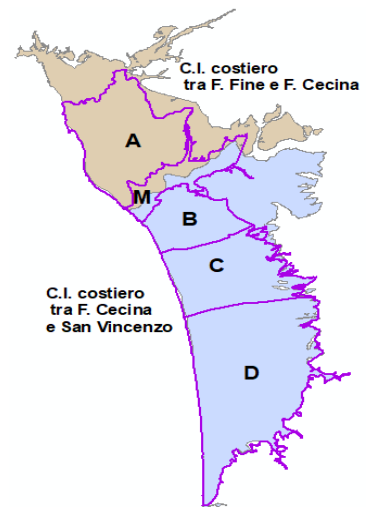


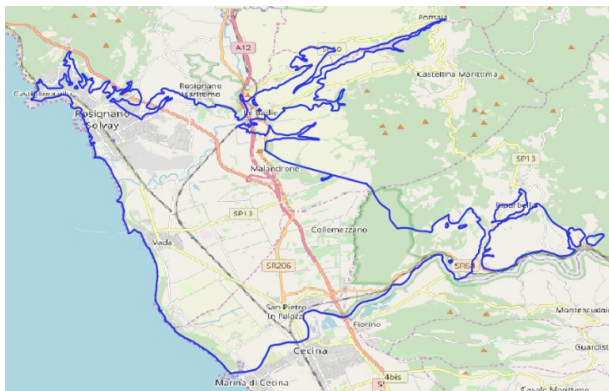
CORPI IDRICI DELLA COSTA LIVORNESE

La costa livornese è caratterizzata da due corpi idrici sotterranei costieri distinti, ciò nonostante, il bilancio è stato redatto per settori particolari di tali corpi idrici, non necessariamente coincidenti con i loro confini. Il motivo di tale scelta risiede nelle disposizioni normative dell'ex AdB regionale Toscana Costa che aveva suddiviso le acque sotterranee in settori specifici, funzionali alla gestione della risorsa. Nello studio del bilancio idrico si è ritenuto di mantenere tale suddivisione per continuità, ciò nonostante viene espresso anche alla scala del corpo idrico classificato. Il bilancio dei settori denominati A, B e M è stato fatto nel 2018 da Arpat per conto della Regione Toscana e nel corso del 2019 l'Autorità di Distretto ha esteso il bilancio anche ai settori C e D, in modo da completare il quadro sulle disponibilità idriche dei due corpi idrici classificati nel Piano di Gestione delle acque come Corpo idrico costiera tra F. Fine e F. Cecina e Corpo idrico costiero tra F. Cecina e San Vincenzo. Il metodo di redazione è stato di tipo modellistico.



CARATTERISTICHE DEI CORPI IDRICI: I due c.i. possono essere considerati dal punto di vista geologico-idrogeologico come un sistema acquifero unico, in quanto l'analisi delle stratigrafie mostra l'esistenza di livelli permeabili che ne suggeriscono la continuità fisica. Essi costituiscono una risorsa idrica indispensabile per rifornire di acqua potabile, irrigua ed industriale un'importante area della Toscana meridionale. Varie problematiche quali, concorrenza di usi, ridotta disponibilità idrica, l'intrusione salina e la presenza di inquinamento diffuso da nitrati rendono tuttavia difficoltoso il prelievo idrico.

