

PIEZOMETRIA DELLA FALDA IDRICA A SUPERFICIE LIBERA DEL TERRITORIO DI PIANURA DELLA REGIONE PIEMONTE

PREMESSA

Nel periodo giugno-luglio 2002 è stata svolta una campagna piezometrica su tutto il territorio della pianura piemontese.

Le misure piezometriche sono state effettuate su 315 punti d'acqua relativi all'acquifero superficiale. Si tratta per lo più di pozzi di cascina, ancora attualmente utilizzati per uso domestico o irriguo. In alcuni casi le misure sono state effettuate anche in piezometri e in pozzi ad uso industriali.

In tali punti d'acqua è stata misurata la soggiacenza della falda superficiale, cioè la sua distanza dalla sua superficie piezometrica rispetto al piano campagna.

Le caratteristiche dei punti d'acqua misurati durante la campagna piezometrica sono state inserite in apposite schede riportate in allegato; in particolare sono state descritte le caratteristiche tecniche del punto d'acqua (quota dal piano campagna, diametro, destinazione d'uso), i dati di ubicazione (coordinate U.T.M., Provincia, Comune, indirizzo e proprietario) e la soggiacenza relativa. Sulla scheda sono stati inseriti anche lo schema della sezione del pozzo, la foto, lo schema in pianta della posizione del pozzo e lo stralcio della CTR per una veloce individuazione (cfr. *Fig.1*).

DATABASE DEI PUNTI ACQUA RELATIVO ALLE MISURE PIEZOMETRICHE E DI SOGGIACENZA

Il database dei punti utilizzati per la campagna piezometrica è stato suddiviso in due parti.

La prima parte (*Tabella 1a*) raccoglie le informazioni generali dei punti acqua: ogni punto è contraddistinto, oltre che dalle coordinate U.T.M., da una sigla identificativa, da un codice attribuito dal Dipartimento di Scienze della Terra, dal numero della sezione CTR, dall'indicazione del Comune di appartenenza, della quota del piano campagna espressa in metri s.l.m., della sigla originale del rilevatore, della località e del proprietario del pozzo.

Tabella 1a: Database dei punti acqua: informazioni generali.

<i>Xutm</i>	<i>Yutm</i>	<i>Sigla</i>	<i>Codice DST</i>	<i>Sezione CTR</i>	<i>Comune</i>	<i>Quota P.C.</i>	<i>Origine dati</i>	<i>Denominazione</i>	<i>Località</i>	<i>Proprietario</i>
463852	4969326	3	1ALS001R0602	176110	Alessandria	100	Tonussi	Tonussi2	Strada Oviglio 15	Talenti Giovanna
440767	4973118	64	2AST001R0602	175070	Asti	111	Tonussi	Tonussi36	Loc. Valterza 61	Az. Agr. Astiflora
427718	5044898	70	3BIE001d0702	115010	Biella	380	Lodi	Lodi32	Viadegli Orti 6	Eredi Blotto
379631	4921732	100	4CUN002D0602	209140	Cuneo	511	Bove	BOVE47	CZumaglia	
468138	5035900	167	5NOV002P0702	116120	Novara	160	Balzola	BLZ53	Cra Ciochè	AIES
392699	4992456	239	6TRN002P0702	155120	Torino	263	Beltrami	S11	Cso Francia	ATM
450023	5019248	314	8VRC003F0602	137050	Vercelli	135	Balzola	BLZ21	Cra Borasio	AIOS

Il codice del pozzo è stato ideato in modo da includere più informazioni possibili: il primo numero indica la Provincia, seguono la sigla del Comune di appartenenza, il numero di misure effettuate all'interno dello stesso Comune, l'uso del pozzo, il mese e l'anno di effettuazione della misura.

La seconda parte del *database* (*Tabella 1b*) è composta sia dalle caratteristiche tecniche del pozzo, uso e profondità dal piano campagna, sia dagli elementi distintivi della misura, come la soggiacenza della falda, il livello piezometrico, l'anno, il mese e la stagione della misura.

Tabella 1b: Database dei punti acqua: caratteristiche tecniche del pozzo elementi distintivi della misura.

<i>Uso</i>	<i>Profondità (m)</i>	<i>Soggiacenza di P.C.</i>	<i>Liv. piezometrico</i>	<i>Anno</i>	<i>Mese</i>	<i>Stagione</i>
R	7	4,40	95,60	2002	6	estiva
R	10	3,69	107,31	2002	6	estiva
ds	10	6,50	373,50	2002	7	estiva
D	45	38,62	472,38	2002	6	estiva
P	5-10	2,23	157,77	2002	7	estiva
P	34	30,58	232,42	2002	7	estiva
P	3-5	0,84	134,16	2002	6	estiva

MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLA CARTA PIEZOMETRICA

I punti monitorati sono stati integrati con dati piezometrici ottenuti dall'Archivio del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Torino. In questo modo si è ottenuto un *database* con un numero di valori piezometrici sufficiente per la creazione della carta piezometrica a scala 1: 100.000. Nell'elaborazione della carta non sono state considerate le zone nelle quali la densità di dati era insufficiente. Per tale motivo anche alcuni dati relativi al *database* non sono stati considerati nell'elaborazione ma sono stati ugualmente inseriti nello stesso in quanto ubicati nell'area di pianura considerata.

Le isopiezometriche sono state tracciate manualmente tenendo conto di diversi fattori di controllo:

- ❖ Le quote topografiche ricavate dal DEM 50, in modo da controllare che la superficie piezometrica fosse sempre inferiore alla superficie del piano campagna
- ❖ La coerenza con i limiti geologici e gli elementi geomorfologici.
- ❖ La correlazione con la rete idrica superficiale.
- ❖ La coerenza della carta piezometrica finale con i valori di soggiacenza relativi in corrispondenza dei vari punti d'acqua.

Come supporto e confronto sono state utilizzate anche carte piezometriche di maggiore dettaglio rispetto alla scala 1:100.000, allegata a relazioni tecniche e pubblicazioni scientifiche presenti nell'archivio del DST.

DESCRIZIONE DELLA CARTA PIEZOMETRICA

Provincia di Alessandria

Nel territorio della Provincia di Alessandria la falda superficiale risulta influenzata dall'andamento della superficie topografica, di cui generalmente segue l'andamento, dalle caratteristiche litologiche dei terreni attraversati e, infine, dalla presenza dei corsi d'acqua che ne determinano le principali direzioni di flusso.

