confrontabile con gli altri termini.

Le valutazioni tratte dal presente capitolo verranno poi adottate nel capitolo 8, estendendo il bilancio idrico all'intera area irrigata del Centro Sesia, questa volta confrontando le stime dei fabbisogni con le effettive erogazioni irrigue.

7.2 Bilancio idrico nella macroarea irrigata dal Rio Dondoglio (macroarea 7)

Schema idrico e caratteristiche dell'area

La macroarea analizzata è per estensione la maggiore fra tutte le zone in cui è stata suddivisa la superficie oggetto del presente studio, per un totale di 4.581 ha; essa si sviluppa longitudinalmente da nord a sud nella parte orientale del comprensorio del Centro Sesia (Coordinate UTM del baricentro macroarea: X=450891; Y=5036574), nei comuni di Lenta, Ghislarengo, Arborio, Greggio, Albano Verellese ed Oldenico.

Il principale corso d'acqua che serve la zona è il Rio Dondoglio, che la percorre interamente da nord a sud; la distribuzione avviene grazie ad un elevato numero di fossi irrigui, rii e canali secondari che captando l'acqua dall'asta principale convogliano i volumi d'acqua ai vari campi. Inoltre si individuano altri apporti superficiali integrativi, provenienti a nord dalla Roggia Marchionale nella zona a nord (in modo particolare il Cavo Bellomo e il Cavo Oraglie), al centro dalla Comunale di Lenta (Cavo Roggiona e Cavo Moronini) e a sud dal Canale Cavour (Bocchetto Gattinara).

Non sono invece presenti colature superficiali, e le portate uscenti dall'area sono direttamente consegnate al fiume Sesia e al torrente Marchiazza, in punti direttamente monitorati.

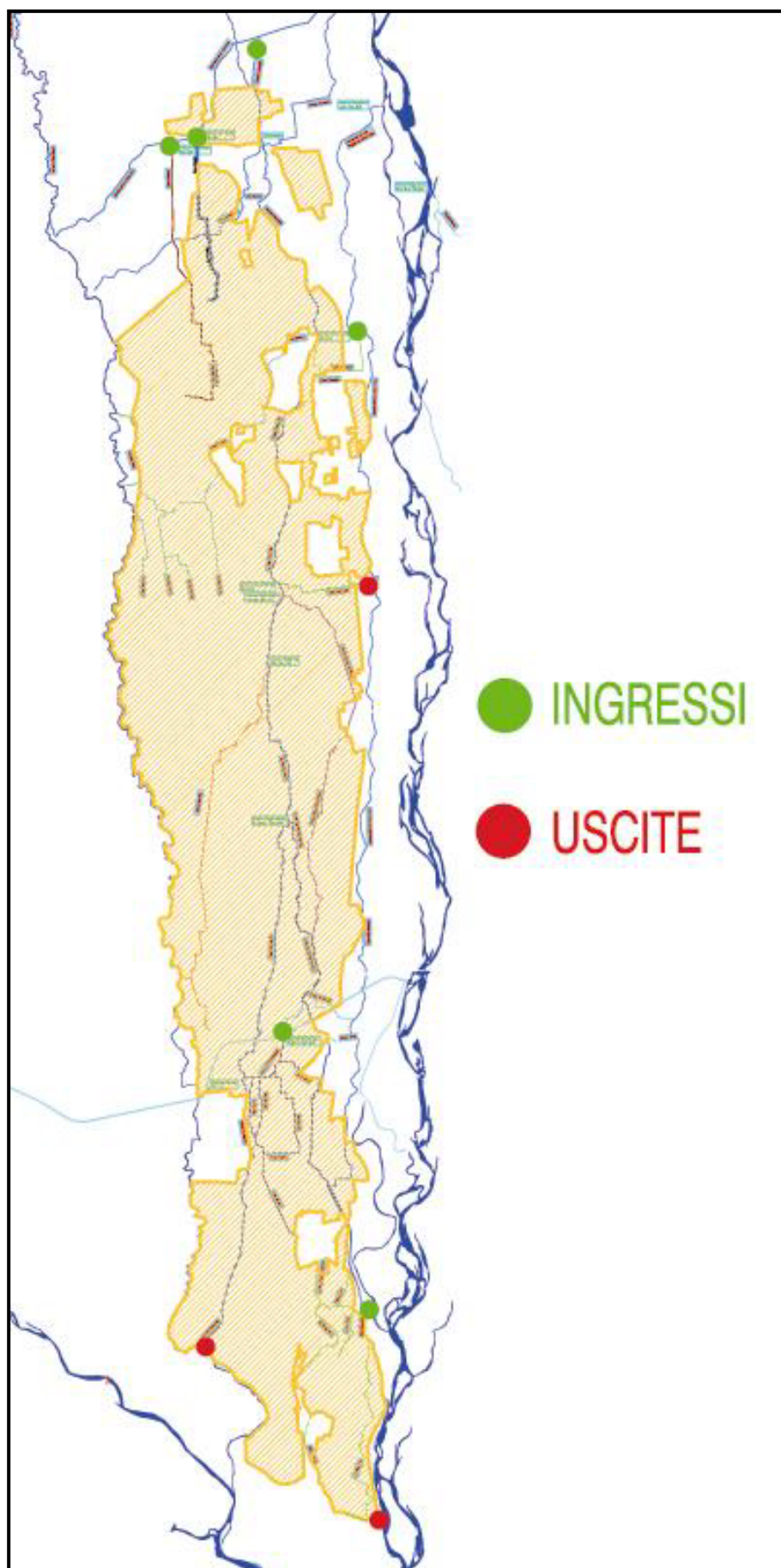


Figura 7.1: Schema idrico macroarea 7 – Rio Dondoglio.

Ipotesi alla base del bilancio

- 6 ingressi, di cui tre a nord (derivazione principale, Rio Dondoglio e 2 canali secondari, Oraglie e Bellomo), due laterali dalla roggia Comunale di Lenta (Cavo Roggiona e Cavo Moronini) e uno nella zona centro-meridionale (Bocchetto Gattinara, dal Canale Cavour).
- 3 uscite, di cui 1 laterale (Cavo Montebello, verso Sesia) e 2 a sud (Scarico Dondoglio in Marchiazza e scarico Moronini in Sesia).
- Il bilancio idrico viene effettuato considerando gli apporti irrigui, meteorici e le perdite per evapotraspirazione per un intervallo temporale pari a 180 giorni (15 marzo – 10 settembre), le perdite per filtrazione profonda nelle aree a risaia sono invece stimate per un periodo medio di 150 giorni in condizioni di saturazione.
- Si considera il 2004 come anno “medio” soddisfatto (privo di crisi).
- Colature trascurabili verso il torrente Marchiazza.

Dati meteorologici adottati

Sono stati utilizzati i dati climatici e di precipitazione giornalieri delle stazioni RAM di Buronzo (superficie di competenza di 223 ha, pari al 4,87% dell'area totale coltivata della macroarea) e Gattinara (superficie di competenza di 462 ha, pari al 16,19% dell'area totale coltivata della macroarea), e delle stazioni ARPA di Albano Vercellese (superficie di competenza di 3.205 ha, pari al 69,97% dell'area totale coltivata della macroarea) e Masserano (superficie di competenza di 411 ha, pari all'8,96% dell'area totale coltivata della macroarea). In tutti i casi i dati coprono il semestre 15 marzo – 10 settembre nel quadriennio 2004-2007 (allegato C).

Colture presenti

La superficie agricola è costituita prevalentemente da risaie (4.185 ha, pari al 91,35% dell'area totale coltivata della macroarea) e in minima parte da campi coltivati a mais (396 ha, pari all'8,65% dell'area totale coltivata della macroarea).

In tabella 7.1 è riportata la suddivisione delle colture nell'area di competenza delle singole stazioni meteorologiche.

Stazione Meteo	Area Riso	Area Mais	Tot area agricola	Area Riso	Area Mais	Tot area agricola
	[ha]	[ha]	[ha]	%	%	%
Albano	3.089	116	3.205	67,42	2,55	69,97
Buronzio	223	0	223	4,87	0,00	4,87
Gattinara	462	280	742	10,09	6,10	16,19
Masserano	411	0	411	8,96	0,00	8,96
TOT	4.185	396	4.581	91,35	8,65	100,00

Tabella 7.1: Suddivisione della superficie coltivata della macroarea 7 (Rio Dondoglio) per colture e aree di competenza delle stazioni meteorologiche.

Portate superficiali

Sono state considerate le portate totali note negli anni 2005-2007 misurate nei due punti di ingresso e uscita; le portate totali del 2004 sono state stimate come il 7,44% in più delle portate 2005 (ipotesi 2004 anno medio soddisfatto); i risultati sono riportati in tabella 7.2:

	Volumi erogati	Altezze erogate
	[m ³]	[mm]
2004	64.345.402	1404,5
2005	59.890.752	1307,3
2006	52.878.355	1154,2
2007	58.421.405	1275,2

Tabella 7.2: Totale dei volumi irrigui e altezze medie d'acqua fornite nella macroarea 7 (Dondoglio).

Permeabilità dei suoli

A causa della sua estensione, la macroarea interessa differenti unità cartografiche, tra cui l'UC00147, la cui conducibilità idraulica satura è stata determinata dallo studio sperimentale condotto per la stima della permeabilità dei suoli [25] con un livello di attendibilità molto basso, essendo costituita da un'ampia variabilità spaziale della granulometria. Nella tabella 7.3 sono riassunte le perdite totali per filtrazione in termini di volumi, così come risultano applicando direttamente i coefficienti di conducibilità idraulica satura K_s .

UC	Permeabilità stagionale UC	Estensione	Pedite per permeabilità (volumi)
	[mm]	[ha]	[m ³]
00025	4.870	59	2.867.003
00054	375	1.690	6.337.500
00074	2.225	153	3.395.626
00078	1.585	651	10.318.792
00147	4.800	1.633	78.369.259
Totale:			101.288.180

Tabella 7.3: Perdite stagionali per filtrazione della macroarea 7, in termini di volumi.

Elaborazione del bilancio idrico sulla macroarea

I risultati in termini di volumi e di altezze ottenuti in prima analisi con i dati sperimentali sono riassunti nelle tabelle 7.4 e 7.5 (le altezze di perdite per filtrazione sperimentali sono da intendersi come medie pesate).

	Volumi erogati	Afflussi meteorici	Perdite per evapotraspirazione	Perdite per filtrazione stimate	Perdite per filtrazione sperimentali	Deficit perdite per filtrazione stimate - sperimentali
	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]
2004	64.345.402	21.276.608	32.609.162	53.012.848	101.288.180	-48.275.333
2005	59.890.752	21.452.117	33.340.182	48.002.687	101.288.180	-53.285.494
2006	52.878.355	10.422.961	35.207.334	28.093.982	101.288.180	-73.194.199
2007	58.421.405	21.218.881	34.297.810	45.342.475	101.288.180	-55.945.705

Tabella 7.4: Bilancio idrico macroarea 7 (Rio Dondoglio) – Sintesi in volumi d'acqua [m³].

	Altezze d'acqua erogate	Afflussi meteorici	Perdite per evapotraspirazione	Perdite per filtrazione stimate	Valore medio pesato perdite per filtrazione sperimentali	Deficit perdite per filtrazione stimate - sperimentali
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
2004	1404,5	464,4	711,8	1157,2	2210,9	-1053,7
2005	1307,3	468,3	727,7	1047,8	2210,9	-1163,1
2006	1154,2	227,5	768,5	613,2	2210,9	-1597,7
2007	1275,2	463,2	748,6	989,7	2210,9	-1221,2

Tabella 7.5: Bilancio idrico macroarea 7 (Rio Dondoglio) – Sintesi in altezze d'acqua [mm].

E' evidente il forte sbilancio che si ottiene confrontando le permeabilità sperimentali delle prove in situ con quelle teoriche ottenute dall'applicazione del bilancio idrico; in particolare, i volumi di filtrazione valutati a partire dal K_s stimato nell'UC00147 attraverso le misure in campo sembrano essere decisamente eccessivi e poco realistici (oltre 78 milioni di m^3 per un'area di circa 1.600 ha). Si è scelto pertanto di tarare la conducibilità idraulica per l'UC in questione. All'UC00147 è stata assegnata una conducibilità idraulica tale per cui le perdite per filtrazione determinate sperimentalmente siano pari a quelle stimate. Applicando nuovamente l'equazione di bilancio, il sistema tende a convergere per una permeabilità stagionale di circa 2.000 mm nell'UC00147 (conducibilità idraulica satura K_s pari a 0,0556 cm/h), a fronte dei 4.800 derivati dall'analisi sperimentale (tabella 7.6).

UC	Permeabilità stagionale UC	Estensione	Pedite per permeabilità (volumi)
	[mm]	[ha]	[m^3]
00025	4.870	59	2.867.003
00054	375	1.690	6.337.500
00074	2.225	153	3.395.626
00078	1.585	651	10.318.792
00147	2.000	1.633	32.653.858
Totale:			54.559.535

Tabella 7.6: Perdite stagionali per filtrazione della macroarea 7, in termini di volumi – taratura UC00147.

I nuovi bilanci tarati per la macroarea 7 sono riportati nelle tabelle 7.7 e 7.8.

	Volumi erogati	Afflussi meteorici	Perdite per evapotraspirazione	Perdite per filtrazione stimate	Perdite per filtrazione sperimentali	Deficit perdite per filtrazione stimate - sperimentali
	[m^3]	[m^3]	[m^3]	[m^3]	[m^3]	[m^3]
2004	64.345.402	21.276.608	32.609.162	53.012.848	55.572.779	-2.559.931
2005	59.890.752	21.452.117	33.340.182	48.002.687	55.572.779	-7.570.092
2006	52.878.355	10.422.961	35.207.334	28.093.982	55.572.779	-27.478.797
2007	58.421.405	21.218.881	34.297.810	45.342.475	55.572.779	-10.230.304

Tabella 7.7: Bilancio idrico macroarea 7 (Rio Dondoglio) – Sintesi in volumi d'acqua [m^3] con permeabilità ritarata.

	Altezze d'acqua erogate	Afflussi meteorici	Perdite per evapotraspi- razione	Perdite per filtrazione stimate	Valore medio pesato perdite per filtrazione sperimentali	Deficit perdite per filtrazione stimate - sperimentali
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
2004	1404,5	464,4	711,8	1157,2	1213,0	-55,80
2005	1307,3	468,3	727,7	1047,8	1213,0	-165,20
2006	1154,2	227,5	768,5	613,2	1213,0	-599,80
2007	1275,2	463,2	748,6	989,7	1213,0	-223,30

Tabella 7.8: Bilancio idrico macroarea 7 (Rio Dondoglio) – Sintesi in altezze d'acqua [mm] con permeabilità ritardata.

Conclusioni

In seguito alla correzione della K_s nell'UC00147, il bilancio idrico per l'anno 2004 risulta rispettato con buona approssimazione. La procedura adottata risulta valida anche perché la superficie del Dondoglio non presenta colature verso sud e non esistono quindi incertezze sulle portate effettivamente consumate. Tale modifica verrà quindi adottata anche in sede di bilancio idrico complessivo dell'area del Centro Sesia (capitolo 8).

8 BILANCIO IDRICO E VALUTAZIONE DEL FABBISOGNO IDRICO COLTURALE DEL COMPENSORIO IRRIGUO DEL CENTRO SESIA

8.1 Premessa

Nei precedenti capitoli sono state analizzate le caratteristiche idrografiche e colturali del comprensorio del Centro Sesia e tutte le variabili costituenti apporti o deflussi idrici alla superficie agricola (afflussi e uscite superficiali, precipitazioni, volumi evapotraspirati e infiltrati in profondità). Successivamente è stato calcolato un bilancio a livello “locale” su di una macroarea interna, di superficie pari a qualche migliaio di ha. I risultati così ottenuti sono adottati per la realizzazione del bilancio idrico per l’intera area coltivata del Centro Sesia (15.494 ha).

In generale, per le stagioni caratterizzate da abbondanza idrica si avrà un surplus degli apporti (meteorici e da corsi d’acqua) rispetto ai termini legati al consumo (evapotraspirazione, perdite per filtrazione, deflussi superficiali); viceversa negli anni siccitosi accadrà il contrario. In corrispondenza di un anno “medio” privo di crisi idriche il bilancio tenderà a compensarsi, in accordo con la seguente relazione:

$$V_{\text{afflussi sup}} - V_{\text{deflussi sup}} + P_{\text{misurate}} - ET_{\text{stimate}} - F_{\text{stimate}} = 0 \quad (8.1)$$

dove:

- $V_{\text{afflussi sup}} - V_{\text{deflussi sup}}$ rappresenta il totale degli apporti superficiali al netto delle uscite (capitolo 4);
- P_{misurate} indica gli apporti meteorici stagionali (capitolo 5);
- ET_{stimate} corrisponde ai volumi evapotraspirati stagionali (capitolo 6);
- F_{stimate} rappresenta le perdite per filtrazione stagionali dell’intera area oggetto di studio (capitolo 3).

Come ricordato anche nei capitoli precedenti, i dati necessari al calcolo del bilancio sono stati reperiti attraverso diverse fonti:

- Indicazioni sulle aree irrigate e tipi di coltura, forniti dall'archivio storico del Consorzio di Bonifica della Baraggia Biellese e Vercellese (CBBBV) e dal progetto Corine Land Cover 2000;
- Dati meteorologici e pluviometrici registrati per 180 giorni (periodo 15 marzo – 10 settembre) negli anni dal 2000 al 2007, delle stazioni ARPA di Albano Vercellese, Masserano e Vercelli e delle stazioni della Rete Agrometeorologica del Piemonte di Buronzo, Gattinara e Roasio.
- Filtrazioni stagionali determinate sulle aree a risaia seguendo le indicazioni della [25] e le integrazioni riportate nel capitolo 7, su un periodo di sommersione di 150 giorni.
- Misure di portata media giornaliera nei punti strategici del Centro Sesia per un periodo di 180 giorni (15 marzo – 10 settembre), provenienti dall'archivio storico del CBBBV.

Nella sua accezione più generale la relazione di bilancio (8.1) può essere utilizzata sia con lo scopo di stimare uno qualsiasi dei termini conoscendo i rimanenti, sia per tarare un parametro, stimandone il valore attraverso l'equazione del bilancio e confrontandolo con quello effettivamente misurato o fornito. Ad esempio, nel capitolo 7 attraverso l'applicazione dell'equazione su scala ridotta (macroarea) è stato possibile tarare il dato legato alla filtrazione relativa all'UC00147.

In questa sede invece si è istituito il bilancio per determinare il fabbisogno idrico del Centro Sesia al netto degli apporti pluviometrici, ossia la richiesta idrica stagionale, corrispondente alla differenza tra volumi in ingresso $V_{\text{afflussi sup}}$ e volumi in uscita $V_{\text{deflussi sup}}$.

Il fabbisogno così stimato è stato poi confrontato con quelli che sono stati gli effettivi volumi erogati, noti attraverso i dati di portata misurati direttamente in tutti i punti di ingresso e uscita della rete per gli anni 2005-2007 (ad eccezione dei contributi del torrente Cervo, stimati essere pari al fabbisogno irriguo dell'area, ridotto di un 30% per tener conto delle colature superficiali provenienti da nord, come descritto nel paragrafo 6.1). Per quanto riguarda gli anni precedenti, l'apporto irriguo è stato stimato proporzionalmente al rapporto tra la somma delle derivazioni dalla Roggia Comunale di Gattinara, Roggia Marchionale di Gattinara e Roggia Comunale di Lenta nell'i-esimo anno e quelle del 2005 (paragrafo 6.3).

8.2 Determinazione del fabbisogno idrico nel Centro Sesia

Esprimendo la relazione (8.1) nel seguente modo:

$$FN_{\text{stagionale}} = F_{\text{stimate}} + ET_{\text{stimate}} - P_{\text{misurate}} \quad (8.2)$$

è possibile stimare il fabbisogno idrico stagionale dell'area Centro Sesia, sulla base delle informazioni pedologiche, pluviometriche e meteorologiche a disposizione.

I risultati sono riportati in tabella 8.1 in termini di volumi e in tabella 8.2 in termini di altezze d'acqua equivalenti.

	Perdite stagionali per Filtrazione	Perdite stagionali per Evapotraspirazione	Apporti meteorici	Fabbisogni Netti stagionali
	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]
2000	133.192.560	105.972.800	102.623.166	136.542.194
2001	133.192.560	109.691.515	66.569.546	176.314.529
2002	133.192.560	101.666.052	158.836.439	76.022.173
2003	133.192.560	120.048.620	36.965.649	216.275.531
2004	133.192.560	108.581.048	80.660.760	161.112.848
2005	133.192.560	110.149.556	78.714.791	164.627.326
2006	133.192.560	114.587.742	43.919.281	203.861.021
2007	133.192.560	112.995.176	85.551.647	160.636.089
Media 2000-07	133.192.560	110.461.564	81.730.160	161.923.964

Tabella 8.1: Fabbisogni Netti irrigui stagionali stimati per l'intera area agricola del Centro Sesia (anni 2000-2007) [m³].

	Perdite stagionali per Filtrazione	Perdite stagionali per Evapotraspirazione	Apporti meteorici	Fabbisogni Netti stagionali
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
2000	859,6	684,0	662,3	881,2
2001	859,6	708,0	429,6	1.137,9
2002	859,6	656,2	1025,1	490,6
2003	859,6	774,8	238,6	1.395,8
2004	859,6	700,8	520,6	1.039,8
2005	859,6	710,9	508,0	1.062,5
2006	859,6	739,6	283,5	1.315,7
2007	859,6	729,3	552,2	1.036,7
Media 2000-07	859,6	712,9	527,5	1.045,0

Tabella 8.2: Fabbisogni Netti irrigui stagionali stimati per l'intera area agricola del Centro Sesia (anni 2000-2007) [mm].

La componente del bilancio caratterizzata dalla maggior variabilità annuale è costituita dagli afflussi meteorici, con un apporto pressoché dimezzato nel 2003 e nel 2006 rispetto alla media (37 e 44 milioni di m³ rispetto ad una media nel periodo di poco inferiore agli 82 milioni di m³), e raddoppiato nel 2002 (159 milioni di m³). I volumi di evapotraspirazione variano invece all'interno di un range di circa 19 milioni di m³ stagionali (120 mm d'acqua), passando dai circa 101 milioni di m³ del 2002 ai 120 milioni di m³ del 2003 (in termini di altezze d'acqua, si è passati da un minimo di 656 mm ad un massimo di 775 mm). Le perdite per filtrazione sono considerate costanti negli anni.

Il fabbisogno netto irriguo medio del Centro Sesia stimato negli ultimi 8 anni risulta pertanto essere pari ad oltre 161 milioni di m³ (1.043,5 mm di altezza d'acqua equivalente su tutta l'area irrigua, corrispondente a 15.494 ha).

8.3 Confronto Forniture – Fabbisogni idrici

I fabbisogni netti determinati nel paragrafo 8.2 possono essere quindi confrontati con gli apporti idrici forniti dai corsi d'acqua (capitolo 6).

8.3.1 Analisi dei risultati nel quadriennio 2004-2007

Nelle tabelle 8.3 e 8.4 i fabbisogni netti stagionali stimati nel quadriennio 2004-2007 sono confrontati con i corrispondenti volumi erogati:

	Volumi di Erogazione Stagionale	Fabbisogno Netto Stimato Stagionale	Differenza Erogazione - Fabbisogno
	[m ³]	[m ³]	[m ³]
2004	158.760.126	161.112.848	-2.352.723
2005	150.353.484	164.627.326	-14.273.841
2006	149.736.243	203.861.021	-54.124.777
2007	122.723.021	160.636.089	-37.913.068
media 04-07	145.393.219	172.559.321	-27.166.102

Tabella 8.3: Confronto Erogazioni-Fabbisogni stagionali totali per l'area irrigata del Centro Sesia (anni 2005-2007) [m³].

	Altezze d'acqua medie erogate	Fabbisogno Netto Stimato Stagionale	Differenza Erogazione - Fabbisogno
	[mm]	[mm]	[mm]
2004	1024,6	1039,8	-15,2
2005	970,4	1062,5	-92,1
2006	966,4	1315,7	-349,3
2007	792,1	1036,7	-244,7
media 04-07	938,4	1113,7	-175,3

Tabella 8.4: Confronto Erogazioni-Fabbisogni stagionali totali per l'area irrigata del Centro Sesia (anni 2005-2007) [mm].

L'analisi dei risultati conferma l'anno 2004 come anno medio privo di crisi (come ipotizzato anche nel capitolo 7), in quanto la differenza tra forniture e fabbisogni è minima. Implicitamente tale risultato conferma di nuovo l'attendibilità dei coefficienti di permeabilità stimati attraverso lo studio sperimentale condotto e le successive correzioni apportate nel paragrafo 3.3 (in particolare per l'UC00147 e l'UC00054).

Per quanto concerne invece gli altri anni, si riscontra un deficit alquanto pronunciato, in modo particolare nel 2007 e nel 2006. Considerando l'intero quadriennio, il deficit idrico medio delle forniture è stato di oltre 27 milioni di m³ stagionali (circa 175 mm di altezze medie d'acqua sull'intera superficie).

8.3.2 Estensione dei risultati al periodo 2000-2007

Sulla base delle considerazioni precedenti e della validazione dei valori di perdita per filtrazione stagionali, il confronto tra forniture e fabbisogni è stato esteso fino all'anno 2000; i risultati sono riportati nelle tabelle 8.5 e 8.6.

	Volumi Stagionali Totali Forniti	Fabbisogno Netto Stagionale	Confronto Forniture-Fabbisogni
	[m ³]	[m ³]	[m ³]
2000	136.000.525	136.542.194	-541.669
2001	138.885.782	176.314.529	-37.428.747
2002	117.210.223	76.022.173	41.188.050
2003	113.161.701	216.275.531	-103.113.831
2004	158.760.126	161.112.848	-2.352.723
2005	150.353.484	164.627.326	-14.273.841
2006	149.736.790	203.861.021	-54.124.231
2007	122.722.993	160.636.089	-37.913.096
media 00-07	135.853.953	161.923.964	-26.070.011

Tabella 8.5 Confronto Forniture-Fabbisogni stagionali totali per l'area irrigata del Centro Sesia (anni 2000-2007) [m³].

	Altezze d'acqua medie fornite	Fabbisogno Netto Stagionale	Confronto Forniture-Fabbisogni
	[mm]	[mm]	[mm]
2000	877,8	881,2	-3,5
2001	896,4	1137,9	-241,5
2002	756,5	490,6	265,9
2003	730,3	1395,8	-665,5
2004	1024,6	1039,8	-15,2
2005	970,4	1062,5	-92,1
2006	966,4	1315,7	-349,3
2007	792,1	1036,7	-244,7
media 00-07	876,8	1045,0	-168,2

Tabella 8.6: Confronto Forniture-Fabbisogni stagionali totali per l'area irrigata del Centro Sesia (anni 2000-2007) [mm].

Ad eccezione dell'anno 2002, che rappresenta un caso particolare dal momento che è stato un anno molto piovoso, la fornitura irrigua è stata tale da soddisfare appieno il fabbisogno colturale del Centro Sesia solo nel 2000 e nel 2004.

Nei restanti anni invece si è registrata una crisi più o meno pronunciata, con un deficit superiore ai 30 milioni di m³ in 4 anni (2001, 2003, 2006 e 2007).

In tabella 8.7 sono infine riportati i valori medi annuali della differenza tra forniture e fabbisogni, con una variazione dell'intervallo temporale di campionatura.

	Forniture - Fabbisogni	
	[m³]	[mm]
media 00-07	-26.070.011	-168
media 01-07	-29.716.917	-192
media 02-07	-28.431.612	-183
media 03-07	-42.355.544	-273
media 04-07	-27.165.973	-175
media 05-07	-35.437.056	-229
media 06-07	-46.018.663	-297

Tabella 8.7: Valori medi di deficit Forniture-Fabbisogni: riduzione della finestra temporale considerata.

9 REALIZZAZIONE DI DUE CAMPI SPERIMENTALI NEI COMUNI DI LENTA E ALBANO VERCELLESE

9.1 Individuazione delle aree

Per la realizzazione delle indagini a grande e media scala nei precedenti capitoli è stato necessario adottare alcune ipotesi semplificative, che hanno permesso di modellare il sistema tramite applicazione di una equazione di bilancio idrico (eq 8.1), ma che hanno anche inevitabilmente introdotto dei fattori di incertezza (ad esempio, per la stima degli apporti dal torrente Cervo). Ciò nonostante, i risultati ottenuti hanno evidenziato un'abbastanza soddisfacente congruenza con la realtà.

Per supportare i risultati ottenuti si è comunque deciso di condurre uno studio simile anche a piccola scala, su superfici dell'ordine di poche decine di ettari, con il vantaggio di ridurre le incertezze in gioco.

Si sono individuati due siti da adibire a campo prova, in cui poter monitorare durante la stagione irrigua i fenomeni meteorologici (dati climatici e precipitazioni) e i volumi d'acqua entranti nel corso di un'intera stagione irrigua, per la redazione di un bilancio a livello locale.

I criteri che hanno contribuito alla scelta dei siti sono stati:

- individuazione di aree ben compartimentate, con il minor numero possibile di interconnessioni idrauliche con la rete irrigua e/o altre superfici, al fine di ridurre gli errori di valutazione e i punti critici;
- scelta di terreni coltivati a riso mediante la pratica della sommersione continua;
- dimensioni tali da garantire un buon compromesso “dimensione – precisione”;
- possibilità di monitorare agevolmente tutti i punti in cui si hanno ingressi o scarichi d'acqua;
- semplicità operative sia in sede di realizzazione degli interventi che in termini di gestione dei campi prova.

Si è cercato quindi di individuare due siti rappresentativi, collocati in punti strategici differenti. Sulla base dei criteri sopra esposti, sono state individuate due aree: la prima, sita nella parte settentrionale del Centro Sesia nel territorio del Comune di Lenta, in prossimità di una derivazione dalla Roggia dell'Avvocato, è rappresentativa dei terreni baraggivi più argillosi; la seconda, posizionata a sud nel territorio comunale di Albano, in prossimità dello scarico terminale del Canale Dondoglio in Marchiazza, giace su terreni più permeabili, caratteristici della parte meridionale del consorzio del Centro Sesia.

I due siti così individuati sono stati attrezzati a campi sperimentali per il monitoraggio, durante la stagione irrigua 2008, delle portate in ingresso e in uscita, del livello di falda, delle precipitazioni e dei parametri necessari alla stima dell'evapotraspirazione (temperatura, umidità, radiazione solare, velocità del vento).



Figura 9.1: La tenuta di Lenta adibita a campo prova.



Figura 9.2: La tenuta di Albano Vercellese in cui è stato realizzato il campo sperimentale.

9.2 *Caratterizzazione fisica dei siti*

Il campo prova di Lenta è stato realizzato presso la tenuta “Cascina La Rinascita” (Coordinate UTM del baricentro del sito: X=448936; Y=5044387), nei pressi della SP66 che collega Lenta a Rovasenda.

La zona è posizionata all'interno di un ampio terrazzo antico Riss, caratterizzato da suoli che si sviluppano su materiali fini e con uno spiccato livello di evoluzione pedogenetica, dalla granulometria argillosa, propriamente favorevole alla realizzazione di risaie.

L'area indagata (superficie irrigata a riso pari a 23,53 ha, a fronte di una superficie catastale lorda di 27,89 ha) ha un'estensione di forma pressoché quadrata, di lato pari a circa 500 m, ed è delimitata in direzione sud-est dalla strada provinciale, a nord-est da una zona militare e da boschi baraggivi negli altri due lati. Il quadrato così individuato è diviso in due parti da una strada vicinale, che lo attraversa longitudinalmente, perpendicolarmente alla strada provinciale: si individuano così 12 camere di risaia nella parte nord-orientale e 15 camere più piccole nella parte sud-occidentale.



Figura 9.3: Rappresentazione aerofotografica del campo di prova di Lenta - Cascina La Rinascita.

Per poter realizzare il bilancio anche a piccolissima scala, all'interno della campo prova è stata individuata anche una singola camera di risaia di dimensioni pari a 2 giornate piemontesi, corrispondenti a 0,76 ha (Coordinate UTM del baricentro della camera: $X=448704$; $Y=5044419$), in cui vengono monitorati tutti gli ingressi e uscite.

L'intera area è gestita da un unico proprietario, e coltivata con le stesse pratiche di lavorazione dei terreni.

Il secondo campo prova, sito nel comune di Albano Vercellese, è stato predisposto presso la tenuta "Cascina Nuova" (Coordinate UTM del baricentro del sito: $X=450393$; $Y=5029291$), nelle vicinanze del torrente Marchiazza, in un'area alluvionale recente moderatamente grossolana con un grado di evoluzione medio del terreno. Anche per il secondo campo di prova è stata individuata una camera di risaia di indagine di superficie 2,1 ha (Coordinate UTM del baricentro della camera:

X=450685; Y=5029510). L'area totale indagata ha invece una superficie a riso irrigata pari a 28,50 ha.

A differenza della zona sperimentale di Lenta, le camere di risaia presenti in questo campo prova sono in numero minore, ma di dimensioni decisamente superiori: si individuano tre pianie estese, una camera di dimensioni intermedie (camera di indagine) e una di dimensioni ridotte (quest'ultima appartenente ad un altro proprietario, che adotta pratiche di lavorazione differenti); le tre pianie derivano da una spianatura di numerose risaie più piccole, operazione decisa dal proprietario una decina di anni fa. Tale procedura, insieme alla compattazione del suolo con l'aggiunta di terreno di riporto, ha la finalità di ridurre le perdite per percolazione, altrimenti importanti data la conformazione originaria del suolo.



Figura 9.4: Rappresentazione aerofotografica del campo di prova di Albano Vercellese - Cascina Nuova.

9.3 Prove sperimentali per la misura della permeabilità del suolo

Ai fini della valutazione della permeabilità del suolo, sono state condotte una serie di prove in ciascuno dei due siti sperimentali, secondo quanto riportato nella [25], i cui risultati hanno contribuito a determinare le perdite per percolazione dell'intero Centro Sesia (capitolo 3).

Sono state infatti effettuate delle misure della velocità di infiltrazione in condizioni di flusso stazionario (conducibilità idraulica satura) tramite un infiltrometro a doppio anello, infisso nell'orizzonte ritenuto maggiormente limitante in termini di percolazione (soletta), che come descritto nello studio condotto dal dott. Laruccia è generalmente coincidente con lo strato posto intorno a 20 cm di profondità dal piano campagna ed è di estensione pari a circa 15-20 cm. Le misure sono state condotte mantenendo costante il carico idraulico nell'anello interno, attraverso un dispositivo dotato di bottiglia di Mariotte, tale da garantire condizioni più prossime possibili a quelle reali per terreni coltivati a riso irrigato per sommersione. La quantità d'acqua dispersa nel terreno viene rilevata attraverso la lettura a intervalli regolari di tempo di un'asta graduata di cui è dotato il serbatoio di alimentazione del sistema, permettendo in questo modo di determinare la velocità di infiltrazione.

La tenuta di Cascina La Rinascita a Lenta è interamente collocata all'interno della UC00054. Nel campo sperimentale state effettuate due prove, una in corrispondenza della camera di indagine in prossimità della zona baraggiva (sito RIN1) e una nella parte più meridionale del campo prova (sito RIN2). La conducibilità ad esse associata è la seguente:

UNITÀ CARTOGRAFICA	SITO	K_s (cm/h)
0054	RIN1	0,0044
0054	RIN2	0,0049

Tabella 9.1: Misure di conducibilità idraulica satura nel campo sperimentale di Cascina La Rinascita a Lenta.

I valori misurati sono inferiori alla media aritmetica dell'UC00054 (0,0088 cm/h), compatibilmente con l'ipotesi di una variazione della permeabilità nell'unità cartografica con la latitudine, in quanto il sito è a nord del baricentro dell'intera area agricola giacente nell'UC00054.

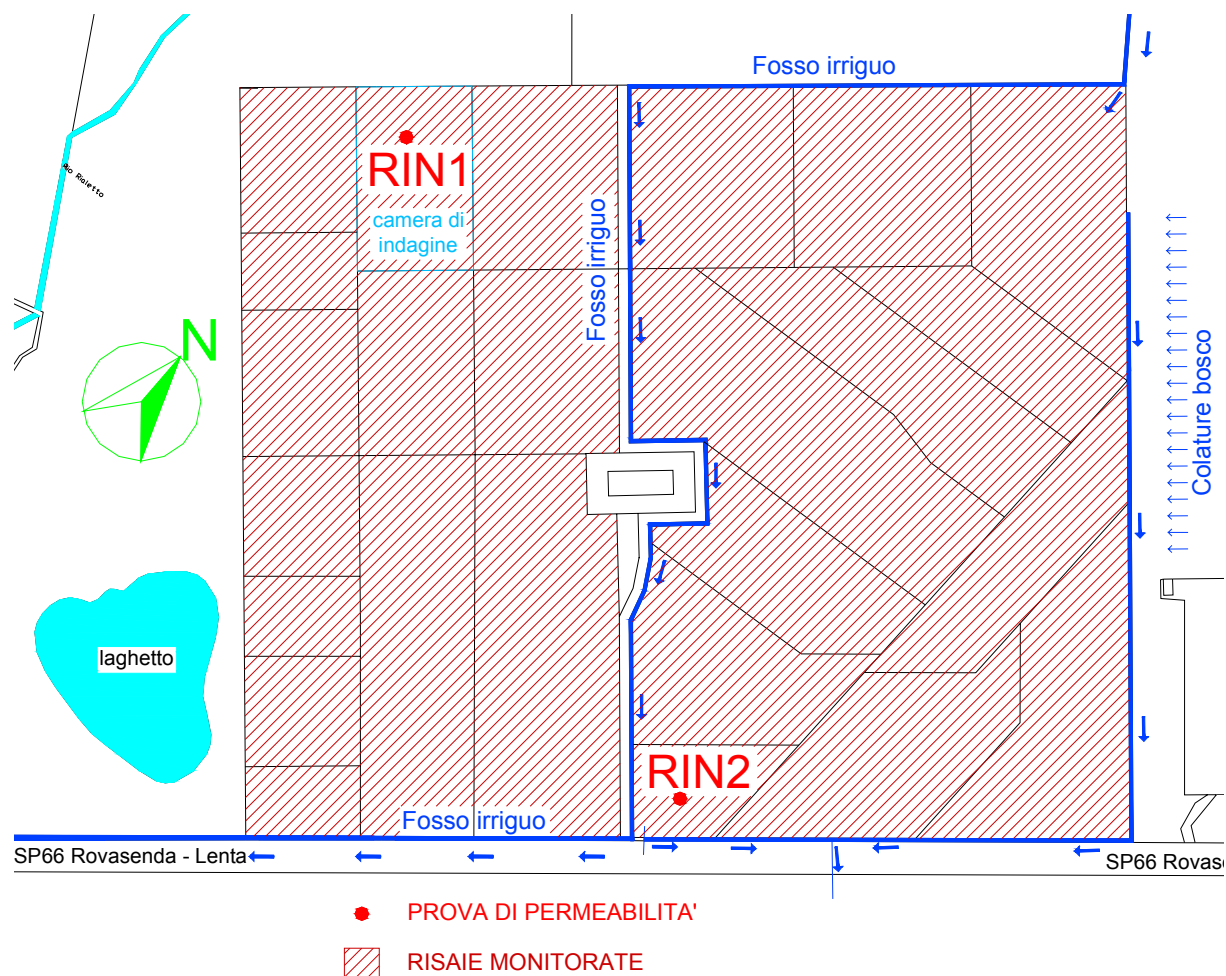


Figura 9.5: Localizzazione delle prove in situ per la caratterizzazione della permeabilità del suolo all'interno del campo prova di Lenta – Cascina La Rinasca.

