

SEZIONE 1 – GENERALITA'

1 Introduzione

Il Piano Operativo Attività acque sotterranee (d'ora in poi denominato POA acque sotterranee) allegato alla *“Convenzione ARPA-DAR per l'aggiornamento del quadro conoscitivo sullo stato delle qualità delle acque sotterranee, superficiali interne, superficiali marino-costiere ai fini della revisione del Piano di gestione del Distretto Idrografico della Regione Sicilia”* (Convenzione approvata con DDG del DAR n. 23 del 22/01/2016) ha avuto come obiettivo quello di dare attuazione sul territorio regionale agli adempimenti previsti dalla WFD (Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE) e dalla GWD (Direttiva sulle Acque Sotterranee 2006/118/CE), e rispettiva normativa nazionale di recepimento (D. lgs. 152/06, D. lgs. 30/2009, D.M. 260/2010), in materia di monitoraggio e valutazione dello stato chimico delle acque sotterranee, ai fini dell'aggiornamento del quadro conoscitivo sul loro stato qualitativo per la revisione del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sicilia (PdG) e per il superamento della condizionalità 6.1 per la Programmazione 2014-2020.

Il POA acque sotterranee ha pertanto individuato le attività da porre in essere in materia di monitoraggio e valutazione dello stato chimico delle acque sotterranee, al fine di fornire i dati necessari al processo di revisione del PdG al Dipartimento Regionale Acque e Rifiuti cui compete l'attività.

In attuazione del POA acque sotterranee allegato alla citata Convenzione ARPA-DAR, sono state poste in essere le attività previste dalla task T.3 *“Valutazione, per i corpi idrici interessati da superamenti puntuali dei VS o SQ, del probabile trasferimento degli inquinanti dai CIS ai corpi idrici superficiali connessi o agli ecosistemi terrestri che ne dipendono direttamente ed alla valutazione dei probabili relativi impatti”*.

Nel presente documento si riportano i risultati dell'attuazione della suddetta Task T3, finalizzata ad effettuare, nel corpo idrico sotterraneo pilota della Piana di Castelvetro-Campobello di Mazara (TP), le valutazioni di cui all'art. 4, comma 2, lettera c, punto 2 e All. 5, punti 4.b, 4.c del D. lgs. 30/2009, previste nei corpi idrici sotterranei connessi con le acque superficiali nei quali siano stati riscontrati dei superamenti puntuali di valori soglia (VS) o standard di qualità (SQ), nell'ambito dell'indagine finalizzata ad ottenere una valutazione complessiva dello stato chimico per l'intero corpo idrico sotterraneo.

La scelta di effettuare le valutazioni di cui alla Task T.3 sul corpo idrico sotterraneo “Piana di Castelvetro-Campobello di Mazara” (codice WISE: ITR19CCCS01) deriva dalla necessità di effettuare le indagini integrative previste dal D.lgs. 30/2009 su un corpo idrico sotterraneo caratterizzato da uno stato chimico puntuale scarso¹, il quale risulta essere in connessione con i corpi idrici superficiali “Lago della Preola” (codice WISE: IT19TW05529), “Gorghi Tondi Alto” (codice WISE: IT19TW055308), “Gorghi Tondi Medio” (codice WISE: IT19TW055310), “Gorghi Tondi Basso” (codice WISE: IT19TW055311), caratterizzati a loro volta da uno stato chimico non buono ed uno stato ecologico cattivo o non superiore a sufficiente. La valutazione dello stato ecologico di questi corpi idrici² soffre tuttavia dell’individuazione di queste acque, nel PdG, come acque di transizione, sebbene le stesse presentino caratteristiche non coerenti con le acque di transizione, e quindi dei relativi EQB da determinare per la loro classificazione.

