



REGIONE SICILIANA
PRESIDENZA



PRESIDENZA
DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI
DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE




Commissario Delegato per l'Emergenza Bonifiche
e la Tutela delle Acque in Sicilia

PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE DELLA SICILIA

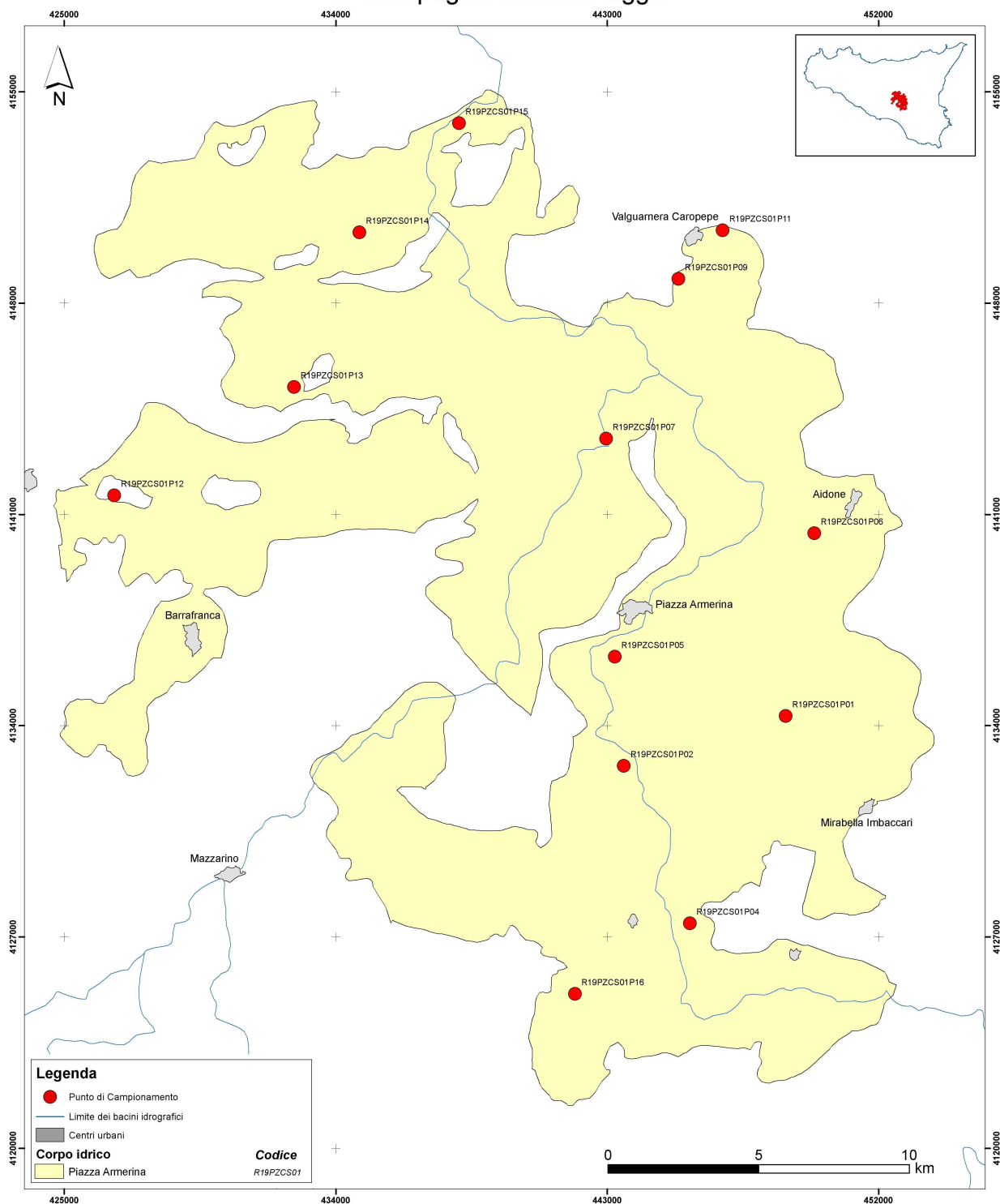
(di cui all'art. 121 del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n° 152)



Bacino idrogeologico Piazza Armerina (R19PZ)

COORDINAMENTO GENERALE A CURA DI	DOCUMENTO	REDATTO DA	DATA	APPROVATO
 SOGESID SOCIETÀ GESTIONE IMPIANTI IDRICI Unità Operativa di Palermo	D.02.12	I.N.G.V	DICEMBRE 2007	

Bacino idrogeologico di Piazza Armerina 2^a Campagna di Monitoraggio



BACINO IDROGEOLOGICO DI PIAZZA ARMERINA

Inquadramento geografico e geomorfologico

Il bacino di Piazza Armerina è situato in un'area della Sicilia centro-orientale, comprendente parte del territorio delle province di Enna e Caltanissetta, delimitata a Sud dal Mar Mediterraneo, a Sud-Est dall'altopiano Ibleo, ad Est dalla Piana di Catania e dall'edificio vulcanico dell'Etna, a Nord dalla Catena dei Nebrodi e ad Ovest dalla Fossa di Caltanissetta (Fig. 1).

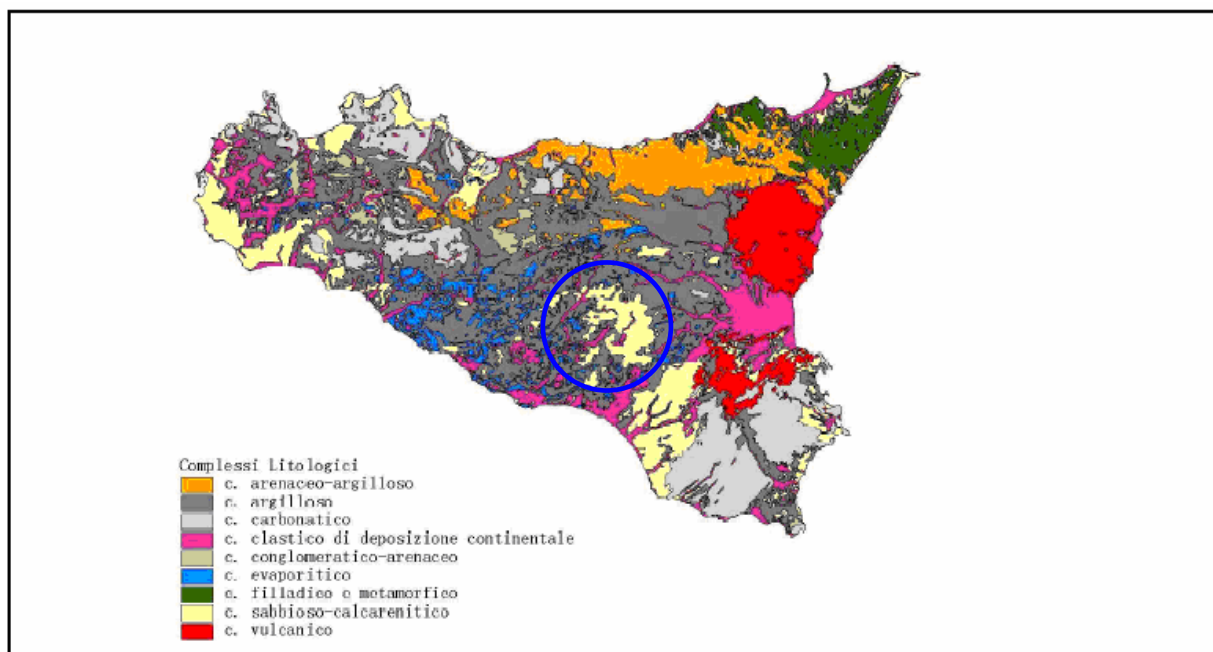
Questo settore della Sicilia fa parte dei Monti Erei che costituiscono un insieme di moderati rilievi e di pianori che dalla catena settentrionale dei Nebrodi-Madonie si dirigono verso S-SE fino all'Altipiano Ibleo. Queste alture formano una linea di displuvio che attraversa la Sicilia centrale separando i bacini idrografici dello Jonio da quelli del Mediterraneo.