La determinazione della conducibilità idraulica satura presso il campo di prova di Albano invece è stata più complessa, in relazione anche ai recenti interventi antropici sul suolo attraverso spianamenti e aggiunta di materiale di riporto. Per tali motivi sono state realizzate numerose prove, una per ogni camera e due per quella di indagine. I risultati ottenuti testimoniano un'elevata variabilità, come si può notare dalla tabella 9.2:

UNITÀ CARTOGRAFICA	SITO	K_s (cm/h)
0078	NUO1	3,0231
0078	NUO2	0,0028
0078	NUO3	0,0084
0078	NUO4	0,0023
0078	NUO5	0,0234
0078	NUO6	0,0014

Tabella 9.2: Misure di conducibilità idraulica satura nel campo sperimentale di Cascina Nuova ad Albano Verellese.

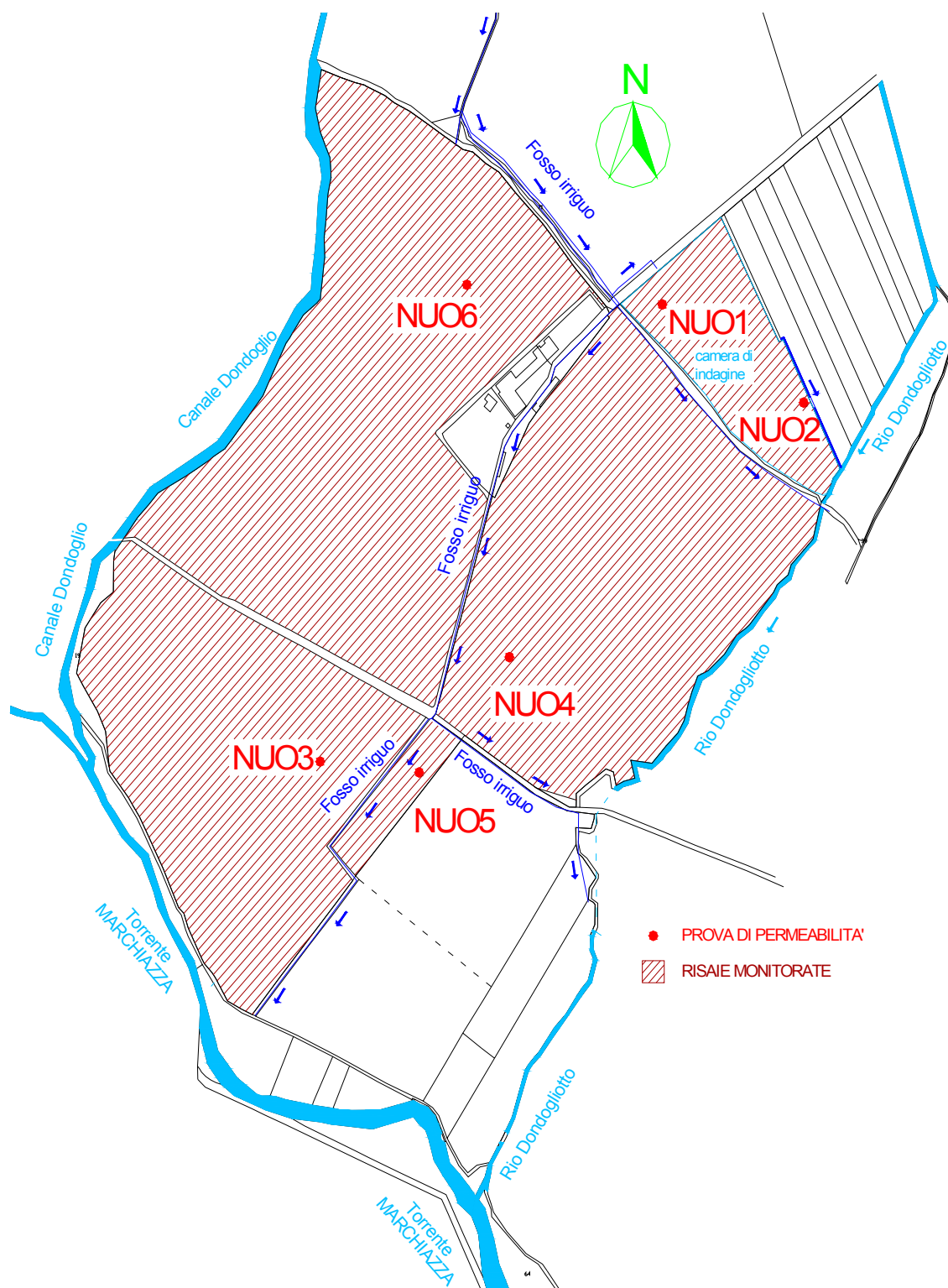


Figura 9.6: Localizzazione delle prove in situ per la caratterizzazione della permeabilità del suolo all'interno del campo prova di Albano Vercellese– Cascina Nuova.

In particolare l'unico valore confrontabile con la media aritmetica dell'UC00078 (0,0440 cm/h) è quello registrato nella camera di risaia più piccola (NUO5); negli altri casi le operazioni di spianamento e la compattazione del suolo hanno provveduto a ridurre la conducibilità (NUO2, NUO3, NUO4, NUO6).

La notevole differenza tra le due conducibilità misurate nella camera di indagine (NUO1 e NUO2) è invece giustificabile con il fatto che in una parte di tale risaia è stato aggiunto terreno di riporto, differente dalle caratteristiche del suolo già presente.

9.4 Installazione dei misuratori di livello idrico per la stima delle portate e adeguamento idraulico delle aree

La fase più critica in sede di progettazione e realizzazione dei due campi prova è stata indubbiamente quella che ha interessato l'individuazione dei punti in cui effettuare il monitoraggio delle portate e la conseguente installazione dei misuratori di livello.



Figura 9.7: Misuratori di livello posizionati sull'argine separatore tra due risaie e in una canaletta.

E' stato infatti necessario individuare lo schema idraulico delle due aree e valutare le modifiche da apportare: per favorire il monitoraggio si è infatti scelto di chiudere alcuni scarichi stagio-

nali e di convogliare l'acqua in un opportuno numero di sezioni controllate, che sono state quindi sovradimensionate rispetto allo stato di fatto.

In corrispondenza di ciascun punto di misura è stato quindi collocato un misuratore di livello ad ultrasuoni, con lo scopo di campionare ogni 15 minuti il livello dell'acqua: conoscendo la forma degli stramazzi è quindi possibile determinare indirettamente la portata transitante; in seguito alla taratura degli stramazzi che avverrà presso i laboratori del Dipartimento di Idraulica, Trasporti e Infrastrutture Civili (DITIC) del Politecnico di Torino sarà poi possibile determinare con precisione i valori di portata.

Le caratteristiche dei misuratori di livello e della strumentazione annessa sono le seguenti:

- Misuratore di livello ad ultrasuoni per distanza da 0,3 a 4 m programmabile, precisione 0,5% del fondo scala, risoluzione 2 mm e segnale in uscita 4-20 mA e 0-10 V.
- Data logger con 32.000 valori di memoria, risoluzione 16 bits, batteria autonoma con durata 10 anni, campionamento regolabile da 1 secondo a 12 ore, interfaccia USB per programmazione e scarico dati su PC Portatile.
- Batterie di alimentazione da 12 V – 28 Ah.

Il misuratore, le batterie (2 per ogni strumento) e il datalogger sono stati collocati all'interno di un quadro in resina termoisolante IP66 di protezione, con porta apribile, serratura, staffe di fissaggio Inox, di dimensioni 434x504x210 mm, impermeabile.

Il monitoraggio avviene in corrispondenza di bacini di calma, creati artificialmente all'interno di canalette nei punti in cui le portate previste saranno maggiori, oppure all'interno di scatolari a C in lamiera, questi ultimi posizionati nelle sezioni di transito da risaia e fosso irriguo (o viceversa) e tra camera e camera. Le tipologie dei punti in cui avvengono le misure sono le seguenti:

- C1: Misura all'interno di un fosso in un tratto di canaletta in cls a sezione trapezia, di dimensioni interne 65/110 e altezza 105 cm;
- C2: Misura all'interno di un fosso in un tratto di canaletta in cls a sezione trapezia, di dimensioni interne 50/90 e altezza 70 cm;

- S1: Misura all'interno di un tratto in lamiera di lunghezza 90 cm, larghezza 44 cm e altezza 32 cm;
- S2: Misura all'interno di un tratto in lamiera di lunghezza 90 cm, larghezza 50 cm e altezza 35 cm;
- S3: Misura all'interno di un tratto in lamiera di lunghezza 100 cm, larghezza 50 cm e altezza 40 cm;
- S4: Misura attraverso manufatto esistente in calcestruzzo, con sezione sfiorante rettangolare in lamiera appositamente realizzata.



Figura 9.8: Installazione di una sezione in lamiera per il monitoraggio delle portate.

Nel complesso sono stati individuati 17 punti di monitoraggio, 8 nel campo prova di Lenta e 9 in quello di Albano Verellese. Le caratteristiche delle sezioni sfioranti sono riportate in tabella 9.3:

Campo prova di LENTA - Cascina LA RINASCITA					
N°	Tipologia	Forma stramazzo	Dimensioni stramazzo		
			Larghezza [mm]	Altezza [mm]	Petto [mm]
M1	C1	Rettangolare	770	500	500
M2	S2	Triangolare	495	250	100
M3	S1	Triangolare	435	225	100
M4	S2	Triangolare	495	250	100
M5	S2	Triangolare	495	250	100
M6	S2	Triangolare	495	250	100
M7	S2	Triangolare	495	250	100
M8	C2	Rettangolare	680	250	550
Campo prova di ALBANO - Cascina NUOVA					
N°	Tipologia	Forma stramazzo	Dimensioni stramazzo		
			Larghezza [mm]	Altezza [mm]	Petto [mm]
M11	S4	Rettangolare	905	300	150
M12	S3	Rettangolare	550	280	120
M13	C2	Rettangolare	620	400	280
M14	C2	Rettangolare	605	400	250
M15	S2	Triangolare	495	250	100
M16	S3	Rettangolare	550	280	120
M17	S2	Rettangolare	550	280	100
M18	S3	Triangolare	495	250	120
M19	C2	Rettangolare	535	425	230

Tabella 9.3: Caratteristica delle sezioni sfioranti nei due campi sperimentali.

Nel campo di prova di Lenta il monitoraggio avviene quindi in 8 diversi punti, 2 all'interno di canalette in cls opportunamente posizionate per rendere uniforme il fondo del corso d'acqua, e 6 in punti di passaggio da risaia a fosso (o viceversa) o da camera a camera.

Gli apporti all'intera area vengono misurati attraverso il misuratore M1, collocato all'interno di una canaletta inserita lungo il fosso adduttore dalla roggia dell'Avvocato: in essa è stata posizionata e tassellata una sezione in lamiera, con lo scopo di creare a monte un piccolo bacino di calma per rendere pressoché uniforme il pelo libero dell'acqua e rendere così possibile la misura; la lamiera presenta nella sua sommità uno sfioro rettangolare di dimensioni 700 mm per il transito

dell'acqua. In generale è prevista una portata massima transitante intorno ai 150 l/s durante le fasi di riempimento.

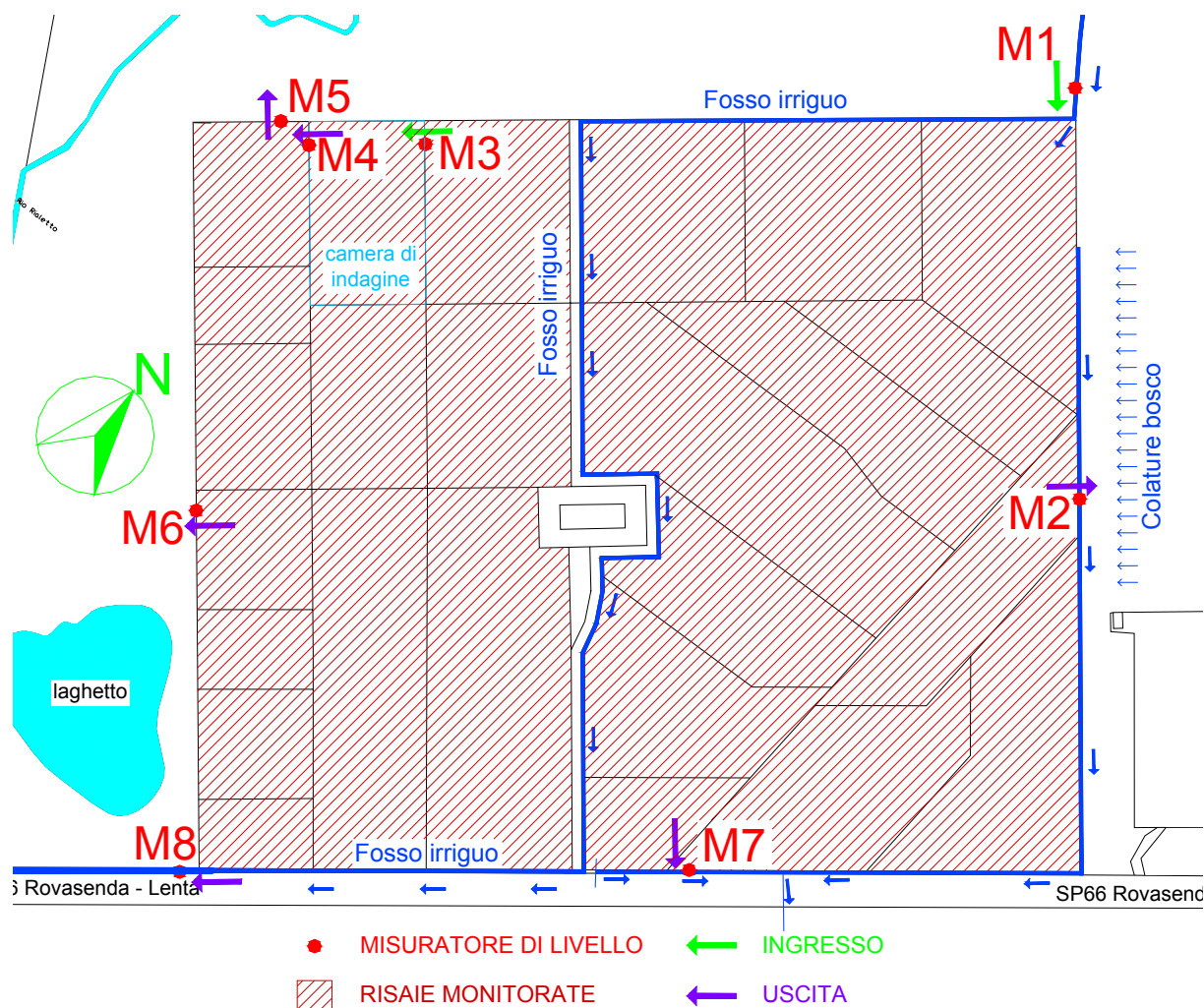


Figura 9.9: Localizzazione dei misuratori di livello installati nel campo prova di Lenta – Cascina La Rinascita.

I volumi uscenti in continuo dal perimetro del campo prova sono controllati dal misuratore M8, collocato presso una canaletta posizionata lungo il fosso di scarico con direzione est-ovest, e dal misuratore M7 (posizionato tra una camera di risaia ed il fosso irriguo e misurante le portate uscenti nella parte orientale del sito). Nel primo caso, secondo le indicazioni fornite dal personale tecnico del CBBBV, le portate massime sono dell'ordine di 60-80 l/s, mentre i volumi uscenti dalla camera di risaia sono previsti essere decisamente inferiori.

I misuratori M2, M5 e M6, installati insieme a scatolari a C in lamiera, non misurano invece volumi continui, ma monitorano bensì i cosiddetti “scarichi stagionali”, ossia quelle uscite utilizzate

esclusivamente in alcuni periodi della stagione irrigua, con lo scopo di velocizzare le operazioni di svuotamento delle risaie, in corrispondenza delle “asciutte” necessarie a determinate pratiche colturali (ad esempio, il diserbo).

Infine, i misuratori M3 e M4 controllano rispettivamente i volumi in ingresso e in uscita dalla singola camera d’indagine individuata nel sito di Cascina La Rinascita.



Figura 9.10: Lama d’acqua che si forma al passaggio attraverso la sezione sfiorante all’interno di una canaletta nel campo sperimentale di Lenta.

Nel campo di prova di Albano il monitoraggio avviene invece in 9 diversi punti; gli ingressi alle piane più a nord vengono misurati nelle sezioni M12 (risaia R1), M15 (risaia R2) e M16 (risaia R3), mentre i rispettivi scarichi principali sono, nell’ordine, M11, M18 e M17.

I volumi necessari per allagare la risaia R4 non vengono direttamente misurati, in quanto tale piana è irrigata direttamente dalle colature della risaia R1 (e quindi tali quantità sono già comprese nella misura effettuata presso M12) e scarica nel fosso irriguo a monte del misuratore M13, situato all’interno di una canaletta posizionata nel fosso stesso; le portate irriganti la risaia R5, unite al-

le ulteriori uscite della risaia R3, si determinano indirettamente come differenza tra il volume transiente nella canaletta collocata nella sezione M19 (ingresso) e quelli presso le canalette M13 e M14 (uscite).

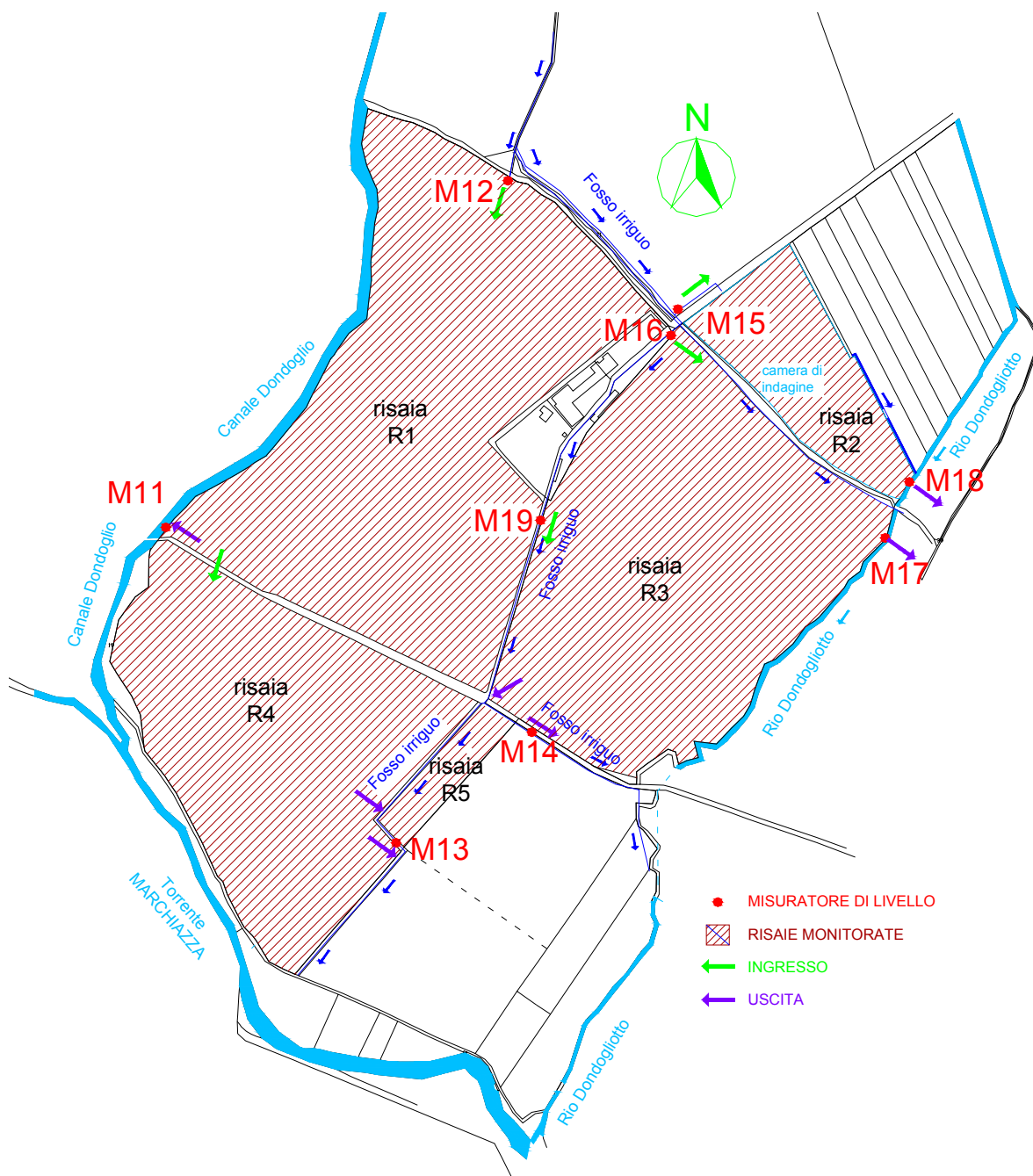


Figura 9.11: Localizzazione dei misuratori di livello installati nel campo prova di Albano – Cascina Nuova.

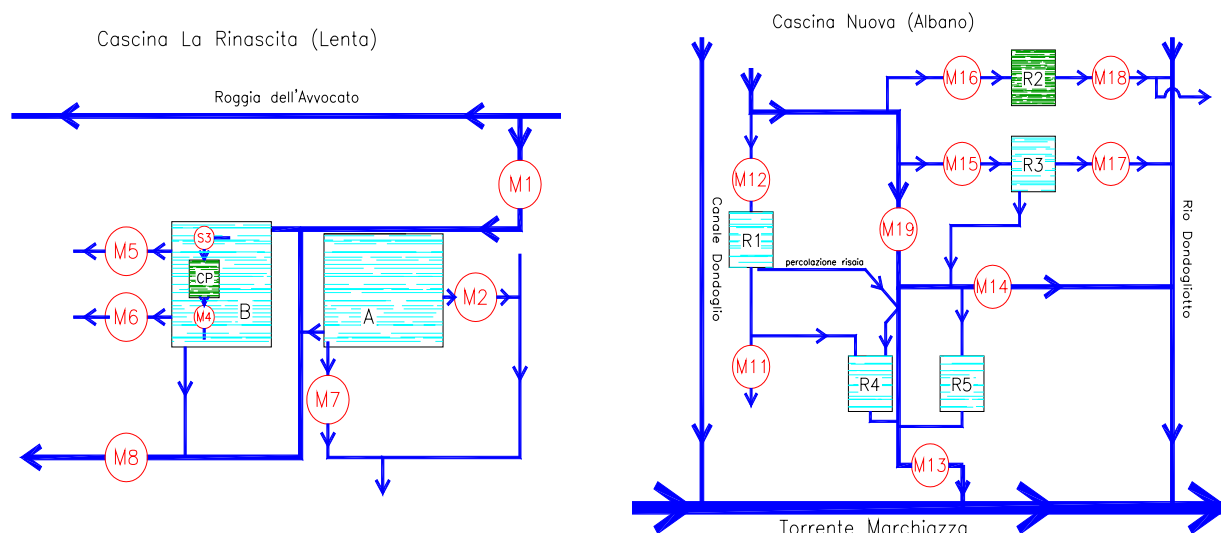


Figura 9.12: Schema idrico dei due campi sperimentali.

I misuratori sono stati posizionati ad una distanza di circa 50 cm dagli stramazzi, all'interno di appositi box fissati ad un profilato a C ($h=60$ mm, $b=40$ mm), in modo tale che lo strumento sia ad una distanza di 70 cm dal fondo del canale per le tipologie con bacino di calma in lamiera (S1, S2, S3 ed S4) e a una distanza superiore al metro nelle canalette (C1 e C2). Per facilitare il controllo diretto dei livelli, in prossimità dei misuratori sono state posizionate delle aste graduate.



Figura 9.13: Livelli idrici monitorato ad Albano Vercellese.

9.5 Caratteristiche delle stazioni meteorologiche utilizzate

Al fine di monitorare le grandezze meteorologiche necessarie alla stima delle perdite per evapotraspirazione, nei pressi di ciascun campo prova è stata installata una stazione meteorologica, in grado di registrare i dati pluviometrici, di temperatura, umidità dell'aria, velocità del vento e radiazione solare.

Nel sito di Lenta, in data 12 marzo 2008 è stata installata una stazione meteo modello Vantage Pro2TM della Davis Instruments, dotata di:

- Sensori di umidità dell'aria, temperatura dell'aria, velocità e direzione del vento, pressione atmosferica, radiazione solare globale.
- Pluviometro per la misura delle precipitazioni.
- Centralina wireless di ricezione dei dati.
- Datalogger per memorizzazione dei dati, con possibilità di campionamento da 1 min a 2 ore.
- Cavo per la connessione ad un pc portatile per lo scarico dei dati.
- Pannello solare di alimentazione e batteria tampone integrativa.
- Software per la gestione dei dati e per il calcolo in real time dell'evapotraspirazione.

La centralina è stata installata su un palo di montaggio di altezza pari a 2 m in un punto centrale nell'area di indagine, lontana da ostacoli che possano influenzare i sensori (in particolare l'anemometro); essa ha il compito di campionare ogni 30 minuti i parametri richiesti, per l'intera durata della stagione irrigua.

Sensore	Risoluzione	Range	Precisione (+/-)
Termometro	0,1 °C	da -40 °C a 65 °C	0,5 °C
Igrometro	1%	da 0 % a 100 %	3% RH (4% per RH>90%)
Anemometro	0,1 m/s	da 0 m/s a 68 m/s	5% della lettura
Barometro	0,1 mb	da 880 mb a 1080 mb	1 mb
Radiometro	1 W/m ²	da 0 W/m ² a 1800 W/m ²	5% della lettura
Pluviometro	0,25 mm	fino a 1000 m/day	4% della lettura

Tabella 9.4: Caratteristiche dei sensori della stazione meteorologica installata a Lenta - Cascina La Rinascita.



Figura 9.14: Stazione meteorologica installata presso il campo sperimentale di Lenta - Cascina La Rinascita.

Nel sito di Albano invece è stata installata in data 16 aprile 2008 una stazione meteorologica della ditta E.T.G. , dotata di:

- Sensore combinato per la misura di umidità e temperatura dell'aria, anemometro per la velocità e direzione del vento, piranometro per la misura della radiazione solare globale e radiazione solare netta.
- Pluviometro per la misura delle precipitazioni.
- Datalogger per memorizzazione dei dati.
- Scheda di memoria CompactFlash asportabile.
- Pannello solare di alimentazione 40 W e batteria tampone integrativa.
- Software per la gestione dei dati.

Sensore	Risoluzione	Range	Precisione (+/-)
Termometro	0,1 °C	da -40 °C a 85 °C	0,2 °C
Igrometro	1%	da 0 % a 100 %	1% RH
Anemometro	0,1 m/s	da 0 m/s a 90 m/s	2% della lettura
Piranometro RN	1 W/m ²	da 0,3 µm a 3,0 µm	3% della lettura
Piranometro RG	1 W/m ²	da 0,3 µm a 3,0 µm	3% della lettura
Pluviometro	0,2 mm	da 0 mm/h a 300 mm/h	2% della lettura

Tabella 9.5: Caratteristiche dei sensori della stazione meteorologica installata ad Albano-Cascina Nuova.



Figura 9.15: Stazione meteorologica installata ad Albano Vercellese.

Grazie alla loro ridotte dimensioni e alla facilità di installazione, le stazioni meteorologiche potranno in futuro essere riutilizzate e installate in altre località del CBBBV per il proseguimento degli studi.



Figura 9.16: Pluviometro installato presso il campo di prova di Albano - Cascina Nuova e particolare del display della centralina meteorologica.

9.6 Metodi per il monitoraggio della falda

Oltre ai fenomeni monitorati descritti nei precedenti paragrafi e considerati anche a livello di bilancio idrico generale per l'intera area del Centro Sesia, in questa sede si è scelto di porre l'attenzione anche su un'ulteriore componente, ossia la variazione del livello della falda idrica durante la stagione irrigua.

Si è scelto pertanto di monitorare la risposta della falda fino ad una profondità di 4 metri e quindi il suo eventuale innalzamento, in seguito alla sommersione delle risaie e agli eventi precipitativi.

In ciascuna delle due aree sono stati installati 10 tubi piezometrici aperti in pvc di diametro 30/35 mm, con superficie laterale cieca nel tratto superficiale e forata per il tratto terminale, di lunghezza variabile a seconda del punto di inserimento e del tipo di suolo, comunque non superiore a 4 m.

Il posizionamento dei tubi piezometrici all'interno dei campi sperimentali è riportato nelle figure 9.17 e 9.18. La loro distribuzione è stata studiata in modo tale da garantire un monitoraggio completo delle superfici indagate, ed osservare anche un'eventuale interferenza legata alla presenza di torrenti, canali e fossi limitrofi.

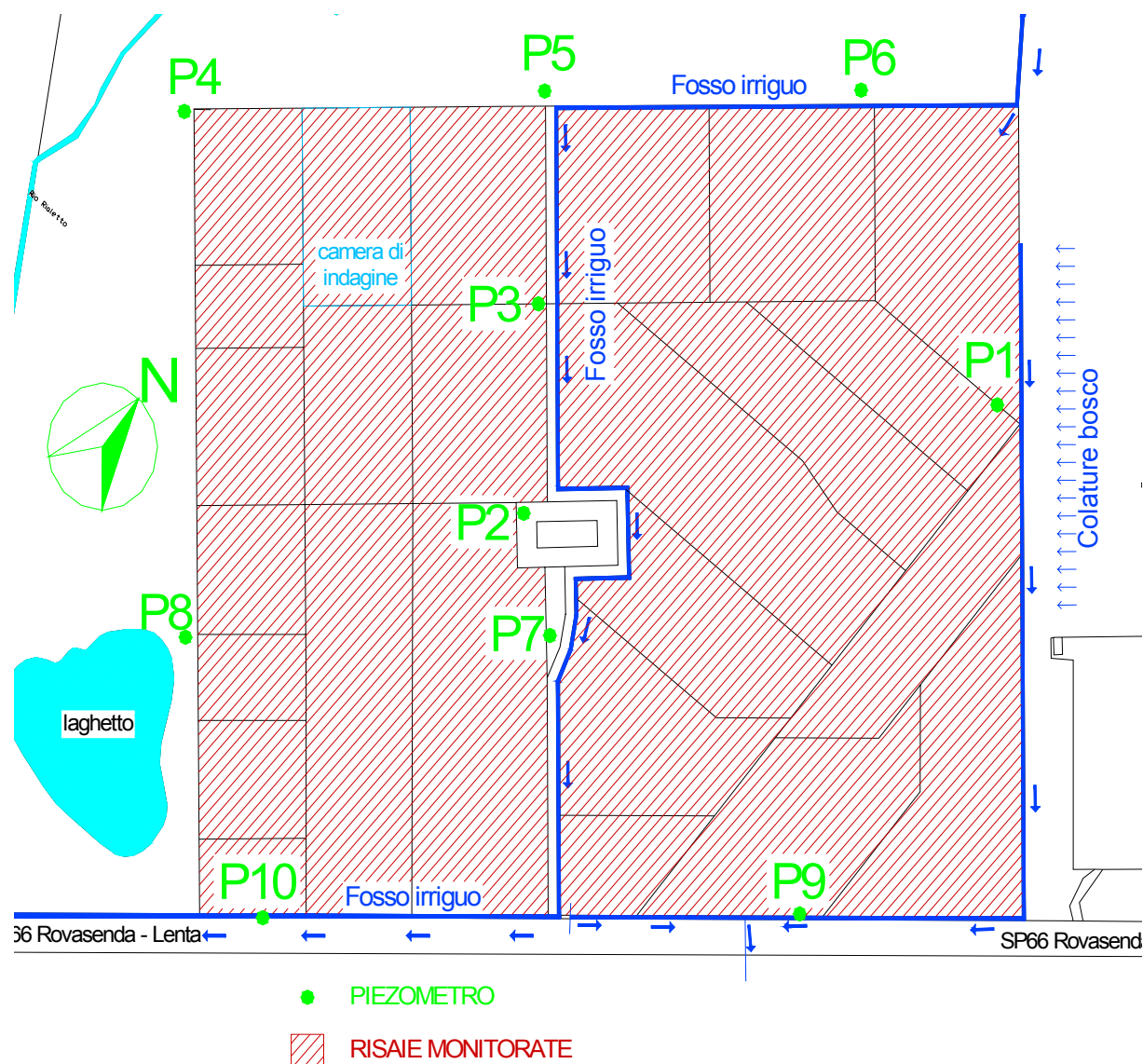


Figura 9.17: Localizzazione dei tubi piezometrici installati per il monitoraggio della falda nel campo sperimentale di Lenta - Cascina La Rinascita.

L'installazione di tali tubi piezometrici è avvenuto tramite penetrometro dinamico pesante (Pagani TG 63-100 EML.C) con rivestimento provvisorio fino alla profondità prefissata. La procedura seguita è simile a quella delle prove penetrometriche dinamiche per il primo tratto, con un avanzamento a velocità costante del tubo impresso dalla batteria d'aste; in caso di ostacoli l'infissione è stata completata con una procedura di tipo "statico", infiggendo il tubo per il tratto re-

stante attraverso l'ausilio di un maglio pesante che, battendo sulla testa del tubo, potesse garantire l'avanzamento della punta.

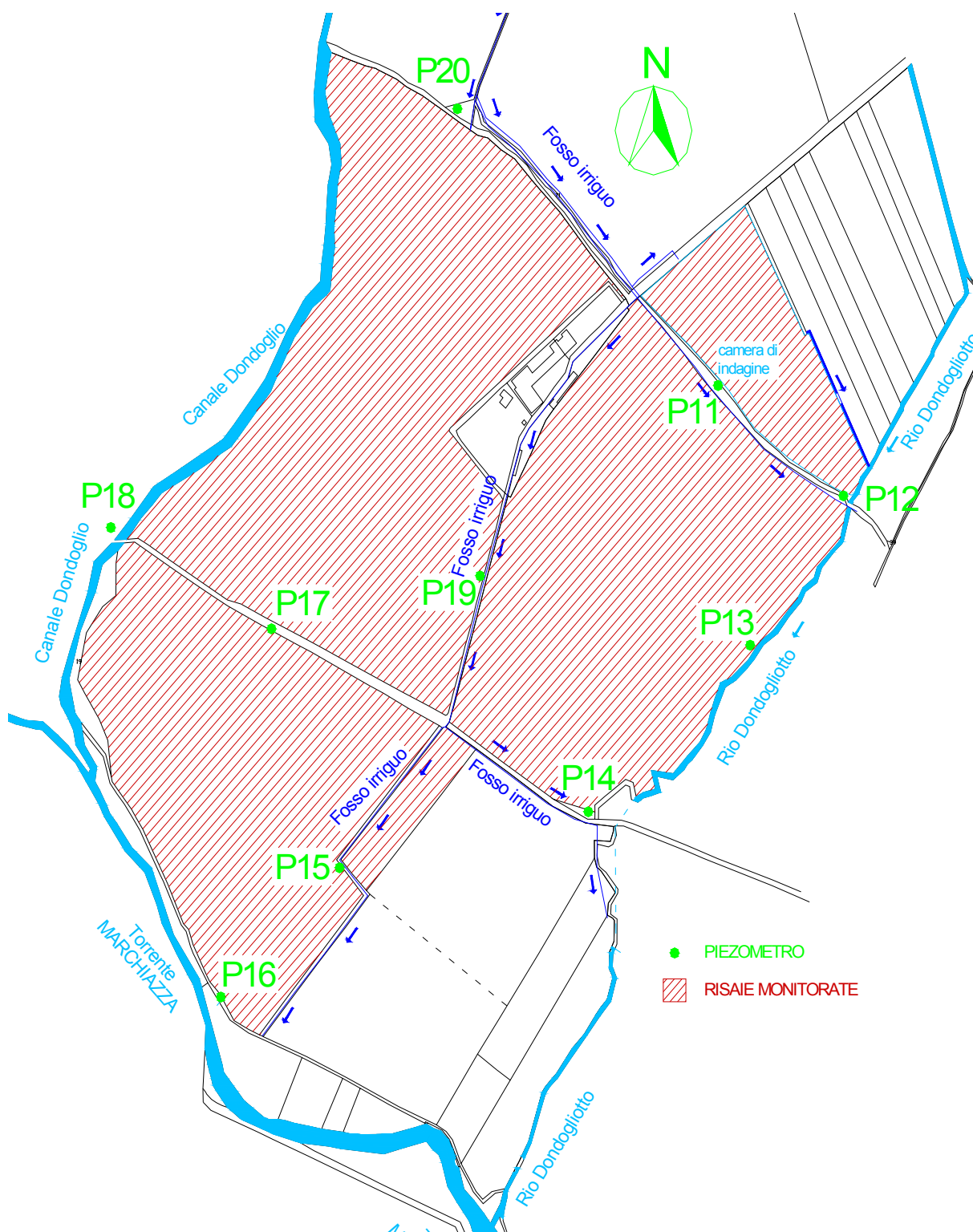


Figura 9.18: Localizzazione dei tubi piezometrici installati per il monitoraggio della falda nel campo sperimentale di Albano Vercellese - Cascina Nuova.



Figura 9.19: Il penetrometro dinamico pesante adottato l'installazione dei piezometri (tipo Pagani TG 63-100 EML.C), le fessure nei tubi ed un'immagine di aste e piezometri.

Dal punto di vista operativo, nel campo sperimentale di Lenta sono state effettuate alcune prove sul campo per stabilire la procedura ottimale da seguire.

Il piezometro P4 è stato infisso con una tecnica che ha previsto l'inserimento iniziale contemporaneo di punta metallica per prova dinamica e di un rivestimento metallico (entrambi $\Phi=51$ mm), seguito dall'immissione del tubo piezometrico e da ultimo dall'estrazione del rivestimento: tale procedura è stata però abbandonata a causa delle difficoltà incontrate a causa dell'attrito laterale del rivestimento.

L'installazione del P5 è invece avvenuta realizzando in prima battuta il foro con punta e aste per la prova dinamica (con $\Phi_{\text{aste}} < \Phi_{\text{punta}}$), inserendo solo in un secondo momento prima il rivestimento e successivamente il tubo piezometrico, a cui ha fatto seguito la rimozione finale del rivestimento. Nonostante la nuova procedura abbia permesso di superare i problemi relativi all'attrito laterale che si era creato nel P4 infiggendo direttamente il rivestimento insieme con la punta, questa nuova procedura è risultata lunga e inefficiente e pertanto è stata scartata.



Figura 9.20: Il tratto terminale di un tubo piezometrico con la punta metallica adottata per l'infissione e un'immagine del penetrometro dinamico in azione.