Dal punto di vista idrogeologico si tratta di un acquifero multistrato, esteso fino ai rilievi collinari sabbiosi argillosi ed alimentato dalla ricarica zenitale e dal Fiume Cecina. All'interno di questo sistema acquifero sono stati incorporati, oltre ai depositi olocenici, le formazioni del Pleistocene medio-superiore, costituite da sabbie, ghiaie e conglomerati, alternate a livelli argilloso-limosi. I depositi pleistocenici in affioramento si estendono lungo il limite orientale della pianura olocenica, costituendo le aree terrazzate a debole inclinazione che si appoggiano alle zone collinari interne costituite da depositi neogenici e substrato pre-neogenico. In genere nella pianura costiera, al di fuori delle pianure alluvionali vere e proprie del Fine e del Cecina, siamo in presenza di una complessa situazione stratigrafica con sequenze detritiche, in genere marine, che si ripetono a più livelli e che, per la particolare geometria derivante dalla complessa storia del Pleistocene locale, con numerosi cicli trasgressivi – regressivi, fa sì che gli acquiferi contenuti nei livelli detritici grossolani vadano ad interferire tra loro. Tutto questo fa sì che la pianura costiera sia caratterizzata da un acquifero multistrato senza una vera e propria copertura verso la superficie e quindi generalmente freatico, con variazioni della trasmissività dovute allo spessore dei livelli a bassa permeabilità e alla permeabilità degli intervalli acquiferi. Soltanto alcuni livelli del Pleistocene inferiore – medio, nelle aree più prossime alla zona collinare, possono dar luogo ad acquiferi con un certo grado di artesianità essendo compresi tra acquitardi argilloso - sabbiosi. In sintesi, per il sistema acquifero multistrato della pianura costiera di Cecina è riconosciuto nel complesso un carattere monofalda con una base argillosa acquicluda di età variabile dal pliocene (argille azzurre) al pleistocene inferiore (argille ad artica). La ricarica dell'acquifero avviene, oltre che per infiltrazione diretta delle precipitazioni, anche per apporto di acque che si infiltrano nella zona collinari e pedecollinari, in orizzonti permeabili connessi con quelli più profondi della pianura costiera. Il sistema acquifero è in collegamento con il Fiume Cecina, soprattutto nella parte apicale, mentre verso valle gli scambi sono progressivamente limitati da una copertura acquicluda o acquitarda che aumenta di spessore. Oltre gli apporti sopraddetti, gli acquiferi sovra sfruttati possono ricevere apporti di acqua marina o salmastra, essendo gli acquiferi della pianura costiera, direttamente od indirettamente connessi con queste acque. La situazione idrogeologica è del tutto simile fra la parte settentrionale (c.i. tra F. Fine e F. Cecina) e la parte meridionale (c.i. tra F. Cecina e San Vincenzo), le differenze riguardano il maggiore spessore dei depositi pleistocenici e la minore produttività dei depositi alluvionali di quest'ultima.



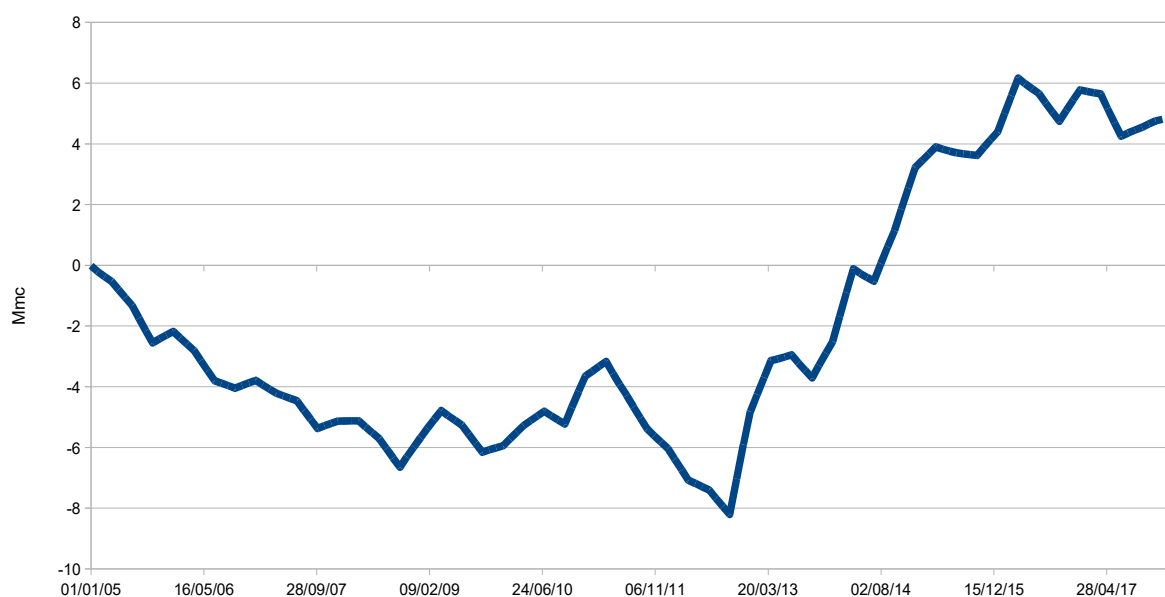
Tipo: POROSO
 STATO QNT: NON BUONO
 STATO CHIM: NON BUONO