Le quote più elevate ed i maggiori dislivelli dei Monti Erei si raggiungono nella sua porzione settentrionale, da Gangi a Calascibetta in corrispondenza del M. Zimmara (1333 m) e del Monte Altesina (1112 m). Queste maggiori asperità morfologiche sono in stretta relazione con le caratteristiche litologiche dei terreni affioranti. Nella zona affiorano, infatti, grosse placche formate da potenti banconi quarzarenitici alternati a ridotti intervalli argillosi che costituiscono la formazione del Flysch Numidico (Ogniben, 1960).

I modesti rilievi della parte meridionale degli Erei sono invece determinati da placche più o meno sinclinaliche di terreni marnosi e sabbioso arenitici di età plio-pleistocenica.

In relazione alla presenza in affioramento di litologie erodibili al cui interno si intercalano livelli più competenti, il paesaggio morfologico dell'area risulta caratterizzato da vasti pianori dolcemente degradanti verso sud, bruscamente interrotti da ciglioni contrassegnati da pendenze più o meno accentuate in relazione al numero e allo spessore delle intercalazioni arenitiche.

Generalmente, i pianori risultano separati da valli impostate, preferenzialmente, in corrispondenza delle zone assiali anticlinaliche erose con conseguente denudamento dei terreni di copertura.



Fonte: Regione Siciliana - Assessorato dei Beni Culturali ed Ambientali - Ufficio Piano Paesistico Regionale, 1996

Fig. 1 – Schema geologico della Sicilia. L'area in esame è indicata dal cerchio.

Inquadramento geologico-strutturale

L'area ricade nel dominio di avanfossa noto come *Bacino di Caltanissetta* (Catalano & D'Argenio, 1982). Attivamente subsidente durante il Neogene ed il Quaternario, tale bacino, impostato su unità alloctone del Complesso Sicilide (Ogniben, 1960), è colmato da terreni post-orogeni mio-pliocenici e pleistocenici (Roda, 1971). In realtà, esso rappresenta un sistema di bacini sedimentari contigui, sintettonici, migranti in concomitanza con gli eventi di traslazione e raccorciamento che hanno interessato la catena Appenninico-maghrebide (Lentini *et al.*, 1991).

I terreni affioranti nell'area, di età compresa tra il Cretaceo superiore ed il Quaternario, sono rappresentati da complessi alloctoni, quali argille scagliose del Cretaceo sup.-Eocene inf., lembi di argille marnoso-siltose e di calcari marnosi bianchi dell'Eocene (Formazione Polizzi), argille brune in alternanza con quarzareniti dell'Oligocene sup.-Miocene inf. (Flysch Numidico), argille varicolori con intercalazioni di siltiti e calcareniti dell'Oligocene-Miocene inferiore. Su questi complessi, poggiano in discordanza, termini terrigeni ed evaporitici, quali una successione argilloso-sabbioso-conglomeratica di età

tortoniana (Formazione Terravecchia), delle *Argille Brecciate* (AB II, AB IV, AB V) di età variabile dal Tortoniano al Pliocene, in relazione alla posizione stratigrafica, da diatomi bianche fogliettate del Messiniano (Tripoli), una sequenza di rocce evaporitiche di età Messiniana (Serie Gessoso Solifera), costituita da Calcare di base e da Gessi, dei calcari marnosi biancastri del Pliocene inferiore (Trubi *Auct.*), marne e argille marnose grigio-azzurre del Pliocene. Segue un complesso di calcareniti, sabbie e siltiti, di età compresa tra il Pliocene medio ed il Pleistocene inferiore, il quale rappresenta l'unità di maggiore interesse idrogeologico dell'intera area esaminata. Esso è costituito da calcareniti giallastre, ben stratificate, in livelli di spessore variabile da pochi centimetri a qualche metro, con frequenti orizzonti fossiliferi, contenenti faune oligotipiche ad ostreidi e pettinidi, e da sabbie e limi argillosi, in livelli di vario spessore.

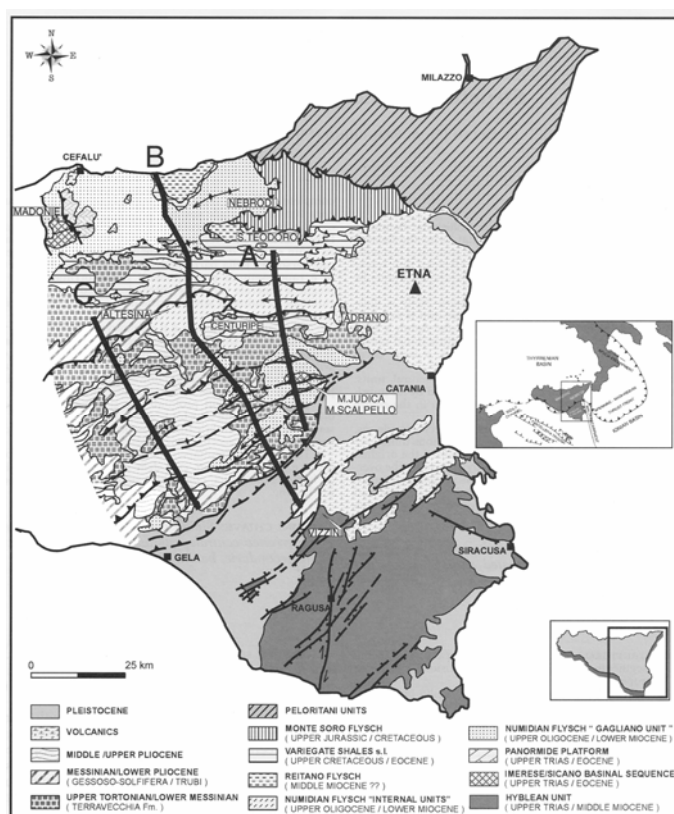


Fig. 2 - Quadro strutturale schematico della Sicilia centro-orientale (da Bello et al., 2000)

Sono inoltre presenti depositi lacustri limoso-sabbiosi di colore bruno nerastro del Pleistocene continentale e depositi alluvionali sabbioso-limosi con ciottoli che ricoprono i

fondovalle dei corsi d'acqua principali.