Per i fori restanti si è quindi adottata una terza procedura, realizzando il foro mediante punta metallica e aste del tipo per le prove dinamiche per favorire l'infissione; dopodiché, aste e punta sono state estratte e si è inserito direttamente il tubo piezometrico. Dato l'alto grado di coesione e resistenza del terreno non si sono generalmente riscontrati problemi di cedimento delle pareti dello scavo e refluimento del materiale nel foro; quando è stato necessario, per infilare l'ultimo tratto si è provveduto ad inserire anche un rivestimento metallico (esclusivamente per il tratto superficiale terminale).

Tubo n°	Lunghezza tot punta-testa tubo [cm]	Lunghezza fuori terra [cm]	Lunghezza di infissione [cm]	Lunghezza tratto interrato cieco [cm]	Lunghezza tratto interrato fessurato [cm]
P1	400	50	350	90	260
P2	435	50	385	125	260
P3	430	68	362	122	240
P4	440	71	369	69	300
P5	420	34	386	86	300
P6	440	41	399	139	260
P7	445	50	395	125	270
P8	385	8	377	77	300
P9	450	54	396	126	270
P10	440	49	391	151	240

Tabella 9.6: Caratteristiche dei tubi piezometrici installati nel sito di Lenta - Cascina La Rinascita.

Dei 10 tubi piezometrici, 2 sono stati infissi nell'arginello separatore tra due camere di risaia (P1 e P3), altri 2 sono stati posizionati in un arginello di confine tra risaia e fosso irriguo (P9 e P10), mentre i 6 restanti sono stati collocati direttamente nel terreno esterno all'area (manto erboso o terra).

Nel campo prova di Albano invece tutti i fori sono stati effettuati utilizzando direttamente l'ultima soluzione adottata a Lenta, ricorrendo anche in questo caso quando necessario ad un rivestimento per il tratto superficiale mentre si infigge la parte terminale, per rispondere alle resistenze incontrate quando il tubo giunge ad una profondità di circa 3 m.

Tutti i tubi piezometrici sono posizionati esternamente al campo di prova, in prossimità del canale Dondoglio (P18) o del fosso irriguo (P20), sugli arginelli tra risaia e fosso irriguo (P15 e P16) e nel terreno limitrofo alle risaie (negli altri casi).

Tubo n°	Lunghezza tot punta-testa tubo [cm]	Lunghezza fuori terra [cm]	Lunghezza di infissione [cm]	Lunghezza tratto interrato cieco [cm]	Lunghezza tratto interrato fessurato [cm]
P1	422	19	403	73	330
P2	404	19	385	55	330
P3	390	25	365	35	330
P4	426	24	402	72	330
P5	428	28	400	70	330
P6	206	31	175	0	206
P7	323	13	310	0	323
P8	425	34	391	61	330
P9	422	27	395	65	330
P10	443	43	400	70	330

Tabella 9.7: Caratteristiche dei tubi piezometrici installati nel sito di Albano Vercellese – Cascina Nuova.



Figura 9.21: Esempi di tubi piezometrici installati nei pressi di un fosso irriguo (P10) e sull'arginello separatore tra due risaie (P3).

Il monitoraggio della falda avviene attraverso l'utilizzo di un freatimetro tipo LV620 della SIM strumenti, costituito da un cavo centimetrato, puntale ($\Phi=12$ mm), rullo avvolgicavo, segnale acustico e visivo, alimentato da una batteria 9V.

Una volta entrato in contatto con il pelo dell'acqua, il puntale chiude un circuito elettrico alloggiato all'interno del rullo, emettendo così un segnale ottico-acustico: leggendo sul cavo centimetrato la profondità raggiunta rispetto la testa del tubo piezometrico si individua il livello della falda.



Figura 9.22: Freatimetro per il monitoraggio della falda.

Per la stagione irrigua 2008 è prevista una campagna di misura settimanale del livello della falda nei piezometri in ciascuno dei due campi prova, con un infittimento delle letture in corrispondenza di eventi piovosi particolarmente importanti.

9.7 Campagna sperimentale relativa alla stagione colturale 2008

A partire dal marzo 2008 le strumentazioni descritte nei paragrafi precedenti sono state messe in funzione nei due campi sperimentali di Lenta ed Albano. Le informazioni da esse prodotte permetteranno, una volta completata la fase di validazione, di realizzare un bilancio idrico di particolare dettaglio e misurare in modo appropriato gli eventuali flussi laterali.

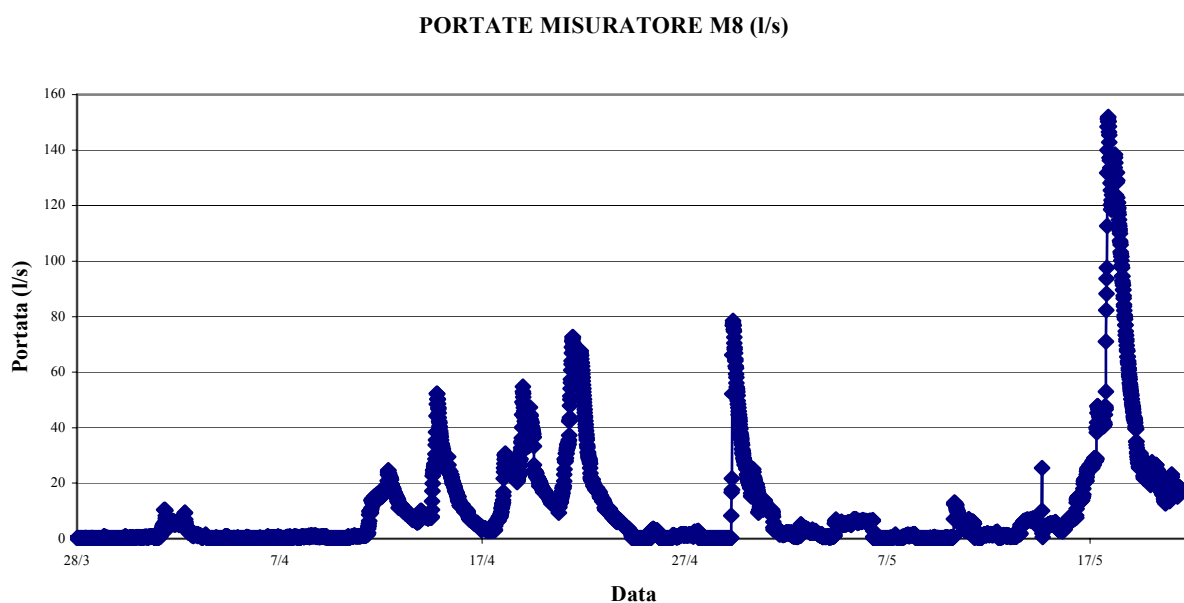


Figura 9.23:Esempio di serie di portate misurate in ingresso ad una camera di risaia.

Nell'allegato D sono riportati i valori dei livelli idrici dei misuratori di livello ad ultrasuoni, i dati meteorologici registrati dalle stazioni e le letture della profondità della falda, aggiornati al 1 settembre 2008.

10 CONCLUSIONI

Nel presente lavoro si sono effettuate le stime del fabbisogno colturale dell'area irrigua del Centro Sesia negli anni compresi tra il 2000 ed il 2007, per effettuare un confronto con i volumi irrigui effettivamente forniti e verificare, in prima approssimazione, le situazioni di deficit occorse negli anni in questione. Le approssimazioni relative a queste stime sono di ordine spaziale e temporale. Le prime corrispondono al fatto che, mentre il bilancio per l'intero comprensorio considerato si presenta abbastanza realistico ed affidabile, qualche problema si presenta ancora per le aree parziali, a causa della difficoltà di valutare i flussi uscenti lungo i contorni (v. Appendice A). Le approssimazioni di ordine temporale sono relative al fatto che non sono state esaminate possibili situazioni di deficit relative a periodi brevi (15-30 gg) che possono pregiudicare l'esito di un raccolto ma che non necessariamente si riescono ad evidenziare in un bilancio relativo all'intera stagione irrigua. D'altro canto, gli ingenti volumi idrici immagazzinati nel comprensorio fanno sì che trattare questo problema richieda una modellazione idraulica-idrologica di dettaglio maggiore di quella messa in atto finora. D'altro canto, i bilanci relativi all'intera stagione irrigua riescono a riscontrare abbastanza puntualmente i deficit complessivi di ogni stagione.

Nelle annate considerate, s'è individuato un rilevante deficit stagionale degli apporti rispetto ai fabbisogni per 5 anni, 2001, 2003, 2005, 2006 e 2007 (rispettivamente 35,5, 103,1, 14,3, 54,1 e 37,9 milioni di m³). Il deficit è risultato di entità ridotta nel 2000 e nel 2004 (rispettivamente 0,5 e 2,4 milioni di m³), a fronte di un unico anno in cui i fabbisogni teorici sono stati inferiori agli apporti idrici forniti (2002) (figura 10.1).

Vale la pena evidenziare, tuttavia segnalare che proprio nel 2002 il bilancio è stato fortemente influenzato dalle abbondanti precipitazioni registrate in particolare nella prima parte della stagione irrigua, che hanno portato ad un apporto precipitativo stagionale più che doppio rispetto alla media degli altri sette anni (158,8 milioni di m³ di acque meteoriche rispetto ad una media di 70,7 milioni di m³ di apporti meteorici).

**CONFRONTO FABBISOGNI - FORNITURE IRRIGUE
(ANNI 2000-2007)**

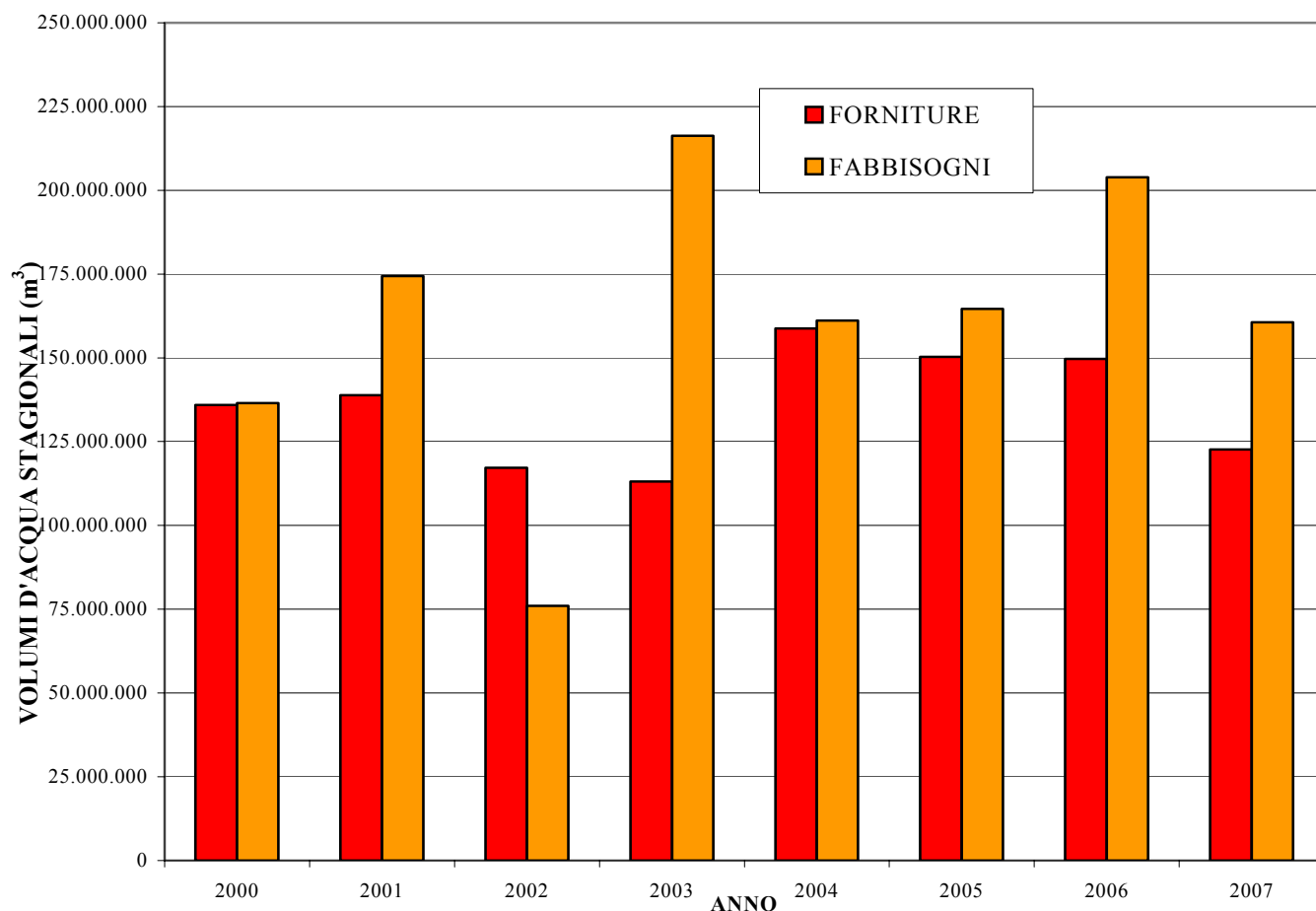


Figura 10.1: Istogramma di confronto fra i fabbisogni e i volumi irrigui stagionali nell'area del Centro Sesia (periodo 2000-2007).

In figura 10.2 è riportato il confronto tra fabbisogni e forniture irrigue in mm. Nel 2001, 2003, 2006 e 2007 il deficit è abbondantemente superiore ai 200 mm stagionali, mentre nel 2005 si attesta intorno ai 90 mm.

In termini di valori medi, nel periodo di indagine 2000-2007 il deficit medio è 25,8 milioni di m³, pari a 167 mm di altezza d'acqua.

Le considerazioni nate dal presente lavoro potranno essere ulteriormente integrate dai risultati riguardanti la stagione irrigua 2008 nei due campi sperimentali di Lenta (Cascina La Rinascita) e di Albano (Cascina Nuova), con il monitoraggio degli apporti idrici superficiali, delle precipitazioni, delle variabili climatiche influenzanti i fenomeni di evapotraspirazione, e del livello di falda.

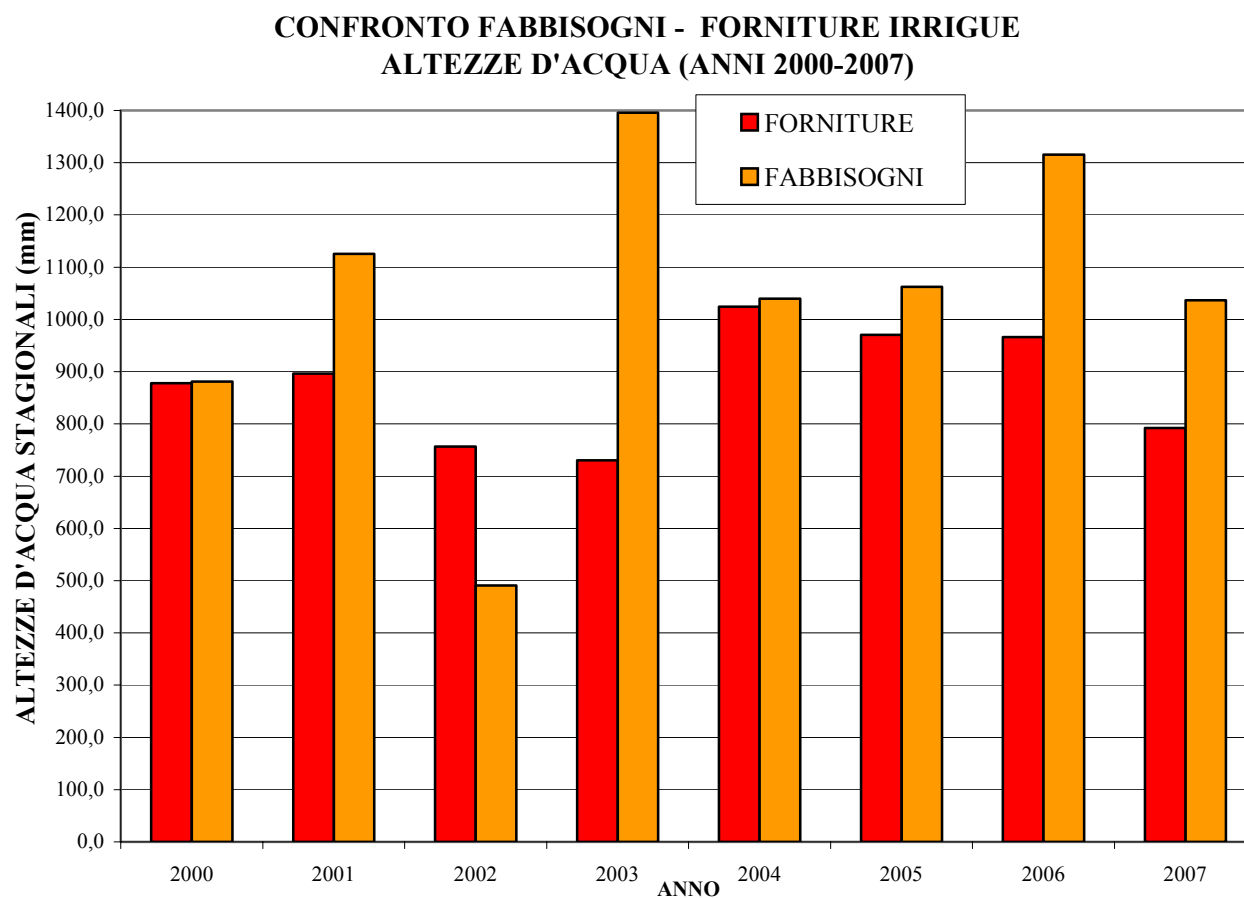


Figura 10.2: Istogramma di confronto fra i fabbisogni e altezze irrigue stagionali nell'area del Centro Sesia (periodo 2000-2007).

11 BIBLIOGRAFIA CITATA E DI RIFERIMENTO

- [1] AAVV (1986) – *L'attività del quinquennio 1981/1986*. Consorzio di Bonifica della Baraggia Vercellese, Vercelli.
- [2] ALLAVENA L. (1971) - *Indagini sperimentali sulla riduzione delle perdite per infiltrazione dalle risaie sommerse ottenibile a mezzo di particolari lavorazioni meccaniche*. Rivista di Ingegneria Agraria, n. 4.
- [3] ALLAVENA L. (1972)- *Indagini sperimentali sulla evapotraspirazione del riso*. Rivista “Il Riso”, n. 3.
- [4] ALLAVENA L. (1979) - *Metodo di calcolo dei fabbisogni netti frequenziali di acqua irrigua basato sul bilancio idrico dello strato utile. Controlli e prime verifiche sperimentali*. Atti del 3° Convegno Nazionale A.I.G.R., Catania 16-19 maggio 1979.
- [5] ALLAVENA L. (1980) - *Indagini sperimentali sul bilancio idrico di una coltura di riso irrigata con sommersione permanente*. Rivista “Il Riso”, n. 2.
- [6] ALLAVENA L. (1981) - *Verifiche sperimentali di un metodo di calcolo dei fabbisogni netti di acqua irrigua basato sul bilancio idrico dello strato utile. Applicazione ad una coltura di mais nell'ambiente pedoclimatico della Baraggia Vercellese*. In “Verso l'Europa col computer” volume edito a cura del Consorzio di Bonifica della Baraggia Vercellese, Torino.
- [7] ALLAVENA L.(1982) - *Metodologia di calcolo dei fabbisogni di acqua irrigua a livello territoriale. (Applicazione al territorio della Provincia di Vercelli)*. Atti del Convegno “Disponibilità e utilizzazione delle risorse idriche in Provincia di Vercelli”, Vercelli, 30 gennaio 1982.
- [8] ALLAVENA L. (1982) - *Indagini su diversi metodi di stima dell'evapotraspirazione potenziale con riferimento al clima della pianura padana nord-occidentale*. Atti del Convegno Nazionale A.I.G.R., Padova, 19 novembre 1982.
- [9] ALLAVENA L. (1985) - *Indagini sperimentali sul coefficiente di infiltrazione dell'afflusso meteorico*. L'irrigazione, 2.

- [10] ALLAVENA L. (1989) – *Valutazione dell'evapotraspirazione di riferimento mediante metodi basati su dati evaporimetrici*. Irrigazione e Drenaggio, XXXVI, 3, 203-205.
- [11] ALLAVENA L. (1995) – *Coefficienti colturali per la stima della evapotraspirazione del riso nell'ambiente climatico della pianura padana nord-occidentale*. Irrigazione e drenaggio, XLII, 4, 28-35.
- [12] ALLAVENA L. (1998) – *Studi su problematiche connesse con l'irrigazione realizzata tramite la sommersione permanente o temporanea*. Rivista "Irrigazione e Drenaggio", n. 3.
- [13] ALLEN R.G., PEREIRA L.S., RAES D., SMITH M. (1998) - *Crop Evapotranspiration (guidelines for computing crop water requirements)*. FAO Irrigation And Drainage Paper 56, Roma.
- [14] ARPA Piemonte - Dati delle stazioni meteo-pluviometriche.
- [15] BORGIA M. (a cura di) - *Le risaie del Vercellese, Guida al paesaggio, alla storia, alla natura delle terre d'acqua* - Regione Piemonte.
- [16] Consorzio di Bonifica della Baraggia Biellese e Vercellese - Archivio storico di dati idrometrici registrati nel comprensorio del Centro Sesia.
- [17] COSTANTINIDIS C. (1982) - *Bonifica e irrigazione*. Edagricole, Bologna.
- [18] DI RICCO G. (1967) – *L'irrigazione dei terreni – basi tecniche e realizzazioni*. Edagricole, Bologna.
- [19] EUROPEAN ENVIROMENTAL AGENCY (2002) - *Corine Land Cover 2000* – disponibile all'indirizzo <http://www.clc2000.sinanet.apat.it/cartanetclc2000>.
- [20] FONTANELLA M. (2006) – *Bilancio idrologico del comprensorio irriguo del Centrosesia*. Tesi di Laurea Specialistica, II Facoltà di Ingegneria – Politecnico di Torino, Marzo 2006.
- [21] HARGREAVES G.H., SAMANI Z.A. (1982) – *Estimating potential evapotranspiration*.- Tech. Note, J.Irrig Drain. Eng. , ASCE 18:pp 980-984.
- [22] IACOPINO C. (1991) – *Quarant'anni...* . Consorzio di Bonifica della Baraggia Vercellese, Vercelli.
- [23] IACOPINO C. (2003) – *80 ANNI DI BARAGGIA- 1922-2002. Storie, personaggi ed opere*, Vercelli.

- [24] IPLA S.p.a. – *Cartografia pedologica della Regione Piemonte in scala 1:250.000.*
- [25] LARUCCIA N. (2008) – *Relazione conclusiva sulla caratterizzazione della permeabilità dei suoli nel Centro Sesia.*
- [26] MERLO C. e ALLAVENA L. (2001) - *Metodologia di verifica dei fabbisogni lordi nei comprensori irrigui della Regione Piemonte.* Collana Ambiente, 210 p, Torino.
- [27] PROVINCIA DI VERCELLI (2006) - *Le acque sotterranee della pianura vercellese. LA FALDA SUPERFICIALE* - Vercelli.
- [28] Rete Agrometeorologica del Piemonte - Regione Piemonte - Assessorato Agricoltura - Settore Fitosanitario - Sezione di Agrometeorologia - Dati delle stazioni meteo-pluviometriche.
- [29] SAXTON K. E. e RAWLS W. J. (2005) - *Soil Water Characteristic Estimates by Texture and Organic Matter for Hydrologic Solutions.* USDA Agricultural Research Service Reference Paper 2005.
- [30] Società di Ingegneria STECI s.r.l. - Archivio storico aziendale comprendente studi, ricerche e progettazioni svolte nell'ambito delle attività di progettazione per conto del Consorzio di Bonifica della Baraggia Biellese e Vercellese con particolare riferimento alle attività connesse alla realizzazione degli invasi sui torrenti Ingagna, Ostola e Ravasanella.
- [31] VIGLIONE A. (2004) - *Stima dell'evapotraspirazione media mensile sul territorio piemontese. Working Paper 2004-1.* Politecnico di Torino, Dipartimento di Idraulica, Trasporti e Infrastrutture Civili, Torino.
- [32] <http://www.risobaraggia.it/>
- [33] http://www.valsesiascuole.it/crosior/1_vercellese/acque.htm
- [34] http://www.valsesiascuole.it/crosior/1_vercellese/geologia.htm
- [35] http://www.valsesiascuole.it/crosior/1_vercellese/habitat_fasi_agricoltura.htm

12 APPENDICE A: BILANCIO IDRICO E VALUTAZIONE DEL FABBISOGNO IN ALCU- NE MACROAREE DEL CENTRO SESIA NEL QUADRIENNIO 2004-2007

Sulla base di ulteriori indicazioni fornite dal personale tecnico del Consorzio di Bonifica della Baraggia Biellese e Vercellese sono state successivamente individuate tre macroaree che, per conformazione fisica e posizione, possono ritenersi, in prima analisi, relativamente compartimentate, nonostante la fitta rete di interconnessioni esistente:

- Macroarea 1 – zona alimentata dall’Invaso dell’Ostola;
- Macroarea 4 – zona alimentata dal Ramo del Pallone;
- Macroarea 5 – zona alimentata dalla Roggia Marchionale $\frac{1}{4}$.

Per tali macroaree si è quindi costruito un bilancio idrico come avvenuto per la macroarea servita dal Rio Dondoglio (macroarea 7) nel capitolo 7, al fine di trarre ulteriori conferme sulle conducibilità idrauliche.

Il termine di confronto è rappresentato dalle perdite stagionali per filtrazione misurate, determinate sulla base dei risultati di conducibilità idraulica riportati in tabella 3.5 (capitolo 3).

A.1 Bilancio idrico nella macroarea irrigata dall’invaso dell’Ostola (macroarea 1)

Schema idrico e caratteristiche dell’area

L’area oggetto di indagine ha un’estensione complessiva di 1.089 ha e si colloca nell’estremo nord-occidentale del comprensorio del Centro Sesia, sul territorio dei comuni di Brusnengo, Masserano e Castelletto Cervo (Coordinate UTM del baricentro della macroarea: X=441846; Y=5043801). La superficie si estende dalle pendici delle colline di Brusnengo fino al Nuovo Canale della Baraggia, ed è delimitata ad est dal torrente Guarabione e ad ovest dalla SP315.

Dal punto di vista della distribuzione irrigua, la macroarea è alimentata da una condotta proveniente direttamente dall'invaso dell'Ostola: la distribuzione dei volumi idrici avviene mediante una fitta rete di canali e fossi tra di loro interconnessi che convogliano le portate fino alla singola camera di risaia; per le zone a colture diverse dal riso (prevalentemente mais) è praticata l'irrigazione a pioggia.

Ipotesi alla base del bilancio

- L'area è direttamente servita da un unico ingresso, costituito dalla condotta proveniente dall'invaso dell'Ostola.
- Sono ritenute trascurabili colature superficiali presenti nella zona a sud della macroarea e verso il torrente Guarabione.
- Il bilancio idrico viene effettuato considerando l'apporto totale stagionale dall'invaso dell'Ostola, gli apporti meteorici e le perdite per evapotraspirazione per un intervallo temporale pari a 180 giorni (15 marzo – 10 settembre), le perdite per filtrazione profonda sono invece stimate per un periodo medio di 150 giorni di condizioni di saturazione.
- Si considera il 2004 come anno “medio” (privo di crisi).

Dati meteorologici adottati

Sono stati utilizzati i dati climatici e di precipitazione giornalieri per la stazione RAM di Buronzo (superficie di competenza di 75 ha, pari al 6,86% dell'area totale coltivata della macroarea) e la stazione ARPA di Masserano (superficie di competenza di 1.014 ha, pari al 93,14% dell'area totale coltivata della macroarea) forniti per il semestre 15 marzo – 10 settembre nel quadriennio 2004-2007 (allegato C).

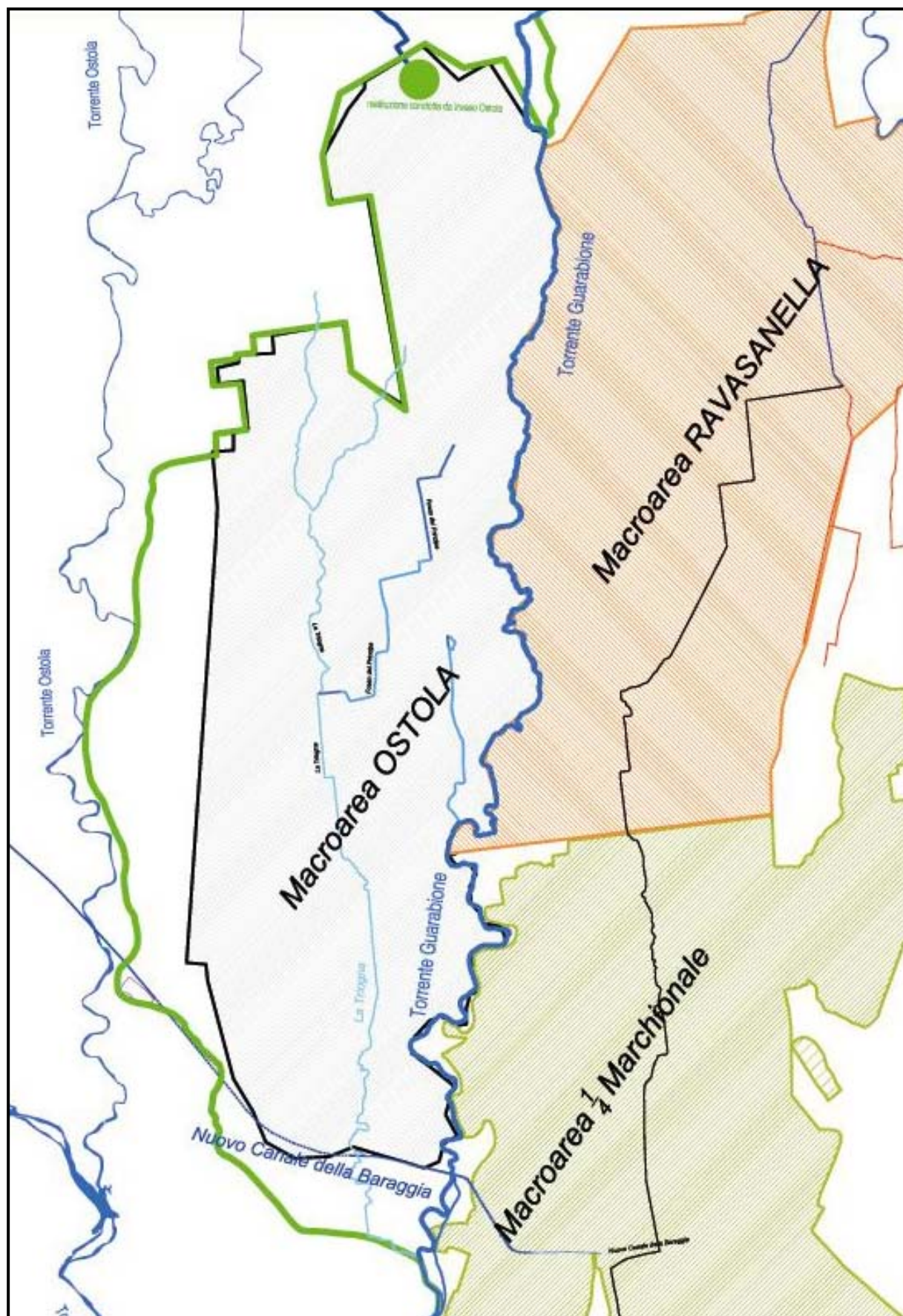


Figura A.1: Schema idrico macroarea 1 – Invaso dell'Ostola.

Culture presenti

La superficie agricola considerata è costituita per circa 2/3 da risaie (superficie di 688 ha, pari al 63,13% dell'area totale coltivata della macroarea) e per 1/3 da coltivazioni varie, in prevalenza mais (superficie di 402 ha, pari al 36,87% dell'area totale coltivata della macroarea).

In tabella A.1 è riportata la suddivisione delle colture nell'area di competenza delle singole stazioni meteorologiche.

Stazione Meteo	Area Riso	Area Mais	Tot area agricola	Area Riso	Area Mais	Tot area agricola
	[ha]	[ha]	[ha]	%	%	%
Buronzio	56	19	75	5,11	1,74	6,86
Masserano	632	383	1014	58,01	35,13	93,14
TOT	688	402	1089	63,13	36,87	100,00

Tabella A.1: Suddivisione della superficie coltivata della macroarea 1 (Ostola) per colture e aree di competenza delle stazioni meteorologiche.

Portate superficiali

Essendo per ipotesi trascurabili tutti i volumi superficiali uscenti dalla macroarea, gli apporti irrigui netti considerati sono esclusivamente i volumi provenienti dalla condotta dell'Ostola, stimati come differenza tra le portate erogate dall'invaso e quelle ad uso potabile e di rispetto del DMV. In particolare sono note le portate totali erogate dall'invaso negli anni 2004-2006 e le portate potabili e per garantire il DMV nel biennio 2006-2007. Per quanto concerne i dati mancanti, le portate totali del 2007 sono state valutate come media del triennio precedente, mentre la quota parte da sottrarre per uso potabile e DMV nel biennio 2004-2005 corrisponde a 100.000 m³ stagionali. I dati riassuntivi sono riportati in tabella A.2.

	Volumi erogati	Altezze erogate
	[m ³]	[mm]
2004	5.500.000	505,0
2005	5.330.350	489,4
2006	5.942.031	545,6
2007	5.636.191	517,5

Tabella A.2: Totale dei volumi irrigui e altezze medie d'acqua fornite nella macroarea 1 (Ostola).

Permeabilità dei suoli

La componente del bilancio legata alle perdite per filtrazione profonda viene valutata considerando esclusivamente le superfici a risaia, in quanto si ipotizza che nei terreni a mais l'acqua che percola dalla superficie venga intercettata completamente dall'apparato radicale delle piante e da esse utilizzata, in quanto la pratica di coltivazione non prevede la sommersione permanente.

Per quanto riguarda la superficie a risaia la macroarea ricade prevalentemente nell'UC00054, costituita da suoli baraggivi argillosi con ridotta permeabilità. Nella tabella A.3 sono riassunte le perdite totali per filtrazione in termini di volumi.

UC	Permeabilità stagionale UC	Estensione	Perdite per permeabilità (volumi)
	[mm]	[ha]	[m ³]
00054	375	653	2.449.221
00074	2225	34	764.922
Totale:			3.214.143

Tabella A.3: Perdite stagionali per filtrazione della macroarea 1, in termini di volumi.

Elaborazione del bilancio idrico sulla macroarea

Attraverso il calcolo del bilancio idrico della macroarea, sono state stimate le perdite per filtrazione, poi confrontate con il dato di permeabilità misurata durante la campagna sperimentale condotta nel Centro Sesia (capitolo 3). I risultati in termini di volumi e di altezze sono riassunti nelle tabelle A.4 e A.5 (le altezze di perdite per filtrazione sperimentali sono da intendersi come medie pesate).

	Volumi erogati	Afflussi meteorici	Perdite per evapotraspirazione	Perdite per filtrazione stimate	Perdite per filtrazione sperimentali	Deficit perdite per filtrazione stimate - sperimentali
	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]
2004	5.500.000	6.207.273	7.201.654	4.505.620	3.214.143	1.291.477
2005	5.330.350	6.032.730	7.260.981	4.102.100	3.214.143	887.957
2006	5.942.031	3.816.862	7.408.479	2.350.414	3.214.143	-863.729
2007	5.636.191	6.449.405	7.473.010	4.612.585	3.214.143	1.398.443

Tabella A.4: Bilancio idrico macroarea 1 (Invaso dell'Ostola) – Sintesi in volumi d'acqua [m³].

	Altezze d'acqua erogate	Afflussi meteorici	Perdite per evapotraspirazione	Perdite per filtrazione stimate	Valore medio pesato perdite per filtrazione sperimentali	Deficit perdite per filtrazione stimate - sperimentali
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
2004	525,8	570,0	661,3	434,5	295,1	139,4
2005	489,4	553,9	666,7	376,7	295,1	81,6
2006	545,6	350,5	680,3	215,8	295,1	-79,3
2007	517,5	592,2	686,2	423,5	295,1	128,4

Tabella A.5: Bilancio idrico macroarea 1 (Invaso dell'Ostola) – Sintesi in altezze d'acqua [mm].

Conclusioni

Il bilancio non risulta soddisfatto per l'anno “medio” (2004), con perdite per filtrazione stimate superiori a quelle sperimentali. Inoltre, considerando che all'interno della macroarea sono presenti due siti di indagine pedologica dello studio [25] riferiti all'UC00054, entrambi con conducibilità satura stimata decisamente inferiore al valore medio adottato in sede di bilancio ($K_s=0,0104$ cm/h), è probabile che adottando un K_s medio valutato esclusivamente nella macroarea, il gap tra dati stimati e sperimentali aumenterebbe.

Una ragione plausibile è che l'ipotesi adottata di trascurare le colature superficiali a sud non sia corretta. Ipotizzando invece che tali colature siano significative e pari al 30-35% dei volumi d'acqua superficiali forniti alla macroarea, la differenza tra perdite per filtrazione sperimentali e stimate da bilancio tenderebbe a ridursi.

A.2 Bilancio idrico nella macroarea irrigata dal Ramo del Pallone (macroarea 4)

Schema idrico e caratteristiche dell'area

La macroarea è situata in posizione centro-settentrionale all'interno del comprensorio del Centro Sesia ed è la prima zona direttamente servita dalla derivazione della Roggia Comunale di Gattinara. Ha un'estensione complessiva di 1.193 ha e si colloca nel territorio comunale di Rovasenda e Roasio (Coordinate UTM del baricentro macroarea: X=446834; Y=5046067).

Il canale Fiat, che fornisce l'acqua a scopi irrigui, taglia la macroarea trasversalmente, costituendone anche il confine settentrionale. I canali secondari e i fossi derivano l'acqua direttamente dal canale Fiat, convogliandoli secondo la direttrice nord-sud. Nella parte più a sud della macroarea transitano trasversalmente due importanti vettori, la Roggia Marchionale e la Roggia Molinaria di Rovasenda; che tuttavia non presentano in questa zona punti di presa o restituzione.

Ipotesi alla base del bilancio

- 2 ingressi (Canale Fiat-Marcolongo e Cavo Orio).
- 2 uscite (Scarico Fiat in Marchiazza e Scarico Fiat in Rovasenda).
- Il bilancio idrico viene effettuato considerando gli apporti irrigui, meteorici e le perdite per evapotraspirazione per un intervallo temporale pari a 180 giorni (15 marzo – 10 settembre); le perdite per filtrazione profonda nelle aree a risaia sono invece stimate per un periodo medio di 150 giorni di condizioni di saturazione.
- Si considera il 2004 come anno medio soddisfatto (privo di crisi).