I laghi suddetti rientrano comunque nella fattispecie di un ecosistema acquatico associato alle acque sotterranee, secondo la seguente definizione che di esso viene data dalla Commissione Europea nel documento “*Technical Report on Groundwater Associated Aquatic Ecosystems*” (TR n. 9, European Commission, 2015)

1. *Ecosistema acquatico associato alle acque sotterranee: un ecosistema che è contenuto dentro uno o più corpi idrici superficiali (fluviali, lacustri, transizionali o costieri), il cui stato ecologico o chimico o i cui obiettivi ambientali potrebbero essere influenzati dalle alterazioni dei livelli idrici o dalle concentrazioni dei contaminanti che sono trasmessi attraverso l’acqua sotterranea (Figura 1.1).*

L’identificazione dei corpi idrici superficiali sopra indicati come un ecosistema acquatico associato alle acque sotterranee del corpo idrico “Piana di Castelvetro-Campobello di Mazara” è supportata da risultati di studi pregressi effettuati nell’area, da cui emerge che gli specchi lacustri di Preola, Gorghi Tondi e Murana, ubicati in corrispondenza di depressioni tipo sinkhole di natura carsica nell’area di Mazara del Vallo (TP), rappresentano delle aree umide alimentate oltre che dalle acque di precipitazione meteorica, anche dalla falda idrica sotterranea ivi affiorante (Di Maggio C. et al., 2010; Cusimano G. et al., 2006; Vassallo M., 2000). Lo stesso Piano di Gestione Rete Natura 2000 dei SIC e ZPS “Sciare e zone umide di Mazara e Marsala”, nel richiamare i risultati dei principali studi pregressi condotti nell’area, indica come la principale fonte di alimentazione dei laghi di Preola e Gorghi Tondi sia rappresentata dalla falda freatica sottostante e come nei periodi di

¹ Si veda al riguardo il documento ARPA Sicilia “*Monitoraggio e valutazione dello stato chimico delle acque sotterranee – Aggiornamento del Report attività 2016 con i risultati del monitoraggio e della valutazione dello stato chimico 2016 dei corpi idrici sotterranei Ragusano, Piana di Vittoria, Lentinese*”

² Si veda al riguardo il documento ARPA Sicilia “*Monitoraggio acque di transizione - attività 2015*”

emungimento incontrollato della falda idrica sotterranea (in particolare fino al 1999) si sia verificato un abbassamento del livello dei laghi ed il prosciugamento del Preola e del Murana, con relativa scomparsa sia della vegetazione che della fauna caratteristica degli habitat lacustri (WWF, 2011). Ciò è indicativo del fatto che i laghi suddetti rappresentano dei corpi idrici superficiali il cui stato idrologico, ecologico e chimico è criticamente dipendente dal contributo delle acque sotterranee, in relazione al raggiungimento degli obiettivi ambientali per essi fissati dalla Direttiva 2000/60/CE. Per effettuare le valutazioni di cui alla Task T.3 del POA acque sotterranee è stata prevista l'implementazione di modelli di simulazione integrati acque sotterranee - acque superficiali, estesi all'intero corpo idrico sotterraneo oggetto di studio o soltanto alla porzione interessata dal superamento puntuale dei VS o SQ, con la finalità di stimare il contributo di inquinamento proveniente dal corpo idrico sotterraneo ai sistemi superficiali connessi, con particolare riferimento ai laghi di Preola e Gorghi Tondi.

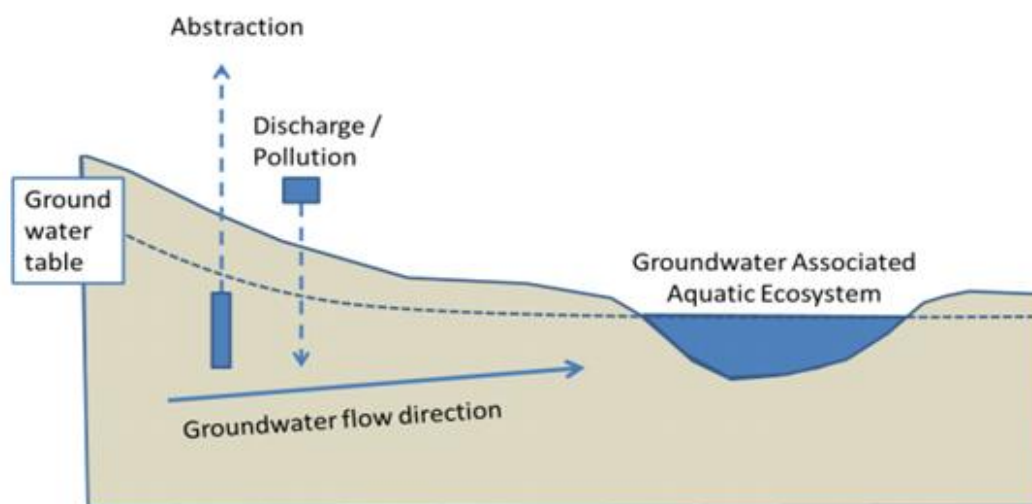


Figura 1.1 Modello concettuale di un ecosistema acquatico associato alle acque sotterranee e sue relazioni con il corpo idrico sotterraneo e le pressioni che su di esso insistono (European Commission, 2015)

