

5. Risultati finali e criticità

Il bilancio delle acque sotterranee

Nella tabella che segue sono riportati i valori del bilancio per ogni acquifero studiato. Per gli acquiferi di Lucca e Bientina il saldo annuale si presenta negativo, ovvero le perdite sono maggiori del compenso derivante dai vari apporti. Ricordiamo che il bilancio è calcolato sull'orizzonte 1993-2006. Per gli altri acquiferi il bilancio è positivo, anche se per gli acquiferi della Val d'Era, di Prato, del Mugello e di Empoli il saldo attivo è prossimo all'equilibrio.

ACQUIFERO	RISERVE (m ³ 10 ⁶)	SALDO(m ³ 10 ⁶)
Chiana	550	10,27
Arezzo	102	8,36
Casentino	16	4,23
Valdarno superiore	36	2,80
Pesa	10	2,35
Mugello	8	0,19
Elsa	31	2,63
Santa Croce	107	0,57
Valdinievole	60	5,74
Bientina	113	-6,64
Pianura di Pisa	287	14,08
Lucca	223	-0,75
Empoli	48	0,68
Firenze	68	6,00
Prato	108	0,78
Pistoia	90	5,34
Val d'Era	25	0,52

Tabella 73 – Valori di bilancio degli acquiferi studiati

Il deficit idrico locale, rappresentato dalla zonazione delle aree a diversa disponibilità di risorsa, è invece rappresentato nella tabella seguente che indica la distribuzione areale delle diverse classi sia in termini assoluti che percentuali. Si deve considerare che, per semplicità di rappresentazione, le classi di disponibilità sono individuate sulla proiezione in superficie dell'acquifero: ciò significa che la diversa criticità è peculiare di quell'acquifero, la cui risorsa è oggetto di sfruttamento.

Classe	Proiezione in superficie (km ²)	Percentuale
D1	1246.56	61.85
D2	667.08	33.10
D3	68.17	3.38
D4	33.65	1.67

Tabella 74 – Distribuzione delle classi di disponibilità

Nella tabella successiva sono invece distinte le classi di disponibilità per ciascun acquifero considerato in chilometri quadrati sempre riferiti alla proiezione in superficie.

ACQUIFERO	Proiezione in superficie	D1		D2		D3		D4	
	[km ²]	[km ²]	[%]	[km ²]	[%]	[km ²]	[%]	[km ²]	[%]
Casentino	32	29,3	(90,5)	2,0	(6,4)	0,7	(2,1)	0,3	(1,1)
Valdichiana	594	282,4	(47,5)	295,9	(49,8)	15,5	(2,6)	0,1	(0,0)
Arezzo	84	80,6	(95,9)	1,4	(1,7)	2,0	(2,4)	0,0	(0,0)
Valdarno superiore	39	23,7	(60,7)	11,1	(28,5)	3,1	(8,0)	1,1	(2,9)
Mugello	13	11,1	(85,3)	0,0	(0,1)	1,3	(10,0)	0,6	(4,6)
Firenze	172	96,0	(55,7)	66,8	(38,8)	7,1	(4,1)	2,3	(1,4)
Prato	86	74,4	(86,5)	0,0	(0,0)	3,9	(4,5)	7,8	(9,0)
Pistoia	118	24,7	(20,9)	91,4	(77,1)	0,1	(0,1)	2,2	(1,9)
Pesa	20	17,5	(87,6)	0,1	(0,5)	1,0	(5,2)	1,3	(6,7)
Empoli	44	30,1	(69,1)	3,3	(7,6)	8,0	(18,3)	2,2	(5,0)
Valdinievole	99	54,0	(54,6)	44,3	(44,8)	0,0	(0,0)	0,6	(0,6)
Elsa	46	17,4	(37,8)	23,9	(51,9)	4,1	(9,0)	0,6	(1,4)
Santa Croce	94	79,0	(84,0)	2,9	(3,1)	8,91	(9,5)	3,2	(3,4)
Val d'Era	43	40,9	(96,0)	1,3	(3,1)	0,0	(0,0)	0,4	(0,9)
Bientina	44	41,4	(93,3)	0,7	(1,7)	0,5	(1,2)	1,7	(3,9)
Lucca	79	67,8	(85,8)	4,3	(5,5)	0,3	(0,3)	6,6	(8,4)
Pianura di Pisa	407	276,5	(67,8)	117,4	(28,8)	11,6	(2,9)	2,4	(0,6)

Tabella 75 – Classi di disponibilità per ciascuno degli acquiferi studiati

Il bilancio delle acque superficiali

Come indicato in precedenza, per le acque superficiali il bilancio è stato calcolato per il periodo estivo ed aggregato in 44 sezioni significative che sottendono a loro volta interbacini (aree comprese tra due sezioni consecutive) e sottobacini (aree comprese tra la sezione significativa di chiusura e lo spartiacque). I risultati delle curve di durata elaborate sono espressi in numero di giorni per i quali la portata fluente è inferiore o superiore al DMV. La criticità rilevata alla sezione significativa di valle si estende all'interbacino sino alla sezione di monte.

L'applicazione del modello afflussi/deflussi ha permesso di ottenere delle serie storiche di portata ricostruita in ognuna delle sezioni significative scelte. Per ognuna, sono stati considerati i soli valori del periodo estivo (da Giugno a Settembre compresi), e di questi si è costruita la curva di durata delle portate. La curva, ottenuta ordinando i valori in senso decrescente, viene mostrata in un grafico semilogaritmico, assumendo in ordinate i valori (logaritmici) delle portate, e in ascisse il numero dei giorni da 0 a 122 (numero dei giorni del periodo estivo). Il valore dell'ascissa rappresenta il numero di giorni per cui è mantenuto un valore di portata uguale o superiore a quello rappresentato nella corrispondente ordinata. Di fatto, si tratta di un valore di frequenza valutato sull'intero arco temporale della serie sintetica (ricostruita, si ricorda, sul periodo 1993-2006).

Le sezioni a criticità molto elevata (quelle per cui la portata è inferiore al DMV per più di 60 giorni su 120) sono concentrate nella porzione meridionale del bacino; si tratta principalmente degli affluenti posti in sinistra idrografica dell'Arno: Chiana, Ambra, Greve, Pesa, Egola, Era. Tale livello di criticità si riscontra anche per la parte montana dell'Ombrone, per il torrente Nievole e per l'intero bacino del Bisenzio.

Per l'interbacino dello Scolmatore dell'Arno e per il sottobacino del Canale Emissario di Bientina, non è stato possibile determinare il DMV, e quindi il livello di criticità, in quanto la notevole antropizzazione del reticolo altera in maniera sostanziale i parametri idrologici e biologici, connessi sostanzialmente all'azione dei sistemi di regolazione.

Di seguito vengono riportate delle schede che sintetizzano i risultati per ognuno dei sottobacini individuati nel piano, con alcune note che evidenziano le caratteristiche delle curve di durata estive per le diverse sezioni.