Dati meteorologici adottati

Sono stati utilizzati i dati climatici e di precipitazione giornalieri forniti per il semestre 15 marzo – 10 settembre nel quadriennio 2004-2007 per la stazione RAM di Gattinara (superficie di competenza di 152 ha, pari al 12,71% dell'area totale coltivata della macroarea) e per la stazione ARPA di Masserano (superficie di competenza di 387 ha, pari al 32,43% dell'area totale coltivata della macroarea) (vedi allegato C), e nel triennio 2005-2007 per la stazione RAM di Roasio (superficie di competenza di 654 ha, pari al 54,87% dell'area totale coltivata della macroarea). I dati mancanti della stazione di Roasio (2004) sono stati completati con quelli di Gattinara per la stima dell'evapotraspirazione e quelli di Masserano, moltiplicati per un coefficiente pari a 1,56, per le precipitazioni (capitoli 4 e 5).

Colture presenti

La superficie agricola considerata è costituita prevalentemente da risaia (1.020 ha, pari all'85,513% dell'area totale coltivata della macroarea) e in minima parte da colture varie, in prevalenza mais (173 ha, pari al 14,49% dell'area totale coltivata della macroarea).

In tabella A.6 è riportata la suddivisione delle colture nell'area di competenza delle singole stazioni meteorologiche.

Stazione Meteo	Area Riso	Area Mais	Tot area agricola	Area Riso	Area Mais	Tot area agricola
	[ha]	[ha]	[ha]	%	%	%
Gattinara	95	56	152	7,97	4,73	12,71
Masserano	324	63	387	27,13	5,30	32,43
Roasio	601	53	654	50,40	4,46	54,87
TOT	1.020	173	1193	85,51	14,49	100,00

Tabella A.6: Suddivisione della superficie coltivata della macroarea 4 (Ramo del Pallone) per colture e aree di competenza delle stazioni meteorologiche.

Portate superficiali

Sono state considerate le portate totali note relative agli anni 2005-2007 misurate nei due punti di ingresso e uscita. Le portate totali del 2004 sono state stimate come il 7,44% in più delle portate 2005 (ipotesi 2004 anno medio soddisfatto). I dati riassuntivi sono riportati in tabella A.7.

	Volumi erogati	Altezze erogate
	[m ³]	[mm]
2004	7.076.156	593,1
2005	6.586.272	552,1
2006	4.968.864	416,5
2007	5.553.792	465,5

Tabella A.7: Totale dei volumi irrigui e altezze medie d'acqua fornite nella macroarea 4 (Ramo del Pallone).

Permeabilità dei suoli

Per quanto riguarda la superficie coltivata a risaia, la macroarea ricade prevalentemente nell'UC00054, costituita dai suoli baraggivi argillosi e di ridotta permeabilità. Nella tabella A.8 sono riassunte le perdite totali per filtrazione in termini di volumi.

UC	Permeabilità stagionale UC	Estensione	Pedite per permeabilità (volumi)
	[mm]	[ha]	[m ³]
00054	375	973	3.649.756
00074	2225	46	1.033.986
Totale:			4.683.742

Tabella A.8: Perdite stagionali per filtrazione della macroarea 4, in termini di volumi.

Elaborazione del bilancio idrico sulla macroarea

I risultati del bilancio idrico in termini di volumi e di altezze sono riassunti nelle tabelle A.9 e A.10 (le altezze di perdite per filtrazione sperimentali sono da intendersi come medie pesate).

	Volumi erogati	Afflussi meteorici	Perdite per evapotraspirazione	Perdite per filtrazione stimate	Perdite per filtrazione sperimentali	Deficit perdite per filtrazione stimate - sperimentali
	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]
2004	6.586.272	8.917.446	8.532.546	6.971.172	4.683.742	2.287.430
2005	6.586.272	8.531.452	8.594.574	6.523.150	4.683.742	1.839.408
2006	4.968.864	5.442.646	8.906.503	1.505.007	4.683.742	-3.178.735
2007	5.553.792	9.474.340	8.813.976	6.214.157	4.683.742	1.530.415

Tabella A.9: Bilancio idrico macroarea 4 (Ramo del Pallone) – Sintesi in volumi d'acqua [m³].

	Altezze d'acqua erogate	Afflussi meteorici	Perdite per evapotraspirazione	Perdite per filtrazione stimate	Valore medio pesato perdite per filtrazione sperimentali	Deficit perdite per filtrazione stimate - sperimentali
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
2004	593,1	747,7	715,5	625,4	392,7	232,7
2005	552,1	715,4	720,7	546,8	392,7	154,1
2006	416,5	456,4	746,8	126,1	392,7	-266,6
2007	465,5	794,4	739,1	520,9	392,7	128,2

Tabella A.10: Bilancio idrico macroarea 4 (Ramo del Pallone) – Sintesi in altezze d'acqua [mm].

Conclusioni

Anche in questo caso il bilancio non è soddisfatto per l'anno "medio" (2004). Inoltre, analogamente al caso precedente, è plausibile che la conducibilità idraulica dell'UC00054 nella macroarea sia nella realtà inferiore a quella media adottata per l'intero comprensorio, secondo l'ipotesi di variabilità della K_s di tale Unità Cartografica con la latitudine (paragrafo 3.3), in virtù del fatto che la macroarea 4 è la più settentrionale del Centro Sesia.

La differenza registrata tra perdite stimate e perdite sperimentali va perciò ricondotta ad altri fattori. In particolare, potrebbe essere fortemente legata all'ubicazione della macroarea stessa: essendo quella più settentrionale, potrebbe essere sede di fenomeni di colatura superficiale verso le zone immediatamente a valle, non direttamente visibili. Inoltre nella parte meridionale potrebbero essere presenti delle restituzioni di modesta entità nelle due rogge transitanti (Roggia Marchionale e Roggia Molinaria di Rovasenda), ma comunque non trascurabili.

A.3 Bilancio idrico nella macroarea irrigata dal tratto Marchionale ¼ (macroarea 5)

Schema idrico e caratteristiche dell'area

La macroarea è situata in posizione centrale nel comprensorio del Centro Sesia. Ha un'estensione complessiva di 1.722 ha e si colloca nel territorio comunale di Rovasenda e Buronzo (Coordinate UTM del baricentro macroarea: X=444407; Y=5039736).

L'area è direttamente servita dalla Roggia Marchionale nel suo tratto denominato ¼, che si divide poi in due rami: il Cavo San Marco e il Cavo Allemanno. Sono presenti colature superficiali importanti uscenti dalla macroarea.

Ipotesi alla base del bilancio

- 1 ingresso (misura sulla Marchionale a monte della macroarea, il modello dell'Angelo).
- 2 uscite (Scarico Marchionale in Rovasenda e misura sulla Marchionale in un punto a valle dell'macroarea, il modello Galleggiante).

- Si considerano gli apporti irrigui, meteorici e le perdite per evapotraspirazione per un intervallo temporale pari a 180 giorni (15 marzo – 10 settembre), le perdite per filtrazione profonda nelle aree a risaia sono invece stimate per un periodo medio di 150 giorni di condizioni di saturazione.
- Si considera il 2004 come anno “medio” soddisfatto (privo di crisi).

Dati meteorologici adottati

Sono stati utilizzati i dati climatici e di precipitazione giornalieri della stazione RAM di Buronzo (superficie di competenza di 1.245 ha, pari al 72,31% dell'area totale coltivata della macroarea) e della stazione ARPA di Masserano (superficie di competenza di 477 ha, pari al 27,69% dell'area totale coltivata della macroarea) forniti per il semestre 15 marzo – 10 settembre nel quadriennio 2004-2007 (allegato C).

Colture presenti

La superficie agricola considerata è costituita prevalentemente da risaia (1.486 ha, pari all'86,33% dell'area totale coltivata della macroarea) e in minima parte da colture varie, in prevalenza mais (235 ha, pari al 13,67% dell'area totale coltivata della macroarea).

In tabella A.11 è riportata la suddivisione delle colture nell'area di competenza delle singole stazioni meteorologiche.

Stazione Meteo	Area Riso	Area Mais	Tot area agricola	Area Riso	Area Mais	Tot area agricola
	[ha]	[ha]	[ha]	%	%	%
Buronzo	1.135	110	1245	65,93	6,38	72,31
Masserano	351	125	477	20,40	7,29	27,69
TOT	1.486	235	1722	86,33	13,67	100,00

Tabella A.11: Suddivisione della superficie coltivata della macroarea 5 (Marchionale 1/4) per colture e aree di competenza delle stazioni meteorologiche.

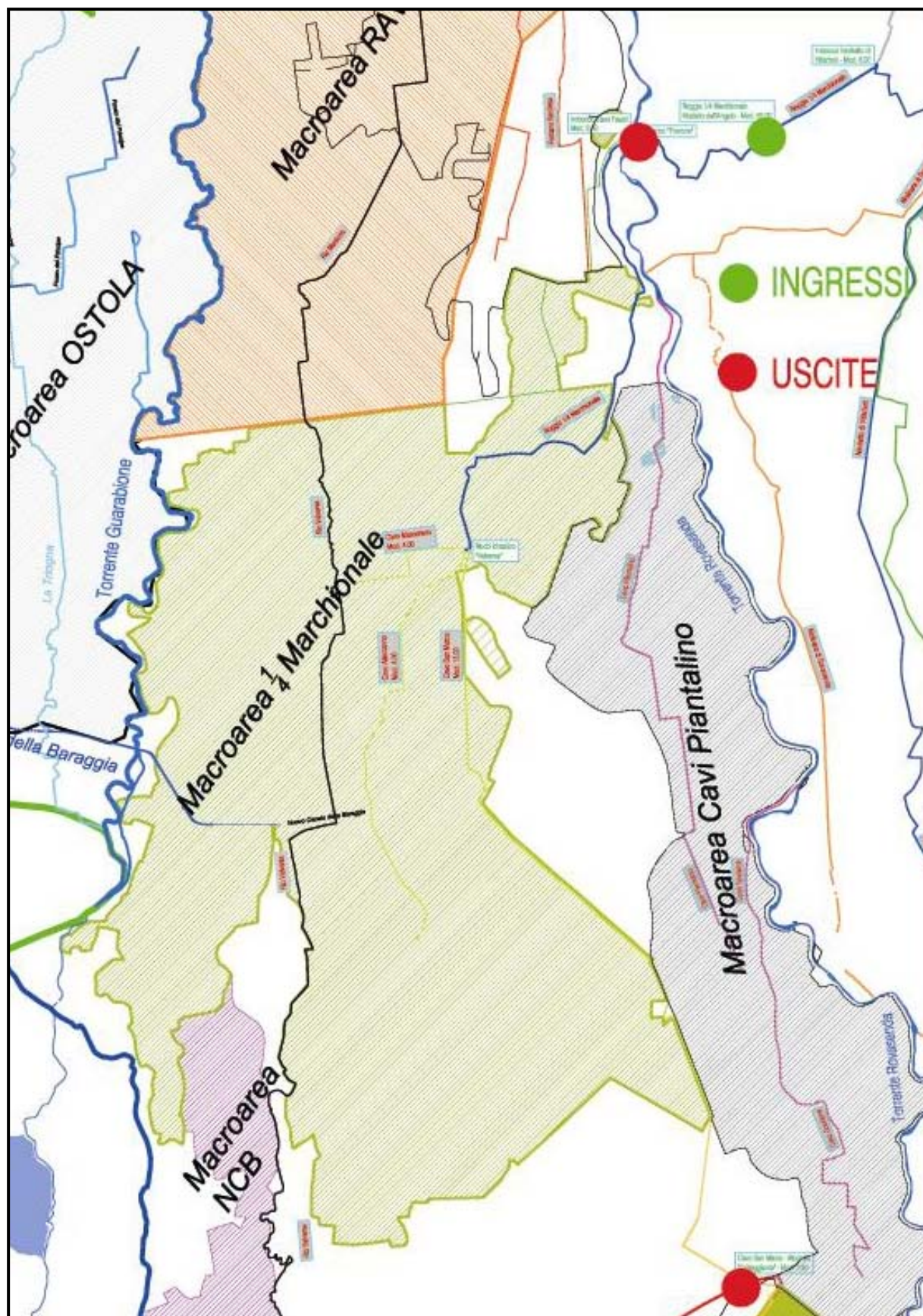


Figura A.3: Schema idrico macroarea 5 – Marchionale 1/4.

Portate superficiali

Sono state considerate le portate totali note negli anni 2005-2007 misurate nei due punti di ingresso e uscita. Le portate totali del 2004 sono state stimate come il 7,44% in più delle portate 2005 (ipotesi 2004 anno medio soddisfatto). I dati riassuntivi sono riportati in tabella A.12.

	Volumi erogati	Altezze erogate
	[m ³]	[mm]
2004	19.598.174	1.138,4
2005	18.241.387	1.059,6
2006	17.097.782	993,1
2007	15.546.816	903,0

Tabella A.12: Totale dei volumi irrigui e altezze medie d'acqua fornite nella macroarea 5 (Marchionale 1/4).

Permeabilità dei suoli

La macroarea ricade prevalentemente nell'UC00054. Nella tabella A.13 sono riassunte le perdite totali per filtrazione in termini di volumi.

UC	Permeabilità stagionale UC	Estensione	Pedite per permeabilità (volumi)
	[mm]	[ha]	[m ³]
00054	375	1471	5.517.396
00056	5290	1	55.069
00074	2225	14	301.666
Totale:			5.874.130

Tabella A.13: Perdite stagionali per filtrazione della macroarea 5, in termini di volumi.

Elaborazione del bilancio idrico sulla macroarea

I risultati in termini di volumi e di altezze sono riassunti nelle tabelle A.14 e A.15 (le altezze di perdite per filtrazione sperimentali sono da intendersi come medie pesate).

	Volumi erogati	Afflussi meteorici	Perdite per evapotraspirazione	Perdite per filtrazione stimate	Perdite per filtrazione sperimentali	Deficit perdite per filtrazione stimate - sperimentali
	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]
2004	19.598.174	9.050.709	12.131.348	16.517.536	5.874.130	10.643.406
2005	18.241.387	8.540.416	12.217.282	14.564.521	5.874.130	8.690.391
2006	17.097.782	5.125.471	12.535.848	9.687.405	5.874.130	3.813.275
2007	15.546.816	10.325.904	12.475.240	13.397.479	5.874.130	7.523.349

Tabella A.14: Bilancio idrico macroarea 5 (Marchionale 1/4) – Sintesi in volumi d'acqua [m³].

	Altezze d'acqua erogate	Afflussi meteorici	Perdite per evapotraspirazione	Perdite per filtrazione stimate	Valore medio pesato perdite per filtrazione sperimentali	Deficit perdite per filtrazione stimate - sperimentali
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
2004	1138,4	525,7	704,7	959,4	341,3	618,1
2005	1059,6	496,1	709,7	846,0	341,3	504,7
2006	993,1	297,7	728,2	562,7	341,3	221,4
2007	903,0	599,8	724,6	778,2	341,3	436,9

Tabella A.15: Bilancio idrico macroarea 5 (Marchionale 1/4) – Sintesi in altezze d'acqua [mm].

Conclusioni

Il bilancio non risulta verificato per nessuno degli anni analizzati, in quanto dai conti effettuati si ottiene sempre un esubero delle portate erogate. La differenza tra stime e valori sperimentali è talmente evidente, che verosimilmente non va imputata ad un errata determinazione delle caratteristiche di permeabilità dei terreni, anche perché uno dei siti di indagine pedologica della [25] dell'UC00054 ricade proprio all'interno della macroarea e ha fornito un valore di conducibilità ($K_s=0,0097$ cm/h) pressoché simile a quello adottato nel presente bilancio ($K_s=0,0104$ cm/h).

Lo scompenso sembra piuttosto essere ricondotto ad una imprecisione nella valutazione delle portate che si allontanano dalla macroarea; l'ipotesi più probabile è che la quantità delle colature, uscenti dalla macroarea della Marchionale 1/4, non quantificabile con precisione e ritenuta in prima analisi trascurabile, risulti invece rilevante, a tal punto da creare un gap significativo.

A.4 Considerazioni finali

I bilanci costruiti per gli anni 2004-2007 nelle tre macroaree considerate non hanno condotto ai risultati attesi; non è stato infatti possibile tarare ulteriormente le conducibilità idrauliche sature dei terreni in quanto le zone indagate, contrariamente alle ipotesi iniziali, non sono risultate sufficientemente compartimentate ed indipendenti, e pertanto non è stato possibile applicare convenientemente l'equazione di bilancio.

**ALLEGATO A – CARTOGRAFIE DEL COMPRESORIO
IRRIGUO CENTRO SESIA**

Elenco elaborati:

ALLEGATO A1 - PLANIMETRIA GENERALE DEL COMPENSORIO IRRIGUO
DENOMINATO CENTRO SESIA: COROGRAFIA GENERALE DEL COMPENSORIO
(scala 1:30.000)

ALLEGATO A2 - PLANIMETRIA GENERALE DEL COMPENSORIO IRRIGUO
DENOMINATO CENTRO SESIA: SUDDIVISIONE IN MACROAREE (scala 1:30.000)

ALLEGATO A3 - PLANIMETRIA GENERALE DEL COMPENSORIO IRRIGUO
DENOMINATO CENTRO SESIA: SUDDIVISIONE IN MACROAREE E UNITA'
CARTOGRAFICHE (scala 1:30.000)

ALLEGATO A4 - PLANIMETRIA GENERALE DEL COMPENSORIO IRRIGUO
DENOMINATO CENTRO SESIA: LOCALIZZAZIONE DELLE STAZIONI
METEOROLOGICHE E SUDDIVISIONE IN AREE DI COMPETENZA (scala 1:30.000)

**ALLEGATO B – RAPPORTI DI ANALISI IPLA SU CAMPIONI DI
SUOLO PRELEVATI NEI SITI DI INDAGINE PEDOLOGICA**

Rapporto di Prova Analisi
N. 2010_33_01 del 21/11/07

RISULTATI ANALITICI: PESO SECCO E UMIDITA' TOTALE					
Identificativo laboratorio	Identificativo del cliente	descrizione	metodo	peso secco g a 105°C	umidità totale % sul tal quale
2010 33/4	ALBA01 CIL.1 10-15	suolo in cilindretto	gravimetrico, essiccazione a 105°C, rif. n. 3	126,19	27,15
2010 33/5	ALBA01 CIL.2 25-30			151,25	19,54
2010 33/6	BUR0015 1° 5-10			129,05	21,57
2010 33/7	BUR0015 1° 25-30			158,40	17,43
2010 33/8	BUR0015 2° 5-10			133,01	24,05
2010 33/9	BUR0015 2° 25-30			165,96	17,23
2010 33/10	BUR0015 3° 5-10			141,38	23,02
2010 33/11	BUR0015 3° 25-30			160,61	17,90
2010 33/12	PIEM0411 1° 5-10			129,70	25,17
2010 33/13	PIEM0411 1° 30-35			158,35	19,33
2010 33/14	PIEM0411 2° 5-10			135,64	24,37
2010 33/15	PIEM0411 2° 30-35			158,72	18,24
2010 33/16	PIEM0411 3° 5-10			134,88	24,92
2010 33/17	PIEM0411 3° 30-35			157,33	19,69
2010 33/18	PIEM0414 1° 30-35			156,13	20,51
2010 33/19	PIEM0414 2° 5-10			134,05	25,41
2010 33/20	PIEM0414 2° 30-35			155,34	20,74
2010 33/21	PIEM0414 3° 5-10			128,88	27,01
2010 33/22	PIEM0414 3° 30-35			151,16	21,63
2010 33/23	PIEM0414 4° 5-10			146,80	22,72

METODICHE DI RIFERIMENTO	
1	Società Italiana della Scienza del Suolo, S.I.S.S., 1985. Metodi normalizzati di analisi del suolo. Edagricole, Bologna
2	Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali, 1994. Metodi Ufficiali di analisi chimica del suolo. Roma
3	Ministero per le Politiche Agricole, 1997. Metodi di analisi fisica del suolo. Franco Angeli Editore, Milano
4	Ministero per le Politiche Agricole, 2000. Metodi di analisi chimica del suolo. Franco Angeli Editore, Milano

Il tecnico di laboratorio
dott. Nicoletta Alliani

Nicoletta Alliani

Rapporto di Prova Analisi
N.2010_33_02 del 21/11/07

IDENTIFICAZIONE					
Identificativo laboratorio			2010_33_1	2010_33_2	2010_33_3
Identificativo Committente			ALBA01 0-25	ALBA01 25-50	ALBA01 50-80
RISULTATI ANALITICI					
contrassegno laboratorio			2010_33_1	2010_33_2	2010_33_3
Parametro	Unità di misura	Metodo			
Tessitura apparente (classificazione USDA):			Franco-sabbioso	Franco-sabbioso	Franco-sabbioso
sabbia grossolana	%secco all'aria	3	22,2	26,6	16,7
sabbia fine	%secco all'aria	3	28,4	30,4	32,1
limo grossolano	%secco all'aria	3	18,4	15,9	16,9
limo fine	%secco all'aria	3	26,9	21,6	27,5
argilla	%secco all'aria	3	4,1	5,5	6,8
Carbonio organico	%secco all'aria	4	1,90	1,48	0,64
Sostanza organica	%secco all'aria	4	3,28	2,54	1,10
METODICHE DI RIFERIMENTO					
1	Società Italiana della Scienza del Suolo, SISS, 1985. Metodi normalizzati di analisi del suolo. Edagricole, Bologna				
2	Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali, 1994. Metodi Ufficiali di analisi chimica del suolo. Roma				
3	Ministero per le Politiche Agricole, 1997. Metodi di analisi fisica del suolo. Franco Angeli Editore.				
4	Ministero per le Politiche Agricole, 2000. Metodi di analisi chimica del suolo. Franco Angeli Editore				

Il tecnico di laboratorio
dott. Nicoletta Alliani

Nicoletta Alliani



istituto per
le piante da legno
e l'ambiente Ipla spa

Corso Casale, 476- 10132, Torino
Tel. +39.011.89.98.933 - Fax +39.011.89.89.333
www.ipla.org - Ipla@ipla.org
Capitale Sociale € 930.800 - C.F. e P. IVA 02581260011

Rapporto di Prova Analisi
N.2010_33_03 del 06/12/07

IDENTIFICAZIONE				
Identificativo laboratorio			2010_33_24	2010_33_25
Identificativo Committente			BUR0015 5-20	BUR0015 25-45
RISULTATI ANALITICI				
contrassegno laboratorio			2010_33_24	2010_33_25
Parametro	Unità di misura	Metodo		
Tessitura apparente (classificazione USDA):			Franco-sabbioso	Franco-sabbioso
sabbia grossolana	%secco all'aria	3	26,4	19,1
sabbia fine	%secco all'aria	3	33,1	41,4
limo grossolano	%secco all'aria	3	13,3	15,1
limo fine	%secco all'aria	3	19,3	17,6
argilla	%secco all'aria	3	7,9	6,8
Carbonio organico	%secco all'aria	4	1,04	0,39
Sostanza organica	%secco all'aria	4	1,79	0,66
METODICHE DI RIFERIMENTO				
1	Società Italiana della Scienza del Suolo, S.I.S.S., 1985. Metodi normalizzati di analisi del suolo. Edagricole, Bologna			
2	Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali, 1994. Metodi Ufficiali di analisi chimica del suolo. Roma			
3	Ministero per le Politiche Agricole, 1997. Metodi di analisi fisica del suolo. Franco Angeli Editore.			
4	Ministero per le Politiche Agricole, 2000. Metodi di analisi chimica del suolo. Franco Angeli Editore			

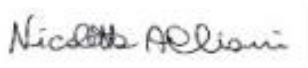
Il tecnico di laboratorio
dott. Nicoletta Alliani

Nicoletta Alliani

Rapporto di Prova Analisi
N.2010_33_04 del 06/12/07

IDENTIFICAZIONE				
Identificativo laboratorio			2010_33_26	2010_33_27
Identificativo Committente			PIEM0411 5-20	PIEM0411 30-40
RISULTATI ANALITICI				
contrassegno laboratorio			2010_33_26	2010_33_27
Parametro	Unità di misura	Metodo		
Tessitura apparente (classificazione USDA):			Franco-limoso	Franco-limoso
sabbia grossolana	%secco all'aria	3	4,3	2,5
sabbia fine	%secco all'aria	3	23,7	23,9
limo grossolano	%secco all'aria	3	29,4	28,1
limo fine	%secco all'aria	3	33,6	35,2
argilla	%secco all'aria	3	9,0	10,3
Carbonio organico	%secco all'aria	4	1,87	1,36
Sostanza organica	%secco all'aria	4	3,22	2,34
METODICHE DI RIFERIMENTO				
1	Società Italiana della Scienza del Suolo, S.I.S.S., 1985. Metodi normalizzati di analisi del suolo. Edagricole, Bologna			
2	Ministero delle Risonse Agricole, Alimentari e Forestali, 1994. Metodi Ufficiali di analisi chimica del suolo. Roma			
3	Ministero per le Politiche Agricole, 1997. Metodi di analisi fisica del suolo. Franco Angeli Editore.			
4	Ministero per le Politiche Agricole, 2000. Metodi di analisi chimica del suolo. Franco Angeli Editore			

Il tecnico di laboratorio
 dott. Nicoletta Alliani



Rapporto di Prova Analisi
2010_33_05 del 02/01/08

IDENTIFICAZIONE				
Identificativo laboratorio			2010_33_28	2010_33_29
Identificativo Committente			BUR007 20-25	BUR007 30-40
RISULTATI ANALITICI				
contrassegno laboratorio			2010_33_28	2010_33_29
Parametro	Unità di misura	Metodo		
Tessitura apparente (classificazione USDA):			Franco-sabbioso	Franco-limoso
sabbia grossolana	%secco all'aria	3	22,7	3,4
sabbia fine	%secco all'aria	3	37,4	23,9
limo grossolano	%secco all'aria	3	14,2	28,7
limo fine	%secco all'aria	3	18,4	34,4
argilla	%secco all'aria	3	7,3	9,6
Carbonio organico	%secco all'aria	4	1,76	0,71
Sostanza organica	%secco all'aria	4	3,03	1,22
METODICHE DI RIFERIMENTO				
1	Società Italiana della Scienza del Suolo, SISS, 1985. Metodi normalizzati di analisi del suolo. Edagricole, Bologna			
2	Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali, 1994. Metodi Ufficiali di analisi chimica del suolo. Roma			
3	Ministero per le Politiche Agricole, 1997. Metodi di analisi fisica del suolo. Franco Angeli Editore.			
4	Ministero per le Politiche Agricole, 2000. Metodi di analisi chimica del suolo. Franco Angeli Editore			

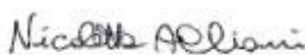
Il tecnico di laboratorio
 dott. Nicoletta Alliani



Rapporto di Prova Analisi
N. 2010_33_06 del 02/01/08

RISULTATI ANALITICI: PESO SECCO E UMIDITA' TOTALE					
Identificativo laboratorio	Identificativo del cliente	descrizione	metodo	peso secco g a 105°C	umidità totale % sul tale quale
2010_33_30	BUR007 20-25 1°	suolo in cilindretto	gravimetrico, essiccazione a 105°C, rif. n. 3	155,69	19,73
2010_33_31	BUR007 27-32 2°			137,58	22,63
METODICHE DI RIFERIMENTO					
1	Società Italiana della Scienza del Suolo, S.I.S.S., 1985. Metodi normalizzati di analisi del suolo. Edagricole, Bologna				
2	Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali, 1994. Metodi Ufficiali di analisi chimica del suolo. Roma				
3	Ministero per le Politiche Agricole, 1997. Metodi di analisi fisica del suolo. Franco Angeli Editore, Milano				
4	Ministero per le Politiche Agricole, 2000. Metodi di analisi chimica del suolo. Franco Angeli Editore, Milano				

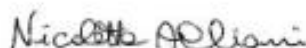
Il tecnico di laboratorio
 dott. Nicoletta Alliani



Rapporto di Prova Analisi
N. 2010_33_07 del 29/11/08

RISULTATI ANALITICI: PESO SECCO E UMIDITA' TOTALE					
Identificativo laboratorio	Identificativo del cliente	descrizione	metodo	peso secco g a 105°C	umidità totale % sul tal quale
2010/33/37	BUR008 18-30 1°	suolo in cilindretto	gravimetrico, essiccazione a 105°C, rif. n. 3	156,71	18,67
2010/33/08	BUR008 30-50			167,14	17,96
2010/33/39	BUR008 0-18 2°			136,66	23,67
2010/33/40	BUR008 18-30 2°			166,11	17,42
2010/33/41	BUR008 30-40 2°			158,57	18,08
2010/33/42	BUR008 0-18 3°			120,80	25,83
2010/33/43	BUR008 18-30 3°			136,39	23,39
2010/33/44	BUR001 22-28 1°			151,55	19,56
2010/33/45	BUR001 22-28 2°			148,31	20,41
2010/33/46	BUR008 0-18 1°			132,36	24,94
METODICHE DI RIFERIMENTO					
1	Società Italiana della Scienza del Suolo, SISS, 1985. Metodi normalizzati di analisi del suolo. Edagricole, Bologna				
2	Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali, 1994. Metodi Ufficiali di analisi chimica del suolo. Roma				
3	Ministero per le Politiche Agricole, 1997. Metodi di analisi fisica del suolo. Franco Angeli Editore, Milano				
4	Ministero per le Politiche Agricole, 2000. Metodi di analisi chimica del suolo. Franco Angeli Editore, Milano				

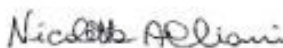
Il tecnico di laboratorio
 dott. Nicoletta Alliani



Rapporto di Prova Analisi
2010_33_08 del 29/01/08

IDENTIFICAZIONE				
Identificativo laboratorio			2010_33_32	2010_33_33
Identificativo Committente			BUR001 20-30	BUR001 30-50
RISULTATI ANALITICI				
contrassegno laboratorio			2010_33_32	2010_33_33
Parametro	Unità di misura	Metodo		
Tessitura apparente (classificazione USDA):			FL	FL
sabbia grossolana	%secco all'aria	3	3,7	1,5
sabbia fine	%secco all'aria	3	27,9	21,1
limo grossolano	%secco all'aria	3	31,5	29,6
limo fine	%secco all'aria	3	29,2	30,5
argilla	%secco all'aria	3	7,7	17,3
Carbonio organico	%secco all'aria	4	1,14	0,51
Sostanza organica	%secco all'aria	4	1,96	0,88
METODICHE DI RIFERIMENTO				
1	Società Italiana della Scienza del Suolo, S.I.S.S., 1985. Metodi normalizzati di analisi del suolo. Edagricole, Bologna			
2	Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali, 1994. Metodi Ufficiali di analisi chimica del suolo. Roma			
3	Ministero per le Politiche Agricole, 1997. Metodi di analisi fisica del suolo. Franco Angeli Editore,			
4	Ministero per le Politiche Agricole, 2000. Metodi di analisi chimica del suolo. Franco Angeli Editore			

Il tecnico di laboratorio
 dott. Nicoletta Alliani



Rapporto di Prova Analisi
N.2010_33_09 del 29/01/08

IDENTIFICAZIONE					
Identificativo laboratorio			2010_33_34	2010_33_35	2010_33_36
Identificativo Committente			BUR008 0-18	BUR008 18-30	BUR008 30-50
RISULTATI ANALITICI					
contrassegno laboratorio			2010_33_34	2010_33_35	2010_33_36
Parametro	Unità di misura	Metodo			
Tessitura apparente (classificazione USDA):			FS	FS	F
sabbia grossolana	%secco all'aria	3	15,5	15,5	10,7
sabbia fine	%secco all'aria	3	38,6	40,6	34,6
limo grossolano	%secco all'aria	3	15,8	15,1	19,2
limo fine	%secco all'aria	3	24,5	23,6	25,7
argilla	%secco all'aria	3	5,6	5,2	9,8
Carbonio organico	%secco all'aria	4	1,63	1,37	0,44
Sostanza organica	%secco all'aria	4	2,80	2,36	0,76
METODICHE DI RIFERIMENTO					
1	Società Italiana della Scienza del Suolo, SISS, 1985. Metodi normalizzati di analisi del suolo. Edagricole, Bologna				
2	Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali, 1994. Metodi Ufficiali di analisi chimica del suolo. Roma				
3	Ministero per le Politiche Agricole, 1997. Metodi di analisi fisica del suolo. Franco Angeli Editore,				
4	Ministero per le Politiche Agricole, 2000. Metodi di analisi chimica del suolo. Franco Angeli Editore				

Il tecnico di laboratorio
 dott. Nicoletta Alliani



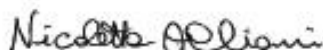
Rapporto di Prova Analisi

N. 104.008 3_98 del 28/04/08

Matrice: cilindretti di suolo

sigla	peso netto secco g	umidità %	sigla	peso netto secco g	umidità %
NOV02_1	171,27	15,6	NUO3_25-35	153,91	21,0
NOV02_2	178,05	14,8	NUO3 soletta DA1	148,63	22,2
NOV02_3	172,05	16,5	NUO3 soletta DA2	148,99	21,7
AF60/16 DA1	144,06	23,6	NUO3 soletta DA3	147,23	22,2
AF60/16 DA2	137,44	25,3	NUO4 DA1	164,24	17,4
AF60/16 DA3	125,82	26,0	NUO4 DA2	154,60	19,7
AF60/20 DA1	158,58	17,5	NUO4 DA3	156,00	19,2
AF60/20 DA2	159,66	18,9	NUO5 DA1	148,95	21,7
AF60/20 DA3	152,90	18,7	NUO5 DA2	146,05	22,3
AF60/21 DA1	158,93	17,4	NUO5 DA3	144,33	22,4
AF60/21 DA2	140,80	21,7	PIEM411 DA1	139,38	22,2
AF60/21 DA3	156,58	16,8	PIEM411 DA2	145,76	20,8
AF61/6 DA1	172,57	15,7	PIEM411 DA3	136,13	22,8
AF61/6 DA2	164,65	17,1	PIEM413 DA1	155,72	19,7
AF61/6 DA3	172,60	16,1	PIEM413 DA2	151,69	20,1
BIEL28 DA1	178,52	13,9	PIEM413 DA3	155,10	20,6
BIEL28 DA2	172,38	15,0	RINO2 DA1	172,58	15,2
BIEL28 DA3	183,33	13,0	RINO2 DA2	173,11	15,6
BURO1 DA1	177,32	13,5	RINO2 DA3	174,78	15,7
BURO1 DA2	173,43	14,1	TONO13 DA1	182,88	16,0
BURO1 DA3	180,71	13,2	TONO13 DA2	173,47	16,5
BURO16 DA1	160,84	17,6	TONO13 DA3	180,23	17,2
BURO16 DA2	172,91	16,1	TONO14 DA1	155,75	18,0
BURO16 DA3	176,71	15,6	TONO14 DA2	161,45	17,2
BURO2 DA1	147,80	19,2	TONO14 DA3	162,80	16,3
BURO2 DA2	156,49	18,4	TONO17 DA1	151,85	18,7
BURO2 DA3	151,31	19,3	TONO17 DA2	163,46	16,9
GRE01 DA1	156,96	21,1	TONO17 DA3	157,38	17,8
GRE01 DA2	157,14	19,9	VERC041 DA1	148,88	19,8
GRE01 DA3	151,48	21,3	VERC041 DA2	159,25	17,7
GRE02 DA1	171,74	14,9	VERC041 DA3	150,37	20,3
GRE03 DA1	156,31	18,3	VERCE42 DA1	159,90	18,2
NUO06 DA1	170,80	17,0	VERCE42 DA2	161,48	18,0
NUO06 DA2	165,99	17,5	VERCE42 DA3	153,62	19,4
NUO06 DA3	160,99	18,4			

Il tecnico di laboratorio
 dott. Nicoletta Alliani

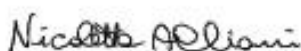


Rapporto di Prova Analisi

N. 104.008 69_94 del 13/05/08

DESCRIZIONE									
Campioni di suolo denominati come da contrassegno									
RISULTATI ANALITICI									
contrassegno laboratorio	contrassegno campione	carbonio organico %	sostanza organica %	sabbia grossolana %	sabbia fine %	limo grossolano %	limo fine %	argilla %	tessitura USDA
104008/69	GRE1 22-32	1,20	2,06	11,8	19,20	18,2	32,2	18,9	FL
104008/70	GRE2 22-32	1,22	2,09	21,0	28,00	18,5	24,9	7,6	F
104008/71	GRE3 22-32	1,62	2,78	25,0	18,80	11,8	23,6	20,8	F
104008/72	VERCE42 15-25	1,33	2,29	3,0	25,70	27,3	31,0	13,0	FL
104008/73	BIEL28 I	0,35	0,60	3,7	23,20	31,6	28,9	12,6	FL
104008/74	NOV02 20-31	1,05	1,81	18,9	34,00	19,0	23,1	7,0	F
104008/75	AF80/16	0,63	1,09	8,5	27,10	17,9	31,7	14,8	F
104008/76	AF60/20	1,09	1,87	25,1	36,90	12,6	18,2	7,2	FS
104008/77	AF80/21 I	1,04	1,79	23,8	32,00	12,8	21,7	9,7	FS
104008/78	AF61/6 25-35	0,21	0,37	10,3	20,50	23,9	34,0	11,3	FL
104008/79	NUO3 15-20	1,00	1,72	9,6	39,90	17,5	20,4	12,6	F
104008/80	NUO3 25-35	0,17	0,29	8,5	41,90	15,6	16,4	17,6	F
104008/81	NUO3 45-55	0,37	0,64	9,2	33,30	19,8	20,6	17,1	F
104008/82	NUO4 25-35	1,24	2,13	12,7	38,50	17,4	24,2	7,2	F
104008/83	NUO5 15-25	1,28	2,20	14,7	39,50	14,3	19,6	11,9	FS
104008/84	BURO1 15-25	0,70	1,21	2,2	27,50	29,3	27,9	13,1	FL
104008/85	BURO2 20-35	1,46	2,51	4,8	24,00	30,1	33,5	7,6	FL
104008/86	BURO16	0,98	1,69	16,6	24,50	21,9	29,1	7,9	FL
104008/87	PIEM411	1,71	2,94	4,6	21,50	30,4	34,1	9,4	FL
104008/88	PIEM413	1,15	1,98	2,5	22,30	26,9	33,3	15,0	FL
104008/89	TONO13	0,73	1,26	9,3	26,20	31,2	23,1	10,2	FL
104008/90	TONO14	1,15	1,98	47,6	24,40	9,2	14,2	4,6	FS
104008/91	TONO17	0,90	1,55	6,3	25,40	32,2	26,1	10,0	FL
104008/92	RINO2 25-35	0,70	1,20	1,5	23,30	31,7	30,2	13,3	FL
104008/93	VERC41	0,77	1,33	2,3	16,20	25,5	30,6	25,4	FL
104008/94	NUO06	0,62	1,41	17,7	28,90	15,8	21,1	16,5	F
metodiche di riferimento		4	4	3	3	3	3	3	3
METODICHE DI RIFERIMENTO									
1	Società Italiana della Scienza del Suolo, S.I.S.S., 1985. Metodi normalizzati di analisi del suolo. Edagricole, Bologna								
2	Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali, 1994. Metodi Ufficiali di analisi chimica del suolo. Roma								
3	Ministero per le Politiche Agricole, 1997. Metodi di analisi fisica del suolo. Franco Angeli Editore, Milano								
4	Ministero per le Politiche Agricole, 2000. Metodi di analisi chimica del suolo. Franco Angeli Editore, Milano								