Il corpo idrico è stato classificato in stato quantitativo non buono per bilancio e intrusione salina. Anche lo stato chimico risulta NON BUONO nel PdG. L'obiettivo del raggiungimento del Buono stato è al 2027.

BILANCIO IDRICO: il bilancio è stato effettuato per il settore A, che comprende grossa parte del corpo idrico classificato. il settore M che è comune ai due corpi idrici costituisce un caso particolare, un quanto costituito essenzialmente dal subalveo del F. Cecina e pertanto verrà considerato come settore a parte. Il bilancio è stato effettuato da Arpat, che ha sviluppato un modello transitorio stagionale 2005 – 2017. Le elaborazioni di bilancio sono state condotte attraverso l'implementazione di un modello di flusso con il codice Modflow. Do seguito vengono riportati i risultati sintetici.



immagazzinamento cumulato 2005/2017



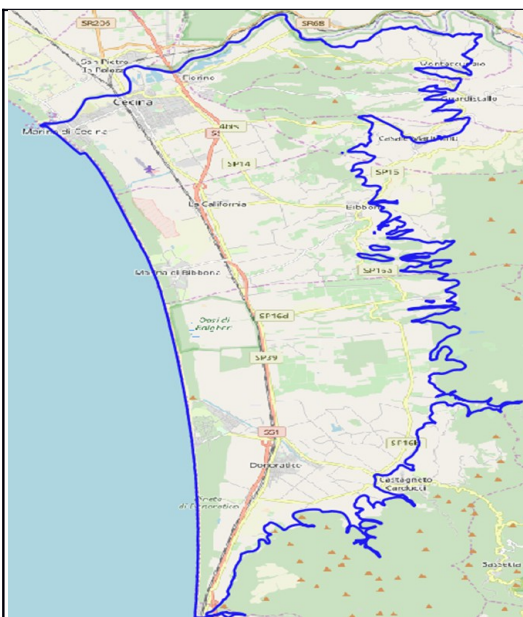
Dall'applicazione modellistica si evince che nel periodo il saldo di bilancio tra il 2005 ed il 2017 è positivo per circa **4,81 Mmc**. Si nota dall'andamento della curva di immagazzinamento che ci sono state

annualità più critiche nelle quali si è avuto un consumo di riserva idrica, invece negli ultimi anni, ed in particolare dal 2013 al 2015, si è assistito ad un aumento volumetrico di risorsa. Infatti si nota che questo settore ha una buona capacità di immagazzinamento, ma è maggiormente dipendente dalla ricarica, in presenza di crisi idriche come il 2012, ha mostrato una forte escursione con un minimo molto pronunciato.

Per quanto riguarda il fenomeno dell'ingressione marina, dal modello si evince che i valori di deflusso a mare si mantengono sempre in uscita, anche se in un ampio tratto (area della Mazzanta) si riducono a valori molto bassi, praticamente nulli. Nelle condizioni di deflusso minimo a mare si possono innescare localmente fenomeni di ingressione di acqua salata.