Bacino: Casentino

Curve di durata del periodo estivo e confronto con il valore del DMV

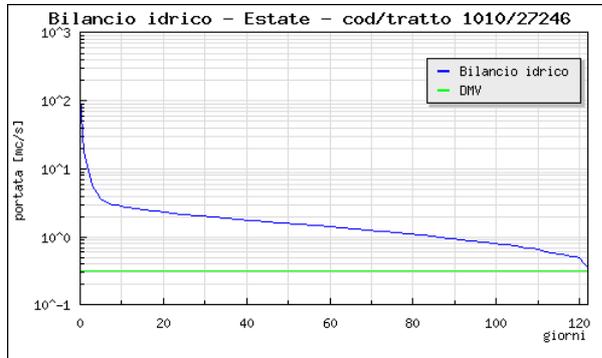


Figura 147 - Alto Casentino – Classe criticità 1
(deficit idrico nullo)

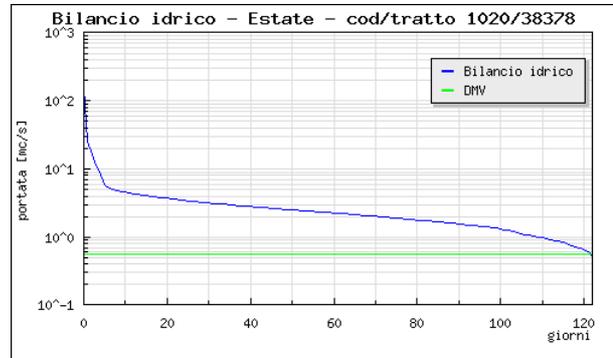


Figura 148 - Medio Casentino – Classe criticità 1
(deficit idrico nullo)

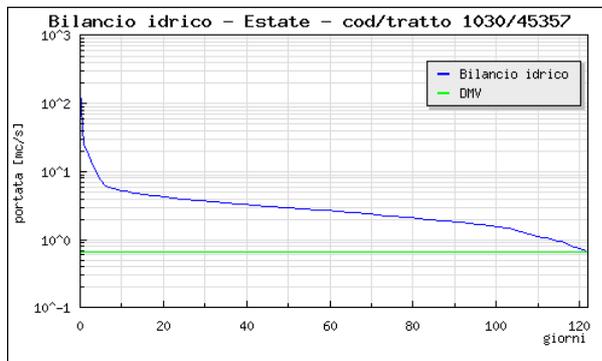


Figura 149 - Basso Casentino – Classe criticità 1
(deficit idrico nullo)

La situazione del Casentino è complessivamente tale da garantire portate nel periodo estivo costantemente superiori al valore di DMV stimato.

Bacino: Chiana

Curve di durata del periodo estivo e confronto con il valore del DMV



Figura 150 - Chiana Superiore – Classe criticità 4 (deficit idrico molto elevato)



Figura 151 - Chiana Media - a monte della confluenza Allacciante di sinistra – Classe criticità 4 (deficit idrico molto elevato)

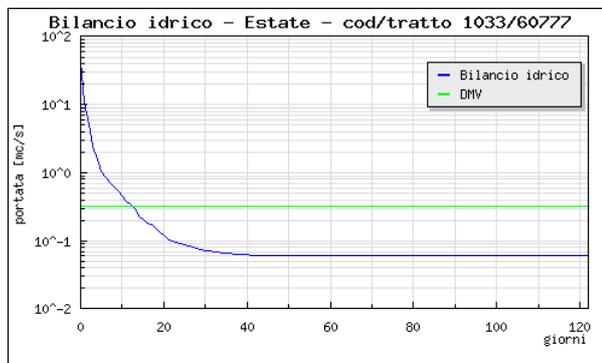


Figura 152 - Chiana Media - Affluente di sinistra – Classe criticità 4 (deficit idrico molto elevato)

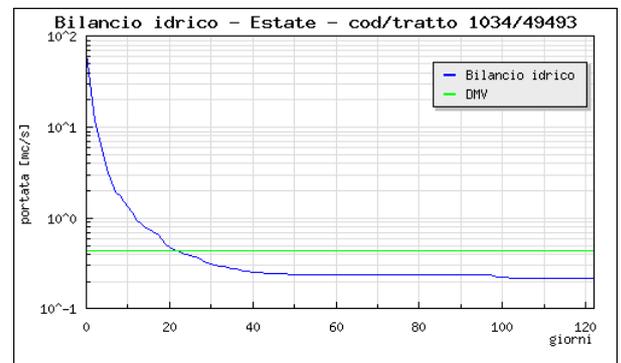


Figura 153 - Chiana Inferiore – Classe criticità 4 (deficit idrico molto elevato)

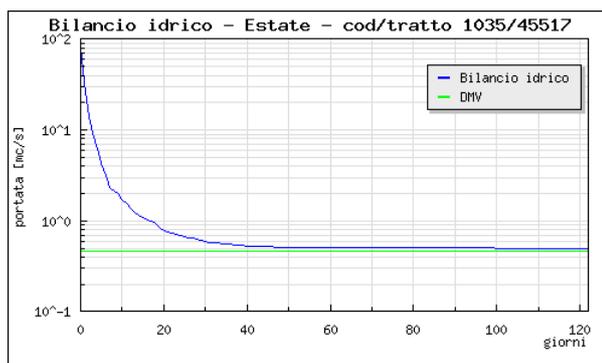


Figura 154 - Canale Maestro della Chiana alla confluenza con il Fiume Arno – Classe criticità 1 (deficit idrico nullo)

La situazione della Chiana risulta a deficit idrico molto elevato, eccetto che per il tratto terminale. Il confronto tra le curve di durata e il valore di DMV evidenzia però una situazione limite anche per questo caso. La forma della curva di durata estremamente piatta per le durate maggiori lascia capire il peso della combinazione prelievi/rilasci sul mantenimento delle portate di magra di tutto il corso d'acqua.

Bacino: Valdarno Superiore

Curve di durata del periodo estivo e confronto con il valore del DMV

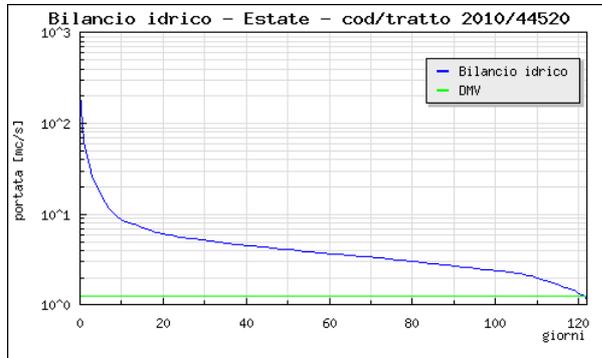


Figura 155 - Valdarno Superiore - a monte della confluenza Ambra - Classe criticità 1 (deficit idrico nullo)

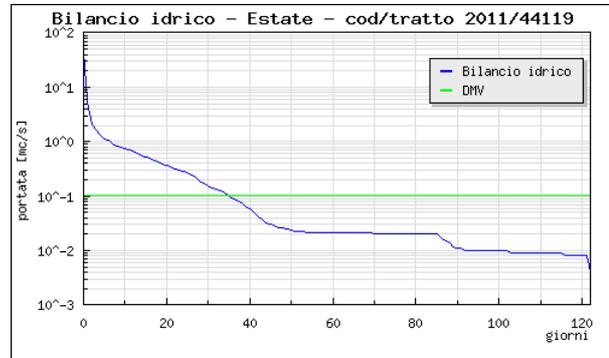


Figura 156 - Ambra - Confluenza con Arno - Classe criticità 4 (deficit idrico molto elevato)

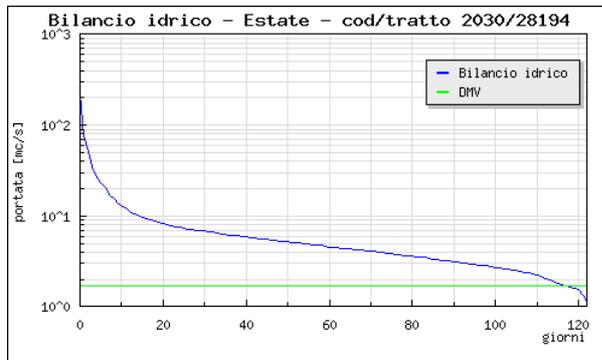


Figura 157 - Valdarno Superiore - a valle della confluenza Ambra

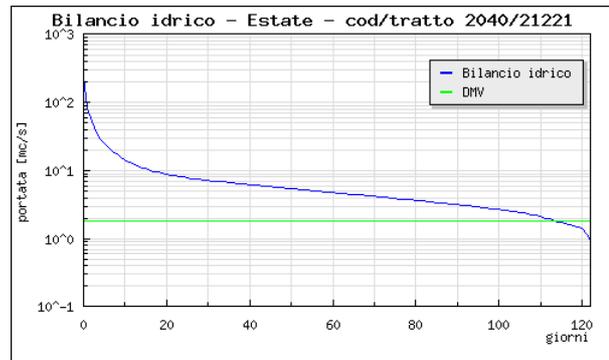


Figura 158 - Valdarno Superiore - a monte confluenza Sieve

Il torrente Ambra risulta in una grave situazione di deficit idrico. La situazione dei tratti del Valdarno superiore passa da una situazione di monte a deficit idrico nullo a una situazione di valle di deficit idrico medio; le curve evidenziano il numero di giorni critici estremamente contenuto.

