

PROGETTO PRELIMINARE

Variante Generale ai sensi dell'art. 14 e 15
della L.R. 56/77 e s.m.i.

aggiornamento Dicembre 2025



titolo documento

RELAZIONE IDROGEOLOGICA



CONVENZIONE TRA LA CITTA' DI TORINO E
LA CITTA' METROPOLITANA DI TORINO
FIRMATA IN DATA 28/11/2023

codice documento

R05-0A-00

Direzione Azioni Integrate con gli EE. LL.

Dirigente della Direzione:

Coordinatore del Gruppo di Progettazione:

Redatto da:

Collaboratore:

Ing. Massimo Vettoretti

Geol. Gabriele Papa

Geol. Gabriella De Renzo

Geol. Alessandro Morrone



Firmato digitalmente
da:

GABRIELLA MARIA
DE RENZO

Il Sindaco

Stefano Lo Russo

L'assessorato P.R.G., Urbanistica, Edilizia privata, Coordinamento
grandi progetti, Grandi Infrastrutture nel Settore Trasporti

Paolo Mazzoleni

Progetto a cura del Dipartimento
Urbanistica ed Edilizia Privata

Direttrice: arch. Emanuela Canevaro

Responsabile del Procedimento

Servizio Nuovo Piano Regolatore: arch. Daniela Cevrero

Con il contributo di

Tutti i dipartimenti della Città di Torino

Politecnico di Torino

Città Metropolitana di Torino, Direzione Azioni Integrate con gli EE.LL.

Unità Tutela del Territorio

Con il supporto
operativo di

INFRA.TO
infrastrutture per la mobilità



Firmato digitalmente da:

DANIELA CEVRERO

INDICE

1. INTRODUZIONE.....	3
2. IL CLIMA DI TORINO: STORIA DELLE MISURAZIONI E PLUVIOMETRIA (TRATTO DAL VOLUME - G. DI NAPOLI, L. MERCALLI; (2008) <i>IL CLIMA DI TORINO</i>).....	5
3. IL MODELLO IDROGEOLOGICO CONCETTUALE (STATO DELL'ARTE).....	15
3.1 I DATI DI ARPA PIEMONTE.....	15
3.2 I CRITERI E GLI STRUMENTI DI REGIONE PIEMONTE.....	21
3.3 LE ELABORAZIONI DELLA PROVINCIA DI TORINO.....	25
3.4 I DATI DISPONIBILI NELLA VARIANTE 100 AL P.R.G.C. DEL COMUNE DI TORINO.....	31
3.5 I DATI DELL'UNIVERSITÀ E DEL POLITECNICO DI TORINO.....	36
4. VALORI RECENTI DI PLUVIOMETRIA SUL TORINESE.....	38
5. ATTIVITÀ ESEGUITE PER LA REDAZIONE DELLA CARTA IDROGEOLOGICA.....	42
5.1 CONVENZIONE 2019 - PRIMA FASE: LA CONSULTAZIONE DELLE FONTI E I PRIMI PRODOTTI DI OUTPUT.....	42
5.2 CONVENZIONE 2023 - PRIMA FASE: LA CONSULTAZIONE DELLE FONTI E I PRIMI PRODOTTI DI OUTPUT.....	45
5.3 CONVENZIONE 2023 - SECONDA FASE: INDIVIDUAZIONE FISICA DEI PUNTI DI MISURA E ALLESTIMENTO DEI PRODOTTI DI OUTPUT.....	47
5.4 LE ATTIVITÀ MESSE IN CAMPO E I RISULTATI DEL LAVORO IN NUMERI.....	51
6. ASPETTI CRITICI DEL PROGETTO E ATTENZIONI DA PORRE NELLA LETTURA DEI RISULTATI.....	53
7. LA CARTA IDROGEOLOGICA E LA CARTA DELLA SOGGIACENZA.....	56
7.1 PREMESSA.....	56
7.2 NOTA ILLUSTRATIVA SULL'ASSETTO IDROGEOLOGICO DELLA PIANURA TORINESE: LA CARTA IDROGEOLOGICA E LA CARTA DELLA SOGGIACENZA.....	57
7.4 CONFRONTO DEI RISULTATI CON LE INFORMAZIONI NOTE DA LETTERATURA.....	66
8. CONCLUSIONI E INDICAZIONI PER LA REDAZIONE DELLE NORME TECNICHE D'ATTUAZIONE.....	69
9. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	82

ELENCO FIGURE

- Figura 1 – Contributo dei diversi osservatori alle serie plurisecolari di Torino
 Figura 2 – Elaborazione dei dati di pioggia di Beraudo del 1786 a Torino e confronto con i dati di Chambéry
 Figura 3 – Confronto tra le osservazioni di Castellani e quelle dell'Accademia delle Scienze
 Figura 4 – Principali serie di osservazioni meteorologiche eseguite a Moncalieri

- Figura 5 – Principali serie di osservazioni meteorologiche eseguite a Moncalieri
- Figura 6 – Stazioni fondate dalla S.M.I. e diffuse in tutta Torino
- Figura 7 – Ripartizioni in classi delle precipitazioni giornaliere in base alla quantità raccolta
- Figura 8 – Medie mensili dell'intensità di precipitazione per giorno piovoso dal 1803 al 2007
- Figura 9 – Medie mensili e annue delle precipitazioni nel periodo 1990-2003 per alcune stazioni di Torino e del circondario
- Figura 10 – Stralcio fuori scala della Carta della soggiacenza di Arpa Piemonte (2002-2005) centrata su Torino. Dal bianco (da 0 a -5 m) al violetto (da -20 a -50) le classi di soggiacenza individuate ogni 5 m
- Figura 11 – Stralcio fuori scala dell'assetto idrogeologico individuato da ARPA nel 2002 incentrato su Torino con evidenziate le isopieze corredate della relativa quota in valore assoluto
- Figura 12 – Pioggia cumulata nei tre anni dal 2020 al 2022, triennio caratterizzato da annate via via più secche
- Figura 13 – Analisi della precipitazione nell'anno 2024 in Piemonte
- Figura 14 – Tabella riassuntiva delle aree funzionali contenuta nell'Allegato 1 alla D.D. n. 900 del 31/12/2012 – Regione Piemonte
- Figura 15 – Stralcio dell'Abaco di Sintesi su base comunale, dell'Allegato 2 della D.D. n. 900 del 3/12/2012, relativo al Comune di Torino
- Figura 16 – Stralci dalla Carta per la ricostruzione litostratigrafica e tracce delle sezioni alla scala 1: 200.000
- Figura 17 – Sezioni 5 e 6 d'interesse
- Figura 18 – P.R.G.C. Variante 100; esempio di scheda cartacea di raccolta dati relativi alle perforazioni (a sinistra) ed esempio del materiale tecnico allegato (a destra)
- Figura 19 – P.R.G.C. Variante 100; stralcio della carta idrogeologica dell'area di pianura Allegato 3-24. I pallini azzurri sono i punti di ubicazione dei pozzi muniti di stratigrafia e i triangolini rossi sono i punti di ubicazione dei sondaggi, entrambi con il relativo numero di riferimento
- Figura 20 – P.R.G.C. Variante 100; schema del campo di moto dell'acquifero libero di Torino e suo hinterland tratto da uno studio riassuntivo di M. Civita e S. Pizzo (2001)
- Figura 21 – P.R.G.C. Variante 100; carta della distribuzione dei trend di crescita/decrecita della falda superficiale di Torino e suo hinterland tratto da uno studio riassuntivo di M. Civita e S. Pizzo (2001)
- Figura 22 – Sezione esemplificativa schematica dei rapporti stratigrafici fra i Complessi idrogeologici individuati. I numeri 1,2,3,4 e 5 sono descritti nel testo appena sopra
- Figura 23 - Esempio di stratigrafia, rinumerata e scansionata
- Figura 24 - Esempio di tabella relativa ai sondaggi
- Figura 25 - Esempio di tabella relativa ai piezometri
- Figura 26 - Esempio di scheda dell'Allegato 2
- Figura 27 - Strumenti usati per: *sx*) le misure topografiche del piano campagna in corrispondenza dei piezometri e dei pozzi; *dx*) le misure freaticometriche manuali

ELENCO FIGURE FUORI TESTO

- Figura A - Esempio di Tavola della *"Carta dei punti di misura delle acque sotterranee"* alla scala 1 : 5000 marzo 2020
- Figure B e C - Carta *"Aggiornamento relativo all'individuazione sul terreno dei punti di misura monitorabili delle acque sotterranee – Tavola G03 – Sezioni NORD e SUD "* scala originaria 1 : 10.000 dicembre 2024

ELENCO ALLEGATI

- Allegato 1 - Le tabelle riepilogative relative a sondaggi, pozzi e piezometri e stratigrafie (I e II parte)
- Allegato 2 – Le schede dei piezometri e dei pozzi visionati

1. INTRODUZIONE

Nell'ambito della Convenzione, tra Città Metropolitana di Torino (CMTO nel prosieguo) e la Città di Torino, sull'assistenza tecnico-specialistica relativa allo studio geologico a supporto della variante di revisione del vigente Piano Regolatore Generale Comunale di Torino (P.R.G.C. nel prosieguo), con Decreto del Vicesindaco della CMTO n. 116-3588/2019 del 10/04/2019, la Direzione Azioni Integrate con gli Enti Locali era stata autorizzata a svolgere le prestazioni di assistenza tecnica a favore della Città di Torino, che si esplicitavano nell'aggiornamento dello **studio geologico a supporto del Progetto Preliminare della Variante di Revisione al P.R.G.C. vigente**.

Per quel che riguarda l'esaustiva disamina degli step amministrativi che dal 2019 si sono susseguiti fino alla redazione di questa relazione, si rimanda al capitolo introduttivo generale (ELABORATO R05-00-00).

Dal punto di vista tecnico, nell'ambito di tale studio si era iniziato ad affrontare e approfondire le tematiche finalizzate alla realizzazione di nuove cartografie rappresentative dell'assetto idrogeologico del territorio, che soddisfacessero quanto previsto nell'art. 4, paragrafo 4.4.3 della *Circolare P.G.R. 8 maggio 1996 n. 7/LAP* allora in vigore.

In data 03/07/2020 (ns Prot n. 45844/2020) erano stati trasmessi alla Città di Torino i primi elaborati prodotti a completamento della prima fase del lavoro tra i quali, relativamente all'argomento qui trattato:

- ✓ *l'Elaborato G03: Carta dei punti di misura delle acque sotterranee (n. 29 tavole in scala 1:5000);*
- ✓ *le tabelle di metadato di tutti i punti di misura delle acque sotterranee rintracciati nelle Banche Dati e ubicati in carta.*

che rappresentavano il risultato della:

- ✓ consultazione di tutte le fonti rintracciate inerenti ai pozzi e piezometri presenti sul territorio comunale;
- ✓ creazione di un database recante l'anagrafica e le caratteristiche tecniche dei potenziali punti di misura della profondità dell'acqua sotterranea censiti, con mappatura georiferita degli stessi.

In sede Conferenza di Copianificazione, in data 17/12/2020 (Protocollo regionale d'invio n. 3812) la Regione Piemonte trasmetteva alla Città di Torino le proprie osservazioni e contributi sulla Proposta tecnica di Progetto Preliminare della Variante di Revisione al P.R.G.C. in oggetto.

La Proposta Tecnica del Progetto Preliminare della Variante di Revisione al P.R.G.C. vigente è stata adottata con D.C.C. n. mecc. 2020 01476/009 del 20/07/2020, pubblicata dal 27 luglio al 25 agosto del 2020 sul sito informatico della Città di Torino.

In data 28/11/2023 è stata firmata un'altra Convenzione, tra la CMTO e la Città di Torino, sull'assistenza tecnico-specialistica relativa allo studio geologico a supporto della Variante di Revisione del vigente P.R.G.C., Convenzione alla quale fa riferimento questa relazione.

Nel corso del lavoro finalizzato ad ottemperare a quanto previsto dalla suddetta Convenzione, la Regione Piemonte, con la D.G.R. del 24 marzo 2025, n. 8-905: *"Legge regionale n. 56/1977. Approvazione dei Criteri e indirizzi in materia di difesa del suolo e pianificazione territoriale e urbanistica", quale documento unico di aggiornamento e sostituzione dei vigenti atti e provvedimenti adottati sul tema a livello regionale"* di fatto abroga la Circolare P.G.R. 8 maggio 1996 n. 7/LAP, norma di riferimento fino ad allora.

Si sottolinea che questa relazione e i relativi allegati che ne costituiscono parte integrante, in virtù di quanto riportato in quest'ultima recentissima D.G.R. che riporta in Premessa : *"...Dato atto altresì, che le suddette Direzioni regionali, poiché i nuovi criteri necessitano di idonea diffusione presso gli enti e gli operatori di settore, hanno appurato che risulta necessario consentire per i procedimenti in corso, la possibilità di continuare ad applicare le previgenti disposizioni, laddove per procedimenti in corso, si intende l'avvenuto affidamento dell'incarico di redazione degli studi geologici a supporto dello strumento urbanistico, o atti assimilabili, e purché l'approvazione definitiva dello strumento urbanistico avvenga entro tre anni dalla data di pubblicazione sul BUR del provvedimento che approva i nuovi criteri..."* devono essere intesi come riferiti alla pregressa normativa.

2. IL CLIMA DI TORINO: STORIA DELLE MISURAZIONI E PLUVIOMETRIA (tratto dal volume - G. Di Napoli, L. Mercalli: (2008) *Il Clima di Torino*)

La Città di Torino, ubicata in corrispondenza del 45° parallelo, subisce l'influenza delle correnti occidentali intese nel loro insieme mentre, a latitudini di poco inferiori, si collocano le aree interessate dagli anticiclone subtropicali che traslano verso N in estate, e verso S in inverno; gli stessi che, con movimenti più frequenti, generano la variabilità del clima cittadino. Anche l'assetto orografico della regione contribuisce a definire le caratteristiche del clima locale in quanto il semicerchio delle Alpi separa l'alto bacino del Po dal mar Ligure, distante circa 100 km verso SE, mentre il mare Adriatico (distante circa 330 km) è troppo distante per esercitare una qualche influenza sul clima torinese.

Il clima temperato sub-continentale di Torino è così definito in base alle classificazioni più comuni:

- sub-umido piovoso, mesotermico, con deficienza idrica nulla o quasi e bassa concentrazione estiva dell'efficienza termica (*Thornthwaite*);
- Mesotermico umido piovoso, con precipitazioni uniformi durante l'anno ed estate calda (*Köppen*).

L'elevata cerchia delle Alpi occidentali, protegge il Torinese dai flussi freddi da N e da quelli atlantici da O rendendo prevalenti, nel clima cittadino, i fenomeni di origine termica rispetto a quelli dinamici. Ad esempio, l'incombente catena alpina, in presenza di flussi perturbati da NO origina sottovento condizioni di cielo poco nuvoloso e vento secco e caldo (*föhn*), preceduto da una diminuzione della pressione. Invece, flussi atlantici più settentrionali tendono a generare una depressione sul Golfo di Genova con richiamo di correnti umide che giungono tra SE ed E sul torinese che, grazie all'effetto sbarramento delle Alpi, causa intense precipitazioni spesso accompagnate da un aumento della pressione. Anche la riduzione della ventosità è un altro effetto delle Alpi quando, negli intervalli di tempo anticiclonico tra novembre e febbraio, la debole radiazione solare non è in grado di attivare moti convettivi che rimescolino la parte bassa dell'atmosfera con la formazione di uno strato di inversione termica a contatto con il suolo (strato potente alcune centinaia di metri) evidenziato dalla presenza di nebbie e foschie o di caligini dovute al ristagno delle emissioni antropiche. In primavera e in estate, il forte riscaldamento del suolo origina nelle ore diurne una depressione termica che può innescare temporali locali, particolarmente forti in presenza di flussi freddi tra N ed E o di aria umida intorno a S.

I dati rilevati tramite i principali Osservatori meteorologici succedutisi negli ultimi tre secoli, in molti casi, hanno consentito di raccordare le rilevazioni provenienti da più Stazioni in successione ottenendo serie storiche plurisecolari “composite” di temperatura, precipitazione, neve, pressione atmosferica, umidità e nuvolosità potendo valutare e correggere le discontinuità derivanti da fattori casuali esterni (avvicendamento delle stazioni, evoluzione degli strumenti, modalità di rilevazione...) Figura 1.

Composizione delle serie meteorologiche di Torino										
Stazione meteorologica	Apertura	Chiusura	Serie storiche plurisecolari "composite"						Altre serie non coordinabili	
			Temperatura	Precipitazioni	Neve	Pressione	Umidità	Nuvolosità	Eliofania	Vento
Ignazio Somis	01.01.1753	22.06.1793	01.1753-12.1786	-	-	-	-	01.1753-12.1786	-	-
Giandomenico Beraudo	1780	1802?	-	01.1780-12.1790; 09.1797-12.1798	-	-	-	-	-	-
Accademia delle Scienze	01.01.1787	30.06.1865	01.1787-06.1865	06.1802-06.1865	01.1787-06.1865	01.1787-06.1865	-	01.1787-06.1865	-	-
Castello del Valentino	01.04.1865	31.12.1866	07.1865-11.1865	-	-	07.1865-11.1865	-	-	-	-
Palazzo Civico	1865?	1866?	-	07.1865-02.1866	-	-	-	-	-	-
Palazzo Madama	12.11.1865	28.02.1919	12.1865-02.1919	02.1866-02.1919	12.1865-01.1914	12.1865-12.1918	01.1866-12.1915	01.1867-02.1919	01.1890-12.1898; 01.1906-12.1909	-
Moncalieri Collegio Carlo Alberto	1859	attiva	03.1919-12.1928; 01.1944-12.1945; 01.1954-02.1961	-	07.1865-11.1865; 02.1914-12.1924; 05.1954-12.1968	01.1919-12.1953	12.1865-06.1961; 01.1990-12.2006	07.1865-12.1866; 03.1919-06.1961	08.1952-06.1961	-
Monte dei Cappuccini	1888	31.01.1949	-	03.1919-05.1927	-	-	-	-	-	-
Istituto di Fisica	02.03.1915	attiva	01.1929-12.1943; 01.1946-12.1953; 01.2005-12.2007	-	01.1925-12.1943	-	-	-	-	01.1992-12.2006
Torino UIPO (v. Gropello)	01.06.1927	1936	-	06.1927-1936	-	-	-	-	-	-
Torino UIPO (c. Inghilterra)	1936	12.1960	-	1936-12.1960	12.1944-04.1954	-	-	-	-	-
Torino UIPO (c. Bolzano)	01.03.1961	31.12.2006	03.1961-12.2006	03.1961-12.2006	-	-	-	-	-	-
Torino Millefonti	1961?	1984?	-	-	01.1969-12.1982	-	-	-	-	-
Torino Aurora	01.01.1981	31.12.1985	-	-	01.1983-12.1985	-	-	-	-	-
Torino Pozzo Strada	01.01.1986	attiva	-	01.2007-12.2007	01.1986-12.2007	-	-	-	-	-
Caselle (A.M.-ENAV)	15.07.1953	attiva	-	-	-	01.1954-12.2007	08.1953-12.2006	07.1961-12.2007	08.1957-10.1993	-
Bric della Croce (A.M.)	01.04.1954	attiva	-	-	-	-	-	-	12.1973-12.2005	01.1961-12.1990

Figura 1: contributo dei diversi osservatori alle serie plurisecolari di Torino

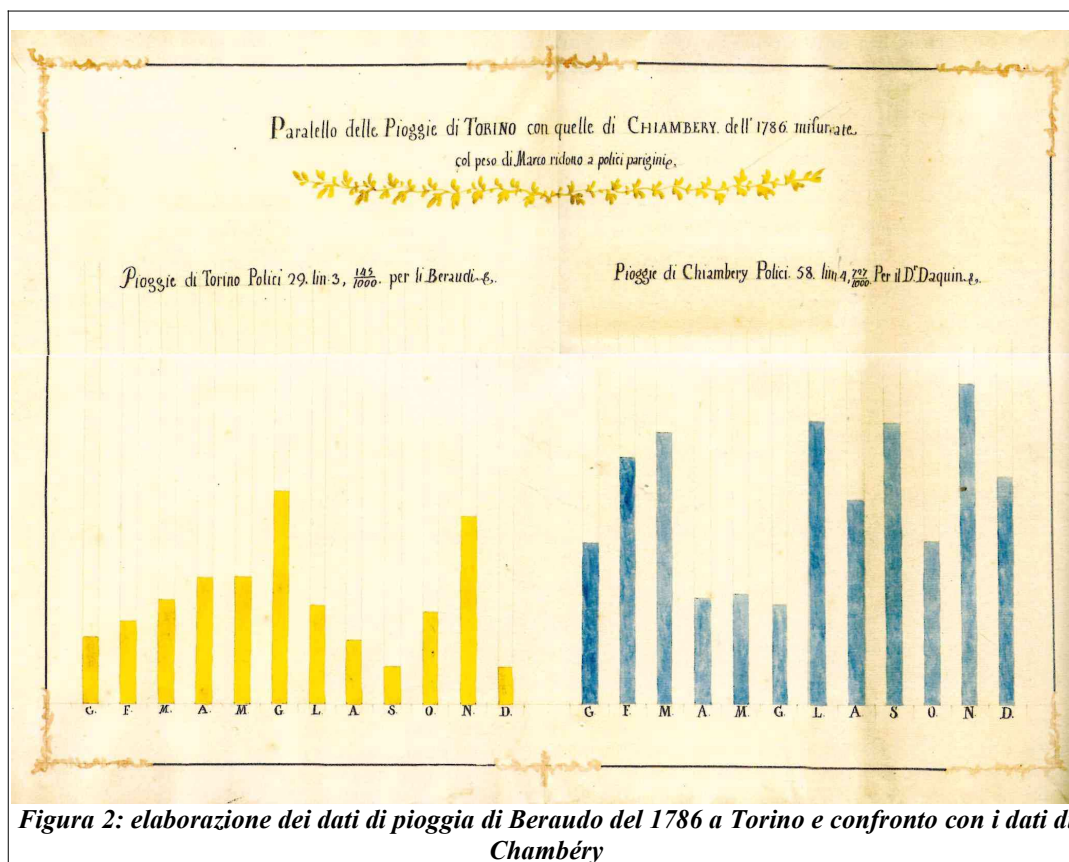
Iniziate Da Beraudo⁽¹⁾ nel 1780 e proseguite almeno fino al 1799, le meticolose osservazioni pluviometriche (il pluviometro veniva osservato quattro volte al giorno: alba, mezzogiorno, tramonto, mezzanotte) sono le più antiche di cui si abbia notizia per l'intero Piemonte, anticipando di 22 anni quelle dell'Accademia delle Scienze di Torino. Questa scansione permise, per esempio, di osservare nel ventennio 1780 – 1799 un massimo notturno nelle precipitazioni di gennaio. Nel 1783 venne presentato all'Accademia delle Scienze di Torino il progetto di un *udometro* (pluviometro) in grado di registrare l'andamento della pioggia nel corso delle 24 ore; non ci sono prove che lo strumento sia mai stato realizzato (Figura 2).

Nel 1802, istituito l'Osservatorio dell'Accademia delle Scienze di Torino, lo stesso acquisiva praticamente tutti gli strumenti allora usati per la misura dei parametri meteorologici⁽²⁾; per tre anni consecutivi i dati vennero raccolti negli “*Annales*”. La strumentazione fu parzialmente

¹ Nato A Boves nel 1741 – vivente nel 1806, Beraudo è una figura eclettica di astronomo, meteorologo e artista; si deve a lui il primo periodico meteorologico torinese: La Specola (Gennaio-Febbraio 1789)

² 1 anemoscopio, con anemometro, 2 termometri, 1 barometro, 1 eudiometro per la misura della quantità di ossigeno nell'aria, 1 igrometro, 1 apparecchio di Vassali-Eandi per esplorare l'elettricità atmosferica, 1 udometro (pluviometro) e 1 cianometro (per misurare l'intensità del blu del cielo)

rinnovata solo nel 1848 e i dati annotati nei registri vennero archiviati senza condurvi studi climatici e con la sola pubblicazione nella “Gazzetta Piemontese”, Giornale Ufficiale del Regno.



Nel 1849, negli Stati Uniti fu avviato il regolare scambio telegrafico di notizie e dati meteorologici, sebbene non finalizzato alle previsioni del tempo e, nel 1853, si svolse a Bruxelles un primo storico congresso meteorologico mondiale che diede inizio all'Organizzazione Meteorologica Internazionale.

Nell'aprile 1865 il C.A.I.⁽³⁾ iniziò, con strumentazione propria, le osservazioni meteorologiche al Castello del Valentino; questo evento indusse l'Accademia delle Scienze a chiudere il suo Osservatorio trasferendo gli strumenti a Palazzo Madama, dove per la prima volta veniva misurata la pioggia in mm direttamente nel pluviometro. Il pluviometro consisteva in un vaso di vetro di forma cubica che consentiva la misura della quantità di pioggia o di neve caduta mediante una scala graduata in pollici e linee francesi racchiusa all'interno di un tubo di vetro. L'equivalente in acqua della neve caduta non veniva misurato e veniva assunto pari ad 1/10 dell'altezza della neve.

³ Club Alpino Italiano

All'evolversi della meteorologia "pubblica" si affiancava una meteorologia "privata" condotta, almeno per un decennio, dell'ingegnere idraulico Giuseppe Castellani, tramite l'Osservatorio da lui allestito provvisto di strumenti meteorologici più aggiornati di quelli in uso dall'Accademia. Condusse ricerche sull'aumento delle piogge e sul raffreddamento del clima segnalando un intervallo particolarmente inclemente tra il 1818 e il 1819 che si rivela essere uno dei più duri della Piccola Età Glaciale⁽⁴⁾. È stato effettuato un confronto tra le osservazioni di Castellani e quelle dell'Accademia come si evince dalla tabella che segue (Figura 3) e dalla quale si apprende che le misurazioni effettuate dall'Accademia si rivelano mediamente superiori del 5,7 % rispetto a quelle di Castellani, mentre le altezze cumulate della neve fresca sembrano invece in ottimo accordo tra le due stazioni.

Confronto osservazioni di Castellani e dell'Accademia delle Scienze																		
Anno	Stag.	Periodo	T med (°C)		Pmm		Neve (cm)		Tmin estrema stagionale (°C)				Tmax estrema stagionale (°C)					
			Castell.	Ac.S.T.	Castell.	Ac.S.T.	Castell.	Ac.S.T.	data	Castell.	Ac.S.T.	Tnn Ac.S.T.	data	Castell.	Ac.S.T.	Txx Ac.S.T.		
			(1)	(2)					(3)	(4)	data	(4)		(3)	(4)	data	(4)	
1818	Pri	21.03-21.06	17,2	16,1	471,0	645,6	0	0	14.04	2,5	4,6	31/03	3,1	16.06	32,5	32,4	15.06	32,5
	Est	22.06-22.09	22,7	23,6	186,0	222,7	0	0	19.09	5,3	6,9			27.06	34,6	32,8	29.06	36,3
	Aut	23.09-21.12	9,7	9,6	390,0	319,2	8,5	11,3	03.12	-5,3	-4,8			24.09	25,1	22,8	29.09	24,3
1819	Inv	22.12-20.03	2,4	3,6	171,0	116,9	27,0	28,2	27.12	-7,5	-5,9	08/01	-7,5	17.03	14,9	19,3	18.03	20,6
	Pri	21.03-20.06	14,1	17,3	369,8	369,1	0	0	22.03	0,9	4,9	21/03	3,7	07.06	28,6	32,5		
	Est	21.06-22.09	22,3	23,9	443,8	502,1	0	0	01.09	10,3	12,9			09.08 ⁽⁵⁾	35,8	29,0	07.07	37,8
	Aut	23.09-21.12	7,4	9,6	261,0	257,4	1,0	0	16.12	-6,7	-5,3			01.10	23,8	25,6	29.09	25,8
	Inv	22.12-20.03	0,9	2,5	188,7	190,4	27,5	31,1	13.01	-14,4	-10,1	14/01	-13,3	14.03	13,3	14,5	02.03	17,5
1818-19		21.03-20.03	13,0	13,2	1218,0	1304,4	35,5	39,5										
1819-20		21.03-20.03	11,2	13,3	1263,3	1319,0	28,5	31,1										

Figura 3: confronto tra le osservazioni di Castellani e quelle dell'Accademia delle Scienze

Figura 3: confronto tra le osservazioni di Castellani e quelle dell'Accademia delle Scienze

Nel novembre 1865, l'Osservatorio di Palazzo Madama fu incaricato di espletare anche il servizio meteorologico cittadino divenuto in quell'anno istituzionale per l'impiego delle osservazioni nella statistica e nella previsione delle burrasche⁽⁵⁾. Palazzo Madama resterà titolare della meteorologia torinese fino al 1919 con una dotazione di strumenti completa e, per l'epoca, moderna. L'Osservatorio con le sue osservazioni giornaliere, afferiva alle Rete Meteorologica Nazionale e dal 1880 venivano comunicate giornalmente all'Ufficio Centrale di Meteorologia di Roma. Nel 1912 l'Osservatorio fu aggregato alla rete del nuovo Ufficio Idrografico del Po.

Parallelamente nel 1859 fu istituito l'Osservatorio del Real Collegio Carlo Alberto di Moncalieri (8 km in direzione S da Palazzo Madama) che, dal 1904, con gli strumenti collocati nella torretta quadrata, ha eseguito le osservazioni meteorologiche riportate nella tabella che segue (Figura 4).

⁴ Intervallo fresco che i climatologi collocano convenzionalmente tra il 1450 e il 1850, contraddistinto dall'espansione generalizzata delle masse glaciali.

⁵ Il nuovo punto di rilevazione distava appena 350 m da quello precedente dell'Accademia e si trovava a 37,7 m dal suolo contro i 44,16 m dell'antecedente, differenze che garantiscono una buona continuità tra le due successive serie di misurazioni.