Il territorio provincia di pianura può essere suddiviso in due zone: una zona settentrionale in cui il Fiume Po costituisce il principale elemento drenante, ed una meridionale in cui tale funzione è assolta dai Fiumi Tanaro e Bormida e dal Torrente Orba. Queste due zone sono separate tra loro da rilievi collinari, costituiti da depositi pliocenici e pre-pliocenici, che esercitano il ruolo di spartiacque tra le due aree.

Pianura alessandrina settentrionale

La zona settentrionale della pianura alessandrina confina con la Provincia di Vercelli a Nord e con la Regione Lombardia ad Est.

In questo settore i terreni in affioramento appartengono ai complessi che vanno dalle Alluvioni antiche fino alle Alluvioni medio recenti ed attuali.

Il flusso idrico della falda superficiale, nella quasi totalità dell'area in esame, ha direzione da ovest verso est e segue l'andamento del Fiume Po, che costituisce l'elemento drenante di tutta questa zona di pianura.

Nella zona di Valenza, ubicata a sud-est rispetto al settore descritto, l'andamento della falda assume direzione nordovest - sudest, in accordo con il corso del Fiume Po.

Le direzioni di flusso sono generalmente parallele, salvo eccezioni locali causate da variazioni topografiche.

Il gradiente idraulico si attesta su valori prossimi a 0,01% nella zona di pianura del Comune di Casale Monferrato ed aumenta alla base dei rilievi collinari, raggiungendo valori prossimi a 0,05%. Un aumento del valore del gradiente idraulico è, inoltre, riscontrabile lungo l'orlo di terrazzo che costituisce il limite stratigrafico tra le Alluvioni attuali e medio recenti e le Alluvioni antiche; ciò è osservabile nei Comuni di Casale Monferrato, Borgo San Martino, Pomaro Monferrato e Giarole.

Tra gli elementi più significativi della morfologia della superficie piezometrica si segnala un asse drenante ubicato in corrispondenza del Fiume Po.

Pianura alessandrina meridionale

La pianura alessandrina meridionale confina ad Ovest con la Provincia di Asti, ad Est con la Regione Lombardia ed è delimitata a Sud dai rilievi collinari del dominio geologico dell'Alto Monferrato.

La geologia di superficie è costituita dai complessi dei depositi fluvioglaciali e fluviali del Riss fino alle Alluvioni attuali.

La falda superficiale nella zona più settentrionale di questa sottoarea ha generalmente direzione di flusso subparallela anche se la topografia, unitamente alle caratteristiche litologiche dei depositi fluvioglaciali e fluviali del Riss, è causa di numerose variazioni locali.

Nella porzione di pianura corrispondente ai Comuni di Felizzano, Quargento e Solero, la direzione del flusso è da nord nordest verso sud sudovest ed il Fiume Tanaro costituisce il principale elemento drenante dell'area.

Nella territorio del Comune di Alessandria, la falda superficiale converge verso il capoluogo con un andamento nordovest-sudest: a partire dai Comuni di Quargento e Solero, ovest-est da Oviglio, sud-nord da Sezzadio, Predosa, Castelspina e Castellazzo Bormida, sud-est verso nord-ovest da Novi Ligure, Pozzolo Formigaro, Bosco Marengo e Frugarolo.

Il gradiente idraulico è variabile tra 0,025% e 0,15%.

Nella porzione meridionale di questa sottoarea sono presenti alcuni terrazzi morfologici delimitati lateralmente dalle incisioni dei torrenti Tiglione e Belbo, del Fiume Bormida e dei torrenti Orba e Scrivia.

Rispettivamente da ovest verso est, in corrispondenza alle incisioni di tali corsi d'acqua, si rileva la presenza di assi drenanti mentre le sommità dei terrazzi hanno funzione di spartiacque.

Sui terrazzi del Riss e del Mindel compresi tra il Torrente Tiglione e il Fiume Bormida, la direzione di flusso va da sud sudovest verso nord nordest mentre diviene nord-sud spostandosi verso oriente. La geometria della superficie piezometrica è di tipo radiale sulla sommità dei terrazzi, a costituire degli spartiacque, e parallela sui fianchi degli stessi.

I valori del gradiente idraulico, compreso tra 0,02% e 0,25%, risulta massimo in corrispondenza delle scarpate di terrazzo.

Sul terrazzo compreso tra il Fiume Bormida e il Torrente Orba affiorano terreni di età compresa tra il Mindel e il Wurm; in tale settore la falda ha andamento nord-sud e flusso sostanzialmente radiale.

Nella porzione compresa tra il Torrente Orba e il Torrente Scrivia la direzione della falda è sud sudest-nord nordovest e risulta condizionata, oltre che dalla topografia, anche dalla permeabilità dei terreni. Sul terrazzo del Riss, su cui si trovano i Comuni di Bosco Marengo, Fresonara, Basaluzzo e Novi Ligure, si evidenzia una maggior influenza da parte della topografia e valori di gradiente maggiori rispetto al settore più ad Est.

Sui fianchi orientali di questo terrazzo, in corrispondenza del Comune di Novi Ligure, si registrano i valori massimi di gradiente di tutta la Provincia (1,7 %).

Per quanto riguarda la porzione più orientale dell'area in esame, in cui si trovano i Comuni di Tortona, Pontecurone e Casalnoceto, la direzione della falda è sudest-nordovest; in questa zona i corsi d'acqua (Torrente Grue e Torrente Carone) hanno azione alimentante nei confronti della falda nelle parti più a monte, per diventare poi drenanti spostandosi verso valle nella zona di Castelnuovo Scrivia.

I valori del gradiente idraulico diminuiscono da monte verso valle, attestandosi su valori compresi tra 0,25% e 0,03% nelle zone più pianeggianti.

Provincia di Asti

Il territorio di pianura compreso nella Provincia di Asti è rappresentato dalla Val Tanaro e dal settore orientale dell'Altopiano di Poirino.

Val Tanaro

Nel settore astigiano della Val Tanaro, la falda superficiale è contenuta in modo prevalente nelle Alluvioni antiche.