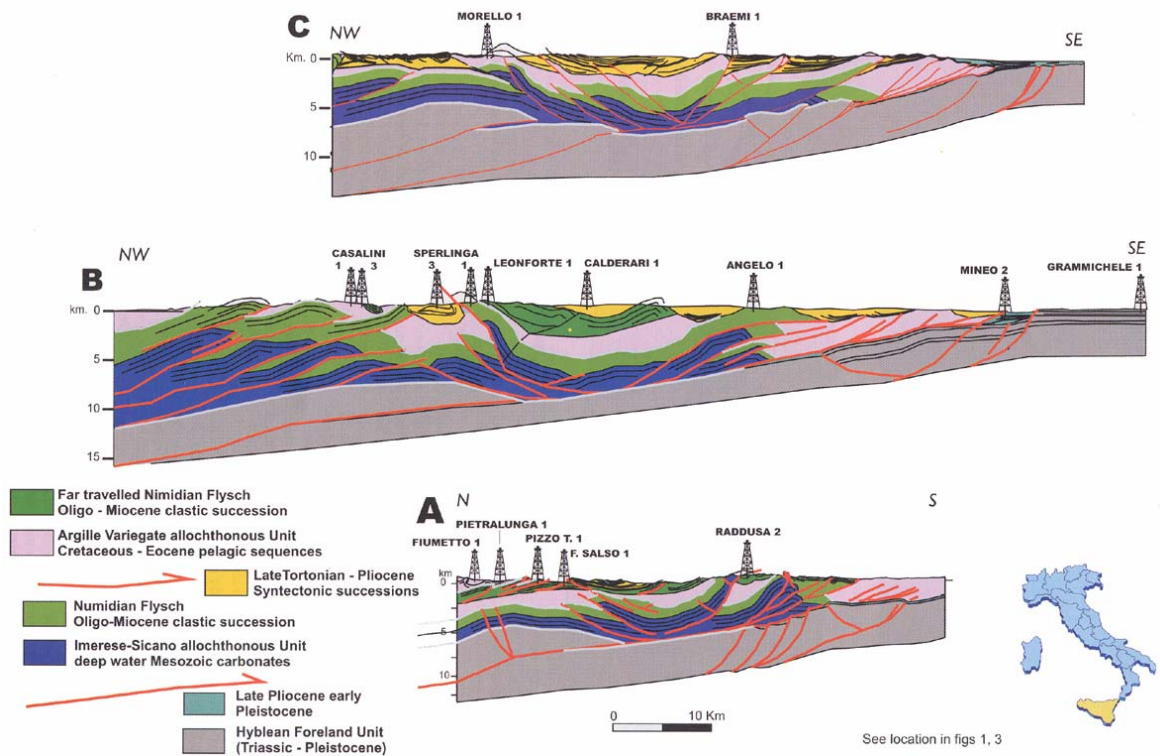


Fig. 3 -Profili geologici crostali attraverso la Sicilia orientale (da BELLO et al., 2000)

Stratigrafia

Dal basso verso l'alto si possono riconoscere le seguenti unità litologiche:

- Argille scagliose (Cretaceo-Eocene)
- Formazione di Cozzo Terravecchia (Miocene sup. - Tortoniano inf.)
- Argille Brecciate (A.B.II)
- Alternanza di diatomiti e marne di colore bianco candido ("Tripoli"). (Tortoniano sup.)
- Serie Gessoso-solfifera (Tortoniano sup. - Messiniano)
- Calcarei marnosi a globigerinidi ("Trubi"), con intercalazioni di A.B. IV (Pliocene inf.)

- Formazione marnoso-arenacea (Pliocene sup. - Pleistocene inf.)
Argille azzurre e marne argillose con intercalazioni di *Argille Brecciate* (A.B. V)
Sabbie argillose e Argille sabbioso-marnose
Sabbie quarzose e calcareniti (Pliocene superiore)
- Depositi alluvionali antichi e recenti, a volte terrazzati (Pleistocene)
- Depositi lacustri (Pleistocene-Attuale)
- Frane, detriti e discariche (Attuale)

Argille scagliose

Costituiscono i terreni più antichi affioranti nel bacino e litologicamente consistono di un impasto argilloso piuttosto tettonizzato, con inclusi dei blocchi di varia litologia (calcari con rudiste, blocchi basaltici, calcari con foraminiferi, ecc.) di dimensioni fino a centinaia di m³, indicati nella letteratura geologica col termine di “esotici”. Alla formazione delle argille scagliose contribuiscono sia i sedimenti appartenenti alle unità sicilidi, sia i terreni del Flysch Numidico.

Formazione Cozzo Terravecchia

E' costituita da depositi fluvio-deltizi cui seguono verso sud, depositi pelitici e successivamente pelitico-biogenici. La località tipo della formazione è il settore settentrionale di Cozzo Terravecchia, a Nord di S. Caterina di Villaermosa (Schmidt di Friedberg, 1962). A tale formazione sono riconducibili i terreni alto miocenici di Baldacci (1886), le marne argillose Tortoniano-elveziane della formazione di Licata (Ogniben, 1954), gli olistostromi tortoniani ed i calcari detritico organogeni alto tortoniani.

Argille Brecciate (A.B.)

Si ritrovano intercalate alla normale sedimentazione tortoniana. Sono costituite da frammenti argillosi e marnosi, di dimensioni fino ad alcuni cm, caratterizzati da una microfauna riferibile al Tortoniano, immersi in una matrice argillosa con microfauna oligocenica. Gli spessori massimi si hanno nei nuclei delle sinclinali, i minimi in quelli delle anticlinali. Sono stati distinti cinque livelli di A.B.:

- A.B. I: intercalate ai sedimenti tortoniani

- A.B. II: immediatamente sottostanti la serie gessoso-solfifera
- A.B. III: intercalate ai gessi della serie gessoso-solfifera
- A.B. IV: intercalate ai Trubi
- A.B. V: intercalate ai terreni pliocenici sovrastanti

Nell'area in studio esistono piccoli livelli attribuibili alle A.B. II e A.B. V.

“Tripoli” (Tortoniano sup.)

Alternanza di diatomiti e marne di colore bianco candido. La profondità di sedimentazione è di poche decine di metri, l'ambiente di tipo euxinico, la potenza variabile con un massimo di circa 60 metri (Ogniben, 1957). Affiora in spessori piuttosto limitati ed è spesso coperta da suolo agrario o da detrito di falda.

Serie Gessoso-Solfifera (Tortoniano sup. - Messiniano)

Gessi del II ciclo (Gessi di Pasquasia)

Costituiti da alternanze di gesso *balatino* e di gesso selenitico con marne argillose. Nelle zone settentrionali della Sicilia si ha un aumento del contenuto terrigeno, che più a Nord diventa prevalente sui gessi.

Arenazzolo

Consiste in un orizzonte clastico a composizione arcossica, paleontologicamente quasi sterile, di spessore limitato.