Principali osservazioni meteorologiche effettuate a Moncalieri		
Elemento	Periodo osservato	Strumento
Temperatura al barometro	1859-03.07.1961	termometro
Altezza barometrica	1859-03.07.1961	barometro Fortin
Pressione a 0°C	1859-03.07.1961	
Pressione alla stazione	1870 ca.-06.1963	barografo
	29.12.2001-	barom. aneroide elettronico
Temperatura dell'aria	1859-03.07.1961	termom. asciutto dello psicrometro
	1870 ca.-1963; 30/11/1989-	termografo
	29.12.2001-	termometro elettronico
Temperature minima e massima	1859-03.1962	termom. a minima e termom. a massima
	04.1962-	termometro a minima e massima di Six
	1870 ca.-1963; 30/11/1989-	termografo
	29.12.2001-	termometro elettronico
Temper. termom. bagnato	1859-03.07.1961	psicrometro ventilato
Pressione del vapore		
Umidità relativa	1859-03.07.1961	psicrometro ventilato
	1870 ca.-1963; 30/11/1989-	igrografo a capelli
	29.12.2001-	igrometro elettronico
Vento inferiore - direz. e intensità	1859-11.1872	anemoscopio, poi anemometro
Vento inferiore - direzione e velocità	12.1872-06.08.1961	anemografo
	29.12.2001-	anemometro elettronico
Vento superiore - direzione	1863-11.1903	a vista
Nuvolosità (frazione di cielo coperto)	1864-03.07.1961	a vista
Stato atmosferico	1859-03.07.1961	a vista
Genere delle nubi	1859-03.07.1961	a vista
Eliofania	03.08.1952-03.07.1961	eliofanografo Campbell-Stokes
Radiazione solare	29.12.2001-	radiometro
Evaporazione	1863-10.1903	evaporimetro
Precipitazione: quantità	1859-1877	pluviometro
	1870 ca.-	pluviografo
	29.12.2001-	pluviometro elettronico
Neve fresca caduta	1859-	asta graduata
Neve al suolo	1925-1937; 1952-1961	asta graduata
Ozono	11.1865-09.1893	cartine ozonoscopiche

Figura 4: principali serie di osservazioni meteorologiche eseguite a Moncalieri

Al fondatore di questo Osservatorio⁶ si devono, la conduzione della nuova Società Meteorologica Italiana (S.M.I. nel prosieguo) e le prime indagini sull'andamento della temperatura in ambiente urbano, promuovendo la rete meteorico-igienica di Torino, con il sorgere delle Stazioni di Valdocco, Superga, Lucento, Valentino, Castello Medioevale e Monte dei Capuccini (Figura 5). Nel 1922, con il trasferimento dell'Osservatorio da Palazzo Madama a Pino Torinese l'attività, quasi sospesa nell'ultimo decennio, poté riprendere vigore e acquistare prestigio internazionale. Le misure delle precipitazioni proseguirono fino al 1982 e non si interruppero del tutto neanche

⁶ Francesco Denza (1834-1894), religioso barnabita napoletano, insegnò matematica e fisica al Real Collegio di Moncalieri

Stazioni fondate dalla SMI nel Comune di Torino																										
Stazione	Ubicazione	Attività		Strumenti								Dati disponibili														
				Periodo attestato	Termometri		Pluviometro		Barometro	Pacrometro	Temperatura		Precipitazioni		aggr.	Fonte										
					Quote (m)		Tipo	Quote (m)																		
					s.l.m.	s.suolo		s.l.m.									s.suolo									
Valdocco	Collegio Salesiani	02.1884	07.1903	1884-1903	253	20.40	P	?	?	-	si	02.1884-07.1903	m	BMOM	02.1884-07.1903	m	BMOM									
Esposizione Generale	Valentino	04.1884	11.1884	1884	246?	15?	P	246?	15?	si	si	-	-	-	-	-	-									
Superga	Basilica	08.1886	07.1962	1886-1907	687	18.00	P	670	0.76	-	si	08.1886-09.1916	m	BMOM	04.1903-09.1916	m	BMOM									
				1907-1930	682	13.00												10.1912-06.1918; 01.1925-07.1962	g	Sch.UI	10.1912-06.1918; 01.1925-07.1962	g	Sch.UI			
				1931-1950	682	13.00																		1913-1928; 1930-1941; 1951-1962	g	Ann.UI
				1951-1962	671	2.00																				
Lucento	Castello (Colonia Bonafous)	12.1886	12.1960	1886-1915	259	9.50	P	259	9.50	si	si	12.1886-09.1916	m	BMOM	12.1886-1915	m	BMOM									
				1915-1923	-	-												01.1938-12.1960	c	pluv.m						
				1938-1960	-	-															10.1912-02.1917; 1938-1942	g	Sch.UI			
																								1913-02.1923; 1938-1941; 1951-60	g	Ann.UI
Valentino	Serre Municipali	1886	09.1893	1886-1893	224	1.50	-	-	-	-	si	01.1887-09.1893	m	BMOM	-	-	-									
Castello Medievale	Valentino	07.1887	07.1928	1887-1905	244	24.20	P	240	20.00	si	si	07.1887-09.1916	m	BMOM	1900-1916	m	BMOM									
				1906-1918	222	2.00												11.1897-1911	g	LS	10.1912-06.1918; 01.1925-07.1928	g	Sch.UI			
				1919-1928	-	-																		10.1917-05.1918	g	Sch.UI
Monte dei Cappuccini	Vedetta C.A.I. sezione Torino	1888	01.1949	1888-1907	297	14.00	P	297	14.00	si	si	12.1889-09.1916	m	BMOM	10.1903-09.1916	m	BMOM									
				1908-1924	-	-												10.1917-05.1918; 06.1930-07.1933; 01.1934-01.1937; 1938	g	Sch.UI	02.1913-06.1918; 01.1925-01.1949	g	Sch.UI			
				1925-1949	293	10.25																		03.1913-12.1941	g	Ann.UI
Borgo Dora	Chiesa S.Gioacchino	1888	03.1891	1888-1891	?	?	-	-	-	-	si	12.1889-03.1891	m	BMOM	-	-	-									
Borgo Dora	Arsenale di costruzione	06.1891	04.1916	1891-1912	230	1.70	P	230	1.70	-	si	01.1892-04.1916	m	BMOM	04.1903-04.1916	m	BMOM									
				1912-1916	240	12.00																				
Piazza d'Armi vecchia	palazzina Castiglione	1888	12.1890	1888-1890	?	?	-	-	-	-	si	12.1889-12.1890	m	BMOM	-	-	-									
Borgo Vanchiglia	Casa ing. Ghiotti	1888	09.1893	1888-1893	?	?	-	-	-	-	si	12.1889-05.1893	m	BMOM	-	-	-									
Porta Nuova	Palazzo Rosazza	1888	12.1890	1888-1890	?	?	-	-	-	-	si	12.1889-12.1890	m	BMOM	-	-	-									
Porta Nuova	Officina Cravero	03.1891	03.1897	1891-1897	?	?	-	-	-	-	si	03.1891-03.1897	m	BMOM	-	-	-									
Porta Susa	Collegio Artigianelli	01.1889	06.1893	1889-1893	?	?	-	-	-	-	si	12.1889-06.1893	m	BMOM	-	-	-									
San Salvario	Scuola Veterinaria	12.1889	01.1890	1889-1890	?	?	-	-	-	-	si	12.1889-01.1890	m	BMOM	-	-	-									
San Salvario	La Riviera	12.1890	09.1893	1890-1893	?	?	-	-	-	-	si	12.1890-09.1893	m	BMOM	-	-	-									
San Salvario	Villa Casana	12.1893	07.1903	1893-1903	?	?	-	-	-	-	si	12.1893-07.1903	m	BMOM	-	-	-									
Ospedale Umberto I		05.1891	11.1891	1891	?	?	-	-	-	-	si	05.1891-11.1891	m	BMOM	-	-	-									
Collegio S. Giuseppe		01.1915	03.1916	1915-1916	?	?	-	-	-	-	si	01.1915-03.1916	m	BMOM	-	-	-									

Figura 5: stazioni fondate dalla S.M.I. e diffuse in tutta Torino

durante la seconda guerra mondiale. Le stesse ripresero con strumentazione elettronica nel 1988 l'installazione della quale, al Pino Torinese, avvenne per opera di Arpa Piemonte.

Nel frattempo, l'avvento della navigazione aerea ha improntato in maniera decisiva la scienza dell'atmosfera e nel 1913 gli osservatori meteorologi aeroportuali confluirono nel Servizio Aerologico, primo nucleo del futuro Servizio Meteorologico dell'Aeronautica. Il primo aeroporto torinese sorse a Mirafiori nel 1911 e dal 1913 iniziarono le misure. Non vi è notizia di osservazioni meteorologiche regolari all'Aeritalia prima del 1946 quando la pista di collaudo, annessa alla fabbrica di aerei della FIAT, espletò la funzione di aeroporto di Torino in attesa di Caselle il cui Osservatorio aprì nel 1953. Nel 1972 furono installate a Torino, sia dalla Provincia di Torino che dalla Fiat, le prime stazioni per il controllo dell'inquinamento atmosferico in Via della Consolata, Via Lagrange e alla Fiat Mirafiori.

Durante il decennio successivo è andata delineandosi nel torinese una forte presenza della Regione Piemonte attraverso l'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente (ARPA nel prosieguo) e la rete Agrometeorologica. In particolare ARPA dispone attualmente di 5 stazioni automatiche nel

Comune di Torino e gestisce il monitoraggio della qualità dell'aria. L'affidabilità raggiunta dalle stazioni automatiche ha favorito negli ultimi 20 anni il sorgere di installazioni meteorologiche da parte di Istituti Universitari, aziende e numerosi privati. L'osservazione meteorologica a Torino forma oggi uno scenario variegato (nella gestione dei rilevamenti, nel tipo di strumentazione utilizzata e nella sua collocazione) e in evoluzione per le frequenti aperture di nuove stazioni e per qualche chiusura.

I diversi Osservatori hanno contribuito alla formazione della serie pluviometrica cittadina ricostruibile dal 1803 al 2007, serie che mostra un regime pluviometrico caratterizzato dal ripido decremento del numero di giorni all'aumentare della quantità di pioggia con un caratteristico andamento illustrato nella (Figura 6).

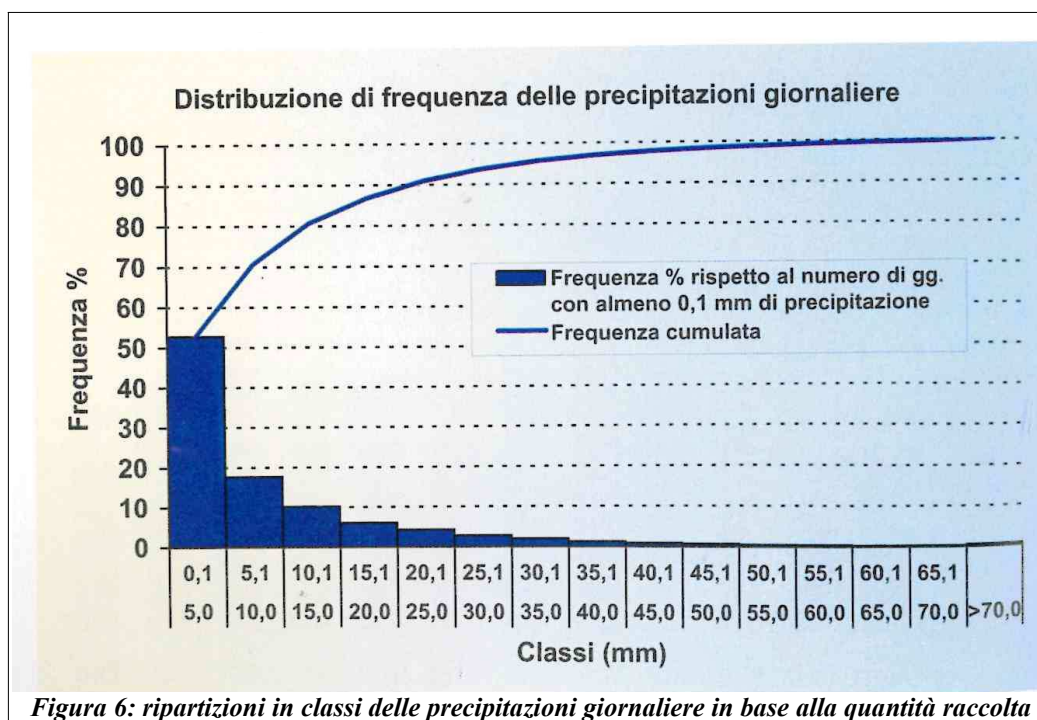
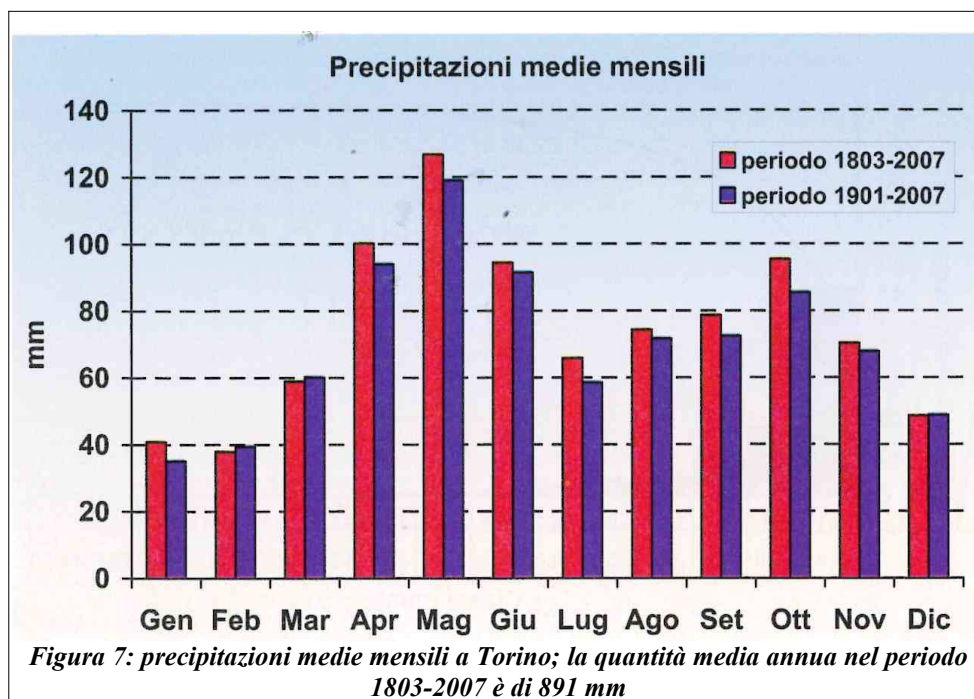


Figura 6: ripartizioni in classi delle precipitazioni giornaliere in base alla quantità raccolta

Il regime pluviometrico è classificato come continentale prealpino, caratterizzato cioè da un minimo principale in inverno e un massimo principale in primavera; nell'anno sono presenti anche un minimo e un massimo secondari, rispettivamente in tarda estate e in autunno (nel trentennio 1961 – 1990, assunto come riferimento per i valori “normali” del clima recente).

La **quantità media annua di precipitazioni atmosferiche** raccolta negli oltre due secoli di misurazioni è di **891 mm**, apporto che include pioggia ed equivalente in acqua della neve (e della grandine) caduta. Nell'intero periodo 1803 – 2007, tenuto conto del numero di giorni che

compongono i mesi, il più asciutto è gennaio con 40,8 mm di pioggia, seguito da febbraio con 37,8 mm. Nell'ultimo secolo, con l'aumento delle precipitazioni in febbraio, il minimo del mese di gennaio è divenuto evidente. Il più piovoso è il mese di maggio con 126,7 mm nell'intera serie (114,3 mm nel trentennio 1961-90), seguito a distanza da aprile con 100,1 mm (100,5 mm nel trentennio 1961-90). Il minimo estivo si ha nel mese di luglio con 65,7 mm, mentre il massimo autunnale si raggiunge in ottobre con 95,4 mm (Figura 7).



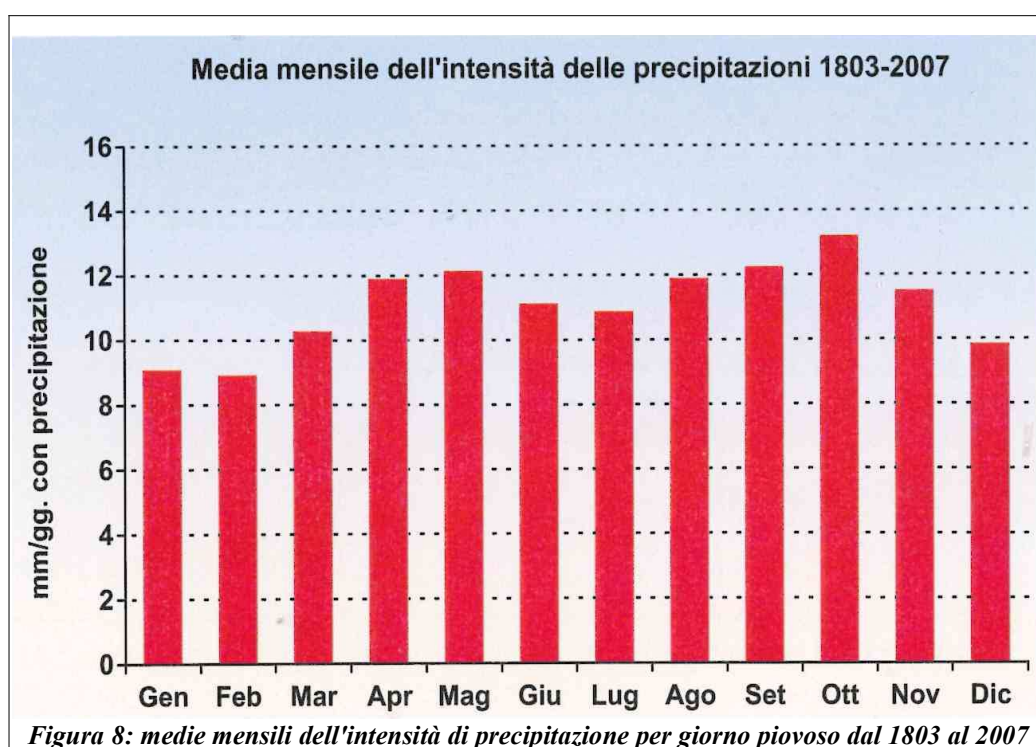
Il minimo principale dell'inverno è comune a tutto il Piemonte a N del Tanaro, e si deve essenzialmente al leggero spostamento verso sud, durante i mesi invernali, della regione di massima ciclogenesi sul Mediterraneo Occidentale, che dal golfo di Genova tende a portarsi sul mar Tirreno. La frequente estensione ai Balcani dell'anticiclone russo favorisce inoltre il movimento verso SE, lungo la costa Tirrenica, dei cicloni formatisi tra le Baleari, il Golfo del Leone e il Golfo di Genova, ostacolandone la penetrazione sulla Pianura Padana.

In primavera, il ritiro dell'anticiclone continentale europeo e il riscaldamento del suolo della Pianura Padana portano le depressioni mediterranee a seguire traiettorie verso est, interessando più direttamente il nord Italia e, sovente, creano le condizioni per una ciclogenesi sulla stessa valle del Po. Inoltre, alle precipitazioni frontali si aggiungono i temporali convettivi.

Durante l'estate lo spostamento a latitudini più settentrionali del flusso occidentale e il

conseguente diradamento dei fronti provenienti dall'Atlantico causano il minimo secondario di piovosità, in questo caso dovuta prevalentemente ai temporali convettivi. Le condizioni di instabilità atmosferica indotte dalla depressione termica presente al suolo, nelle ore diurne, sono facilmente accentuate da infiltrazioni più fresche dai quadranti settentrionali o di aria umida intorno a sud, che originano temporali anche in assenza di fronti ben definiti.

Il massimo secondario autunnale è caratterizzato dalla forte intensità media per giorno piovoso (Figura 8), ovvero da una maggiore quantità d'acqua caduta mediamente in ciascun giorno con almeno 1 mm di precipitazione. L'intensità è massima nel mese di ottobre, con 13,2 mm per giorno piovoso: in questo mese infatti l'elevata temperatura superficiale del mediterraneo occidentale, di circa 3° più alta rispetto al mese di maggio, e la maggiore quantità di vapore acqueo nell'atmosfera, rendono più attiva la ciclogenesi innescata da depressioni e saccature Atlantiche penetrate sul bacino.



L'andamento delle precipitazioni annue (pioggia ed equivalente in acqua della neve) a Torino dal 1780 al 2007 tendono nel complesso ad una diminuzione, valutabile in termini lineari in - 75 mm/secolo (periodo privo di rilevazioni tra il 1791 e il 1802) e in - 99 mm/secolo tra il 1803 e il 2007, periodo in cui la serie è completa. La tendenza lineare è però una sintesi eccessiva poiché le

serie sia annue che stagionali (escluso l'inverno) presentano oscillazioni molto marcate nel tempo. Analisi più dettagliate pongono l'inizio della tendenza alla diminuzione delle precipitazioni tra il 1874 e il 1880 (Mann-Kendal); a partire dal 1865 (Test SNHT di Alexandersson 1986).

La tabella sotto riportata riassume le medie mensili annue delle precipitazioni nel periodo 1990 - 2003 per alcune stazioni di Torino e del circondario (Figura 9).

Stazione	Latitudine N (1)	Longitudine E Greenwich (1)	Quota pluviometro		Periodo di attività dal 01.1990	Medie mensili e annua 1990-2003 delle precipitazioni atmosferiche (2)												
			m s.l.m.	m s. suolo		gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	Ann
Torino Buon Pastore (c.so Pr. Eugenio; ARPA)	45°04'46"	7°40'21"	242	2,00	01.1990-07.2004	37	36	42	92	133	95	54	90	90	94	82	41	886
Torino Nord (via Sansovino; SMI)	45°06'32"	7°39'12"	253	1,70	01.1990-attiva	45	39	43	96	142	102	68	93	95	104	92	47	966
Torino Pozzo Strada (via Bardonecchia; SMI)	45°04'18"	7°38'08"	284	22,00	01.1990-attiva	40	37	43	91	135	96	56	89	94	94	86	43	904
Torino Ufficio Idrografico (c. Bolzano)	45°04'21"	7°40'04"	277	31,60	01.1990-12.2006	37	33	40	88	132	92	52	87	88	92	79	41	860
Moncalieri Collegio Carlo Alberto (SMI)	45°00'00"	7°41'04"	274	27,20	01.1990-attiva	31	24	30	77	94	75	44	69	77	81	65	34	701
Caselle (AM-ENAV)	45°11'33"	7°39'07"	288	1,80	01.1990-attiva	36	34	40	87	134	89	66	67	98	114	92	42	899
Moncalieri - Bauducchi (ARPA)	44°57'36"	7°42'31"	226	2,00	06.1993-attiva	28	25	38	78	94	86	52	76	76	92	71	33	748
Cambiano (RAM)	44°58'53"	7°46'36"	268	1,50	01.1990-attiva	31	27	36	73	95	90	48	75	84	80	68	41	748
Venaria (RAM)	45°10'10"	7°36'50"	289	2,00	01.1990-attiva	43	40	48	95	142	97	65	75	106	114	93	48	966
Pianezza (RAM)	45°08'08"	7°32'28"	317	2,00	05.1990-attiva	45	45	48	110	151	135	76	95	117	116	107	48	1093
Mazzè (RAM)	45°17'54"	7°55'55"	263	1,40	01.1990-attiva	47	40	46	84	114	82	53	76	95	107	103	52	900
Caluso (RAM)	45°18'16"	7°53'13"	282	1,60	01.1990-attiva	45	40	45	86	126	89	44	75	98	111	102	54	914
Verolengo (ARPA)	45°11'06"	8°00'40"	165	2,00	01.1990-attiva	37	32	40	84	110	70	50	73	88	95	80	43	801
S. Giorgio Canavese - Cortereggio (RAM)	45°18'00"	7°47'00"	252	1,50	01.1990-attiva	44	40	47	81	130	85	59	85	102	126	96	48	943
Carmagnola (ARPA)	44°53'11"	7°41'11"	232	2,00	07.1993-attiva	28	25	40	85	102	81	47	65	82	90	72	33	750
Lombriasco (RAM)	44°50'38"	7°38'19"	242	1,60	01.1990-attiva	36	32	38	101	106	94	43	67	95	92	75	40	819
Vigone (RAM)	44°49'51"	7°32'35"	256	1,60	01.1990-attiva	36	32	46	105	105	92	40	63	104	101	83	42	850
Avigliana (ARPA)	45°05'38"	7°23'41"	342	2,00	01.1991-attiva	37	39	49	94	139	96	51	78	103	119	74	38	917
Cumiana (ARPA)	44°57'49"	7°23'27"	332	2,00	10.1990-attiva	30	30	51	111	120	103	49	71	103	111	82	37	898
Lanzo Torinese - Fua (ARPA)	45°17'20"	7°29'34"	580	2,00	01.1990-attiva	50	39	76	150	196	163	89	95	168	182	132	55	1396
Coazze (RAM)	45°03'00"	7°18'03"	747	2,00	01.1994-attiva	43	46	52	156	179	146	72	89	160	173	127	46	1289
Bric della Croce (AM)	45°02'02"	7°43'56"	711	1,60	01.1990-attiva	20	23	35	82	125	87	58	81	85	87	65	27	774
Chieri (RAM)	45°01'02"	7°47'20"	345	2,00	01.1990-attiva	38	34	37	84	98	78	52	84	86	87	77	43	798
Pino Torinese (ARPA)	45°02'29"	7°45'54"	620	12,00	01.1990-attiva	20	20	31	71	105	81	55	81	81	85	66	27	721

Figura 9: medie mensili e annue delle precipitazioni nel periodo 1990-2003 per alcune stazioni di Torino e del circondario

3. IL MODELLO IDROGEOLOGICO CONCETTUALE (STATO DELL'ARTE)

Per delineare un quadro del modello geologico concettuale allo stato attuale condiviso, si è partiti dall'esame dei dati noti e dalla documentazione ufficiale presente nei siti dei diversi Enti Territoriali ognuno coinvolto per il suo campo specifico di competenza. La ricerca è partita dall'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale del Piemonte (Arpa Piemonte/ARPA nel prosieguo) che, visti i compiti di supporto e di consulenza tecnico-scientifica (ex L.R. 18/2016), si è ritenuto potesse fornire un buon bagaglio di informazioni di base in materia idrogeologica.

3.1 I dati di Arpa Piemonte

Nella documentazione disponibile sul sito web di Arpa Piemonte è possibile rintracciare dati di interesse prodotti a scale variabili comprese tra 1 : 250.000 e 1 : 50.000 relativi all'intero territorio piemontese (comprendente quindi anche il territorio di Torino) e riguardanti tra le altre cose :

- la soggiacenza della falda idrica nella zona di pianura (scala 1:250.000 - aggiornamento: 2002 - 2005);
- la piezometria della falda superficiale (scala 1:100.000 - aggiornamento 2002);
- lo spessore dei litotipi impermeabili nella zona non satura (scala 1:100.000);
- la carta dei complessi idrologici (scala 1:100.000);
- la carta della base dell'acquifero superficiale (scala 1:50.000)

La **soggiacenza** di una falda idrica, cioè la distanza tra la sua superficie piezometrica e quella topografica, è visualizzata nella Carta della Soggiacenza tramite shapefile di Arpa Piemonte secondo diverse classi di valori che mettono in evidenza per il territorio di Torino:

- lungo i corsi d'acqua che attraversano la Città, in particolar modo lungo il T. Stura di Lanzo fin quasi al limite comunale, una fascia di larghezza irregolare lungo entrambe le sponde che presenta una soggiacenza compresa tra 0 e - 5 m dal p.c. Rientra in questa classe di soggiacenza anche la fascia di larghezza irregolare lungo entrambe le sponde del T. Dora Riparia ma solo nel tratto tra la confluenza con il F. Po e Corso Principe Oddone; ad ovest la soggiacenza aumenta. In entrambi i casi si tratta di fasce molto irregolari, complessivamente ampie da un minimo di pochi metri dalla sponda bagnata del corso d'acqua ad un massimo di 500 m dalla stessa sponda. Per quel che riguarda il T. Sangone la

fascia di larghezza irregolare, che presenta una soggiacenza compresa tra 0 e -5 m dal p.c., si rinviene a partire dal limite comunale di Nichelino (in corrispondenza di Via Asiago a Torino) e ad est, fino al limite comunale tra Torino e Beinasco. Lungo questo corso d'acqua, la fascia a soggiacenza minore presenta un'ampiezza complessiva più regolare mediamente pari a 150 m. Per quel che riguarda il F. Po, all'interno del perimetro cittadino, le aree più ampie caratterizzate dalla classe di soggiacenza minima (0 ÷ - 5 m dal p.c.) si riscontrano in corrispondenza della confluenza del T. Stura di Lanzo nel Po, mentre lungo il corso del fiume a sud, a partire dalla confluenza della T. Dora Riparia, grazie ai diversi ordini di terrazzi modellati dall'approfondirsi del fiume stesso il valore di soggiacenza sale oltre i 5 m già in prossimità della sponda bagnata del corso d'acqua (fino poco oltre Piazza Polonia). Verso il confine cittadino meridionale, a nord della confluenza del T. Sangone nel F. Po, la fascia di territorio caratterizzato da una soggiacenza inferiore ai 5 m si allarga di nuovo, presumibilmente fino alla base del primo terrazzo rilevato;

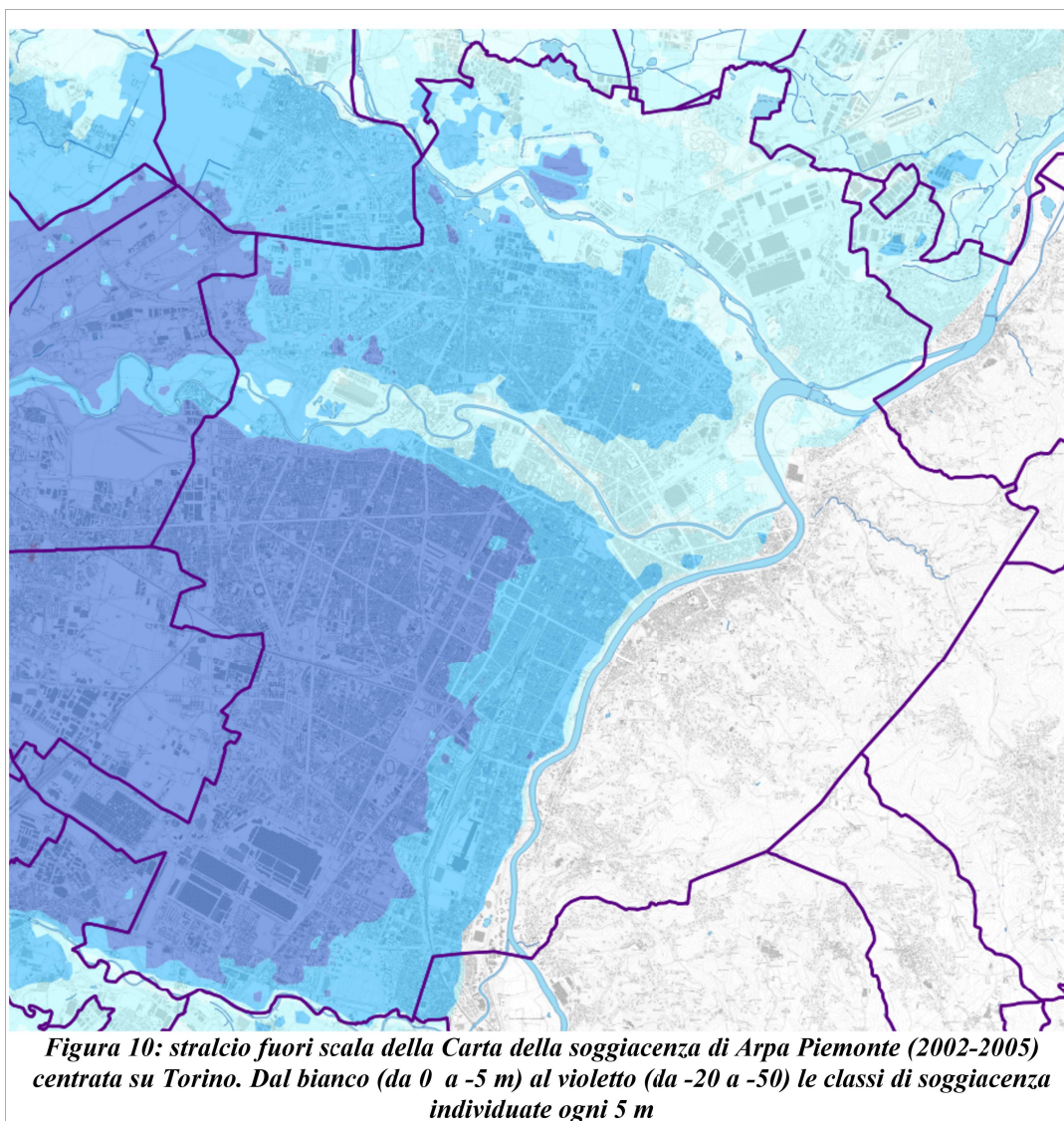
- le aree più lontane dai fiumi presentano condizioni peculiari a seconda delle zone cittadine. Ampie aree caratterizzate da bassa soggiacenza sono segnalate lungo il confine cittadino settentrionale (0 ÷ - 5 m dal p.c.) mentre, il settore compreso tra il corso del T. Stura di Lanzo e il confine stesso, presenta una soggiacenza inferiore/uguale ai 10 m ad esclusione di alcuni settori in corrispondenza di Cascina Berta, di Cascina Vigitello e di Cascina Barale (nell'area compresa tra La Zona Industriale Rastia a nord e il T Stura a sud) dove la soggiacenza aumenta. Tutta l'area compresa tra il corso del T. Stura di Lanzo e il T. Dora Riparia, all'esterno della fasce perifluviali, è caratterizzata da una soggiacenza inferiore ai 20 m che aumenta in corrispondenza del limite cittadino, grossomodo nel tratto compreso tra Corso Regina Margherita e Corso Ferrara.