Tali laghi, oltre ad essere individuati quali corpi idrici superficiali di transizione all'interno del Piano di Gestione 2015-2021, sono stati anche inseriti nel Registro delle Aree Protette dello stesso PdG, in quanto ricadenti in un SIC ed in una ZPS della Rete Natura 2000 (SIC ITA010005 "Laghetti di Preola e Gorghi Tondi e Sciare di Mazara", ZPS ITA 010031 "Laghetti di Preola e Gorghi tondi, Sciare di Mazara e Pantano Leone"), nonché in una Zona Vulnerabile ai Nitrati di origine agricola ai sensi della Direttiva 91/676/CEE (Direttiva Nitrati). Va inoltre evidenziato che il sistema lacustre di Preola e Gorghi Tondi, fa parte di una Riserva Naturale Integrale regionale (RNI

istituita con D.A. ARTA del 1998) e che le aree umide “Laghi Murana, Preola e Gorghi Tondi”, ecosistemi particolarmente sensibili e di notevole valore ambientale, sono state dichiarate, con Decreto MATTM del 28/06/2011, aree di importanza internazionale ai sensi della Convenzione Ramsar (“Convenzione relativa alle zone umide di importanza internazionale, soprattutto come habitat degli uccelli acquatici”, firmata a Ramsar il 2 febbraio 1971).

La valutazione delle interazioni tra il corpo idrico sotterraneo della Piana ed i corpi idrici superficiali ad esso connessi è stata effettuata tramite strumenti modellistici di simulazione del flusso e del trasporto dei contaminanti.

I modelli matematici di simulazione del flusso e del trasporto nelle acque sotterranee consentono di rappresentare in modo semplificato un sistema idrogeologico reale, permettendo di analizzarne il comportamento in risposta a molteplici variabili, di migliorare la conoscenza dei parametri che governano un determinato fenomeno e di validare da un punto di vista fisico il modello concettuale del sistema. Essi si basano sulle equazioni che rappresentano i processi fisici che si verificano all'interno del dominio del modello e vengono detti numerici quando il sistema di equazioni viene risolto tramite tecniche di approssimazione algebrica.

Ai fini dell'implementazione del sistema modellistico relativo all'area di studio, è stata preliminarmente condotta una consistente attività di ricognizione e raccolta dati esistenti, di pianificazione e conduzione di rilievi sul campo e di interpretazione ed elaborazione dei dati, attraverso i quali è stato elaborato un preliminare modello concettuale idrogeologico dell'acquifero e sono state messe a punto le successive applicazioni modellistiche.

Nel presente documento, dopo la descrizione dell'approccio metodologico generale (capitolo 2), vengono descritti nella Sezione 2 i risultati delle attività di raccolta ed acquisizione dati finalizzate alla caratterizzazione ed alla modellizzazione concettuale del sistema (capitoli 3, 4, 5, 6), e nella Sezione 3 i risultati dell'attività di implementazione dei modelli di simulazione a scala regionale e locale della Piana, nonché le considerazioni conclusive relative allo studio effettuato (capitoli 7, 8, 9). Al termine vengono riportati i riferimenti bibliografici citati nel presente documento.

Nell'Allegato 1 sono riportati i Rapporti di prova delle analisi chimiche effettuate da ARPA Sicilia nelle acque dei laghi Murana Preola e Gorghi Tondi e nelle acque di falda prelevate dai piezometri P1 e PZ3 presso la discarica di C.da Misiddi-Campana.

Nell'Appendice A è riportato il Report finale del servizio di rilievo topo-batimetrico, svolto da Biosurvey S.r.l. per conto di ARPA Sicilia, dei laghi della Riserva Naturale Integrale Lago Preola e Gorghi Tondi – Mazara del Vallo (TP).

