

b) Caratteristiche geografiche, geologiche, idrogeologiche.

Localizzazione geografica e morfologia del corpo idrico

Localizzazione geografica

Monte Bonifato è un rilievo sito nel settore più orientale dei Monti di Trapani, ed è separato dal Monte Inici dalla vallata del Fiume Freddo - San Bartolomeo. In particolare, l'affioramento di Monte Bonifato (che ha un'area di 5,64 km² ed un'altezza massima di 825 m s.l.m.) si erge isolato immediatamente a S di Alcamo ed a monte dell'abitato.

Dal punto di vista idrografico il corpo ricade nel bacino del Fiume San Bartolomeo, e bacini minori fra Iato e San Bartolomeo.

Dal punto di vista politico-amministrativo, l'acquifero ricade nel territorio comunale di Alcamo.

Il corpo idrico ricade nel foglio I.G.M.I. n. 257 "Castelvetrano" e n. 258 "Alcamo".

Considerazioni geomorfologiche

Il rilievo di Monte Bonifato, si presenta come un blocco monoclinale allungato in senso N-S, a forte controllo morfostrutturale e morfoselettivo. I due versanti principali (rispettivamente orientale ed occidentale), anche se a forte controllo strutturale, sono difformi tra di loro. Infatti, il versante orientale e nord-orientale è fortemente controllato da faglie con andamento N-S, che nel settore nord-orientale ruotano a NW-SE. Queste faglie a gradinata ribassano progressivamente la struttura con rigetti complessivi superiori ai 300 m determinando una morfologia molto acclive e dirupata con balze, a luoghi, quasi verticali. Il versante occidentale è di tipo strutturale; segue quindi la naturale immersione del pendio secondo i piani di stratificazione ed ha perciò una pendenza coincidente con quella della giacitura degli strati. La morfoselezione ha determinato riseghe e rientranze morfologiche in corrispondenza delle litologie più erodibili mettendo in evidenza le testate degli strati più resistenti all'erosione.

Ai piedi del rilievo montuoso si osserva la presenza di una estesa e coltre di detriti di falda per lo più non cementato che si estende principalmente tra la quota 250 m sino a quella di circa 400 m s.l.m..

Le forme carsiche epigee sono prevalentemente rappresentate da karren, docce e scannellature, e quelle ipogee da cavità prevalentemente orizzontale con scarso sviluppo e concentrate nei termini calcarei dolomitici basali.

Aspetti geologici

Dal punto di vista stratigrafico, il corpo idrico è costituito da una successione tipica del Dominio Trapanese, caratterizzata da depositi francamente di piattaforma carbonatica triassico-liassica. Seguono depositi di altofondo (seamount) evolventi a pelagici e che testimoniano le fasi di dissezionamento e progressivo annegamento della detta piattaforma carbonatica dal Giura al Cretaceo.

Dal basso verso l'alto è riconoscibile la seguente successione litostratigrafica:

- Calcari dolomitici a bioclasti e intraclasti, dolomie stromatolitiche e loferitiche, calcareniti oolitiche, calcilutiti ad alghe e foraminiferi, breccie loferitiche (Trias sup. - Lias). Fm. Inici. Spessore in affioramento circa 80 m.
- calcilutiti ed encriniti nodulari ad ammoniti, calcareniti e calcilutiti a crinoidi con intercalazioni di lave alcalibasaltiche a cuscino (*pillow lavas*) seguite da argilliti silicee, radiolariti e calcilutiti silicizzate (Lias sup. - Malm). Fm. Buccheri. Spessore: da 10 a 40 m.
- Calcilutiti e calcisiltiti con liste e noduli di selce, calcilutiti a radiolari e calpionelle ("*Lattimusa*" Auct. Fm. Chiaramonte), a luoghi passanti a qualche metro di marne e calcilutiti marnose ad aptici (Titonico - Cretaceo inf., Fm. Hybla). Spessore da 20 a 60 m.
- Calcilutiti, calcisiltiti marnose e marne a radiolari e foraminiferi planctonici con intercalazioni lenticolari di calcareniti e breccie calcaree (Cretaceo sup. – Eocene, Fm. Amerillo). Spessore da 20 a 180 m.
- Biocalcareni e biocalciruditi a nummulitidi e bioclasti (Eocene sup. – Oligocene, Fm. Bonifato). Spessore da 10 a 70 m.