A sud della Dora Riparia, fino all'asta del T. Sangone, e ad ovest del F. Po, fino al limite occidentale della Città, esternamente alla fascia caratterizzata da soggiacenze inferiori ai 10 m, si estende una fascia di territorio caratterizzata da una soggiacenza compresa tra i 10 e i 20 m che, in destra idrografica della Dora Riparia presenta una larghezza media di circa 350 m mentre in sinistra idrografica del F. Po supera i 950 di estensione (calcolata perpendicolarmente al corso d'acqua) per restringersi di nuovo in sinistra idrografica del T. Sangone (larghezza media pari a circa 250 m), territorio morfologicamente accidentato da

alti terrazzi fluviali.

Il resto del territorio cittadino fino al confine occidentale viene indicato come caratterizzato da una soggiacenza compresa tra - 20 m e -50 m.

In una città come Torino i valori di soggiacenza possono essere influenzati, oltre che dalle variazioni pluviometriche stagionali ed annuali, soprattutto dagli emungimenti industriali e dal regime dei corsi d'acqua che solcano la Città nei tratti non impermeabilizzati (Figura 10).



Il **quadro piezometrico** di Arpa Piemonte sull'intero territorio regionale deriva da una campagna piezometrica, che risale al periodo giugno-luglio 2002, eseguita su 315 punti d'acqua sull'intero territorio regionale (pozzi e piezometri). Per ogni punto furono redatte apposite schede riepilogative comprensive sia di informazioni generali/amministrative, circa i diversi punti

d'acqua, sia delle relative caratteristiche tecniche; le informazioni raccolte furono integrate con dati piezometrici ottenuti dall'Archivio del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Torino. Nell'elaborazione della carta non si considerarono zone nelle quali la densità di dati fu ritenuta insufficiente. Come supporto e confronto furono utilizzate anche carte piezometriche di maggiore dettaglio rispetto alla scala 1:100.000, allegate a relazioni tecniche e pubblicazioni scientifiche all'uopo rintracciate.

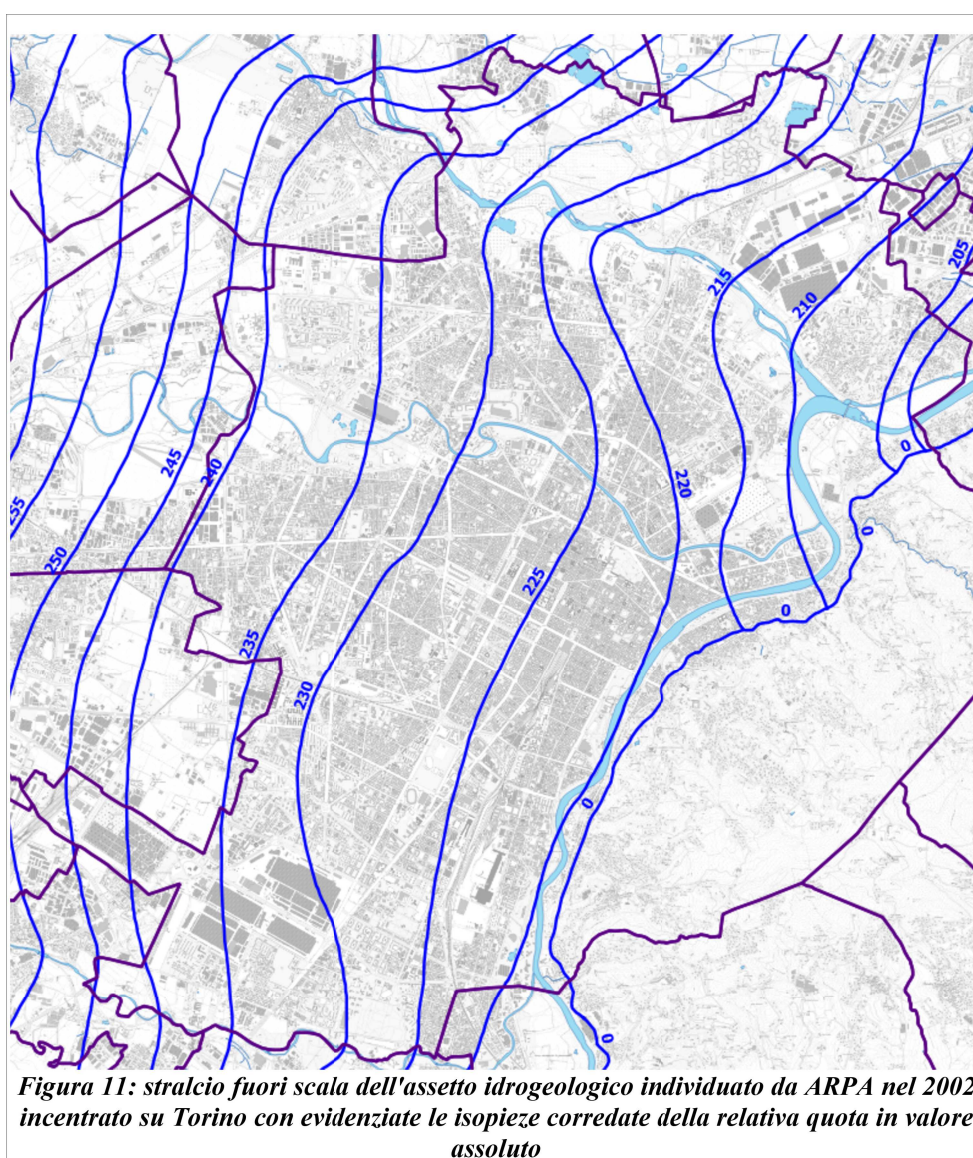
Nella Provincia di Torino il livello di base della falda superficiale è rappresentato ovunque dal Fiume Po. In questo lavoro di Arpa, il territorio provinciale è stato suddiviso in sottoaree su base geografica, geologica ed in relazione alla diversa morfologia della falda.

Per quel che riguarda la Città di Torino da queste informazioni si evince che 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. In particolare le conclusioni tratte furono (da sud verso nord):

- tra il T. Chisola e il T. Sangone la direzione di deflusso è da NO verso SE;
- il T. Chisola esercita una costante azione drenante. Il T. Sangone è alimentante nel primo tratto allo sbocco in pianura; quindi il rapporto con la falda risulta di sostanziale indipendenza e la differenza tra la quota di scorrimento del torrente e la quota della falda è intorno a 5 m. Verso la confluenza con il F. Po, infine, si osserva un lieve effetto drenante;
- uno spartiacque si evidenzia tra Orbassano e Nichelino con direzione ONO-ESE all'interno dei depositi fluviali rissiani, quasi in corrispondenza del limite comunale di Torino;
- la presenza di un asse drenante con direzione O-E che si individua nel settore tra il T. Dora Riparia e T. Sangone. In generale per il T. Dora Riparia, i dati di Arpa Piemonte evidenziano una diminuzione del gradiente idraulico [i] spostandosi dal settore immediatamente esterno alle morene, dove raggiunge l'1,1% a nord della Dora, e lo 0,6% nella zona di Rivoli. In prossimità del Po il gradiente idraulico si attesta su valori intorno a 0,4-0,5%;
- a nord del T. Dora Riparia, il flusso sotterraneo è in genere orientato verso ESE, andando ad alimentare il sistema Po-Stura di Lanzo. In particolare il T. Dora Riparia, superato l'Anfiteatro Morenico di Rivoli-Avigliana, non mostra relazioni di alcun tipo con la falda che scorre sostanzialmente indisturbata con senso di deflusso verso SE, a una quota di 10-

15 m inferiore rispetto al letto del fiume. Procedendo verso est, tale differenza di quota tra torrente e falda si riduce progressivamente fino a quando, in Torino, prima della confluenza con il Po, la Dora risulta in rapporto di alimentazione con la falda, con cui è quindi collegata;

- il T. 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 del T. Dora Riparia (Figura 11).



Più recentemente Arpa Piemonte ha pubblicato rapporti sullo Stato di qualità dei Corpi Idrici

Sotterranei in Piemonte nei quali, oltre allo stato qualitativo dei corpi idrici, affronta anche il tema dello stato quantitativo e della situazione idrica più generale, seguendo le linee guida ISPRA comprensive di indicazioni sulla metodologia da adottare per il calcolo del bilancio idrogeologico (apporti – asporti).

Nel rapporto relativo al triennio 2020 – 2022 Arpa riporta le seguenti informazioni d'interesse partendo dalle precipitazioni e concludendo con la soggiacenza:

- il triennio è stato caratterizzato da annate via via più secche in cui le piogge totali sono state inferiori rispetto alla media storica di riferimento 1991-2020: del 9% (953 mm) nel 2020; del 17% (865 mm); mentre il 2022 è risultato essere l'anno più secco dal 1913 con piogge totali notevolmente inferiori alla media storica, inferiori del 42% (607 mm);
- nel 2020 i bacini che hanno registrato i maggiori deficit (tra il 20 e il 23%) sono stati quelli, fra gli altri, del T. Dora Riparia del T. Stura di Lanzo e del Residuo F. Po alla confluenza con la Dora Baltea. Nel 2021 tutti i bacini sono caratterizzati da un deficit pluviometrico compreso tra il 9 e il 29%, il bacino dello Stura di Lanzo è tra quelli che hanno registrato il deficit pluviometrico maggiore. Nel 2022 sull'intero bacino del F. Po all'interno del quale tutti i bacini sono stati caratterizzati da un deficit pluviometrico compreso tra il 33 e il 52%. Tra le zone più secche sono risultate: Residuo Po confluenza Dora Riparia e Stura di Lanzo (Figura 12);

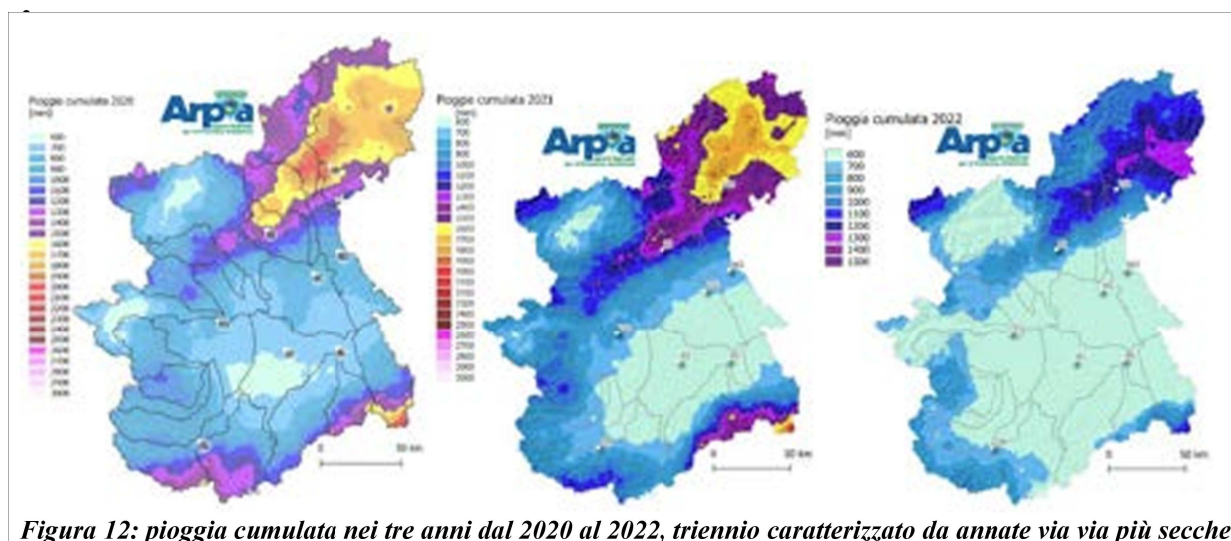


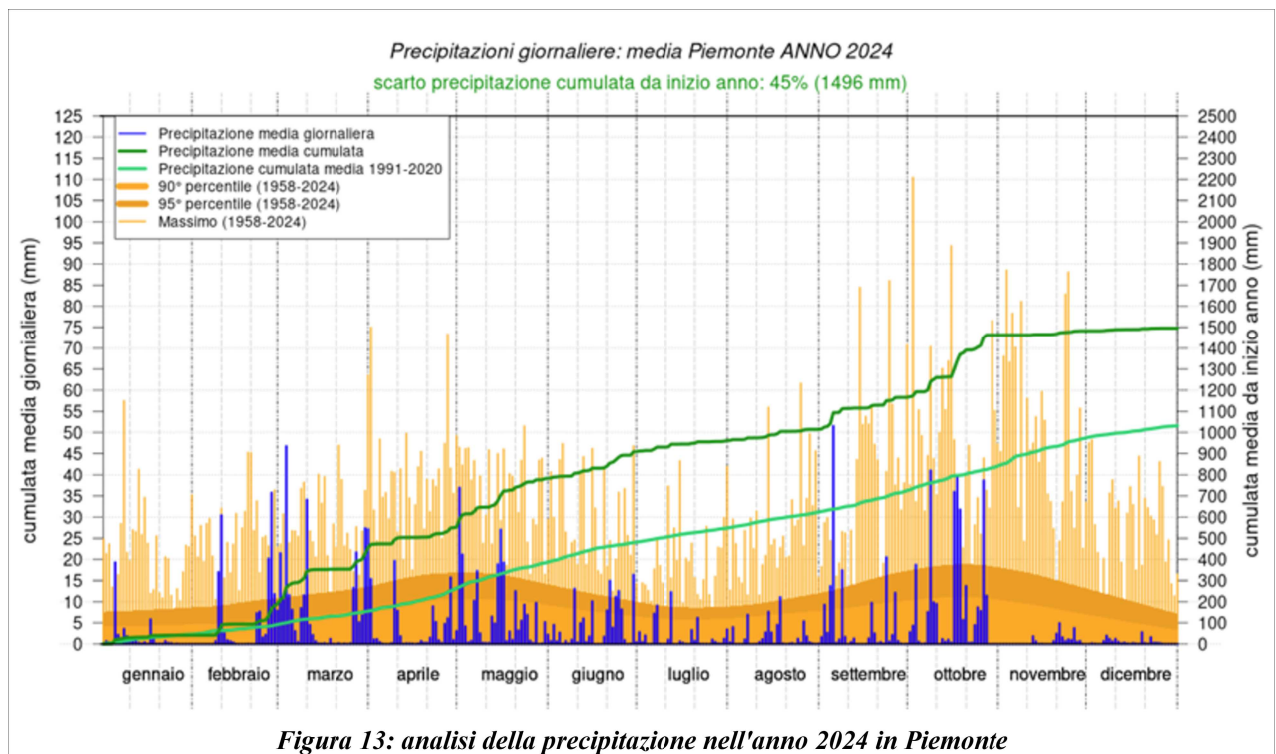
Figura 12: pioggia cumulata nei tre anni dal 2020 al 2022, triennio caratterizzato da annate via via più secche

- dal punto di vista della soggiacenza, se nel 2020 la situazione è apparsa sostanzialmente stabile rispetto alla serie storica, nel 2021 iniziano a comparire aree dove la soggiacenza

aumenta in percentuale significativa rispetto alla media storica mentre nel 2022 la tendenza all'abbassamento del livello freatico risulta più generalizzata soprattutto nelle porzioni di pianura dell'ovest, del sud-ovest e del sud-est del Piemonte.

Nel Rapporto sulla Situazione Idrica in Piemonte nel 2024 Arpa riporta le seguenti informazioni d'interesse:

- il 2024 è stato un anno eccezionalmente piovoso per il Piemonte, il più ricco di precipitazioni degli ultimi 50 anni, paragonabile solo alle annate storiche del 1977 e/o del 1960 o, più recentemente come il 2002 o il 2014. Il surplus complessivo è stato del 42% in più rispetto ad un anno medio. Le precipitazioni annuali osservate sul bacino del Po piemontese sono state pari a 1508 mm (Figura 13);



3.2 I criteri e gli strumenti di Regione Piemonte

Con D.G.R. 24 marzo 2025, n. 8-905: "Legge regionale n. 56/1977. Approvazione dei Criteri e indirizzi in materia di difesa del suolo e pianificazione territoriale e urbanistica, quale documento unico di aggiornamento e sostituzione dei vigenti atti e provvedimenti adottati sul tema a livello regionale", la Regione Piemonte individua, nel **Modello geologico concettuale del territorio regionale piemontese**, il riferimento conoscitivo primario per caratterizzare l'assetto idrogeologico del

territorio.

La definizione di quote base dell'acquifero superficiale della pianura piemontese è nata dalla necessità della Regione Piemonte di adempiere, in modo adeguato, alle funzioni relative alla protezione delle risorse idriche nel rispetto della normativa vigente ed in modo particolare della legge regionale 30/04/1996, n. 22, così come modificata dalla legge regionale 7/04/2003, n. 6, che persegue la tutela preventiva del sistema idrico del sottosuolo e il corretto e razionale uso delle acque sotterranee anche attraverso l'acquisizione di conoscenze sistematiche delle medesime e riserva, salvo casi particolari, la ricerca, l'estrazione e l'utilizzazione delle acque sotterranee da falde profonde all'uso potabile.

L'articolo 2 della stessa legge, definite le nozioni di falda freatica e falde profonde, **vieta la costruzione di opere che consentano la comunicazione tra i due sistemi sotterranei** e stabilisce come la Giunta Regionale debba definire i criteri tecnici per l'identificazione della base dell'acquifero superficiale, corredati da apposita cartografia, cui fare riferimento per l'applicazione delle disposizioni della predetta legge.

Lo strumento tecnico realizzato a tal fine è una cartografia regionale della base dell'acquifero superficiale alla scala 1:50.000 per la zona di pianura, mentre per le altre aree della Regione sono stati stabiliti dei criteri indicativi per identificare, nelle aree montane, collinari e di fondovalle alpino, la profondità massima della superficie di delimitazione tra i sistemi di flusso superficiali e quelli profondi.

Con la D.G.R. 3 Giugno 2009, n. 34-11524: *"Criteri tecnici per l'identificazione della base dell'acquifero superficiale e aggiornamento della cartografia contenuta nelle "Monografie delle macroaree idrogeologiche di riferimento dell'acquifero superficiale nelle aree di pianura"* e con DD del 3 dicembre 2012 n. 900: *"Aggiornamento della cartografia della base dell'acquifero superficiale nelle aree di pianura"*, l'**Allegato 1** specifica:

- la suddivisione in aree funzionali dell'intero territorio della Regione Piemonte. Il territorio di pianura del Comune di Torino rientra nell'area P: area di pianura alluvionale e nella sotto area PA ovvero dove è possibile individuare la base dell'acquifero superficiale (Figura 14);
- l'individuazione del *Metodo litostratigrafico*: ricostruzione dell'assetto del sottosuolo tramite stratigrafie finalizzata all'individuazione di depositi fini, sufficientemente spessi e

arealmente continui, in grado di separare idraulicamente l'acquifero superficiale da quelli profondi;

Tabella riassuntiva delle aree funzionali		
AREE	Sotto aree	Note
P: aree di pianura alluvionale	PA: sotto aree dove è possibile individuare la base dell'acquifero superficiale	Allegato 1 D.G.R. n. 34-11524 del 3.06.2009 <i>Isolinee base acquifero superficiale</i>
	PB: sotto aree con assenza di sistemi acquiferi profondi significativi	Allegato 1 D.G.R. n. 34-11524 del 3.06.2009 <i>Nessun limite</i>
	PC: sotto aree con presenza, al di sotto dei depositi alluvionali per lo più incoerenti, di un substrato roccioso costituito da rocce carbonatiche.	Sotto area di nuova definizione (D.D. n.267 del 4/8/2011) <i>Per stabilire il limite è necessario eseguire uno studio idrogeologico specifico per escludere possibilità di interferenza con eventuali circuiti alimentanti sorgenti</i>
	PP: aree con acquifero superficiale poco produttivo così come indicato nell'Allegato 1 della D.G.R. n. 34-11524 del 3 giugno 2009 che sono state suddivise in 2 tipologie.	Sotto area Depositi fini <i>Profondità massima della base corrispondente a 20 metri di spessore della zona satura</i>
	PZ: sotto aree con dati insufficienti per individuare la base dell'acquifero superficiale	Allegato 1 D.G.R. n. 34-11524 del 3.06.2009 <i>Profondità massima indicativa di 60 metri.</i> <i>Le Province interessate potranno di volta in volta individuare la profondità della base dell'acquifero superficiale utilizzando dati di nuova acquisizione o considerazioni di carattere idrogeologico e volte alla protezione dell'acquifero profondo. Nel caso i nuovi dati indichino la presenza di un acquifero indifferenziato varrà comunque la regola di una profondità massima della base corrispondente a di 50 metri di spessore della zona satura</i>
M: aree montane, collinari e di fondovalle	MB: sotto aree con assenza di sistemi acquiferi profondi significativi	Allegato 1 D.G.R. n. 34-11524 del 3.06.2009 <i>Nessun limite</i>
	MC: sotto aree dove è possibile la presenza di sistemi acquiferi profondi	Allegato 1 D.G.R. n. 34-11524 del 3.06.2009 Modificato come in tabella seguente

Figura 14: tabella riassuntiva delle aree funzionali contenuta nell'Allegato 1 alla D.D. n. 900 del 31/12/2012

- l'individuazione del *Metodo idrochimico*: usa le differenze idrochimiche (elementi maggiori e isotopi) che esistono tra sistema acquifero superficiale e sistema acquifero profondo nonché usa la conducibilità elettrica che è doppia nella falda superficiale rispetto alla falda profonda così come la presenza di parametri chimici di origine antropica (per es. i nitrati) presenti nella falda superficiale;
- l'individuazione del *Metodo idrogeologico*: rappresenta un metodo complementare che può fornire informazioni aggiuntive, laddove esistano prove sperimentali di fidato riscontro,

circa il grado di confinamento delle falde ed, eventualmente, la definizione dei circuiti di flusso;

- l'individuazione del *Metodo multiparametrico*: deriva dall'incrocio e dalla sovrapposizione dei metodi precedenti, laddove questi sussistano contemporaneamente, e certamente rappresenta il metodo più completo per l'individuazione dei due acquiferi.

Utilizzando i criteri litostratigrafici sono state tracciate 62 sezioni nella Provincia di Torino. Le stratigrafie utilizzate nelle sezioni sono state raggruppate e codificate in base alle seguenti 11 classi litologiche:

1. terreno vegetale, terreno di riporto, terreno agrario (VEG);
2. ciottoli, blocchi, trovanti con ghiaia o senza (CIO);
3. ghiaie e sabbie, sabbie e ghiaie, ghiaie sabbiose, sabbie ghiaiose (GHI);
4. sabbie a granulometria media e grossolana (SAB);
5. sabbie a granulometria fine (SBF);
6. sabbie limose, sabbie argillose, sabbie siltose, sabbie sporche (SBL);
7. argille ghiaiose, argille con ghiaia (AGH);
8. limi, silt, limi argillosi, limi sabbiosi, sabbie fini limose/argillose, argille, argille limose, argille sabbiose (ARG);
9. conglomerati (CON);
10. ghiaie con argille, ghiaie argillose, ghiaie alterate (GHA);
11. substrato roccioso (ROC).

Le classi fino alla 6. sono state considerate permeabili, con grado di permeabilità decrescente dalla 2. alla 6.; le classi 7. e 8. sono state considerate da semi-permeabili ad impermeabili; le classi dalla 9. alla 11. consentono di tenere in considerazione situazioni particolari di alcuni settori piemontesi. Sulla base di questo lavoro è stata redatta la Carta della Base dell'Acquifero Superficiale che, approvata nel 2009 e aggiornata al 2022 rappresenta il documento principale a cui riferirsi. Sulla base di essa, è necessario uniformarsi al seguente criterio principale: **la base dell'acquifero superficiale indicata è da considerare come profondità massima raggiungibile da un'opera potenzialmente miscelante, ferma restando la facoltà delle amministrazioni locali di stabilire di volta in volta delle profondità inferiori da non superare in funzione della tipologia dell'opera (pozzo singolo, campo pozzi, cave, sonde geotermiche,...).**

Infine da detta Carta si evidenzia come la fascia del Fiume Po non rappresenti quasi mai l'area di massima depressione o di minimo e come questo aspetto sia da collegarsi alla presenza di una platea sepolta di depositi argillosi (impermeabili) posta a bassa profondità sotto il piano campagna in una fascia che borda la Collina di Torino.

Sempre con la D.G.R. 3 Giugno 2009, n. 34-11524 e con DD del 3 dicembre 2012 n. 900 la Regione Piemonte ha predisposto con l'**Allegato 2** un: *"Abaco di sintesi su base comunale"* contenente per ogni comune piemontese, la presenza nel territorio comunale di una o più aree e sottoaree in cui è stato suddiviso l'intero territorio regionale. Per i comuni il cui territorio ricade totalmente o parzialmente nelle aree di pianura alluvionale è stata indicata, ove possibile, la profondità massima e minima della base dell'acquifero superficiale. In detto Abaco per il Comune di Torino si riporta lo stralcio che segue (Figura 15):

Comune	Provincia	Area di Pianura (PA)		Aree di Pianura PB	Aree di Pianura PZ	Aree collinari e/o montane MC						Aree collinari e montane B
		Profondità minima (m)	Profondità massima (m)	PB - Aree con assenza di sistemi acquiferi profondi significativi	PZ - Aree con dati insufficienti per individuare la base	MC1 - Archi morenici	MC2 - Depositi alluvionali di fondovalle alpino	MC3 - Bacino Terziario Ligure-Piemontese	MC4 - Rocce carbonatiche	MC5 - Zona Val Maggiore-Monferrato	MC6 - Zone terrazzate pericollinari con elevata attività	MB - Aree M con assenza di acquiferi profondi significativi
TORINO	TO	10	60	x								x

Figura 15: stralcio dell'Abaco di Sintesi su base comunale dell'Allegato 2 della D.D. n. 900 del 3/12/2012, relativo al Comune di Torino

3.3 Le elaborazioni della Provincia di Torino

Nel 2002, con il supporto dell'Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Scienze della Terra di Torino, la Provincia di Torino pubblicò il lavoro: *"Le acque sotterranee della pianura di Torino – Carta della base dell'acquifero superficiale – Note illustrative -"* quale risultato di una serie di studi sui corpi idrici superficiali e sugli acquiferi sotterranei con il fine della corretta gestione della risorsa e per dare la migliore applicazione alla L.R. 30 aprile 1966, n. 22: *"Ricerca, uso e tutela delle acque sotterranee"*. Il perno fondamentale di questa norma è rappresentato dall'obbligo di prevedere opere di captazione che emungano da un solo tipo di falda e di riservare alla falda freatica il prelievo per tutti gli usi e alla falda profonda, in pressione, l'esclusivo uso potabile.

Riassumendo le elaborazioni d'interesse sono consistite in:

- controllo dei dati relativi ai pozzi idrici e delle loro caratteristiche litostratigrafiche e di completamento;
- georeferenziazione di un congruo numero di stratigrafie e definizione dei criteri per

l'identificazione della base dell'acquifero;

- costruzione di sezioni idrogeologiche per individuare lo spessore dell'acquifero superficiale;
- definizione dello spessore dell'acquifero superficiale in corrispondenza dei pozzi relativi alle stratigrafie usate per la costruzione delle sezioni idrogeologiche;
- realizzazione della cartografia;
- individuazione di aree sulle quali verificare, tramite prove di pompaggio, la tipologia di falda, se a superficie libera o in pressione, in riferimento alla ricostruzione dell'interfaccia tra acquifero superficiale ed acquifero profondo.

Le informazioni d'interesse desumibili da questo lavoro sono:

- sotto il profilo geidrologico la Provincia di Torino (e quindi il territorio del Comune di Torino) può essere suddiviso in due parti:
 - un settore di pianura, caratterizzato dalla presenza di sedimenti a granulometria da grossolana a fine, che ospitano varie falde idriche;
 - un settore collinare contraddistinto dalla presenza di rocce litoidi, essenzialmente impermeabili o permeabili per fratturazione, ospitanti circuiti idrici che si rendono manifesti in superficie con la presenza di sorgenti.

La possibilità di reperimento idrico nei due settori, fanno capo da una parte allo sfruttamento delle falde idriche tramite pozzi, dall'altra alla captazione delle sorgenti;

- la pianura torinese costituisce l'elemento di raccordo tra la pianura cuneese e il resto della pianura padana e rappresenta di gran lunga **il serbatoio idrico più importante** di tutta la Provincia di Torino;
- per quel che concerne l'assetto idrogeologico della pianura di Torino, i suoi depositi sono distinti, su base granulometrica, in due grandi complessi:
 - depositi alluvionali antichi, recenti e attuali, per lo più ghiaiosi costituenti un acquifero praticamente indifferenziato (Pleistocene medio-Olocene) contenente la falda superficiale le caratteristiche della quale sono condizionate sia dalla posizione altimetrica del reticolo idrografico, sia dalla presenza in superficie di paleosuoli argillosi praticamente impermeabili che impediscono o diminuiscono il fenomeno d'infiltrazione delle acque d'infiltrazione;

- depositi sia continentali (il cosiddetto Complesso Villafranchiano) che marini (la serie Pliocenica), essenzialmente limoso-argillosi scarsamente permeabili, di età Pliocene-Pleistocene inferiore, nei quali sono comprese intercalazioni ghiaiose e sabbiose permeabili, che possono ospitare falde idriche in pressione;
- nella maggior parte della pianura torinese la falda freatica è seguita in profondità da altre falde, più o meno indipendenti fra loro, in pressione. Lungo una fascia di territorio parallela al margine settentrionale della Collina di Torino, estesa da poche centinaia di metri a qualche chilometro, è presente invece la sola falda superficiale, in quanto il materasso alluvionale poggia direttamente sul substrato eocenico-miocenico impermeabile della Collina di Torino;
- i depositi alluvionali dal punto di vista litologico sono stati ulteriormente contraddistinti in:
 - depositi fluviali prevalentemente ghiaiosi debolmente alterati (Pleistocene medio p.p.) che formano le fasce di alluvioni più recenti molto permeabili e che talora possono presentare livelli cementati in grado di pressurizzare localmente le falde. Generalmente lo spessore complessivo di questi livelli cementati diminuisce progressivamente dal bordo alpino a quello collinare e la loro zona di distribuzione è compresa tra i corsi della Dora Riparia e del T. Sangone. A Torino sono presenti a debole profondità lungo la sponda sinistra del F. Po e sono stati anche incontrati alla Pellerina in occasione degli scavi per la creazione dei due laghetti;
 - depositi fluviali prevalentemente ghiaiosi sensibilmente alterati (Pliocene medio - Pleistocene medio p.p.) che formano i ripiani più elevati della pianura torinese la cui caratteristica più pervasiva è la ridotta presenza di falda idrica superficiale per i seguenti motivi:
 - ✕ i depositi formano terrazzi rilevati di parecchi metri rispetto ai corsi d'acqua aventi funzioni di livelli di base e quindi risultano completamente drenati;
 - ✕ i depositi risultano impermeabilizzati in superficie per la presenza di paleosuolo argillificato potente anche alcuni metri (ferretto) che impedisce l'infiltrazione delle acque meteoriche; mancando o essendo ridotta l'alimentazione diretta dall'alto, la ricarica della eventuale falda idrica deve avvenire lateralmente;
 - ✕ perché costituiti da depositi fini (argille, limi, limi sabbiosi) di ambiente continentale fluviolacustre plio-pleistocenici o di ambiente di età pliocenica, praticamente

impermeabili;

- dal punto di vista idrogeologico il sottosuolo della pianura del Comune di Torino può esser suddiviso in Complessi Idrogeologici a comportamento omogeneo stratigraficamente sovrapposti: il Complesso Superficiale e il Complesso Villafranchiano. Il Complesso Superficiale ha uno spessore molto variabile compreso tra una ventina ed una cinquantina di metri, il Complesso Villafranchiano presenta, nel sottosuolo torinese in corrispondenza di una vasta ma blanda depressione sinclinalica situata nel tratto di Pianura Torinese-Canavesana, gli spessori massimi; al contrario in corrispondenza delle strutture anticlinaliche, quelli minimi fino all'azzeramento del deposito. In questo complesso, in corrispondenza delle intercalazioni grossolane, sono contenute le falde idriche in pressione confinate dai livelli impermeabili limoso-argillosi;
- dal punto di vista idrogeologico il lavoro individua un terzo complesso, il Complesso Pliocenico che si distingue dal Villafranchiano per la genesi marina, ma che, sostanzialmente si comporta allo stesso modo essendo costituito da alternanze di livelli fini e livelli più grossolani (facies Astiana sabbiosa) che ospitano falde in pressione. All'incirca sulla verticale del corso della Dora Riparia questo complesso forma un alto strutturale che va dalla zona di Rivoli-Piossasco fino alla Collina di Torino (Figure 16 e 17).