CORPO IDRICO COSTIERO TRA F. CECINA E S. VINCENZO

IT0932CT010

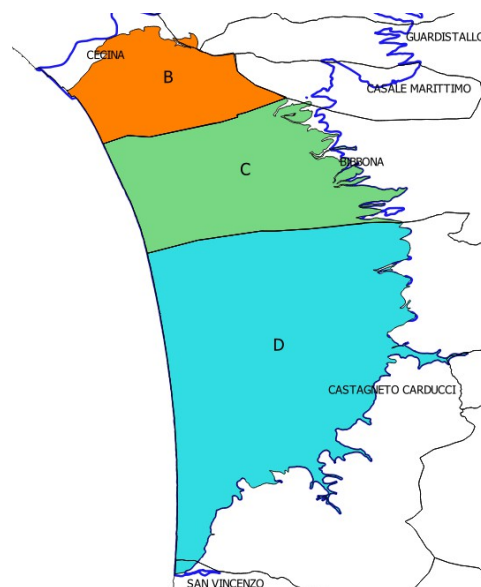


Tipo: POROSO
 STATO QNT: NON BUONO
 STATO CHIM: NON BUONO

Il corpo idrico è stato classificato in stato quantitativo non buono per bilancio e intrusione salina. Anche lo stato chimico risulta NON BUONO nel PdG. L'obiettivo del raggiungimento del Buono stato è al 2027.

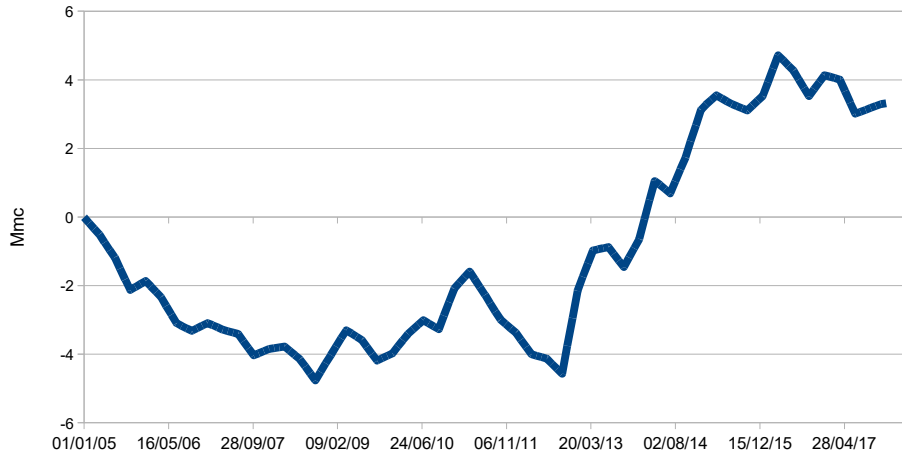
Il corpo idrico è sfruttato non solo ad uso idropotabile, ma anche, nel periodo estivo, per gli usi riferibili alle numerose attività turistico-recettive presenti in tutta l'area costiera. Pur essendo di minore rilevanza è presente anche l'utilizzo agricolo.

BILANCIO IDRICO: il bilancio del settore B è stato effettuato da Arpat, che ha sviluppato un modello transitorio stagionale 2005 – 2017, mentre il bilancio dei settori C e D è stato fatto da Autorità di Distretto nel corso del 2019 estendendo il modello numerico di Arpat anche al resto del corpo idrico, per il periodo 2011 – 2017, in virtù della disponibilità dei dati per la calibrazione, che è stato possibile fare solamente sui due punti di monitoraggio freaticometrico del Centro Funzionale della Regione Toscana presenti sull'area di studio. I risultati vengono mostrati per i settori distinti, ma si può facilmente ricavare il bilancio complessivo aggregando i dati.