Gessi del I ciclo (Gessi di Cattolica Eraclea)

Sono costituiti da banchi di spessore fino a 20 m, spesso smembrati a causa della fase tettonica intramessiniana. Costituiscono una facies eteropica del calcare di base.

Calcare di base

E' dato da alternanze di banchi di 1-2 m di prevalenti calcari evaporitici, e subordinatamente da marne e brecce. Non si ha un passaggio netto con il Tripoli, ma si hanno alternanze dei due termini. La formazione è paleontologicamente sterile.

Calcari marnosi a globigerinidi (Trubi, Pliocene inf.)

Litologicamente consistono di marne e marne calcaree con contenuto in CaCO₃ variabile dal 40% all'85%. In affioramento, si ritrovano come alternanza di marne e marne argillose

in strati di 20-80 cm. La giacitura è trasgressiva ed in genere discordante sui terreni altomiocenici. Lo spessore medio della formazione è di 100 metri.

Formazione Marnoso-arenacea (Pliocene sup. - Pleistocene inf.)

Marne argillose grigio azzurre, argille e argille marnose con intercalazioni di *Argille Brecciate* (A.B. V)

Si ritrovano generalmente discordanti sui Trubi, con passaggio netto tra i due termini. Il tenore argilloso in genere aumenta verso l'alto dove si hanno argille marnose. La presenza di *Globorotalia bononiensis*, *Globorotalia hirsuta* e *Globorotalia crassaformis* permette di datare nel Pliocene inferiore e medio la parte marnosa e nel Pliocene superiore la porzione strettamente argillosa. Presentano uno spessore variabile tra 100 e 200 metri. A tetto la litologia varia molto gradualmente con un aumento della granulometria, finché le argille passano alle successive sabbie.

Sabbie argillose e Argille sabbioso-marnose

Rappresentano la continuazione della facies regressiva iniziata nei terreni sottostanti. Sono costituite da un'alternanza di banchi di sabbia fine con banchi di sabbia siltosa e di siltiti, presentano anche intercalate lenti arenitiche. Hanno uno spessore massimo di circa 250 metri.

Sabbie quarzose e calcareniti

E' la formazione più estesa nell'area studiata, costituita da una potente serie di sabbie quarzose giallastre entro cui sono intercalati numerosi livelli cementati con estensione laterale molto variabile, da una decina di metri a ben 4-5 km. La sua giacitura trasgressiva è ben evidente in alcuni punti e si manifesta con marcate discordanze angolari. Le micro e macrofaune sono indicative di un ambiente litorale con prevalenza di forme costiere o di bassifondi.

Depositi alluvionali antichi e recenti (a volte terrazzati)

Hanno tutti un'estensione limitata, si tratta di piccole terrazze situate fino a 30 m sopra il livello attuale dei corsi d'acqua. Sono costituite da banchi di ciottoli quarzarenitici mal

classati, in genere piuttosto arrotondati e con indizi di appiattimento. La potenza si aggira sul paio di metri.

Le alluvioni recenti ghiaioso-sabbiose si ritrovano con potenza di diversi metri lungo i corsi d'acqua ed in piccoli spessori in alcuni torrenti.

Tettonica

Nell'area si distinguono due tipi di strutture che si differenziano essenzialmente per l'intensità del corrugamento. Il primo tipo interessa i terreni pre-evaporitici ed evaporitici che sono stati fortemente piegati da uno stesso atto di diastrofismo, mentre il secondo tipo è osservabile nei terreni marnosi e sabbiosi e si differenzia perché da luogo a più blande dislocazioni.

I due tipi strutturali sono la conseguenza di una energica fase tettonica che interessa i terreni pre-evaporitici ed evaporitici e separa questi da due successivi cicli sedimentari compresi tra il Pliocene superiore e il Siciliano. Essa è preceduta dall'importante fase orogenica eotortoniana di carattere regionale.

I potenti accumuli sabbiosi, che contraddistinguono il complesso sabbioso-quarzarenitico riscontrato in affioramento, vengono interpretati come i letti frontali di un grande delta in avanzamento verso la costa meridionale, alimentato da materiale proveniente dallo smantellamento dell'area Nebrodi-Madonie, posta a settentrione.

Dal punto di vista strutturale, i terreni dei due cicli sedimentari vengono considerati post-orogeni rispetto all'acme plicativo del Pliocene superiore che ha interessato i terreni pre-evaporitici ed evaporitici; essi risultano infatti caratterizzati da larghe strutture sinclinaliche, blandamente dislocate, esenti da eventi tettonici disgiuntivi.

Le Figg. 3 e 4 mostrano lo schema tettonico semplificato e alcuni profili geologici profondi, realizzati recentemente per scopi petroliferi.

Idrogeologia

I terreni affioranti nell'area sono stati divisi in differenti classi di permeabilità:

- 1) Terreni a permeabilità molto bassa o impermeabili;
- 2) Terreni a permeabilità media localizzata;
- 3) Terreni a permeabilità diffusa da elevata a media.

La prima classe comprende i terreni prevalentemente argillosi in cui non si ha alcuna circolazione idrica significativa.

Alla seconda classe sono stati attribuiti i termini marnosi e l'alternanza di argille e quarzareniti nei quali si riscontra una limitata circolazione idrica nei livelli più carbonatici ed in quelli arenacei più fessurati.

I terreni appartenenti alla terza classe costituiscono gli acquiferi che assumono rilevanza diversa in relazione alla quantità e qualità delle risorse in essi contenute.

I terreni che hanno maggiore significato dal punto di vista idrogeologico sono quelli sabbiosi e calcarenitici. Nell'insieme, essi sono infatti caratterizzati da una permeabilità tendenzialmente elevata, che nelle sabbie è medio alta per porosità, seppure con spiccata variabilità, sia in senso orizzontale che verticale, per la presenza di intercalazioni argilloso-sabbioso-siltose; nei livelli cementati risulta generalmente elevata per fessurazione ed in minor misura per porosità. Tali condizioni, che comportano frequenti limiti di permeabilità, spesso indefiniti, all'interno del complesso, favoriscono l'esistenza, oltre che di falde sospese e talora sovrapposte, di un grande numero di manifestazioni sorgentizie di modesto significato produttivo (Coltro *et al.*, 1984).

Nei depositi alluvionali, sia attuali che recenti, la permeabilità varia sensibilmente in relazione alla percentuale di frazione fine presente; si mantiene generalmente bassa, ma può risultare localmente più elevata per l'aumento della componente sabbiosa e/o ciottolosa.

Nei terreni evaporitici, permeabili per fessurazione, ma anche per porosità nel caso del calcare brecciato e vacuolare, la circolazione idrica è resa discontinua dalla presenza di livelli marnosi e argillosi fra i banchi di calcari e gessi.

Complessi idrogeologici

Sono stati distinti i seguenti complessi idrogeologici:

Complesso sabbioso-calcarenitico

E' costituito da un insieme di placche di estensione variabile, poggianti su termini marnosi e argillosi di varia età. Presentano una elevata permeabilità ma la circolazione idrica risulta tuttavia complessa per le frequenti variazioni di permeabilità, sia verticale che orizzontale, dovute alla presenza di livelli argilloso-sabbiosi di estensione e spessore variabile.