- Argille e marne brune a foraminiferi planctonici, calcareniti ed arenarie glauconitiche. (Miocene inf. – Langhiano, eq. “Calcareniti di Corleone” *Auct.*). Spessore da 20 a 80 m.
- Argille, argille sabbiose e marne a foraminiferi planctonici (Langhiano sup. – Tortoniano eq. “Marne di S. Cipirello” *Auct.*). Spessore da 20 a 250 m.

La struttura di Monte Bonifato, come già accennato, è costituita da una monoclinale ripetutamente ritagliata da due sistemi di faglie quasi ortogonali. Il primo sistema, è orientato generalmente NW-SE ed è dato da faglie di collasso (prevalentemente dirette), mentre il secondo ha un andamento grosso modo NNE-SSW (ruotante localmente a NE-SW) e presenta componente da diretta a traspressiva.

Morfologia del corpo idrico

In questo corpo idrico sono riconoscibili dal basso verso l’alto:

- un acquifero principale, allogato nelle litologie calcareo-dolomitiche della Fm. Inici, molto fratturate e localmente carsificate.

Seguono degli orizzonti a permeabilità differente, sia tra di loro, sia rispetto l’acquifero principale precitato:

- calciliti ed encriniti nodulari, associati ed effusioni sottomarine di basalti, seguiti da argilliti silicee e radiolariti (Fm. Buccheri). La permeabilità è stimata tra 10^{-2} - 10^{-4} m/s nei termini più permeabili, mentre nelle radiolariti e negli orizzonti più argillosi è di 10^{-7} m/s.
- Calciliti e calcisiltiti con liste e noduli di selce (Fm. Chiaramonte), a luoghi passanti a qualche metro di marne e calciliti marnose (Fm. Hybla) passanti a calciliti, calcisiltiti marnose e marne con intercalazioni lenticolari di calcareniti e brecce calcaree (Fm. Amerillo). Si tratta di un complesso con variazioni laterali e verticali di permeabilità (10^{-6} - 10^{-8} m/s) che include potenziali livelli acquiferi sospesi, ubicati prevalentemente verso la sommità (calcareniti e brecce), con permeabilità stimata attorno a 10^{-3} m/s.
- Biocalcareni e biocalciruditi a nummulitidi e bioclasti (Fm. Bonifato). Con permeabilità stimata dell’ordine di 10^{-3} m/s.

Al tetto il corpo idrico è sigillato dalle argille e marne della Fm Calcareniti di Corleone con intercalazioni di arenarie glauconitiche.

Il corpo idrico ha con tutta probabilità una sua prosecuzione nel sottosuolo, visto che verso NE, in località Serra Conzarri – Castello Calatubo, affiora una scaglia tettonica costituita da piccole placche affioranti di calcilutiti e calciruditi eoceniche cui fanno seguito le coperture terrigene mioceniche.

Caratteristiche idrogeologiche e idrochimiche

Regime pluviometrico e infiltrazione

La pioggia media annua è di 600-700 mm (calcolata per il periodo 1964-95, Atlante Climatologico), e si distribuisce in un periodo umido (da ottobre ad aprile, in cui si concentra l'85 % delle precipitazioni), ed uno secco (da maggio a settembre con meno del 15 %). Il corpo idrico in oggetto presenta una serie di analogie sia geologico-geomorfologiche che climatiche con quello di Monte Sparagio – Monte Monaco. In base a ciò, l'infiltrazione può essere valutata non superiore all'80% delle precipitazioni sulle litologie pertinenti all'acquifero principale calcareo-dolomitico (Cusimano et alii, 2004), mentre scende al 30-40 % per le calcilutiti e/o calcari marnosi. Nella fase successiva della ricerca si tenterà di calibrare opportunamente questi valori.

L'area di ricarica coincide con l'area di affioramento del corpo idrico, comprendendo anche la porzione ricoperta dal detrito di falda e che maschera i contatti per faglia con le coperture terrigene. Non essendo note manifestazioni sorgentizie di rilievo si può supporre che le acque d'infiltrazione dopo aver attraversato le coperture detritiche vadano ad introdursi nel sottosuolo attraverso l'acquifero calcareo-dolomitico sottostante.

Regime della falda e flussi sotterranei

Non si dispone di dati di alcun tipo che permettano minimamente di avere indicazioni sul regime della falda.