2 Approccio metodologico generale

Le attività sviluppate per l'attuazione della Task T.3 del POA Acque sotterranee hanno avuto come finalità lo studio e l'analisi, nel sistema idrogeologico della Piana di Castelvetro – Campobello di Mazara, delle interazioni tra acque sotterranee ed acque superficiali, con particolare riferimento alle interazioni tra l'omonimo corpo idrico sotterraneo (ITR19CCCS01) ed i corpi idrici superficiali “Lago della Preola” (IT19TW05529), “Gorghi Tondi Alto” (IT19TW055308), “Gorghi Tondi Medio” (IT19TW055310), “Gorghi Tondi Basso” (IT19TW055311), i quali possono essere considerati, sulla base dei dati esistenti, un ecosistema acquatico associato alle acque sotterranee, nell'accezione del termine fornita dal “*Technical Report on Groundwater Associated Aquatic Ecosystems*” della Commissione Europea (TR n. 9/2015).

Scopo delle attività di studio ed analisi della Task è quello di valutare, ai sensi del D. lgs. 30/2009 (art. 4, comma 2, lettera c, punto 2 e All. 5, punti 4.b, 4.c), lo stato chimico complessivo del corpo idrico sotterraneo in esame, caratterizzato, sulla base dei risultati del monitoraggio 2011-2016 condotto da ARPA, da superamenti puntuali dello standard di qualità del parametro nitrati e dei valori soglia dei parametri ammoniaca, cadmio e mercurio. In particolare, i superamenti puntuali di SQ/VS dei parametri nitrati, cadmio e mercurio, riscontrati nel 2016 nelle stazioni di monitoraggio “Ingrasciotta” e “Perez”, sono localizzati in un settore del corpo idrico sotterraneo posto a monte idrogeologico dei laghi Preola e Gorghi Tondi (Figura 2.1), i quali, sulla base del monitoraggio effettuato da ARPA nel 2013 e nel 2015, risultano classificati in stato chimico non buono ed in stato ecologico cattivo o non superiore a sufficiente (ARPA Sicilia, 2016). Al riguardo l'attribuzione dello stato chimico non buono ai corpi idrici Preola, Gorgo Alto, Gorgo Medio e Gorgo Basso deriva dal superamento degli SQA del cadmio nella colonna d'acqua e del piombo nel sedimento (in Gorgo Alto il superamento riguarda solo il parametro piombo nel sedimento). L'attribuzione dello stato ecologico, che soffre dell'individuazione nel PdG di queste acque come acque di transizione, sebbene le stesse presentino caratteristiche non coerenti con tale tipologia, e quindi dei relativi EQB da determinare per la loro classificazione, risulta cattivo nei Gorghi, per l'assenza della comunità di macroinvertebrati bentonici, e non superiore a sufficiente nel lago Preola, per il superamento dello SQA del parametro arsenico nella matrice acqua. Per quanto riguarda quest'ultimo parametro, che rientra tra gli inquinanti specifici non appartenenti all'elenco di priorità presi in esame a supporto della valutazione dello stato ecologico (Tab. 1/B e 3/B del DM 260/2010), il superamento dello SQA-MA nella matrice acqua e/o nella matrice sedimento, emerso dai monitoraggi 2013-2015, è stato riscontrato in tutti e 4 i laghi.

Si evidenzia inoltre che, ai sensi del D. lgs. 30/2009 (All. 3, parte A, tabella 1), lo stato chimico di un corpo idrico sotterraneo si definisce buono quando “*la composizione chimica del corpo idrico sotterraneo è tale che le concentrazioni degli inquinanti... non sono tali da impedire il conseguimento degli obiettivi ambientali di cui agli articoli 76 e 77 del D. lgs. 152/06 per le acque superficiali connesse, né da comportare un deterioramento significativo della qualità ecologica o chimica di tali corpi idrici né da recare danni significativi agli ecosistemi terrestri direttamente dipendenti dal corpo idrico sotterraneo*”.