Il tecnico di laboratorio
 dott. Nicoletta Alliani



**ALLEGATO C – DATI MENSILI REGISTRATI NELLE STAZIONI
METEOROLOGICHE ARPA E RAM NEL PERIODO MARZO-
SETTEMBRE (ANNI 1999-2007)**

LEGENDA:

TMmg	=	Temperatura media giornaliera (media mensile) [°C]
TMng	=	Temperatura minima giornaliera (media mensile) [°C]
TMxg	=	Temperatura massima giornaliera (media mensile) [°C]
Ummg	=	Umidità media giornaliera (media mensile) [%]
Umng	=	Umidità minima giornaliera (media mensile) [%]
Umxg	=	Umidità massima giornaliera (media mensile) [%]
PGg	=	Precipitazione (totale mensile) [mm]
Vento	=	Velocità del vento media giornaliera (media mensile) [m/s]
Rad	=	Radiazione diretta totale giornaliera (media mensile) [MJ m ⁻² day ⁻¹]
TOT DAY	=	Totale giorni di osservazione

STAZIONE di ALBANO VERCELLESE (ARPA)

DATA	TMmg [°C]	TMng [°C]	TMxg [°C]	Ummg [%]	Umng [%]	Umxg [%]	PGg [mm]	TOT DAY
da 15/03/1999	8,5	2,1	15,1	68	41	91	86,8	17
aprile-99	12,2	6,2	18,5	73	41	97	33,6	30
maggio-99	17,6	12,6	23,6	80	53	100	124,2	31
giugno-99	19,5	13,6	26,0	78	48	100	79,0	30
luglio-99	22,5	16,4	29,4	80	51	100	45,6	31
agosto-99	21,5	16,5	27,9	88	61	100	88,6	31
a 10/09/1999	18,9	13,5	26,3	88	58	100	29,8	10
da 15/03/2000	8,6	1,2	16,0	64	40	86	30,2	17
aprile-00	11,9	7,2	17,5	79	55	96	210,6	30
maggio-00	18,1	13,0	24,4	74	44	95	121,4	31
giugno-00	21,2	15,1	27,9	70	41	96	37,0	30
luglio-00	20,4	14,1	27,5	71	39	96	85,0	31
agosto-00	21,5	15,7	28,8	77	45	99	44,8	31
a 10/09/2000	17,7	10,1	26,9	71	32	98	0,0	10
da 15/03/2001	10,9	5,6	16,9	82	54	99	78,2	17
aprile-01	10,9	4,8	17,4	71	41	97	38,4	30
maggio-01	17,7	12,6	23,6	77	48	99	69,8	31
giugno-01	19,8	12,5	27,0	66	35	97	47,2	30
luglio-01	22,1	15,8	29,1	72	39	98	63,8	31
agosto-01	22,5	16,6	29,7	76	43	100	51,6	31
a 10/09/2001	16,5	9,4	25,2	73	33	99	11,2	10
da 15/03/2002	9,7	2,1	18,0	63	29	92	0,4	17
aprile-02	12,0	6,6	17,9	76	46	98	51,4	30
maggio-02	16,0	10,6	21,8	82	53	99	300,6	31
giugno-02	22,0	16,2	28,4	78	48	99	23,8	30
luglio-02	21,4	15,7	28,0	81	51	99	134,8	31
agosto-02	20,7	15,6	27,2	85	56	99	194,6	31
a 10/09/2002	18,6	14,6	24,4	88	60	99	139,2	10
da 15/03/2003	8,8	0,9	17,6	66	32	95	0,0	17
aprile-03	11,8	5,9	18,1	74	42	97	43,8	30
maggio-03	18,6	12,0	25,9	69	37	97	31,0	31
giugno-03	24,5	17,7	32,1	72	40	99	58,4	30
luglio-03	23,6	17,1	31,0	74	40	98	57,0	31
agosto-03	24,4	17,6	32,7	77	40	99	19,4	31
a 10/09/2003	17,3	11,3	24,3	77	45	99	43,4	10
da 15/03/2004	9,3	2,8	16,5	74	42	96	3,4	17
aprile-04	11,8	6,0	17,9	77	48	98	147,4	30

maggio-04	15,3	9,5	21,7	75	45	98	101,2	31
giugno-04	21,2	14,8	28,0	71	39	97	10,6	30
luglio-04	22,6	15,9	29,6	73	39	98	28,2	31
agosto-04	22,3	16,5	29,6	79	46	99	134,8	31
a 10/09/2004	21,3	15,5	28,9	77	43	98	0,2	10
DATA	TMmg [°C]	TMng [°C]	TMxg [°C]	Ummg [%]	Umng [%]	Umxg [%]	PGg [mm]	TOT DAY
da 15/03/2005	12,4	6,2	19,6	69	43	89	32,8	17
aprile-05	12,2	7,0	17,9	74	48	92	108,2	30
maggio-05	18,4	11,4	25,5	67	37	92	31,0	31
giugno-05	22,8	16,3	29,6	70	40	94	23,4	30
luglio-05	23,5	16,8	30,9	73	40	96	56,6	31
agosto-05	21,0	14,9	28,2	78	46	98	118,4	31
a 10/09/2005	21,3	16,9	26,9	83	56	98	73,6	10
da 15/03/2006	9,4	3,7	15,2	73	47	89	19,6	17
aprile-06	13,7	7,5	20,2	68	38	90	38,8	30
maggio-06	18,0	11,8	24,4	69	39	93	33,4	31
giugno-06	22,4	14,8	29,8	61	30	92	9,4	30
luglio-06	25,6	18,7	33,0	70	37	96	31,6	31
agosto-06	21,1	14,6	28,5	73	39	98	42,4	31
a 10/09/2006	22,0	14,9	30,7	78	41	100	0,6	10
da 15/03/2007	9,8	3,7	16,5	64	34	88	8,8	17
aprile-07	17,0	10,1	24,3	70	37	95	31,6	30
maggio-07	18,9	12,6	25,5	74	43	98	117,4	31
giugno-07	22,1	16,4	28,3	80	50	100	116,6	30
luglio-07	23,5	15,4	31,7	70	34	100	9,8	31
agosto-07	21,7	16,0	28,7	82	49	100	121,6	31
a 10/09/2007	18,7	11,3	27,7	74	34	100	8,8	10

STAZIONE di BURONZO (RAM)

DATA	TMmg [°C]	TMng [°C]	TMxg [°C]	Ummg [%]	Umng [%]	Umxg [%]	PGg [mm]	TOT DAY
da 15/03/1999	9,2	2,5	16,8	69	39	92	91,8	17
aprile-99	12,9	7,5	19,5	71	40	92	62,2	30
maggio-99	18,7	13,9	25,0	74	47	93	213,6	31
giugno-99	20,7	15,2	27,4	70	41	93	109,0	30
luglio-99	23,7	17,5	31,3	70	38	93	70,2	31
agosto-99	22,4	17,4	30,0	78	46	95	124,6	31
a 10/09/1999	19,8	13,8	28,3	78	40	96	54,0	10
da 15/03/2000	8,9	2,3	16,2	66	38	87	37,8	17
aprile-00	12,7	8,5	17,9	76	50	92	242,0	30
maggio-00	18,9	14,6	24,4	72	44	90	188,8	31
giugno-00	22,0	16,4	28,2	69	41	91	48,4	30
luglio-00	21,1	15,3	28,0	70	39	92	122,0	31
agosto-00	22,4	16,4	29,7	76	44	94	24,8	31
a 10/09/2000	18,2	9,8	28,1	69	32	94	4,8	10
da 15/03/2001	11,0	5,6	16,8	78	50	94	73,8	17
aprile-01	11,4	5,9	17,4	68	39	90	34,6	30
maggio-01	18,4	13,7	23,7	73	46	91	95,4	31
giugno-01	20,5	14,3	27,1	64	35	89	39,0	30
luglio-01	22,6	16,8	29,7	71	40	92	147,4	31
agosto-01	23,2	17,3	30,6	74	42	93	84,2	31
a 10/09/2001	17,0	9,6	26,2	70	31	93	5,2	10
da 15/03/2002	9,9	2,0	18,0	59	29	87	0,0	17
aprile-02	12,5	7,4	17,6	68	42	88	51,2	30
maggio-02	16,6	12,0	21,6	74	48	91	292,8	31
giugno-02	22,8	17,6	28,1	71	46	90	52,4	30
luglio-02	21,8	16,5	28,1	76	46	93	177,0	31
agosto-02	21,0	15,8	27,5	80	51	95	287,8	31
a 10/09/2002	18,5	14,4	24,7	83	55	96	138,8	10
da 15/03/2003	9,1	0,9	17,4	60	29	87	0,4	17
aprile-03	12,3	7,3	17,6	67	38	88	55,2	30
maggio-03	19,2	13,4	25,3	61	34	85	9,8	31
giugno-03	25,0	19,2	30,9	67	39	89	15,2	30
luglio-03	23,8	18,1	30,3	69	38	90	38,8	31
agosto-03	24,7	18,0	32,6	71	38	92	32,2	31
a 10/09/2003	17,6	11,5	24,1	70	40	92	50,8	10
da 15/03/2004	9,1	2,7	16,2	72	41	91	16,0	17
aprile-04	12,0	6,8	17,3	70	44	89	187,0	30

maggio-04	15,8	11,0	21,1	70	45	89	97,0	31
giugno-04	21,6	16,2	27,5	67	38	88	19,6	30
luglio-04	22,6	17,0	28,7	71	40	91	26,6	31
agosto-04	22,0	16,4	29,3	76	44	94	160,0	31
a 10/09/2004	21,1	15,3	28,4	74	41	94	0,8	10
DATA	TMmg [°C]	TMng [°C]	TMxg [°C]	Ummg [%]	Umng [%]	Umxg [%]	PGg [mm]	TOT DAY
da 15/03/2005	11,9	5,7	18,5	71	44	91	73,4	17
aprile-05	11,9	7,8	16,7	73	49	89	110,6	30
maggio-05	18,3	12,7	24,0	64	37	86	76,4	31
giugno-05	22,3	17,1	28,3	67	41	88	43,6	30
luglio-05	23,1	17,0	29,6	69	38	91	46,8	31
agosto-05	20,6	14,9	27,7	74	44	92	52,2	31
a 10/09/2005	20,7	16,2	26,0	78	53	93	68,6	10
da 15/03/2006	8,5	3,1	13,9	77	53	91	22,8	17
aprile-06	13,1	8,0	18,8	69	41	89	40,0	30
maggio-06	17,5	12,4	22,7	68	42	90	96,0	31
giugno-06	21,6	15,3	27,6	62	33	88	17,4	30
luglio-06	24,8	19,3	30,5	70	39	91	36,2	31
agosto-06	20,1	14,0	27,4	72	39	95	54,4	31
a 10/09/2006	21,2	13,9	29,7	76	41	95	8,6	10
da 15/03/2007	8,8	2,9	15,1	66	36	89	12,4	17
aprile-07	16,6	10,9	22,6	67	38	89	28,4	30
maggio-07	18,3	12,8	24,2	69	41	91	210,4	31
giugno-07	21,0	16,3	26,6	77	49	94	190,6	30
luglio-07	22,7	15,7	30,3	68	34	93	8,4	31
agosto-07	20,7	15,1	27,4	79	48	96	152,4	31
a 10/09/2007	18,0	9,9	26,7	70	33	96	0,4	10

STAZIONE di GATTINARA (RAM)

DATA	TMmg [°C]	TMng [°C]	TMxg [°C]	Ummg [%]	Umng [%]	Umxg [%]	PGg [mm]	TOT DAY
da 15/03/1999	10,7	6,2	16,0	55	37	74	82,6	17
aprile-99	13,2	8,6	18,8	62	39	82	62,4	30
maggio-99	18,3	13,7	23,9	72	48	92	213,0	31
giugno-99	20,3	15,1	26,6	64	40	86	132,4	30
luglio-99	23,8	18,4	30,0	60	37	80	31,8	31
agosto-99	22,4	17,8	28,6	72	48	90	64,2	31
a 10/09/1999	20,6	16,6	26,3	68	46	86	31,0	10
da 15/03/2000	10,0	5,5	15,8	59	36	82	60,0	17
aprile-00	12,5	8,8	17,3	71	49	88	260,6	30
maggio-00	18,4	14,1	24,0	69	44	89	195,0	31
giugno-00	22,2	17,0	27,8	61	39	81	43,6	30
luglio-00	21,5	16,5	27,5	59	37	81	110,8	31
agosto-00	23,4	18,6	29,3	64	42	83	56,2	31
a 10/09/2000	20,0	14,7	26,7	54	31	75	0,0	10
da 15/03/2001	12,1	8,2	16,8	68	47	89	84,6	17
aprile-01	11,8	7,2	16,9	59	36	82	35,0	30
maggio-01	18,2	14,0	23,4	68	47	87	51,0	31
giugno-01	20,7	15,2	26,5	56	34	78	35,8	30
luglio-01	23,1	17,7	29,2	61	38	83	43,6	31
agosto-01	24,1	19,2	30,2	63	41	82	57,4	31
a 10/09/2001	18,8	13,2	25,3	52	30	78	3,0	10
da 15/03/2002	12,4	7,2	18,0	40	25	58	0,0	17
aprile-02	12,6	8,6	17,1	61	43	77	50,2	30
maggio-02	16,1	11,4	21,0	70	48	88	410,2	31
giugno-02	22,4	17,8	27,3	66	46	84	82,4	30
luglio-02	21,8	17,2	27,4	68	44	88	220,8	31
agosto-02	21,2	16,9	26,6	72	49	88	214,2	31
a 10/09/2002	18,6	14,7	24,0	78	54	94	196,6	10
da 15/03/2003	11,2	6,3	16,6	46	29	66	0,2	17
aprile-03	12,2	7,9	17,0	60	37	80	57,2	30
maggio-03	19,5	14,4	25,2	52	33	72	21,0	31
giugno-03	25,4	20,1	30,8	56	36	77	31,4	30
luglio-03	24,7	19,1	30,3	55	33	77	64,2	31
agosto-03	26,5	21,3	32,2	53	33	73	30,2	31
a 10/09/2003	18,8	14,6	23,6	56	37	77	36,2	10
da 15/03/2004	10,8	7,0	15,5	58	40	76	11,6	17
aprile-04	12,2	8,1	16,8	61	41	80	217,0	30
maggio-04	15,2	10,9	20,3	65	43	83	115,8	31
giugno-04	21,6	16,5	27,0	59	36	80	16,6	30
luglio-04	23,1	18,1	28,6	57	36	79	45,8	31
agosto-04	22,6	18,0	28,2	63	43	83	147,0	31

a 10/09/2004	22,2	18,3	27,1	61	43	77	4,0	10
DATA	TMmg [°C]	TMng [°C]	TMxg [°C]	Ummg [%]	Umng [%]	Umxg [%]	PGg [mm]	TOT DAY
da 15/03/2005	13,3	9,5	17,8	60	44	75	80,6	17
aprile-05	11,8	8,2	16,2	66	46	82	133,6	30
maggio-05	18,3	13,2	23,5	55	35	75	43,4	31
giugno-05	22,2	17,2	27,2	60	40	82	67,8	30
luglio-05	23,6	18,0	29,4	56	34	79	57,8	31
agosto-05	21,3	16,3	26,8	61	41	81	72,4	31
a 10/09/2005	20,9	17,3	25,1	72	53	87	65,4	10
da 15/03/2006	9,2	5,7	13,1	67	50	83	40,0	17
aprile-06	13,3	9,2	18,2	60	39	78	78,6	30
maggio-06	17,0	12,3	21,9	63	40	85	56,4	31
giugno-06	22,1	16,3	27,8	49	29	73	11,8	30
luglio-06	25,7	20,5	30,9	54	34	75	59,0	31
agosto-06	20,8	15,7	26,5	59	36	80	118,6	31
a 10/09/2006	23,2	18,5	29,2	59	38	77	0,8	10
da 15/03/2007	10,0	6,4	14,5	52	34	71	12,6	17
aprile-07	17,2	12,6	22,2	54	36	73	13,2	30
maggio-07	18,1	13,1	23,3	61	40	81	192,4	31
giugno-07	20,6	16,1	25,6	71	48	89	165,6	30
luglio-07	23,7	17,8	29,6	50	31	72	24,6	31
agosto-07	21,4	16,7	27,3	66	44	85	151,2	31
a 10/09/2007	19,6	14,0	25,7	51	33	76	0,0	10

STAZIONE di MASSERANO (ARPA)

DATA	TMmg [°C]	TMng [°C]	TMxg [°C]	Ummg [%]	Umng [%]	Umxg [%]	PGg [mm]	TOT DAY
da 15/03/1999	8,5	2,2	15,0	63	40	83	72,0	17
aprile-99	11,7	5,7	17,6	65	38	88	69,4	30
maggio-99	17,4	12,2	22,8	71	47	91	160,8	31
giugno-99	19,4	13,3	25,1	67	42	90	131,4	30
luglio-99	22,7	16,6	28,8	63	37	87	87,2	31
agosto-99	21,6	16,6	27,2	72	46	91	87,0	31
a 10/09/1999	19,3	14,1	25,7	73	43	92	27,8	10
da 15/03/2000	8,3	1,3	15,2	65	39	90	51,2	17
aprile-00	11,6	6,6	16,9	78	53	97	229,8	30
maggio-00	17,9	12,7	23,5	75	47	96	233,4	31
giugno-00	21,3	15,1	27,3	70	44	96	46,6	30
luglio-00	20,5	13,9	26,7	70	42	95	118,0	31
agosto-00	22,1	16,0	28,5	76	48	98	36,0	31
a 10/09/2000	18,1	10,5	26,1	70	39	97	5,6	10
da 15/03/2001	10,6	4,4	16,3	83	57	100	72,8	17
aprile-01	10,5	4,0	16,5	75	46	99	30,8	30
maggio-01	17,5	12,0	23,1	81	55	100	95,8	31
giugno-01	19,6	12,2	26,0	71	42	98	70,4	30
luglio-01	22,2	15,9	28,4	75	48	98	103,6	31
agosto-01	22,9	16,7	29,4	78	50	100	56,2	31
a 10/09/2001	16,6	9,1	24,4	74	40	99	17,2	10
da 15/03/2002	9,6	2,0	17,3	57	29	87	0,4	17
aprile-02	11,9	6,2	17,1	72	46	96	43,8	30
maggio-02	15,7	10,2	21,0	82	55	100	324,2	31
giugno-02	22,0	16,0	27,6	75	49	98	92,2	30
luglio-02	21,4	15,3	27,4	78	50	99	221,0	31
agosto-02	20,7	15,5	26,5	82	55	100	257,4	31
a 10/09/2002	18,5	14,4	24,0	87	60	100	169,8	10
da 15/03/2003	8,6	0,7	16,7	56	29	83	0,0	17
aprile-03	11,6	5,9	17,1	64	37	88	38,0	30
maggio-03	18,4	11,3	25,2	60	34	89	26,8	31
giugno-03	24,9	17,6	31,4	62	36	89	9,2	30
luglio-03	25,0	18,2	31,4	62	34	90	91,4	31
agosto-03	25,2	17,9	32,4	64	36	90	39,0	31
a 10/09/2003	17,8	11,8	23,5	67	42	91	31,8	10
da 15/03/2004	9,0	2,5	15,5	71	43	94	8,6	17
aprile-04	11,3	5,4	16,9	72	47	93	173,2	30

maggio-04	15,0	9,2	20,8	72	45	95	114,0	31
giugno-04	21,1	14,5	27,2	67	40	93	35,4	30
luglio-04	22,2	15,5	28,9	68	41	94	47,0	31
agosto-04	21,5	15,6	27,8	76	46	97	195,8	31
a 10/09/2004	21,0	15,5	27,3	73	44	96	0,6	10
DATA	TMmg [°C]	TMng [°C]	TMxg [°C]	Ummg [%]	Umng [%]	Umxg [%]	PGg [mm]	TOT DAY
da 15/03/2005	11,5	5,4	18,0	67	42	87	55,8	17
aprile-05	10,9	6,0	15,9	72	48	90	127,8	30
maggio-05	17,3	10,1	23,4	63	37	89	34,6	31
giugno-05	21,6	15,3	27,2	65	42	89	63,6	30
luglio-05	22,4	15,2	28,8	66	38	92	50,4	31
agosto-05	20,0	13,8	26,2	72	45	94	163,4	31
a 10/09/2005	20,2	15,4	25,0	79	57	96	64,4	10
da 15/03/2006	7,9	2,2	13,2	73	50	90	30,6	17
aprile-06	12,0	5,8	17,9	70	42	93	58,0	30
maggio-06	16,3	10,2	21,9	73	45	96	120,2	31
giugno-06	20,8	13,3	27,3	63	36	92	11,2	30
luglio-06	24,6	18,0	30,6	68	42	94	50,6	31
agosto-06	19,8	13,3	26,2	73	44	97	83,4	31
a 10/09/2006	20,9	13,9	28,4	79	49	99	2,0	10
da 15/03/2007	8,3	2,4	14,3	59	33	85	7,4	17
aprile-07	15,4	8,6	21,9	63	35	89	22,4	30
maggio-07	17,0	10,7	23,2	68	40	92	281,8	31
giugno-07	20,2	14,5	25,7	73	46	95	140,8	30
luglio-07	22,1	14,0	29,2	61	31	92	9,2	31
agosto-07	20,4	14,7	26,5	74	45	95	127,8	31
a 10/09/2007	17,5	10,0	25,3	66	34	96	2,0	10

STAZIONE di ROASIO (RAM)

DATA	TMmg [°C]	TMng [°C]	TMxg [°C]	Ummg [%]	Umng [%]	Umxg [%]	PGg [mm]	TOT DAY
da 15/03/2005	13,1	8,1	19,3	65	45	82	111,4	17
aprile-05	11,8	7,3	17,8	71	47	88	192,6	30
maggio-05	18,3	11,9	25,5	62	38	85	66,4	31
giugno-05	22,4	16,4	29,1	65	42	87	88,6	30
luglio-05	23,5	16,8	30,8	63	38	85	102,0	31
agosto-05	21,1	15,1	28,2	69	44	88	197,0	31
a 10/09/2005	20,6	16,1	26,2	78	55	94	94,2	10
da 15/03/2006	9,1	4,3	15,0	71	49	87	51,0	17
aprile-06	13,2	7,6	19,8	64	41	86	96,2	30
maggio-06	17,1	11,1	23,7	69	43	90	133,6	31
giugno-06	22,0	14,7	29,3	56	34	82	20,0	30
luglio-06	25,8	19,4	32,9	60	39	82	57,8	31
agosto-06	21,0	14,9	28,2	64	40	87	176,2	31
a 10/09/2006	22,5	16,7	30,3	67	42	86	2,0	10
da 15/03/2007	9,7	5,2	16,0	56	35	75	23,8	17
aprile-07	17,0	11,2	24,2	61	38	81	29,0	30
maggio-07	17,8	11,9	24,6	68	44	88	411,4	31
giugno-07	20,7	15,2	27,3	75	49	93	226,6	30
luglio-07	23,6	16,5	31,0	58	35	80	29,4	31
agosto-07	21,3	15,7	28,4	72	47	90	248,6	31
a 10/09/2007	19,0	12,2	26,6	61	37	84	0,0	10

STAZIONE di VERCELLI (ARPA)

DATA	TMmg [°C]	TMng [°C]	TMxg [°C]	Ummg [%]	Umng [%]	Umxg [%]	PGg [mm]	Vento [m/s]	Rad [MJ m ⁻² day ⁻¹]	TOT DAY
da 15/03/1999	9,6	3,1	16,2	72	46	93	68,8	2,0	13,2	17
aprile-99	13,6	8,0	19,9	73	43	98	44,4	2,0	16,2	30
maggio-99	18,9	14,0	24,6	80	57	99	75,4	2,1	18,2	31
giugno-99	20,8	15,1	26,8	75	47	99	73,0	1,9	22,0	30
luglio-99	23,5	17,3	30,3	76	48	99	53,0	1,8	24,0	31
agosto-99	22,4	17,4	28,8	84	58	100	141,8	1,5	17,6	31
a 10/09/1999	19,5	13,9	26,7	85	54	100	28,0	1,4	17,1	10
da 15/03/2000	9,7	2,5	16,8	66	46	87	24,8	2,1	12,9	17
aprile-00	13,3	9,0	18,4	78	56	96	190,8	2,2	13,6	30
maggio-00	19,5	14,9	25,1	70	45	92	59,4	2,0	20,0	31
giugno-00	22,5	16,7	29,0	68	42	95	28,4	2,0	23,3	30
luglio-00	21,7	15,2	29,3	71	42	96	83,4	1,8	22,7	31
agosto-00	22,5	16,6	29,7	77	49	98	54,0	1,5	18,6	31
a 10/09/2000	18,6	10,3	27,8	71	36	98	0,0	1,4	19,5	10
da 15/03/2001	12,0	6,7	18,1	81	55	99	75,6	2,0	12,9	13
aprile-01	12,5	7,1	18,6	69	40	96	20,2	2,0	17,3	17
maggio-01	19,3	14,4	24,8	73	48	96	71,2	2,1	19,3	19
giugno-01	21,5	14,5	28,7	63	33	95	11,0	2,0	24,7	25
luglio-01	23,6	17,0	31,1	68	38	95	35,6	1,8	23,3	23
agosto-01	23,5	17,4	30,6	72	42	95	51,4	1,7	20,5	20
a 10/09/2001	17,2	10,0	25,2	68	31	95	4,8	1,7	18,4	18
da 15/03/2002	10,9	3,1	19,4	63	29	94	0,2	2,0	16,2	17
aprile-02	13,4	8,3	19,0	75	48	99	52,8	2,0	15,0	30
maggio-02	17,5	12,4	22,9	81	55	99	268,6	2,2	19,1	31
giugno-02	23,4	17,9	29,4	74	47	100	22,2	1,9	22,6	30
luglio-02	22,6	17,1	28,8	77	48	98	83,6	1,8	22,1	31
agosto-02	21,4	16,3	28,1	81	52	98	106,0	1,6	19,0	31
a 10/09/2002	19,2	14,9	25,4	85	56	98	61,8	1,8	14,2	10

[illegible]

DATA	TMmg [°C]	TMng [°C]	TMxg [°C]	Ummg [%]	Umng [%]	Umxg [%]	PGg [mm]	Vento [m/s]	Rad [MJ m ⁻² day ⁻¹]	TOT DAY
da 15/03/2007	8,9	3,4	15,3	69	38	95	13,8	2,0	12,3	17
aprile-07	16,7	10,6	23,2	67	38	97	34,6	1,8	18,6	30
maggio-07	18,5	12,9	24,5	72	43	99	81,2	2,1	19,9	31
giugno-07	21,4	16,2	27,2	76	47	100	141,8	1,8	22,1	30
luglio-07	23,1	15,6	30,2	67	36	100	4,2	1,8	25,7	31
agosto-07	21,1	15,5	27,8	76	49	100	79,2	1,6	18,5	31
a 10/09/2007	17,9	10,4	26,5	71	34	99	21,0	1,7	19,5	10

**ALLEGATO D – DATI METEOROLOGICI E DI PORTATA E
LIVELLI DI FALDA REGISTRATI NEI CAMPI PROVA DI LENTA
(CASCINA LA RINASCITA) E ALBANO VERCELLESE (CASCINA
NUOVA)**

ALTEZZE D'ACQUA TRANSITANTI – CAMPO PROVA DI LENTA

	M88578	M88579	M88580	M88581	M88582	M88583	M88584	M88585
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
data	Altezze [mm]	Altezze [mm]	Altezze [mm]	Altezze [mm]	Altezze [mm]	Altezze [mm]	Altezze [mm]	Altezze [mm]
22/03/2008	0,66	0,28	0,22	0,22	0,25	0,27	0,27	0,30
23/03/2008	50,85	0,50	18,11	0,45	0,48	0,51	0,46	0,51
24/03/2008	86,94	0,50	106,50	0,46	0,48	0,51	0,46	0,51
25/03/2008	94,85	0,49	111,40	40,49	0,49	0,51	0,46	0,52
26/03/2008	106,54	0,50	123,71	116,53	0,48	0,51	0,46	0,71
27/03/2008	104,42	0,51	117,96	124,42	1,28	0,51	0,47	0,75
28/03/2008	102,57	0,50	118,11	127,73	2,57	0,52	0,48	0,54
29/03/2008	96,61	0,52	120,28	132,73	2,24	0,52	0,48	0,74
30/03/2008	85,36	0,51	118,64	130,47	0,52	0,52	0,49	1,18
31/03/2008	78,95	0,52	109,73	117,45	0,51	0,55	0,49	2,17
01/04/2008	48,90	0,52	41,89	38,36	0,52	0,53	1,94	20,13
02/04/2008	18,18	0,51	17,54	14,92	0,55	0,52	8,66	15,13
03/04/2008	7,37	0,50	52,80	36,76	0,51	0,52	2,83	1,96
04/04/2008	14,74	0,50	68,58	55,77	0,49	0,52	3,37	0,99
05/04/2008	25,40	0,51	78,76	80,30	0,49	0,51	0,47	0,69
06/04/2008	30,53	0,51	85,56	84,09	0,51	0,52	0,48	1,16
07/04/2008	39,29	0,51	62,20	88,66	0,50	0,53	0,57	1,55
08/04/2008	32,27	0,50	41,65	57,46	0,50	0,52	0,50	3,46
09/04/2008	13,82	0,50	50,65	53,06	0,49	0,52	0,48	1,43
10/04/2008	5,52	0,52	79,56	55,22	0,51	0,51	0,48	2,58
11/04/2008	7,11	0,52	96,92	69,47	0,51	18,94	21,94	29,25
12/04/2008	5,25	0,52	58,80	78,56	0,52	52,08	86,07	53,08
13/04/2008	10,76	0,51	46,79	54,32	0,52	37,00	74,34	31,39
14/04/2008	15,97	15,27	66,79	73,47	0,65	46,65	116,33	57,87
15/04/2008	1,54	12,40	46,67	75,25	1,16	76,05	101,53	61,76
16/04/2008	1,69	0,52	26,67	40,35	0,61	51,43	78,22	27,58
17/04/2008	8,36	0,53	16,66	24,13	0,49	32,28	55,70	19,70
18/04/2008	18,59	3,07	56,80	74,78	0,50	65,99	94,13	70,32
19/04/2008	14,40	34,60	42,58	76,08	13,54	104,52	123,40	82,19
20/04/2008	11,01	1,30	30,96	62,19	6,95	54,37	102,77	46,23
21/04/2008	17,71	40,20	69,87	93,14	24,23	73,05	132,52	113,19
22/04/2008	8,56	10,41	40,86	68,73	10,94	51,92	120,03	66,87
23/04/2008	8,22	0,56	21,75	33,77	0,51	12,94	87,60	30,87
24/04/2008	7,98	0,55	14,61	8,10	0,51	0,98	79,28	6,41
25/04/2008	6,46	0,51	13,02	3,39	0,53	0,50	46,11	5,22
26/04/2008	7,63	0,49	10,28	1,27	0,52	0,51	28,77	3,39
27/04/2008	12,92	0,51	8,31	0,56	0,53	0,52	13,71	5,69
28/04/2008	16,81	0,51	9,12	0,50	0,52	0,52	24,93	0,52
29/04/2008	14,92	86,77	9,56	44,47	29,53	80,84	114,07	73,25
30/04/2008	11,67	82,97	7,07	42,99	24,01	19,88	102,61	53,68
01/05/2008	3,73	18,59	5,26	26,92	6,06	0,51	44,75	21,01
02/05/2008	3,47	0,51	2,84	15,67	0,82	0,52	0,47	9,78

03/05/2008	3,99	0,52	1,37	5,92	0,52	0,52	0,48	8,91
04/05/2008	16,26	0,51	0,66	0,62	0,51	0,52	0,48	15,08
05/05/2008	22,77	0,53	0,48	0,50	0,52	0,53	0,48	24,66
06/05/2008	41,17	0,53	42,39	4,44	0,52	0,52	0,49	7,84
07/05/2008	81,28	0,53	102,40	50,87	0,53	0,53	0,48	2,16
08/05/2008	65,29	0,52	90,08	61,16	0,60	0,53	0,50	2,80
09/05/2008	64,98	0,83	93,79	55,90	0,54	0,56	0,50	0,85
10/05/2008	71,28	0,53	122,11	101,57	0,53	0,54	0,50	19,00
11/05/2008	53,75	0,54	102,65	117,76	1,03	0,55	0,50	10,58
12/05/2008	41,58	0,55	93,39	104,00	0,55	0,54	0,51	5,73
13/05/2008	52,57	0,53	91,16	95,92	0,60	0,76	0,50	13,74
14/05/2008	54,61	0,52	85,30	88,35	0,54	0,54	0,58	22,44
15/05/2008	51,31	0,51	110,91	81,24	0,54	0,53	3,63	19,77
16/05/2008	51,35	0,53	79,68	91,15	0,57	10,66	55,95	46,37
17/05/2008	58,12	18,95	91,68	109,71	11,76	78,96	133,11	115,81
18/05/2008	50,31	80,67	73,43	125,03	25,27	130,73	196,50	179,80
19/05/2008	18,89	6,77	40,42	66,02	2,13	65,87	129,20	80,09
20/05/2008	23,92	0,54	68,80	67,92	0,57	49,15	94,83	56,72
21/05/2008	21,99	0,55	70,02	78,82	2,74	50,72	48,32	52,63
22/05/2008	23,19	3,18	64,38	81,48	6,72	64,89	74,04	67,64
23/05/2008	16,51	4,71	54,37	65,93	3,94	52,73	67,40	55,80
24/05/2008	16,71	8,84	62,43	81,42	9,26	73,23	89,52	69,66
25/05/2008	16,21	13,73	61,60	78,35	7,62	65,95	94,64	67,87
26/05/2008	16,47	2,65	55,10	70,99	1,47	53,85	87,71	56,83
27/05/2008	14,37	0,52	50,03	57,29	0,52	28,56	68,41	41,10
28/05/2008	14,12	0,53	46,84	46,83	0,52	0,89	48,53	24,55
29/05/2008	15,52	0,53	57,12	58,14	0,52	0,54	49,17	27,80
30/05/2008	13,70	0,52	54,42	60,61	0,52	0,63	46,00	25,31
31/05/2008	13,23	0,53	48,03	48,31	0,53	0,54	29,14	19,09
01/06/2008	15,80	0,54	47,31	41,56	0,53	0,54	12,47	19,14
02/06/2008	17,09	0,53	49,44	40,65	0,53	0,52	1,90	20,97
03/06/2008	16,12	0,54	23,72	25,13	33,07	71,14	0,52	43,79
04/06/2008	17,21	0,55	7,38	30,99	14,04	27,27	51,12	17,26
05/06/2008	12,91	0,55	7,22	37,85	13,29	28,71	57,63	26,14
06/06/2008	11,23	65,07	5,04	24,81	10,58	13,37	70,77	52,07
07/06/2008	14,00	103,81	3,07	18,07	18,15	50,21	95,13	69,20
08/06/2008	8,45	21,76	2,09	41,34	5,38	3,03	75,30	32,45
09/06/2008	34,21	0,54	41,72	20,56	0,52	0,54	33,89	19,33
10/06/2008	52,13	0,52	109,35	69,35	0,51	0,52	8,40	16,68
11/06/2008	73,41	0,52	112,55	115,29	0,64	0,52	0,49	17,10
12/06/2008	91,98	0,53	117,75	128,49	4,32	0,60	0,49	13,46
13/06/2008	75,66	1,27	102,72	132,18	7,86	65,04	0,49	39,93
14/06/2008	44,22	26,30	83,43	101,55	3,74	75,12	1,31	97,53
15/06/2008	21,04	0,52	59,32	70,43	0,51	47,88	14,60	32,96
16/06/2008	18,38	1,81	59,15	65,71	0,51	32,30	36,20	23,62
17/06/2008	21,15	19,13	67,03	77,75	0,55	41,72	76,11	42,71
18/06/2008	18,79	1,26	54,20	70,49	0,54	16,99	68,44	9,87

19/06/2008	31,13	0,53	60,68	54,97	0,53	0,65	49,63	21,87
20/06/2008	64,77	0,55	94,98	74,86	0,54	0,54	30,35	11,11
21/06/2008	77,54	0,55	108,78	107,92	1,67	0,55	11,87	4,83
22/06/2008	77,91	0,55	108,64	117,13	6,18	0,55	0,71	7,31
23/06/2008	71,36	0,56	107,41	111,01	2,70	1,05	5,16	15,81
24/06/2008	61,00	0,56	96,10	102,40	0,74	5,92	24,57	14,88
25/06/2008	75,25	0,55	85,80	86,83	0,53	0,54	3,85	24,54
26/06/2008	74,26	0,98	87,12	81,73	0,52	0,52	0,49	24,00
27/06/2008	78,37	0,52	94,83	88,29	0,51	0,53	0,49	20,85
28/06/2008	65,98	0,53	106,27	96,78	0,52	0,54	0,50	28,49
29/06/2008	76,03	0,53	109,48	102,73	2,05	0,55	0,50	24,69
30/06/2008	61,55	0,52	96,44	101,93	2,50	0,54	13,56	30,77
01/07/2008	61,98	0,54	97,83	98,59	0,73	0,55	40,80	35,33
02/07/2008	61,49	0,55	95,64	97,21	0,53	0,54	34,83	35,53
03/07/2008	63,83	0,53	95,77	98,38	0,52	0,54	32,66	77,40
04/07/2008	64,78	0,55	95,87	98,74	0,54	0,55	34,43	50,29
05/07/2008	64,32	0,55	95,57	96,92	0,53	0,56	40,69	41,12
06/07/2008	65,09	17,87	98,21	103,70	5,15	15,60	60,12	43,63
07/07/2008	63,60	45,40	88,85	98,82	4,63	26,76	86,33	85,14
08/07/2008	60,98	22,26	100,75	81,90	0,55	0,56	81,26	62,21
09/07/2008	61,21	0,56	111,51	79,84	0,55	0,57	74,77	42,29
10/07/2008	61,60	0,56	114,63	79,05	0,56	0,57	66,71	40,23
11/07/2008	62,93	0,57	121,74	80,02	0,57	0,57	61,14	39,67
12/07/2008	62,16	0,57	131,91	91,00	1,42	8,18	62,51	44,09
13/07/2008	46,74	12,74	155,68	111,19	184,91	61,57	105,08	47,64
14/07/2008	35,48	1,33	70,12	87,38	6,84	43,12	107,83	31,90
15/07/2008	31,94	0,76	77,81	78,83	1,09	9,20	74,93	19,83
16/07/2008	58,13	0,50	85,50	70,29	0,60	0,53	27,52	27,46
17/07/2008	60,19	0,52	99,74	89,23	0,91	0,52	32,16	28,19
18/07/2008	50,49	0,52	101,58	103,63	4,41	0,58	27,58	18,20
19/07/2008	27,32	0,52	75,43	87,56	5,14	0,56	43,44	21,61
20/07/2008	55,04	0,53	88,47	90,32	0,72	0,55	37,62	35,70
21/07/2008	56,87	0,53	90,30	83,58	1,30	0,55	25,11	23,00
22/07/2008	60,36	0,54	94,93	85,33	2,46	0,55	10,99	23,26
23/07/2008	58,55	0,53	99,07	98,35	6,26	0,55	1,64	23,11
24/07/2008	57,94	0,54	93,85	97,18	7,93	0,54	0,51	11,64
25/07/2008	59,46	0,54	91,12	89,71	8,32	0,66	0,51	12,61
26/07/2008	63,12	0,69	92,48	88,27	11,23	0,58	0,51	19,38
27/07/2008	58,99	1,96	91,31	86,34	12,28	0,55	0,53	18,65
28/07/2008	64,56	0,55	93,66	88,96	10,44	0,54	0,52	20,81
29/07/2008	58,28	0,57	96,23	89,69	21,41	0,58	7,75	20,95
30/07/2008	73,42	0,54	99,21	94,76	14,41	0,53	38,32	22,73
31/07/2008	68,40	0,53	104,23	100,59	7,02	0,52	42,79	23,67
01/08/2008	75,00	0,52	109,49	111,04	6,83	0,53	45,09	25,38
02/08/2008	63,02	0,53	110,09	115,37	7,35	0,53	48,13	46,90
03/08/2008	75,78	0,53	106,00	100,53	5,18	0,53	40,97	49,56
04/08/2008	61,11	0,53	106,81	101,79	6,51	0,54	32,18	43,66