La disamina si conclude con cenni sulla piezometria e la soggiacenza della falda idrica a superficie libera (freatica) che qui si riassumono:

- le isopieze presentano un andamento generale parallelo al contorno del bordo alpino con valori delle quote via via decrescenti andando verso il corso del Fiume Po;
- le linee di deflusso, ortogonali alle isopieze, costituiscono varie direttrici che si innestano, con andamento a raggiera, nel corso del Po che rappresenta il livello di base del sistema idrogeologico;
- i valori del gradiente idraulico, calcolato lungo alcune direttrici, sono compresi tra valori prossimi all'1%, nel settore di alta pianura (al di fuori del territorio comunale di Torino) e allo 0,1%, in quello di bassa pianura;
- per quel che riguarda le soggiacenze, in corrispondenza delle aree morfologicamente elevate del T. Stura di Lanzo appena al di fuori del limite cittadino o verso Rivoli, esse risultano anche superiore ai 20 m, mentre la minore soggiacenza si riscontra verso nord in corrispondenza del



PROVINCIA DI TORINO
ARSA AMBIENTE, PARCHI, RISORSE IDRICHE E TUTELA DELLA FAUNA
Direttore: F. Pivone
Servizio Geologico Regionale
P. Felero, C. Feneno, V. Lataglia, G. Mazzuca

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI TORINO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA
G. Bartolani, D.A. De Luca, L. Medda, A. Morelli di Papoli e Tassinari



UBICAZIONE DELLE STRATIGRAFIE UTILIZZATE PER LA RICOSTRUZIONE LITOSTRATIGRAFICA E TRACCE DELLE SEZIONI

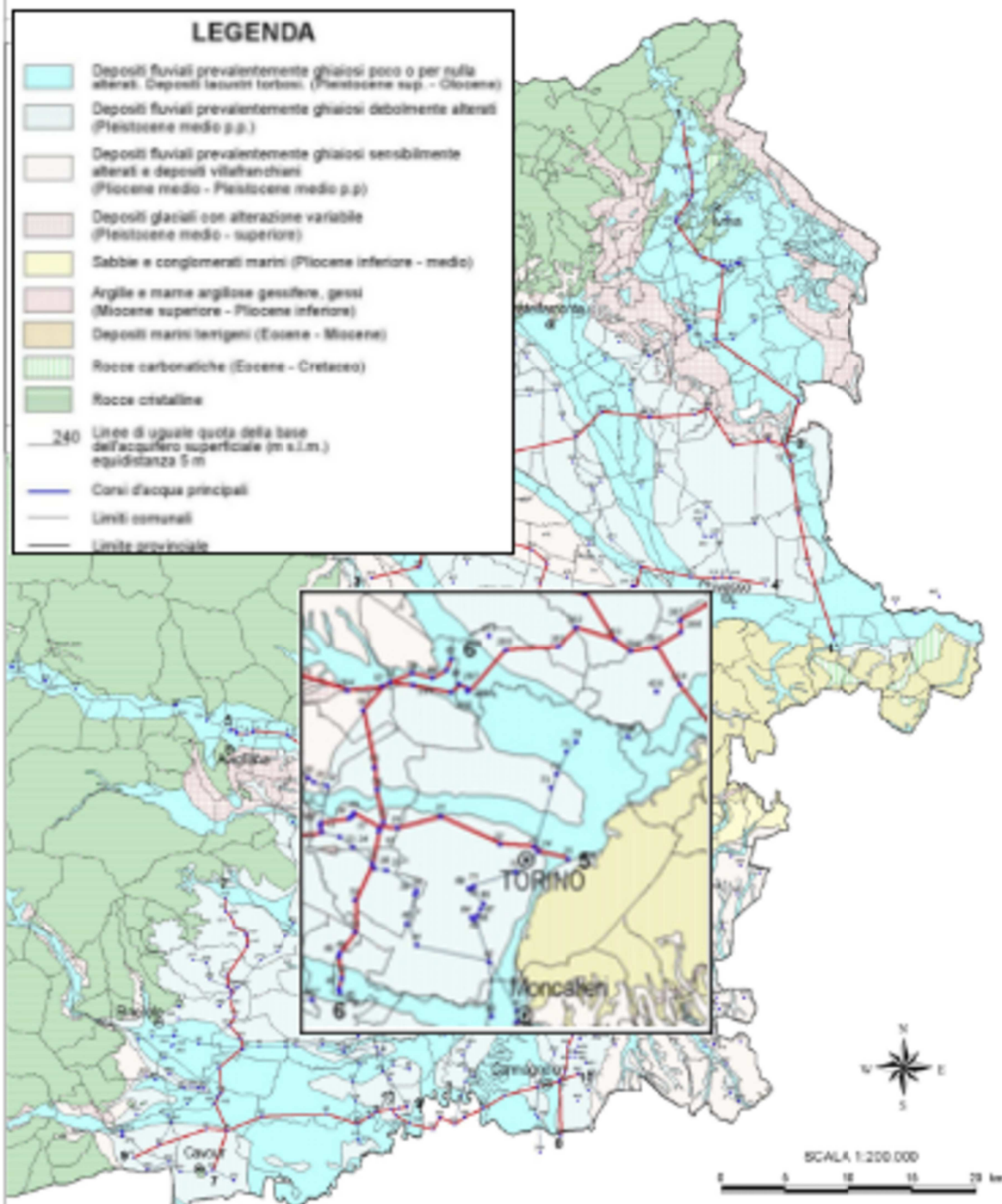


Figura 16: stralci dalla Carta per la ricostruzione litostratigrafica e tracce delle sezioni alla scala 1: 200.000

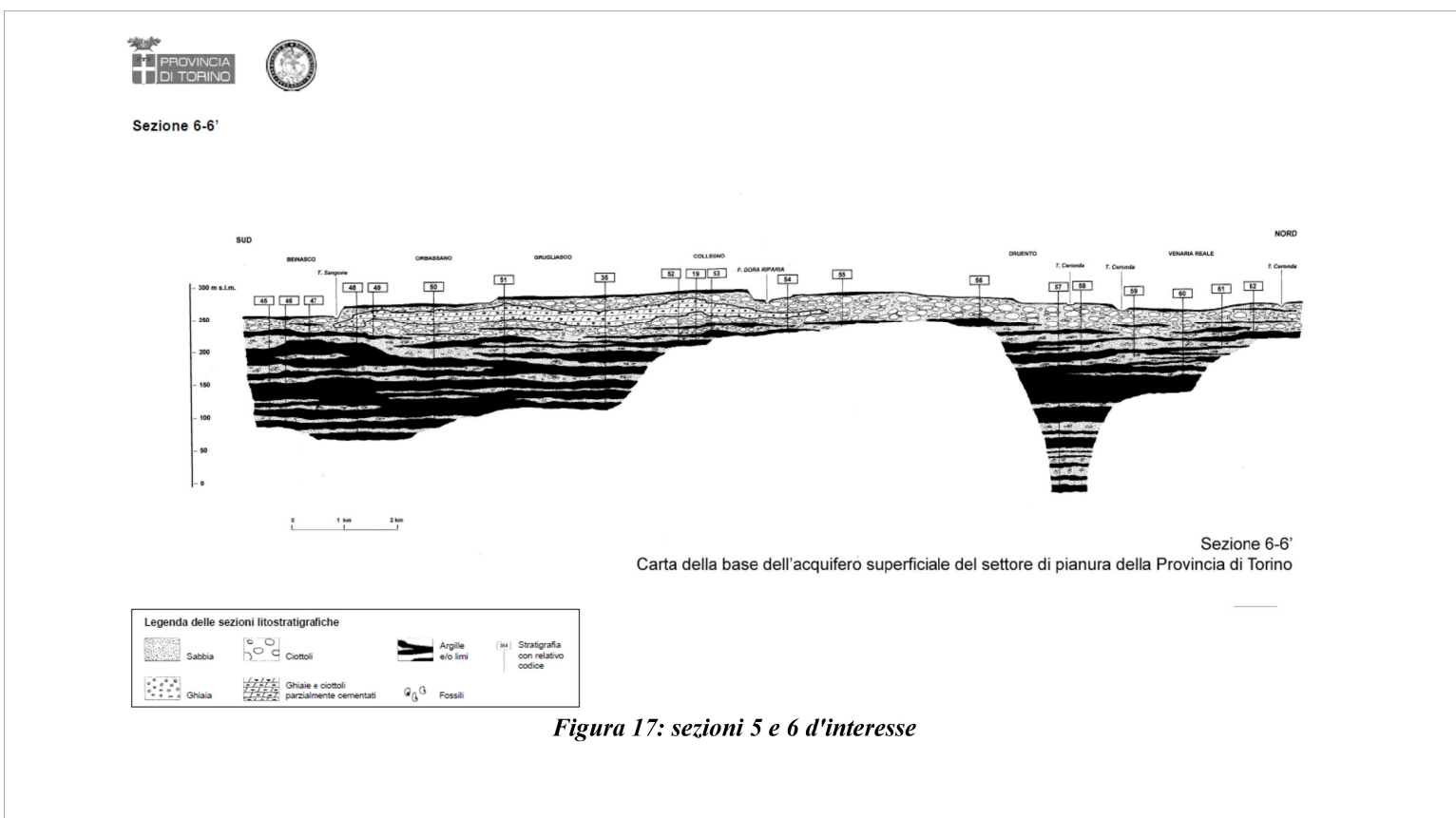
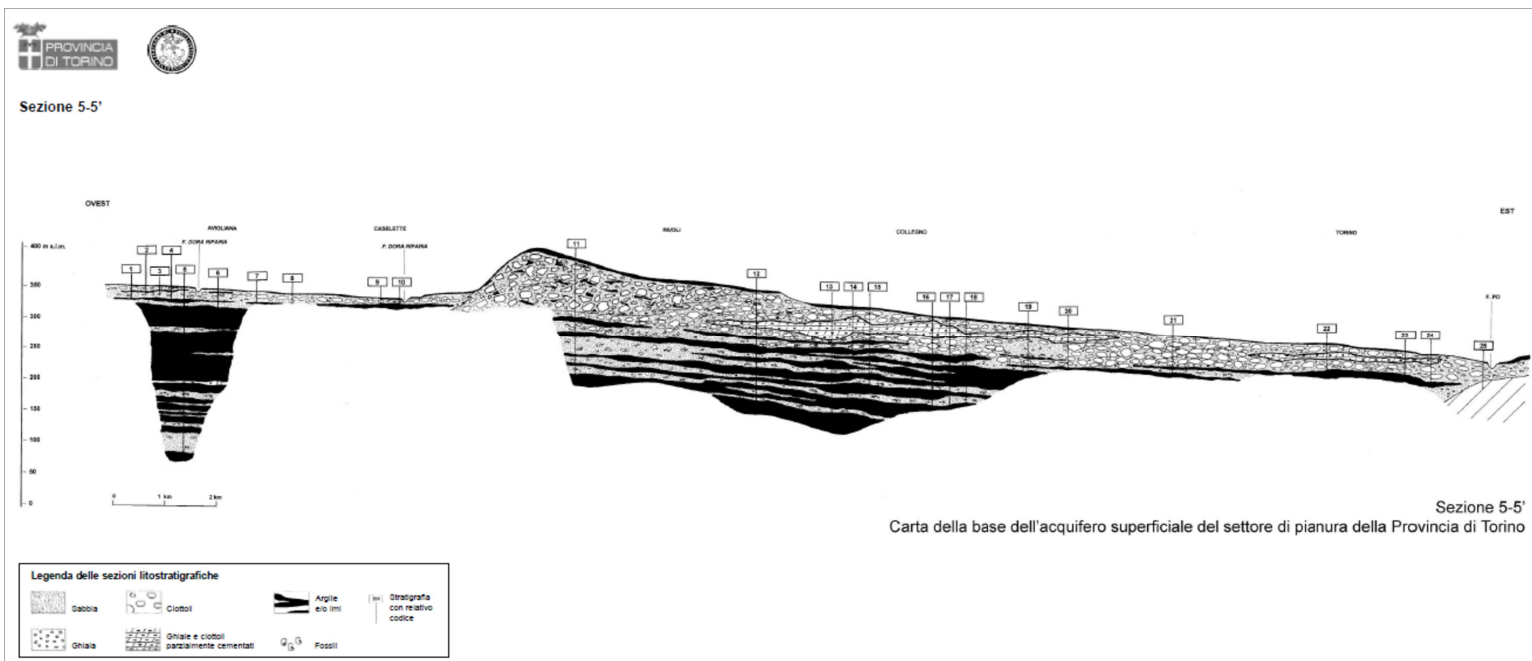


Figura 17: sezioni 5 e 6 d'interesse

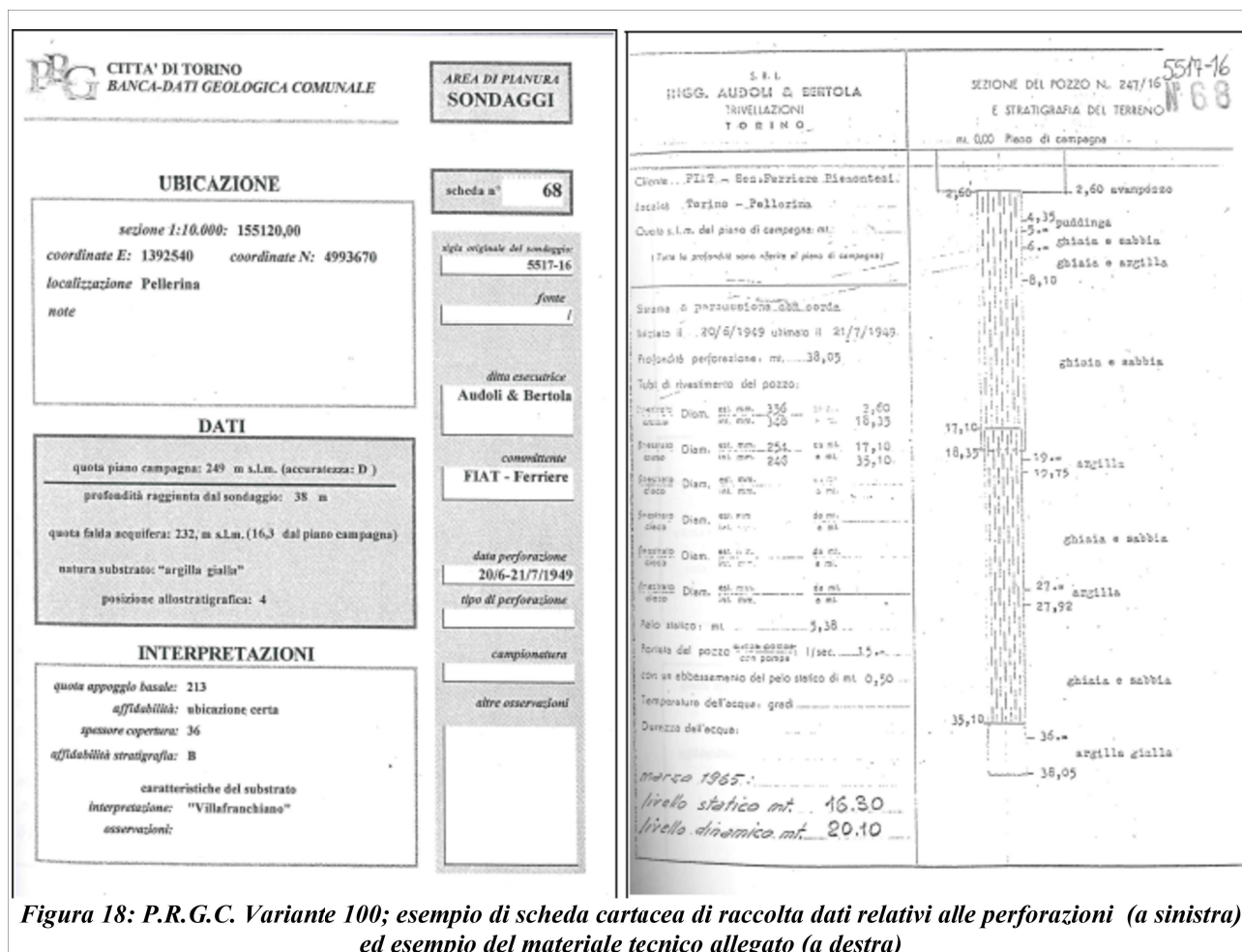
limite comunale ;

- l'escursione della falda è più o meno dell'ordine di $0,5 \div 1$ m, nell'intervallo di soggiacenza $0 \div 3$ m e diventa dell'ordine di qualche metro per soggiacenze superiori a 20 m.

3.4 I dati disponibili nella Variante 100 al P.R.G.C. del Comune di Torino

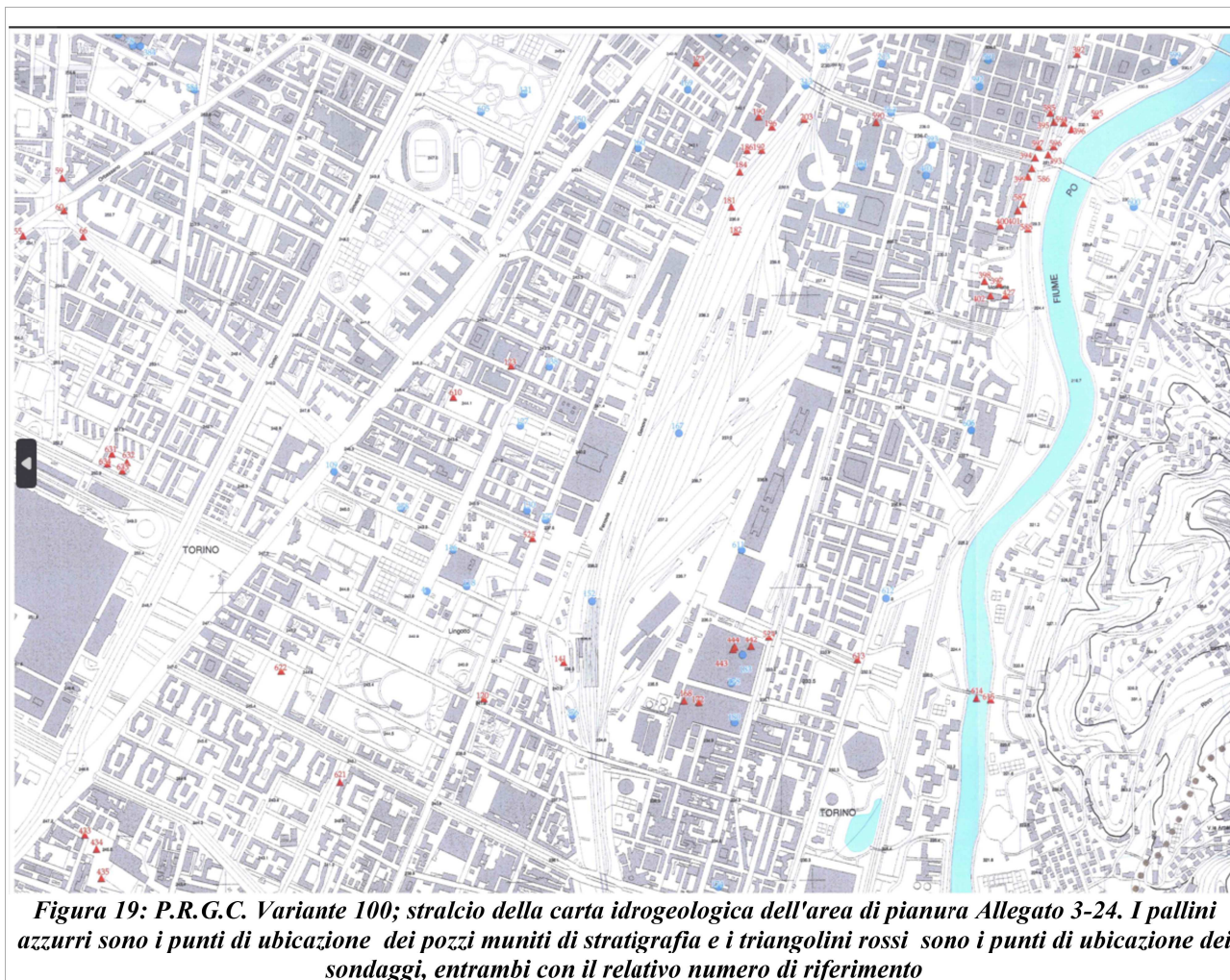
I documenti relativi all'idrogeologia sono presenti nel **Vigente P.R.G.C. (Variante 100)**. Il loro esame ha consentito di individuare (Figura 18):

- la presenza di una notevole mole di stratigrafie/schemi di allestimento relativi a pozzi, piezometri e sondaggi ubicati nel territorio comunale di pianura (Allegato 3 al vigente P.R.G.C.), per ognuno dei quali, dai Redattori di detto allegato, era stata predisposta una scheda riassuntiva (in totale 634 schede);
- una seconda serie di stratigrafie geologiche (in totale 63) relative ad altre indagini geognostiche/allestimenti (sondaggi, piezometri) ubicate nel territorio comunale di collina - Allegato 4 al vigente P.R.G.C. - ;



- la presenza di una *Carta idrogeologica dell'area di pianura* alla scala 1:10.000, redatta in due tavole, priva di isopieze ma con l'ubicazione di tutti i tipi di perforazioni ed allestimenti

raccolti/schedati (Allegati 3-24 al vigente P.R.G.C.), differenziati in due macro categorie: pozzi e sondaggi geognostici (Figura 19);



- la presenza di una *Carta idrogeologica dell'area collinare* alla scala 1:10.000, recante tre macro categorie di perforazioni: sondaggi, piezometri e inclinometri (tavola facente parte dell'Allegato 4 al vigente P.R.G.C.);
- un paragrafo (paragrafo 3.1.6) della Relazione Conclusiva – Volume 1, dedicato alla idrogeologica nel settore collinare dal quale si evince che:
 - la collina di Torino è caratterizzata da una circolazione estremamente irregolare delle acque nel sottosuolo che costituisce un sistema di falde molto modeste e discontinue lateralmente, ospitate nei termini relativamente più permeabili della successione stratigrafica (essenzialmente sabbie e arenarie) e sostenute dai termini a permeabilità bassa o nulla (soprattutto siltiti);

- al contatto dei termini caratterizzati da maggiore permeabilità con quelli impermeabili si notano frequentemente fenomeni di cementazione e di ossidazione generati da falde locali temporanee, così come le risorgenze idriche e i ristagni superficiali d'acqua. Situazioni di questo tipo hanno come peculiarità, l'estemporaneità della presenza di acqua; infatti è relativamente ridotto il numero di siti in cui i ristagni d'acqua persistono in tutto l'arco dell'anno;
- direttamente connessa a quanto descritto nel punto precedente risulta l'osservazione circa il comportamento di dette falde modeste e discontinue, se non stagionali, in caso di eventi pluviometrici di intensità eccezionale che comportano l'innescarsi di aumenti delle pressioni interstiziali che spesso generano instabilità e franamenti della coltre superficiale e della parte corticale del substrato;
- un paragrafo (paragrafo 3.2.4) della Relazione Conclusiva – Volume 1, dedicato alla caratterizzazione idrogeologica del settore di pianura, nel quale sono riportate le valutazioni relative all'evoluzione spazio-temporale del livello piezometrico della falda freatica nel sottosuolo di Torino, tratte da uno studio riassuntivo di M. Civita e S. Pizzo (2001), basato su dati diversi, o perlomeno non dichiaratamente coincidenti, con quelli raccolti per la redazione degli allegati geologici al Vigente P.R.G.C. (Variante 100). Questo paragrafo comprende: uno schema del campo di moto della falda freatica nel settore di Torino e nel suo hinterland, una tabella che consentiva di apprezzare la variazione dei livelli statici tra il 1960 e il 1994 ed una carta recante la distribuzione dei trend di crescita/decrecita del livello della falda superficiale nello stesso territorio.

Da detto studio si evince che:

- possono essere riconosciute, tre grandi unità strutturali diverse per ambiente deposizionale, età ed assetto strutturale, corrispondenti a tre complessi idrogeologici (stratigraficamente dal basso verso l'alto): Complesso Arenaceo Marnoso affiorante nella collina di Torino a permeabilità bassa o medio bassa; Complesso delle Alternanze di età Pliocenica, di notevole potenza (anche 200 m), presente a profondità variabile (-10 ÷ -20 m) a sud di Torino e nel settore nordorientale della pianura di Torino, fino ad un massimo di una cinquantina di metri nel settore occidentale che può essere suddiviso in:
 - Subcomplesso Sabbioso-Argilloso attribuibile al Pleistocene inferiore, a permeabilità

media o scarsa, costituito da una potente successione di sabbie eterogenee, spesso fossilifere, intervallate ad orizzonti di argille e siltiti di potenza decametrica, sottostante sia alla coltre alluvionale quaternaria sia al Subcomplesso Argilloso - Ghiaioso;

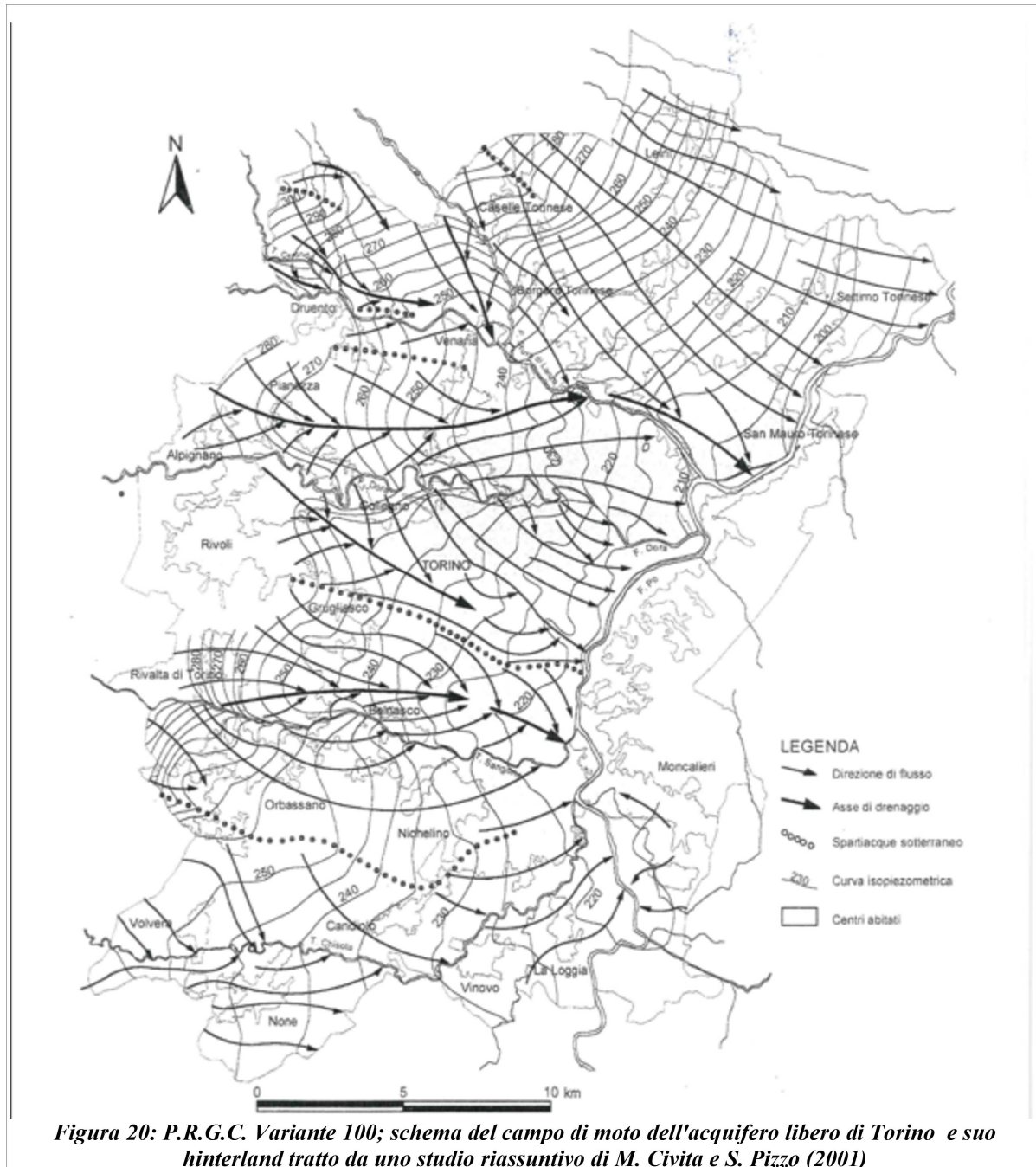
- Subcomplesso Argilloso – Ghiaioso (Villafranchiano- Pliocene medio), a permeabilità media degli orizzonti grossolani) costituito da argille lacustri prevalenti con orizzonti ghiaiosi o ghiaioso-sabbiosi di genesi fluviale. È presente al di sotto della coltre alluvionale quaternaria, dal margine alpino fino a qualche km dal Po, risultando asportato per erosione nella fascia di territorio bordante il margine collinare;
- Complesso Ghiaioso, il complesso di età più recente a permeabilità media, caratterizzato da alternanze di sedimenti grossolani (ghiaie sabbioso-limose e conglomerati) con orizzonti più fini (sabbie, limi, argille), che si estende con continuità su tutta l'area torinese con potenza massima ad oriente e potenza media (20 m ÷ 40 m) al centro della pianura.

Riassumendo, su tutta la pianura torinese è presente in superficie il Complesso Ghiaioso potente da oltre 60 m fino a 20 m che ospita un potente acquifero libero che si correla con la rete idrografica principale, al di sotto si attesta il Complesso delle Alternanze di potenza superiore ai 200 m, che ospita un multiacquifero importante parzialmente in rapporto diretto con il Complesso Ghiaioso, al di sotto ancora il Complesso Arenaceo-marnoso a permeabilità estremamente ridotta ma che può ospitare anche acquiferi in pressione con portate estremamente ridotte.

La ricostruzione del campo di moto dell'acquifero libero evidenzia:

- un asse di drenaggio parallelo al Sangone spostato poco a settentrione del corso d'acqua;
- la Dora Riparia quale corso d'acqua alimentante la falda nel settore più occidentale mentre ad oriente drena la falda come per altro lo Stura di Lanzo lungo tutto il suo corso;
- la circolazione idrica sotterranea è regolata dal F. Po corso d'acqua drenante tutto il complesso acquifero della pianura torinese;
- la soggiacenza della falda risulta notevole nei settori di pianura più elevati compresi tra il Sangone e la Stura di Lanzo, dove raggiunge e supera i 20 m più ridotta rispetto ai fondovalle fluviali dove è limitata a pochi metri;
- l'andamento della superficie libera della falda nel tempo a partire circa dal 1960 evidenzia un trend di spostamento verticale crescente nella zona centrale della città, grosso modo a cavallo

della Dora Riparia (la soggiacenza diminuisce) ed un trend decrescente nella periferia sudoccidentale verso il Sangone all'estremità settentrionale verso lo Stura di Lanzo (la soggiacenza aumenta). Per la restante parte del territorio comunale il trend risulta stazionario (Figure 20 e 21).