Bacino: Sieve

Curve di durata del periodo estivo e confronto con il valore del DMV

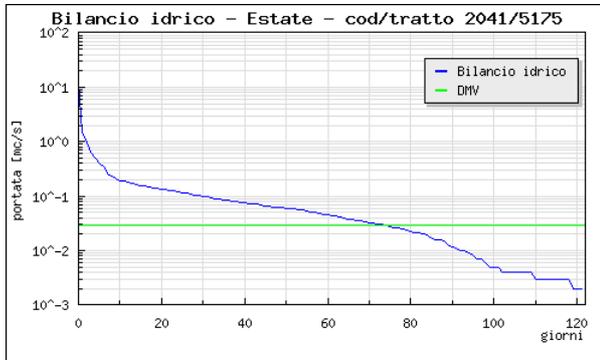


Figura 159 - Sieve Alta – Classe criticità 3 (deficit idrico elevato)

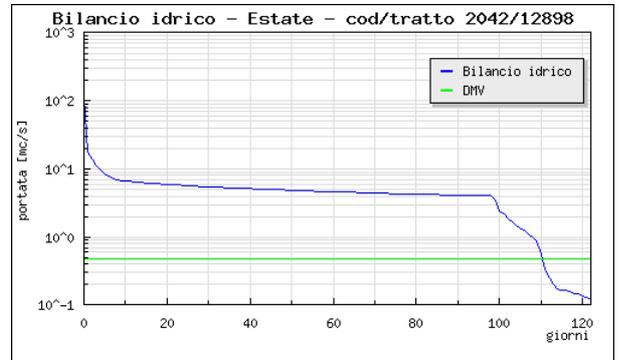


Figura 160 - Sieve Media – Classe criticità 2 (deficit idrico medio)

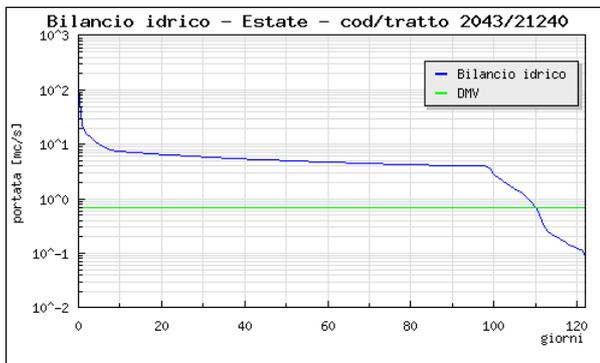


Figura 161 - Sieve Inferiore – Classe criticità 2 (deficit idrico medio)

Mentre nel tratto di monte le portate risultano inferiori al DMV per durate superiori ai 30 giorni, la situazione nelle due sezioni di valle si attesta ad un livello di deficit idrico medio, con una partita inferiore al DMV per circa 10 giorni.

Bacino: **Valdarno Medio**

Curve di durata del periodo estivo e confronto con il valore del DMV

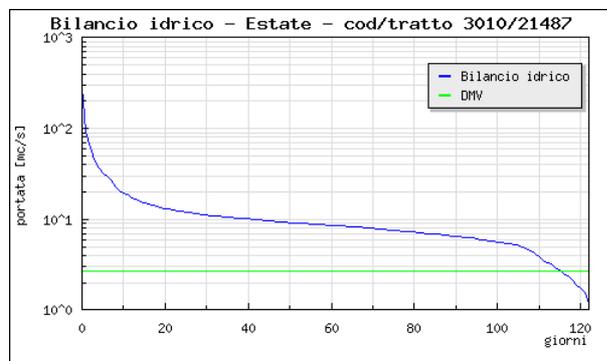


Figura 162 - Valdarno Medio - a monte confluenza Mugnone – Classe criticità 2 (deficit idrico medio)

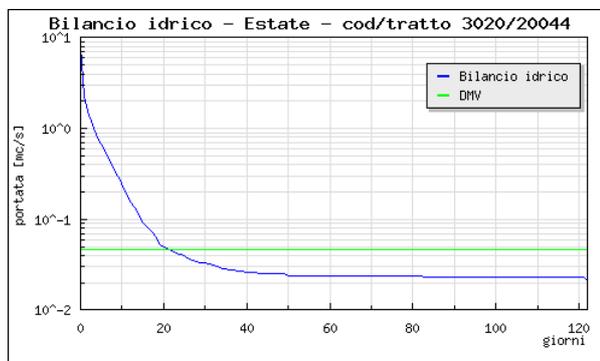


Figura 163 - Torrente Mugnone– Classe criticità 4 (deficit idrico molto elevato)

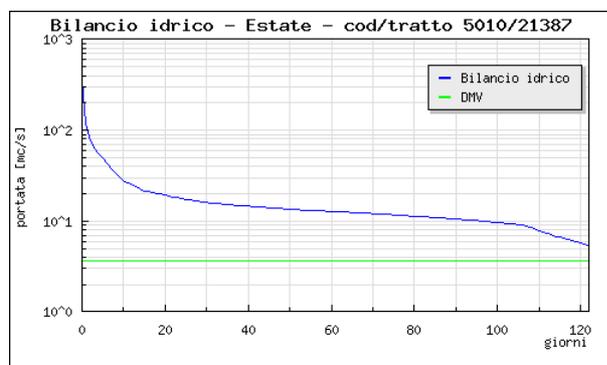


Figura 164 - Valdarno Medio - a monte confluenza Ombrone – Classe criticità 1 (deficit idrico nullo)

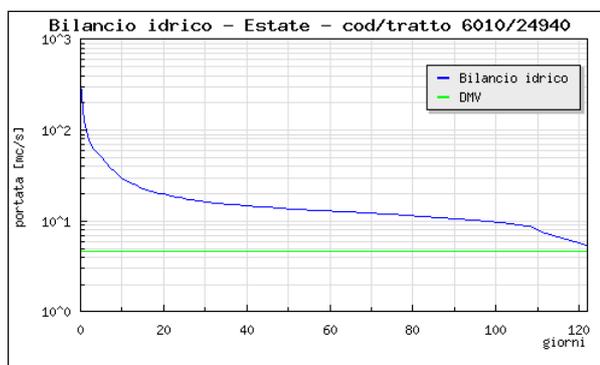


Figura 165 - Valdarno Medio - a monte confluenza Pesa – Classe criticità 1 (deficit idrico nullo)

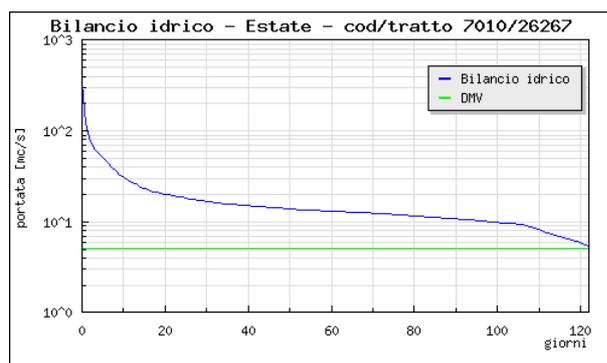


Figura 166 - Valdarno Medio - a monte confluenza Elsa – Classe criticità 1 (deficit idrico nullo)