In questo complesso si individuano falde superficiali, intermedie e profonde. Le prime consistono essenzialmente in livelli acquiferi molto discontinui, situati a modesta profondità dal piano campagna e condizionate dagli afflussi meteorici. Sono in parte sfruttate per mezzo di pozzi a largo diametro e danno origine ad effimere manifestazioni sorgentizie. Le falde intermedie interessano la porzione medio-superiore del complesso, risultando abbastanza persistenti nel tempo, ma discontinue nello spazio. Ciò dipende dalla presenza di livelli scarsamente permeabili che frazionano la circolazione idrica, essendo anche responsabili di locali fenomeni di semi o totale confinamento. La produttività di queste falde può essere interessante, soprattutto nei casi in cui esse risultano in pressione. La falda profonda costituisce il principale recapito delle acque di infiltrazione ed è caratterizzata da apprezzabile produttività. Essa poggia su un substrato impermeabile rappresentato da terreni marnosi e argillosi di varia età, il cui assetto condiziona la direzione dei deflussi sotterranei, i quali si manifestano al contatto tra l'acquifero ed il substrato nei punti a quota più bassa.

Complesso evaporitico

Si presenta discontinuo e di modesta estensione laterale e contiene acque di scadente qualità a causa dell'eccesso di solfati. Non è significativo ai fini idrogeologici.

Complesso alluvionale

Di spessore generalmente limitato ha permeabilità tendenzialmente bassa e variabile da punto a punto; la circolazione idrica risulta frazionata dando origine a falde di modesta produttività ed a carattere prevalentemente stagionale.

Lo sfruttamento delle risorse idriche dell'area avviene prevalentemente per mezzo di pozzi trivellati di profondità compresa tra 50 e 200 metri e produttività variabile da frazioni di l/s ad un massimo di 20 l/s. Le opere di captazione sono generalmente sprovviste di efficaci aree di protezione e presentano spesso problemi di funzionalità per intasamento e per usura accelerata degli impianti di sollevamento, a causa di carenze costruttive. Una maggiore concentrazione di pozzi, contraddistinti da produttività in massima parte elevata, si ha a Nord dell'abitato di Piazza Armerina; questi pozzi sono utilizzati per l'approvvigionamento idropotabile del centro abitato e di altri centri urbani.

La captazione delle sorgenti è realizzata per mezzo di bottini di presa o cunicoli a sviluppo generalmente modesto; la produttività media non è mai rilevante e raggiunge al massimo qualche l/s.

Il clima

In questa area si riscontra una temperatura media annua di 16°C (Stazione di Piazza Armerina).

Nei mesi di luglio e agosto le *massime assolute* sono intorno ai 37 °C mentre per quanto riguarda invece la *media delle temperature minime*, i valori *normali* dei due mesi più freddi (gennaio e febbraio) sono di circa 3-4 °C, nelle stazioni di Gagliano Castelferrato, Enna e Piazza Armerina.

I valori medi delle precipitazioni (Fig. 2), in media, nella provincia, sono di circa 480 mm, che si collocano ben al di sotto della media regionale (633 mm).

I dati considerati confermano l'irregolarità del regime pluviometrico di queste zone interne, con precipitazioni inferiori alla media regionale ed eventi eccezionali relativamente frequenti con valori spesso elevati. Tutto ciò, associato all'inadeguata copertura vegetale e all'uso poco attento del territorio, può aggravare i problemi dell'instabilità dei versanti e dell'erosione dei suoli che caratterizzano le aree collinari.

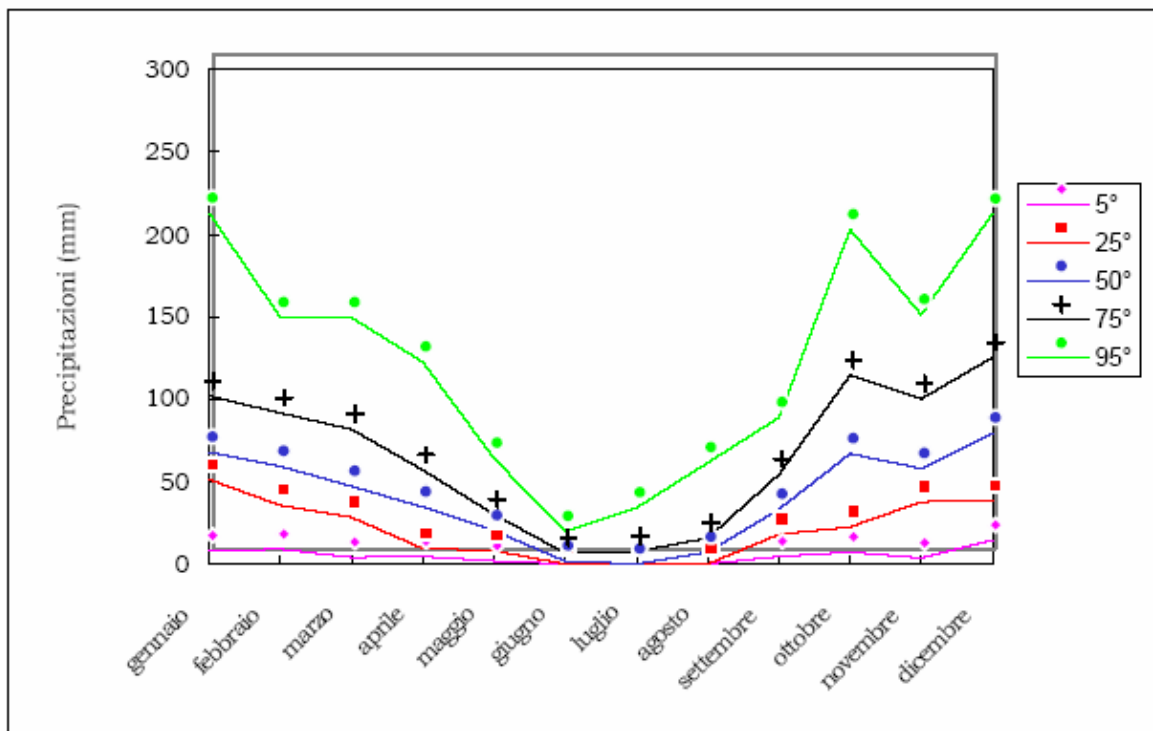


Fig. 2 - Andamento delle precipitazioni nella stazione di Piazza Armerina (Climatologia della Sicilia, 1998)

Dalle classificazioni climatiche effettuate nelle tre stazioni, mediante indici sintetici, risulta la seguente situazione:

- secondo Lang, a Piazza Armerina il clima è di tipo steppico;
- secondo De Martonne, temperato-caldo;
- secondo Emberger, vi è un clima subumido;
- secondo Thornthwaite, le tre stazioni sono caratterizzate da un clima asciutto-subumido.

Da quanto anzidetto, le due classificazioni che sembrano rispondere meglio alla reale situazione locale sono quelle di De Martonne e Thornthwaite. Infatti, quella di Lang tende a raggruppare eccessivamente le diverse località verso classi di clima arido (vedi il caso di clima steppico sopra citato, per la stazione di Piazza Armerina). L'indice di Emberger, al contrario, tende a classificare le stazioni troppo verso i climi umidi.