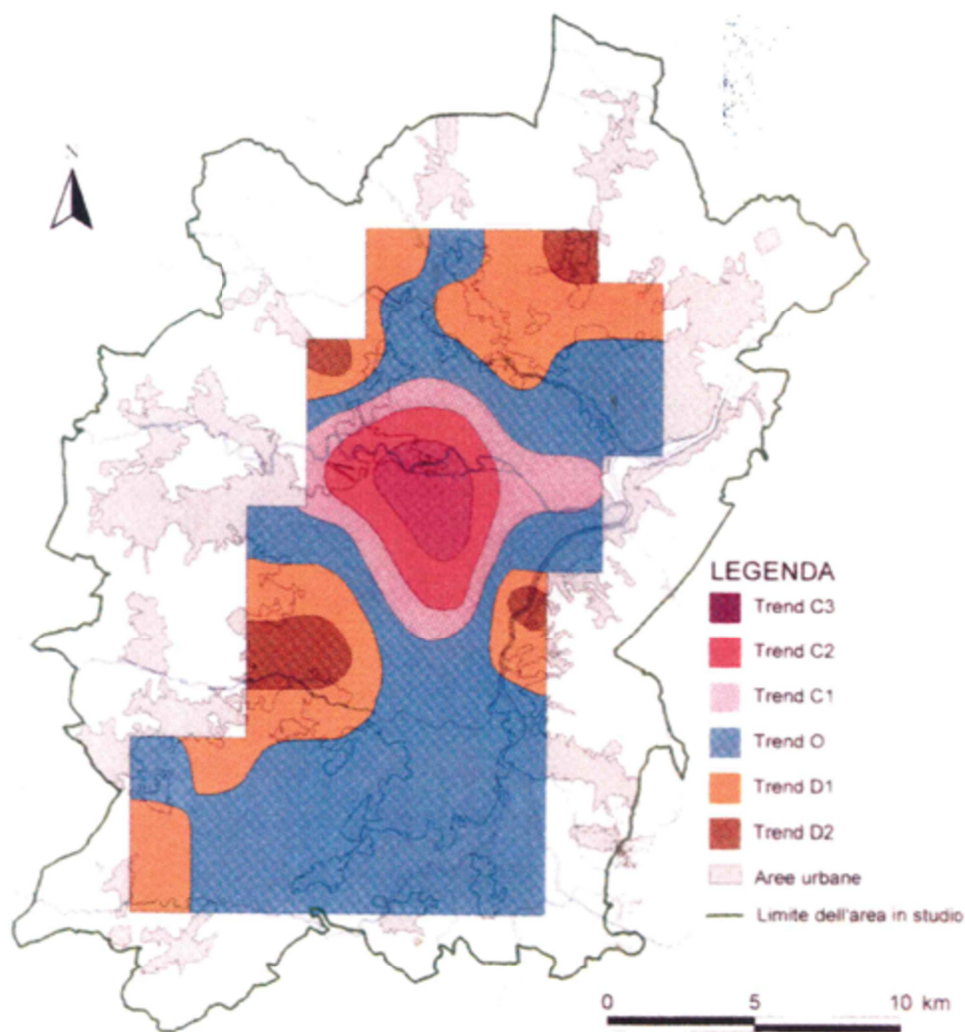


FIG. 10 - Applicazione sul territorio dei risultati ottenuti dallo studio
Application of the results obtained during the study to the terrain

Tab. 3 - Andamento percentuale dello zoning ottenuto
Percentage trend of the obtained zoning

TREND TIPO	%	Andamento TIPO del trend
C3	4	crescente
C2	7	crescente
C1	6	crescente
O	52	stazionario
D1	24	decrescente
D2	7	decrescente

Figura 21: P.R.G.C. Variante 100; carta della distribuzione dei trend di crescita/decrescita della falda superficiale di Torino e suo hinterland tratto da uno studi riassuntivo di M. Civita e S. Pizzo (2001)

3.5 I dati dell'Università e del Politecnico di Torino

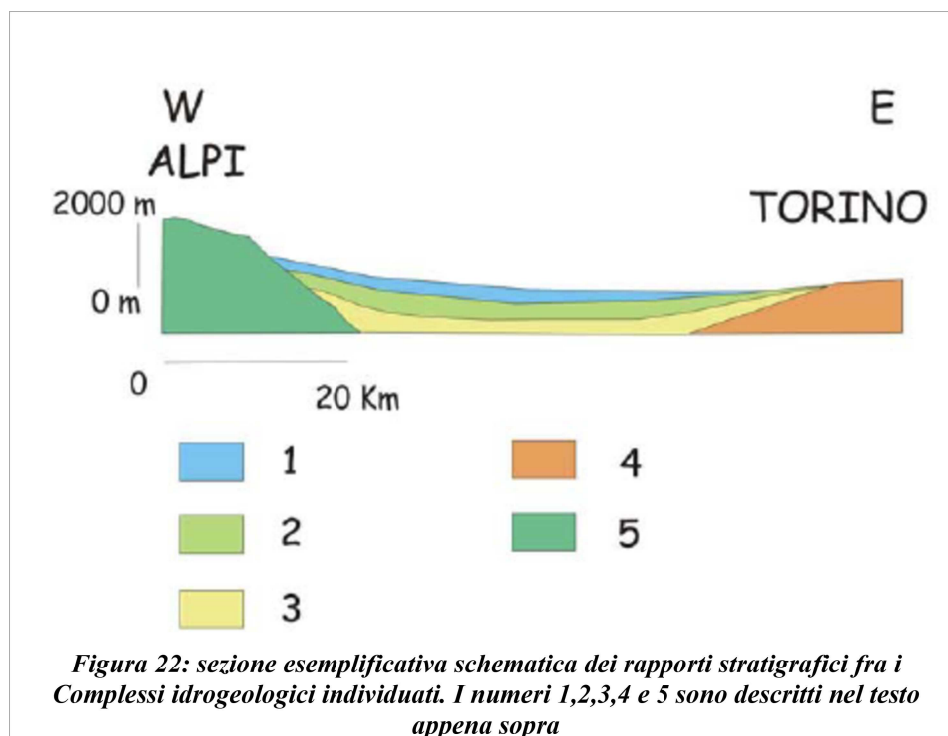
Come si evince dai paragrafi precedenti, tra la fine degli anni '90 e l'inizio del nuovo millennio, sia

il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Torino, sia il Politecnico di Torino hanno realizzato parte della documentazione allegata alla Variante 100 del P.R.G.C. di Torino e in vari modi supportato e supervisionato l'elaborazione dei dati raccolti.

In particolare, nel 2005 vari Autori, afferenti all'Università di Torino Dipartimento di Scienze della Terra, con l'articolo: "Assetto geoidrologico della Regione Piemonte" ricostruiscono il modello geologico concettuale degli acquiferi della regione suddividendo il territorio regionale in Complessi Idrogeologici a partire da caratteristiche idrogeologiche simili e redigendo una: "Carta dei Complessi idrogeologici della Regione Piemonte alla scala 1:250.000.

I complessi idrogeologici individuati sono:

1. sedimenti alluvionali grossolani del Quaternario superiore;
2. sequenze del Villafranchiano, contenenti un sistema multifalde in pressione;
3. depositi sabbiosi marini del Pliocene in facies astiana, contenenti una falda idrica in pressione;
4. depositi marini pre-pliocenici, a prevalente composizione fine, impermeabili o localmente permeabili per fessurazione;
5. rocce cristalline impermeabili o poco permeabili per fessurazione. (Figura _22)



4. VALORI RECENTI DI PLUVIOMETRIA SUL TORINESE

Nel già citato Rapporto sulla Situazione Idrica in Piemonte nel 2024, Arpa riporta che il 2024 è stato un anno eccezionalmente piovoso per il Piemonte, il più ricco di precipitazioni degli ultimi 50 anni, paragonabile solo alle annate storiche del 1977 e/o del 1960 o, più recentemente paragonabile al 2002 o al 2014. Il surplus complessivo è stato del 42% in più rispetto ad un anno medio. Le precipitazioni annuali osservate sul bacino del Po piemontese sono state pari a 1508 mm.

Sempre a livello regionale, **per quel che riguarda le acque sotterranee il livello della falda superficiale nel 2024 manifesta, rispetto al periodo 2020 – 2023, un andamento tendente all’innalzamento abbastanza ubiquitario, confermato anche dal confronto con i valori di riferimento 2005 - 2021 confronto che mostra come i valori di soggiacenza siano rientrati in molte aree del Piemonte nell’intervallo di variabilità storico.**

In Piemonte il gennaio 2025 ha avuto una temperatura media di circa 2.1°C, con un’anomalia termica positiva di 0.8°C rispetto alla media del periodo 1991-2020, ed è risultato il 14° mese di gennaio più caldo nella distribuzione storica degli ultimi 68 anni. Dal punto di vista pluviometrico le precipitazioni sono state superiori alla norma degli anni 1991-2020, con 77.1 mm medi ed un surplus di 30.9 mm (pari al 67%). Questo comporta che il gennaio 2025 si posizioni al 13° posto tra i corrispondenti mesi più ricchi di precipitazione dal 1958.

Per quel che riguarda la Città di Torino in particolare, l’analisi delle precipitazioni dell’inverno 2024 – 2025 a partire dalle medie e dai totali mensili del dicembre 2024 evidenziano la seguente situazione:

Medie e totali mensili dicembre 2024

T Media	T min	T max	Precip.	Umidità
5.6 °C	3.4 °C	8.7 °C	12 mm	61.6 %
Vento Media	Giorni Pioggia	Giorni Neve o Grandine	Giorni Temporal	Giorni Nebbia
1.9 km/h	6	2	0	0

Medie e totali mensili gennaio 2025

T Media	T min	T max	Precip.	Umidità
5 °C	2.1 °C	8.3 °C	69.83 mm	88.9 %
Vento Media	Giorni Pioggia	Giorni Neve o Grandine	Giorni Temporal	Giorni Nebbia
1 km/h	23	3	0	0

Medie e totali mensili febbraio 2025

T Media	T min	T max	Precip.	Umidità
6.8 °C	3.8 °C	9.9 °C	49.57 mm	86.6 %
Vento Media	Giorni Pioggia	Giorni Neve o Grandine	Giorni Temporal	Giorni Nebbia
1 km/h	17	2	0	0

Medie e totali mensili marzo 2025

T Media	T min	T max	Precip.	Umidità
10.7 °C	7 °C	14.7 °C	142.71 mm	76.8 %
Vento Media	Giorni Pioggia	Giorni Neve o Grandine	Giorni Temporal	Giorni Nebbia
1.3 km/h	19	0	1	1

Mentre il mese di aprile 2025 ha fatto registrare i seguenti parametri:

Giorno	T Media	T min	T max	Precip.	Umidità	Vento Max	Raffica
1	12.7 °C	9.2 °C	15.7 °C	3 mm	60%	-	5 km/h
2	10 °C	8.8 °C	11.1 °C	11 mm	88%	-	5 km/h
3	14.7 °C	9.5 °C	19.8 °C	-	68%	-	2 km/h
4	13.9 °C	10 °C	18.6 °C	-	64%	-	3 km/h
5	17.2 °C	10 °C	23.3 °C	-	62%	-	2 km/h
6	17.1 °C	11.3 °C	25.6 °C	0 mm	66%	-	6 km/h
7	12 °C	9.4 °C	15.7 °C	-	64%	-	4 km/h
8	9.6 °C	7.2 °C	12.4 °C	-	68%	-	3 km/h
9	11.2 °C	6.6 °C	16.3 °C	-	64%	-	2 km/h
10	14.8 °C	7.6 °C	22.4 °C	-	63%	-	3 km/h
11	16.5 °C	8.8 °C	23.7 °C	-	61%	-	2 km/h
12	14.6 °C	9 °C	18 °C	4 mm	83%	-	3 km/h
13	14.1 °C	12.2 °C	15.9 °C	3 mm	79%	-	2 km/h
14	12 °C	11.6 °C	12.9 °C	20 mm	96%	-	5 km/h
15	14.2 °C	10.9 °C	17.2 °C	15 mm	93%	-	6 km/h

16	13.9 °C	11.6 °C	15.2 °C	67 mm	93%	-	10 km/h
17	12.1 °C	10 °C	13.9 °C	80 mm	79%	-	13 km/h
18	14.5 °C	9.9 °C	19.8 °C	0 mm	73%	-	5 km/h
19	12.4 °C	11.5 °C	13.2 °C	11 mm	96%	-	7 km/h
20	13 °C	10.8 °C	16.8 °C	20 mm	89%	-	7 km/h
21	14.9 °C	9.5 °C	19.9 °C	0 mm	56%	-	5 km/h
22	16.9 °C	9.7 °C	22.9 °C	0 mm	68%	-	2 km/h
23	17 °C	13.3 °C	23.1 °C	3 mm	78%	-	4 km/h
24	17.6 °C	11.7 °C	22.5 °C	-	66%	-	4 km/h
25	17.6 °C	10.5 °C	22.5 °C	-	64%	-	4 km/h
26	17 °C	11.4 °C	21.9 °C	5 mm	67%	-	6 km/h
27	15.9 °C	13 °C	19.4 °C	11 mm	67%	-	6 km/h
28	18 °C	12.9 °C	22.7 °C	3 mm	72%	-	3 km/h
29	19.2 °C	12.5 °C	24.8 °C	-	70%	-	2 km/h
30	20.2 °C	12.6 °C	26.1 °C	-	65%	-	1 km/h

Medie e totali mensili

T Media	T min	T max	Precip.	Umidità
14.8°C	10.4°C	19.1°C	254.34 mm	72.7%
Vento Media	Giorni Pioggia	Giorni Neve o Grandine	Giorni Temporal	Giorni Nebbia
1.7 km/h	16	0	2	0

I dati riportati mostrano un inverno torinese 2024 - 2025 investito da una precipitazione totale pari a 274,11 mm a fronte di una precipitazione totale media, calcolata nel periodo 1901-2007, pari a circa 183 mm, da cui si deduce una precipitazione invernale superiore alla media.

Il mese di Aprile 2025 è stato caratterizzato da una elevata temperatura media pari a 14.8 °C, a fronte di una temperatura totale media calcolata nel periodo 1753-1993 pari a circa 12,85 °C, e da una precipitazione totale pari a 254,34, a fronte di una precipitazione totale media calcolata nel

periodo 1901-2007 pari a circa 95 mm, da cui si deduce una precipitazione mensile di molto superiore alla media.

Questa situazione climatica ha comportato una accelerata fusione del manto nevoso che sommata ad un inverno più piovoso rispetto alla media ed a un mese di aprile “caldo” e piovoso fanno ritenere l’aprile 2025 un mese significativo per le misure piezometriche i cui valori si possono ritenere molto vicini alla morbida stagionale.

5. ATTIVITÀ ESEGUITE PER LA REDAZIONE DELLA CARTA IDROGEOLOGICA

5.1 Convenzione 2019 - Prima fase: la consultazione delle fonti e i primi prodotti di output

La consultazione delle fonti è iniziata con l'analisi e la relativa informatizzazione in GIS dei documenti relativi a questo tema presenti:

1. nel **Vigente P.R.G.C. (Variante 100)** del Comune di Torino con la scansione delle stratigrafie allegate alle 634 schede (si veda la Figura 18) comprensiva della loro rinumerazione;
2. nel **Sistema Informativo Risorse Idriche di Regione Piemonte** che si è rivelato essere un sistema dalle ampie possibilità di raccolta ed implementazione di dati georiferiti purtroppo molto sottoutilizzato che, sebbene consenta la registrazione di tutti i parametri fisici dell'acqua sotterranea tra cui la profondità, è per lo più stato usato per la gestione amministrativa degli emungimenti. Per incrementare la significatività delle informazioni rintracciate in S.I.R.I. si è provveduto a consultare tutte le pratiche cartacee relative ai pozzi per emungimento autorizzati dalla CMTO raccolte nell'archivio sotterraneo registrando:
 - ubicazione;
 - quota assoluta del piano campagna;
 - soggiacenza della falda freatica/falda profonda;
 - stratigrafia (se presente);
 - data della misura eseguita;e, laddove trovate, scansando tutte le stratigrafie;
3. nella **Banca Dati Geotecnica di ARPA Piemonte**. La ricerca ha consentito di raccogliere gli originali delle stratigrafie ricavate dalle perforazioni con, in molti casi, la misura della profondità della falda freatica all'epoca della perforazione;
4. nella **Banca Dati costituita dalla Rete di Monitoraggio delle Acque Sotterranee del Piemonte** (RMRAS), adibita principalmente al monitoraggio dello stato chimico della risorsa secondo i presupposti del D.Lgs. 30/2009, formalizzati dalla DGR 22/02/2010 n° 48-13386, in recepimento delle direttive 2000/60CE (WFD) e 2006/118/CE (GWD), quest'ultima

specificatamente dedicata alle acque sotterranee;

5. nella **Banca Dati relativa alle reti di monitoraggio delle Risorse Idriche della Città Metropolitana di Torino** (attualmente abbandonata).

Questo lavoro ha consentito di produrre la seguente documentazione resa disponibile al Comune nel giugno 2020:

1. la raccolta di tutte le scansioni delle stratigrafie dei **sondaggi** rintracciate e rinumerate (Figura 23)
2. la *“Carta dei punti di misura delle acque sotterranee”* redatta in 29 tavole (Elaborati G03) alla scala 1 : 5000 (Figura A fuori testo);
3. redazione di 29 Tabelle, una per tavola, dei dati relativi ai sondaggi (Figura 24):
 - numero di riferimento;
 - numero della tavola – Elaborato G03;
 - fonte del dato;
 - nome del punto di misura;
 - codice di perforazione della fonte;
 - comune;
 - località;
 - data di esecuzione;
 - descrizione terreni attraversati;
 - quota assoluta del piano campagna;
 - profondità della perforazione;
 - soggiacenza della falda;
 - quota assoluta della falda;
 - diametro di perforazione;
 - stagione nella quale è avvenuta la misura della falda;
 - accuratezza del dato;
 - tipo di perforazione;

Nel dicembre 2024 il lavoro ha consentito di produrre e consegnare la redazione di tutte le scansioni delle stratigrafie dei piezometri rintracciate e rinumerate nonché la redazione di tutte le Tabelle delle stratigrafie dei **piezometri** rintracciate e rinumerate riportanti oltre alle informazioni sopra elencate (Figura 25):

- cantiere servito;
- data d’installazione, al posto di data di esecuzione;
- profondità piezometro;
- diametro del tubo, al posto di diametro di perforazione;
- posizione filtri.

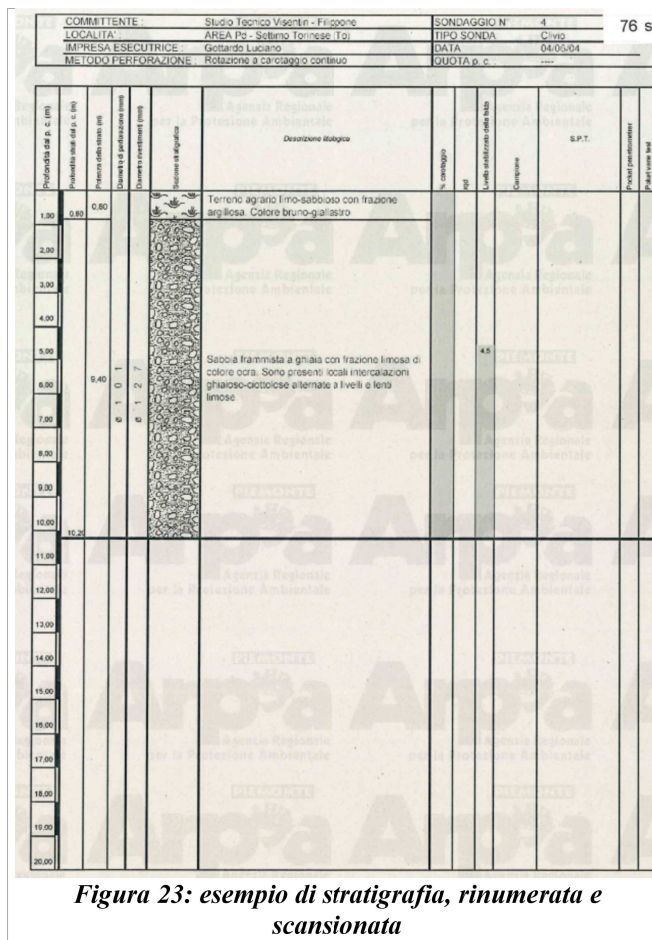
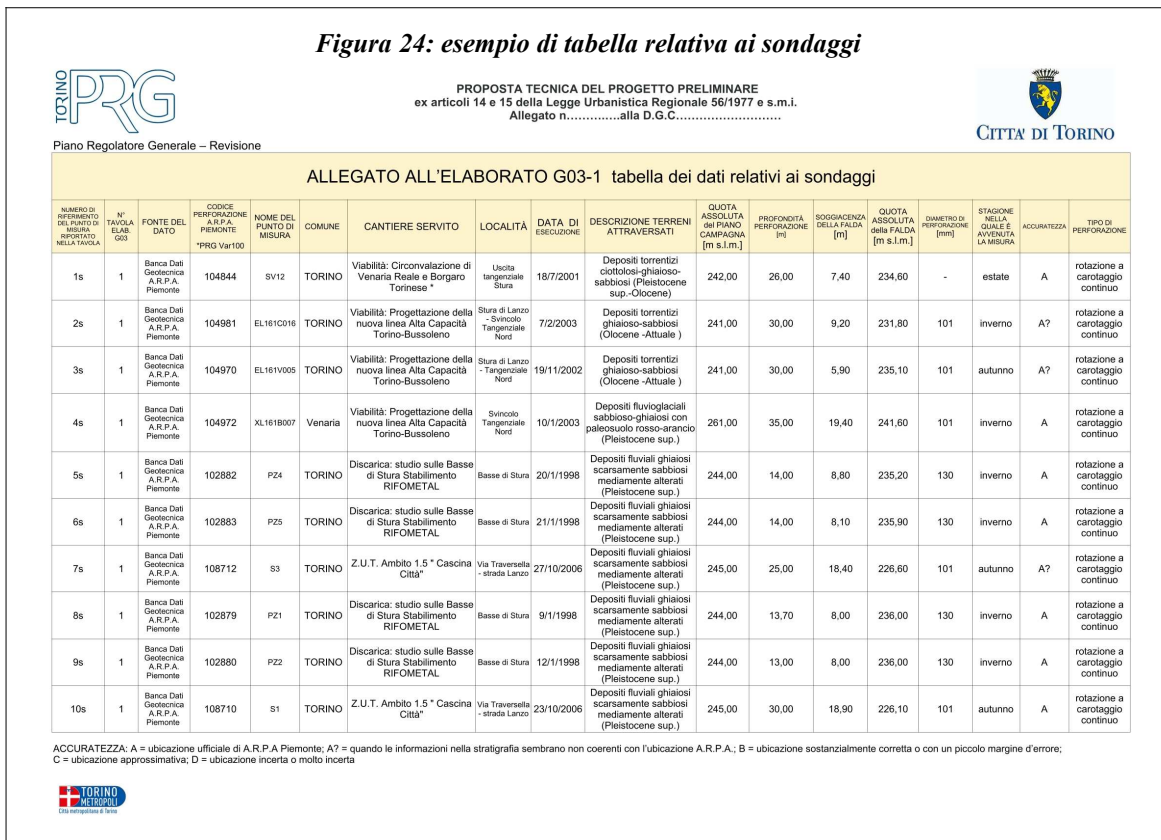


Figura 23: esempio di stratigrafia, rinumerata e scansionata



ALLEGATO ALL'ELABORATO G03-4a tabella dei dati relativi ai piezometri

NUMERO DI RIFERIMENTO DEL PUNTO DI MISURA RIPORTATO IN TAVOLA	N° TAVOLA ELAB. 503	SOURCE DEL DATO	CODICE PERFORAZIONE A.R.P.A. PIEMONTE *PRG Var100	NOME DEL PUNTO DI MISURA **Comune di Torino	COMUNE	CANTIERE SERVITO	LOCALITÀ	DATA DI INSTALLAZIONE	DESCRIZIONE TERRENI ATTRAVERSATI	QUOTA ASSOLUTA del PIANO CAMPAGNA [m s.l.m.]	PROFONDITÀ PIEZOMETRO *PROFONDITÀ PERFORAZIONE [m]	SOGGIACENZA DELLA FALDA [m]	QUOTA ASSOLUTA DELLA FALDA [m s.l.m.]	DIAMETRO DEL TUBO [mm]	STAGIONE NELLA QUALE È AVVENUTA LA MISURA	ACCURATEZZA	POSIZIONE FILTRI
51p	4a	Banca Dati Geotecnica A.R.P.A. Piemonte	104980	XL161R015	Collegno	Viabilità: Progettazione della nuova linea Alta Capacità Torino- Bussoleno	Savonera	15/1/2003	Depositi fluvio-glaciali sabbioso-ghiaiosi con paleosuolo rosso-arancio (Pleistocene sup.)	270,00	35 *35	21,23	248,77	76	inverno	A	falda superficiale
52p	4a	Banca Dati Geotecnica A.R.P.A. Piemonte	106187	S1	TORINO	Impianti: Progetto di una centrale termoelettrica e di cogenerazione	A ovest delle Carenzi circondanti	19/1/2006	Depositi fluvio-glaciali sabbioso-ghiaiosi con paleosuolo rosso-arancio (Pleistocene sup.)	270,00	30 *30	21,20	248,80	38,1	inverno	A	falda superficiale
53p	4a	Banca Dati Geotecnica A.R.P.A. Piemonte	106193	S7	TORINO	Impianti: Progetto di una centrale termoelettrica e di cogenerazione	A ovest delle Carenzi circondanti	6/2/2006	Depositi fluvio-glaciali sabbioso-ghiaiosi con paleosuolo rosso-arancio (Pleistocene sup.)	270,00	25 *25	21,60	248,40	50,8	inverno	A	falda superficiale
54p	4a	Banca Dati Geotecnica A.R.P.A. Piemonte	106194	S8	TORINO	Impianti: Progetto di una centrale termoelettrica e di cogenerazione	A ovest delle Carenzi circondanti	1/2/2006	Depositi fluvio-glaciali sabbioso-ghiaiosi con paleosuolo rosso-arancio (Pleistocene sup.)	270,00	23 *24	21,80	248,20	76,2	inverno	A	falda superficiale
55p	4a	Banca Dati Geotecnica A.R.P.A. Piemonte **Comune di Torino	9983567	MV12 **Pz08	TORINO	-	via Pinerizza 311	16/11/2001	Depositi fluvio-glaciali sabbioso-ghiaiosi con paleosuolo rosso-arancio (Pleistocene sup.)	262,00	15 *15	17,20	244,80	-	autunno	A	falda superficiale
228p	4a	**Comune di Torino	-	**Pz50	TORINO	TAV Torino -Lione	Strada Comunale di Cruent	-	Depositi fluvio-glaciali sabbioso-ghiaiosi con paleosuolo rosso-arancio (Pleistocene sup.)	266,00	-	-	-	-	-	B	-

ACCURATEZZA: A = ubicazione ufficiale di A.R.P.A. Piemonte; A? = quando le informazioni nella stratigrafia sembrano non coerenti con l'ubicazione A.R.P.A.; B = ubicazione sostanzialmente corretta o con un piccolo margine d'errore; C = ubicazione approssimativa; D = ubicazione incerta o molto incerta

Figura 25: esempio di tabella relativa ai piezometri

5.2 Convenzione 2023 - Prima fase: la consultazione delle fonti e i primi prodotti di output

Con il rinnovo della Convenzione avvenuto nel 2023, sono intervenuti i seguenti cambiamenti e integrazioni per le mutate necessità del Comune di Torino:

- tutte le elaborazioni cartografiche sono passate da scala 1: 5000 a scala 1: 10.000, essendo mutate le necessità di rappresentazione, non più sulla falsa riga della Variante 100, bensì più confacenti alle necessità di progetti elaborati in GIS; di conseguenza le rappresentazioni cartografiche sono passate da essere 29 ad essere 3 (ELABORATI A17-01-00 ÷ A17-03-00);
- sono stati aggiunti altri dati rintracciati nella documentazione di progetto di grandi opere di Torino realizzate ed in corso di realizzazione;
- sono stati aggiunti altri dati rintracciati nella documentazione relativa a monitoraggi ambientali eseguiti ed in corso seguiti sia da Arpa Piemonte, sia dal Dipartimento Ambiente e Sviluppo sostenibile della Città Metropolitana di Torino, sia dalla Divisione Qualità Ambiente del Comune di Torino.

In particolare sono stati aggiunti nel Data-Base in lavorazione informazioni tratte dai dati presenti negli archivi della Città di Torino inerenti:

- d) le conoscenze della Divisione Qualità Ambiente del Comune di Torino che, tra l'altro, hanno ispirato la restituzione grafica del lavoro svolto in sito;
- e) i dati tratti dalle pratiche di autorizzazione edilizia del Comune;
- f) i dati raccolti esaminando la documentazione tecnica progettuale delle grandi opere progettate e in progettazione sul territorio cittadino;
- g) i dati tratti dalle pratiche di autorizzazione agli impianti geotermici della Città Metropolitana di Torino;
- h) i dati tratti dalle pratiche di competenza della Direzione Rifiuti, Bonifiche e sicurezza Siti Produttivi – Ufficio Bonifiche della Città Metropolitana di Torino.

I dati relativi alle attività connesse al punto d) sono stati volutamente sostanzialmente tralasciati data l'ubicazione dei piezometri (sempre prescritti in fase d'istruttoria tecnica delle pratiche di autorizzazione in materia di geotermia) molto spesso in prossimità dei pozzi di emungimento/resa, vista la loro finalità ambientale di monitoraggio della falda in corrispondenza di impianti geotermici. Detta ubicazione infatti, non dava la necessaria garanzia di assenza d'influenza per pompaggio/resa del vicino pozzo geotermico, diminuendo l'interesse per detti strumenti di monitoraggio.

Per l'aggiornamento in essere dello Studio Geologico a supporto del P.R.G.C. della Città di Torino, in ambiente GIS, usando le coordinate WGS84/UTM zone 32 sono stati ubicati in cartografia con simbolo puntuale complessivamente circa 1.460 potenziali punti di misura, suddivisi per tipologia d'opera (505 sondaggi; 438 piezometri; 517 pozzi) su di una base cartografica in scala 1:10.000. I punti ubicati sono stati individuati sulla base dei seguenti criteri⁷:

- ✓ i sondaggi e i piezometri, in base alla presenza di una misura di soggiacenza della falda;
- ✓ i pozzi, tutti quelli disponibili, sia in presenza che in assenza di misure.

Inoltre, le diverse tipologie di perforazione e allestimento sono state distinte con lo stesso simbolo grafico di diverso colore in modo da renderle immediatamente distinguibili dal solo esame visivo su cartografia. In questo modo sono stati anche distinti:

- ✓ i piezometri e i pozzi individuati sul terreno;
- ✓ i piezometri e i pozzi cercati sul terreno sulla base delle informazioni raccolte ma non individuati.

⁷Il lavoro è stato eseguito sia sulla scheda compilata che sulla documentazione tecnica allegata alla scheda

Per completezza, in detti ELABORATI (A17-01-00 ÷ A17-03-00) sono stati anche riportati le sorgenti e i ristagni d'acqua rintracciati nelle banche dati e in bibliografia.