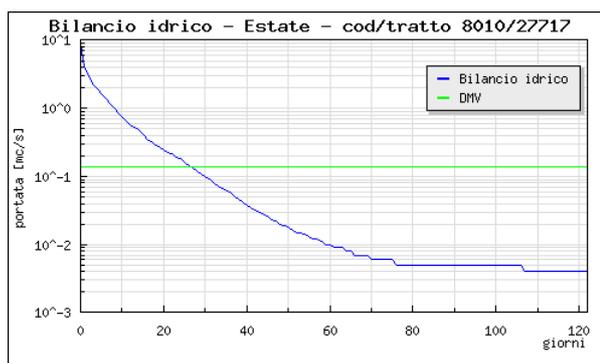


Figura 167 - Torrente Egola – Classe criticità 4 (deficit idrico molto elevato)

La situazione dei due affluenti nel tratto considerato (Mugnone e Egola) è di elevata criticità, con durate della portata inferiore al DMV per oltre 90 giorni. I tratti dell'Arno sono invece caratterizzati da durate sempre superiori al DMV, tranne che per il tratto a monte della confluenza del torrente Mugnone.

Bacino: Greve

Curve di durata del periodo estivo e confronto con il valore del DMV

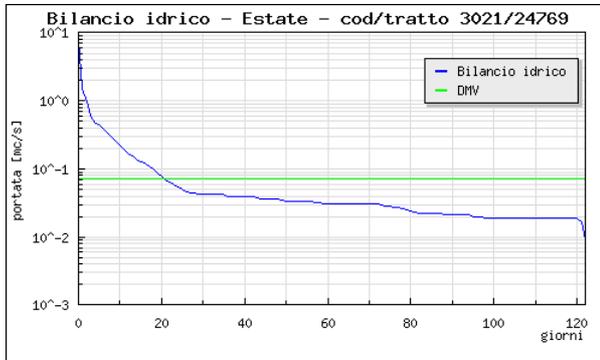


Figura 168 - Greve Alta – Classe criticità 4 (deficit idrico molto elevato)

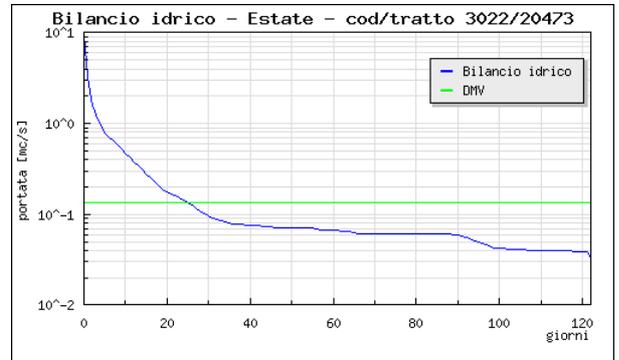


Figura 169 - Greve alla confluenza con il Fiume Arno - Classe criticità 4 (deficit idrico molto elevato)

La condizione di deficit idrico molto elevato caratterizza l'intero corso della Greve, con valori di portata inferiori al DMV per durate decisamente superiori ai 90 giorni.

Bacino: Bisenzio

Curve di durata del periodo estivo e confronto con il valore del DMV

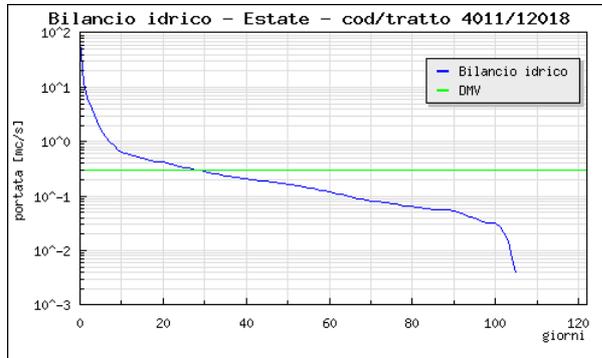


Figura 170 - Bisenzio Alto – Classe criticità 4 (deficit idrico molto elevato)



Figura 171 - Bisenzio alla confluenza con il Fiume Arno - Classe criticità 4 (deficit idrico molto elevato)

La condizione di deficit idrico molto elevato caratterizza l'intero corso del Bisenzio, con valori di portata inferiori al DMV per durate decisamente superiori ai 90 giorni, addirittura accentuati nella porzione di valle del bacino

Bacino: **Ombrone**

Curve di durata del periodo estivo e confronto con il valore del DMV

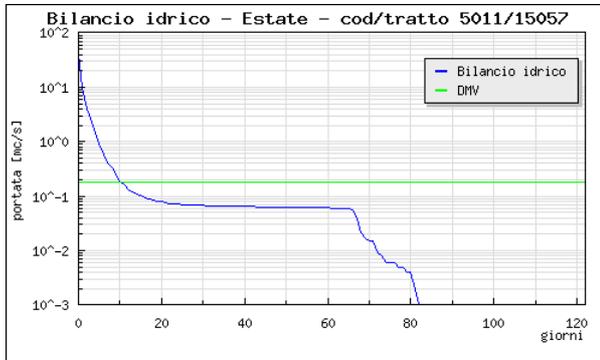


Figura 172 - Ombrone Alto – Classe criticità 4
(deficit idrico molto elevato)



Figura 173 - Ombrone alla confluenza con il fiume
Arno – Classe criticità 1 (deficit idrico nullo)

Mentre la porzione di monte del bacino risulta in condizioni estremamente critiche, la situazione si ribalta nella parte di valle, in cui i contributi delle restituzioni assicurano una portata costantemente superiori al DMV.

Bacino: Pesa

Curve di durata del periodo estivo e confronto con il valore del DMV

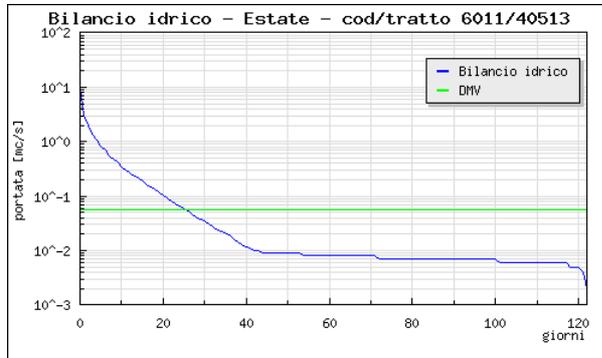


Figura 174 - Pesa alta – Classe criticità 4 (deficit idrico molto elevato)

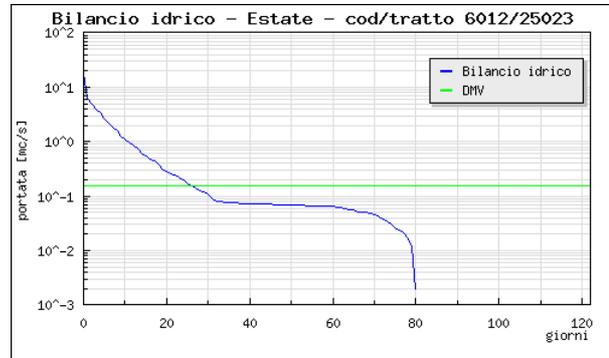


Figura 175 - Pesa alla confluenza con il Fiume Arno – Classe criticità 4 (deficit idrico molto elevato)

La condizione di criticità molto elevata si mantiene per tutto il corso del torrente Pesa. La condizione del corso d'acqua e la distribuzione dei prelievi nel bacino è tale per cui nel tratto terminale i valori della portata sono frequentemente non solo al di sotto del DMV, ma addirittura pressoché nulli.