Infine, dall'analisi condotta sul bilancio idrico dei suoli è possibile mettere in evidenza che i valori *normali* di evapotraspirazione potenziale media annua oscillano dai 750 mm di Enna fino agli 805 mm di Piazza Armerina. Il primo mese dell'anno in cui si

presentano condizioni di deficit idrico è aprile e tale situazione deficitaria si protrae mediamente per 6-7 mesi all'anno (Climatologia della Sicilia, 1998).

Vulnerabilità

Al complesso sabbioso calcarenitico è stato attribuito un grado di vulnerabilità da elevato a medio, essendo esso caratterizzato da:

- Elevata permeabilità verticale ed orizzontale in corrispondenza dei livelli arenacei in cui è più facile l'infiltrazione e la propagazione delle sostanze inquinanti;
- Tempi di persistenza elevati all'interno della componente sabbiosa, che comporta condizioni sfavorevoli nel caso di sostanze inquinanti non degradabili;
- Assenza di una sufficiente copertura con permeabilità ridotta;
- Facili interscambi tra acque superficiali ed acque sotterranee lungo le incisioni vallive
- Soggiacenza della falda spesso modesta.

I centri di pericolo sono sostanzialmente rappresentati dai centri abitati e dalle attività agricole e zootecniche; mentre un ruolo decisamente marginale hanno le attività industriali, scarsamente presenti nel territorio.

Quasi tutti i centri abitati sono carenti di reti fognarie efficienti e di impianto di trattamento dei reflui; pertanto, questi ultimi, infiltrandosi con facilità nei terreni sabbioso-calcarenitici permeabili costituiscono potenziali fonti di inquinamento. A ciò si aggiunge la presenza di discariche di RSU non controllate e di cave abbandonate in cui si riversano rifiuti di vario genere.

L'esposizione al rischio di inquinamento risulta contenuto in base al tipo e alla distribuzione dei produttori di potenziali inquinanti, dato il tipo di attività presenti nel territorio ed il prevalente uso del suolo. Una pericolosità maggiore si riscontra nelle aree circostanti i centri abitati a causa della carenza di infrastrutture di smaltimento dei rifiuti.

Caratterizzazione Idrogeochimica

I campioni presentano, da un punto di vista classificativo, un trend da acque bicarbonato-alcalino terrose a clorurato-solfato-alcalino terrose.

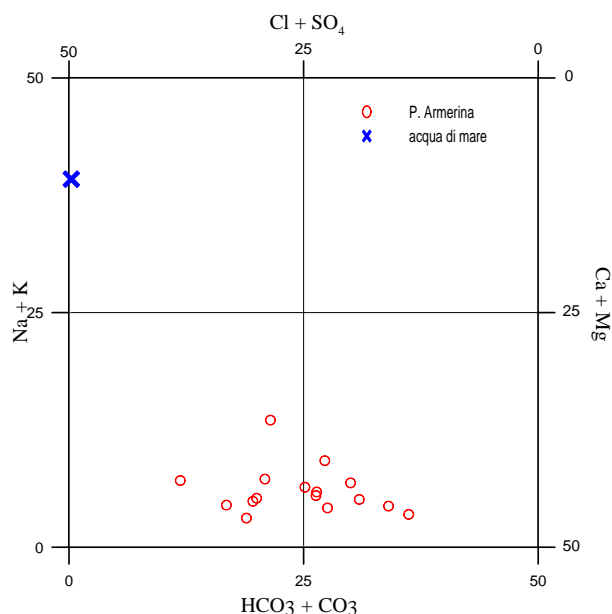


Diagramma classificativo di Langelier-Ludwig per il bacino idrogeologico Piazza Armerina

Questa variazione, come è visibile dai diagrammi triangolari, è generata da un progressivo ma marcato incremento in ione solfato ed, in subordine, da un decremento di ione magnesio. Il campione Cava è l'unico che mostra un incremento, oltre al solfato, anche di cloruri e sodio.

Percentualmente, i solfati hanno via via un peso maggiore ed, in alcuni casi, superano la componente carbonatica.

In generale, l'aumento di solfati non è legato ad un incremento della salinità delle acque. Poiché nell'area sono presenti, in superficie, delle calcareniti sovrastanti la serie Gessoso Solfifera, l'evoluzione ad acque sempre più ricche in solfati potrebbe essere spiegata da fenomeni di interazione acqua-roccia.