Settore B

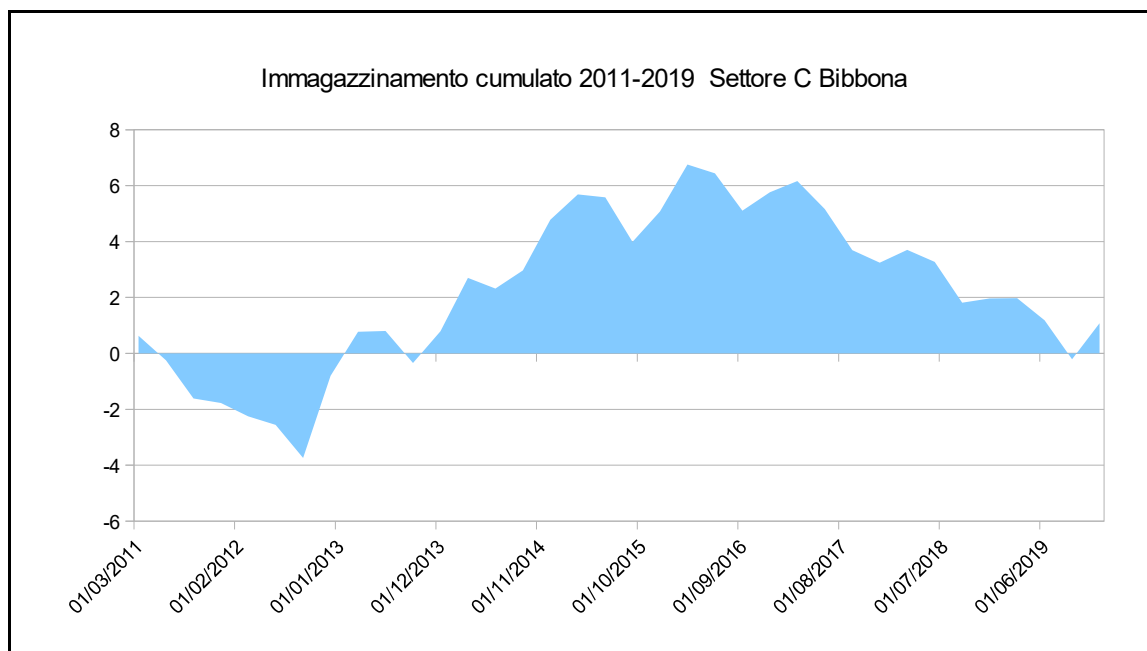
immagazzinamento cumulato 2005/2017



Dall'applicazione modellistica si evince che nel periodo il saldo di bilancio tra il 2005 ed il 2017 è positivo per circa **3,32 Mmc**, mostrando una discreta capacità di immagazzinamento, inoltre la connessione seppur indiretta con il F. Cecina gli ha permesso di superare meglio la crisi idrica del 2012.

Settore C

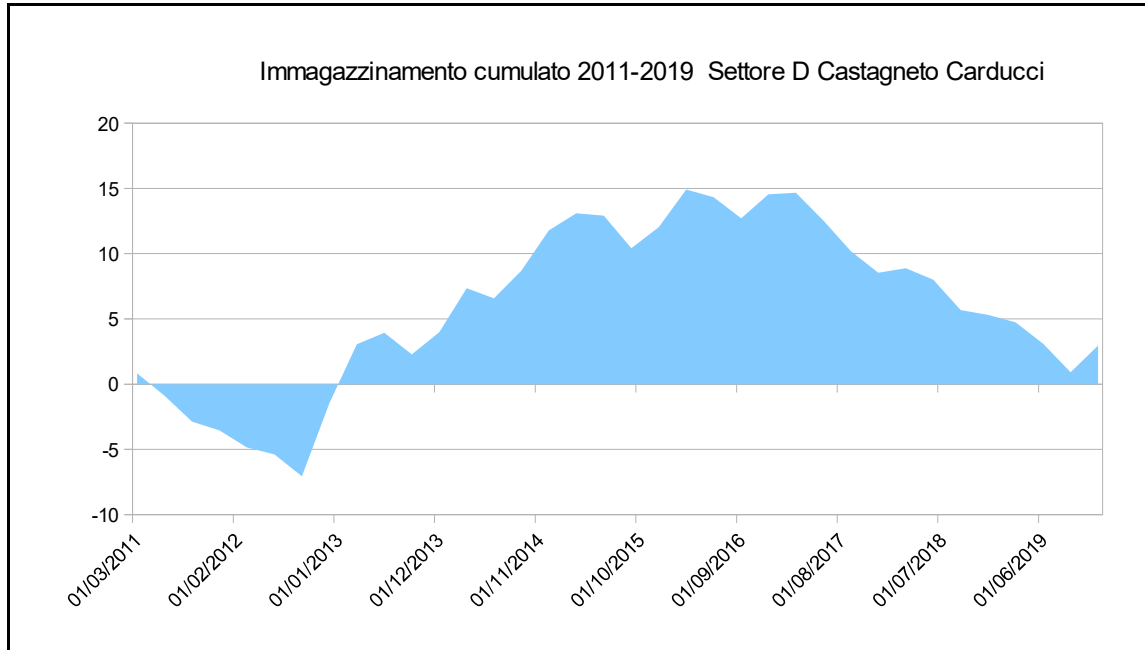
Immagine cumulata 2011-2019 Settore C Bibbona