Bacino: **Elsa**

Curve di durata del periodo estivo e confronto con il valore del DMV



Figura 176 - Elsa Alta – Classe di criticità 3 (deficit idrico elevato)



Figura 177 - Elsa Media – Classe di criticità 3 (deficit idrico elevato)

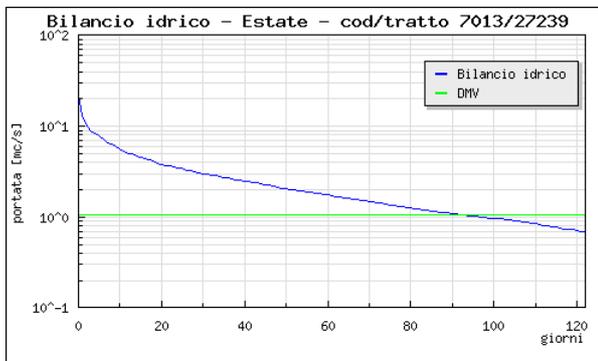


Figura 178 - Elsa alla confluenza con il Fiume Arno – Classe di criticità 2 (deficit idrico medio)

La parte alta e media del bacino risultano in condizioni di criticità elevata, con un numero di giorni per i quali la portata è inferiore al DMV inferiore ai 60 giorni. La situazione risulta meno gravosa per il tratto terminale, in cui il livello di criticità passa a medio, con una durata delle portate inferiori al DMV che si mantiene – anche se di poco – sotto ai 30 giorni.

Bacino: **Usciana**

Curve di durata del periodo estivo e confronto con il valore del DMV



Figura 179 - Pesca di Collodi – Classe di criticità 1 (deficit idrico nullo)

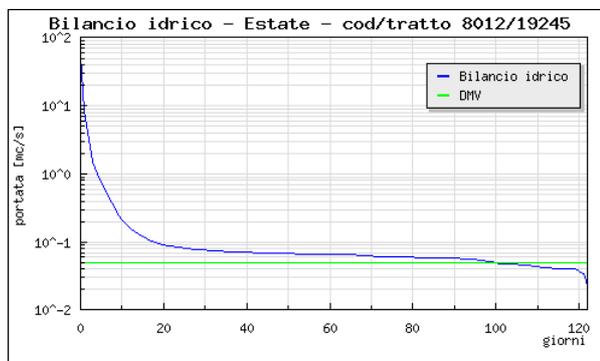


Figura 180 - Pesca di Pesca – Classe di criticità 2 (deficit idrico medio)

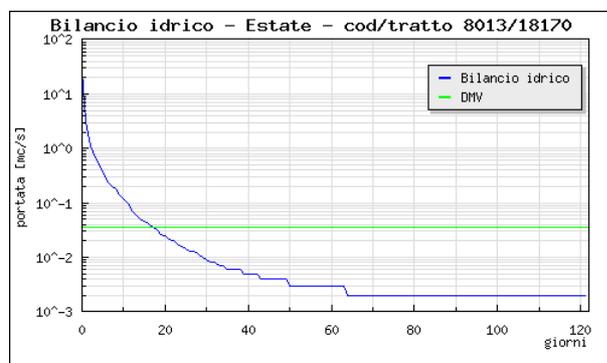


Figura 181 - Nievole – Classe criticità 4 (deficit idrico molto elevato)

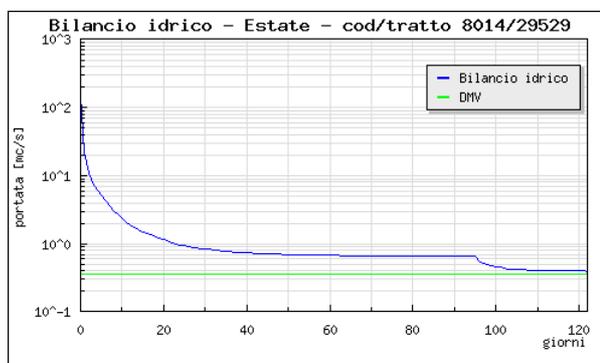


Figura 182 - Usciana alla confluenza con il Fiume Arno – Classe criticità 1 (deficit idrico nullo)

La situazione dei tre tratti del bacino dell'Usciana che sboccano nel padule di Fucecchio presenta dei livelli di criticità variabili, andando da una situazione di deficit idrico nullo (Pesca di Collodi) a medio (Pesca di Pesca) a molto elevato (Nievole). Il tratto terminale dell'Usciana risulta a criticità nulla: anche il contributo dei prelievi che abbassano le portate per le durate più alte non determinano valori inferiori al DMV.

Bacino: Valdarno Inferiore

Curve di durata del periodo estivo e confronto con il valore del DMV



Figura 183 - Valdarno Inferiore - a monte del confluente con il fiume Era – Classe criticità 1 (deficit idrico nullo)

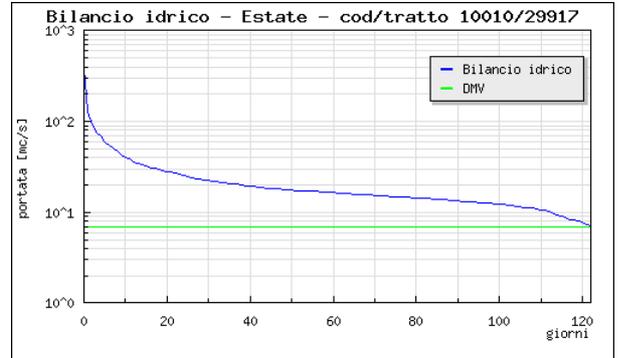


Figura 184 - Valdarno Inferiore – tratto di foce – Classe criticità 1 (deficit idrico nullo)

Entrambi i tratti del Valdarno inferiore presentano portate che risultano sempre superiori al valore del DMV.

Bacino: **Era**

Curve di durata del periodo estivo e confronto con il valore del DMV

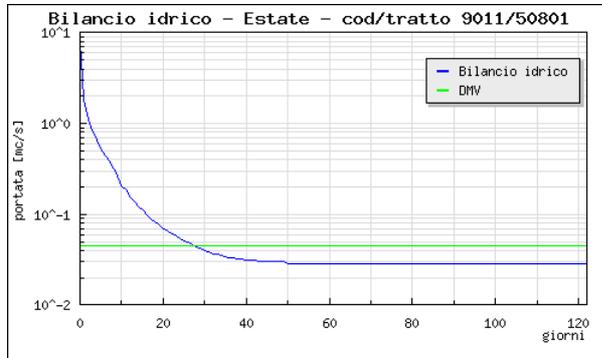


Figura 185 - Era alta – Classe criticità 4 (deficit idrico molto elevato)

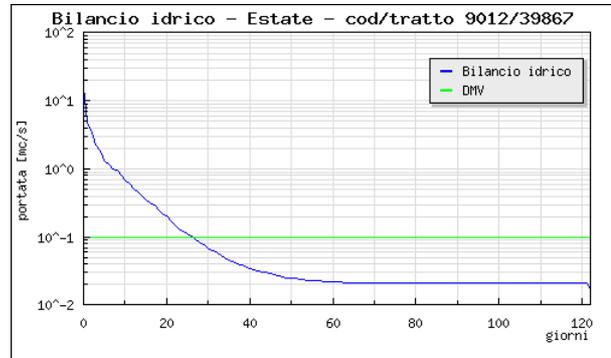


Figura 186 - Era media – Classe criticità 4 (deficit idrico molto elevato)



Figura 187 - Era alla confluenza con il fiume Arno – Classe criticità 4 (deficit idrico molto elevato)

Tutto il corso d'acqua presenta condizioni di deficit idrico molto elevato; le portate risultano inferiori al valore del DMV per un periodo significativamente superiore ai 60 giorni, mantenendosi pressoché costanti per le durate più alte.