Il Fiume Tanaro svolge generalmente un'azione drenante nei confronti della falda idrica.

La direzione di flusso della falda superficiale è condizionata dalle irregolarità della superficie topografica, dalla morfologia dell'alveo fluviale e dall'andamento del substrato dell'acquifero.

Il gradiente idraulico è compreso tra valori minimi di 0,01% tra Isola d'Asti e Asti e valori massimi di 0,1% nel Comune di Cerro Tanaro.

Tra gli elementi morfologici della superficie piezometrica si segnalano due assi drenanti: il primo, caratterizzato da un andamento sudovest-nord nordest, si rileva nel settore più a monte della Val Tanaro, nel territorio comunale di Isola d'Asti; il secondo è ubicato nel Comune di Cerro Tanaro e ha direzione circa sud-nord. Parallelamente agli stessi si allungano due spartiacque sotterranei nei Comuni di Isola d'Asti e Cerro Tanaro.

Altopiano di Poirino

Nel settore dell'Altopiano di Poirino, la falda superficiale è contenuta all'interno dei depositi alluvionali recenti, dei depositi fluvioglaciali rissiani e nei terreni dell'Altopiano di Poirino.

L'andamento della superficie della falda di questa area è fortemente condizionato dalla morfologia e dalla presenza di incisioni dei corsi d'acqua minori, presenti in tutto l'altopiano.

Tutti i corsi d'acqua svolgono un'azione drenante nei confronti della falda. In corrispondenza delle valli, infatti, si sviluppano assi drenanti e parallelamente agli alti morfologici si allungano spartiacque sotterranei.

Nel settore settentrionale dell'Altopiano di Poirino, le linee di flusso presentano un andamento da nord nordovest verso sud sudest; nel settore centrale dell'Altopiano, la direzione di flusso è da est-nordest verso ovest-sudovest, mentre più a sud diviene sud sudest-nord nordovest.

Il gradiente idraulico, fortemente influenzato dalla topografia, passa da valori minimi di circa 0,08% presso Villanova d'Asti, a valori massimi di circa 0.2% nel territorio comunale di Cellarengo e Val Fenera.

Provincia di Biella

Nella Provincia di Biella la falda superficiale ha generalmente una direzione nordovest-sudest ed è fortemente condizionata dall'azione drenante del Torrente Cervo nel settore centro-settentrionale e del Torrente Elvo nel settore sud-occidentale. Anche gli affluenti dei corsi d'acqua principali svolgono un'azione drenante, seppur modesta.

In particolare, nel settore più orientale della provincia, tra il Torrente Cervo ed i margini dei territori biellesi, e all'estremità nord-occidentale dell'area in esame le linee di flusso assumono un andamento nord-sud.

La topografia condiziona l'andamento delle linee isopiezometriche, in particolare nelle aree di terrazzo.

I gradienti maggiori si riscontrano a ridosso dei rilievi alpini in corrispondenza dei terrazzi (valori pari a 7%) e quelli minori nelle zone meridionali (valori pari a 0.12%).

L'andamento della falda superficiale viene di seguito descritto in relazione a due aree distinte da un punto di vista geomorfologico: le aree di pianura e le aree dei terrazzi.

Aree di pianura

Nell'area di studio si osservano tre settori pianeggianti, separati dai due maggiori terrazzi mindeliani: uno occidentale, uno centrale e uno orientale.

Nel settore più a nord-ovest, tra Ponderano e Borriana, in un'area compresa tra i depositi alluvionali e quelli mindeliani, il flusso assume una direzione nord-sud, coincidente con quella dei due affluenti dell'Elvo; in questa zona la falda risulta drenata dai due corsi d'acqua.

Nel settore centro-occidentale dell'area, il flusso ha geometria circa parallela con direzione nordovest-sudest ed è impostato sul grande terrazzo rissiano e nei depositi fluvioglaciali e fluviali wurmiani. L'andamento della falda risulta notevolmente

influenzato dall'idrografia superficiale: i principali corsi d'acqua, infatti, esercitano un'azione drenante sulla falda superficiale, in particolar modo nel caso del Torrente Elvo.

La piezometria di questo settore si collega a quella del terrazzo mindeliano che si estende al centro dell'area. Tra Candelo e Benna, al passaggio tra terrazzo Rissiano e Fluviale Wurm, ad esempio, si rileva una netta variazione nella direzione di flusso che da nordovest-sudest diviene ovest-est.

Sono inoltre evidenti zone di drenaggio con direzione nordovest-sudest impostate nella fascia compresa tra Candelo, Massazza e Villanova Biellese coincidenti, probabilmente, con un paleoalveo del Torrente Cervo; tale paleoalveo, in contatto con la falda superficiale, determinerebbe un rilevante apporto d'acqua alla falda lungo il tracciato del vecchio letto fluviale.

Il gradiente ha valori maggiori nel settore a nord della pianura (2,5%) e diminuisce procedendo verso Sud (0,8%). In corrispondenza del terrazzo aumenta fino a valori dell'ordine di 7-10%.

Ad est del terrazzo mindeliano la falda è contenuta nei depositi alluvionali ed è drenata dal Torrente Cervo.

Tra Valdengo e Cereto Castello il flusso ha una direzione ovest nordovest-est sudest; quindi varia seguendo il percorso del Cervo fino a divenire nordovest-sudest.

A monte di Castelletto Cervo è individuabile un asse drenante anch'esso probabilmente coincidente con un paleoalveo di un affluente del Torrente Cervo; quest'asse è limitato verso il T. Cervo da uno spartiacque sotterraneo.

In questa zona il gradiente oscilla tra 2% a nordovest a 0,8% a sud-est.

Il settore di pianura all'estremità orientale dell'area in esame, infine, è caratterizzato da una geometria con linee di flusso circa parallele; la falda, ospitata dai depositi rissiani ed orientata nord nordest-sud sudovest, è drenata dal Torrente Ostola e, più a sud, dai suoi affluenti Trigogna e Guardabione.

A sud di Brusnengo è presente uno spartiacque piezometrico impostato nei depositi rissiani. La stessa morfologia della superficie piezometrica si ritrova più a sud, presso la confluenza di due rii nel Torrente Cervo.