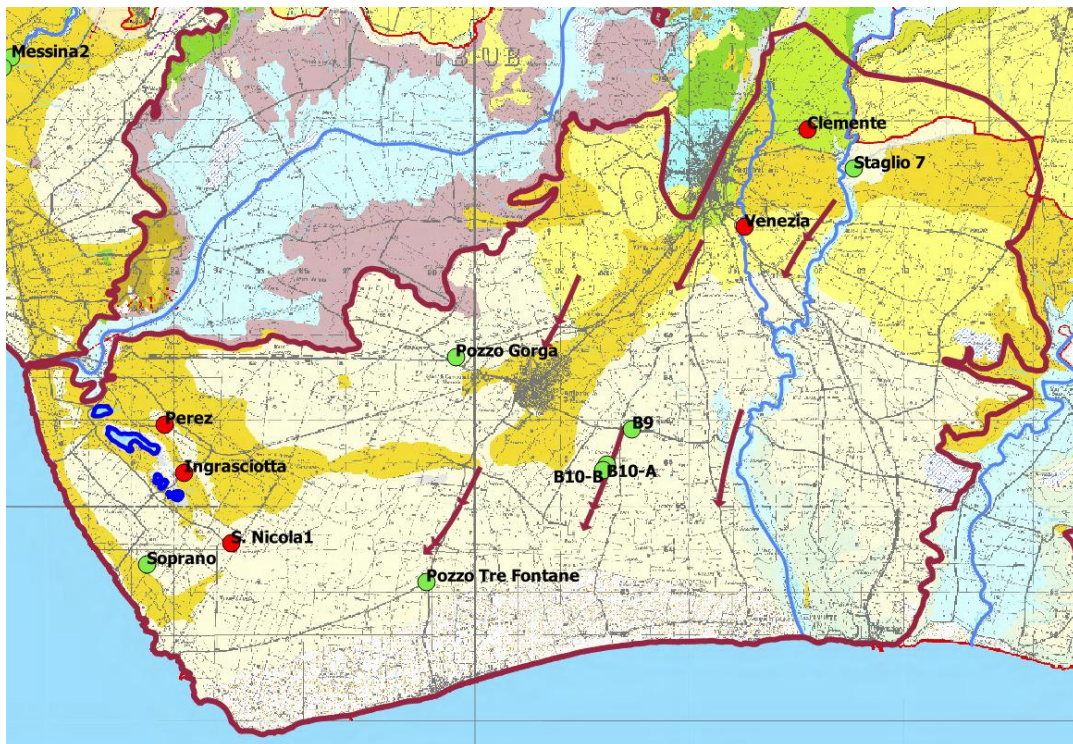


Figura 2.1 Stato chimico puntuale 2011-2016 del CIS Piana di Castelvetro-Campobello di Mazara (in rosso sono indicate le stazioni in stato chimico scarso, in verde quelle in stato chimico buono; in blu sono perimetrati i corpi idrici lacustri Murana Preola e Gorgi Tondi; in marrone è indicata la perimetrazione del CIS riportata nel PdG)

Nello stesso decreto la procedura per la valutazione dello stato chimico delle acque sotterranee prevede che, nel caso in cui uno standard di qualità o un valore soglia sia superato in uno o più siti di monitoraggio del corpo idrico sotterraneo, che comunque rappresentino non oltre il 20 per cento della sua area totale o del suo volume, il corpo idrico si possa considerare in buono stato chimico qualora, sulla base di indagini specifiche finalizzate alle valutazioni di cui all'Allegato 5, risultino soddisfatte le condizioni concernenti il buono stato chimico delle acque sotterranee definite dal decreto.

Il documento “*Guidance on Groundwater Status and Trend Assessment*” (CIS Guidance n. 18, European Commission, 2009) ha definito, sulla base di quanto stabilito dalle Direttive WFD e GWD, la batteria di test da applicare ai corpi idrici sotterranei, in base alla tipologia di corpo idrico ed alle relazioni con i sistemi idrici superficiali connessi, per la verifica delle condizioni concernenti il buono stato chimico, nonché quantitativo, degli stessi. La suddetta batteria di test, che è stata richiamata nelle Linee guida ISPRA n. 157/2017 “*Criteri tecnici per l’analisi dello stato quantitativo e il monitoraggio dei corpi idrici sotterranei*” (ISPRA, 2017), comprende il test “Acque superficiali connesse” (Test 2) da utilizzare, laddove pertinente, come strumento per la valutazione dello stato chimico, oltre che dello stato quantitativo, dei corpi idrici sotterranei (Figura 2.2).