Bacino: **Bientina**

Curve di durata del periodo estivo e confronto con il valore del DMV

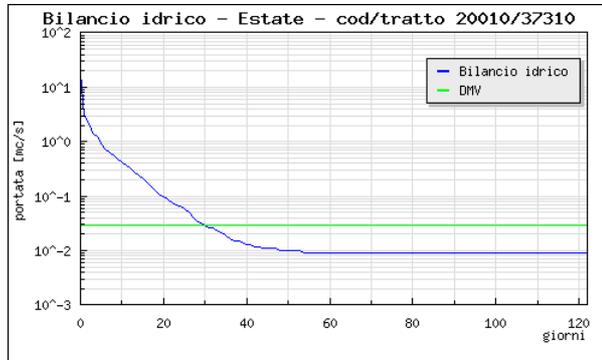


Figura 188 - Tora – Classe criticità 4 (deficit idrico molto elevato)

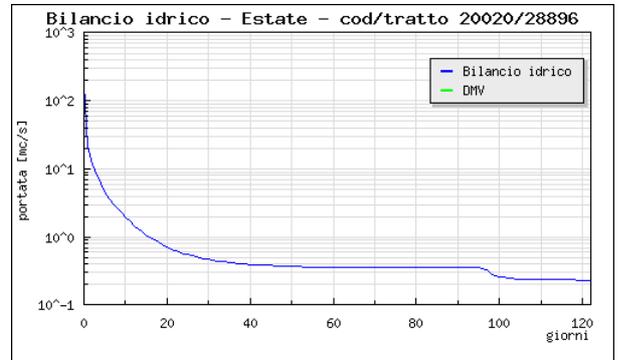


Figura 189 - Canale Emissario di Bientina all'altezza di Vicopisano

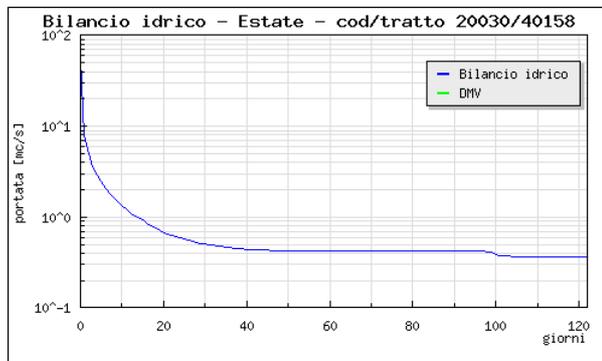


Figura 190 - Canale Scolmatore

Solo per il torrente Tora è possibile effettuare il confronto con il valore del DMV. Per esso il deficit idrico risulta molto elevato, con durate per cui la portata è inferiore al DMV abbondantemente superiori ai 60 giorni.

Di seguito si sintetizzano in un'unica tabella le risultanze per tutte le sezioni considerate.

Codice bilancio	Corso d'acqua	Descrizione interbacini	Classe criticità
1010	Arno	Alto Casentino	1
1020	Arno	Medio Casentino	1
1030	Arno	Basso Casentino	1
1031	Torrente Tresa	Chiana Superiore	4
1032	Canale Maestro della Chiana	Chiana Media - a monte della confluenza Allacciante di sinistra	4
1033	Allacciante di sinistra	Chiana Media - Affluente di sinistra	4
1034	Canale Maestro della Chiana	Chiana Inferiore	4
1035	Canale Maestro della Chiana	Confluenza con Arno	1
2010	Arno	Valdarno Superiore - a monte della confluenza Ambra	1
2011	Ambra	Confluenza con Arno	4
2030	Arno	Valdarno Superiore - a valle della confluenza Ambra	2
2040	Arno	Valdarno Superiore - a monte confluenza Sieve	2
2041	Fiume Sieve	Sieve Alta	3
2042	Fiume Sieve	Sieve Media	2
2043	Fiume Sieve	Sieve Inferiore	2
3010	Arno	Valdarno Medio - a monte confluenza Mugnone	2
3020	Torrente Mugnone	Confluenza con Arno	4
3021	Fiume Greve	Greve Alta	4
3022	Fiume Greve	Confluenza con Arno	4
4011	Fiume Bisenzio	Bisenzio Alto	4
4012	Fiume Bisenzio	Confluenza con Arno	4
5010	Arno	Valdarno Medio - a monte confluenza Ombrone	1
5011	Torrente Ombrone	Ombrone Alto	4
5012	Torrente Ombrone	Confluenza con Arno	1
6010	Arno	Valdarno Medio - a monte confluenza Torrente Pesa	1
6011	Torrente Pesa	Pesa Alta	4
6012	Torrente Pesa	Confluenza con Arno	4
7010	Arno	Valdarno Medio - a monte confluenza Elsa	1
7011	Fiume Elsa	Elsa Alta	3
7012	Fiume Elsa	Elsa Media	3
7013	Fiume Elsa	Confluenza con Arno	2
8010	Torrente Egola	Confluenza con Arno	4
8011	Fiume Pescia di Collodi	Usciana Alta - Affluente di destra	1
8012	Fiume Pescia di Pescia	Usciana Alta - Affluente centrale	2
8013	Torrente Nievole	Usciana Alta - Affluente di sinistra	4
8014	Canale Usciana	Confluenza con Arno	1
9010	Arno	Valdarno Inferiore - a monte confluenza Era	1
9011	Fiume Era	Era Alta	4
9012	Fiume Era	Era Media	4
9013	Fiume Era	Confluenza con Arno	4
10010	Arno	Foce dell'Arno	1
20010	Torrente Tora	Confluenza con Arno	4
20020	Canale Emissario di Bientina	Altezza Vicopisano	0
20030	Scolmatore dell'Arno	Foce Scolmatore	0

Tabella 76 – Sintesi della situazione di criticità delle acque superficiali

Riferimenti e fonti

Riferimenti bibliografici

Alvarez W., Coccozza T., Wezel F.C., *Fragmentation of the Alpine orogenic belt by microplate dispersal*. Nature, 248, 309-314, 1974

Anderson M.P., Woessner William W., *Applied Groundwater Modeling: simulation of flow and advective transport*. San Diego, California, Academy Press, 2002

Auteri R., Abella A., Baino R., Righini P., Serena F., Silvestri R., Voliani A., Zucchi A., *Gestione della fauna ittica. Carta ittica regionale*. I.S.T.I.P., Prov. Livorno e Regione Toscana, vol. VII, [IV]+147 pp, 2 cartine fuori testo, 1995

Autorità di Bacino del Fiume Arno, *Trasformazione del territorio e sviluppo dell'edificato lungo il corso dell'Arno e degli affluenti (1954 – 1993 e 1995)*. Quaderno n. 7, Firenze, 1997

Autorità di Bacino del Fiume Arno, *Bilancio idrogeologico nel Bacino dell'Arno*. Quaderno n. 10. Firenze, 2001

Barazzuoli P., Michelucci M, Salleolini M, Salvadori L., *Valutazione delle risorse idriche nella Toscana meridionale: 1) applicazione del "metodo Kennessey" al bacino del Torrente Farma (Prov. di Siena e Grosseto) e sua verifica con i calcoli di bilancio*. Bollettino della Società Geologica Italiana, Vol.105, 333 – 350, 1986

Bertini G., Cameli G.M., Costantini A., Decandia F.A., Di Filippo M., Dini I., Elter F.M., Lazzarotto A., Liotta D., Pandeli E., Sandrelli F., Toro B., *Struttura geologica fra i monti di Campiglia e Rapolano Terme (Toscana meridionale): stato attuale delle conoscenze e problematiche*. Studi Geol. Camerti, vol. spec., 1, 155-178, 1991