Il gradiente idraulico in questo settore varia da valori massimi a nord (3%) a valori minimi (0,6%) più a sud.

Aree di terrazzo

All'estremità sud-occidentale del settore provinciale biellese, presso Cavaglià, in corrispondenza di un terrazzo mindeliano, la falda assume una direzione nordovest-sudest.

La zona di ricarica è ubicata più a ovest, nei depositi morenici mindeliani.

Presso il terrazzo fluvioglaciale mindeliano definito "Baraggia di Candelo", ubicato in destra orografica del Torrente Cervo, a sud di Cossato, si evidenzia una falda radiale, che presenta uno spartiacque sotterraneo con andamento nordovest-sudest.

All'interno del terrazzo stesso i corsi d'acqua secondari svolgono un effetto drenante sulla falda.

Tra il Torrente Cervo e il Torrente Ostola, poi, è presente un altro terrazzo mindeliano che ospita una falda radiale interessata da uno spartiacque centrale legato alla situazione topografica e, più a nord-ovest, due assi di drenaggio in corrispondenza di corsi d'acqua secondari.

Un terrazzo più piccolo, su cui è edificato l'abitato di Cossato, è interessato da una falda di tipo radiale con uno spartiacque piezometrico centrale, legato alla topografia dell'area.

Il gradiente nelle aree di terrazzo è dell'ordine di 1-7%.

La ricarica avviene dai contrafforti alpini costituiti geologicamente dal basamento cristallino e dalle sue coperture.

Sorgenti

La provincia biellese possiede un cospicuo patrimonio idrico, costituito da numerosi corsi d'acqua e sorgenti (circa 270). Queste ultime sono distribuite in tutta la zona collinare e montana; in particolare l'acquedotto municipale di Biella è alimentato da diverse sorgenti, di cui le principali sono ubicate nella zona di Zubiena e nella conca di Oropa.

Le sorgenti di Zubiena forniscono la maggior parte dell'acqua potabile di Biella; hanno una portata costante di 70 l/s. Quelle della conca di Oropa sono di portata variabile.

Provincia di Cuneo

Nel territorio compreso nella Provincia di Cuneo la falda superficiale mostra una direzione generale di deflusso da sud-ovest verso nord-est nella parte centro meridionale dell'area e da sud verso nord nel settore settentrionale.

A scala regionale l'andamento della falda risulta comunemente condizionato dal reticolo idrografico che, da nord a sud, comprende il Fiume Po, il Torrente Varaita, il Torrente Maira, il Torrente Grana e il Torrente Stura di Demonte.

Il territorio provinciale, da un punto di vista morfologico, può essere suddiviso in tre sottozone: una zona di pianura, le zone dei terrazzi e il settore cuneese della Val Tanaro.

Di seguito viene presentata una descrizione della piezometria di tali settori.

Area di pianura

L'area di pianura presente nel territorio della Provincia di Cuneo può essere geograficamente suddivisa in un settore settentrionale, un settore centro meridionale in sinistra orografica del Torrente Stura di Demonte e un settore centro meridionale in destra orografica del Torrente Stura di Demonte.

Nei settori di pianura della provincia di Cuneo sono stati censiti numerosi fontanili. I principali sono stati rinvenuti nei Comuni di Cuneo, Beinette, Margarita, Rocca de Baldi, Castelletto Stura, Morozzo, Centallo, Cavallermaggiore, Fossano, Marene, Morello, Ruffia, S. Albano Stura, Savigliano e Villafalletto.

Settore settentrionale

Nel settore settentrionale dell'area di pianura, i terreni affioranti appartengono a formazioni geologiche che vanno da depositi del Wurm alle alluvioni recenti. Nella porzione centrale di questa sottoarea la falda è prevalentemente ospitata nelle alluvioni attuali e recenti, mentre nel settore orientale è presente nelle alluvioni antiche. Localmente è ospitata nei depositi del Riss.

Le linee isopiezometriche delineano una direzione generale di deflusso da sud a nord nella parte centrale della pianura e da ovest a est nella parte orientale.

Tra gli elementi morfologici della superficie piezometrica più rilevanti si segnalano tre assi drenanti dei quali uno è ubicato in corrispondenza del Torrente Ghiandole, nei Comuni di Barge e Cardé, e si allunga in direzione ovest sudovest- est nordest; il secondo è localizzato in corrispondenza del Fiume Po, nei Comuni di Saluzzo e Torre S. Giorgio, e ha direzione sud sudovest- nord nordest; infine un asse drenante è presente nei Comuni di Bra, Sanfrè e Sommariva del Bosco ed è allineato in direzione sudest-nordvest.

Il gradiente idraulico risulta generalmente basso nel settore centrale della pianura variando in un range compreso tra 0,01 e 0,015%, mentre assume valori più elevati, pari circa a 0,25%, nella zona orientale, con massimi in corrispondenza dei Comuni Barge e Bagnolo Piemonte.

Settore centro meridionale in sinistra orografica del Torrente Stura di Demonte

In questo settore di pianura affiorano depositi che vanno dal Wurm fino alle alluvioni recenti. Nella parte centrale di questa sottoarea la falda è prevalentemente contenuta nelle alluvioni attuali e recenti, mentre nel settore meridionale scorre nelle alluvioni antiche.

L'andamento delle linee isopiezometriche nel settore centrale è da sud sud-ovest verso nord nord-est, mentre in quello meridionale è da sud-ovest verso nord-est.

Il gradiente idraulico nel settore meridionale diminuisce da monte verso valle con valori compresi tra 0,2% nei settori pedemontani e 0,02% nei settori di pianura nel Comune di Cuneo. Nel settore centrale si assiste ad un aumento complessivo dei valori del gradiente idraulico, con una diminuzione dello stesso da monte verso valle, e valori che si attestano tra 0,1% e 0,03%.

Tra gli elementi morfologici significativi della superficie piezometrica si evidenzia un asse drenante nel Comune di Busca con andamento sudovest-nordest; è presente, inoltre, uno spartiacque sotterraneo, avente direzione all'incirca sudovest-nordest, nella zona settentrionale del Comune di Busca ed un altro, avente la stessa direzione, che partendo dai territori del comune di Cuneo arriva fino all'altopiano di Fossano.