05/08/2008	73,07	0,54	104,80	101,79	6,03	0,55	22,21	40,02
06/08/2008	62,56	0,55	104,53	101,79	8,46	0,54	16,71	42,28
07/08/2008	56,91	0,52	101,48	103,06	8,45	0,54	13,87	45,06
08/08/2008	55,72	0,52	97,01	98,66	5,20	0,53	7,62	45,23
09/08/2008	52,73	0,53	96,68	93,91	2,35	0,53	1,50	36,71
10/08/2008	52,50	0,53	95,11	93,67	1,68	0,53	0,49	28,60
11/08/2008	53,66	0,52	100,42	98,60	3,53	0,53	0,50	32,66
12/08/2008	56,20	0,52	99,62	103,32	4,17	0,52	0,89	39,32
13/08/2008	55,56	0,53	81,89	90,26	1,53	0,53	5,43	42,08
14/08/2008	55,89	0,53	77,82	81,71	1,54	0,53	10,02	54,44
15/08/2008	57,83	12,43	89,43	103,32	6,42	35,07	75,00	106,90
16/08/2008	52,66	2,46	70,43	86,93	1,26	14,68	107,08	99,45
17/08/2008	36,36	0,55	63,84	73,32	0,77	0,56	102,00	57,28
18/08/2008	26,82	0,54	51,99	65,84	0,54	0,56	179,87	41,23
19/08/2008	28,16	0,55	39,58	57,17	0,55	0,55	105,24	32,88
20/08/2008	19,57	0,56	32,77	56,35	0,57	0,55	91,72	29,42
21/08/2008	11,69	0,55	19,27	42,99	0,63	0,56	141,85	25,25
22/08/2008	12,22	0,57	16,34	32,49	0,65	0,56	122,55	24,65
23/08/2008	16,61	0,56	13,33	23,87	0,66	0,57	38,58	22,32
24/08/2008	8,36	0,57	9,42	20,59	0,82	0,57	10,45	11,91
25/08/2008	8,98	0,56	8,87	14,87	0,83	0,55	3,64	13,41
26/08/2008	0,00	54,47	8,56	5,91	15,41	47,28	76,17	45,05
27/08/2008	0,00	55,97	8,10	0,62	18,30	37,05	65,42	26,59
28/08/2008	0,00	48,07	8,36	0,52	9,34	38,76	16,91	15,65
29/08/2008	0,00	14,82	7,82	0,52	2,06	37,54	0,53	12,59
30/08/2008	0,00	0,69	6,92	0,52	0,57	37,07	0,53	10,30
31/08/2008	0,00	0,58	6,19	0,53	0,57	37,29	0,53	9,08
01/09/2008	0,00	4,21	1,56	0,53	5,61	36,91	0,53	27,04

PORTATE STIMATE– CAMPO PROVA DI LENTA

	M88578	M88579	M88580	M88581	M88582	M88583	M88584	M88585
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
data	Portata [l/s]	Portata [l/s]	Portata [l/s]	Portata [l/s]	Portata [l/s]	Portata [l/s]	Portata [l/s]	Portata [l/s]
22/03/2008	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16
23/03/2008	21,71	0,00	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22
24/03/2008	39,35	0,00	5,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22
25/03/2008	44,23	0,00	5,91	1,38	0,00	0,00	0,00	0,22
26/03/2008	52,28	0,00	7,66	6,64	0,00	0,00	0,00	0,26
27/03/2008	50,74	0,00	6,80	7,76	0,00	0,00	0,00	0,27
28/03/2008	49,45	0,00	6,83	8,29	0,00	0,00	0,00	0,22
29/03/2008	46,20	0,00	7,13	9,12	0,00	0,00	0,00	0,26
30/03/2008	38,35	0,00	6,90	8,73	0,00	0,00	0,00	0,35
31/03/2008	34,77	0,00	5,89	7,03	0,00	0,00	0,00	0,54

01/04/2008	17,55	0,00	1,25	1,19	0,00	0,00	0,00	4,96
02/04/2008	6,23	0,00	0,06	0,04	0,00	0,00	0,04	3,56
03/04/2008	1,84	0,00	1,28	0,55	0,00	0,00	0,00	0,50
04/04/2008	4,36	0,00	1,77	1,32	0,00	0,00	0,00	0,31
05/04/2008	7,95	0,00	2,49	2,65	0,00	0,00	0,00	0,25
06/04/2008	9,30	0,00	3,06	2,92	0,00	0,00	0,00	0,35
07/04/2008	15,70	0,00	1,85	4,76	0,00	0,00	0,00	0,42
08/04/2008	10,38	0,00	0,59	1,16	0,00	0,00	0,00	0,78
09/04/2008	3,80	0,00	0,84	0,93	0,00	0,00	0,00	0,39
10/04/2008	1,33	0,00	3,84	1,02	0,00	0,00	0,00	0,61
11/04/2008	1,70	0,00	4,85	2,11	0,00	0,16	0,32	8,63
12/04/2008	1,29	0,00	1,24	2,52	0,00	0,93	3,11	17,19
13/04/2008	2,77	0,00	0,68	1,00	0,00	0,47	2,23	8,45
14/04/2008	4,15	0,26	1,86	2,39	0,00	1,31	8,30	21,13
15/04/2008	0,48	0,09	0,77	2,34	0,00	2,30	4,71	21,41
16/04/2008	0,52	0,00	0,19	0,50	0,00	0,90	2,61	7,23
17/04/2008	2,26	0,00	0,05	0,15	0,00	0,28	1,07	4,81
18/04/2008	4,95	0,01	1,23	2,22	0,00	1,63	3,93	25,53
19/04/2008	3,72	0,41	0,78	2,42	0,06	5,41	7,74	32,25
20/04/2008	2,68	0,00	0,31	1,45	0,01	1,36	4,88	14,16
21/04/2008	4,76	0,66	1,87	3,80	0,14	2,11	9,17	51,31
22/04/2008	2,07	0,04	0,54	1,84	0,03	0,93	7,32	24,27
23/04/2008	2,00	0,00	0,11	0,35	0,00	0,06	3,29	8,32
24/04/2008	1,93	0,00	0,04	0,01	0,00	0,00	3,25	1,51
25/04/2008	1,59	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,67	1,20
26/04/2008	1,85	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,20	0,77
27/04/2008	3,28	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,05	1,24
28/04/2008	4,37	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,90	0,22
29/04/2008	3,79	5,85	0,02	1,04	0,40	4,69	7,08	32,29
30/04/2008	2,86	2,94	0,01	0,59	0,14	0,54	4,87	17,61
01/05/2008	0,95	0,33	0,00	0,18	0,02	0,00	1,14	5,47
02/05/2008	0,90	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	2,18
03/05/2008	1,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	1,93
04/05/2008	4,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,66
05/05/2008	6,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,16
06/05/2008	14,53	0,00	1,38	0,01	0,00	0,00	0,00	2,02
07/05/2008	35,62	0,00	4,78	0,93	0,00	0,00	0,00	0,53
08/05/2008	26,46	0,00	3,52	1,34	0,00	0,00	0,00	0,66
09/05/2008	25,87	0,00	4,00	1,10	0,00	0,00	0,00	0,29
10/05/2008	29,28	0,00	7,40	4,79	0,00	0,00	0,00	4,99
11/05/2008	20,03	0,00	4,94	6,78	0,00	0,00	0,00	2,54
12/05/2008	13,88	0,00	3,79	4,96	0,00	0,00	0,00	1,23
13/05/2008	19,41	0,00	3,57	4,05	0,00	0,00	0,00	3,30
14/05/2008	20,18	0,00	3,18	3,31	0,00	0,00	0,00	5,58
15/05/2008	18,47	0,00	6,08	2,69	0,00	0,00	0,02	4,71
16/05/2008	18,49	0,00	2,65	3,57	0,00	0,09	1,25	14,69
17/05/2008	22,57	0,80	3,76	6,04	0,11	3,49	10,43	55,93

18/05/2008	19,45	3,19	2,42	8,25	0,19	9,21	24,67	101,44
19/05/2008	5,04	0,02	0,47	1,84	0,00	1,75	8,80	31,04
20/05/2008	6,71	0,00	1,78	1,73	0,00	0,78	4,03	18,91
21/05/2008	6,04	0,00	1,92	2,50	0,00	0,85	1,26	16,93
22/05/2008	6,56	0,00	1,54	2,72	0,01	1,53	2,14	24,06
23/05/2008	4,30	0,02	1,11	1,73	0,01	1,10	1,80	18,96
24/05/2008	4,32	0,02	1,39	2,69	0,01	2,07	3,42	25,03
25/05/2008	4,17	0,05	1,36	2,45	0,01	1,63	3,94	24,19
26/05/2008	4,24	0,00	1,01	1,92	0,00	0,98	3,26	18,83
27/05/2008	3,63	0,00	0,80	1,13	0,00	0,23	1,79	12,07
28/05/2008	3,55	0,00	0,68	0,68	0,00	0,00	0,77	6,21
29/05/2008	3,95	0,00	1,12	1,20	0,00	0,00	0,78	7,19
30/05/2008	3,43	0,00	0,99	1,30	0,00	0,00	0,66	6,39
31/05/2008	3,29	0,00	0,72	0,74	0,00	0,00	0,22	4,48
01/06/2008	4,04	0,00	0,69	0,50	0,00	0,00	0,04	4,50
02/06/2008	4,44	0,00	0,77	0,47	0,00	0,00	0,00	5,03
03/06/2008	4,15	0,00	0,29	0,24	0,59	3,78	0,00	13,71
04/06/2008	4,47	0,00	0,01	0,31	0,06	0,35	1,51	4,25
05/06/2008	3,20	0,00	0,01	0,48	0,04	0,25	1,16	6,66
06/06/2008	2,77	2,82	0,00	0,32	0,02	0,13	2,14	17,36
07/06/2008	3,58	5,11	0,00	0,21	0,07	1,04	4,07	25,50
08/06/2008	2,03	0,53	0,00	0,77	0,01	0,01	2,32	8,94
09/06/2008	11,96	0,00	1,96	0,37	0,00	0,00	0,38	4,61
10/06/2008	18,88	0,00	5,62	2,34	0,00	0,00	0,05	3,83
11/06/2008	31,33	0,00	6,04	6,43	0,00	0,00	0,00	4,07
12/06/2008	42,21	0,00	6,90	8,52	0,02	0,00	0,00	3,75
13/06/2008	32,46	0,00	5,12	9,20	0,03	2,45	0,00	12,05
14/06/2008	16,24	0,33	3,29	4,98	0,01	2,39	0,00	41,45
15/06/2008	5,71	0,00	1,22	1,88	0,00	0,72	0,07	9,11
16/06/2008	4,84	0,00	1,22	1,59	0,00	0,29	0,44	6,03
17/06/2008	5,75	0,10	1,67	2,41	0,00	0,51	2,28	13,01
18/06/2008	4,98	0,00	0,98	1,90	0,00	0,10	1,76	2,09
19/06/2008	9,63	0,00	1,36	1,02	0,00	0,00	0,81	5,28
20/06/2008	26,37	0,00	4,06	2,25	0,00	0,00	0,25	2,56
21/06/2008	33,01	0,00	5,55	5,46	0,00	0,00	0,04	1,04
22/06/2008	34,12	0,00	5,54	6,68	0,01	0,00	0,00	1,54
23/06/2008	30,31	0,00	5,45	5,85	0,00	0,00	0,02	3,56
24/06/2008	23,51	0,00	4,17	4,79	0,00	0,01	0,17	3,56
25/06/2008	32,78	0,00	3,07	3,18	0,00	0,00	0,00	6,41
26/06/2008	32,07	0,00	3,19	2,72	0,00	0,00	0,00	6,11
27/06/2008	34,63	0,00	4,00	3,29	0,00	0,00	0,00	5,16
28/06/2008	26,29	0,00	5,36	4,15	0,00	0,00	0,00	7,47
29/06/2008	33,18	0,00	5,84	4,81	0,00	0,00	0,00	6,17
30/06/2008	23,80	0,00	4,12	4,72	0,00	0,00	0,07	8,20
01/07/2008	24,04	0,00	4,26	4,34	0,00	0,00	0,48	9,83
02/07/2008	23,76	0,00	4,02	4,19	0,00	0,00	0,33	9,90
03/07/2008	25,05	0,00	4,03	4,31	0,00	0,00	0,28	31,57

04/07/2008	25,57	0,00	4,04	4,35	0,00	0,00	0,32	16,02
05/07/2008	25,33	0,00	4,01	4,15	0,00	0,00	0,48	12,04
06/07/2008	25,75	0,31	4,31	4,92	0,01	0,21	1,42	13,88
07/07/2008	24,92	0,66	3,35	4,36	0,01	0,30	3,11	34,69
08/07/2008	23,49	0,23	4,76	2,75	0,00	0,00	2,69	21,74
09/07/2008	23,62	0,00	6,02	2,57	0,00	0,00	2,19	12,53
10/07/2008	23,83	0,00	6,38	2,50	0,00	0,00	1,66	11,69
11/07/2008	24,75	0,00	7,40	2,58	0,00	0,00	1,32	11,49
12/07/2008	24,13	0,00	9,05	4,21	0,00	0,10	1,42	15,14
13/07/2008	16,61	0,09	13,83	6,43	32,28	1,42	5,19	15,73
14/07/2008	11,20	0,00	1,85	3,20	0,01	0,68	5,50	8,71
15/07/2008	9,73	0,00	2,40	2,48	0,00	0,00	2,40	4,70
16/07/2008	21,95	0,00	3,04	1,86	0,00	0,00	0,40	7,33
17/07/2008	23,06	0,00	4,47	3,40	0,00	0,00	0,28	7,59
18/07/2008	18,05	0,00	4,69	4,91	0,01	0,00	0,21	4,37
19/07/2008	8,66	0,00	2,26	3,22	0,01	0,00	0,57	5,22
20/07/2008	20,63	0,00	3,31	3,48	0,00	0,00	0,40	10,16
21/07/2008	21,38	0,00	3,49	2,87	0,00	0,00	0,15	5,94
22/07/2008	23,17	0,00	3,95	3,02	0,00	0,00	0,03	6,08
23/07/2008	22,20	0,00	4,39	4,31	0,01	0,00	0,00	6,12
24/07/2008	21,88	0,00	3,85	4,18	0,01	0,00	0,00	2,70
25/07/2008	22,68	0,00	3,57	3,42	0,01	0,00	0,00	3,20
26/07/2008	25,01	0,00	3,70	3,29	0,02	0,00	0,00	4,56
27/07/2008	22,43	0,00	3,59	3,11	0,03	0,00	0,00	4,37
28/07/2008	26,02	0,00	3,81	3,35	0,03	0,00	0,00	5,02
29/07/2008	22,05	0,00	4,08	3,42	0,10	0,00	0,03	5,03
30/07/2008	31,72	0,00	4,41	3,93	0,07	0,00	0,41	5,56
31/07/2008	28,25	0,00	4,99	4,57	0,01	0,00	0,54	5,85
01/08/2008	32,43	0,00	5,64	5,86	0,01	0,00	0,62	6,43
02/08/2008	24,61	0,00	5,72	6,44	0,01	0,00	0,73	14,47
03/08/2008	33,07	0,00	5,20	4,55	0,00	0,00	0,49	15,67
04/08/2008	23,63	0,00	5,30	4,69	0,01	0,00	0,27	13,06
05/08/2008	31,51	0,00	5,06	4,69	0,01	0,00	0,11	11,62
06/08/2008	24,67	0,00	5,02	4,69	0,01	0,00	0,06	12,53
07/08/2008	21,34	0,00	4,67	4,84	0,01	0,00	0,04	13,65
08/08/2008	20,72	0,00	4,17	4,36	0,00	0,00	0,01	13,72
09/08/2008	19,20	0,00	4,15	3,85	0,00	0,00	0,00	10,44
10/08/2008	19,08	0,00	3,98	3,82	0,00	0,00	0,00	7,45
11/08/2008	19,66	0,00	4,54	4,34	0,00	0,00	0,00	8,87
12/08/2008	20,95	0,00	4,45	4,88	0,00	0,00	0,00	11,36
13/08/2008	20,64	0,00	2,72	3,51	0,00	0,00	0,01	12,44
14/08/2008	20,80	0,00	2,45	2,72	0,00	0,00	0,03	17,75
15/08/2008	21,83	0,07	3,41	4,95	0,01	0,52	2,67	47,21
16/08/2008	19,15	0,00	1,98	3,23	0,00	0,13	5,34	42,20
17/08/2008	12,01	0,00	1,52	2,08	0,00	0,00	4,78	19,31
18/08/2008	7,78	0,00	0,88	1,60	0,00	0,00	26,67	12,10
19/08/2008	8,27	0,00	0,52	1,13	0,00	0,00	8,89	8,98

20/08/2008	5,39	0,00	0,32	1,09	0,00	0,00	7,36	7,75
21/08/2008	2,91	0,00	0,08	0,56	0,00	0,00	20,06	6,36
22/08/2008	3,02	0,00	0,05	0,28	0,00	0,00	17,37	6,42
23/08/2008	5,23	0,00	0,03	0,13	0,00	0,00	2,82	5,44
24/08/2008	2,04	0,00	0,01	0,09	0,00	0,00	0,03	2,57
25/08/2008	2,15	0,00	0,01	0,05	0,00	0,00	0,00	2,94
26/08/2008	0,00	1,93	0,01	0,02	0,09	1,48	4,23	15,12
27/08/2008	0,00	1,11	0,01	0,00	0,07	0,59	1,66	6,92
28/08/2008	0,00	0,85	0,01	0,00	0,02	0,42	0,21	3,68
29/08/2008	0,00	0,07	0,01	0,00	0,00	0,39	0,00	2,76
30/08/2008	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,38	0,00	2,21
31/08/2008	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	0,00	1,93
01/09/2008	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,37	0,00	7,89

ALTEZZE D'ACQUA TRANSITANTI – CAMPO PROVA DI ALBANO

	M88586	M88587	M88588	M88589	M88590	M88591	M88592	M88061	M88062
	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19
data	Altezze [mm]	Altezze [mm]	Altezze [mm]	Altezze [mm]	Altezze [mm]	Altezze [mm]	Altezze [mm]	Altezze [mm]	Altezze [mm]
07/04/08	0,01	0,59	0,81	0,81	0,06	0,05	0,02	0,50	0,47
08/04/08	0,04	0,59	0,78	0,80	0,04	0,04	0,02	0,50	1,01
09/04/08	0,03	0,60	0,77	0,78	0,04	0,04	0,02	0,49	1,01
10/04/08	0,03	0,81	0,79	0,81	0,05	0,05	0,03	0,50	1,03
11/04/08	0,03	8,64	9,34	1,09	29,45	14,79	0,03	2,69	6,82
12/04/08	0,04	100,06	6,91	0,80	118,60	67,25	1,42	94,12	23,32
13/04/08	0,03	124,99	13,44	27,59	162,11	117,12	0,86	23,83	131,61
14/04/08	0,03	119,20	19,07	86,56	153,74	89,04	3,20	107,11	151,41
15/04/08	0,06	26,35	41,29	120,65	29,71	22,82	13,35	69,61	158,07
16/04/08	0,05	2,87	59,86	145,49	5,05	20,13	8,83	14,00	181,79
17/04/08	0,04	1,19	52,18	93,46	5,00	19,23	4,37	10,70	122,70
18/04/08	0,03	0,63	47,25	130,22	4,08	18,75	11,62	15,23	158,29
19/04/08	0,04	0,63	32,41	117,60	0,98	17,63	23,12	22,54	135,75
20/04/08	0,06	0,66	28,94	111,55	1,30	18,66	15,61	28,07	126,23
21/04/08	44,64	0,63	29,66	132,17	11,81	17,95	33,51	48,04	148,17
22/04/08	53,96	0,64	25,03	88,34	7,11	17,69	32,40	11,56	102,11
23/04/08	44,79	0,67	25,86	115,62	14,31	17,94	30,34	12,51	133,84
24/04/08	24,15	0,68	24,42	166,98	20,56	18,09	13,06	9,34	186,87
25/04/08	0,07	0,74	21,15	177,21	26,73	16,96	2,28	5,28	194,98
26/04/08	0,07	0,69	16,31	182,97	26,58	17,08	0,75	4,12	198,37
27/04/08	0,09	0,72	15,88	179,83	14,76	16,80	0,74	4,90	193,29
28/04/08	0,10	0,78	16,92	177,28	1,63	17,85	1,28	3,01	190,48
29/04/08	0,21	0,36	17,50	178,15	2,80	17,93	0,23	3,47	190,97
30/04/08	0,04	0,59	18,32	180,50	1,42	17,60	0,49	4,21	197,44
01/05/08	0,04	0,61	18,56	180,27	5,30	16,32	0,13	0,99	194,79
02/05/08	0,05	0,61	11,01	176,52	6,99	16,73	1,04	1,82	191,72

03/05/08	1,02	36,13	18,37	131,81	45,89	52,23	1,52	1,74	170,65
04/05/08	29,71	105,70	23,94	86,16	157,48	57,09	48,91	79,79	174,63
05/05/08	52,84	79,12	12,60	127,12	165,91	61,49	60,82	150,09	177,47
06/05/08	20,45	9,60	21,04	123,26	80,17	65,52	46,96	88,48	154,84
07/05/08	0,04	5,72	30,70	151,89	1,29	22,66	3,04	11,54	171,63
08/05/08	0,06	4,84	36,46	150,08	2,47	20,37	2,72	8,66	169,09
09/05/08	0,04	4,57	35,28	153,12	3,19	19,05	2,59	7,26	170,16
10/05/08	19,99	4,72	35,74	161,80	2,49	19,02	2,72	6,30	178,55
11/05/08	58,03	6,32	45,92	172,58	1,77	18,72	10,65	5,32	187,41
12/05/08	50,87	5,86	44,51	178,50	0,52	17,83	74,89	1,66	192,64
13/05/08	69,43	6,59	88,21	175,75	0,25	18,25	53,27	0,53	198,46
14/05/08	61,33	7,11	54,86	99,02	0,41	16,84	21,18	0,52	161,06
15/05/08	39,48	6,29	36,75	63,04	0,21	16,36	13,35	0,52	81,32
16/05/08	29,39	4,62	37,53	67,75	0,07	16,06	19,68	1,78	78,27
17/05/08	39,89	5,13	43,04	94,78	0,13	16,50	29,54	4,86	107,44
18/05/08	51,51	25,04	100,57	145,67	129,93	18,72	102,14	37,71	221,59
19/05/08	53,66	0,82	133,31	107,23	85,65	17,14	97,10	20,37	209,57
20/05/08	35,51	0,63	95,07	82,92	2,96	16,34	20,47	4,00	153,87
21/05/08	28,63	0,63	85,41	66,15	2,62	15,62	14,49	3,19	129,60
22/05/08	30,61	46,14	96,15	80,24	29,48	29,09	22,08	4,26	150,07
23/05/08	45,69	111,70	58,87	96,77	162,35	57,46	12,99	32,50	149,09
24/05/08	19,01	38,72	48,99	135,82	103,03	25,13	12,20	82,43	157,95
25/05/08	0,07	20,74	41,95	147,02	1,95	20,17	11,62	13,41	168,66
26/05/08	0,08	17,33	38,61	126,10	0,68	19,68	6,63	9,38	146,69
27/05/08	0,08	14,97	34,78	98,49	0,52	18,87	4,99	7,08	116,28
28/05/08	0,07	10,17	32,47	73,19	0,15	18,28	3,46	7,45	91,42
29/05/08	0,03	5,93	34,66	73,74	0,94	18,86	0,64	8,57	91,04
30/05/08	0,04	4,53	31,65	70,57	0,21	18,03	0,17	6,09	88,39
31/05/08	0,04	3,66	30,89	81,01	2,10	17,79	1,32	5,56	98,78
01/06/08	0,04	3,80	31,07	87,05	4,06	17,73	4,96	6,44	104,84
02/06/08	0,04	3,85	32,45	80,30	0,07	18,24	5,51	6,49	98,00
03/06/08	0,05	3,17	28,01	75,85	0,08	47,34	0,60	4,41	94,58
04/06/08	0,04	6,26	33,98	132,09	0,20	64,59	5,84	5,76	152,55
05/06/08	0,04	5,26	29,36	131,50	0,07	67,83	6,99	5,53	149,95
06/06/08	0,05	3,73	30,92	156,23	0,09	20,92	6,87	5,19	176,99
07/06/08	0,05	3,29	24,59	158,96	0,08	20,05	6,59	5,24	176,40
08/06/08	0,05	3,84	18,62	154,81	0,08	19,77	7,58	6,01	169,54
09/06/08	0,05	3,23	15,20	133,97	0,08	20,10	6,22	5,14	159,86
10/06/08	0,07	3,08	12,40	75,75	0,10	20,11	5,55	4,60	157,11
11/06/08	0,07	3,53	13,78	85,95	0,34	19,94	5,20	4,29	149,94
12/06/08	0,07	3,49	14,35	98,19	0,63	19,56	4,96	3,84	134,77
13/06/08	0,09	2,55	26,95	69,32	0,11	18,77	5,47	4,80	95,11
14/06/08	0,09	2,01	51,97	68,20	0,11	18,52	5,59	9,20	94,91
15/06/08	0,06	1,05	42,95	61,28	0,09	17,78	7,02	9,58	72,84
16/06/08	0,07	0,66	38,22	64,40	0,07	18,00	6,76	9,46	75,34
17/06/08	0,03	0,74	41,67	57,28	0,04	21,80	6,35	9,43	69,16
18/06/08	0,03	1,58	36,45	80,86	0,06	21,80	5,34	9,53	106,48
19/06/08	0,05	3,47	32,22	106,24	0,07	21,80	5,28	10,64	136,56
20/06/08	0,06	3,37	10,54	114,67	0,09	21,80	5,36	11,39	136,75
21/06/08	0,07	3,07	12,01	112,30	0,08	21,80	5,41	14,73	134,69

22/06/08	0,05	55,44	13,82	82,24	85,18	21,80	5,96	12,01	101,05
23/06/08	0,06	62,97	12,11	97,61	149,76	21,80	5,65	12,91	119,37
24/06/08	0,05	51,32	12,72	139,75	157,21	21,80	5,94	52,78	159,43
25/06/08	0,07	49,47	11,42	146,24	88,89	21,80	5,94	65,00	164,51
26/06/08	0,06	46,03	8,92	153,95	11,08	21,80	5,94	5,60	165,65
27/06/08	0,07	43,93	12,10	127,28	7,33	21,80	5,94	5,30	136,33
28/06/08	1,34	64,60	7,51	93,53	3,58	21,80	5,94	5,34	100,56
29/06/08	11,55	70,38	8,98	101,73	3,93	21,80	6,24	5,17	108,27
30/06/08	15,02	70,60	13,97	153,75	7,80	21,80	6,58	5,34	166,89
01/07/08	12,78	54,40	21,48	163,03	4,74	21,80	6,47	5,47	177,81
02/07/08	9,85	54,69	25,92	162,56	3,31	25,60	6,04	4,03	176,05
03/07/08	7,91	53,34	29,70	161,54	4,29	25,87	7,52	5,88	172,92
04/07/08	5,88	51,85	28,08	128,84	29,48	64,83	6,51	4,29	138,07
05/07/08	3,93	50,34	26,39	119,92	156,45	63,27	8,25	29,19	129,56
06/07/08	11,24	31,58	90,34	142,52	132,00	36,04	10,29	86,02	152,20
07/07/08	19,82	16,05	168,67	129,17	2,93	21,44	9,89	23,82	137,37
08/07/08	0,12	12,55	41,44	120,94	1,87	21,77	7,84	6,73	132,45
09/07/08	0,06	12,14	52,09	116,52	1,25	21,25	7,70	6,32	129,16
10/07/08	0,05	12,13	12,11	117,24	49,77	43,72	7,73	5,30	131,10
11/07/08	0,04	26,22	11,63	136,38	124,13	67,54	8,93	17,90	149,63
12/07/08	0,07	67,72	12,15	147,95	120,38	36,86	9,50	72,02	162,04
13/07/08	0,63	61,20	18,22	115,28	80,60	24,16	18,68	113,41	126,50
14/07/2008	0,13	50,20	31,21	69,00	31,45	22,72	22,76	78,33	76,82
15/07/2008	0,07	44,86	18,25	73,38	40,03	21,94	10,50	34,40	91,03
16/07/2008	0,07	53,70	13,95	109,90	80,70	22,08	8,02	66,10	128,17
17/07/2008	0,08	45,86	15,15	81,46	57,19	21,24	7,58	49,16	101,12
18/07/2008	0,13	44,95	14,14	121,33	92,39	21,92	8,30	55,35	144,70
19/07/2008	0,11	52,49	12,96	136,36	116,92	22,17	7,29	79,13	159,67
20/07/2008	0,45	53,95	11,57	134,56	116,94	21,91	6,51	83,35	160,78
21/07/2008	0,90	52,15	11,31	116,45	117,83	36,24	5,64	86,03	141,95
22/07/2008	0,38	51,95	12,03	77,42	149,05	86,77	8,35	103,30	99,94
23/07/2008	0,38	49,65	13,75	91,83	135,02	69,66	18,26	103,75	114,78
24/07/2008	0,04	39,51	12,16	62,36	110,90	65,54	25,34	83,53	80,91
25/07/2008	0,05	37,50	39,67	60,45	125,77	69,12	30,71	86,31	102,36
26/07/2008	0,05	32,65	13,46	59,59	109,40	65,65	34,98	83,66	77,71
27/07/2008	0,05	33,25	11,56	92,13	129,55	63,92	35,55	80,38	117,04
28/07/2008	0,05	33,04	10,62	115,54	139,41	41,36	31,55	102,03	144,02
29/07/2008	0,05	33,88	10,64	88,34	98,22	36,29	24,80	75,63	108,76
30/07/2008	0,66	99,99	13,03	124,53	139,37	38,84	19,41	82,76	157,82
31/07/2008	4,67	93,84	8,90	125,25	139,58	32,94	14,63	87,53	163,94
01/08/2008	11,12	101,33	15,70	134,36	153,55	29,84	16,80	111,31	177,38
02/08/2008	19,71	93,56	44,38	110,69	96,26	23,81	46,99	107,69	146,96
03/08/2008	11,25	77,14	40,43	139,57	43,09	24,77	31,90	52,71	201,03
04/08/2008	6,81	76,38	42,22	133,20	18,66	24,40	21,32	26,66	197,10
05/08/2008	4,68	33,28	49,29	130,43	14,99	25,63	14,83	18,20	207,01
06/08/2008	4,03	12,27	47,02	116,85	14,60	44,98	14,67	14,90	162,83
07/08/2008	2,20	11,98	39,68	103,38	16,96	71,87	37,14	11,62	156,38
08/08/2008	1,55	10,36	34,30	128,51	6,96	38,66	31,84	8,49	192,66
09/08/2008	0,58	10,06	29,47	123,10	36,95	32,53	22,49	6,07	184,48
10/08/2008	0,43	28,24	21,86	89,44	121,36	44,51	16,88	40,27	128,80

11/08/2008	1,01	61,53	11,17	50,16	101,00	64,78	21,06	57,16	90,37
12/08/2008	1,55	70,01	13,11	80,54	126,74	68,47	28,68	68,63	123,97
13/08/2008	1,55	77,09	16,06	110,81	153,89	71,95	36,48	93,78	153,54
14/08/2008	1,47	40,40	31,65	117,63	161,58	68,65	42,21	99,37	161,23
15/08/2008	0,80	26,20	72,57	144,65	161,64	96,11	103,15	169,41	187,11
16/08/2008	0,06	13,25	66,21	133,71	150,00	96,11	99,57	116,84	176,80
17/08/2008	0,05	10,69	36,83	77,12	143,16	41,19	54,90	91,46	82,94
18/08/2008	0,04	9,73	21,35	68,29	138,73	41,19	30,82	88,40	79,41
19/08/2008	0,07	9,34	14,52	62,66	136,02	41,19	20,70	91,80	69,72
20/08/2008	0,08	10,26	11,93	60,88	138,38	41,19	16,59	97,67	70,83
21/08/2008	0,08	8,68	12,32	56,49	130,48	41,19	14,70	107,44	95,18
22/08/2008	0,08	7,42	13,05	51,03	111,17	41,19	14,76	92,22	54,97
23/08/2008	0,09	15,08	12,39	48,04	104,63	41,19	13,41	77,97	64,20
24/08/2008	0,08	14,33	11,64	46,36	98,17	41,19	12,97	68,06	64,20
25/08/2008	0,10	14,65	12,98	44,14	92,70	41,19	12,79	60,75	64,20
26/08/2008	19,77	9,15	25,92	42,27	44,30	23,84	33,84	32,21	64,20
27/08/2008	30,01	23,96	31,85	39,81	0,09	23,49	35,96	2,49	64,20
28/08/2008	21,38	37,03	25,07	15,42	0,10	16,58	22,38	0,84	64,20
29/08/2008	14,85	56,68	13,52	0,90	0,11	0,61	18,24	0,57	73,43
30/08/2008	5,60	63,74	12,24	0,91	0,11	0,10	18,24	0,55	66,63
31/08/2008	0,99	48,52	13,07	0,89	0,10	0,10	18,24	0,57	66,63
01/09/2008	1,84	40,72	16,06	1,54	0,12	0,11	18,24	1,30	66,63

PORTATE STIMATE- CAMPO PROVA DI ALBANO

	M88586	M88587	M88588	M88589	M88590	M88591	M88592	M88061	M88062
	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19
data	Portata [l/s]	Portata [l/s]	Portata [l/s]	Portata [l/s]	Portata [l/s]	Portata [l/s]	Portata [l/s]	Portata [l/s]	Portata [l/s]
07/04/08	0,02	0,19	0,26	0,25	0,00	0,04	0,02	0,00	0,12
08/04/08	0,04	0,19	0,25	0,25	0,00	0,03	0,02	0,00	0,26
09/04/08	0,04	0,19	0,25	0,25	0,00	0,03	0,02	0,00	0,26
10/04/08	0,04	0,23	0,26	0,25	0,00	0,04	0,02	0,00	0,26
11/04/08	0,04	1,66	2,05	0,31	3,32	3,08	0,02	0,02	1,40
12/04/08	0,04	38,94	1,35	0,25	16,48	22,43	0,31	6,60	5,28
13/04/08	0,04	53,21	2,88	9,57	18,40	48,42	0,22	0,14	56,08
14/04/08	0,03	54,83	4,12	32,29	17,43	34,58	0,63	8,48	66,21
15/04/08	0,05	7,54	12,07	56,73	1,28	4,58	2,46	4,66	74,86
16/04/08	0,05	0,54	18,69	68,94	0,00	3,91	1,55	0,03	86,79
17/04/08	0,04	0,29	15,35	34,91	0,00	3,68	0,77	0,02	46,72
18/04/08	0,03	0,20	13,43	59,06	0,00	3,57	2,08	0,04	70,74
19/04/08	0,04	0,20	8,14	50,80	0,00	3,32	4,72	0,13	56,44
20/04/08	0,06	0,20	6,92	46,92	0,00	3,55	2,89	0,19	50,25
21/04/08	23,00	0,20	7,15	59,25	0,03	3,38	7,84	0,94	62,88
22/04/08	24,14	0,20	5,73	32,21	0,01	3,33	7,29	0,02	35,51
23/04/08	18,52	0,21	6,01	51,85	0,09	3,39	6,83	0,03	57,14
24/04/08	9,02	0,21	5,57	84,18	0,09	3,42	2,41	0,01	89,53

25/04/08	0,08	0,22	4,65	92,42	0,20	3,17	0,45	0,00	95,77
26/04/08	0,08	0,21	3,39	97,07	0,17	3,19	0,19	0,00	98,35
27/04/08	0,10	0,21	3,29	94,48	0,05	3,13	0,20	0,00	94,41
28/04/08	0,11	0,22	3,53	92,40	0,00	3,36	0,29	0,00	92,28
29/04/08	0,13	0,14	3,68	93,10	0,00	3,38	0,09	0,00	92,65
30/04/08	0,04	0,19	4,52	95,04	0,00	3,30	0,13	0,00	97,61
01/05/08	0,04	0,20	4,01	94,85	0,01	3,03	0,05	0,00	95,56
02/05/08	0,05	0,20	2,18	91,79	0,01	3,12	0,24	0,00	93,21
03/05/08	0,31	14,05	4,16	60,88	2,37	15,58	0,31	0,00	77,97
04/05/08	11,03	41,00	5,48	34,92	13,99	16,17	15,95	5,09	81,13
05/05/08	23,44	27,80	2,51	57,93	15,93	20,18	17,73	12,42	85,22
06/05/08	8,53	1,67	4,76	55,93	7,13	22,71	16,28	7,34	68,67
07/05/08	0,04	1,00	7,52	72,78	0,00	4,54	0,56	0,02	78,50
08/05/08	0,06	0,86	9,42	71,35	0,00	3,96	0,52	0,01	76,54
09/05/08	0,04	0,81	9,02	73,59	0,00	3,65	0,48	0,01	77,30
10/05/08	10,02	0,83	9,15	80,17	0,00	3,64	0,51	0,01	83,36
11/05/08	26,80	1,10	13,01	88,62	0,00	3,57	2,59	0,00	89,93
12/05/08	22,23	1,02	12,39	93,39	0,00	3,37	27,02	0,00	93,90
13/05/08	36,30	1,14	32,94	91,17	0,00	3,47	15,20	0,00	98,44
14/05/08	29,19	1,23	17,11	41,91	0,00	3,14	4,23	0,00	76,98
15/05/08	15,72	1,08	9,76	19,63	0,00	3,03	2,40	0,00	26,40
16/05/08	10,87	0,81	9,96	22,05	0,00	2,96	4,12	0,00	24,13
17/05/08	17,14	0,89	12,57	36,14	0,00	3,06	7,00	0,00	38,67
18/05/08	25,72	5,80	46,49	68,84	20,79	3,57	49,25	1,00	118,82
19/05/08	25,77	0,23	60,93	43,33	9,59	3,21	43,70	0,29	108,40
20/05/08	13,42	0,20	36,53	29,28	0,00	3,02	4,01	0,00	66,31
21/05/08	10,12	0,20	31,39	21,37	0,00	2,86	2,66	0,00	51,52
22/05/08	10,99	19,42	37,42	28,05	2,09	7,77	4,55	0,00	64,16
23/05/08	19,92	46,23	18,50	37,64	17,47	16,89	2,32	1,61	63,13
24/05/08	8,38	10,00	14,16	61,54	13,78	5,22	2,15	6,99	69,15
25/05/08	0,07	4,05	11,35	69,14	0,00	3,91	2,04	0,03	76,26
26/05/08	0,08	3,24	10,14	54,72	0,00	3,79	1,14	0,01	61,45
27/05/08	0,09	2,74	8,83	38,22	0,00	3,60	0,87	0,01	43,56
28/05/08	0,08	1,82	8,06	24,34	0,00	3,46	0,62	0,01	29,96
29/05/08	0,04	1,02	8,77	24,60	0,00	3,60	0,14	0,01	29,77
30/05/08	0,05	0,80	7,78	23,09	0,00	3,41	0,06	0,00	28,51
31/05/08	0,04	0,66	7,54	28,30	0,00	3,35	0,25	0,00	33,70
01/06/08	0,04	0,69	7,60	31,37	0,00	3,34	0,87	0,01	36,78
02/06/08	0,04	0,69	8,05	28,28	0,00	3,45	0,95	0,01	33,70
03/06/08	0,05	0,59	6,66	26,63	0,00	14,05	0,14	0,00	32,36
04/06/08	0,04	1,08	8,55	59,40	0,00	19,69	1,00	0,00	65,99
05/06/08	0,04	0,91	7,04	58,47	0,00	21,63	1,19	0,00	63,75
06/06/08	0,05	0,68	7,55	75,91	0,00	4,10	1,17	0,00	82,20
07/06/08	0,06	0,61	5,67	77,98	0,00	3,88	1,13	0,00	81,78
08/06/08	0,06	0,69	3,97	74,85	0,00	3,81	1,30	0,00	76,86
09/06/08	0,06	0,60	3,15	61,15	0,00	3,90	1,08	0,00	70,14
10/06/08	0,07	0,58	2,50	25,60	0,00	3,91	0,97	0,00	68,26
11/06/08	0,08	0,64	2,81	31,16	0,00	3,86	0,92	0,00	63,60
12/06/08	0,08	0,64	2,99	37,63	0,00	3,77	0,88	0,00	54,02
13/06/08	0,09	0,50	6,36	22,49	0,00	3,58	0,95	0,00	33,85