Le manifestazioni sorgentizie e la presenza di una estesa placca di travertino ubicate all'estremo settentrionale dell'affioramento del corpo idrico (su cui è alloggiato l'abitato di Alcamo) sono indicative di un flusso idrico sotterraneo in direzione N pilotato dai sistemi

di faglie.

Considerazioni sulla vulnerabilità

Dalle osservazioni geologiche e geomorfologiche e dalle considerazioni idrogeologiche si desume che la vulnerabilità del corpo idrico è da considerare elevata, sia per le modalità d'infiltrazione (direttamente nei sistemi di fratture), per la elevata velocità del flusso sotterraneo, che per la quasi nulla capacità di autodepurazione dell'acquifero principale.

I centri di pericolo sono dati principalmente dalle cave attive ed inattive ubicate nel versante orientale, e dalla strada che da Alcamo conduce fino alla sommità del rilievo montuoso.

Altri potenziali centri di pericolo sono presenti nell'abitato di Alcamo. Inoltre, occorre sottolineare che questa cittadina sorge su una estesa placca di travertino poggiante parzialmente sulla porzione affiorante del corpo idrico.

Caratterizzazione idrogeochimica

Il corpo idrico Monte Bonifato è caratterizzato da acque bicarbonato-alcalino terrose e solfato-clorurato-alcalino terrose.

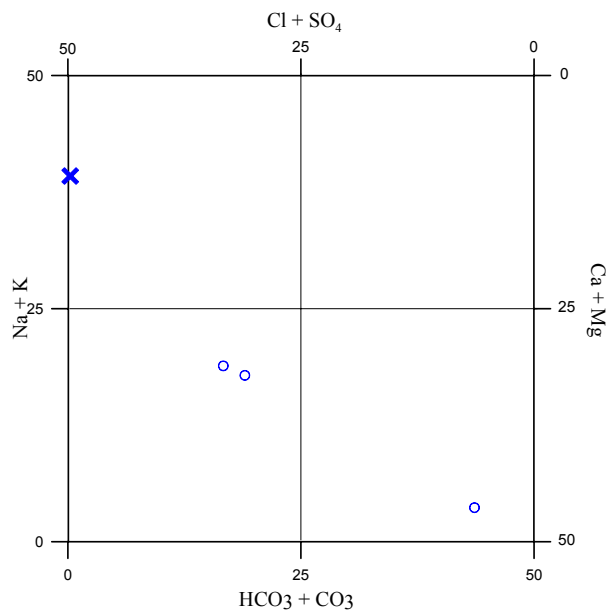


Diagramma classificativo Langelier-Ludwig per il corpo idrico M. Bonifato

Il punto d'acqua Bottino, ricadente nel campo delle bicarbonato-alcalino terrose, è rappresentativo di circuiti di circolazione impostati solo sul rilievo carbonatico di Monte

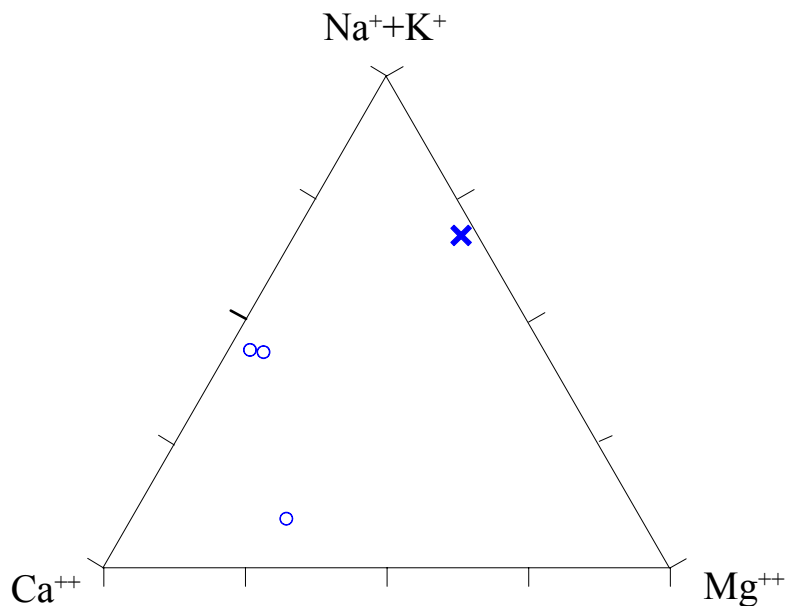


Diagramma ternario Ca-Mg-Na+K per il corpo idrico M. Bonifato

Bonifato. Gli altri punti di campionamento, ricadenti nel campo delle solfato-clorurato-alcalino terrose, invece riflettono una interazione con circuiti profondi, mostrando valori più elevati di elementi alcalini (Na e K) ed un aumento di cloruri e solfati.