Settore centro meridionale in destra orografica del Torrente Stura di Demonte

Da un punto di vista geoidrologico la falda è contenuta nelle alluvioni attuali e recenti e nelle alluvioni antiche; localmente è ospitata nei depositi del Riss.

L'andamento generale di deflusso è da sudovest verso nordest, sebbene nella parte più meridionale dell'area esaminata la direzione del flusso risulti sud-nord.

Nel settore a sud del terrazzo di Bene Vagienna e, più precisamente, nelle zone di pianura dei territori comunali di Magliano Alpi e Carrù, l'andamento della falda è fortemente condizionato dalla morfologia del terrazzo sopra citato che è causa di una direzione di deflusso ovest-est.

Il gradiente idraulico diminuisce da monte verso valle con massimi, pari a 0,5%, nel Comune di Beinette fino a valori di 0,04% nel Comune di Rocca de' Baldi.

In questa sottoarea si possono riconoscere almeno tre spartiacque sotterranei: uno avente direzione sud sudovest-nord nordest e ubicato nel comune di Cuneo, uno con direzione sud-nord nel comune di Beinette e un ultimo spartiacque che, allungandosi in direzione circa sud-est, è posto nei comuni di Narzole e Cherasco.

Aree di terrazzo

Per quanto concerne le aree di terrazzo ubicate nei Comuni di Fossano, Cervere e Marene, la falda è prevalentemente ospitata nei depositi del Mindel.

La geometria del flusso è generalmente radiale, con direzione sud sudovest-nord nordest.

Le zone rilevate risultano avere caratteristiche di spartiacque mentre le incisioni fungono da assi drenanti.

Nel terrazzo presente nel territorio dei Comuni di Trinità e Salmour l'andamento della piezometria è generalmente sudovest-nordest, con valori del gradiente idraulico compresi tra 0,05% sulla sommità del terrazzo e 0,3% sulle scarpate dello stesso.

Per quanto riguarda, infine, il terrazzo presente nei Comuni di Magliano Alpi, Bene Vagienna e Piozzo, la geometria del flusso è radiale, con direzione sud sudovest-nord nordest.

I valori dei gradienti sono compresi tra lo 0,03% della sommità del terrazzo e lo 0,3% delle scarpate.

Settore cuneese della Val Tanaro

In questo settore della provincia cuneese la falda è ospitata, in modo prevalente, nelle alluvioni attuali e medio recenti e, localmente, nelle alluvioni antiche.

La morfologia della superficie piezometrica è estremamente condizionata dall'andamento meandriforme ed incassato del Fiume Tanaro che svolge un'azione drenante in tutta l'area.

Nel settore che va dal Comune di Cherasco fino ad Alba, il flusso assume una direzione circa ovest-est, per poi assumere un andamento sud sudovest-nord nordest nel tratto che tra Magliano Alfieri e Govone.

Il gradiente idraulico varia tra un massimo di 0,2% nel comune di Cherasco ad un minimo di 0,02% nel fondovalle principale ed in particolare tra i comuni di Alba e Guarene.

Nel settore in esame si possono evidenziare due assi drenanti dei quali il primo è ubicato nel fondovalle principale, tra il Comune di Cherasco e il territorio albese, ed ha direzione all'incirca ovest-est, mentre il secondo è allungato in direzione sud sudovest-nord nordest, tra i comuni di Magliano Alfieri e Govone.

È inoltre presente uno spartiacque sotterraneo localizzato a nord di Alba, in sinistra idrografica del fiume Tanaro, e passante per i comuni di Magliano Alfieri e Govone.

Provincia di Novara

L'andamento della superficie piezometrica nel territorio compreso nella Provincia di Novara è generalmente caratterizzato da isopieze digradanti da nord verso sud e da nord-ovest verso sud-est, seguendo l'andamento della superficie topografica.

L'idrografia, in modo particolare il Fiume Sesia ed il Fiume Ticino, regola il sistema di flusso del territorio.

L'andamento della superficie piezometrica verrà di seguito descritto per due sottoaree della Provincia di Novara: la sottoarea di pianura e la sottoarea dei terrazzi.

Area di pianura

Il settore pianeggiante, impostato sui depositi fluviali e fluvioglaciali rissiani e wurmiani, occupa gran parte dell'area novarese. Il Fiume Sesia ed il Fiume Ticino costituiscono i limiti geografici, rispettivamente occidentale ed orientale, della Provincia di Novara.

Tra il Fiume Sesia e il Torrente Agogna la direzione di flusso della falda superficiale è da nord nord-ovest verso est-sudest.

A sud di Novara il flusso diviene nord-sud, mentre ad est di Galliate si individua un cambio di direzione da ovest verso est e da sud-ovest verso nord-est. In particolare, quest'ultimo caso è chiaramente legato all'azione drenante del Fiume Ticino.

In generale le isopiezometriche hanno una concavità rivolta a nord-ovest e risultano regolari fino all'isolinea 145 m s.l.m., mentre diventano più irregolari e distanziate a sud-est della stessa.

Nella zona pianeggiante centro-occidentale la superficie della falda si mantiene circa parallela al piano campagna o si approssima allo stesso man mano che si procede verso sud; nella fascia a ridosso del Fiume Ticino, al contrario, le due superfici tendono ad allontanarsi.

I rapporti tra la falda superficiale e la rete idrografica superficiale sono di tipo differente in rapporto al corso d'acqua preso in considerazione: la superficie piezometrica è completamente drenata dal Fiume Sesia, limite occidentale della provincia; il Fiume Ticino, limite orientale dell'area di studio, si comporta anch'esso come un asse drenante; il Torrente Agogna, che scorre al centro della pianura, drena la falda a sud di Novara e a nord tra Cureggio e Momo, mentre non la condiziona intorno a Caltignaga.

Lo stesso comportamento è proprio del Torrente Terdoppio che, pur drenando nella zona settentrionale, non influenza la falda presso Novara.

Risultano del tutto evidenti i rapporti tra i fontanili e la falda superficiale: le acque risorgive, infatti, sono alimentate dalla falda.

Il gradiente idraulico generalmente risulta maggiore a nord e diminuisce gradualmente verso sud. A nord della isopieza 145 m s.l.m. il gradiente è compreso in un range tra 0,3% e 1%; a sud dell'isolinea in esame oscilla, invece, tra 0,1% e 0,3%. A ridosso del Fiume Ticino i gradienti variano da 4% a 1%.