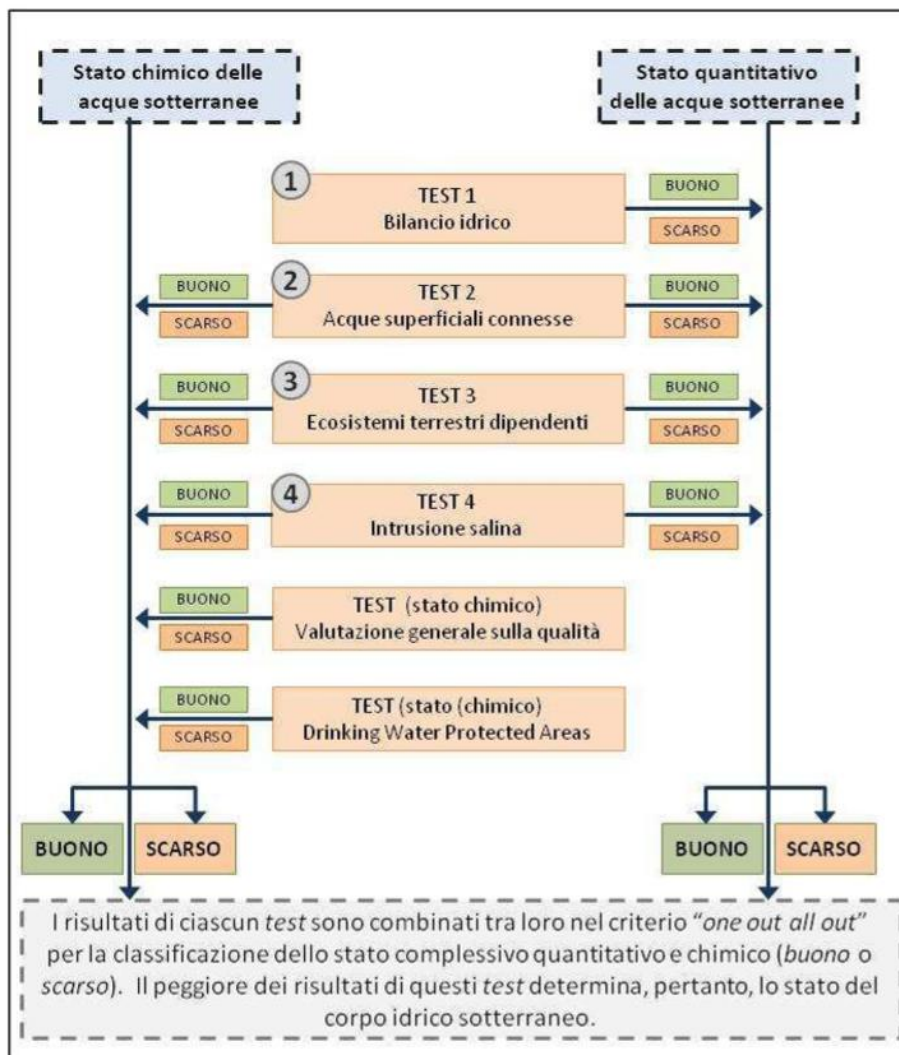


Figura 2.2 Batteria di test per la valutazione dello stato chimico e quantitativo delle acque sotterranei (European Commission, 2009 richiamato in ISPRA, 2017)

Nel caso del corpo idrico sotterraneo della Piana di Castelvetrano-Campobello di Mazara, visti i superamenti puntuali di SQ e VS riscontrati in alcune stazioni di monitoraggio rappresentative e vista la classificazione di stato chimico ed ecologico dei corpi idrici superficiali ad esso connessi, risulta pertinente, nell'ambito dell'indagine finalizzata ad ottenere una valutazione complessiva del suo stato chimico, effettuare, sulla scorta dei risultati del monitoraggio e di un idoneo modello concettuale del corpo idrico sotterraneo, le valutazioni di cui all'All. 5, punti 4.b, 4.c del D. lgs. 30/2009, riguardanti:

”- b) la quantità e le concentrazioni degli inquinanti che sono o che è probabile siano trasferiti dal corpo idrico sotterraneo alle acque superficiali connesse o agli ecosistemi terrestri che ne dipendono direttamente;

- c) l'impatto probabile delle quantità e concentrazioni degli inquinanti trasferiti alle acque superficiali connesse e agli ecosistemi terrestri che ne dipendono direttamente...”.