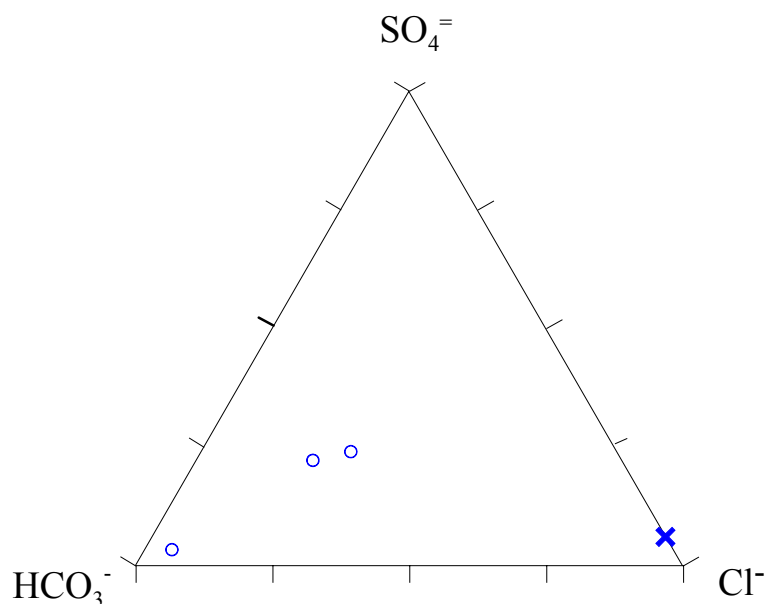


Diagramma ternario $\text{Cl-SO}_4\text{-HCO}_3$ per il corpo idrico di M. Bonifato

Caratteristiche isotopiche del corpo idrico

La posizione dei punti relativi a questo corpo idrico rispetto quella media delle acque meteoriche mette in evidenza che le due sorgenti in prossimità di questo gruppo hanno alimentazione essenzialmente meteorica, mentre il campione Bottino, caratterizzato da valori più negativi, probabilmente ha quote di alimentazione più elevate..

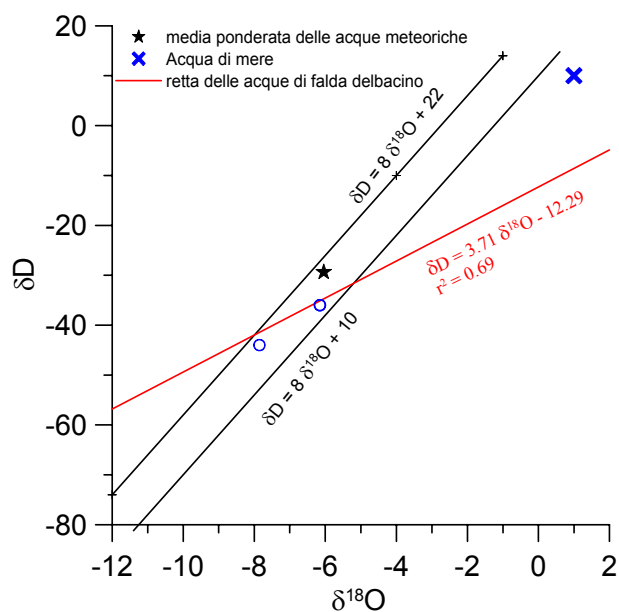
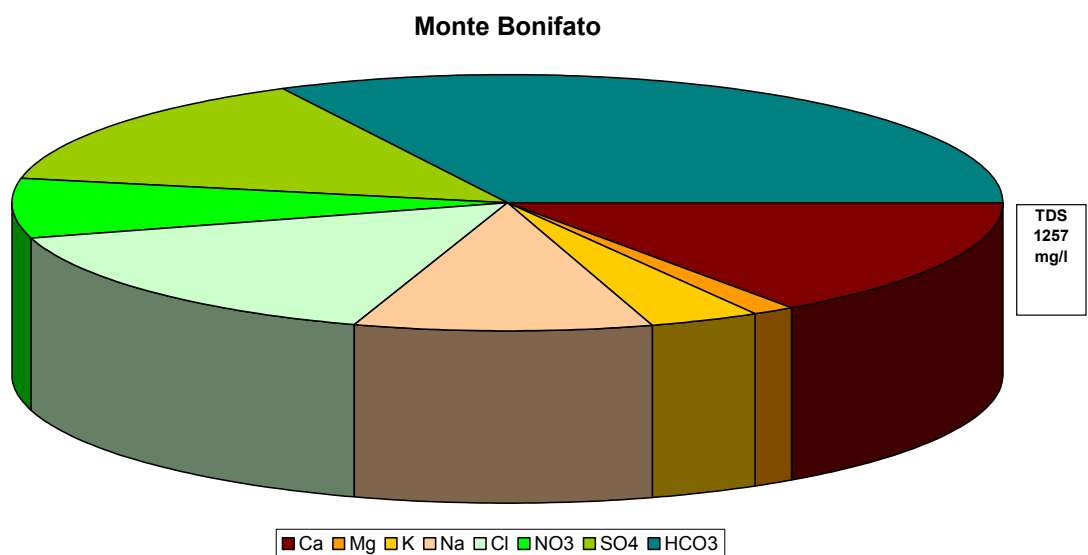