Aree di terrazzo

Tra il Torrente Agogna ed il Torrente Terdoppio, in particolare tra Novara e Vespolate, è presente un terrazzo fluvioglaciale rissiano, in corrispondenza del quale le isofreatiche mostrano un leggero inarcamento rispetto alla piezometria della pianura circostante, dovuto alla diversa morfologia di superficie. Sul terrazzo il flusso è diretto da nord nordovest verso sud sudest.

A nord-est del suddetto terrazzo, si erge un secondo terrazzo rissiano attraversato da un flusso nordovest-sudest, in cui le isopieze curvano a costituire un asse di drenaggio molto marcato a sud di Bellinzago Novarese.

A nord dell'area in esame sono presenti, poi, altri due terrazzi di età mindeliana. Il terrazzo più esteso è ubicato a occidente ed è interessato da una piezometria con andamento nordovest-sudest, che forma uno spartiacque sotterraneo. Il terrazzo ubicato ad est, di dimensioni inferiori, ha un andamento del flusso da nord a sud e funge da spartiacque.

Localmente le incisioni fluviali presenti fungono da assi drenanti.

Il gradiente idraulico sui terrazzi morfologici varia da 1% a 5% sui terrazzi mindeliani e da 1% a 3% su quelli rissiani.

Fontanili

La pianura novarese è interessata da una vasta fascia in cui la falda idrica affiora in superficie in corrispondenza dei fontanili; in particolare in Provincia di Novara ne sono stati censiti circa 300.

In tre zone sono state rilevate concentrazioni elevate di fontanili: una zona a sud-ovest dell'area in questione, una a sud-est ed una nel settore centro-settentrionale, subito a nord di Novara.

La prima zona interessa i Comuni di Sizzano, Fara Novarese, Briona, Sillavengo, Landiona, Mandello Vitta, Casaleggio Novara, Recetto, Casalbeltrame, Biandrate, Casalvolone e Casalino.

Nella zona a sud-ovest i fontanili si concentrano nei Comuni di Vespolate, Tomaco, Terdobbiato, Sozzago, Trecate.

A nord di Novara, infine, la densità dei fontanili è elevata nei Comuni di S. Pietro Mosezzo, Caltignaga, Bellinzago Novarese, Cameri, Momo, Barengo, Cavaglietto, Vaprio d'Agogna, Suno, Cressa.

Alcuni fontanili disposti in maniera sparsa costeggiano il Ticino, da sud a nord, fino a Pombia.

Tutti i fontanili sono stati individuati in corrispondenza ai depositi fluviali würmiani.

Provincia di Torino

Nella Provincia di Torino il livello di base della falda superficiale è rappresentato ovunque dal Fiume Po. Fa eccezione l'area all'interno dell'Anfiteatro Morenico di Ivrea, in cui la falda è drenata dal Fiume Dora Baltea.

Il territorio provinciale è stato suddiviso in sottoaree su base geografica, geologica ed in relazione alla diversa morfologia della falda; di seguito viene presentata una descrizione della piezometria in corrispondenza della pianura torinese meridionale (tra il limite provinciale con Cuneo e il corso del Sangone), del settore dell'Altopiano di Poirino, della pianura torinese (tra il

Sangone e la Stura di Lanzo), del settore del Canavese (tra la Stura di Lanzo e la Dora Baltea) e, infine, del settore intramorenico dell'Anfiteatro di Ivrea.

Pianura torinese meridionale

Il flusso idrico della falda superficiale, nella quasi totalità dell'area posta in sinistra idrografica del Fiume Po, ha direzione all'incirca da ovest verso est.

Tra il Torrente Chisola e il Torrente Sangone la direzione di deflusso è da nordovest verso sudest.

Nel settore in destra idrografica del Po il flusso ha direzione opposta, ovvero da est verso ovest.

Solo in una ristretta area compresa tra Carmagnola e Moncalieri la falda scorre da sud verso nord, con direzione di flusso parallelo all'andamento del corso del Fiume Po.

Analizzando i rapporti tra la falda e la rete idrografica superficiale, è possibile osservare che il Torrente Pellice alimenta la falda in corrispondenza allo sbocco nella pianura; tale azione si può osservare fino alla confluenza nel Torrente Chisone, a valle della quale il rapporto si inverte e il corso d'acqua diviene drenante nei confronti della falda in maniera sempre più marcata procedendo verso il Po. Anche il Chisone mostra, qualche km a valle rispetto allo sbocco in pianura e fino alla confluenza con il Pellice, un blando effetto di alimentazione della falda.

Il Torrente Chisola esercita, invece, una costante azione drenante.

Il Sangone è alimentante nel primo tratto allo sbocco in pianura; quindi il rapporto con la falda risulta di sostanziale indipendenza. Verso la confluenza con il Po, infine, si osserva un lieve effetto drenante.

Tra gli elementi più significativi nella morfologia della superficie piezometrica si segnala un asse drenante con orientazione sudovest-nordest tra Scalenghe e Piobesi, e poco più a sud uno spartiacque piezometrico, orientato all'incirca ovest-est ed ubicato tra Buriasco, Cercenasco e Osasio, che separa il flusso diretto a nordest (verso il Chisola) dal flusso diretto ad est (verso il Po). Un altro spartiacque si evidenzia tra Orbassano e Nichelino con direzione ovest nordovest-est sudest all'interno dei depositi fluviali rissiani. A sud di quest'ultimo la falda scorre verso il Chisola mentre a nord si dirige verso il Torrente Sangone e infine verso il Fiume Po. Ad ovest di Carmagnola il terrazzo fluviale del Riss esercita un controllo sulla falda, originando uno spartiacque sotterraneo in corrispondenza dell'asse del terrazzo stesso, quindi con direzione nord-sud.

Il gradiente idraulico di questa sottoarea varia tra valori massimi compresi tra 1,5 e 3,3% in corrispondenza del margine alpino ad ovest e valori minimi intorno a 0,1% osservabili ad est, tra Carignano, Piobesi e Moncalieri. Nel tratto mediano, parallelamente ad una brusca diminuzione del gradiente idraulico (da 0,6-0,7% a valori inferiori a 0,3%) si assiste alla comparsa di fontanili; questi ultimi sono concentrati in particolare tra Airasca, Scalenghe e Vigone.