Boccaletti M., Bonini M., Moratti G., Sani F., *Le fasi compressive neogenico – quaternarie nell'Appennino settentrionale: relazioni con l'evoluzione dei bacini interni e con la tettonica del basamento*. Studi Geol. Camerti, vol. spec. 1995/1, 51-72, 1995

Bohrnstedt, G. W., Knoke D., *Statistica per le Scienze Sociali*. Il Mulino, Bologna, Italia, 1998

Boni C., Petitta M., Preziosi E. e Sereni M., *Genesi e regime di portata delle acque continentali del Lazio*. Pubblicazione del C.N.R., Roma, 1993

Bovee K.D., *Data collection procedures for the physical habitat simulation system*. U.S. Geological Survey Biological Resources Division Mid-Continent Ecological Science Center Fort Collins, Colorado 80525;. 146 pp., 1997

Bovee K.D., Lamb B.L., Bartholow J.M., Stalnaker C.D., Taylor J., Henriksen. J., *Stream habitat analysis using the Instream Flow Incremental Methodology*. U.S. Geological Survey, Biological Resources Division, Information and Technical Report USGS/BRD-1998-2004; 130 pp., 1998

Busoni E., Costantini E., Desideri A., Dimase A.C., Sanesi G., *Risultati sperimentali per la valutazione dei suoli agricoli e forestali in Toscana*. CNR Firenze, 1983

Campo L., Caparrini F., Castelli F., *Use of multi-platform, multi-temporal, remote sensing data for calibration of a distributed hydrological model: an application in the Arno basin, Italy*. Hydrological Processes, 2005

Caparrini F., F. Castelli, D. Entekhabi, *Variational estimation of soil and vegetation turbulent transfer and heat flux parameters from sequences of multisensor imagery*. Water Resources Research VOL. 41, WR003358, 2005

- Capecchi F., Pranzini G., *Provincia di Firenze. Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale. Bilancio idrologico dei bacini idrografici, studio delle risorse idriche sotterranee, con bilancio idrogeologico delle falde principali e definizione degli interventi di salvaguardia e corretta gestione di quelle utilizzate dagli acquedotti pubblici. Programma di tutela e valorizzazione delle risorse idriche della Provincia, prima e seconda fase.* Rapporto inedito per la Provincia di Firenze, 2001
- Carmignani L., Decandia F.A., Fantozzi P.L., Lazzarotto A., Liotta D., Meccheri M., *Tertiary extensional tectonics in Tuscany (Northern Apennines, Italy).* Tectonophysics 238, 295-315, 1994
- Carmignani L., Kligfield R., *Crustal extension in the northern Apennines: the transition from compression to extension in the Alpi Apuane core complex.* Tectonics, 9, 1275-1303, 1990
- Castelli F., Mancini M., Mazzanti B., Menduni G., Meneguzzo F., Niccolai M., Redini M. and Todini E., *Storm: A multi-agency approach to flood forecasting.* In *Mediterranean Storms, 3rd Plinius Conference 2001*, R. Deidda, A. Mugnai and F. Siccardi, Editors, CNR-GNDCI Publ., pp. 255-262, 2002
- Castelli, F., Lorenzini C., Mazzanti B., 2002. *On space-time scaling of rainfall from dense pluviometric networks.* In *Mediterranean Storms, 3rd Plinius Conference*, R. Deidda, A. Mugnai and F. Siccardi, Editors, CNR-GNDCI Publ., pp. 249-254, 2002
- Celico P., *Prospezioni Idrogeologiche Vol. I e II.* Liguori Editore, Napoli, 1988
- García de Jalón D., *The Spanish Experience in Determining Minimum Flow Regimes in Regular Streams.* Canadian Water resources Journal, vol.28, n°2; 185-198 pp., 2003
- Ghezzi G., Ghezzi R., Zanovello G. *Il contributo dei corsi d'acqua alla ricarica degli acquiferi: un caso in Valdarno. Metodi e tecniche per incrementare la ricarica,* 1997
- Gregori E., Costantini E.A.C., Gardin L., Napoli R., Sulli L., *Uso integrato di gis, database e sistemi esperti per la gestione del territorio e la conservazione del suolo.* Atti del Convegno *La difesa dalle alluvioni.* Firenze 4-5 Novembre 1996. Firenze, GNDCI, 1999
- Hayne, D. W., *Calculation of size of home range.* J. Mamm. 30: 1-18 pp., 1949
- ISTAT, *Annuario statistico italiano 2005.* Roma, 2005
- Kennessey B., *Lefolyasi tényszok és retenciók.* Vizugy, Kuziemények, 1930
- Kligfield, R., *The Northern Apennines as a collisional orogen -* Am. J. Sc., 279, 676-691, 1979
- La Porta G., Lorenzoni M., Mearelli M., Giovinazzo G., Carosi A., Carletti S., Doerr M., *Gestione dei deflussi minimi vitali nella rete dei corsi d'acqua della Provincia di Perugia.* Università degli Studi di Perugia Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia. 139 pp.
- Lamouroux N., Capra H., *Simple predictions of instream habitat model outputs for target fish populations.* Freshwater Biology 47 1545 pp., 2002
- Lotti F., Prota A., Vulcano G., *Il bilancio idrologico del bacino del Rio Fratta (Viterbo – Lazio): implicazioni per un uso sostenibile delle risorse idriche.* Geologia Tecnica e Ambientale, Roma, 2002
- Manciola P., Casadei S., *Low flow index and hydrogeological characteristics,* ASCE Proc. National Conf. on Hydraulic Engineering, Nashville, TN, pp. 930-936, 1991
- Massolo A., Meriggi A., *Factors affecting habitat occupancy by wolves in northern Apennines (Northern Italy): a model of habitat suitability.* Ecography 21:97-107, 1998

- McCoy J., Johnston K., *Using Arcgis Spatial Analyst*, Enviromental Systems Research Institute, Inc., 1998
- Merla G., *Geologia dell'Appennino settentrionale*. Boll. Soc. Geol. It., 70, 95-382, 1952
- Milhous R.T., Updike M.A., Schneider D.M., *Physical habitat simulation system reference manual - version 2*. Instream Flow Information Paper 26. U.S.D.I. Fish Wildl. Serv. Biol. Rep. 89(16), 1989
- Minami M., Sakala M., Wrightsell J., *Using Arc Map*, Enviromental Systems Research Institute, Inc., 1999
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Decreto 28 luglio 2004 - *Linee guida per la predisposizione del bilancio idrico di bacino, comprensive dei criteri per il censimento delle utilizzazioni in atto e per la definizione del minimo deflusso vitale, di cui all'articolo 22, comma 4, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152*. Gazzetta Ufficiale italiana n. 268 del 15 novembre 2004
- Morhardt, J.E., Mesick C.F. *Behavioral Carrying Capacity as a Possible Short-Term Response Variable [for determining instream flow]*. Hydro Review 7(2): 32-40 pp, 1988
- Nelli L., Radi M., Castellani A., Leonzio C., *Sulla endemicità di Salmo trutta L. nella toscana meridionale*. Atti Società toscana Scienze Naturali. Mem. Serie B, 105: 73-81 pp., 1998
- Nocita A., *Carta Ittica della Provincia di Firenze*. Assessorato Agricoltura, Caccia e Pesca, Provincia di Firenze, [6], 254 pp., 2002
- Ordine dei Geologi della Toscana *La progettazione geologica nel ciclo delle acque; valutazione dei rischi, fluvialistica, tecniche costruttive e manutenzione dei pozzi*. Novembre 1997
- Orth D.J., Leonard P.M., *Comparison of discharge methods and habitat optimization for recommending instream flows to protect fish habitat*. Regulated Rivers: Research and Management 5(2): 129-138 pp., 1990
- Perdigao V., Annoni A., *Technical and methodological guide for updating Corine Land Cover data base*, EUR 17288, Brussels, Luxembourg, 140pp, 1997
- Pranzini G., *Le acque sotterranee. Elementi di Idrogeologia*. Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Firenze, 1990
- Querner E.P., *Description and application of the combined surface and groundwater flow model MOGROW*. J. Hydrol. 192, 1997
- Raleigh R.F., Zuckermann L.D., Nelson P.C., *Habitat suitability index models and instream flow suitability curves: Brown trout, revised*. U.S. Fish Wildl. Serv. Biol. Rep. 82(10.124). 36-43 pp., 1986
- Rambaldi A., Rizzoli M., Venturini L., *La valutazione delle portate minime per la vita acquatica sul Fiume Savio nei pressi di Cesena (F0)*. Acqua Aria, 99-104 pp., 1997
- Regione Lombardia Risorse idriche e Servizi di pubblica utilità, *Acque sotterranee in Lombardia – gestione sostenibile di una risorsa strategica*, 2001
- Regione Toscana, *Piano di Tutela delle acque della Regione Toscana. Bacino del Fiume Arno*. Edizioni Regione Toscana, novembre 2005
- Silverman B.W., *Density Estimation for Statistics and Data Analysis*. New York: Chapman and Hall, 1986
- Stalnaker C., Lamb B.L., Henriksen J., Bovee K., Bartholow J., *The instream flow incremental methodology: a primer for IFIM*. National Ecology Research Centre,