Ogni punto in carta è stato caratterizzato da un indice progressivo numerico univoco e sono state inoltre raccolte ed ordinate, per ogni punto di misura, tutte le informazioni relative al punto stesso, utili alle elaborazioni successive. All'ubicazione puntuale in carta è seguita, di volta in volta, la cura del metadato tramite la compilazione di una tabella correlata al singolo punto ubicato in forma di Tabella (ALLEGATO 1). Sempre tenendo conto del fine del lavoro, i criteri che hanno guidato la composizione della tabella di metadato sono stati:

- ✓ la presenza di un indice numerico progressivo che consentisse di rintracciare il punto in carta;
- ✓ la presenza di un indicatore di accuratezza del dato;
- ✓ la raccolta di dati che consentissero valutazioni di stagionalità, soggiacenza ed accessibilità;
- ✓ la possibilità di riconoscere la fonte del dato.

5.3 Convenzione 2023 - Seconda fase: individuazione fisica dei punti di misura e allestimento dei prodotti di output

L'attività principale e più onerosa messa in campo in questa fase è stata sicuramente **l'individuazione fisica dei punti di misura** sul terreno. Questo lavoro ha comportato la scoperta e il riconoscimento di un certo numero di strumenti installati e non individuati con la ricerca a tavolino precedente descritta.

In dettaglio il lavoro si è svolto secondo il seguente iter:

1. a partire dei dati raccolti in prima fase e con l'aiuto delle tabelle di metadato realizzate, si è costruita una carta di ubicazione dei punti di misura sicuramente connessi alla falda superficiale escludendo tutti i casi dubbi e/o casi di installazioni intercettanti anche la falda profonda o solo la falda profonda (ELABORATI A18-01-00 ÷ A18-03-00). Il confronto in tavola avviene tra le isolinee della base dell'acquifero, individuate nel 2022 dalla Regione Piemonte, corredate dalla relativa quota assoluta, e dalla quota assoluta del fondo dello strumento ivi installato ed in seguito utilizzato per la misura stessa. In sito si è scelto di cercare prioritariamente i piezometri e secondariamente i pozzi viste le difficoltà di accesso e di misura che quest'ultimi spesso presentano;

2. con l'ausilio di Google Earth sono stati rintracciati ed elencati tutti i presumibili indirizzi dei punti di misura ubicati sulla carta di lavoro che, in caso di ubicazione in proprietà privata sono stati corredati dal nome dell'Azienda dal nominativo del titolare, se individuato, dall'indirizzo mail, dai contatti telefonici (dati sensibili non divulgabili);
3. i piezometri rintracciati sono stati aperti, fotografati, ubicati manualmente ma con precisione, con l'aiuto di diverse basi cartografiche e fotografiche (DB3 Regione Piemonte 2025 – Carta tecnica della Città di Torino – Ortofoto CGR/blom 2010 Provincia di Torino- Immagini Google Earth più recenti);
4. i pozzi rintracciati (molti non sono stati trovati in corrispondenza o nei pressi delle ubicazioni di riferimento) sono risultati ricadere quasi sempre all'interno di aziende private e/o di condomini. Per procedere con il lavoro nel caso delle aziende (soprattutto quelle di grandi dimensioni) ci si è presentati direttamente in azienda per chiedere il nominativo della persona da contattare per spiegare il motivo della richiesta di sopralluogo, e/o direttamente, per chiedere un appuntamento che, una volta ottenuto, ha consentito di visionare il pozzo per accertarne la sua accessibilità alla misura, fotografarlo e ubicarlo con precisione.
5. è stata redatta una scheda per ogni singolo piezometro/pozzo redatta sulla falsariga di quelle fornite dalla Divisione Qualità Ambiente del Comune di Torino (Figura 26) riportante tutte le informazioni ritenute utili (ALLEGATO 2);
6. in un secondo tempo sono iniziate le misure topografiche della quota del piano campagna con GPS avanzato (*Leica CS20 con antenna gs18*) in corrispondenza dei piezometri/pozzi fisicamente visionati in campo. Detta tecnologia assicura una precisione di misura di qualche centimetro. Per misure di piezometri/pozzi installati in ambienti chiusi (vie strette, prossimità di palazzi di molti piani, alberature ecc...) a causa dei limiti insiti nella strumentazione usata (l'errore dello strumento arriva ad essere di diversi metri) si è preferito usare i capisaldi riportati nella carta tecnica della Città di Torino (Figura 27);
7. quale obiettivo di medio termine è stato redatto un elaborato cartografico suddiviso in due Tavole: *Carta della rete accessibile dei punti di misura del livello della falda freatica alla scala 1:10.000 - Torino nord e Torino sud* che riportano lo stato dell'arte aggiornato al 20 novembre 2024 (Figure B e C fuori testo);



SCHEDA DI RILEVAMENTO PUNTI DI MISURA

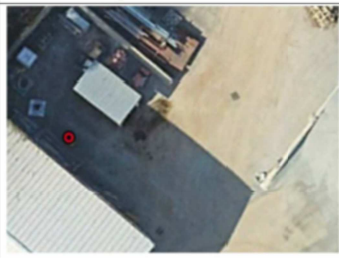
410p

Piano Regolatore Generale - Revisione

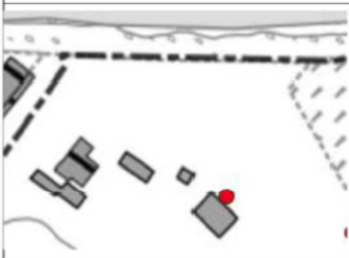


Localizzazione	Accessibilità	Stato	Denominazione strumento
Strada Bramafame 50 – Torino	Accessibile	Buono	Piezometro
Coordinate X (WGS84)	Coordinate Y (WGS84)	Quota assoluta p.c. (m s.l.m.)	Area d'uso
394850,3311	4997002,1743	283,9	Azienda privata

Google Earth marzo 2023



Stralcio BDTRE 2024



Caratteristiche dell'opera		
Nome originario strumento	Descrizione opera	Posizione filtri (m)
PZ5	Chiusino scatolare non carrabile	
Profondità (m)	Data installazione	Stratigrafia di riferimento

Documentazione fotografica







Progetto redatto dalla Direzione Azioni Integrate con gli EE.LL. - Città Metropolitana di Torino

Figura 26: esempio di scheda dell'Allegato 2

8. nel mese di Aprile 2025, con freatimetro manuale (Figura 27) sono stati quindi misurati 194 strumenti (di cui 176 piezometri e 18 pozzi) dei 282 strumenti visionati (di cui 197 piezometri e 85 pozzi) e dei 235 strumenti schedati (di cui 185 piezometri e 50 pozzi);
9. come riportato nel Capitolo 4 durante la seconda metà del mese di Aprile 2025 sul torinese si è verificato un evento pluviometrico intenso ed importante (**alluvione 15 – 17 aprile 2025**) che ha causato, immediatamente al di fuori del territorio comunale, fenomeni alluvionali e frane anche di dimensioni significative. Per operare un controllo sull'effetto che tale fenomeno poteva avere sull'escursione della falda, in data 16/04/2025, in data 18/04/2025 sono state eseguite delle misure di controllo in corrispondenza di strumenti già

Figura 27: strumenti usati per: sx) le misure topografiche del piano campagna in corrispondenza dei piezometri e dei pozzi; dx) le misure freatiche manuali



precedentemente misurati con il fine di avere contezza di eventuali variazioni verticali del pelo libero della falda; misurazioni che hanno evidenziato **un spostamento verticale irrilevante ai fini del lavoro in corso** (Tabella che segue) ;

STRUMENTO	data I misura soggiacenza	data evento pluviometrico mm pioggia	data II misura soggiacenza	data evento pluviometrico mm pioggia	data III misura soggiacenza
432p	11 aprile 2025 12,91	12 ÷ 16 aprile 2025 76 mm tot.	16 aprile 2025 12,91	16 ÷ 23 aprile 2025 147 mm tot.	24 aprile 2025 12,48
425	14 aprile 2025 29,96	14 ÷ 16 aprile 2025 69 mm tot.	16 aprile 2025 29,96		
249p	10 aprile 2025 19,02	12 ÷ 17 aprile 2025 189 mm tot.	18 aprile 2025 18,98	19 ÷ 23 aprile 2025 34 mm tot.	24 aprile 2025 18,91

10. nei mesi di maggio e giugno 2025, con scandaglio sono state verificate in sito la profondità degli strumenti per i quali non si era riusciti a rintracciare, nella Fonte documentale analizzata, la misura precisa della profondità d'installazione. Gli strumenti misurati in campo con scandaglio sono riportati nella Tabella che segue ;

NUMERO D'ORDINE	STRUMENTO	SOGGIACENZA FONDO FORO
1	227p	- 13,65
2	244p	- 14,70
3	258p	- 34,80
4	411p	- 23,80
5	412p	- 23,75
6	413p	- 23,35
7	417p	- 15,00
8	418p	- 15,27
9	419p	- 15,00
10	422p	- 9,80
11	423p	- 17,05
12	325p	- 34,35
13	424p	- 11,70
14	429p	- 25,10
15	433p	- 19,70
16	434p	- 19,65
17	435p	- 15,30
18	444p	- 41,05
19	445p	- 22,95
20	447p	- 24,10
21	448p	- 23,90
22	451p	- 24,60
23	456p	- 35,05
24	468p	- 8,80
25	471p	- 14,45

11. il lavoro svolto ha consentito la redazione della: *“Carta idrogeologica dell’acquifero superficiale”* alla scala 1:10.000 suddivisa in tre Tavole: A16-01-00, A16-02-00 e A16-03-00.

5.4 Le attività messe in campo e i risultati del lavoro in numeri

Le attività messe in campo in seconda fase, si possono così schematizzare:

- ubicazione cartografica di 505 sondaggi comprensiva del territorio collinare
- ubicazione cartografica di 434 piezometri potenzialmente usabili e, di conseguenza, da ricercare;

- ubicazione cartografica di 519 pozzi potenzialmente esistenti e, di conseguenza da ricercare; le caratteristiche dei quali, almeno sulla carta, avrebbero potuto consentire una misura certa della profondità della falda freatica;
- 2) esecuzione di oltre 90 sopralluoghi dedicati di un'intera giornata sul territorio della Città di Torino e del suo immediato hinterland;
- 3) individuazione fisica dei punti di misura consistita nella visione diretta documentata con fotografie dei piezometri/pozzi di cui al punto 1) di:
 - 292 piezometri cercati di cui 196 trovati e 96 non trovati;
 - 113 pozzi cercati di cui 75 trovati e 38 non trovati;
- 4) redazione di 302 schede identificative dei piezometri e dei pozzi redatte sulla falsariga di quelle ricevute dal Servizio Ambiente della Città di Torino;
- 5) misura del piano campagna in corrispondenza dei piezometri e dei pozzi e dei laghi in corrispondenza di:
 - 158 siti di ubicazione;
- 6) misura della soggiacenza in 187 strumenti di cui 171 piezometri e 16 pozzi, e di 2 laghi
- 7) misura con scandaglio del fondo di 25 piezometri per i quali non erano state rintracciate in letteratura e/o nelle Banche Dati informazioni al riguardo.

Sulla scorta delle attività sopra riepilogate sono state prodotte:

- la *Carta dell'ubicazione delle perforazioni rintracciate, delle sorgenti e dei ristagni* in 3 tavole alla scala 1:10.000 (ELABORATI A17-01-00 ÷ A17-03-00);
- la *Carta dell'accessibilità e della superficialità della rete di piezometrie e di pozzi* in 3 tavole alla scala 1:10.000 (ELABORATI A18-01-00 ÷ A18-03-00);
- la *Carta idrogeologica* in 3 tavole alla scala 1:10.000 (ELABORATI A16-01-00 ÷ A16-03-00);
- la *Carta della soggiacenza* in 3 tavole alla scala 1:10.000 (ELABORATI A19-01-00 ÷ A19-03-00).

6. ASPETTI CRITICI DEL PROGETTO E ATTENZIONI DA PORRE NELLA LETTURA DEI RISULTATI

Si esaminano nel prosieguo le principali criticità emerse e le opportune contromisure adottate, nonché le attenzioni che si devono porre nella lettura dei risultati.

In considerazione del quadro relativo ai piezometri e ai pozzi installati sul territorio indagato, che è possibile evincere dall'esame sinottico del materiale prodotto, emergono le seguenti criticità che si è cercato di mitigare nello svolgersi del lavoro, ma delle quali è necessario tenere conto:

- a) la presenza di una fitta rete di sottoservizi cittadini, ha fatto sì che la ricerca fisica sul terreno dei piezometri e dei pozzi abbia richiesto molto spesso, per ogni singolo punto da individuare, l'onerosa apertura di diversi chiusini;
- b) i piezometri e i pozzi rintracciati fisicamente non sempre sono risultati corredati da tutta la documentazione tecnica utile all'analisi delle informazioni d'interesse relative alla loro messa in opera (profondità, posizione filtri, stratigrafia ecc.). Si è cercato di mettere a frutto il più possibile la mole di dati raccolti e informatizzati per arricchire le schede, laddove possibile di tutte le informazioni, ma questo, in diversi casi, non è stato possibile;
- c) la distribuzione dei piezometri e dei pozzi rintracciati accessibili, usabili e usati per le misure è casuale e si evince, dalla cartografia elaborata, una certa disomogeneità distributiva con la presenza di zone prive di strumentazione e di altre caratterizzate da un certo infittimento dei punti di misura. Da subito si è cercato di integrare la ricerca in queste aree insistendo presso Enti, privati e colleghi per reperire dati in modo da riempire i vuoti, ma questo non sempre ha dato i risultati auspicati, anche, in molti casi, per l'oggettiva assenza di strumenti installati;
- d) una certa percentuale di piezometri, all'apertura del chiusino di protezione, sono risultati strumentati per il monitoraggio in continuo, monitoraggio la cui titolarità, in molti casi, (ad esclusione di quelli interni alle aziende private) era ignota. La misura è stata svolta ugualmente con la massima velocità, attenzione e delicatezza avvertendo l'Ente proprietario (quando noto) dell'ora e del giorno previsti per l'esecuzione della stessa;
- e) una certa percentuale di piezometri sono risultati ubicati in corrispondenza di parcheggi pubblici e quindi, praticamente, sempre coperti da auto in sosta. Questa situazione ha reso difficile, a volte impossibile, in prima battuta, l'apertura del chiusino per la verifica dello stato del piezometro, e ha richiesto un oneroso lavoro organizzativo del Comune e della

Polizia Municipale per rendere possibile lo svolgimento delle misure tramite la predisposizione di presidi zona per zona e l'emissione di numerose ordinanze municipali per il temporaneo divieto di sosta;

- f) una piccola percentuale di piezometri sono risultati ubicati in mezzo alla sede viaria; per poter eseguire la misura piezometrica in sicurezza è stato necessario l'intervento della Polizia Municipale e il blocco temporaneo del traffico;
- g) laddove i piezometri e i pozzi erano ospitati all'interno di aziende private, la misura piezometrica è stata preceduta da un oneroso lavoro organizzativo e di comunicazione volto a consentire la misura stessa ed a velocizzarne il più possibile l'esecuzione.

In ultimo, ma fondamentale, perché l'insieme delle misure della profondità della falda, eseguite sull'intera rete di punti di misura scelti quali significativi, risultasse il più rappresentativo possibile della realtà, **si è ritenuto necessario contenere i tempi di misura al massimo, onde evitare che cambiamenti climatici significativi potessero influire negativamente sulla rappresentatività delle misure stesse. Purtroppo le forze a disposizione non hanno consentito di contrarre il tempo oltre il mese impiegato (aprile 2025). Le due letture eseguite il 7 maggio successivo in Mirafiori, a seguito dell'evento alluvionale del 15 – 17 aprile, risultate poco coerenti con il quadro generale, sono forse la dimostrazione che detta preoccupazione non fosse eccessiva.**

Le attenzioni da porre nella lettura dei risultati in molti casi derivano direttamente dalle criticità sopra esposte:

- 1) malgrado l'oggettiva mole di dati raccolta, il quadro dell'assetto idrogeologico della Città di Torino non può dirsi completamente sotto controllo: troppi sono risultati i pozzi e i piezometri segnalati nelle Banche Dati e non rintracciati sul terreno, così come troppi sono stati i pozzi e i piezometri rintracciati sul terreno e sconosciuti alle Banche Dati. In questi termini, se la non completa e organica conoscenza della potenziale rete di piezometri esistenti, si limita ad essere un deprecabile *gap* di informazione, la non completa conoscenza dell'ammontare dei pozzi attivi in città, corredata da informazioni circa una precisa ubicazione e tempi di emungimento certi (h24, giornaliero, sporadico...), comporta possibili errori nell'interpretazione delle letture eseguite nel loro intorno. Di conseguenza malgrado la buona qualità/attendibilità dei risultati ottenuti, l'innescarsi di depressioni legate ad emungimenti in corso potrebbe variare la soggiacenza della falda nel tempo. Allo

stesso modo un emungimento attivo sconosciuto potrebbe aver fatto interpretare un livello come statico invece che come livello dinamico in un vicino piezometro, errore indotto dal cono di depressione prodotto dall'emungimento stesso;

- 2) la residua disomogeneità della rete di misura, malgrado gli sforzi profusi, con aree prive di strumentazione ancora abbastanza ampie, comporta la possibilità che la morfologia della superficie piezometrica ricavata con le misure dell'aprile 2025 possa risultare troppo semplificata in dette zone, semplificazione che può celare la presenza di locali deflessioni delle isopieze e comportare variazioni della soggiacenza della falda;
- 3) in aggiunta a quanto riportato al punto precedente, la stessa tipologia della strumentazione installata (generalmente piezometri profondi da una a qualche decina di metri e pozzi di emungimento) non è funzionale al riconoscimento di falde sospese di minore entità, che possono esaurirsi sia per motivi stagionali, sia per lo sfondamento della base che le confina operata dalla stessa perforazione. C'è da dire che questo tipo di falda vista la generale esiguità, è generalmente di scarso interesse anche nei confronti di eventuali opere in sotterraneo che dovessero interferire;
- 4) come detto precedentemente, a causa di ostacoli ambientali, non tutte le quote del piano campagna in corrispondenza dei piezometri e dei pozzi sono state misurate con il GPS avanzato. In questi casi si è usata la carta tecnica del Comune di Torino che riporta molti punti quotati. Il lavoro è stato eseguito a tavolino senza il controllo sul terreno quindi non si può escludere l'ipotesi (per altro remota vista la scala di lavoro) che l'estrapolazione risulti viziata da qualche irregolarità molto localizzata sul punto d'interesse.

Sulla scorta di quanto sopra riportato si ritiene che, sia la Carta idrogeologica che la Carta della soggiacenza prodotte, debbano essere usate soprattutto per il migliore dimensionamento delle indagini geognostiche propedeutiche alla progettazione di opere d'arte; particolarmente nel caso della previsione di scavi, e non certo in sostituzione dell'insieme di quegli approfondimenti geognostici diretti ed indiretti che la progettazione virtuosa e la normativa prevedono. Specificatamente, la Carta della soggiacenza, per la redazione della quale si è dovuto trattare un parametro per sua natura deterministico (la quota del piano campagna, variabile con modalità "random") come parametro stocastico, deve essere ritenuta nel suo insieme puramente indicativa e suscettibile di errore.

7. LA CARTA IDROGEOLOGICA E LA CARTA DELLA SOGGIACENZA

7.1 Premessa

La redazione della carta idrogeologica ha comportato, a monte, l'approfondimento conoscitivo dei metodi di elaborazione esistenti ed utilizzabili all'interno del software QGIS, approfondimento che è stato svolto con il supporto del CSI Piemonte.

Per ottenere una carta delle isopieze a partire dai valori di soggiacenza, è necessario utilizzare una procedura di interpolazione che può essere effettuata sia manualmente che tramite computer; nella mappatura computerizzata è possibile utilizzare vari tipi di algoritmi più o meno complessi e di diversa tipologia (deterministici, stocastici...).

Riuscire ad ottenere un'informazione il più possibile correttamente distribuita, a partire da dati puntuali è ovviamente operazione complicata e fortemente dipendente dall'algoritmo scelto, nonché dal corretto settaggio dei parametri di ciascun algoritmo.

Gli algoritmi generalmente utilizzati sono i seguenti:

1. Contour;
2. IDW – Inverse Distance Weighting (deterministico⁸);
3. RST – Regularized Spline with Tension (deterministico);
4. UK – Universal Kriging (stocastico⁹);
5. SAGA – Thin plate spline.

I metodi sopra elencati sono tutti fruibili all'interno del software QGIS.

Per poter testare in maniera adeguata le varie metodologie si è partiti da un areale noto, nella fattispecie la pianura tortonese, per la quale si disponeva di una serie di mappe isofreatiche costruite con interpolazione manuale a partire dai valori di soggiacenza ricavati da una campagna di rilevamento effettuata nell'aprile del 1992.

Le prove eseguite sulla pianura tortonese hanno consentito di individuare:

- UK – Universal Kriging;
- SAGA – Thin plate spline;

⁸ Che proviene in modo univoco e quantitativamente definibile da cause chiaramente individuate (Enciclopedia Treccani)

⁹ Atto a descrivere e studiare situazioni che variano in base a leggi probabilistiche come ad esempio tutti i fenomeni naturali, in quanto in essi è presente, sia per la loro stessa natura, sia per gli errori di osservazione, una componente casuale o accidentale (Enciclopedia Treccani)

quali gli algoritmi più performanti per la redazione della Carta idrogeologica del Comune di Torino in quanto le prove eseguite in GIS assicuravano risultati confrontabili e rispondenti alla carta della pianura tortonese costruita con interpolazione manuale.

Gli stessi algoritmi, per omogeneità e per coerenza, sono stati usati per la redazione della Carta della soggiacenza. In questo caso è parso subito evidente come il risultato informatico non rispondesse, in corrispondenza delle aste torrentizie e fluviali e in altri settori con particolari morfologie, in modo soddisfacente, non essendo in grado di “leggere” le ripide scarpate di sponda e le altre irregolarità di superficie. È stato necessario quindi intervenire manualmente con l’ausilio delle informazioni a disposizione. Ne deriva una minore affidabilità di questi Elaborati.

7.2 Nota illustrativa sull’assetto idrogeologico della pianura torinese: la carta idrogeologica e la carta della soggiacenza

Per rappresentare l’assetto idrogeologico della pianura torinese in corrispondenza del territorio comunale si è scelto di redarre la **Carta Idrogeologica** alla scala 1:10.000 suddividendo l’area oggetto di studio in tre tavole:

- Carta Idrogeologica A16-01-00;
- Carta Idrogeologica A16-02-00;
- Carta Idrogeologica A16-03-00.

Lo studio, così come da accordi pregressi, si è limitato alla parte di pianura del Comune e non è stato allargato al settore collinare per il quale sarebbe stato necessario affrontare il lavoro con modalità molto differenti, incentrate dapprima su approfondimenti di tipo geologico stratigrafico e strutturale e quindi su campagne di misura della strumentazione disponibile (per altro rada e mal distribuita). La stessa suddivisione e gli stessi criteri sono stati usati per redarre la Carta della Soggiacenza.

Nel caso del settore di pianura invece la disponibilità di molte informazioni pregresse prime fra tutte quelle desumibili dai Fogli 155 Torino Ovest e 156 Torino Est alla scala 1: 50.000 (Carta Geologica d’Italia CARG nel prosieguo) ha consentito, nella Carta idrogeologica, di accorpate le Unità Geologiche ufficialmente riconosciute nella Carta Geologica d’Italia in Complessi idrogeologici distinti in funzione del loro grado di permeabilità relativa.

Sono stati riconosciuti quattro gradi di permeabilità:

- permeabilità molto elevata;
- permeabilità elevata;
- permeabilità da media ad elevata,
- permeabilità media.

L'attribuzione dell'intervallo di permeabilità è stata eseguita esclusivamente sulla base della descrizione litologica rinvenuta nella Carta Geologica d'Italia, documento ufficiale redatto alla scala 1 : 50.000, ed ha valore esclusivamente relativo e qualitativo.

La **permeabilità molto elevata** è stata attribuita ai depositi afferenti al *Subsintema di Ghiaia Grande (CSN3B)*, depositi che costituiscono gran parte delle attuali fasce di divagazione dei corsi d'acqua Po, Stura di Lanzo, Dora Riparia e Sangone. Nell'area di pianura la superficie sommitale di questa unità, ad andamento sub-orizzontale, coincide con l'attuale superficie topografica, ospita paleoalvei ed alvei abbandonati o temporaneamente riattivabili. Lo spessore complessivo di questo subsintema varia tra i 5 e i 25 - 30 m. La superficie di appoggio basale è di natura erosiva e risulta modellata sulle unità fluviali più antiche (rispetto alle quali mostra rapporti di terrazzamento) e sui depositi marini pliocenici (argille azzurre in corrispondenza del T. Dora Riparia).

Nella Carta Idrogeologica (A16-01-00, A16-02-00) tali depositi ricorrono con l'estensione più rilevante lungo il corso del T. Stura di Lanzo, lungo il corso del T. Dora Riparia e alla confluenza di questi due corsi d'acqua nel Fiume Po.

Nella Carta Idrogeologica (A16-02-00, A16-03-00) tali depositi sono meno affioranti e ricorrono in fasce ristrette lungo il corso del Fiume Po e del T. Sangone.

La **permeabilità elevata** è stata attribuita ai depositi afferenti:

- al *Subsintema di Crescentino (CSN2B)*;
- al *Subsintema di Col Giansesco (AFR2D)* relativamente ai suoi orizzonti più grossolani;
- al *Subsintema di Cascine Vica (BEN2B)*;

depositi che costituiscono la maggior parte del territorio comunale e che sono formati sia da una serie di corpi fluviali terrazzati, sia da sedimenti che costituiscono il conoide fluvioglaciale della Dora Riparia. Nell'area di pianura la superficie sommitale di queste unità coincide con l'attuale superficie topografica, mentre la superficie di appoggio basale di natura erosiva è modellata, per il *Subsintema di Crescentino*, nel substrato marino pliocenico e sui depositi continentali quaternari. Lo spessore dei corpi sedimentari varia da un minimo di pochi metri ad un massimo di 15-30 m.

Nella Carta Idrogeologica A16-01-00, i depositi afferenti al *Subsintema di Crescentino* ricorrono con l'estensione più rilevante tra il confine settentrionale del comune e il corso del T. Stura di Lanzo e costituiscono, in questo settore, sia la Zona non Satura che l'acquifero. Altri lembi affioranti di detti depositi si riscontrano al confine occidentale comunale, lungo il corso della Dora Riparia, disposti esternamente ai depositi afferenti al *Subsintema di Ghiaia Grande*, così come tra Corso Regina e Corso San Maurizio, in destra idrografica della Dora, estendendosi fino a pochi isolati prima della sponda sinistra del Po (A16-02-00).

In questa Carta i depositi afferenti al *Subsintema di Col Giansesco*, per estensione, coprono praticamente la quasi totalità del territorio rimasto tra il corso del T. Stura di Lanzo e il corso della Dora Riparia costituendo buona parte del conoide fluvioglaciale della Dora stessa. In questo settore costituiscono sia la Zona non Satura che l'acquifero, quest'ultimo completamente o in parte, in quanto l'appoggio basale di questa unità potrebbe essere costituito, a nord, dai depositi relativamente meno permeabili del *Subsintema di Venaria Reale*.

I depositi afferenti al *Subsintema di Cascine Vica* non affiorano nella Carta Idrogeologica (A16-01-00).

Nella Carta Idrogeologica (A16-02-00, A16-03-00), i depositi afferenti al *Subsintema di Crescentino* non affiorano, affiorano invece estesamente, tra il corso della Dora Riparia e il corso del Sangone i depositi afferenti al *Subsintema di Col Giansesco* che in questo settore costituiscono sia la Zona non Satura che l'acquifero, acquifero che verso sud, è forse in parte ospitato anche dai depositi afferenti al *Subsintema di Cascine Vica* che in questa carta affiora in un lembo lungo più di 4 km (a partire dal confine comunale) e largo mediamente 300 m, disposto in sponda sinistra del T. Sangone .

I depositi afferenti al *Subsintema di Cascine Vica* presentano uno spessore tra i 10 e i 15 m e la superficie di appoggio basale di questi sedimenti, di natura erosiva si sviluppa prevalentemente nel substrato pre -pliocenico e nei sedimenti Villafranchiani dell'*Unità di La Cassa* affioranti fuori carta, molto più a nord.

Una **permeabilità da media ad elevata** è stata attribuita ai depositi afferenti:

- al *Subsintema di Venaria Reale* (RGM1B);
- al *Subsintema di Cresta Grande* (AFR1B);

depositi che costituiscono alcuni lembi lungo il confine comunale a Nord, sia in destra che in sinistra idrografica del corso dello Stura di Lanzo (*Subsintema di Venaria Reale*) e che affiorano in

destra idrografica della Dora Riparia ed in sinistra idrografica del F. Po, per una fascia di territorio più rilevante (*Subsintema di Cresta Grande*). I primi (*Subsintema di Venaria Reale*) sono sedimenti appartenenti al settore frontale di un antico conoide del T. Stura di Lanzo; costituiscono un corpo di spessore massimo di circa 25 - 30 m che ospita sia la Zona non Satura che l'acquifero e la cui superficie di appoggio basale è rappresentata dai sedimenti marini pliocenici (Argille Azzurre). Essi sono riportati nella Carta Idrogeologica (A16-01-00, A16-02-00).

I secondi, rintracciabili nelle tre Tavole, costituiscono un corpo decrescente da monte verso valle che risulta avere uno spessore compreso tra 5 e 35 m e una superficie d'appoggio sui sedimenti Villafranchiani dell'*Unità di La Cassa* citata precedentemente. Costituiscono parte dell'esteso conoide fluvioglaciale del T. Dora Riparia e ospitano sia la Zona non Satura che l'acquifero.

I due Subsintemi sembrano essere in rapporto di parziale eteropia⁽¹⁰⁾.

La **permeabilità media** è stata attribuita ai depositi afferenti al *Subsintema di Col Giansesco* relativamente ai suoi orizzonti più fini. Questi depositi di genesi eolica sono potenti pochi metri e si riscontrano in lembi di limitate dimensioni nella Carta Idrogeologica A16-02-00 lungo il confine comunale all'altezza di Grugliasco. Questa attribuzione ha specifico significato per la Zona non Satura.

Infine per gli accumuli di origine antropica non è stata individuata una permeabilità univoca in quanto le caratteristiche reologiche degli stessi possono essere molto differenti e comportare **permeabilità da molto elevate a basse** a seconda della loro composizione granulometrica.

La carta idrogeologica, oltre a riportare i complessi idrogeologici distinti in funzione del loro grado di permeabilità relativa, lavoro per altro eseguito sulla base dei dati di letteratura, riporta le caratteristiche dell'acquifero esplicitate con l'individuazione:

- delle isopieze di falda libera disegnate con intervallo di 2 m espresse in m s.l.m.;
- degli asse drenanti;
- degli spartiacque sotterranei.

L'individuazione di questi elementi è stata possibile grazie alla misura della soggiacenza della falda freatica, eseguita ed esaurita, nel mese aprile 2025 di 176 piezometri e 18 pozzi, distribuiti in modo casuale sul territorio comunale, e della superficie libera dell'acqua di 2 laghi. La precedente misurazione, con GPS avanzato, della quota del piano campagna corrispondente (per il dettaglio

¹⁰ Variazione laterale connessa ad ambienti sedimentari coevi ma diversi

sul lavoro eseguito si rimanda al precedente Capitolo 5) ha consentito di trasformare la soggiacenza in quota assoluta.

La misura della soggiacenza in campo ha comportato l'esclusione di 88 strumenti (21 piezometri e 67 pozzi) a causa di motivi tecnici connessi ad aspetti di accessibilità, buono stato, non certa ed esclusiva appartenenza all'acquifero superficiale ecc.