Altopiano di Poirino

Il deflusso sotterraneo in questa sottoarea è generalmente diretto verso ovest, cioè verso il livello di base regionale rappresentato dal Po. La falda scorre da sud e da nord verso il Torrente Banna, che costituisce l'elemento drenante più importante a livello locale.

Il pannello piezometrico di questa area è fortemente condizionato dalla morfologia. Ciò è particolarmente evidente dove le soggiacenze sono inferiori. Nei settori più a nord (verso la Collina di Torino) e più a sud (verso i rilievi del Braidese), dove le soggiacenze aumentano, l'andamento della superficie piezometrica risulta, invece, meno legato alla topografia.

La presenza di depositi postvillafrafranchiani, generalmente fini, con copertura loessica, determina la formazione di falde molto superficiali, talora sospese rispetto alla falda libera, con portate del tutto trascurabili a scala regionale; tali falde non sono state considerate ai fini della costruzione della carta piezometrica.

Il controllo esercitato dalla morfologia sulla falda superficiale porta ad una concordanza tra gli elementi del rilievo e la geometria della superficie piezometrica, per cui in corrispondenza delle valli si sviluppano assi drenanti e parallelamente agli alti morfologici si allungano spartiacque piezometrici. Di conseguenza, tutti i corsi d'acqua svolgono un'azione drenante nei confronti della falda.

L'elemento della morfologia della superficie piezometrica più evidente in questa sottoarea è lo spartiacque ubicato ad ovest di Villastellone, che si allunga in direzione sudest-nordovest.

Il gradiente idraulico è influenzato anch'esso dalla topografia; i valori maggiori si possono osservare verso sud e verso nord, laddove aumentano le pendenze topografiche (1,2%). Localmente, in particolare lungo le incisioni che presentano i maggiori dislivelli, il gradiente può aumentare anche fino a 2% (esempio nei pressi di Santena). Diminuisce, poi, verso ovest fino a valori intorno a 0,5-0,3%.

Pianura Torinese

Il deflusso sotterraneo è diretto essenzialmente verso sudest, cioè verso il corso del Fiume Po che rappresenta il livello di base generale della falda superficiale.

Un elemento che risulta evidente dall'analisi della morfologia piezometrica è l'asse drenante con direzione ovest-est che si individua nel settore tra Dora Riparia e Sangone, tra Rivalta, Orbassano e Grugliasco.

Il flusso sotterraneo, a nord della Dora Riparia, è in genere orientato verso est sudest, andando ad alimentare il sistema Po-Stura di Lanzo.

Nel settore più a monte è presente uno spartiacque sotterraneo con direzione ovest-est e andamento parallelo ai corsi d'acqua del Castemone e della Ceronda, che separa il flusso alimentante il sistema Castemone-Ceronda a nord, dal flusso che, dirigendosi verso est, va ad alimentare la Stura di Lanzo.

La Stura di Lanzo, tra Borgaro, Venaria e Torino, svolge costantemente una forte azione drenante nei confronti della falda superficiale. In particolare i flussi idrici provenienti da sud potrebbero in parte essere collegati anche all'alimentazione da parte della Dora Riparia.

Quest'ultimo corso d'acqua, superato l'Anfiteatro Morenico di Rivoli-Avigliana e per quasi tutto il tratto in questione, non mostra relazioni di alcun tipo con la falda, che scorre sostanzialmente indisturbata con senso di deflusso verso sudest, a una quota di 10-15 m inferiore rispetto al letto del fiume.

Procedendo verso est, tale differenza di quota tra fiume e falda si riduce progressivamente. Infine, in Torino, prima della confluenza con il Po, la Dora risulta in rapporto di alimentazione con la falda, con cui è quindi collegata.

Un discorso analogo può essere fatto anche per il Sangone che mostra una relazione di indipendenza tra le acque superficiali e quelle sotterranee, anche se la differenza tra la quota di scorrimento del fiume e la quota della falda è inferiore (intorno a 5 m).

Solamente verso la confluenza con il Po si può osservare un blando ruolo drenante del Sangone.

In generale si nota una diminuzione del gradiente idraulico spostandosi dall'apice del conoide della Dora Riparia alla porzione distale verso il Po. I valori del gradiente idraulico sono massimi nel settore immediatamente esterno alle morene, dove raggiungono 1,1% a nord della Dora, e 0,6% nella zona di Rivoli. In prossimità del Po il gradiente idraulico si attesta su valori intorno a 0,4-0,5%.

Canavese

Il flusso della falda superficiale è qui molto variabile. Si passa da un deflusso orientato nordovest-sudest nel settore del conoide della Stura di Lanzo, a un senso di scorrimento verso est nell'altopiano delle Vaude, per passare poi nel settore tra il torrente Malone e la Dora Baltea, a un flusso orientato principalmente da nord a sud.

In tutto il Canavese lo sviluppo di terrazzi con dislivelli anche rilevanti rispetto alle fasce alluvionali determina un notevole controllo della morfologia sull'andamento della piezometria; le zone di alto morfologico coincidono a grande scala con aree di spartiacque sotterranei. Ai bordi dei terrazzi si registra quasi sempre una deflessione delle linee isopiezometriche verso monte. Questo fattore comporta in alcuni casi l'emergenza della falda in corrispondenza di sorgenti, che sono segnalate a Barbania, Leini, Volpiano, San Giusto Canavese e San Benigno Canavese.

Le incisioni e le fasce alluvionali tra i terrazzi rappresentano sempre aree di convergenza del flusso idrico sotterraneo. Tutti i corsi d'acqua e i torrenti principali svolgono un'azione drenante nei confronti della falda superficiale, in particolar modo il Malone e l'Orco.

Tra gli elementi morfologici della superficie piezometrica più evidenti si segnalano uno spartiacque allungato da nord a sud tra Caluso, Chivasso e Montanaro, e un altro spartiacque (tra Mazzè, Rondissone e Verolengo) che ha inizio all'esterno dell'Anfiteatro Morenico di Ivrea e prosegue in direzione sudest fino quasi alla confluenza tra Dora Baltea e Po; quest'ultimo separa il flusso diretto verso sud al Po dal flusso diretto a est verso la Dora Baltea.