Dall'applicazione modellistica si evince che nel periodo il saldo di bilancio tra il 2005 ed il 2017 è positivo per circa **1,08 Mmc**. In tale settore si nota una discreta capacità di immagazzinamento, anche se inferiore ai settori più settentrionali dei due corpi idrici costieri classificati, dovuta alle caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero multistrato, che determinano minore trasmissività delle falde in questa area. Nonostante il saldo di bilancio positivo questo settore è esposto a abbassamenti dei livelli

piezometrici pronunciati in occasione di scarsità idrica e siccità, come si evince anche dal grafico, da notare infatti che dopo i massimi del 2016 il resto del periodo è in trend discendente, in accordo con le rilevazioni freatrimetriche dei punti di monitoraggio del Centro Funzionale regionale. Dall'esame dei deflussi a mare non si nota in questo settore una particolare criticità dovuta ad ingressione di acqua marina.

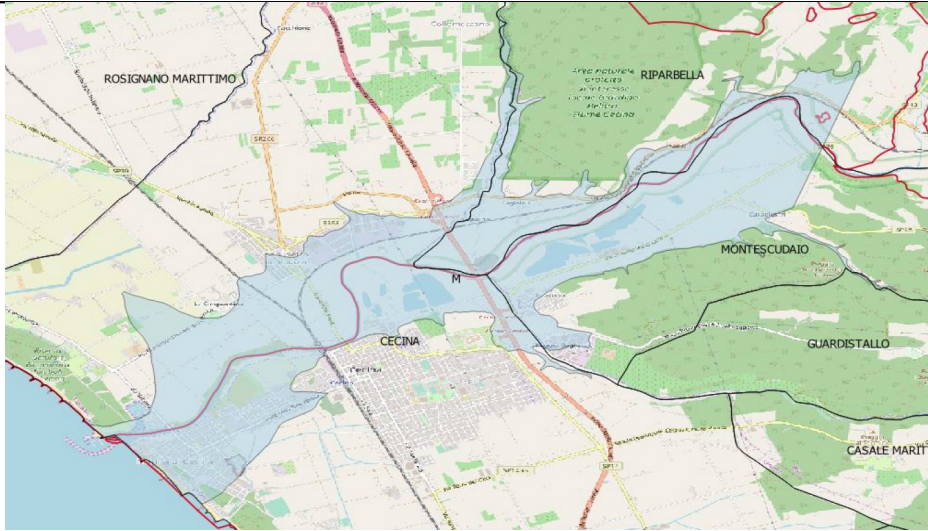
Settore D



Dall'applicazione modellistica si evince che nel periodo il saldo di bilancio tra il 2005 ed il 2017 è positivo per circa **2,96 Mmc**, ma anche in questo caso il saldo positivo non deve ingannare, infatti come nel settore C le caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero multistrato, che determinano minore trasmissività delle falde in questa area, espongono quest'area ad abbassamenti dei livelli piezometrici pronunciati in occasione di scarsità idrica e siccità. Anche in questo caso il trend è discendente. Dall'esame dei deflussi a mare si nota, nell'area di Marina di Castagneto Carducci, che in occasione di magre pronunciate si possa verificare intrusione di acqua marina richiamata dai coni di depressione determinati dagli emungimenti nelle vicinanze della costa.