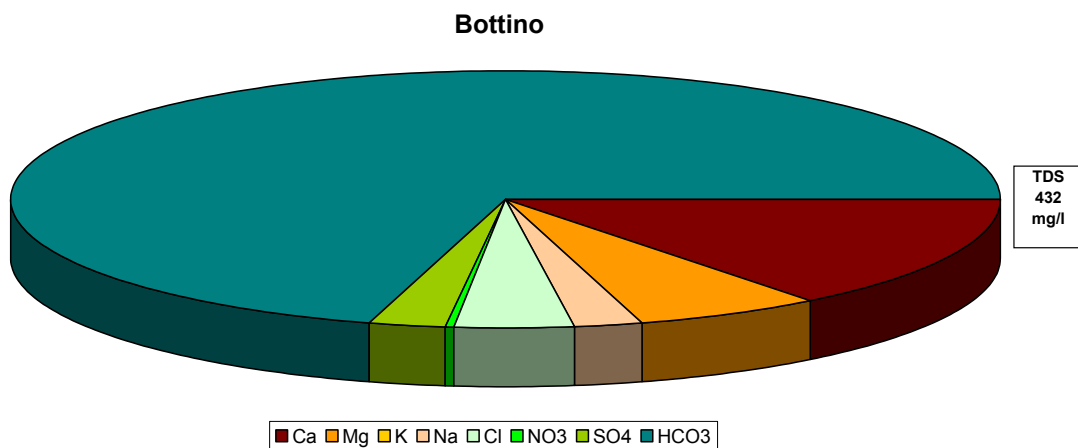
Diagramma $\delta D - \delta^{18}O$ (in ‰ rispetto a SMOW) delle acque del corpo idrico M. Bonifato

Qualità delle acque del corpo idrico

I diagrammi a torta sono relativi alla composizione chimica media del corpo idrico.

Anche dal diagramma a torta, così come dai triangolari, si evidenzia la predominanza di cloruri, solfati ed alcali rispetto a tutti gli altri elementi ma, ancor di più, si evidenzia anche l'alta salinità e soprattutto la percentuale di ione nitrato molto alta.





Diagrammi a torta mostrandoti le composizioni percentuali delle specie ioniche dei costituenti maggiori presenti nel corpo idrico. E' stata aggiunta la percentuale dei nitrati allo scopo di avere una relazione visibile tra specie inorganiche e specie più direttamente correlabili alla qualità del corpo idrico. Lo spessore del diagramma è proporzionale alla salinità dell'acqua.

Il diagramma relativo al campione Bottino mette in evidenza il diverso carattere di questo campione che, per questo motivo, non è considerato nel calcolo della composizione media del corpo idrico.

Alla luce di quanto visto in tutti i diagrammi precedenti è possibile ipotizzare che il termine più puro di questo corpo idrico è rappresentato dal campione Bottino e gli altri campioni portano la testimonianza di interazioni varie dove, non sembra poterlo escludere, anche una intrusione marina.