14/06/08	0,09	0,41	15,36	22,46	0,00	3,52	0,97	0,01	32,41
15/06/08	0,07	0,27	11,73	18,90	0,00	3,35	1,20	0,01	21,45
16/06/08	0,07	0,20	10,00	20,26	0,00	3,40	1,15	0,01	22,57
17/06/08	0,03	0,22	11,25	17,18	0,00	4,31	1,09	0,01	19,96
18/06/08	0,04	0,35	9,41	29,19	0,00	4,31	0,93	0,01	39,16
19/06/08	0,05	0,64	8,18	42,21	0,00	4,31	0,92	0,02	54,97
20/06/08	0,06	0,62	2,09	47,33	0,00	4,31	0,94	0,02	55,08
21/06/08	0,07	0,57	2,40	45,87	0,00	4,31	0,94	0,04	53,83
22/06/08	0,05	18,97	2,80	30,15	6,40	4,31	1,03	0,02	36,02
23/06/08	0,06	19,35	2,44	39,09	12,36	4,31	0,99	0,03	46,72
24/06/08	0,06	13,82	2,58	63,93	13,94	4,31	1,03	1,31	69,84
25/06/08	0,07	13,12	2,28	68,57	7,40	4,31	1,03	2,32	73,34
26/06/08	0,06	11,83	1,77	74,29	0,03	4,31	1,03	0,00	74,21
27/06/08	0,07	11,06	2,99	56,33	0,01	4,31	1,03	0,00	55,78
28/06/08	0,45	20,22	1,48	35,92	0,00	4,31	1,03	0,00	35,69
29/06/08	3,39	21,95	1,80	40,19	0,00	4,31	1,08	0,00	39,27
30/06/08	4,55	22,28	2,86	74,13	0,01	4,31	1,14	0,00	75,05
01/07/08	3,77	15,03	4,75	81,11	0,00	4,31	1,12	0,00	82,81
02/07/08	2,90	15,15	6,03	80,76	0,00	5,18	1,05	0,00	81,53
03/07/08	2,25	14,59	7,17	79,97	0,00	5,38	1,29	0,00	79,27
04/07/08	1,68	14,02	6,70	58,35	2,44	22,77	1,13	0,00	57,81
05/07/08	1,14	13,43	6,18	51,62	13,76	20,40	1,42	0,44	51,73
06/07/08	3,99	7,71	6,68	66,02	11,19	8,42	1,80	3,23	65,08
07/07/08	7,14	2,99	5,11	56,71	0,00	4,23	1,73	0,43	55,48
08/07/08	0,08	2,25	2,82	51,30	0,00	4,31	1,36	0,01	52,45
09/07/08	0,06	2,16	2,94	48,50	0,00	4,18	1,33	0,01	50,48
10/07/08	0,06	2,16	2,49	49,03	3,15	12,80	1,34	0,00	51,73
11/07/08	0,05	6,87	2,34	61,62	7,74	21,01	1,54	0,15	63,31
12/07/08	0,06	20,72	2,42	69,81	7,15	8,65	1,64	2,10	71,65
13/07/08	0,30	18,10	3,96	51,18	4,56	4,96	3,62	6,40	52,52
14/07/2008	0,09	13,40	7,70	22,66	0,29	4,55	4,61	2,69	23,46
15/07/2008	0,07	11,66	3,96	28,26	2,14	4,36	1,87	0,37	33,54
16/07/2008	0,08	14,87	2,86	47,26	3,78	4,39	1,38	1,62	52,96
17/07/2008	0,08	11,74	3,12	29,88	1,37	4,18	1,31	0,79	36,32
18/07/2008	0,11	11,44	2,89	51,73	3,98	4,35	1,43	1,04	60,29
19/07/2008	0,11	14,27	2,63	61,58	6,65	4,41	1,26	2,51	70,00
20/07/2008	0,23	14,82	2,30	60,34	6,64	4,34	1,12	2,85	70,76
21/07/2008	0,32	14,14	2,26	50,27	6,93	10,97	0,99	3,09	60,42
22/07/2008	0,17	14,05	2,41	28,38	12,19	30,91	1,44	4,88	36,25
23/07/2008	0,16	13,19	2,79	34,51	9,73	21,59	3,47	4,96	42,76
24/07/2008	0,04	9,63	2,44	19,52	5,87	19,73	5,24	2,91	25,01
25/07/2008	0,05	8,86	12,26	19,19	8,10	21,34	6,76	3,11	35,74
26/07/2008	0,06	7,36	2,74	18,42	5,70	19,79	8,05	2,90	23,96
27/07/2008	0,05	7,53	2,32	35,03	8,99	19,08	8,23	2,63	44,56
28/07/2008	0,06	7,53	2,12	48,31	10,92	10,19	7,03	4,75	60,33
29/07/2008	0,06	8,34	2,11	32,28	4,42	8,47	5,12	2,31	39,18
30/07/2008	0,23	37,58	2,89	53,65	10,53	9,31	3,75	2,84	68,83
31/07/2008	1,36	33,95	1,78	54,12	10,55	7,43	2,68	3,24	73,09
01/08/2008	3,34	38,19	3,92	60,70	13,31	6,50	3,59	6,38	82,48
02/08/2008	6,37	34,17	12,33	45,34	4,20	4,84	12,28	6,09	62,56

03/08/2008	3,32	25,17	10,85	63,84	0,71	5,09	7,19	1,05	100,42
04/08/2008	1,98	24,80	11,55	59,44	0,07	4,99	4,24	0,18	97,35
05/08/2008	1,36	10,03	14,62	57,54	0,05	5,32	2,73	0,07	105,19
06/08/2008	1,18	2,17	13,32	49,79	0,06	14,70	2,67	0,04	72,16
07/08/2008	0,68	2,12	10,54	42,08	0,09	25,59	8,80	0,02	71,30
08/08/2008	0,49	1,83	8,70	56,24	0,01	9,26	7,17	0,01	93,93
09/08/2008	0,24	1,78	7,12	52,74	2,38	7,30	4,54	0,01	87,85
10/08/2008	0,18	7,19	5,00	34,12	7,50	12,01	3,16	0,55	50,24
11/08/2008	0,37	17,94	2,22	14,29	4,63	19,39	4,14	1,11	29,44
12/08/2008	0,54	21,72	2,62	29,02	8,54	21,07	6,17	1,82	48,65
13/08/2008	0,50	25,10	3,36	44,97	13,20	22,69	8,55	3,83	65,94
14/08/2008	0,48	9,81	7,81	49,18	14,91	21,18	10,47	4,43	71,06
15/08/2008	0,32	5,50	25,49	68,43	14,93	35,11	41,65	18,35	90,77
16/08/2008	0,06	2,40	21,95	61,06	12,39	35,11	37,86	6,93	82,06
17/08/2008	0,06	1,89	9,66	26,29	11,02	10,08	15,37	3,61	25,94
18/08/2008	0,05	1,72	4,75	22,06	10,19	10,08	6,97	3,31	24,33
19/08/2008	0,07	1,64	2,98	19,47	9,69	10,08	4,06	3,63	19,84
20/08/2008	0,08	1,80	2,38	18,69	10,12	10,08	3,10	4,26	20,59
21/08/2008	0,09	1,54	2,46	16,90	8,93	10,08	2,68	5,43	31,81
22/08/2008	0,09	1,30	2,62	14,66	5,86	10,08	2,68	3,70	14,32
23/08/2008	0,10	2,91	2,48	13,50	5,04	10,08	2,41	2,45	17,87
24/08/2008	0,09	2,87	2,31	12,76	4,30	10,08	2,31	1,76	17,87
25/08/2008	0,11	2,99	2,60	12,22	3,72	10,08	2,28	1,33	17,87
26/08/2008	7,70	1,75	6,82	11,22	1,71	4,84	8,77	0,65	17,87
27/08/2008	10,76	5,52	7,95	10,52	0,00	4,75	8,42	0,00	17,87
28/08/2008	6,96	8,70	5,86	3,65	0,00	3,21	4,57	0,00	17,87
29/08/2008	4,49	15,63	2,77	0,27	0,00	0,16	3,56	0,00	21,70
30/08/2008	1,64	18,90	2,46	0,27	0,00	0,07	3,56	0,00	18,85
31/08/2008	0,43	14,01	2,63	0,27	0,00	0,07	3,56	0,00	18,85
01/09/2008	0,64	9,92	3,34	0,39	0,00	0,07	3,56	0,00	18,85

**DATI METEOROLOGICI:
STAZIONE DI LENTA – CASCINA LA RINASCITA**

LEGENDA:

Tmed	[°C]	=	Temperatura media giornaliera dell'aria
Tmax	[°C]	=	Temperatura massima giornaliera dell'aria
TIME Tmax	[hour]	=	Orario di temperatura massima giornaliera dell'aria
Tmin	[°C]	=	Temperatura minima giornaliera dell'aria
TIME Tmin	[hour]	=	Orario di temperatura minima giornaliera dell'aria
UR	[%]	=	Umidità relativa media giornaliera
RAD GL	[W/m ²]	=	Radiazione globale media giornaliera
RAIN	[mm]	=	Precipitazione totale giornaliera
Wind	[m/s]	=	Velocità del vento media giornaliera
Wind _{max}	[m/s]	=	Velocità di massima raffica giornaliera
TIMEW _{max}	[hour]	=	Orario di massima raffica giornaliera
DIR Wind		=	Direzione media del vento

DAY	Tmed	Tmax	TIME Tmax	Tmin	TIME Tmin	UR	RAD GL	RAIN	Wind	Wind _{max}	TIMEW _{max}	DIR Wind
12/3	15,2	18,4	7,30	6,9	0,00	47,1	244,0	0,3	1,2	8,5	20,00	S
13/3	10,3	18,8	17,00	0,8	6,00	52,7	210,8	0,0	0,8	5,4	14,00	NNW
14/3	10,1	16,3	15,30	4,4	0,00	67,0	188,0	0,0	0,8	4,9	13,00	NNW
15/3	9,3	15,6	0,63	1,3	7,30	78,8	160,8	0,0	0,7	5,4	14,30	SSE
16/3	11,3	16,9	16,30	5,4	0,00	78,1	145,3	0,0	0,9	6,7	17,00	NE
17/3	9,7	17,9	15,30	1,7	7,00	70,0	195,1	0,0	0,6	7,6	18,00	NNW
18/3	10,1	17,9	17,00	2,3	4,00	58,5	209,7	0,0	1,6	8,9	20,30	NNW
19/3	7,9	12,3	17,00	2,5	22,00	54,3	167,3	0,0	1,2	5,4	1,30	NE
20/3	7,5	13,8	15,30	-0,9	0,00	34,4	227,3	0,0	1,4	7,2	5,00	NNE
21/3	5,5	11,7	14,00	-2,2	3,00	50,8	161,4	0,0	1,0	7,2	20,30	NE
22/3	5,7	13,1	15,30	-2,4	6,00	57,9	211,6	0,0	0,9	6,7	12,30	NNE
23/3	5,8	11,6	17,00	-0,9	0,00	62,0	201,2	0,8	1,6	7,2	9,00	NE
24/3	4,6	12,7	16,00	-4,7	6,00	42,0	240,8	0,0	1,2	9,4	16,30	NNW
25/3	6,2	13,0	16,00	-1,8	6,30	38,9	237,6	0,0	1,4	8,5	13,30	ESE
26/3	6,4	13,7	16,00	-1,8	7,00	48,5	234,4	0,0	0,9	6,7	12,30	NNW
27/3	8,6	12,7	17,00	3,1	7,00	58,6	168,8	0,0	0,9	5,8	15,00	NNW
28/3	8,8	15,9	16,00	0,7	7,00	63,5	237,0	0,0	0,9	5,8	12,30	NW
29/3	10,8	19,1	16,30	1,6	7,00	59,2	235,5	0,0	1,1	5,8	14,30	NNW
30/3	12,1	16,9	17,30	7,2	7,30	60,5	188,3	0,0	1,1	9,4	15,00	N
31/3	12,3	15,8	16,00	6,4	0,00	61,5	125,9	0,0	1,1	7,2	16,30	NNW

DAY	Tmed	Tmax	TIME Tmax	Tmin	TIME Tmin	UR	RAD GL	RAIN	Wind	Wind _{max}	TIMEW _{max}	DIR Wind
1/4	12,7	21,2	17,30	2,7	7,00	53,5	243,9	0,0	1,1	6,3	15,00	NNW
2/4	13,5	20,3	15,00	4,7	8,00	44,3	207,0	0,0	2,3	11,2	18,00	NE
3/4	12,0	18,1	15,30	1,7	7,30	39,6	252,7	0,0	2,9	13,9	17,30	NE
4/4	10,7	18,1	17,30	0,6	7,30	40,9	262,5	0,0	1,6	7,6	12,30	NNW
5/4	10,7	17,3	17,30	2,2	5,30	44,3	259,6	0,0	1,3	6,3	11,00	N
6/4	10,6	15,2	18,00	4,7	6,00	61,0	192,2	6,6	2,0	7,6	21,00	SE
7/4	10,1	15,7	17,00	4,1	6,30	56,4	271,0	0,3	1,4	8,0	12,30	E
8/4	8,0	11,4	15,30	3,3	2,00	57,5	61,2	0,0	0,9	5,8	18,00	NE
9/4	6,3	9,6	12,30	0,8	7,30	82,4	56,8	1,3	0,4	3,1	15,00	NW
10/4	8,6	10,4	17,00	7,0	0,30	89,7	35,2	0,3	0,4	2,7	13,30	E
11/4	10,1	11,6	15,30	8,9	3,00	91,0	29,8	17,3	0,5	2,7	1,00	NE
12/4	10,2	13,9	18,30	6,0	0,00	77,8	119,8	5,1	1,7	6,3	6,00	NE
13/4	9,5	15,3	16,30	1,9	5,30	77,6	245,5	4,1	1,6	8,0	17,30	NW
14/4	7,9	10,1	12,00	5,7	18,30	86,7	33,6	30,2	1,6	9,4	13,30	NE
15/4	8,8	16,0	16,00	1,6	7,00	71,8	199,6	0,0	1,3	7,2	16,30	NNW
16/4	9,1	16,4	18,00	0,2	5,30	61,5	285,6	0,0	1,5	7,2	16,30	NNW
17/4	8,4	10,2	15,00	5,3	1,00	81,8	55,5	7,9	1,4	5,8	13,30	NE
18/4	8,5	10,7	14,00	6,7	7,30	86,7	58,9	27,2	1,6	6,7	21,00	NE
19/4	10,8	17,0	18,30	5,8	7,30	76,2	269,2	5,8	1,2	6,7	17,30	S
20/4	12,6	16,4	15,30	8,3	1,30	73,2	130,2	7,4	1,1	4,9	22,00	NE
21/4	9,2	10,9	16,00	6,9	0,00	85,9	56,5	33,0	1,3	6,3	10,00	NNW
22/4	10,7	17,1	18,30	6,4	7,30	85,3	183,0	0,0	0,8	4,9	14,00	SW
23/4	15,1	22,8	17,00	6,9	7,30	66,4	271,8	0,0	1,1	6,3	19,00	SSW
24/4	14,9	18,3	19,00	11,4	0,00	74,7	203,3	0,0	1,3	5,8	16,30	NE
25/4	15,1	22,2	19,00	8,2	6,00	71,9	269,2	0,0	0,8	5,8	15,00	S
26/4	15,1	19,4	18,00	8,9	3,30	63,9	276,2	0,0	1,3	5,8	15,00	NE
27/4	15,9	19,9	17,30	11,2	0,00	55,0	271,1	0,0	1,3	5,8	9,00	N
28/4	13,1	17,3	14,30	7,4	7,00	69,0	80,4	0,0	0,4	3,1	23,00	N
29/4	12,5	15,9	17,30	9,8	8,30	80,1	216,5	4,8	1,6	7,6	14,00	NE
30/4	11,4	14,1	11,00	9,3	23,30	85,3	74,9	6,9	1,4	4,9	11,00	NNW

DAY	Tmed	Tmax	TIME Tmax	Tmin	TIME Tmin	UR	RAD GL	RAIN	Wind	Wind _{max}	TIMEW _{max}	DIR Wind
1/5	12,3	19,8	18,00	5,4	6,30	71,9	292,3	0,3	0,9	5,4	0,30	SSW
2/5	14,1	21,7	18,00	6,1	6,00	66,3	283,9	0,0	0,7	4,9	13,00	NW
3/5	15,3	23,1	19,00	7,2	7,00	66,0	241,3	0,0	0,6	4,0	13,00	NNW
4/5	16,3	21,8	19,30	10,6	2,00	64,8	206,9	0,0	0,5	4,5	10,00	N
5/5	15,6	19,5	15,30	9,8	6,30	67,5	202,5	0,0	1,7	6,3	11,30	ESE
6/5	15,9	22,1	18,30	9,2	7,00	64,3	303,4	0,0	1,0	5,8	17,00	N
7/5	16,1	22,5	17,30	8,8	6,30	64,9	289,5	0,0	1,0	5,8	12,30	NNW
8/5	17,2	23,7	18,30	10,9	6,00	64,0	293,6	0,0	0,9	5,4	14,30	NNW
9/5	17,4	24,0	17,30	10,8	4,30	62,8	281,3	0,0	0,7	5,4	16,00	NNW
10/5	17,9	23,5	16,30	11,9	7,00	57,8	246,4	3,6	1,1	9,4	22,30	NNE
11/5	16,4	21,3	14,00	12,1	7,00	70,2	241,3	3,0	1,4	9,8	16,00	NE
12/5	17,4	22,6	16,30	11,7	7,00	59,4	293,1	0,0	0,7	6,3	12,30	N
13/5	17,4	23,1	18,30	9,6	5,00	58,0	313,1	0,0	0,8	6,7	15,00	NNW
14/5	17,2	24,2	17,30	8,8	6,30	61,3	304,4	0,0	1,0	6,7	14,00	N
15/5	15,1	21,1	15,30	9,8	6,30	76,4	179,0	9,1	1,3	8,9	16,30	NE
16/5	15,2	19,3	13,30	13,3	7,00	84,2	108,1	11,9	1,0	5,4	16,30	NE
17/5	14,3	15,8	17,00	13,2	5,30	90,4	33,2	62,2	0,6	6,3	21,30	NE
18/5	14,8	18,6	17,00	11,7	6,30	82,3	151,5	26,7	1,4	5,8	3,00	NE
19/5	17,0	20,8	17,00	13,1	6,00	77,9	244,8	0,0	0,8	5,4	13,30	NE
20/5	15,6	18,9	15,00	13,6	4,30	83,0	140,5	12,4	1,6	9,8	1,00	NNW
21/5	16,3	21,2	18,00	13,3	6,30	79,7	176,6	11,7	0,6	8,0	0,00	N
22/5	14,7	18,0	19,00	13,4	7,00	85,5	125,9	10,2	1,3	5,8	17,00	NE
23/5	15,9	22,4	17,30	11,0	4,00	80,2	266,9	18,3	0,8	9,8	20,00	NE
24/5	14,7	15,3	1,30	14,2	5,30	89,4	30,0	10,2	0,4	4,0	23,00	N
25/5	16,0	18,6	14,30	14,3	2,00	88,9	75,5	11,7	0,4	4,0	8,00	NE
26/5	17,1	20,5	18,00	15,0	5,30	86,6	74,9	2,3	0,4	4,5	19,30	NNW
27/5	19,8	25,7	16,00	14,3	6,30	79,9	210,0	1,3	0,7	4,5	11,00	ESE
28/5	21,6	25,9	18,30	18,4	6,30	71,4	199,8	0,3	0,9	4,9	11,30	NE
29/5	18,8	20,7	3,00	17,3	22,00	84,5	69,4	7,4	0,8	5,8	8,30	NNW
30/5	18,1	22,7	13,00	15,2	17,30	79,2	191,1	3,0	1,1	8,5	17,00	NE
31/5	18,1	23,6	17,00	14,2	6,00	78,4	266,4	0,8	0,7	5,8	18,00	NE

DAY	Tmed	Tmax	TIME Tmax	Tmin	TIME Tmin	UR	RAD GL	RAIN	Wind	Wind _{max}	TIMEW _{max}	DIR Wind
1/6	19,3	24,2	16,30	14,4	6,00	79,5	210,0	0,0	0,6	4,5	14,30	SE
2/6	18,6	22,2	18,00	15,2	3,30	80,8	126,9	0,3	0,7	6,7	14,00	NE
3/6	18,9	25,1	17,00	11,7	6,00	75,5	312,2	0,0	0,7	6,3	20,30	S
4/6	16,7	20,6	17,00	13,7	4,30	86,5	102,8	9,4	0,6	4,0	13,30	NE
5/6	17,2	19,8	17,00	15,0	6,00	85,6	102,6	2,0	0,4	3,1	14,30	SSW
6/6	17,9	23,0	16,30	15,4	6,30	82,8	236,4	11,4	0,9	8,0	17,30	NE
7/6	18,0	23,7	18,30	15,2	5,00	81,1	217,6	7,6	0,9	5,4	15,00	W
8/6	18,3	21,4	14,30	15,4	5,30	80,8	189,8	0,5	0,8	7,2	18,00	N
9/6	19,0	25,8	16,30	15,0	3,00	79,3	277,0	4,6	0,6	5,8	18,30	NE
10/6	20,4	25,9	16,30	14,5	4,00	74,0	323,6	0,0	0,7	4,9	17,30	S
11/6	20,3	26,8	18,30	13,7	6,00	74,4	309,7	0,3	0,6	8,0	16,00	N
12/6	19,8	25,4	17,30	15,0	6,00	75,1	291,4	35,3	1,1	7,6	21,00	SE
13/6	18,2	24,2	19,00	12,9	0,00	75,5	288,7	10,4	1,0	11,6	21,30	NNE
14/6	15,1	18,8	17,00	12,0	4,30	78,5	188,7	13,5	0,8	5,4	14,30	S
15/6	13,9	16,3	16,30	12,4	12,30	83,3	96,1	3,3	0,7	5,4	17,30	NE
16/6	13,6	15,0	15,00	12,4	6,30	88,9	51,9	7,9	0,6	3,1	16,00	NE
17/6	16,1	19,8	15,00	13,2	3,30	86,5	168,1	6,6	0,7	4,5	14,00	ESE
18/6	19,1	25,2	19,00	12,6	6,00	78,2	328,9	0,0	0,6	4,0	13,30	S
19/6	21,5	27,5	19,00	15,7	2,30	74,1	312,0	0,0	0,5	4,0	12,00	NNE
20/6	22,6	29,2	18,00	15,7	6,30	75,1	314,9	0,0	0,4	4,0	13,00	S
21/6	24,2	29,9	16,30	18,6	4,30	75,2	291,1	0,0	0,4	3,1	12,30	S
22/6	25,1	31,1	19,30	20,9	3,30	74,6	258,0	0,0	0,4	4,0	8,00	NNE
23/6	24,9	31,8	19,00	18,3	6,00	74,1	318,6	0,0	0,2	4,5	14,30	SSW
24/6	24,2	30,7	18,30	18,6	3,30	70,5	288,5	0,0	0,4	3,1	9,30	WSW
25/6	24,7	31,1	19,00	17,5	6,00	72,5	300,9	0,0	0,4	4,5	12,30	SSW
26/6	25,1	30,9	16,30	19,1	6,30	72,5	267,5	0,0	0,4	3,1	14,30	ENE
27/6	24,9	31,4	18,00	17,6	6,30	71,5	317,7	0,0	0,4	4,0	16,00	N
28/6	24,7	30,3	19,00	19,7	6,00	68,4	286,2	0,0	0,6	4,5	10,30	NNE
29/6	24,3	30,7	16,30	19,8	0,00	77,4	243,9	4,3	0,7	11,2	20,30	SSW
30/6	23,4	29,8	18,00	16,8	6,00	76,6	294,0	0,0	0,3	3,1	13,00	S

DAY	Tmed	Tmax	TIME Tmax	Tmin	TIME Tmin	UR	RAD GL	RAIN	Wind	Wind _{max}	TIMEW _{max}	DIR Wind
1/7	23,8	29,6	15,30	19,4	6,00	70,4	297,9	0,0	0,7	5,4	7,00	SSW
2/7	23,6	29,8	19,00	18,5	3,30	71,2	298,6	0,0	0,1	9,4	20,30	S
3/7	22,3	26,7	18,00	18,0	6,00	77,9	180,0	0,0	0,6	4,5	10,30	NE
4/7	22,9	28,3	20,30	16,6	6,30	72,4	322,9	0,0	0,0	2,2	0,30	NE
5/7	23,2	28,9	17,30	15,7	6,00	75,3	315,0	0,0	0,0	0,0	---	---
6/7	21,6	26,7	14,30	18,9	5,00	81,8	141,4	13,7	0,4	5,4	17,30	NE
7/7	21,9	27,3	16,30	19,0	4,00	80,1	209,7	0,5	0,9	6,3	13,30	NE
8/7	21,8	29,2	19,00	14,7	6,30	68,7	325,5	0,0	0,5	4,5	13,00	S
9/7	21,2	26,7	18,30	15,4	6,30	72,5	305,5	0,0	0,6	4,9	14,30	NE
10/7	22,4	28,8	19,30	15,3	6,00	74,7	312,8	0,0	0,4	4,0	12,30	SSW
11/7	22,7	29,2	16,00	17,8	4,00	76,0	217,3	0,0	0,6	5,4	16,30	NE
12/7	20,6	26,2	16,00	17,1	5,30	81,8	177,3	8,4	0,9	7,6	19,30	NE
13/7	19,3	24,3	13,30	15,7	5,30	80,1	240,1	16,3	1,7	14,3	5,00	NE
14/7	19,3	25,3	19,30	15,1	4,30	73,5	256,1	7,9	0,9	6,3	1,30	W
15/7	19,8	26,2	17,30	11,6	5,30	66,4	325,6	0,0	0,4	4,0	14,00	S
16/7	21,1	27,2	16,30	15,0	3,30	74,2	305,7	0,0	0,5	4,0	13,00	N
17/7	20,6	26,2	18,00	14,4	6,00	76,3	230,0	0,0	0,0	4,5	20,00	S
18/7	20,8	25,9	14,30	16,9	3,30	82,2	220,3	10,9	0,8	9,4	16,00	SE
19/7	21,5	25,7	16,00	17,9	7,00	78,8	253,4	0,3	0,5	5,4	15,00	NE
20/7	21,6	25,0	18,30	18,0	5,00	80,2	186,4	0,0	0,6	4,9	17,00	NE
21/7	21,2	27,2	15,30	14,7	6,30	69,3	263,1	0,0	0,3	4,5	0,00	W
22/7	19,1	25,1	17,00	10,6	6,30	58,5	318,7	0,0	0,8	5,4	15,30	NNW
23/7	19,8	26,3	18,30	11,6	6,30	63,2	316,9	0,0	0,7	5,8	16,00	NNW
24/7	20,4	29,1	19,00	11,5	6,30	66,3	316,0	0,0	0,3	3,1	17,00	S
25/7	21,1	27,9	17,30	12,6	6,30	73,8	306,6	0,0	0,6	4,0	12,30	S
26/7	23,5	29,8	17,00	19,4	6,30	76,9	254,6	0,0	0,4	4,5	14,00	NE
27/7	22,9	28,9	16,00	17,7	1,00	73,2	271,1	0,0	0,3	4,9	3,00	NE
28/7	24,1	30,6	17,00	17,6	6,30	73,4	277,1	0,0	0,3	3,1	0,00	NNW
29/7	23,8	29,3	18,00	17,2	6,00	74,0	239,6	0,0	0,4	4,5	14,00	S
30/7	24,5	30,4	17,00	19,2	6,30	76,1	259,3	0,0	0,4	5,4	0,00	E
31/7	24,3	29,3	17,30	18,0	6,30	71,1	284,0	0,0	0,4	5,8	0,30	NNW

DAY	Tmed	Tmax	TIME Tmax	Tmin	TIME Tmin	UR	RAD GL	RAIN	Wind	Wind _{max}	TIMEW _{max}	DIR Wind
1/8	24,3	30,5	17,30	18,9	23,00	75,7	224,0	6,6	0,6	15,6	22,00	NNE
2/8	22,3	28,4	18,00	15,0	6,30	75,1	297,7	0,0	0,4	3,1	16,00	S
3/8	23,6	30,0	17,00	16,2	6,30	75,3	296,5	0,0	0,4	4,0	15,30	S
4/8	24,6	29,9	18,30	19,9	7,00	77,6	201,8	0,0	0,0	2,7	0,00	E
5/8	24,8	32,3	18,00	18,1	7,00	75,5	281,9	0,0	0,3	4,0	13,00	SW
6/8	22,7	28,3	14,00	18,8	0,00	81,9	138,7	3,3	0,4	8,9	19,00	NE
7/8	22,4	27,6	16,30	17,1	6,30	80,8	245,9	0,0	0,4	3,1	13,00	SSW
8/8	23,3	30,7	19,00	16,7	7,00	73,4	290,9	0,0	0,1	2,7	0,30	S
9/8	21,1	28,0	17,00	12,9	7,00	61,6	285,8	0,0	0,0	0,0	---	---
10/8	21,2	28,3	17,00	13,5	5,30	69,6	282,6	0,0	0,2	4,9	14,00	S
11/8	20,2	27,4	15,00	14,6	6,30	79,4	161,0	2,5	0,0	5,4	17,30	NNW
12/8	19,0	21,5	13,00	16,4	4,30	87,1	56,3	1,5	0,4	4,0	14,30	NNE
13/8	22,8	28,2	17,00	17,8	6,30	76,8	268,5	0,0	0,0	0,4	20,00	NE
14/8	22,1	27,5	14,30	17,1	6,30	77,8	203,2	7,6	0,2	4,9	21,30	NE
15/8	17,3	24,1	12,30	14,1	18,00	84,0	102,8	41,1	1,0	9,8	3,30	NNW
16/8	18,2	25,4	14,30	10,1	7,00	72,4	259,3	0,0	0,3	3,1	12,30	SW
17/8	19,3	25,0	17,00	14,6	5,00	73,5	246,4	0,3	0,6	4,0	2,30	NNW
18/8	19,7	26,3	17,00	13,5	6,30	75,3	261,1	0,0	0,4	4,5	11,00	NE
19/8	21,2	27,9	17,30	16,6	2,00	75,8	195,6	4,3	0,3	4,0	23,30	NNE
20/8	21,8	27,8	17,00	16,3	6,30	77,7	256,6	2,0	0,3	3,1	15,30	NE
21/8	22,2	29,2	17,00	16,5	7,00	76,8	237,0	0,0	0,4	4,9	12,00	S
22/8	21,9	27,8	18,30	17,3	2,30	78,3	172,5	0,0	0,3	4,0	14,00	E
23/8	21,4	28,0	16,30	15,6	0,00	73,5	261,4	0,0	0,4	3,1	12,30	NE
24/8	18,4	25,4	17,00	9,6	6,30	70,2	267,5	0,3	0,5	4,9	15,30	NNW
25/8	19,6	27,1	17,00	13,9	7,00	71,1	236,5	0,0	0,4	3,1	10,30	SSW
26/8	20,2	27,7	18,00	13,6	5,30	74,0	241,9	0,0	0,0	0,0	---	---
27/8	20,4	27,8	17,30	13,0	7,00	72,1	245,4	0,0	0,4	4,5	12,30	SSW
28/8	21,4	28,2	16,00	14,4	6,30	73,7	243,0	0,0	0,4	3,1	16,30	S
29/8	22,1	29,2	16,00	15,3	6,30	76,3	231,8	0,0	0,3	5,4	14,30	W
30/8	22,6	29,8	19,00	16,2	7,00	74,7	235,1	0,0	0,4	4,5	14,00	SE
31/8	22,7	27,0	15,30	18,3	0,30	74,0	151,6	0,0	0,5	4,5	12,00	NE

DAY	Tmed	Tmax	TIME Tmax	Tmin	TIME Tmin	UR	RAD GL	RAIN	Wind	Wind _{max}	TIMEW _{max}	DIR Wind
1/9	20,4	26,1	16,30	16,8	0,00	80,1	142,3	11,4	0,5	4,0	2,30	NE

DATI METEOROLOGICI: STAZIONE DI ALBANO – CASCINA NUOVA

PPTOT	[mm]	=	Precipitazione totale giornaliera
IPMAX	[mm/min]	=	Intensità massima di pioggia
IPHMA	[hour]	=	Orario di intensità massima di pioggia
TAMIN	[°C]	=	Temperatura minima giornaliera dell'aria
TAHMI	[hour]	=	Orario di temperatura minima giornaliera dell'aria
TAMAX	[°C]	=	Temperatura massima giornaliera dell'aria
TAHMA	[hour]	=	Orario di temperatura massima giornaliera dell'aria
TAMED	[°C]	=	Temperatura media giornaliera dell'aria
TANDV	[%]	=	Percentuale dati attendibili temperatura giornaliera aria
RGMAX	[W/m ²]	=	Radiazione solare globale massima giornaliera
RGHMA	[hour]	=	Orario radiazione solare globale massima giornaliera
RGMED	[W/m ²]	=	Radiazione solare globale media giornaliera
RGNDV	[%]	=	Percentuale dati attendibili radiazione solare globale
RRMAX	[W/m ²]	=	Radiazione solare netta massima giornaliera
RRHMA	[hour]	=	Orario radiazione solare netta massima giornaliera
RRMED	[W/m ²]	=	Radiazione solare netta media giornaliera
RRNDV	[%]	=	Percentuale dati attendibili radiazione solare netta
RHMIN	[%]	=	Umidità relativa minima giornaliera
RHHMI	[hour]	=	Orario umidità relativa minima giornaliera
RHMAX	[%]	=	Umidità relativa massima giornaliera
RHHMA	[hour]	=	Orario umidità relativa massima giornaliera
RHMED	[%]	=	Umidità relativa media giornaliera
RHNDV	[%]	=	Percentuale dati attendibili umidità relativa
VBMIN	[V]	=	Voltaggio minimo batterie
VBHMI	[hour]	=	Orario voltaggio minimo batterie
VBMED	[V]	=	Voltaggio medio batterie
VVMAX	[m/s]	=	Velocità di massima raffica giornaliera
VVHMA	[hour]	=	Orario velocità di massima raffica giornaliera
VVMED	[m/s]	=	Velocità del vento media giornaliera
VVNDV	[%]	=	Percentuale dati attendibili velocità del vento
DVPRE	[deg]	=	Direzione velocità media del vento
DVNDV	[%]	=	Percentuale dati attendibili direzione velocità del vento

DATA	PPTOT	IPMAX	IPHMA	TAMIN	TAHMI	TAMAX	TAHMA	TAMED	TANDV	RGMAX	RGHMA	RGMED	RGNDV	RRMAX	RRHMA	RRMED
17/4	9,8	0,06	20.39	7,9	22.54	11,2	13.22	9,5	100	522	11.14	45	100	67	11.14	2
18/4	34,6	0,70	19.12	7,3	4.35	10,8	16.23	9,0	100	477	12.24	42	100	47	12.24	0
19/4	0,0	0,00	0.00	7,2	3.10	17,2	17.09	12,0	100	586	11.52	202	100	98	6.32	25
20/4	5,8	0,05	22.34	10,9	2.07	16,7	13.27	13,3	100	586	13.12	90	100	85	7.09	6
21/4	32,0	0,36	1.45	9,0	7.57	11,5	2.11	10,0	100	216	13.23	38	100	0	23.59	0
22/4	0,2	0,00	0.00	8,4	4.24	16,5	17.22	11,7	100	685	13.23	110	100	75	13.23	7
23/4	0,0	0,00	0.00	9,4	6.23	24,3	15.40	16,1	100	587	12.32	196	100	88	6.51	24
24/4	0,0	0,00	0.00	13,4	5.48	19,6	16.50	15,7	100	586	13.11	133	100	77	13.13	15
25/4	0,0	0,00	0.00	11,8	5.36	22,6	18.10	17,3	100	562	11.30	188	100	77	13.55	28
26/4	0,0	0,00	0.00	11,5	4.46	20,4	17.21	16,0	100	583	11.54	194	100	83	11.58	30
27/4	0,0	0,00	0.00	14,2	6.32	21,4	15.50	17,0	100	589	12.28	186	100	84	13.17	26
28/4	1,4	0,06	17.18	10,9	5.33	17,8	15.44	14,5	100	324	12.09	63	100	48	12.10	1
29/4	2,2	0,04	0.24	10,4	5.59	17,4	15.31	13,0	100	656	13.26	111	100	71	13.26	11
30/4	1,6	0,34	22.06	10,5	22.37	17,1	13.22	12,6	100	544	9.32	61	100	73	9.32	4