Al di là della suddivisione in due settori distinti questa area della costa livornese si ritiene da considerarsi omogenea dal punto di vista idrogeologico, pertanto le disponibilità idriche verranno considerate alla scala dei due settori complessivi.

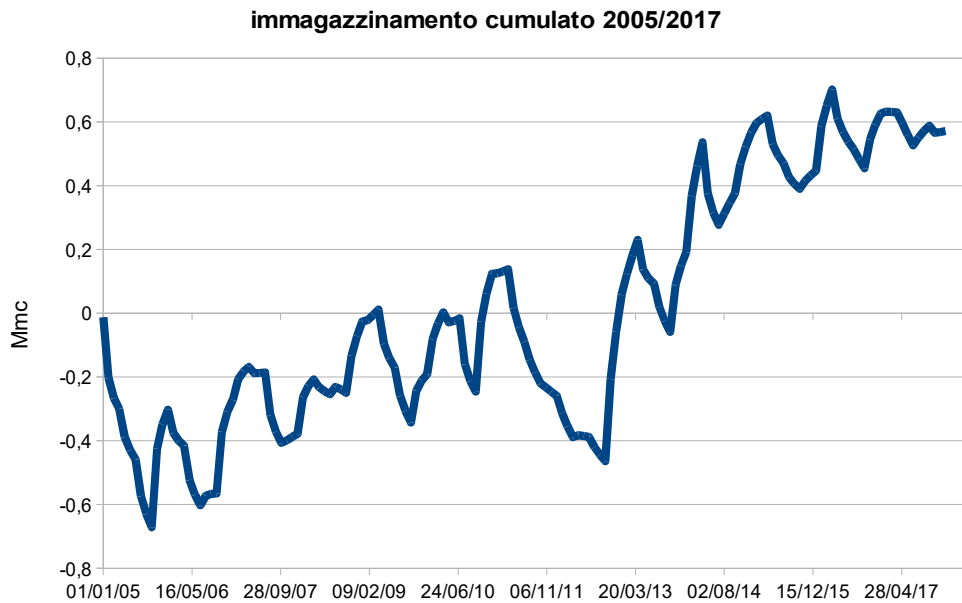
SETTORE M – ACQUIFERO DELLA STECCAIA



Il settore M interessa entrambi i corpi idrici sotterranei costieri, infatti si tratta di un acquifero “fluviale” ovvero che interessa le falde di subalveo del F. Cecina, che delimita i due corpi idrici classificati nel PdG. Tale settore riveste enorme importanza per l’approvvigionamento idropotabile e industriale.

Nel settore M è ricompresa l’area di protezione e salvaguardia ad uso idropotabile Gorili Steccaia, al cui interno è stata individuata un’area di riserva intesa come serbatoio di risorse idriche pregiate con caratteristiche di potabilità da tutelare e preservare (DGR 269/2009) nella quale la risorsa viene destinata all’uso idropotabile.

BILANCIO IDRICO: il bilancio deriva dal modello di flusso di Arpat, già citato, analogamente agli altri settori viene esplicitata la curva di immagazzinamento cumulato.



Dall’esame dell’immagazzinamento cumulato si evince che il bilancio risulta positivo per circa 0.6 Mmc. L’acquifero della Steccaia è caratterizzato da spessori e dimensioni minori, rispetto agli settori nei quali

sono stati suddivisi i corpi idrici classificati, con una capacità di immagazzinamento molto più limitata, ma la sua diretta connessione con il Fiume Cecina ha permesso negli anni una relativa costanza dei livelli che appaiono, nel complesso, in generale incremento. La connessione con le acque superficiali però comporta che possano verificarsi degli squilibri dovuti al mantenimento delle portate di Deflusso Minimo Vitale/Deflusso Ecologico, conseguenti a emungimenti dalla falda di subalveo che potrebbero, se non correttamente regolati, essere motivo di criticità e di mancato raggiungimento degli obiettivi di PdG.