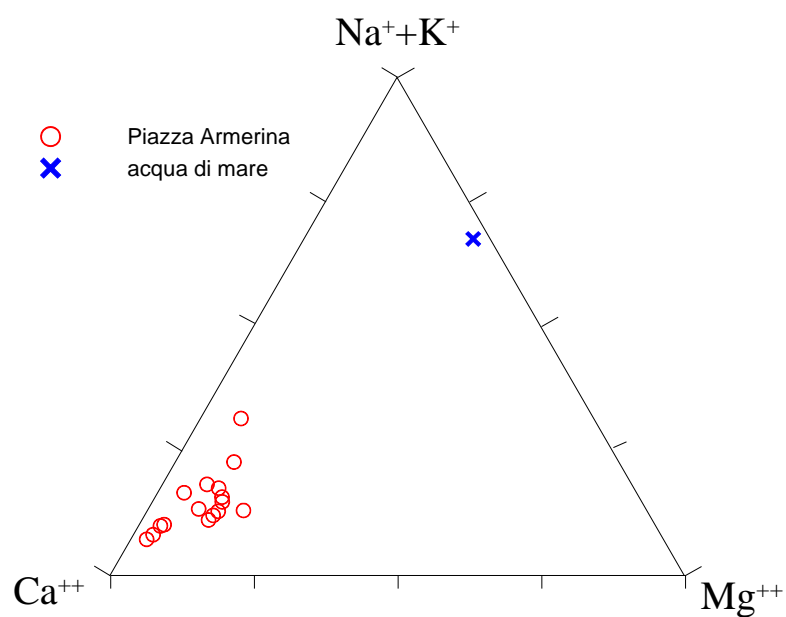


Diagramma ternario Ca-Mg-Na+K per il bacino idrogeologico Piazza Armerina

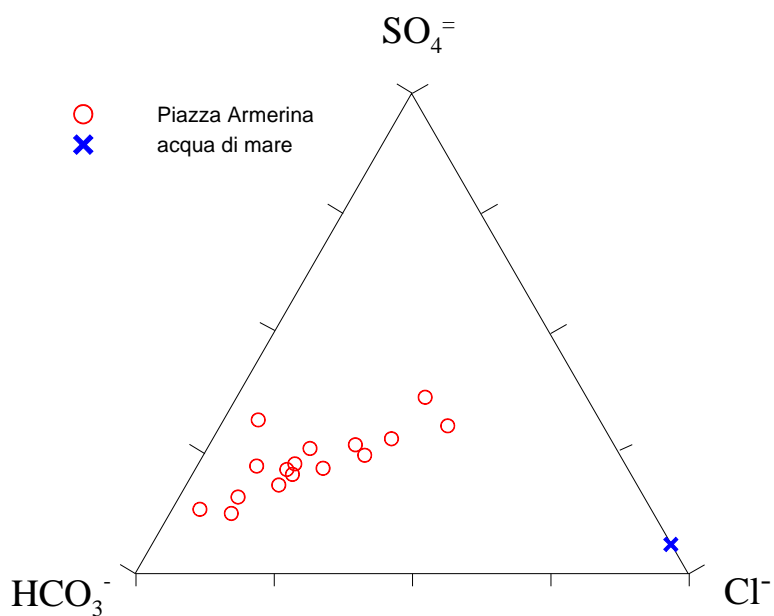


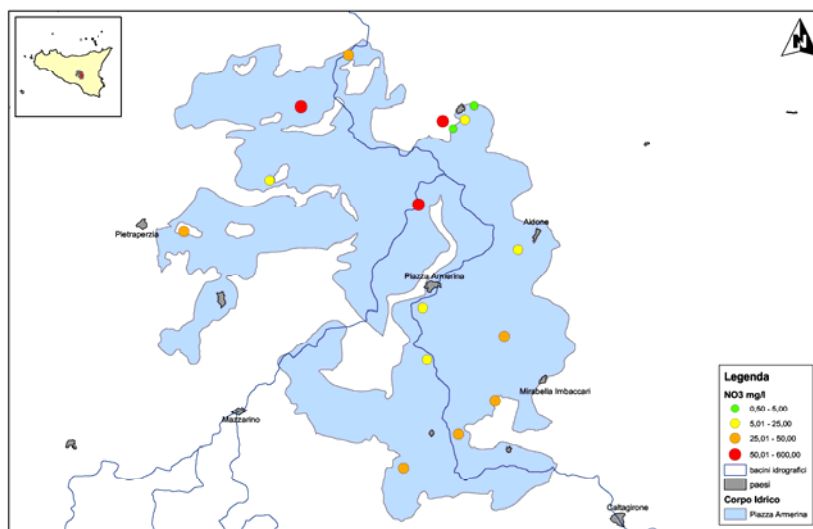
Diagramma ternario $\text{Cl-SO}_4\text{-HCO}_3$ per il bacino idrogeologico Piazza Armerina

Il campione Cava, con un maggiore arricchimento in cloruri e sodio, potrebbe far pensare a possibili intercalazioni di strati argillosi presenti nelle calcareniti.

Queste considerazioni fanno ritenere di essere in presenza di un corpo idrico non

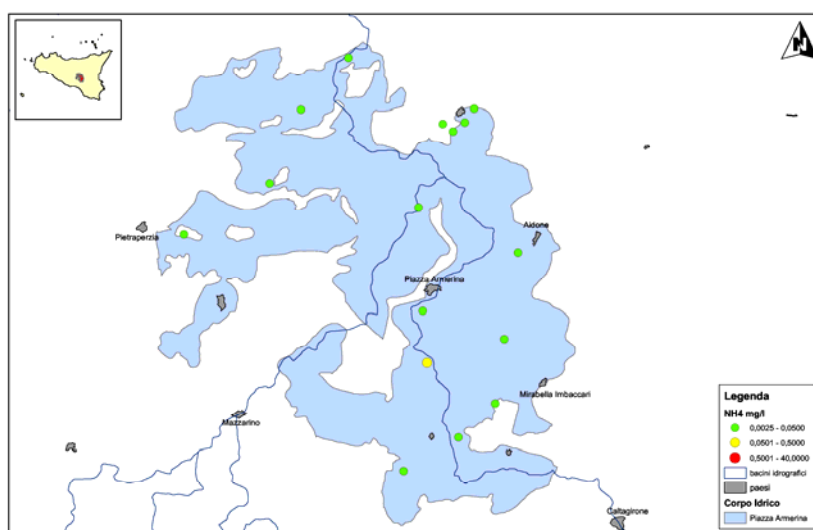
omogeneo e quindi rappresentato da acque geochimicamente differenti.

L'esame della Carta dei Nitrati evidenzia che nel bacino vi sono dei tenori medio alti di nitrati imputabili ad attività agricola intensiva.



Carta dei Nitrati per il bacino idrogeologico di Piazza Armerina

Lo ione ammonio, invece, è presente in concentrazioni abbastanza basse. Quindi il bacino non presenta al momento inquinamento organico.



Caratteristiche isotopiche del bacino idrogeologico

Il punto rappresentativo della composizione isotopica media ponderata (cioè che tiene in considerazione anche il volume di acqua piovuto) delle acque meteoriche del bacino idrogeologico ricade, molto vicino alla retta delle acque meteoriche del Mediterraneo di Gat e Carmi (1970).

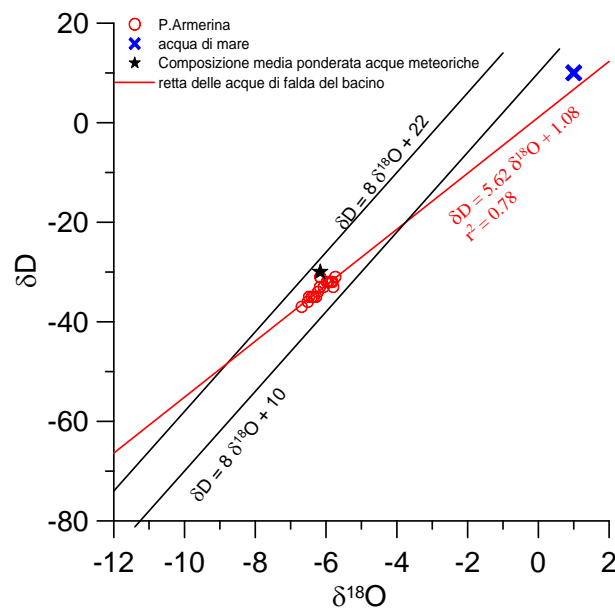


Diagramma $\delta D - \delta^{18}O$ (in ‰ rispetto a SMOW) delle acque del bacino idrogeologico

Quasi tutti i punti rappresentativi le acque di falda si dispongono tra le rette di Craig (1963) e Gat e Carmi (1970). I campioni si dispongono in prossimità del punto rappresentativo delle acque meteoriche locali facendo ritenere un'alimentazione e, quindi un circuito, abbastanza superficiali.