Nei terrazzi mindeliani della Mandria e delle Vaude la presenza di paleosuoli ferrettizzati determina la formazione di falde sospese molto superficiali di importanza locale, le quali sono state trascurate nell'analisi dell'andamento della falda principale.

Il gradiente idraulico decresce dagli alti terrazzi e dal bordo alpino verso il Po. Si osservano valori di 1,4% nel settore prossimale delle Vaude, di 2,7% allo sbocco del torrente Malone in pianura, e di 3,5% allo sbocco dell'Orco in pianura. I valori massimi si sono riscontrati nel terrazzo di Agliè, dove si evidenziano gradienti pari anche a 4,4%. Si passa poi a valori intorno a 0,8% nei tratti mediani (es. Leini, Rivarolo), fino a valori minimi compresi tra 0,5 e 0,3% in prossimità della confluenza Dora Baltea-Po (Montanaro e Verolengo).

Settore intramorenico dell'Anfiteatro di Ivrea

Il flusso della falda è costantemente diretto verso la Dora Baltea, che costituisce il livello di base locale. L'unica eccezione si ha tra Bollengo e Piverone, dove la falda è drenata dal lago di Viverone. Nel comune di Bollengo, infatti, si individua uno spartiacque diretto nord-sud; ad ovest il flusso è diretto verso la Dora, ad est verso il lago di Viverone.

Il lago di Candia costituisce, invece, un elemento di alimentazione della falda.

Per quanto riguarda il gradiente idraulico si passa da valori superiori all'1% al limite dell'apparato morenico a valori intorno a 0,3% nella zona a sud.

Provincia di Vercelli

La superficie piezometrica dell'area di pianura compresa nei limiti amministrativi della Provincia di Vercelli presenta, a scala regionale, un andamento con direttrice nordovest-sudest.

A scala provinciale, è invece possibile distinguere due settori principali, a nord e a sud del Torrente Cervo, che si differenziano per la direzione di deflusso delle acque sotterranee, per valori differenti del gradiente idraulico e per aree di alimentazione diverse.

Settore a nord del Torrente Cervo

Si estende dal bordo perialpino verso sud e comprende i territori ubicati in sinistra orografica del Torrente Cervo fino alla confluenza dello stesso con il Fiume Sesia.

La direzione di deflusso è da nord verso sud, con un'inflexione in direzione nord nordovest-sud sudest in prossimità della confluenza del Cervo con il Sesia.

Il gradiente idraulico diminuisce progressivamente da nord verso sud passando da valori di circa 1% in corrispondenza del bordo perialpino, tra i comuni di Lozzolo, Roasio e Gattinara, a valori di circa 0,1% nei pressi della confluenza dei Fiumi Cervo e Sesia. In quest'area, in particolare, la falda scorre nei depositi appartenenti ai terrazzi Rissiani e Würmiani e, in corrispondenza del limite tra i terrazzi, la direzione di deflusso subisce un'inflexione verso sudest deviando in direzione del corso del Fiume Sesia, che svolge quindi un'azione drenante.

Stessa azione drenante, seppure con evidenze meno rilevanti, viene svolta anche dai principali torrenti che attraversano l'area con direzione nord nordovest-sud sudest (Torrente Rovasenda e Torrente Marchiazza); questa azione drenante risulta accentuata verso la confluenza con il Torrente Cervo, in prossimità delle terminazioni meridionali dei terrazzi fluvioglaciali.

L'area di alimentazione della falda viene individuata nel settore più settentrionale, in prossimità del bordo perialpino, dove i terrazzi Rissiani e Würmiani vanno digradando lasciando posto in affioramento ai depositi marini pliocenici.

Settore a sud del Torrente Cervo

Comprende i territori ubicati in destra orografica del Torrente Cervo fino alla base del margine settentrionale delle colline del Monferrato.

In questo settore il deflusso sotterraneo ha generalmente direzione ovest nordovest-est sudest.

I principali corsi d'acqua che solcano l'area in esame (il Po, il Sesia, la Dora Baltea e i Torrenti Bona e Marcova) hanno tendenzialmente un effetto drenante nei confronti della falda superficiale.

Per quanto concerne gli elementi morfologici più significativi della superficie piezometrica si può evidenziare, nella zona ubicata a nordovest dell'abitato di Alice Castello, la presenza di un asse drenante allungato in direzione nordovest-sudest e verosimilmente allineato con il paleoalveo di uno scaricatore glaciale posto poco a monte.

Un'anomalia rispetto alla direzione prevalente di deflusso si riscontra, inoltre, nelle aree del Rilievo Isolato di Trino Vercellese. Tale rilievo, costituito da una serie di terrazzi a gradinata, domina la pianura vercellese con un dislivello variabile tra 30 e 40 metri e rappresenta una zona di ricarica locale come evidenziato dalle linee di flusso che in questa area deviano assumendo un andamento di tipo radiale.

Un andamento di tipo radiale si riscontra anche lungo l'asse che congiunge i Comuni di Desana e Caresana, in particolare nell'area compresa tra i Torrenti Bona e Marcova che qui svolgono un'azione drenante; la divergenza del flusso è da imputarsi a differenze litologiche all'interno dei terreni würmiani, evidenziando zone a maggiore conducibilità idraulica che favoriscono questo tipo di flusso.

Per il settore vercellese esiste, infine, uno stretto rapporto tra la falda superficiale e la fitta rete di canali di alimentazione delle risaie; questi, infatti, oltre a fornire acqua alle risaie, svolgono una funzione di ricarica della falda superficiale in quanto, non essendo impermeabilizzati, permettono l'infiltrazione di acqua nel sottosuolo; lo stretto rapporto esistente tra la falda superficiale ed i canali di irrigazione si esplica con l'oscillazione annuale della falda che corrisponde ai periodi di secca o di piena dei canali stessi.

Il gradiente idraulico assume valori prossimi a 1% nella zona di Alice Castello, Borgo D'Ale e Cigliano, come testimonia l'andamento molto ravvicinato delle isopieze. Procedendo verso est, poi, il gradiente diminuisce progressivamente, fino a raggiungere valori minimi pari a 0,2% nella zona compresa tra Sali V.se, Caresana e Pezzana.