Per tale motivo, vista anche le peculiarità di questo acquifero, si ritiene allo stato attuale che non ci siano margini per ulteriori disponibilità idriche in nuova concessione, a meno che non venga dimostrato attraverso la valutazione dell'impatto di nuove derivazioni sulle portate estive del Cecina e dei suoi effetti sullo stato ambientale della risorsa nel suo complesso. Tali valutazioni andranno anche confrontate con i valori di deflusso ecologico per il Fiume Cecina.

DISPONIBILITA' IDRICA

C.I. Piano di Gestione	settore bilancio	denominazione settore	prelievi allocati (Mmc)	bilancio ΔS (Mmc)	disponibilità acque sotterranee (Mmc)
c.i. costiero tra F. Fine e F. Cecina	A	acquifero costiero di Vada	10,5	4,81	2,41
	M	Cecina tratto Steccaia - foce	3,3	0,57	-
c.i. costiero tra F. Cecina e San Vincenzo	B	acquifero costiero di Cecina	1,8	3,32	1,66
	C	acquifero costiero di Bibbona	2,1	4,04	2,02
	D	acquifero costiero di Castagneto	4,7		

In sintesi per ognuno dei singoli settori è stato effettuato il bilancio delle disponibilità idriche, tenendo conto, nel modello, dei prelievi allocati. Stando ai calcoli di bilanci ci sono ancora disponibilità idriche, in un contesto però di suscettibile criticità; soprattutto nel periodo estivo, in occasione di periodi di perdurante siccità la risorsa immagazzinata può non essere sufficiente a sopperire la scarsità idrica, con il conseguente repentino abbassamento dei livelli piezometrici e il possibile manifestarsi di fenomeni importanti di ingressione di acqua marina nelle falde. Sarà possibile quindi concedere ancora prelievi per le quantità sopra riportate, passando però per uno stretto monitoraggio degli effetti e sotto attento controllo degli enti preposti, peraltro in alcuni settori il trend appare in discesa negli ultimi anni.

Nella sostanza i corpi idrici costieri "tra F. Fine e F. Cecina" e "tra F. Cecina e San Vincenzo" hanno allo stato attuale un bilancio da considerarsi moderatamente positivo nelle annualità considerate,

considerando un ciclo pluriennale, ovvero considerando che ad annate povere di precipitazioni (e quindi di ricarica) ne seguono altre nelle quali l'immagazzinamento viene ripristinato, come testimoniano i grafici sopra riportati; alcune aree subiscono in misura minore questi effetti critici in quanto usufruiscono della ricarica indotta dei corsi d'acqua (ricarica dal subalveo) laddove c'è portata disponibile; altre aree invece sono più dipendenti dalla ricarica diretta e soffrono maggiormente i periodi più siccitosi. I dati di monitoraggio suggeriscono che il c.i. tra F. Fine e F. Cecina sia in una situazione migliore, mentre il c.i. Tra F. Cecina e San Vincenzo è più suscettibile a criticità. Il fenomeno dell'intrusione salina è abbastanza circoscritto all'area della cittadina di Cecina e dei suoi dintorni, anche se non si esclude che in occasione dei periodi di magre oltre la media si possano manifestare intrusioni.

REFERENCE DOCUMENTS:

- ARPAT – Modellistica idrogeologica per la gestione della disponibilità delle risorse idriche – relazione finale 2018 - <http://www.arpato.toscana.it/documentazione/catalogo-pubblicazioni-arpato/modellistica-idrogeologica-per-la-gestione-della-disponibilita-delle-risorse-idriche-pianura-di-cecina>