Internal. Publication. U.S. Department of the Interior, National Biological Service, Fort Collins, Colorado: 43 pp., 1995

Strakosh T. R., Neumann R. M., Jacobson R. A., *Development and assessment of habitat suitability criteria for adult brown trout in southern New England rivers*. Ecology of Freshwater Fish 12: 265-274 pp., 2003

Thomas H., Bovee K.D., *Application and testing of a procedure to evaluate transferability of habitat suitability criteria*. Regulated Rivers Research and Management 8(3): 285-294 pp., 1993

Trevisan L., *Considerations sur deux coupes a travers l'Apennin septentrional*. Bull. Soc. Geol. France, Ser 7, 9, 675-681, 1962

Università di Siena, Dipartimento di Scienze della Terra, *Idrogeologia Generale e applicata*, 2004

Van den Hurk. B.J.J.M, Holtslag A.A.M., *On the bulk parameterisation of surface fluxes for various conditions and parameter ranges*. Boundary layer meteorology 82, 119-134, 1997

Vismara R., Azzellino A., Bosi R., Crosa G., Gentili G., *Habitat suitability curves for brown trout (Salmo trutta fario L.) in the River Adda, northern Italy: comparing univariate and multivariate approaches*. Regul. Rivers: Res. Mgmt. 17: 37-50 pp., 2001

Waddle, T.J., *PHABSIM for Windows: User's Manual and Exercises*. Fort Collins, CO, U.S. Geological Survey, 288 pp., 2001

Zippin C., *The removal method of population estimation*. J. Wildl. Mgmt 22: 82-90 pp., 1958

Elaborati cartografici e appendici

Cartografia

La produzione cartografica si articola secondo l'impostazione generale del Piano, con la segmentazione acque sotterranee / acque superficiali, e la suddivisione tra "quadro conoscitivo" e "elaborati cartografici di Piano", a sottolineare la separazione tra quanto è stato prodotto per rappresentare l'insieme dei dati e delle informazioni utilizzate per le elaborazioni, e quanto prodotto invece come sintesi delle elaborazioni stesse, a costituire la base di riferimento per l'applicazione delle norme di Piano.

In quest'ottica, si è optato per articolare le scale di rappresentazione su due piani:

- una scala di minore dettaglio la rappresentazione delle informazioni relative al quadro conoscitivo, e alla illustrazione dei risultati delle elaborazioni relative alle acque superficiali (criticità per deficit idrico delle acque superficiali). Il sistema di riferimento adottato (Roma 1940, rappresentazione Gauss-Boaga, fuso ovest esteso) è coerente con la rappresentazione cartografia adottata su base regionale: questo in funzione della disponibilità dei dati di base (sistema delle acque, cartografia topografia di dettaglio) e delle esigenze di raccordo con il Piano di Tutela delle Acque.
- una scala di maggiore dettaglio per le informazioni relative alla zonazione delle aree a diversa disponibilità di acque sotterranee degli acquiferi di pianura. Il sistema di riferimento adottato (ED 1950, rappresentazione UTM, fuso 32) è coerente con la rappresentazione topografica utilizzata come base.

QUADRO CONOSCITIVO

Tav	Categoria	Titolo
1	Acque Sotterranee	Distribuzione della precipitazione media annua (periodo 1993-2006)
2		Distribuzione della precipitazione efficace
3		Distribuzione dell'infiltrazione efficace
4		Distribuzione dei prelievi di acque sotterranee (pozzi)
5		Densità di prelievo delle acque sotterranee
6		Complessi idrogeologici
7		Corpi idrici sotterranei oggetto di bilancio e delle aree di ricarica degli stessi
8		Bilanci degli acquiferi
9	Acque Superficiali	Ubicazione delle sezioni significative e delle stazioni idrometriche
10		Vocazione ittica statistica
11		Interbacini con applicazione del metodo del microhabitat
12		Distribuzione dei punti di prelievo da acque superficiali
13		Entità dei prelievi/restituzioni per interbacino
14		Distribuzione degli usi dei prelievi per interbacino

ELABORATI CARTOGRAFICI DI PIANO

Tav	Categoria	Titolo
A	Acque Sotterranee	Corpi idrici sotterranei oggetto di bilancio
B		Corpi idrici sotterranei a bilancio negativo e area di ricarica delle Cerbaie
C01-C79		Zonazione delle aree a diversa disponibilità di acque sotterranee degli acquiferi di pianura

D		Aree di possibile interferenza con il reticolo superficiale
E	Acque	Sezioni del reticolo superficiale significative e relativi intrbacini
F	Superficiali	Criticità per deficit idrico nel reticolo superficiale

Appendici alla relazione

Per la redazione del Piano sono state utilizzate le informazioni e il materiale proveniente da studi redatti, per conto di questa Autorità, mediante incarichi esterni e progetti comuni di ricerca. A seguire si riporta l'elenco dei documenti relativi a tali studi, citati anche nei capitoli della presente relazione.

Si sottolinea come i contenuti di tali studi sono stati utilizzati e rielaborati all'interno del presente Piano, come illustrato in relazione; eventuali difformità devono essere interpretate con questa logica, e il dato finale a cui fare riferimento è sempre quello riportato nella documentazione di Piano (relazione, schede di sintesi di acque sotterranee e superficiali, cartografia, norme).

N.	Titolo	Autore
01	Modellistica idrologica per la gestione integrata delle risorse idriche nel bacino dell'Arno e tutela dell'Habitat fluviale in relazione all'ambiente DMV	Prof. Lucio Ubertini
02	Sistema modellistico per il bilancio idrico e il monitoraggio dell'umidità del suolo	Università di Firenze - Dipartimento di Ingegneria Civile
03	Progetto pilota per la determinazione e verifica del Deflusso Minimo Vitale su base biologica per l'asta del fiume Sieve (BioDeMiV)	Museo Zoologico de La Specola
04	Estensione all'intero bacino del Fiume Arno del calcolo del Deflusso Minimo Vitale su base biologica	Museo Zoologico de La Specola
05	Aspetti climatici idrologici del Bacino del fiume Arno ai fini della redazione del Bilancio Idrico	Fondazione per la Meteorologia Applicata - LaMMA
06	Definizione dei criteri e dei metodi di caratterizzazione degli acquiferi alluvionali più significativi del bacino dell'Arno, finalizzati alla redazione dei bilanci idrici	Prof. Geol. Giovanni Pranzini
07	Obiettivo Arno - I riflettori sul fiume	Legambiente