Nella carta idrogeologica, oltre alla mappatura degli elementi sopra elencati sono stati riportati altri elementi, sia naturali che antropici, che si ritiene abbiano o possano avere una influenza sul flusso idrico sotterraneo sia nella Zona non satura che nell'acquifero. Questi elementi sono:

- gli alvei antichi, elementi naturali che comprendono: canali/alvei abbandonati sia riempiti che non, tagli di meandro e paleoalvei;
- le scogliere e i muri di sponda, elementi antropici che possono impedire o rallentare lo scambio idrico fra acque superficiali ed acque sotterranee.

Come detto in premessa (Paragrafo 7.1) i dati raccolti sono stati elaborati tramite gli algoritmi UK – Universal Kriging e SAGA – Thin plate spline; quest'ultimo è stato individuato come quello di riferimento principale, i risultati del quale sono stati confrontati con gli esiti del primo. Dal confronto è sorta la necessità di qualche piccolo aggiustamento manuale sia nei settori di confine del territorio, sia in corrispondenza di due curvature delle isopieze; aggiustamenti sempre e comunque eseguiti in settori non direttamente influenzati dai punti di misura.

Il lavoro di elaborazione dei dati raccolti ha dato i seguenti risultati:

1. lo sguardo d'insieme delle isopieze ottenute consente di affermare che il flusso idrico sotterraneo in corrispondenza del concentrico della Città di Torino scorre da ONO a d ESE in accordo con le informazioni di letteratura. L'asse drenante di base risulta essere il F. Po che, in corrispondenza della Città, scorre da SSO a NNE, approssimativamente perpendicolare al flusso idrico sotterraneo;
2. la superficie piezometrica racchiusa nei confini del Comune di Torino si sviluppa dalla quota assoluta massima di 246 m s.l.m., al limite occidentale della Città (toponimi di riconoscimento: Cascina Cravetta, Casa di Cura Villa Cristina, Cascina Tabacchiera), alla quota assoluta minima di 202 m s.l.m., al limite orientale, in corrispondenza del quartiere Bertolla e a valle della confluenza del T. Stura di Lanzo nel F. Po.⁽¹¹⁾;

¹¹ Il valore del gradiente idraulico medio [i] calcolato lungo la direttrice O-E in corrispondenza di dette quote risulta di poco superiore al 0,4% ma, in considerazione dell'articolata morfologia della falda superficiale lo si ritiene poco significativo

3. la superficie piezometrica risulta articolata in “*valli*” e “*dossi*” che in idrogeologia assumono il ruolo di **assi drenanti** e **spartiacque sotterranei** la presenza e la conformazione dei quali richiede un’analisi dedicata area per area:

I. la morfologia della superficie piezometrica nell’**area nord** cittadina, grosso modo da Corso Grosseto fino al confine comunale, è regolata dall’asse drenante corrispondente al corso del T. Stura di Lanzo, qui inteso come fascia di pertinenza torrentizia. A nord dell’asse drenante, le isopieze si sviluppano con regolarità verso l’asse stesso assumendo direzione NE-SO fino a quota 216 m s.l.m. Il gradiente idraulico [i] calcolato lungo detto asse risulta di poco inferiore al 0,5 %; il gradiente idraulico [i] calcolato lungo la direzione di flusso della falda, a nord dell’asse, risulta superiore e si attesta su di un valore medio di 0,7 % ad evidenziare un significativo richiamo idraulico da parte del T. Stura di Lanzo ed una minore soggiacenza della falda lungo il confine settentrionale. Il gradiente idraulico [i] calcolato lungo la direzione di flusso della falda, a sud dell’asse, risulta confrontabile con quello dell’asse e si attesta su di un valore medio di 0,5% ad evidenziare un richiamo idraulico da parte del T. Stura di Lanzo meno significativo su di una falda che qui risente evidentemente sia dell’azione alimentante della Dora Riparia sia del richiamo idraulico che il F. Po esercita sull’intera area.

A valle dell’isopieza a quota 216 m s.l.m. l’asse drenante, lungo il corso del T. Stura di Lanzo, perde di incisività: le isopieze si spianano e si rarefanno e il corso d’acqua sembra entrare in equilibrio con la falda freatica. Questo fenomeno risulta coerente, sia con le caratteristiche litologiche del settore (a nord del corso d’acqua, la presenza di un’estesa area costituita da depositi a permeabilità molto elevata e una diffusa presenza di “*alvei antichi*” che favoriscono il deflusso in subalveo), sia con l’aumentare dell’effetto del richiamo del F. Po che diventa più evidente dalla isopieza a quota 208 m s.l.m.;

II. la morfologia della superficie piezometrica, in corrispondenza della **confluenza del T. Stura di Lanzo nel F. Po** risulta meritevole di attenzione in quanto, in corrispondenza di questa area, si modifica l’assetto idrogeologico riscontrato a monte e descritto al punto precedente. A nord del T. Stura di Lanzo e a valle della confluenza (sempre a nord del F. Po) la già citata presenza, sia dell’estesa area costituita da depositi a permeabilità molto elevata, sia degli “*alvei antichi*” modifica leggermente la curvatura delle isopieze che, da

quota 204 m s.l.m., evidenziano un locale comportamento alimentate dell'area stessa. A sud del T. Stura di Lanzo e a monte della confluenza, (sempre a nord del F. Po) l'assetto idrogeologico risente sia delle mutate condizioni riscontrabili a monte⁽¹²⁾ sia dell'effetto drenante esercitato dal F. Po che, in sinergia, comportano il crearsi di un altro asse drenante con direzione O – E la cui disposizione spaziale rende, l'ultimo tratto del T. Stura di Lanzo in destra idrografica, drenante la falda e, contemporaneamente, lo stesso tratto in sinistra idrografica, alimentante la falda. Il gradiente idraulico [i], calcolato lungo l'asse drenante, risulta attestarsi su di un valore medio di 0,2 %;

III. la morfologia della superficie piezometrica, **tra il T. Stura di Lanzo e il corso della Dora Riparia** risente, come detto, fino all'altezza di Corso Grosseto e ad ovest di Corso Venezia, dell'effetto drenante del T. Stura di Lanzo. A sud di Corso Grosseto, le isopieze si raddrizzano secondo la direzione NS per disporsi, con la concavità rivolta ad ovest in corrispondenza del corso della Dora Riparia a significare, almeno tra la isopieza a quota 236 m s.l.m. e l'isopieza a quota 226 m s.l.m., un comportamento alimentante di questo corso d'acqua nei confronti della falda. A monte dell'isopieza a quota 236 m s.l.m., l'asse spartiacque individuato si allontana dal corso d'acqua in direzione nord. In questo settore, la lettura incrociata tra le quote della superficie topografica, le quote della superficie piezometrica e le soggiacenze riscontrate, nonché la riscontrata presenza di scarpate fluviali di potenza superiore ai 5 m fanno propendere a considerare detto settore un'area di limite tra il comportamento alimentante della Dora Riparia riscontrabile ad est, e la progressiva indipendenza del corso d'acqua dalla falda ipotizzabile ad ovest, situazione compatibile con le caratteristiche genetiche dei conoidi.

La carta idrogeologica riporta, lungo la Dora Riparia, una lunga ed ininterrotta teoria di muri di sponda che rendono questo corso d'acqua molto artificializzato e che rallentano significativamente l'infiltrazione dell'acqua dall'alveo nel terreno fino ad impedirla del tutto nei tratti completamente rivestiti (fondo alveo e sponde).

Ad est di Corso Venezia, la morfologia della superficie piezometrica risulta molto meno regolare. A nord del trincerone di Via Gottardo/Via Sempione si genera l'asse drenante (già in parte commentato al punto precedente), il cui richiamo produce effetti verso sud fino all'altezza di Via Bologna. Spiegare il motivo di questa deformazione dell'andamento delle

¹² Si veda al proposito il punto successivo

isopieze richiederebbe degli approfondimenti non previsti in questo lavoro. In prima battuta, e da verificare, la deformazione potrebbe generarsi a causa della presenza del trincerone che potrebbe comportare l'aumento del gradiente idraulico a monte evidenziato dall'addensarsi delle isopieze, così come la presenza, immediatamente ad ovest, di un grande accumulo di origine antropica (nella fattispecie macerie), presumibilmente caratterizzato da una permeabilità relativa maggiore, potrebbe giocare un ruolo non secondario nel generare detta deformazione. Infine la distorsione dell'isopieza a quota 214 m s.l.m. lungo Via Bologna, nei pressi di corso Novara, potrebbe essere spiegata dalla presenza di un pozzo probabilmente attivo in concomitanza della misurazione della profondità della falda;

IV. la morfologia della superficie piezometrica, in corrispondenza della **confluenza della Dora Riparia nel F. Po**, sulla base dei risultati ottenuti, risulta anch'essa di difficile interpretazione. Anche in questo caso, come nel caso dell'altra confluenza, la presenza sia dell'estesa area costituita da depositi a permeabilità molto elevata, sia degli *"alvei antichi"*, nonché la vicinanza del F. Po e della Collina di Torino possono giocare un ruolo non trascurabile nella dinamica dei flussi. Limitandosi a commentare l'andamento delle isopieze così come si è riusciti a tracciare, si evidenzia che in sinistra idrografica, grosso modo all'altezza di Corso Verona - Corso Regio Parco la presenza di un richiamo (in corrispondenza del piezometro 273p) che potrebbe indicare, sia la presenza di un paleoalveo non conosciuto, sia l'effetto del restringimento dell'area caratterizzata da depositi a permeabilità molto elevata. Per contro la curva dell'isopieza di quota 210 m s.l.m. denuncia il comportamento alimentante della Dora Riparia in questo settore;

V. la morfologia della superficie piezometrica, **tra il corso della Dora Riparia e il corso del T. Sangone** è caratterizzata dalla presenza di uno spartiacque sotterraneo con andamento ONO – ESE che dal confine occidentale del comune, poco a sud di Corso Francia, prosegue in direzione del F. Po deviando in direzione NO – SE nei pressi di Piazza Sabotino. L'alto piezometrico presente nei pressi di Piazza Sabotino, che deforma in modo vistoso l'andamento delle isopieze in quel settore, risulta dalle misurazioni di quattro piezometri a contorno e di un numero elevato di piezometri a valle. Circa un chilometro a SO da detto spartiacque sotterraneo, si riconosce, tra la isopieza a quota 230 m s.l.m e quella a quota 223

m s.l.m., un asse drenante subparallelo. Un altro asse drenante chiaramente riconoscibile è quello con andamento O-E che da Strada del Portone arriva all'altezza di Corso Orbassano. A sud di questa direttrice, le isopieze comprese tra quota 232 m s.l.m. e quota 222 m s.l.m. presentano notevoli accentuazioni dei raggi, la "naturalità" delle quali non è certa. In considerazione:

- della presenza degli stabilimenti Stellantis di Mirafiori parzialmente attivi all'interno dei quali non è stato possibile verificare presenza e attività dei pozzi industriali;
- della misura piezometrica ritardata, a valle dell'evento alluvionale del 15 - 17 aprile, per difficoltà di accesso agli stabilimenti stesso;
- del fatto evidente che le maggiori deformazioni riscontrate si producono proprio in corrispondenza dei due piezometri di Stellantis;

la rappresentazione morfologica della superficie piezometrica nella fascia di territorio compresa tra Corso Tazzoli, Corso Orbassano, Via Plava e Via Pio VII non si ritiene sufficientemente attendibile;

VI. la morfologia della superficie piezometrica, **in sinistra idrografica del T. Sangone nel tratto torinese**, risulta anch'essa "movimentata" dalle incertezze descritte al punto precedente aumentate dalla condizione di "contorno" dell'area. Dalla isopieza a quota 238 m s.l.m. a quella a quota 234 m s.l.m., il T. Sangone alimenta la falda, a valle sembra drenarla ma questa osservazione assume contorni più certi solo nei pressi della confluenza.

Come detto in premessa (Paragrafo 7.1) gli stessi algoritmi usati per la Carta idrogeologica, per omogeneità e per coerenza, sono stati usati per la redazione della **Carta della soggiacenza**. In questo caso è parso subito evidente come il risultato informatico non rispondesse in modo soddisfacente, in corrispondenza delle aste torrentizie e fluviali e in altri settori con particolari morfologie, non essendo in grado di "leggere" le ripide scarpate di sponda e le altre irregolarità di superficie. Laddove possibile è stato necessario quindi intervenire manualmente con l'ausilio delle informazioni a disposizione; **ne deriva in generale una minore affidabilità di questo Elaborato.**

Il lavoro di elaborazione dei dati raccolti ha dato i seguenti risultati:

1. lo sguardo d'insieme delle linee ad egual soggiacenza consente di individuare quale soggiacenza minima, presente nel territorio comunale, il piano campagna e, quale soggiacenza massima i -38 m da p.c. registrati ad ovest;

2. le soggiacenze minime si riscontrano alla base delle sponde dei corsi d'acqua: Po, Sangone, Stura di Lanzo e Dora Riparia, quest'ultimo dalla confluenza e, presumibilmente, fino poco oltre Via Cafasse, settore in cui la falda sembra affrancarsi dagli apporti diretti della Dora, per approfondirsi sempre più in direzione ovest. Sarebbe possibile ottenere risultati più certi e più precisi avendo a disposizione informazioni puntuali sulla conformazione dell'alveo della Dora (eventuale completa artificializzazione, profondità ecc) nel settore dove si è ipotizzato il passaggio tra la Dora alimentante/drenante ad est e la Dora indipendente dalla falda ad ovest. Le stesse minime soggiacenze fino alla emersione della falda dal piano campagna sono registrabili a N e a NNE lungo il confine comunale;
3. le soggiacenze massime sono registrabili ad ovest sempre in prossimità del confine comunale al fondo del tratto torinese di Corso Francia.

7.4 Confronto dei risultati con le informazioni note da letteratura

Come riportato nel Capitolo 3, Arpa Piemonte ha ricostruito nel 2002 la piezometria della falda superficiale su tutto il territorio regionale alla scala 1:100.000. Tenendo bene in conto la differenza di scala e di approccio di studio tra la superficie piezometrica ricostruita da Arpa nel 2002 e quella descritta in questa relazione, circoscritta al territorio della Città di Torino e elaborata alla scala 1:10.000, si possono avanzare le seguenti osservazioni:

- in generale l'andamento delle isopieze lungo la direzione NNE – SSO è osservabile in entrambe le cartografie; ciò che si evidenzia maggiormente è che nella cartografia di Arpa la quota assoluta delle isopieze nel territorio di Torino per Arpa è compresa tra 245 m s.l.m. e 200 m s.l.m. mentre nella cartografia qui presentata è compresa tra circa 248 m s.l.m. e 202 m s.l.m. quindi generalmente di poco più alta, a patto che ci si limiti a considerare le quote massime e minime assolute comprese nel territorio comunale senza soffermarsi sulla loro distribuzione;
- il T. Stura di Lanzo svolge un'azione drenante accentuata in entrambe le ricostruzioni, la differenza più evidente è relativa alla quota di "ingresso" della falda nell'ambito del territorio comunale lungo questo corso d'acqua che, nella carta Arpa, è pari a circa 243 m s.l.m. mentre qui risulta a quota 238 m s.l.m., quindi di circa 5 m più bassa. La differenza si riduce a circa 3 m in corrispondenza della confluenza. Il trend altimetrico lungo questo

corso d'acqua sembra essere quindi in diminuzione;

- in prossimità della confluenza del T. Stura di Lanzo nel F. Po, a quota piezometrica (Arpa) pari a 215 m s.l.m. (210 m s.l.m. in questo lavoro), anche la mappatura di Arpa riporta in destra idrografica una curvatura di richiamo che nella carta del 2025 risulta molto più evidente e soprattutto ripetuta, sia a quote maggiori che minori, tanto da consentire il tracciamento di un asse drenante. Detta conformazione dà corpo all'ipotesi Arpa circa il fatto che: *"...i flussi idrici provenienti da sud potrebbero in parte essere collegati anche all'alimentazione da parte del T. Dora Riparia..."*;
- la morfologia della superficie piezometrica, tra il T. Stura di Lanzo e il corso della Dora Riparia risulta confrontabile tra i due lavori, anche in considerazione della diversa scala di elaborazione, sebbene non sovrapponibile. In questo settore le quote attuali risultano leggermente più elevate di quelle riscontrate nel 2002. Il trend altimetrico in questo settore sembra essere quindi in aumento;
- il maggiore dettaglio con cui si è cartografato il risultato delle misure nel 2025 ha consentito di individuare preliminarmente, al confine del territorio comunale, la transizione della Dora Riparia da corso d'acqua indipendente dalla falda (ad ovest) e corso d'acqua alimentante la falda (ad est) evidenziata nella documentazione Arpa. Per avere certezza dell'ubicazione di questo passaggio sarebbero necessarie sezioni quotate dell'alveo della Dora non disponibili al momento dello studio. Lungo l'asse della Dora Riparia il trend altimetrico sembra essere quindi in aumento, sebbene con differenze di quota che si assottigliano via via con l'avvicinamento al F. Po;
- la morfologia della superficie piezometrica, tra il corso della Dora Riparia e il corso del T. Sangone a scala 1:10.000 è decisamente poco confrontabile con quanto redatto da Arpa Piemonte nel 2002 ad iniziare dalle quote altimetriche d'ingresso nel territorio comunale (240 m s.l.m. nel 2025 circa 248 m s.l.m. nel 2002), sebbene anche Arpa, nella sua documentazione riferisca di: *"...un asse drenante con direzione ovest-est che si individua nel settore tra la Dora Riparia e il T. Sangone..."* asse chiaramente tracciato nell'attuale cartografia. Il maggior dettaglio comporta l'accentuazione delle curve lungo la Dora e di quelle lungo l'asse drenante a sud e, di conseguenza, il quadro d'insieme risulta distorto rispetto a quanto costruito da Arpa, peraltro più di 20 anni fa.

Sempre tenendo bene in conto la differenza di scala e di approccio di studio, il confronto con quanto elaborato dal Politecnico di Torino per il Piano Regolatore della Città (Variante 100) evidenzia:

- il riconoscimento dell'asse di drenaggio lungo il T. Sangone;
- il riconoscimento della Dora Riparia quale corso d'acqua alimentante nel settore occidentale; meno chiara nella cartografia del 2025 risulta la funzione drenante ad oriente, appena accennata dalle isopieze da quota 218 m s.l.m. alla quota 212 m s.l.m.;
- la conferma dei trend di spostamento verticali nei vari settori cittadini ed in particolare: il trend crescente (soggiacenza in diminuzione) in corrispondenza della Dora Riparia; il trend decrescente (soggiacenza in aumento) a nord del T. Stura di Lanzo e tra la Dora Riparia e il T. Sangone.

Come riportato nel Capitolo 3, Arpa Piemonte ha ricostruito nel 2002 – 2005 la soggiacenza della falda idrica nella zona di pianura. Detta ricostruzione è l'unico riferimento pregresso rintracciato circa l'andamento della soggiacenza nell'intero territorio comunale.

Tenendo bene in conto la differenza di scala e di approccio di studio tra l'andamento della soggiacenza ricostruito da Arpa nel 2002 – 2005 e quella descritta in questa relazione, circoscritta al territorio della Città di Torino e elaborata alla scala 1:10.000, si possono avanzare le seguenti osservazioni:

- una discreta corrispondenza tra i risultati dei due studi, quello attuale e quello passato, soprattutto per le soggiacenze minime comprese tra 0 e 5 m;
- una discreta corrispondenza tra i risultati dei due studi per le soggiacenze massime comprese tra 10 e 38 m;
- alcuni scostamenti nella distribuzione areale tra i risultati dei due studi per le soggiacenze intermedie comprese tra 5 e 10 m soprattutto a nord dello Stura di Lanzo, dove le soggiacenze sembrano inferiori a quelle riportate da Arpa, lungo la sponda sinistra del T. Sangone per lo stesso motivo e lungo il tratto di monte della Dora Riparia dove la distribuzione areale di questa classe di soggiacenza sembra più ampia e distribuita diversamente.

8. CONCLUSIONI E INDICAZIONI PER LA REDAZIONE DELLE NORME TECNICHE D'ATTUAZIONE

La Convenzione, tra Città Metropolitana di Torino e la Città di Torino, ha autorizzato la Direzione Azioni Integrate con gli Enti Locali a svolgere le prestazioni di assistenza tecnica a favore della Città di Torino che, nel 2019, sono consistite nell'aggiornamento dello studio geologico a supporto del Progetto Preliminare della Variante di Revisione al P.R.G.C. vigente e che nel 2023 sono diventate di supporto al Nuovo Piano Regolatore della Città.

Il lavoro è stato impostato secondo i dettami della *Circolare P.G.R. 8 maggio 1996 n. 7/LAP* visto anche quanto riportato nella *Premessa* della recentissima D.G.R. del 24 marzo 2025, n. 8-905 che di fatto abroga la precedente *Circolare*.

In considerazione delle interazioni esistenti tra le caratteristiche morfologiche di un sito, le sue caratteristiche climatiche (in generale) e pluviometriche (in particolare) e l'andamento della falda freatica, il lavoro è iniziato con un breve *escursus* sul clima torinese dal quale sono emersi i seguenti aspetti d'interesse:

- la presenza di tre secoli di misure meteorologiche sistematiche che forniscono serie storiche plurisecolari "composite" di temperatura, precipitazione, neve, pressione atmosferica, umidità e nuvolosità;
- la formazione della serie pluviometrica cittadina, ricostruita dal 1803 al 2007, che mostra un regime pluviometrico classificato come continentale prealpino e caratterizzato da un minimo principale in inverno e un massimo principale in primavera; con presenza nell'anno anche di un minimo e di un massimo secondari, rispettivamente in tarda estate e in autunno (trentennio 1961 – 1990, assunto come riferimento per i valori "normali" del clima recente);
- la quantità media annua di precipitazioni atmosferiche è di 891 mm; il mese più asciutto è gennaio con 40,8 mm di pioggia, il più piovoso è il mese di maggio con 126,7 mm nell'intera serie (114,3 mm nel trentennio 1961-90), seguito a distanza da aprile con 100,1 mm (100,5 mm nel trentennio 1961-90). Il minimo estivo si ha nel mese di luglio con 65,7 mm, mentre il massimo autunnale si raggiunge in ottobre con 95,4 mm;
- l'andamento delle precipitazioni annue a Torino, dal 1780 al 2007, tendono nel complesso ad una diminuzione, valutabile in termini lineari in - 75 mm/secolo e in - 99 mm/secolo tra

il 1803 e il 2007, periodo in cui la serie è completa. Analisi dettagliate pongono l'inizio della tendenza alla diminuzione delle precipitazioni tra il 1874 e il 1880 (Mann-Kendal); a partire dal 1865 (Test SNHT di Alexandersson 1986).

La ricerca dei parametri di temperatura e precipitazione dell'inverno 2024 – 2025, inverno precedente alla campagna di misure, e dell'aprile 2025 hanno evidenziato:

- una precipitazione invernale superiore alla media;
- un mese di Aprile 2025 caratterizzato da una elevata temperatura media (due gradi superiore alla media stagionale) e da una precipitazione mensile di molto superiore alla media;

Questa situazione climatica ha comportato una accelerata fusione del manto nevoso che sommata ad un inverno più piovoso rispetto alla media ed a un mese di aprile “caldo” e piovoso fanno ritenere l'aprile 2025, scelto come mese dedicato alle misure freatiche nel Comune di Torino nei limiti del tempo disponibile, possa ritenersi adatto alla rilevazione di quote freatiche molto prossime alla “morbida”.

Per delineare un quadro del modello geologico concettuale allo stato attuale condiviso, si è partiti dall'esame dei dati noti e dalla documentazione ufficiale presente nei siti dei diversi Enti Territoriali e in particolare di: Arpa Piemonte, Regione Piemonte, Provincia di Torino, Comune di Torino, Università e Politecnico di Torino. Detto esame ha dato i seguenti risultati:

- un quadro piuttosto articolato della morfologia della superficie della falda e della soggiacenza della stessa rilevato all'inizio di questo millennio sebbene rappresentato a scale di scarso dettaglio (rispettivamente scala 1: 100.000 e 1: 250.000);
- un Modello geologico concettuale del territorio regionale piemontese, quale riferimento conoscitivo primario per caratterizzare l'assetto idrogeologico del territorio che, con la definizione della base dell'acquifero superficiale della pianura piemontese, consente di perseguire la tutela preventiva del sistema idrico del sottosuolo e il corretto e razionale uso delle acque sotterranee vietando la costruzione di opere che consentano la comunicazione tra la falda superficiale e il sistema di falde profonde (esclusivamente adibite ad uso potabile);
- l'individuazione di criteri e metodi tecnici per l'aggiornamento della cartografia relativa alla base dell'acquifero superficiale: (*Metodo litostratigrafico, Metodo idrochimico, Metodo idrogeologico, Metodo multiparametrico*);

- un “*Abaco di sintesi su base comunale*” in cui è stata indicata la profondità massima e minima della base dell’acquifero superficiale; in detto Abaco per il Comune di Torino rispettivamente pari a 10 m e pari a 60 m;

Nel 2002, con il supporto dell’Università di Torino, la Provincia di Torino con una serie di studi sui corpi idrici superficiali e sugli acquiferi sotterranei ha prodotto una serie di elaborazioni dalle quali si è appreso:

- la pianura torinese costituisce l’elemento di raccordo tra la pianura cuneese e il resto della pianura padana e rappresenta di gran lunga **il serbatoio idrico più importante** di tutta la Provincia di Torino;
- per quel che concerne l’assetto idrogeologico della pianura di Torino, i suoi depositi sono distinti, su base granulometrica, in due grandi complessi:
 - depositi alluvionali antichi, recenti e attuali, contenenti la falda superficiale (Complesso Superficiale con spessore $20 \div 50$ m) ;
 - depositi sia continentali (Complesso Villafranchiano) che marini (la serie Pliocenica), essenzialmente limoso-argillosi scarsamente permeabili, nei quali sono comprese intercalazioni ghiaiose e sabbiose permeabili che possono ospitare falde idriche in pressione;
- nella maggior parte della pianura torinese la falda freatica è seguita in profondità da altre falde, in pressione. Lungo una fascia di territorio parallela al margine settentrionale della Collina di Torino è presente invece la sola falda superficiale, in quanto il materasso alluvionale poggia direttamente sul substrato eocenico-miocenico impermeabile della Collina di Torino.
- le isopieze presentano un andamento generale parallelo al contorno del bordo alpino con valori delle quote via via decrescenti andando verso il corso del Fiume Po; il corso del Po rappresenta il livello di base del sistema idrogeologico;
- i valori del gradiente idraulico, calcolato lungo alcune direttrici, sono compresi tra valori prossimi all’1%, nel settore di alta pianura (al di fuori del territorio comunale di Torino) e allo 0,1%, in quello di bassa pianura;
- per quel che riguarda le soggiacenze, la minore soggiacenza si riscontra verso nord in corrispondenza del limite comunale ;
- l’escursione della falda è più o meno dell’ordine di $0,5 \div 1$ m, nell’intervallo di soggiacenza $0 \div$

3 m e diventa dell'ordine di qualche metro per soggiacenze superiori a 20 m.

L'esame della documentazione relativa all'idrogeologia presente nel Vigente P.R.G.C. di Torino (Variante 100) ha compreso un oneroso lavoro di informatizzazione dei dati, raccolti in quasi 700 schede redatte dagli Estensori, una per ogni stratigrafia rintracciata di sondaggi, pozzi e piezometri. La caratterizzazione idrogeologica del settore di pianura, sono risultate tratte da uno studio riassuntivo di M. Civita e S. Pizzo (2001), basato su dati diversi, o perlomeno non dichiaratamente coincidenti, con quelli raccolti per la redazione degli allegati geologici al Vigente P.R.G.C. Da detto studio si sono apprese le seguenti informazioni:

- la presenza di un asse di drenaggio parallelo al Sangone spostato poco a settentrione del corso d'acqua;
- la Dora Riparia quale corso d'acqua alimentante la falda, nel settore più occidentale mentre, ad oriente, drenante la falda, come per altro lo Stura di Lanzo lungo tutto il suo corso;
- la soggiacenza della falda risulta notevole nei settori di pianura più elevati, compresi tra il Sangone e la Stura di Lanzo, dove raggiunge e supera i 20 m, più ridotta rispetto ai fondovalle fluviali dove è limitata a pochi metri;
- l'andamento della superficie libera della falda nel tempo evidenzia un trend di spostamento verticale crescente, nella zona centrale della città, grosso modo a cavallo della Dora Riparia (la soggiacenza diminuisce) ed un trend decrescente nella periferia sudoccidentale verso il Sangone e all'estremità settentrionale verso lo Stura di Lanzo (la soggiacenza aumenta). Per la restante parte del territorio comunale il trend risulta stazionario.

Le attività eseguite per la redazione della Carta idrogeologica sono iniziate nell'ambito della Convenzione del 2019 e sono consistite nell'analisi e nella relativa informatizzazione in GIS dei documenti di interesse presenti: 1) nel Vigente P.R.G.C. (Variante 100) del Comune di Torino; 2) nel Sistema Informativo Risorse Idriche di Regione Piemonte ; 3) nella Banca Dati Geotecnica di ARPA Piemonte; 4) nella Banca Dati costituita dalla Rete di Monitoraggio delle Acque Sotterranee del Piemonte; 5) nella Banca Dati relativa alle reti di monitoraggio delle Risorse Idriche della Città Metropolitana di Torino. Questo lavoro ha consentito di produrre la seguente documentazione resa disponibile al Comune:

- tutte le scansioni delle stratigrafie dei sondaggi rintracciate e rinumerate;

- la “*Carta dei punti di misura delle acque sotterranee*” redatta in 29 tavole (Elaborati G03) alla scala 1 : 5000;
- 29 Tabelle, una per tavola, dei dati relativi ai sondaggi;

Con il rinnovo della Convenzione avvenuto nel 2023, sono state rese disponibili:

- la redazione di tutte le scansioni delle stratigrafie dei piezometri rintracciate e rinumerate
- la redazione di tutte le Tabelle delle stratigrafie dei piezometri rintracciate e rinumerate

Sempre con la Convenzione 2023, sono intervenuti i seguenti cambiamenti e integrazioni per le mutate necessità del Comune di Torino e sono state prodotte:

- le elaborazioni cartografiche sono passate da scala 1: 5.000 a scala 1: 10.000 (ELABORATI A17-01-00 ÷ A17-03-00);
- sono stati aggiunti altri dati rintracciati nella documentazione di progetto di grandi opere di Torino realizzate ed in corso di realizzazione e altri dati rintracciati nella documentazione relativa a monitoraggi ambientali eseguiti ed in corso seguiti sia da Arpa Piemonte, sia dal Dipartimento Ambiente e Sviluppo sostenibile della Città Metropolitana di Torino, sia dalla Divisione Qualità Ambiente del Comune di Torino.

Per l’aggiornamento dello Studio Geologico, in ambiente GIS, sono stati ubicati in cartografia con simbolo puntuale complessivamente 1.460 potenziali punti di misura, suddivisi per tipologia d’opera (505 sondaggi; 434 piezometri; 519 pozzi) su di una base cartografica in scala 1:10.000. Ogni punto in carta è stato caratterizzato da un indice progressivo numerico univoco e, per ogni punto di misura, sono state raccolte ed ordinate tutte le informazioni relative al punto stesso, in una tabella secondo criteri esplicitati (ALLEGATO 1).

L’individuazione fisica dei punti di misura sul terreno ha comportato l’esame diretto di 197 piezometri e 75 pozzi comprensiva del riconoscimento di un certo numero di strumenti installati e non individuati con la ricerca a tavolino e di quasi una scheda per piezometro/pozzo visionato (ALLEGATO 2). Laddove possibile, di tutti i piezometri/pozzi visionati sono state eseguite misure topografiche della quota del piano campagna con GPS avanzato oppure è stata ricavata la quota usando la carta tecnica della Città di Torino.