DATA	RRNDV	RHMIN	RHHMI	RHMAX	RHHMA	RHMED	RHNDV	VBMIN	VBHMI	VBMED	VVMAX	VVHMA	VVMED	VVNDV	DVPRE	DVNDV
17/4	100	75	0.56	91	23.17	84	100	12,80	6.45	12,97	off	0.00	n.v.	0	0.00	0
18/4	100	82	13.47	95	23.11	90	100	12,79	5.06	12,97	off	0.00	n.v.	0	0.00	0
19/4	100	52	13.41	94	6.20	71	100	12,78	4.25	13,01	off	0.00	n.v.	0	0.00	0
20/4	100	53	14.17	90	23.18	73	100	12,83	3.09	13,01	off	0.00	n.v.	0	0.00	0
21/4	100	79	15.25	97	23.59	90	100	12,81	6.39	12,97	off	0.00	n.v.	0	0.00	0
22/4	100	71	13.56	98	23.47	87	100	12,80	5.32	13,01	off	0.00	n.v.	0	0.00	0
23/4	100	22	16.50	96	3.34	64	100	12,83	4.05	13,04	off	0.00	n.v.	0	0.00	0
24/4	100	56	16.33	91	23.58	74	100	12,86	4.44	13,04	off	0.00	n.v.	0	0.00	0
25/4	100	28	18.36	92	5.52	62	100	12,84	5.23	13,05	off	0.00	n.v.	0	0.00	0
26/4	100	40	15.18	84	2.49	62	100	12,86	4.24	13,05	off	0.00	n.v.	0	0.00	0
27/4	100	32	15.10	81	23.45	52	100	12,87	4.54	13,05	off	0.00	n.v.	0	0.00	0
28/4	100	48	15.37	86	22.10	68	100	12,86	5.25	13,03	off	0.00	n.v.	0	0.00	0
29/4	100	58	15.26	94	8.59	81	100	12,83	4.40	13,02	off	0.00	n.v.	0	0.00	0
30/4	100	52	13.27	90	7.12	82	100	12,84	5.21	13,01	off	0.00	n.v.	0	0.00	0

DATA	PPTOT	IPMAX	IPHMA	TAMIN	TAHMI	TAMAX	TAHMA	TAMED	TANDV	RGMAX	RGHMA	RGMED	RGNDV	RRMAX	RRHMA	RRMED
1/5	0,0	0,00	0.00	7,8	6.01	20,6	17.16	14,2	100	599	12.56	200	100	77	13.59	27
2/5	0,0	0,00	0.00	10,0	5.17	22,7	14.55	16,5	100	598	12.42	198	100	84	12.42	31
3/5	0,0	0,00	0.00	11,5	6.10	24,8	15.26	18,1	100	686	13.48	204	100	92	13.48	30
4/5	0,0	0,00	0.00	13,3	5.12	23,1	17.08	17,9	100	620	11.54	160	100	86	11.54	19
5/5	0,0	0,00	0.00	13,3	5.07	20,0	15.09	16,2	100	610	12.27	121	100	86	12.27	12
6/5	0,0	0,00	0.00	11,6	5.17	22,4	14.50	17,5	100	594	12.18	212	100	81	12.18	29
7/5	0,0	0,00	0.00	11,9	4.45	23,6	15.21	17,7	100	590	12.30	198	100	79	13.09	25
8/5	0,0	0,00	0.00	13,4	4.58	25,1	16.25	18,9	100	588	12.37	207	100	79	12.58	28
9/5	0,0	0,00	0.00	13,3	5.05	25,3	16.24	19,1	100	611	11.11	192	100	84	13.43	25
10/5	0,6	0,00	0.00	14,4	5.14	24,4	14.43	18,9	100	641	13.44	185	100	86	13.44	22
11/5	1,4	0,10	15.18	13,8	5.16	21,8	14.05	17,1	100	706	11.59	169	100	95	11.59	16
12/5	0,0	0,00	0.00	13,6	5.29	23,1	14.41	18,5	100	775	11.09	205	100	100	11.09	26
13/5	0,0	0,00	0.00	13,4	5.06	23,9	16.17	18,9	100	602	12.02	194	100	75	12.07	28
14/5	0,0	0,00	0.00	12,8	4.51	25,7	16.22	19,6	100	583	12.26	210	100	75	12.01	29
15/5	6,6	1,06	14.57	14,0	5.43	21,8	13.56	16,9	100	549	11.58	124	100	74	11.58	13
16/5	22,0	0,25	15.48	13,4	21.33	18,5	12.44	15,6	100	559	11.31	56	100	57	11.31	1
17/5	44,8	2,30	20.20	13,7	0.30	16,6	18.20	14,9	100	213	11.16	29	100	0	23.59	0
18/5	15,6	0,12	4.16	12,3	8.32	20,8	17.19	15,4	100	548	15.16	115	100	58	15.26	7
19/5	0,6	0,06	23.50	14,0	4.40	21,2	18.03	17,6	100	677	13.05	161	100	70	13.07	13
20/5	6,6	0,06	0.31	14,3	3.11	19,2	15.58	15,9	100	528	12.19	80	100	55	12.19	2
21/5	26,4	1,29	22.18	14,0	22.58	22,0	16.02	17,0	100	699	14.01	130	100	73	14.01	10
22/5	18,4	0,38	9.43	13,4	9.47	18,4	17.26	15,3	100	531	15.46	76	100	48	15.46	1
23/5	0,0	0,00	0.00	13,3	4.16	23,0	15.06	17,6	100	628	12.54	179	100	66	14.12	15
24/5	5,4	0,13	12.48	14,6	14.08	16,8	0.00	15,6	100	226	14.21	25	100	0	23.59	0
25/5	5,2	0,05	14.36	14,9	1.22	18,7	12.29	16,5	100	293	9.54	53	100	0	23.59	0
26/5	0,6	0,00	0.00	15,9	5.07	20,9	16.48	17,8	100	366	15.58	50	100	38	15.58	0
27/5	0,6	0,00	0.00	15,0	5.38	25,8	15.04	20,5	100	578	13.14	140	100	61	13.20	11
28/5	0,0	0,00	0.00	18,4	5.20	26,5	15.17	22,1	100	504	11.42	135	100	55	11.42	10
29/5	5,8	0,04	5.53	17,6	22.54	21,4	0.57	19,4	100	199	11.53	49	100	0	23.59	0
30/5	2,4	0,09	0.26	16,3	23.00	23,2	12.14	18,8	100	670	14.00	147	100	68	14.03	12
31/5	0,0	0,00	0.00	14,9	4.54	24,0	13.54	19,2	100	668	11.08	165	100	65	11.08	11

DATA	RRNDV	RHMIN	RHHMI	RHMAX	RHHMA	RHMED	RHNDV	VBMIN	VBHMI	VBMED	VVMAX	VVHMA	VVMED	VVNDV	DVPRE	DVNDV
1/5	100	31	17.11	93	5.56	65	100	12,82	3.59	13,04	off	0.00	n.v.	0	0.00	0
2/5	100	28	17.05	84	21.43	59	100	12,83	4.52	13,06	off	0.00	n.v.	0	0.00	0
3/5	100	30	16.31	89	6.11	59	100	12,87	4.19	13,07	off	0.00	n.v.	0	0.00	0
4/5	100	37	15.56	86	22.02	61	100	12,88	4.01	13,07	off	0.00	n.v.	0	0.00	0
5/5	100	55	15.22	83	5.11	68	100	12,87	5.04	13,06	off	0.00	n.v.	0	0.00	0
6/5	100	29	16.32	89	5.58	58	100	12,86	5.08	13,07	off	0.00	n.v.	0	0.00	0
7/5	100	34	18.26	84	21.30	61	100	12,87	4.27	13,07	off	0.00	n.v.	0	0.00	0
8/5	100	26	19.00	87	0.13	59	100	12,87	5.09	13,07	off	0.00	n.v.	0	0.00	0
9/5	100	31	17.25	82	21.07	57	100	12,89	3.56	13,08	off	0.00	n.v.	0	0.00	0
10/5	100	30	14.34	84	23.44	57	100	12,88	4.15	13,07	off	0.00	n.v.	0	0.00	0
11/5	100	47	13.09	87	2.08	69	100	12,88	3.49	13,07	off	0.00	n.v.	0	0.00	0
12/5	100	32	14.33	86	1.07	55	100	12,87	4.38	13,07	off	0.00	n.v.	0	0.00	0
13/5	100	31	13.16	80	23.44	54	100	12,88	3.00	13,06	5,8	12.19	1,5	56	10.15	54
14/5	100	27	15.13	88	4.07	56	100	12,82	3.50	13,05	6,3	20.50	1,5	100	11.10	94
15/5	100	55	13.42	92	18.34	75	100	12,81	5.04	13,02	8,6	17.25	2,8	100	4.03	99
16/5	100	71	11.42	98	23.07	87	100	12,79	4.42	13	5,0	15.48	1,7	100	4.03	97
17/5	100	86	15.05	98	23.28	94	100	12,77	5.20	12,95	6,2	20.14	2,0	100	4.03	98
18/5	100	56	17.48	97	0.32	83	100	12,75	5.00	12,98	8,1	2.47	2,4	100	4.03	98
19/5	100	59	15.18	94	1.33	77	100	12,75	5.09	13,02	12,0	23.26	1,8	100	7.06	99
20/5	100	67	15.21	96	23.59	86	100	12,78	4.11	12,98	7,2	17.02	2,3	100	12.10	93
21/5	100	59	17.13	98	22.48	80	100	12,75	4.05	13	8,8	22.10	1,8	100	4.03	95
22/5	100	73	17.41	98	0.33	88	100	12,76	4.53	12,99	7,1	12.58	3,0	100	4.03	99
23/5	100	54	14.26	92	1.18	75	100	12,74	4.54	13,02	7,1	18.50	2,0	100	9.10	96
24/5	100	77	0.02	96	14.05	88	100	12,78	4.16	12,96	5,9	14.36	2,0	100	4.03	96
25/5	100	82	11.20	96	23.58	91	100	12,75	2.29	13	4,4	2.44	1,7	100	2.03	96
26/5	100	78	17.24	95	3.01	87	100	12,75	5.27	12,98	6,8	18.17	1,7	100	10.03	90
27/5	100	59	13.17	98	3.06	81	100	12,75	4.36	13,02	7,3	23.05	2,2	100	4.03	97
28/5	100	52	15.18	89	23.29	72	100	12,79	3.59	13,04	7,1	2.20	2,1	100	4.03	98
29/5	100	76	0.45	96	3.33	86	100	12,81	4.44	13,01	8,6	8.05	3,0	100	2.03	94
30/5	100	56	15.12	96	5.54	80	100	12,78	3.25	13,03	11,5	16.33	2,1	100	4.03	97
31/5	100	58	15.10	98	3.28	79	100	12,78	4.47	13,04	6,9	16.45	1,3	100	7.03	98

DATA	PPTOT	IPMAX	IPHMA	TAMIN	TAHMI	TAMAX	TAHMA	TAMED	TANDV	RGMAX	RGHMA	RGMED	RGNDV	RRMAX	RRHMA	RRMED
1/6	0,0	0,00	0.00	15,3	4.52	24,4	15.02	20,1	100	589	13.29	141	100	62	13.29	11
2/6	0,2	0,00	0.00	17,0	23.47	22,9	16.52	19,4	100	418	11.13	82	100	42	11.14	0
3/6	0,2	0,00	0.00	14,1	4.12	26,5	15.00	20,0	100	610	12.18	204	100	62	12.18	19
4/6	7,0	0,32	7.46	15,3	8.04	20,6	17.35	17,4	100	451	13.29	61	100	49	13.29	0
5/6	3,4	0,04	9.34	16,0	2.55	20,8	16.00	17,8	100	420	13.15	81	100	44	13.15	0
6/6	1,8	0,06	23.02	15,8	4.13	23,2	15.16	18,8	100	720	11.57	138	100	79	11.57	10
7/6	3,4	0,10	0.41	14,9	2.57	24,7	16.52	18,7	100	588	13.34	150	100	58	13.34	13
8/6	1,4	0,16	17.00	16,9	3.54	22,7	15.43	19,0	100	532	13.25	103	100	55	13.26	3
9/6	0,2	0,00	0.00	16,5	5.00	27,0	15.57	20,5	100	582	12.46	194	100	56	12.46	17
10/6	0,0	0,00	0.00	16,9	5.04	26,9	15.39	21,8	100	575	12.25	214	100	59	12.41	23
11/6	0,0	0,00	0.00	16,4	4.53	28,0	18.22	21,9	100	572	12.54	210	100	59	12.55	21
12/6	22,8	2,00	20.37	16,5	20.48	26,4	15.22	20,7	100	650	13.06	197	100	70	13.06	20
13/6	17,8	0,47	21.51	13,7	23.42	24,8	18.05	19,2	100	614	13.12	164	100	59	13.13	12
14/6	5,2	0,22	0.00	12,6	3.32	20,6	16.28	16,2	100	656	11.17	153	100	64	11.17	11
15/6	3,8	0,17	8.00	12,9	8.18	17,0	15.37	14,6	100	611	12.46	67	100	61	12.46	3
16/6	16,0	0,22	19.50	13,1	5.55	15,6	13.58	14,1	100	191	10.51	20	100	0	23.59	0
17/6	3,6	0,03	1.28	13,7	4.11	19,2	14.59	16,1	100	573	12.18	76	100	58	12.18	2
18/6	0,0	0,00	0.00	14,7	5.16	25,8	17.24	20,2	100	576	11.43	200	100	53	11.32	18
19/6	0,0	0,00	0.00	17,8	4.18	28,3	18.18	22,8	100	564	12.36	207	100	58	12.36	21
20/6	0,0	0,00	0.00	18,5	4.49	30,3	18.47	24,5	100	548	12.43	204	100	59	13.30	21
21/6	0,0	0,00	0.00	20,9	4.39	31,5	15.55	25,7	100	524	12.30	183	100	60	12.49	17
22/6	0,0	0,00	0.00	22,0	3.22	32,7	16.27	26,2	100	542	11.57	173	100	62	11.34	16
23/6	0,0	0,00	0.00	20,9	4.24	33,8	18.25	26,4	100	551	12.48	205	100	60	12.49	20
24/6	0,0	0,00	0.00	20,8	3.42	32,1	17.03	25,5	100	528	11.55	194	100	60	12.47	19
25/6	0,0	0,00	0.00	20,2	4.54	32,6	17.35	26,0	100	522	13.07	192	100	59	13.07	18
26/6	0,0	0,00	0.00	21,5	4.41	32,6	15.32	26,3	100	543	12.39	190	100	61	14.25	18
27/6	0,0	0,00	0.00	20,2	5.06	32,4	18.08	26,2	100	541	12.23	203	100	59	13.02	20
28/6	0,0	0,00	0.00	20,8	4.06	31,2	16.56	25,8	100	551	12.00	192	100	63	12.00	20
29/6	17,2	2,26	18.36	20,1	21.08	31,5	14.23	25,1	100	543	13.06	144	100	63	13.06	14
30/6	0,0	0,00	0.00	18,9	5.32	31,2	17.04	24,3	100	624	11.38	196	100	57	11.39	15

DATA	PPTOT	IPMAX	IPHMA	TAMIN	TAHMI	TAMAX	TAHMA	TAMED	TANDV	RGMAX	RGHMA	RGMED	RGNDV	RRMAX	RRHMA	RRMED
1/7	0,6	0,09	7.03	19,8	7.06	29,6	17.19	24,3	100	551	12.18	190	100	56	13.16	16
2/7	0,0	0,00	0.00	20,1	6.02	31,0	18.18	24,4	99	537	12.16	195	100	58	13.06	18
3/7	0,8	0,15	15.08	19,5	4.27	27,5	13.43	23,0	100	482	15.18	123	100	56	9.37	8
4/7	0,0	0,00	0.00	18,3	3.23	31,5	17.31	24,0	100	553	12.33	212	100	57	13.13	20
5/7	0,0	0,00	0.00	18,8	4.45	29,9	16.18	24,4	100	540	12.38	207	100	58	13.11	21
6/7	17,2	2,06	16.00	18,1	16.14	26,7	13.45	21,9	99	617	10.53	97	100	68	10.53	2
7/7	0,8	0,14	4.22	19,6	4.40	29,4	17.36	23,0	100	596	12.07	166	100	57	12.07	11
8/7	0,0	0,00	0.00	17,3	4.40	29,8	15.55	22,9	100	552	12.27	213	100	55	13.41	20
9/7	0,0	0,00	0.00	16,8	4.45	27,7	18.13	22,0	100	549	12.58	202	100	58	13.01	19
10/7	0,2	0,00	0.00	17,9	4.47	29,6	16.16	23,6	100	546	12.44	203	100	59	12.51	19
11/7	0,0	0,00	0.00	19,6	2.25	29,6	15.33	23,5	100	582	14.11	158	100	68	14.11	14
12/7	13,8	1,26	21.00	18,4	19.33	28,0	13.57	21,6	100	556	12.38	123	100	63	12.38	9
13/7	30,0	4,00	4.02	16,2	23.08	25,7	13.40	19,6	100	622	13.28	148	100	57	12.50	11
14/7	1,4	0,00	0.00	15,8	3.05	25,0	17.10	19,5	100	640	11.05	162	100	55	11.06	11
15/7	0	0	0.00	13,3	5.03	26,6	16.28	20,6	100	551	12.31	214	100	54	18.33	18
16/7	0,2	0	0.00	16	4.57	28,5	17.02	21,7	100	537	12.59	199	100	54	13.35	17
17/7	0,2	0	0.00	15,9	5.09	27,8	15.38	21,4	100	612	13.34	161	100	70	13.34	13
18/7	0	0	0.00	18,4	2.12	26,6	12.04	21,7	100	624	13.38	157	100	68	14.03	12
19/7	0	0	0.00	18,1	4.39	27,5	16.28	22,5	100	597	12.44	175	100	64	12.44	15
20/7	0	0	0.00	18,5	23.27	25,5	14.09	22,2	100	561	11.17	138	100	63	12.21	8
21/7	0,2	0	0.00	15,9	23.58	27,7	14.51	21,8	100	722	11.37	184	100	76	11.37	16
22/7	0	0	0.00	12,7	5.08	26,3	18.18	19,9	100	553	12.49	211	100	53	12.54	19
23/7	0,2	0	0.00	13	4.54	26,4	15.51	20	100	553	12.39	210	100	52	18.27	18
24/7	0	0	0.00	14,1	5.05	29,6	17.27	21,3	100	551	12.29	208	100	55	13.20	19
25/7	0,2	0	0.00	15,1	5.01	28,8	17.33	22,1	100	555	11.23	201	100	58	11.37	19
26/7	0	0	0.00	19,9	4.07	30,9	15.09	23,9	100	543	12.42	160	100	58	13.07	14
27/7	0	0	0.00	18,7	1.57	30,5	15.03	23,8	100	536	13.03	193	100	58	13.05	18
28/7	0	0	0.00	19,5	4.49	31,2	16.33	24,9	100	607	13.15	194	100	66	13.20	18
29/7	0	0	0.00	19	5.01	31,2	14.25	24,5	100	567	12.00	167	100	61	12.01	13
30/7	0	0	0.00	20,3	4.31	31,9	15.32	25,2	100	534	12.29	166	100	57	12.34	16
31/7	0	0	0.00	19,3	5.40	30,9	16.24	24,9	100	530	12.18	180	100	54	13.04	15

DATA	RRNDV	RHMIN	RHHMI	RHMAX	RHHMA	RHMED	RHNDV	VBMIN	VBHMI	VBMED	VVMAX	VVHMA	VVMED	VVNDV	DVPRE	DVNDV
1/7	100	51	12.02	98	22.14	74	100	12,82	4.39	13,06	8,3	3.15	1,4	100	11.03	95
2/7	100	49	15.55	98	2.21	73	100	12,82	4.23	13,07	13,6	19.13	1,1	100	10.03	96
3/7	100	66	13.16	99	2.38	84	100	12,82	4.26	13,07	4,8	19.25	1,2	100	4.03	94
4/7	100	39	17.36	97	5.06	73	100	12,81	4.32	13,07	4,7	1.03	0,9	100	10.11	96
5/7	100	57	15.48	99	3.48	77	100	12,82	4.34	13,07	4,0	21.02	1,1	100	11.10	96
6/7	100	69	12.41	97	16.23	86	100	12,82	4.31	13,05	14,0	16.02	1,6	100	4.03	97
7/7	100	56	17.31	99	5.28	82	100	12,80	3.26	13,05	6,0	19.53	1,9	100	4.03	99
8/7	100	29	14.43	98	23.57	70	100	12,80	4.49	13,06	3,6	12.43	0,9	100	7.03	95
9/7	100	47	18.05	99	23.12	76	100	12,79	4.58	13,06	5,9	0.06	1,2	100	11.03	98
10/7	100	49	18.45	99	5.23	77	100	12,80	4.49	13,07	3,8	15.12	0,9	100	3.10	94
11/7	100	55	15.33	99	23.19	82	100	12,81	4.51	13,05	7,4	16.36	1,2	100	7.03	96
12/7	100	64	13.55	98	3.23	86	100	12,80	4.55	13,03	10,4	19.24	1,9	100	4.03	92
13/7	100	62	13.19	99	4.46	85	100	12,78	3.58	13,01	13,2	4.02	2,6	100	4.03	96
14/7	100	52	11.42	98	6.38	76	100	12,76	4.43	13,02	7,9	0.19	1,6	100	10.15	94
15/7	100	40	13.09	99	23.59	72	100	12,75	4.26	13,04	3,7	15.45	1	100	11.10	94
16/7	100	41	16.56	99	0.15	76	100	12,78	4.04	13,05	3,8	13.12	1	100	3.06	96
17/7	100	52	15.32	99	23.19	80	100	12,78	4.10	13,05	5,8	17.53	0,9	100	7.03	95
18/7	100	67	12.35	99	22.44	87	100	12,79	4.12	13,05	7,8	14.18	1,6	100	3.06	97
19/7	100	52	16.40	99	23.59	81	100	12,79	4.00	13,05	4,8	12.41	1,1	100	4.03	94
20/7	100	71	15.29	100	3.31	86	100	12,79	5.01	13,05	5,6	16.33	1,4	100	10.03	99
21/7	100	35	11.17	99	6.39	71	100	12,78	4.33	13,05	6,6	22.43	1,1	100	3.10	92
22/7	100	30	14.59	98	23.13	63	100	12,77	5.05	13,05	6,1	1.31	1	100	13.10	95
23/7	100	39	15.16	99	22.52	71	100	12,75	4.36	13,04	4,5	14.46	1,1	100	15.11	96
24/7	100	37	15.25	99	5.21	72	100	12,77	3.49	13,05	3,6	15.34	0,8	100	6.15	96
25/7	100	47	15.27	99	5.46	76	100	12,77	4.34	13,05	4,1	20.07	1	100	10.11	97
26/7	100	49	14.46	100	5.00	83	100	12,79	5.31	13,04	4,3	2.31	1	100	3.11	96
27/7	100	50	16.09	98	23.59	78	100	12,78	4.47	13,05	5,1	2.10	1,1	100	6.03	94
28/7	100	50	13.10	99	5.06	78	100	12,8	4.53	13,06	4,3	23.31	0,8	100	3.10	93
29/7	100	50	14.17	99	23.50	80	100	12,8	4.35	13,06	3,9	12.57	0,8	100	11.10	95
30/7	100	54	14.15	99	2.58	81	100	12,8	4.35	13,06	4,7	17.53	1	100	15.10	90
31/7	100	54	16.25	100	21.59	78	100	12,79	5.15	13,06	4,2	0.42	0,9	100	11.03	95

DATA	PPTOT	IPMAX	IPHMA	TAMIN	TAHMI	TAMAX	TAHMA	TAMED	TANDV	RGMAX	RGHMA	RGMED	RGNDV	RRMAX	RRHMA	RRMED
1/8	42,4	4	20.41	17,2	20.45	31,9	15.42	24,7	99	528	12.24	138	100	57	12.30	10
2/8	0,2	0	0.00	16,9	4.40	29,3	15.23	22,5	100	538	12.33	200	100	51	18.24	16
3/8	0,2	0	0.00	18,1	5.26	32,5	18.17	24,5	100	534	12.47	199	100	53	18.23	17
4/8	0	0	0.00	20,7	5.01	30,5	17.01	25,2	100	575	11.03	159	100	57	11.20	12
5/8	0	0	0.00	19,6	5.15	34,3	18.11	25,4	100	533	12.33	192	100	50	18.19	17
6/8	2,4	0,09	15.30	18,9	23.55	28,6	12.19	22,4	100	541	12.34	74	100	57	12.34	2
7/8	0,2	0	0.00	17,7	5.19	27,9	14.42	22,7	100	533	12.46	159	100	51	13.00	11
8/8	0,2	0	0.00	17,2	23.49	30,5	17.16	23,7	100	529	12.22	187	100	49	18.15	16
9/8	0	0	0.00	14,4	4.35	29,3	14.47	21,5	100	547	11.18	186	100	60	18.26	15
10/8	0,2	0	0.00	14,8	5.25	29,5	17.27	21,6	100	529	12.21	186	100	56	18.14	15
11/8	1,6	0,07	16.31	16,3	4.33	27,9	13.16	20,9	100	602	13.03	117	100	58	13.03	6
12/8	2	0,03	21.56	17,3	3.58	22,2	17.15	19,7	100	226	12.30	41	100	0	23.59	0
13/8	0	0	0.00	17,7	5.51	29	15.38	22,6	100	598	11.28	159	100	53	11.28	9
14/8	4,4	0,2	22.19	17,8	4.01	28,9	15.31	22,3	99	564	12.50	143	100	54	13.56	8
15/8	69,6	5,45	5.17	14,4	17.15	22,5	11.14	16,9	100	577	11.03	55	100	56	11.03	2
16/8	0,2	0	0.00	11	5.36	26,3	14.11	18,8	100	545	12.01	168	100	57	13.56	12
17/8	0	0	0.00	14,8	5.33	25,4	15.40	19,8	100	553	10.45	173	100	54	13.29	16
18/8	0	0	0.00	14,3	5.50	27,7	15.56	20,3	100	526	12.21	169	100	52	13.25	15
19/8	0	0	0.00	17,2	0.04	28,6	16.31	21,8	100	610	11.29	141	100	63	11.29	11
20/8	0,8	0,04	1.05	17,1	4.30	29,2	14.10	22,3	100	520	13.07	170	100	53	13.11	14
21/8	0,2	0	0.00	16,7	5.46	29,3	15.54	22,5	100	537	12.07	164	100	54	12.10	14
22/8	0	0	0.00	17,7	23.57	28,2	16.10	22,1	100	507	11.46	115	100	51	13.16	6
23/8	0	0	0.00	15,8	23.56	28,5	15.50	21,5	100	519	12.14	172	100	52	17.50	14
24/8	0,2	0	0.00	11,7	4.57	26,8	14.34	19	100	521	12.36	178	100	59	18.05	16
25/8	0,2	0	0.00	13,8	5.09	27,2	14.53	19,6	100	569	13.03	150	100	53	13.04	9
26/8	0	0	0.00	14,1	5.08	29,9	17.52	20,7	100	507	12.29	160	100	48	13.45	12
27/8	0,2	0	0.00	13,7	5.59	28,8	15.13	20,6	100	499	12.07	160	100	46	13.25	11
28/8	0,2	0	0.00	15,4	2.45	29,4	16.06	21,8	100	504	12.28	155	100	53	13.49	13
29/8	0	0	0.00	15,4	5.54	29,8	15.08	22,3	100	497	12.02	150	100	55	12.03	13
30/8	0,2	0	0.00	16	5.49	31	18.13	22,7	100	487	12.17	154	100	54	13.03	15
31/8	0	0	0.00	19	4.48	27,6	14.35	22,4	100	465	13.32	86	100	58	13.33	3

DATA	RRNDV	RHMIN	RHHMI	RHMAX	RHHMA	RHMED	RHNDV	VBMIN	VBHMI	VBMED	VVMAX	VVHMA	VVMED	VVNDV	DVPRE	DVNDV
1/8	100	55	14.46	99	23.59	82	100	12,8	5.28	13,04	19,4	20.30	1,5	100	10.03	93
2/8	100	48	15.02	99	23.59	81	100	12,77	4.44	13,04	3,4	10.12	0,7	100	10.11	96
3/8	100	49	17.49	100	23.21	82	100	12,78	4.35	13,05	4	8.52	0,8	100	10.03	94
4/8	100	59	11.11	100	23.54	83	100	12,8	4.55	13,05	3,9	21.20	0,9	100	10.03	94
5/8	100	52	15.11	100	6.14	84	100	12,79	5.09	13,05	4,4	13.13	0,8	100	11.03	92
6/8	100	78	13.01	100	23.52	92	100	12,79	5.03	13,03	10,8	17.13	1,7	100	3.10	93
7/8	100	64	12.52	100	23.26	88	100	12,76	5.11	13,04	4,8	23.32	0,8	100	3.11	97
8/8	100	51	15.56	100	6.33	81	100	12,78	4.17	13,04	4	20.14	0,8	100	11.03	95
9/8	100	32	15.14	99	23.59	72	100	12,75	4.45	13,04	3,1	7.00	0,8	100	10.15	96
10/8	100	42	17.28	99	1.34	78	100	12,75	4.55	13,03	4,3	9.23	1,1	100	15.10	93
11/8	100	54	12.28	100	20.50	86	100	12,76	5.08	13,02	6,1	16.26	0,9	100	5.10	93
12/8	100	83	17.04	100	23.05	94	100	12,75	6.00	12,99	4,9	12.33	1,3	100	2.03	96
13/8	100	55	14.04	100	3.42	84	100	12,75	4.52	13,03	3,9	12.49	0,8	100	6.03	97
14/8	100	57	15.30	100	5.33	84	100	12,76	5.39	13,02	12,3	19.49	1,2	100	2.03	94
15/8	100	75	10.44	100	10.11	93	100	12,74	23.13	12,95	29,7	5.16	1,9	100	15.03	96
16/8	100	37	11.41	98	5.07	73	100	12,7	5.23	13	4,5	10.25	1	100	10.15	96
17/8	100	48	13.39	99	22.26	78	100	12,74	3.49	13,02	6,7	1.54	1,1	100	13.03	96
18/8	100	49	14.34	99	23.59	80	100	12,74	5.16	13,02	4,5	16.29	1	100	3.10	94
19/8	100	51	14.22	99	1.57	81	100	12,74	4.36	13,01	5,7	22.38	1	100	2.03	94
20/8	100	55	14.03	100	5.56	82	100	12,75	4.53	13,03	6,2	0.10	0,8	100	10.03	94
21/8	100	54	16.48	100	6.07	82	100	12,76	4.45	13,03	4,6	11.30	1	100	10.15	96
22/8	100	60	12.35	99	23.59	83	100	12,76	5.22	13,02	4,1	12.58	0,9	100	10.15	96
23/8	100	50	15.17	100	6.38	78	100	12,75	4.51	13,02	4,5	19.51	1	100	3.10	93
24/8	100	45	14.29	98	23.59	76	100	12,72	5.28	13,01	7,3	11.24	1,4	100	10.03	94
25/8	100	44	14.57	99	23.29	77	100	12,72	5.21	13,01	4,4	9.37	1,1	100	3.10	94
26/8	100	46	14.28	99	23.34	78	100	12,73	5.30	13,02	3,8	10.01	1	100	15.10	94
27/8	100	42	14.06	100	3.36	78	100	12,73	5.08	13,01	3,9	12.50	1,1	100	10.15	97
28/8	100	43	14.32	99	22.14	77	100	12,73	5.40	13,02	3,6	13.53	1	100	15.10	95
29/8	100	46	15.39	100	6.10	80	100	12,75	4.50	13,02	4,4	13.58	0,8	100	10.15	97
30/8	100	42	14.37	100	6.39	79	100	12,75	5.48	13,02	4,1	10.32	1	100	10.15	93
31/8	100	58	15.05	99	22.48	83	100	12,76	5.47	13,01	4,7	10.52	1,3	100	2.03	95

DATA	PPTOT	IPMAX	IPHMA	TAMIN	TAHMI	TAMAX	TAHMA	TAMED	TANDV	RGMAX	RGHMA	RGMED	RGNDV	RRMAX	RRHMA	RRMED
1/9	12,8	0,82	11.36	16,6	23.51	26,2	15.54	20,3	100	681	12.33	100	100	67	12.42	7

DATA	RRNDV	RHMIN	RHHMI	RHMAX	RHHMA	RHMED	RHNDV	VBMIN	VBHMI	VBMED	VVMAX	VVHMA	VVMED	VVNDV	DVPRE	DVNDV
1/9	100	55	15.44	100	23.40	87	100	12,75	5.20	12,99	6,7	3.16	1,4	100	4.03	95

PROFONDITA'DELLA FALDA – CAMPO PROVA DI LENTA

NB: Le profondità sono riferite al piano campagna del piezometro P6.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
data	Profondità [m]	Profondità [m]	Profondità [m]	Profondità [m]	Profondità [m]	Profondità [m]	Profondità [m]	Profondità [m]	Profondità [m]	Profondità [m]
21/3/08	-3,58	-6,27	-4,96	-5,93	-5,33	-3,99	-6,58	-8,35	-8,88	-7,62
4/4/08	-1,29	-6,26	-3,58	-5,70	-5,29	-3,01	-6,55	-8,27	-8,88	-7,62
11/4/08	-1,27	-6,24	-3,03	-5,68	-5,28	-3,31	-6,55	-8,18	-8,88	-7,62
18/4/08	-1,28	-6,27	-2,50	-4,53	-1,64	-3,51	-3,12	-7,73	-8,88	-7,62
24/4/08	-1,44	-6,27	-2,35	-5,52	-4,04	-3,60	-5,37	-8,11	-8,86	-7,62
30/4/08	-1,37	-6,27	-2,31	-5,38	-5,33	-3,68	-6,22	-8,13	-8,88	-7,62
15/5/05	-1,38	-6,22	-2,31	-5,75	-5,13	-3,77	-6,56	-8,16	-8,88	-7,62
22/5/08	-1,40	-6,12	-2,29	-4,81	-1,62	-0,38	-3,17	-7,21	-8,83	-7,62
29/5/08	-1,39	-6,25	-2,31	-5,53	-1,67	-0,48	-3,44	-8,08	-8,85	-7,62
5/6/08	-1,40	-6,25	-2,33	-5,58	-2,00	-0,64	-4,64	-7,61	-8,88	-7,62
12/6/08	-1,73	-6,22	-2,36	-5,69	-4,64	-0,97	-5,49	-8,11	-8,88	-7,62
19/6/08	-1,23	-6,26	-2,36	-5,54	-1,95	-0,72	-4,33	-8,06	-8,83	-7,62
26/6/08	-1,16	-6,25	-2,39	-5,80	-5,03	-1,84	-6,24	-8,11	-8,86	-7,62
3/7/08	-1,17	-6,22	-2,41	-5,88	-5,11	-2,80	-6,42	-8,14	-8,89	-7,62
10/7/08	-1,21	-6,24	-2,42	-5,93	-5,11	-3,28	-6,38	-8,08	-8,83	-7,62
17/7/08	-1,20	-6,25	-2,43	-5,92	-5,11	-3,49	-6,23	-8,11	-8,83	-7,62
24/7/08	-1,21	-6,25	-2,45	-5,96	-5,11	-3,69	-6,44	-8,16	-8,88	-7,62
31/7/08	-1,20	-6,25	-2,49	-6,05	-5,11	-3,69	-6,54	-8,17	-8,88	-7,62
7/8/08	-1,20	-6,25	-2,49	-6,06	-5,11	-3,79	-6,54	-8,18	-8,88	-7,62
14/8/08	-1,20	-6,25	-2,51	-6,12	-5,11	-3,79	-6,54	-8,18	-8,88	-7,62
21/8/08	-1,23	-6,25	-2,51	-6,05	-5,11	-3,79	-6,30	-8,14	-8,88	-7,62
28/8/08	-1,25	-6,25	-2,57	-6,12	-5,11	-3,79	-6,40	-8,16	-8,88	-7,62

PROFONDITA'DELLA FALDA – CAMPO PROVA DI ALBANO

NB: Le profondità sono riferite al piano campagna del piezometro P20.

	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20
data	Profondità [m]	Profondità [m]	Profondità [m]	Profondità [m]	Profondità [m]	Profondità [m]	Profondità [m]	Profondità [m]	Profondità [m]	Profondità [m]
21/3/08	-3,85	-4,12	-2,60	-4,82	-4,65	-3,69	-3,77	-4,12	-2,95	-3,17
4/4/08	-3,73	-3,75	-2,60	-4,57	-5,04	-3,69	-4,50	-4,15	-2,93	-2,36
11/4/08	-3,28	-3,40	-2,46	-4,32	-4,55	-3,69	-4,37	-4,09	N.D	-2,05
18/4/08	-1,09	-2,30	-1,75	-1,74	-3,71	-3,69	-3,82	-3,59	N.D	-1,27
24/4/08	-1,11	-2,28	-1,67	-1,77	-3,69	-3,69	-3,47	-3,37	-1,74	-1,10
30/4/08	-1,16	-2,29	-1,73	-1,86	-3,89	-3,69	-3,55	-3,52	-2,39	-1,14
15/5/08	-1,69	-2,30	-1,88	-3,39	-3,98	-3,69	-3,48	-3,49	-2,49	-1,16
22/5/08	-1,23	-2,08	-1,76	-1,84	-3,66	-3,69	-3,33	-2,86	-2,12	-1,12
29/5/08	-1,13	-2,35	-1,88	-1,93	-3,92	-3,69	-3,50	-3,52	-2,26	-1,31
5/6/08	-1,18	-2,38	-1,85	-1,99	-4,02	-3,69	-3,57	-3,57	-2,46	-1,19
12/6/08	-1,20	-2,34	-1,89	-2,02	-4,06	-3,69	-3,56	-3,59	-2,46	-1,35
19/6/08	-1,18	-2,28	-1,87	-1,95	-3,96	-3,69	-3,41	-3,32	-1,57	-1,12
26/6/08	-1,18	-2,28	-1,88	-2,06	-4,13	-3,69	-3,50	-3,01	-2,43	-1,17
3/7/08	-1,20	-2,32	-1,87	-1,97	-4,02	-3,69	-3,48	-3,01	-2,45	-1,13
10/7/08	-1,20	-2,30	-1,88	-1,95	-4,02	-3,69	-3,42	-3,35	-2,23	-1,12
17/7/08	-1,15	-2,28	-1,93	-1,89	-4,32	-3,69	-3,45	-3,40	-2,18	-1,16
24/7/08	-1,12	-2,27	-1,95	-1,81	-4,14	-3,69	-3,47	-3,44	-2,40	-1,18
31/7/08	-1,09	-2,27	-1,91	-1,92	-4,19	-3,69	-2,69	-3,38	-2,45	-1,12
7/8/08	-1,14	-2,23	-1,86	-1,77	-4,17	-3,69	-3,41	-3,35	-1,98	-1,09
14/8/08	-1,08	-2,28	-1,87	-1,77	-4,03	-3,69	-3,45	-3,39	-2,25	-1,12
21/8/08	-1,11	-1,58	-1,94	-1,87	-4,18	-3,69	-3,51	-3,38	-2,26	-1,15
28/8/08	-1,88	-2,46	-2,11	-2,02	-4,15	-3,69	-3,63	-3,43	-2,50	-1,45