Pertanto, nell'ambito dell'attuazione della Task T.3 del POA Acque sotterranee, è stata condotta un'indagine specifica sul sistema idrogeologico della Piana di Castelvetrano-Campobello di Mazara, articolata nelle seguenti 4 fasi di lavoro:

1. Ricognizione ed analisi dei dati esistenti per la definizione dell'inquadramento geologico, idrogeologico, idrologico e ambientale del sistema;
2. Acquisizione ed elaborazione dei dati funzionali all'elaborazione del modello concettuale ed all'implementazione dei modelli di simulazione ed elaborazione del modello concettuale idrogeologico preliminare dell'acquifero;
3. Implementazione del modello numerico integrato del sistema idrogeologico della Piana per l'analisi a scala regionale dell'idrodinamica sotterranea dell'acquifero e delle sue interazioni con i corpi idrici superficiali connessi;
4. Implementazione del modello numerico di flusso e trasporto dei contaminanti per la valutazione a scala locale del probabile trasferimento degli inquinanti dal corpo idrico sotterraneo ai corpi idrici superficiali connessi dei laghi Preola, Murana e Gorgi Tondi.

Per le finalità della fase 1 è stata condotta un'attività di ricognizione e raccolta di dati esistenti sull'area di studio, al fine di costruire un primo quadro di conoscenza del sistema nelle sue componenti naturali ed antropiche. I risultati di tale attività sono illustrati nel capitolo 3 del presente documento.

Per le finalità della fase 2 è stata condotta un'attività di pianificazione ed esecuzione di rilievi sul campo, nonché un'attività di informatizzazione, interpretazione ed elaborazione dei principali dati raccolti, al fine di integrare il quadro di conoscenza derivante dalla fase 1, elaborare un preliminare

modello concettuale idrogeologico dell'acquifero e supportare le successive fasi dell'indagine. I risultati della fase 2 sono illustrati nei capitoli 4, 5 e 6 del presente documento.

Per quanto concerne le fasi 3 e 4 dello studio, sono stati messi a punto strumenti modellistici per la simulazione dei processi idrologici, idrogeologici e di trasporto dei contaminanti, con codici di calcolo differenti in base ai processi da simulare ed alla loro scala di rappresentazione, secondo un approccio "modelli in cascata" con un dettaglio di approfondimento crescente dalla scala regionale a quella locale. I codici di calcolo utilizzati sono stati quelli della suite MIKE DHI, sui quali ARPA ha effettuato uno specifico percorso di addestramento finalizzato all'utilizzo dei software per le valutazioni previste nella task T.3 del POA Acque sotterranee.

Le attività modellistiche sono state finalizzate a caratterizzare, mediante un approccio deterministico, il sistema idrogeologico della Piana di Castelvetro - Campobello di Mazara.

Per le finalità della fase 3 è stato implementato un modello numerico integrato acque sotterranee - superficiali relativo al sistema idrogeologico della Piana, con la finalità di rappresentare l'idrodinamica sotterranea e la dinamica di interscambio tra l'acquifero ed il reticolo idrografico interagente, nonché per estrarre dal modello a scala regionale le condizioni al contorno per il modello locale relativo alla zona dei laghi. I suddetti processi sono stati simulati in un sistema modellistico integrato, relativo sia alle acque superficiali (con l'approfondimento dei processi idrologici ed idrodinamici relativi al bacino connesso con il corpo idrico sotterraneo), sia alle acque sotterranee (con l'analisi delle dinamiche del deflusso nella zona satura dell'acquifero), con particolare attenzione all'interconnessione superficiale - sotterraneo ed all'analisi del bilancio idrico dell'acquifero. I risultati della fase 3 sono illustrati nel capitolo 7 del presente documento.

Per le finalità della fase 4 è stato implementato un modello di simulazione del flusso e del trasporto dei contaminanti in falda riguardante solo il settore occidentale del corpo idrico sotterraneo della Piana, nella zona prossima ai laghi Murana, Preola e Gorgi Tondi (modello a scala locale), con la finalità di stimare l'eventuale trasferimento dei contaminanti presenti in falda ai corpi idrici superficiali connessi. Sulla base del modello di flusso locale, a maggior dettaglio, è stato simulato il trasporto dei contaminanti arsenico e nitrati provenienti dalle fonti di pressione sia di tipo puntuale (discariche RSU), che di tipo diffuso (aree ad uso prevalentemente agricolo) presenti nell'area. I risultati della fase 4 sono illustrati nel capitolo 8 del presente documento.