Nel mese di Aprile 2025, con freatimetro manuale sono stati misurati 171 piezometri, 16 pozzi, distribuiti in modo casuale sul territorio comunale, e la superficie libera dell’acqua di 2 laghi. Durante la seconda metà di questo mese sul torinese si è verificato un evento pluviometrico

intenso ed importante (alluvione 15 – 17 aprile 2025) il cui accadimento ha richiesto un controllo sull'effetto che tale fenomeno poteva avere sull'escursione della falda. Dalle misurazioni di controllo eseguite in corrispondenza di strumenti già precedentemente misurati è risultato un spostamento verticale irrilevante ai fini del lavoro in corso.

La necessità di dare contezza della superficialità della falda misurata ha comportato la redazione di una carta di confronto tra le isolinee della base dell'acquifero, individuate nel 2022 dalla Regione Piemonte, corredate dalla relativa quota assoluta e dalla quota assoluta del fondo dello strumento ivi installato ed in seguito utilizzato per la misura stessa in 3 tavole alla scala 1:10.000 (ELABORATI: A18 -01-00 ÷ A18 -03-00).

Sulla scorta delle attività sopra riepilogate sono state redatte la *Carta idrogeologica* e la *Carta della soggiacenza* entrambe rispettivamente suddivise in 3 tavole alla scala 1:10.000 (ELABORATI A16 -01-00 ÷ A16 -03-00 ed ELABORATI A19 -01-00 ÷ A19 -03-00).

Il lavoro svolto ha messo in luce numerose difficoltà e criticità (disomogeneità di distribuzione, l'ambito cittadino complesso ecc.) che si è cercato di affrontare al meglio ma di cui è necessario tenere conto nella lettura dei risultati:

1. il quadro dell'assetto idrogeologico della Città di Torino non può dirsi completamente sotto controllo: troppi sono risultati i pozzi e i piezometri segnalati nelle Banche Dati e non rintracciati sul terreno, così come troppi sono stati i pozzi e i piezometri rintracciati sul terreno e sconosciuti alle Banche Dati. Questo comporta il rischio di interpretare come statici livelli che potrebbero essere in realtà dinamici;
2. la disomogeneità della rete di misura comporta la possibilità che la morfologia della superficie piezometrica ricavata con le misure dell'aprile 2025 possa risultare troppo semplificata nelle zone prive di misure;
3. l'impossibilità di individuare falde sospese più superficiali;
4. l'errore insito nella strumentazione usata.

La redazione della carta idrogeologica ha comportato, a monte, l'approfondimento conoscitivo dei metodi di elaborazione esistenti ed utilizzabili all'interno del software QGIS approfondimento che è stato eseguito anche con alcuni test di prova. Le prove eseguite sulla pianura tortonese hanno consentito di individuare i seguenti algoritmi:

- UK – Universal Kriging;

- SAGA – Thin plate spline;

quali gli algoritmi più performanti per la redazione della Carta Idrogeologica.

Lo studio, limitato alla parte di pianura del Comune, sulla base dei Fogli del CARG ha portato all'accorpamento delle Unità Geologiche ufficialmente riconosciute in quattro Complessi idrogeologici distinti (qualitativamente) in funzione del loro grado di permeabilità relativa:

- permeabilità molto elevata;
- permeabilità elevata;
- permeabilità da media ad elevata,
- permeabilità media.

La permeabilità molto elevata è stata attribuita a depositi che costituiscono gran parte delle attuali fasce di divagazione dei corsi d'acqua Po, Stura di Lanzo, Dora Riparia e Sangone e che ospitano paleoalvei ed alvei abbandonati o temporaneamente riattivabili. La loro superficie sommitale di coincide con l'attuale superficie topografica mentre lo spessore complessivo varia tra i 5 e i 25 - 30 m. La superficie di appoggio basale è di natura erosiva e risulta modellata sulle unità fluviali più antiche (rispetto alle quali mostra rapporti di terrazzamento), sui depositi marini pliocenici (argille azzurre in corrispondenza del T. Dora Riparia).

Nella Carta Idrogeologica tali depositi ricorrono con l'estensione più rilevante lungo il corso del T. Stura di Lanzo, lungo il corso del T. Dora Riparia, alla confluenza di questi due corsi d'acqua nel Fiume Po e ricorrono in fasce ristrette lungo il corso del Fiume Po e del T. Sangone.

La permeabilità elevata è stata attribuita a depositi che costituiscono la maggior parte del territorio comunale e che sono formati sia da una serie di corpi fluviali terrazzati, sia da sedimenti che costituiscono il conoide fluvioglaciale della Dora Riparia. Affiorano anche estesamente tra il corso della Dora Riparia e il corso del Sangone. La loro superficie sommitale coincide con l'attuale superficie topografica, mentre la superficie di appoggio basale di natura erosiva è modellata sia nel substrato marino pliocenico sia sui depositi continentali quaternari. Lo spessore dei corpi sedimentari varia da un minimo di pochi metri ad un massimo di 15-30 m.

Nella Carta Idrogeologica questi depositi ricorrono con l'estensione più rilevante tra il confine settentrionale del comune e il corso del T. Stura di Lanzo; altri lembi affioranti di detti depositi si riscontrano al confine occidentale comunale lungo il corso della Dora Riparia, così come tra Corso

Regina e Corso San Maurizio, in destra idrografica della Dora, estendendosi fino a pochi isolati prima della sponda sinistra del Po.

Una permeabilità da media ad elevata è stata attribuita ai depositi che costituiscono alcuni lembi lungo il confine comunale a Nord, sia in destra che in sinistra idrografica del corso dello Stura di Lanzo e che affiorano in destra idrografica della Dora Riparia ed in sinistra idrografica del F. Po, per una fascia di territorio più rilevante. Sono sedimenti appartenenti sia al settore frontale di un antico conoide del T. Stura di Lanzo sia costituiscono parte dell'esteso conoide fluvioglaciale del T. Dora Riparia. Lo spessore dei corpi sedimentari varia da un minimo di pochi metri ad un massimo di 35 m.

La permeabilità media è stata attribuita ai depositi di genesi eolica potenti pochi metri che si riscontrano in lembi di limitate dimensioni lungo il confine comunale all'altezza di Grugliasco.

Infine per gli accumuli di origine antropica non è stata individuata una permeabilità univoca in quanto le caratteristiche reologiche degli stessi possono essere molto differenti e comportare permeabilità da molto elevate a basse a seconda della loro composizione granulometrica.

La carta idrogeologica, oltre a riportare i complessi idrogeologici riporta le caratteristiche dell'acquifero esplicitate con l'individuazione:

- delle isopieze di falda libera disegnate con intervallo di 2 m espresse in m s.l.m.;
- degli asse drenanti;
- degli spartiacque sotterranei.

Nella carta idrogeologica sono stati riportati altri elementi, sia naturali che antropici, che si è ritenuto possano avere una influenza sul flusso idrico sotterraneo sia nella Zona non satura che nell'acquifero. Questi elementi sono:

- gli alvei antichi, elementi naturali che comprendono: canali/alvei abbandonati sia riempiti che non, tagli di meandro e paleoalvei;
- le scogliere e i muri di sponda, elementi antropici che possono impedire o rallentare lo scambio idrico fra acque superficiali ed acque sotterranee.

Nella carta della soggiacenza sono state tracciate le linee ad egual soggiacenza, sia quelle prodotte informaticamente che quelle solo ipotizzate sulla base delle informazioni disponibili.

Il lavoro di elaborazione dei dati raccolti ha dato i seguenti risultati:

- lo sguardo d'insieme delle isopieze ottenute consente di affermare che il flusso idrico sotterraneo in corrispondenza della superficie della Città di Torino scorre da ONO a d ESE in accordo con le informazioni di letteratura. L'asse drenante di base risulta essere il F. Po che, in corrispondenza della Città, scorre da SSO a NNE, approssimativamente perpendicolare al flusso idrico sotterraneo;
- la superficie piezometrica racchiusa nei confini del Comune di Torino si sviluppa dalla quota assoluta massima di 246 m s.l.m., al limite occidentale della Città, alla quota assoluta minima di 202 m s.l.m., al limite orientale;
- la superficie piezometrica risulta articolata in *"valli"* e *"dossi"* che in idrogeologia assumono il ruolo di assi drenanti e spartiacque sotterranei la presenza e la conformazione dei quali ha richiesto un'analisi dedicata area per area (si veda il Paragrafo 7.2).

Sono stati riconosciuti 5 assi drenanti e 2 spartiacque sotterranei, i primi ubicati rispettivamente:

- lungo il corso del T. Stura di Lanzo dal confine comunale fino alla isopieza a quota 216 m s.l.m. Verso la confluenza con il Po le isopieze si spianano fino a modellare un altro asse drenante posto trasversalmente al corso d'acqua (dalla isopieza a quota 214 m s.l.m. alla isopieza a quota 206 m s.l.m.);
- a sud, in corrispondenza di Corso Rosselli (dalla isopieza a quota 230 m s.l.m. alla isopieza a quota 223 m s.l.m.);
- ancora più a sud, tra Corso Tazzoli e Corso Salvemini (dalla isopieza a quota 236 m s.l.m. alla isopieza a quota 228 m s.l.m.). A valle di queste quote un altro asse drenante si riconosce dalla isopieza a quota 222 m s.l.m. fino al F. Po.

I secondi (gli spartiacque sotterranei) ubicati rispettivamente:

- per un tratto (dalla isopieza a quota 240 m s.l.m. alla isopieza a quota 226 m s.l.m.), grosso modo in corrispondenza del corso della Dora Riparia;
- a sud dei corsi Francia e Peschiera con andamento curvilineo, dalla isopieza a quota 240 m s.l.m. alla isopieza a quota 224 m s.l.m.

I risultati della Carta Idrogeologica sono stati confrontati con quelli ottenuti da Arpa Piemonte nel 2002, tenendo in conto la differenza di scala e di approccio di studio tra le due ricostruzioni.

Sono state avanzate le seguenti osservazioni:

- in generale l'andamento delle isopieze lungo la direzione NNE – SSO è osservabile in

entrambe le cartografie; ciò che si evidenzia maggiormente è che nella cartografia di Arpa la quota assoluta delle isopieze è generalmente di poco più bassa, a patto che ci si limiti a considerare le quote massime e minime assolute comprese nel territorio comunale senza soffermarsi sulla loro distribuzione;

- il T. Stura di Lanzo svolge un'azione drenante in entrambe le ricostruzioni, la differenza risiede nelle quote altimetriche qui più basse nel 2025: la differenza più evidente è relativa alla quota di "ingresso" della falda nell'ambito del territorio comunale che, nella carta Arpa, è pari a circa 243 m s.l.m. mentre qui risulta a quota 238 m s.l.m., quindi di circa 5 m più bassa. La differenza si riduce a circa 3 m in corrispondenza della confluenza. Il trend altimetrico lungo questo corso d'acqua sembra essere quindi in diminuzione;
- in prossimità della confluenza del T. Stura di Lanzo nel F. Po, la conformazione della superficie piezometrica del 2025 da corpo all'ipotesi Arpa circa il fatto che: *"...i flussi idrici provenienti da sud potrebbero in parte essere collegati anche all'alimentazione da parte del T. Dora Riparia..."*;
- la morfologia della superficie piezometrica, tra il T. Stura di Lanzo e il corso della Dora Riparia risulta confrontabile tra i due lavori, sebbene non sovrapponibile. Il trend altimetrico in questo settore sembra essere quindi in aumento;
- il maggiore dettaglio con cui si è cartografato il risultato delle misure nel 2025 ha consentito di individuare, al confine del territorio comunale, la transizione della Dora Riparia da corso d'acqua indipendente dalla falda (ad ovest) e corso d'acqua alimentante la falda (ad est) evidenziata nella documentazione Arpa. Lungo l'asse della Dora Riparia il trend altimetrico sembra essere quindi in aumento;
- la morfologia della superficie piezometrica, tra il corso della Dora Riparia e il corso del T. Sangone è decisamente poco confrontabile con quanto redatto da Arpa Piemonte nel 2002 ad iniziare dalle quote altimetriche d'ingresso nel territorio comunale (240 m s.l.m. nel 2025 circa 248 m s.l.m. nel 2002), sebbene anche Arpa, nella sua documentazione riferisca di: *"...un asse drenante con direzione ovest-est che si individua nel settore tra la Dora Riparia e il T. Sangone..."* asse chiaramente tracciato nell'attuale cartografia.

Il maggior dettaglio comporta l'accentuazione delle curve lungo la Dora e di quelle lungo l'asse drenante a sud e di conseguenza il quadro d'insieme risulta distorto rispetto a quanto

costruito da Arpa peraltro più di 20 anni fa.

Sempre tenendo bene in conto la differenza di scala e di approccio di studio, il confronto con quanto elaborato dal Politecnico di Torino per il Piano Regolatore della Città (Variante 100) evidenzia:

- il riconoscimento dell'asse di drenaggio lungo il T. Sangone;
- il riconoscimento della Dora Riparia quale corso d'acqua alimentante nel settore occidentale; meno chiara risulta la funzione drenante ad oriente, appena accennata dalle isopieze da quota 218 m s.l.m. alla quota 212 m s.l.m. nella cartografia del 2025;
- la conferma dei trend di spostamento verticali nei vari settori cittadini ed in particolare: il trend crescente (soggiacenza in diminuzione) in corrispondenza della Dora Riparia; il trend decrescente (soggiacenza in aumento) a nord del T. Stura di Lanzo e tra la Dora Riparia e il T. Sangone.

Sempre tenendo bene in conto la differenza di scala e di approccio di studio tra l'andamento della soggiacenza ricostruito da Arpa nel 2002 – 2005 e quella descritta in questa relazione, circoscritta al territorio della Città di Torino e elaborata alla scala 1:10.000, si possono avanzare le seguenti osservazioni:

- una discreta corrispondenza tra i risultati dei due studi, quello attuale e quello passato, soprattutto per le soggiacenze minime comprese tra 0 e 5 m;
- una discreta corrispondenza tra i risultati dei due studi per le soggiacenze massime comprese tra 10 e 38 m;
- alcuni scostamenti nella distribuzione areale tra i risultati dei due studi per le soggiacenze intermedie comprese tra 5 e 10 m soprattutto a nord dello Stura di Lanzo, dove le soggiacenze sembrano inferiori a quelle riportate da Arpa; lungo la sponda sinistra del T. Sangone, per lo stesso motivo, e lungo il tratto di monte della Dora Riparia dove la distribuzione areale di questa classe di soggiacenza sembra più ampia e distribuita diversamente.

Le criticità descritte nel Capitolo 6 hanno costituito lo spunto per individuare alcuni criteri procedurali e lo spunto per formulare le raccomandazioni che si espongono nel seguito:

1. come si è già avuto modo di osservare, la distribuzione di punti di misura non può definirsi sufficientemente regolare e, in generale, ottimale. Dovrebbe quindi costituire obiettivo tra

gli altri, installare nuovi piezometri nelle aree che ne sono prive e, al contrario, limitare la loro installazione nelle aree che risultino già sufficientemente attrezzate. **Fatte salve le indiscutibili necessità connesse alla progettazione delle opere e o allo stato ambientale dei siti di futura trasformazione**, si indicano le seguenti zone come aree nelle quali prescrivere l'installazione di almeno 1 piezometro in occasione della previsione di scavi puntuali che non abbiano un piezometro già installato e accessibile nel raggio di 500 m:

- da Via delle Querce verso nord fino al confine comunale;
 - da Strada Nuova Villaretto verso nord fino al confine comunale;
 - tra corso Regina Margherita- Corso Potenza – Corso Grosseto – Corso Ferrara e il limite comunale
 - tra corso Regina Margherita- via Pietro Cossa – Corso Inghilterra;
 - tra la sponda destra della Dora Riparia – Corso Giulio Cesare – Via Milano – Via Cernaia – corso Inghilterra – corso Principe Oddone;
 - tra il confine comunale – strada antica di Grugliasco – Viale Bistolfi – Corso Rosselli – Via Tolmino – Via Gorizia – Corso Orbassano - Via Guido Reni - Corso Salvemini;
 - tra corso Orbassano – Corso Tazzoli – Corso Agnelli - Corso Sebastopoli;
 - tra Corso Traiano – Corso Benedetto Croce - Via Artom – sponda sinistra del T. Sangone – limite comunale;
2. per scavi puntuali è da intendersi scavi di volume pari o superiore a 3.000 m³ e/o il cui fondo sia previsto attestarsi dai 4 m al di sopra della superficie piezometrica conosciuta fino alla quota di 1 m al di sopra della superficie piezometrica conosciuta. Non rientrano in questa categoria gli scavi e/o i movimenti terra eseguiti per motivi di bonifica ambientale; in questo caso la realizzazione dei piezometri deve seguire comunque e in ogni caso le indicazioni progettuali specifiche;
3. per scavi puntuali, da intendersi scavi di volume pari o superiore a 3.000 m³ e/o il cui fondo sia previsto attestarsi da 1 m al di sopra della superficie piezometrica fino alla quota della superficie piezometrica conosciuta o più profondamente. In questo caso si suggerisce di prescrivere l'installazione di almeno 3 piezometri in modo da poter ricostruire la superficie piezometrica sito-specifica;
4. è necessario controllare che il piezometro da installare (quasi sempre previsto in fase

progettuale) venga ubicato in un punto:

- non destinato ad essere coinvolto nei movimenti terra durante la realizzazione dell'opera in modo da preservarne la funzionalità;
- preferibilmente su suolo pubblico o su suolo privato facilmente accessibile;
- in corrispondenza delle righe laterali di parcheggio se previsto in area adibita a parcheggio pubblico;
- lungo strada ma a bordo marciapiede.

Tutto ciò per rendere agevoli future attività di monitoraggio.

5. il piezometro deve essere installato a regola d'arte, adeguatamente schermato e protetto, di difficile apertura e con un chiusino anonimo.

Per quel che riguarda sia i piezometri che i pozzi sarebbe necessario, partendo dai dati raccolti in questa occasione, creare un data-base georiferito che raccolga tutte le informazioni relative ai piezometri e ai pozzi presenti in città; un data-base da tenere aggiornato. Nell'ambito di questa attività potrebbe essere utile verificare in sito la reale presenza dei pozzi e piezometri segnalati per proseguire e terminare il lavoro solo in parte eseguito per questo studio.

Le attività sopra descritte richiederebbero la costituzione di un nucleo di persone che si dedichi all'aggiornamento e alla verifica dei dati; inoltre, in vista dei cambiamenti climatici in atto sarebbe lungimirante l'investimento di risorse in più anni per creare una rete automatica di controllo della soggiacenza della falda freatica, il cui funzionamento, controllo, scarico ed elaborazione dei dati potrebbe essere messo in capo al suddetto nucleo di persone.

Infine si ricorda che:

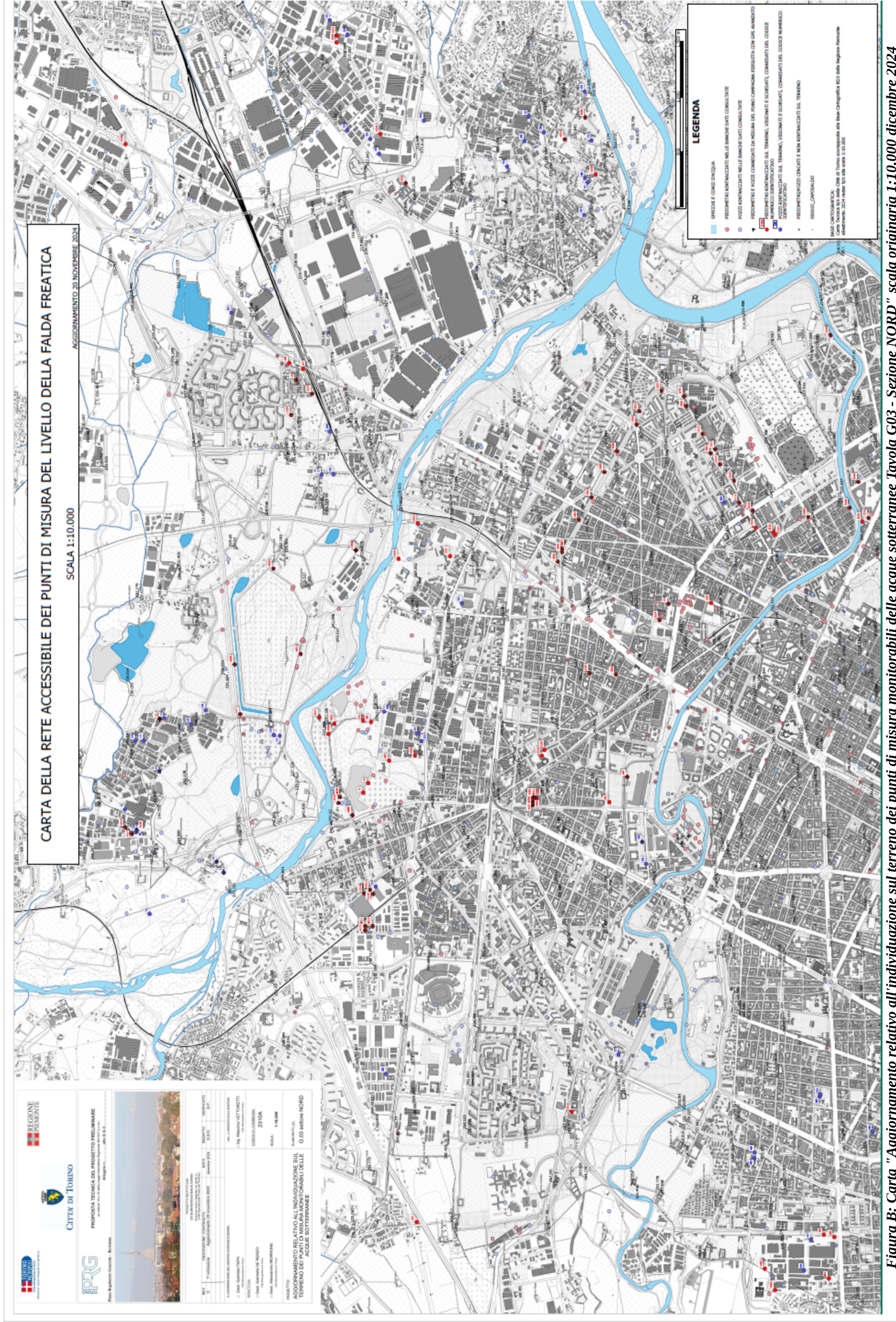
6. la base dell'acquifero superficiale indicata negli ELABORATI A18-01-00 ÷ A18-03-00 è da considerare come la profondità massima raggiungibile da un'opera potenzialmente miscelante, ferma restando la facoltà delle amministrazioni locali di stabilire di volta in volta delle profondità inferiori da non superare in funzione della tipologia dell'opera (pozzo singolo, campo pozzi, cave, sonde geotermiche,...);
7. qualora si prevedano opere lineari la cui profondità sia comparabile alla profondità della base dell'acquifero è necessario verificare che le stesse non sbarrino completamente l'acquifero superficiale e che sia sempre garantito il flusso dell'acqua sotterranea in modo da evitare sovraccarichi idraulici a monte e depressioni della falda a valle.

9. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.G.R. del 24 marzo 2025, n. 8-905: *“Legge regionale n. 56/1977. Approvazione dei Criteri e indirizzi in materia di difesa del suolo e pianificazione territoriale e urbanistica”, quale documento unico di aggiornamento e sostituzione dei vigenti atti e provvedimenti adottati sul tema a livello regionale”*
- D.G.R. 16/4/2021, n. 8-3089: *“Norme tecniche del Piano del Piano di Tutela delle Acque (P.T.A.)”*
- D.G.R. 2/2/2018, n. 12-6441: *“Aree di ricarica degli acquiferi profondi - Disciplina regionale ai sensi dell’articolo 24, comma 6 delle Norme di piano del Piano di Tutela delle Acque approvato con D.C.R. n. 117-10731 del 13 marzo 2017”*
- D.D. 21/7/2016, n. 268: *“Aree di ricarica degli acquiferi profondi – Approvazione della metodologia utilizzata e della delimitazione a scala 1:250.000”;*
- D.D. 3/12/2015, n. 66 e relativa rettifica con D.D. 23/3/2016, n. 98: *approvazione delle “Linee guida regionali per l’installazione e la gestione delle sonde geotermiche;*
- D.D. 3/12/2015, n. 539: *approvazione delle “Linee guida per la chiusura e il ricondizionamento dei pozzi” ai sensi del Regolamento Regionale 29 luglio 2003, n.10/r e s.m.i. - Allegato E (Adempimenti connessi alla cessazione del prelievo);*
- D.D. 3/12/2012, n. 900: *“Aggiornamento della cartografia della base dell’acquifero superficiale nelle aree di pianura alla scala 1:50.000 e revisione dei parametri numerici relativi ai criteri tecnici orientativi - L.R. 30 aprile 1996 n. 22, art. 2, comma 72 – Allegato 1 (Relazione tecnica sull’adeguamento della cartografia della base dell’acquifero superficiale del territorio delle province di Alessandria, Asti, Biella, Novara, Torino, Vercelli e VCO e revisione dei parametri numerici relativi ai criteri tecnici orientativi) – Allegato 2 (Abaco di sintesi su base comunale);*
- D.G.R. 3/6/2009, n. 34-11524, art. 2, comma 7: *“criteri tecnici per l’identificazione della base dell’acquifero superficiale e aggiornamento della cartografia contenuta nelle “Monografia delle macroaree idrogeologiche di riferimento dell’acquifero superficiale” del Piano di Tutela delle Acque, approvato con D.C.R. n. 117 - 10731 del 13/03/2007 – Allegato 1 (Inquadramento idrogeologico del territorio piemontese, criteri tecnici per la ricostruzione della base dell’acquifero superficiale delle aree di pianura, criteri orientativi adottati per identificare nelle aree montane, collinari e di fondovalle alpina la profondità massima della superficie di delimitazione tra i sistemi di flusso superficiali e quelli profondi, nonché le modalità di esecuzione della cartografia e i criteri e le modalità di aggiornamento della stessa) – Allegato 2 (Abaco di sintesi, per ogni comune piemontese, nel quale*

sono indicate la presenza nel territorio comunale di una o più aree e sottoaree in cui è stato suddiviso l'intero territorio regionale, nonché, ove possibile, la profondità massima e minima della base dell'acquifero superficiale per i comuni il cui territorio ricade completamente o parzialmente nelle aree di pianura) – Allegato 3 (Aggiornamento della cartografia di base dell'acquifero superficiale per quanto riguarda parte del territorio delle macroaree idrogeologiche di riferimento del P.T.A. 2007: MS07, MS08, MS10);

- Regolamento regionale 11/12/2006 n. 15/R: *"Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano (L.R. 29/12/2001, n.61)"*
- D.Lgs 3/4/2006, n. 152, artt. 94, 95 e 96: *"Norme in materia ambientale"*;
- Regolamento regionale 29/7/2003, n. 10/R recante la *"Disciplina dei procedimenti di concessione di derivazione di acqua pubblica (L.R. 29 dicembre 2000, n. 61)"* - come modificato dal regolamento 9/3/2015, n. 2/R
- L.R. 29/12/2000, n. 61: *Disposizioni per la prima attuazione del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152 in materia di tutela delle acque.*
- Nota Tecnica Esplicativa del Dicembre 1999 alla Circolare n. 7/LAP - ABROGATA -
- Circolare del Presidente della Giunta Regionale 8/5/1996 n. 7/LAP: *"L.R. 5 dicembre 1977, n. 56, e successive modifiche e integrazioni - Specifiche tecniche per l'elaborazione degli studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici"* - ABROGATA -
- L.R. 30/4/1996, n.22: *"Ricerca, uso e tutela delle acque sotterranee"*
- L. 5/1/1994, n. 36: *"Disposizioni in materia di risorse idriche"*
- R.D 11/12/1933 n. 1775: *"Approvazione del testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e sugli impianti elettrici"*.



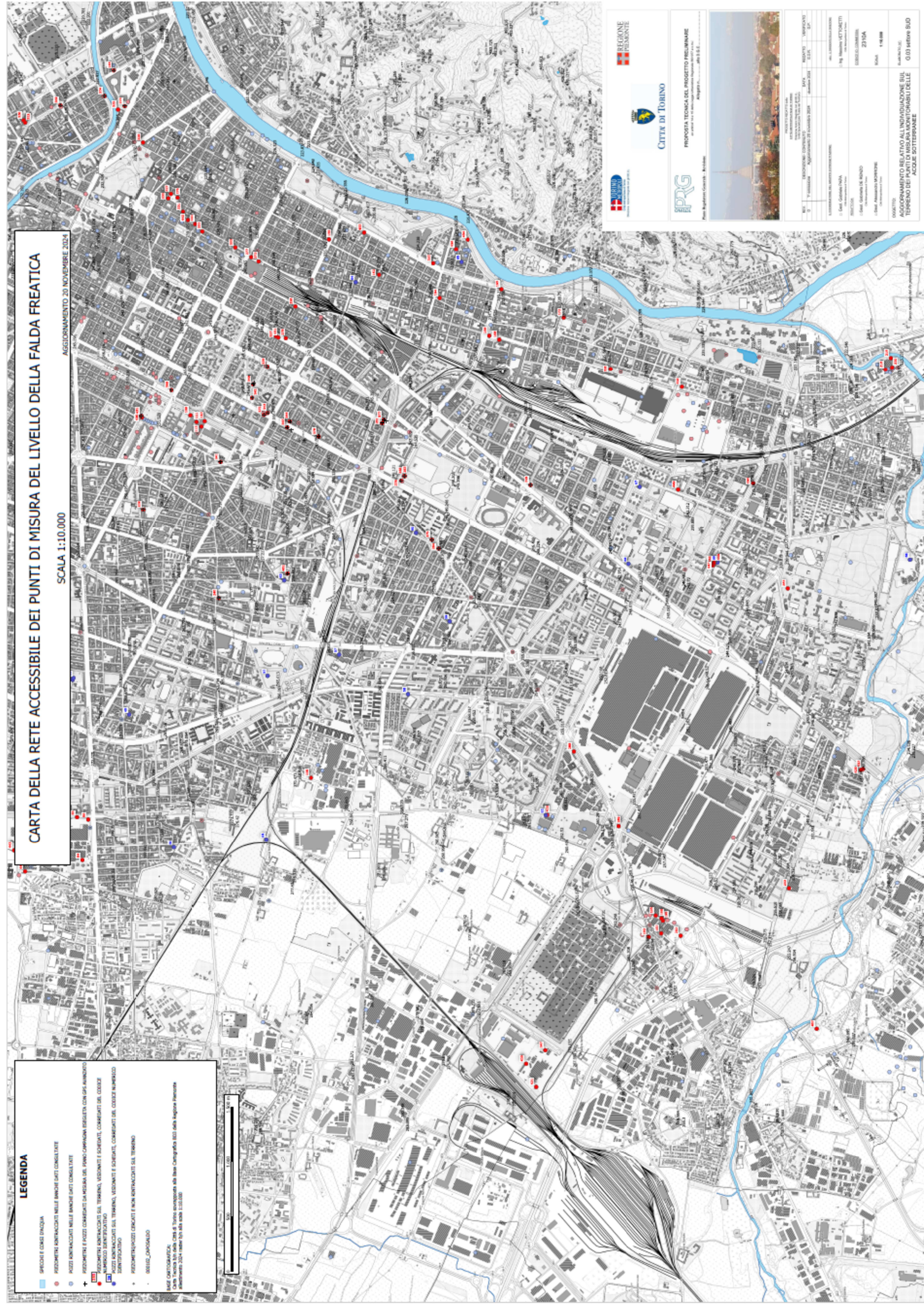


Figura C: Carta "Aggiornamento relativo all'individuazione sul terreno dei punti di misura monitorabili delle acque sotterranee - Tavola G03 - Sezione SUD" scala originaria 1 : 10.000 dicembre 2024