Bacino	Monti di Trapani		
Corpo idrico	Monte Bonifato		
Parametro	Espressione dei risultati	Valore	Valore di Parametro
Temperatura	°C	21	-
pH		7.2	6,5<pH<9,5
Conducibilità	µS/cm	1393	2500
Cl	mg/l	195	250
SO ₄ ⁼	mg/l	183	250
Ca	mg/l	193	-
Mg	mg/l	18	-
Na	mg/l	124	200
K	mg/l	42	-
Al	µg/l	1.6	200
Mn	µg/l	0.53	50
Fe	µg/l	23.3	200
NO ₃ ⁻	mg/l	94	50
NH ₄ ⁺	mg/l	0.02	0.5

Confronto tra la composizione chimica media del corpo idrico e i valori di parametro secondo il D. Lgs. n. 31/2001 All.1

Bacino	Monti di Trapani		
Corpo idrico	Monte Bonifato		
Campione	Bottino		
Parametro	Espressione dei risultati	Valore	Valore di Parametro
Temperatura	°C	21	-
pH		7.8	6,5<pH<9,5
Conducibilità	µS/cm	452	2500
Cl	mg/l	16	250
SO ₄ ⁼	mg/l	11	250
Ca	mg/l	62	-
Mg	mg/l	27	-
Na	mg/l	9	200
K	mg/l	1	-
Al	µg/l	2.2	200
Mn	µg/l	0.08	50
Fe	µg/l	4.6	200
NO ₃ ⁻	mg/l	1.4	50
NH ₄ ⁺	mg/l	0.006	0.5

Il confronto con i valori di parametro del D.Lgs. n. 31/2001 All.1.evidenzia che i nitrati superano tali valori

Stato chimico del corpo idrico

Quasi tutti i macrodescrittori, tenuti in considerazione per la classificazione qualitativa del corpo idrico, rientrano nei limiti previsti per la classe 1 ad esclusione della conducibilità, del cloro e dei nitrati che rientrano in seconda classe e del nitrato che rientra in 4 classe. Le concentrazioni dei parametri addizionali (inquinanti inorganici ed organici) risultano al di sotto dei valori limite previsti dalla tabella 21 del D. Lgs. 152/99. Pertanto, al corpo idrico M. Bonifato viene attribuita la classe 4.

Complessivamente lo stato ambientale è scadente.

Qualità delle acque a scopo irriguo

Le acque del corpo idrico M. Bonifato ricadono nel quadrante C3-S1, cioè sono classificabili come acque a basso contenuto in sodio utilizzabili per l'irrigazione in tutti i tipi di suolo e acque a salinità alta che possono essere utilizzate se esiste un buon drenaggio del suolo.

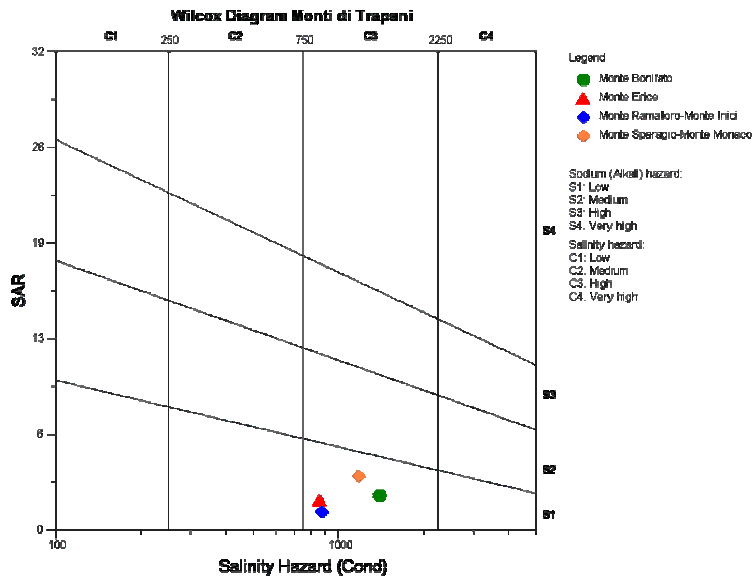


Diagramma per la classificazione delle acque a scopo irriguo

Estrazioni di acque dolci e usi

Sul corpo idrico di Monte Bonifato non sono noti pozzi idrici pubblici e privati. Le manifestazioni sorgentizie sono di scarsa portata.

A tal fine occorrerebbe una indagine idrogeologica di dettaglio che consentirebbe una maggiore comprensione del ruolo di questo corpo nel quadro idrogeologico del settore più orientale dei Monti di Trapani.