Per l'implementazione del modello idrogeologico integrato di cui alla fase 3 sono stati utilizzati i seguenti codici di calcolo (Figura 2.3):

- MIKE SHE: per la simulazione del flusso nella zona satura dell'acquifero e per la simulazione delle relative interazioni con la rete idrografica superficiale;

- MIKE HYDRO River HD: per la simulazione dell'idrodinamica fluviale nella rete idrografica interagente con l'acquifero;
- MIKE HYDRO RR - NAM: per simulare il processo idrologico di trasformazione degli afflussi in deflussi a scala di bacino.

Per l'implementazione del modello locale di cui alla fase 4 è stato utilizzato il codice di calcolo FEFLOW, un codice numerico agli elementi finiti per la modellazione dei processi di flusso e trasporto in mezzi porosi e fratturati, in condizioni sia sature che insature.

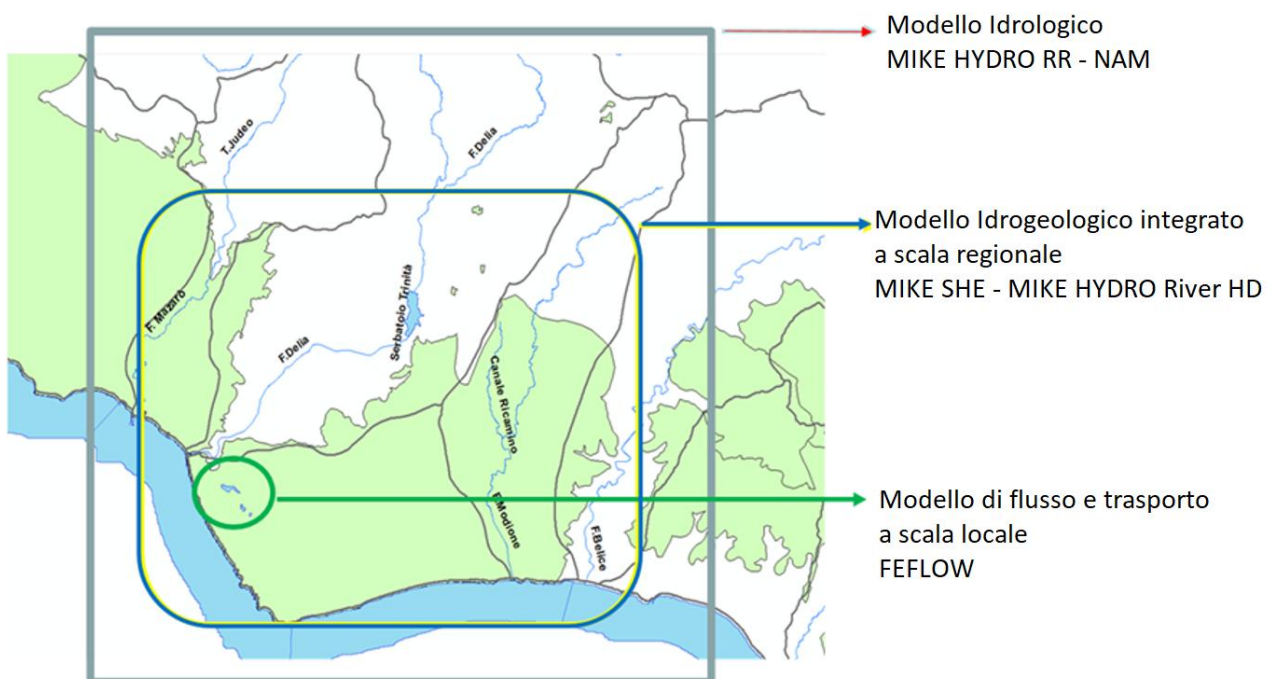


Figura 2.3 – Modelli implementati e relativi codici di calcolo utilizzati nello studio relativo alla Piana di Castelvetrano-Campobello di Mazara