BIBLIOGRAFIA

- AMBROSETTI P., BOSI C., CARRARO F., CIARANFI N., PANIZZA M., PAPANI G., VEZZANI L. & ZANFERRARI A. (1983) – *Carta neotettonica d'Italia (F. 5-6)*. C.N.R. P.F.G., neotettonica, L.A.C., Firenze.
- BALDACCI G. (1886) – *Descrizione geologica dell'isola di Sicilia*. Descrizione della Carta Geologica d'Italia, Roma.
- BELLO M. FRANCHINO A. & MERLINI S. (2000) – *Structural model of Eastern Sicily*. Mem. Soc. geol. It., 55, 61-70.
- BIGI G., COSENTINO D., PAROTTO M., SARTORI R. & SCANDONE P. (1991) - *Structural Model of Italy. (1/500.000)*. C.N.R. Progetto Finalizzato Geodinamica, Modello Strutturale tridimensionale, Firenze.
- BUTLER R. W. H., GRASSO M. & LA MANNA F. (1992) - *Origin and deformation of the Neogene-Recent Maghrebian foredeep at the Gela Nappe, SE Sicily*. Journ. Soc. Geol. London, 149, 547-556.
- BUTLER R. W. H., GRASSO M. & LICKORISH H. (1995a) - *Plio-Quaternary megasequence geometry and its tectonic controls within the Maghrebian thrust belt of south-central Sicily*. Terra Nova, 7, 171-178.
- BUTLER R. W. H., LICKORISH H., GRASSO M., PEDLEY M. & RAMBERTI L. (1995b) - *Tectonics and sequence stratigraphy in Messinian basins, Sicily: constraints on the initiation and termination of the Mediterranean "salinity crisis"*. Geol. Soc. Am. Bull., 107, 425-439.
- CASALE V. (1969) - *Studio micropaleontologico della sezione Pliocenica di Enna*. Atti Acc. Gioenia Sc. Nat., 1, 397-478.
- CATALANO R., D'ARGENIO B. (1982) – *Schema geologico della Sicilia*. Guida alla geologia della Sicilia Occidentale, 9-36.
- CATALANO R. & DI STEFANO P., LO CICERO G., INFUSO S., VAIL P. R. & VITALE F. P. (1993b) - *Basin analysis and sequence stratigraphy of the Plio-Pleistocene of Sicily*. In: Max M. D. & Colantoni P. (Eds.), "Geological development of the Sicilian-Tunisian Platform", Proceedings of the International Scientific Meeting held at the University of Urbino, UNESCO Reports in Marine Science, 58, 99-104.
- CATALANO R., DI STEFANO P., INFUSO S., SULLI A., VAIL P. R. & VITALE F. P. (1996a) -

Sequence and system tracts calibration on high-resolution bio-chronostratigraphic scheme. S.E.P.M., spec. publ.

CATALANO R., DI STEFANO E., INFUSO S., SULLI A., VAIL P. R. & VITALE F. P. (1997) - *Sequence and system tracts calibrated by high-resolution bio-chronostratigraphy: the Central Mediterranean Plio-Pleistocene record.* In: Catalano R. (Ed.), "Time scale and basin dynamics. Sicily, the adjacent Mediterranean and other natural laboratories", field workshop guidebook, Palermo, June 11-13, 107-132.

COLTRO R., FERRARA V. & RISITA A. (1984) – *Contributo alla conoscenza delle risorse idriche sotterranee dell'Ennese-Nisseno (Sicilia Centrale).* Consorzio di bonifica di 2° grado della provincia di Enna. Quaderno n. 1.

CRAIG H. (1961), *Isotopic variations in meteoric waters.* Science, 133, 1702-1703.

DE STEFANI T. (1948) - *Sui risultati di alcune escursioni geologiche da me eseguite in territorio di Piazza Armerina (Prov. di Enna).* "Plinia", vol. I, nota VI, 33-54.

DI GERONIMO I. (1969) - *La sezione Plio-Pleistocenica di Monte Navone (Piazza Armerina, Enna).* Atti Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania, 20, Suppl. Sc. Geol., 81-146.

DI GERONIMO I., GHISSETTI F., GRASSO M., LENTINI F., RASÀ G. & VEZZANI L. (1979) - *Dati preliminari sulla neotettonica della Sicilia Centrale. Fogli 251 (Cefalù), 260 (Nicosia), 268 (Caltanissetta), 269 (Paternò), 270 (Catania), 272 (Gela), 273 (Caltagirone) e 275 (Scoglitti).* In: contributi preliminari alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia, Pubbl. n° 251 del P.F. Geodinamica, 391-429.

FAILLACE C. & ANTOLINI P. (1958) - *La trasgressione del Pliocene superiore nella zona di Piazza Armerina.* Boll. Soc. Geol. It., 79, 969-975.

FERRARA V., MAUGERI S., PAPPALARDO G. (1999) – *Gli acquiferi dell'area centro-orientale della Sicilia: risorse idriche, qualità delle acque e vulnerabilità all'inquinamento.* Atti del 3° Convegno Nazionale sulla Protezione e Gestione delle Acque Sotterranee per il III Millennio. Parma, 13-14-15 ottobre 1999.

FRANCAVIGLIA A. & JACOBACCI A. (1953) - *Appunti sul rilevamento geologico della zona sud-orientale del Foglio 268 della Carta d'Italia "Caltanissetta".* Boll. Serv. Geol. It., 74.

GAT J. R. & CARMI I., (1970). *Evolution of isotopic of atmospheric waters in the Mediterranean sea area.* J. Geophys. Res., 75, 1437-1440.

GRASSO M. & BUTLER R. W. H. (1991) - *Tectonic controls on deposition of late Tortonian*

- sediments in the Caltanissetta basin of central Sicily*. Mem. Soc. Geol. It., 47, 313-324.
- JACOBACCI A. (1952) - *Il rilevamento della tavoletta "Barrafranca" (268 III SO)*. Boll. Serv. Geol. d'It., 74, 299-815.
- KIRATZI A. A. (1994) – *Active seismic deformation in the Italian Peninsula and Sicily*. Ann. Geof., 37 (1), 2-4.
- LENTINI F., CARBONE S., CATALANO S., GRASSO M. & MONACO C. (1991) – *Presentazione della carta geologica della Sicilia centro-orientale*. Mem. Soc. Geol. It., 47, 145-156.
- LICKORISH W. H., GRASSO M., BUTLER R. W. H., ARGNANI A. & MANISCALCO R. (1999) - *Structural style and regional tectonic setting of the "Gela Nappe" and frontal part of the Maghrebian thrust belt in Sicily*. Tectonics, 18 (4), 655-668.
- MEZZADRI P. (1961) - *Osservazioni sul Pliocene in Sicilia*. Riv. Min. Sic., 69, 103-114.
- MONACO C. & TORTORICI L. (1996) – *Clay diapirs in Neogene-Quaternary sediments of central Sicily: evidence for accretionary processes*. Journ. Struct. Geol., 18, 1265-1269.
- MONTONE P., AMATO A., FREPOLI A., MARIUCCI M. T. & CESARO M. (1997) – *Crustal stress regime in Italy*. Ann. Geof., 40 (3), 741-757.
- NIGRO F. & RENDA P. (2000) - *Un modello di evoluzione tettono-sedimentaria dell'avanfossa neogenica siciliana*. Boll. Soc. Geol. It., 119, 667-686.
- NIGRO F. & RENDA P. (2001) - *Late Miocene-Quaternary stratigraphic record in the Sicilian Belt (Central Mediterranean): tectonics versus eustasy*. Boll. Soc. Geol. It., 120, 151-164.
- OGNIBEN L. (1953) - *"Argille Scagliose" ed "Argille Brecciate" in Sicilia*. Boll. Soc. Geol. It., 75, 281-289.
- OGNIBEN L. (1954) – *Le Argille Brecciate Siciliane con i rilievi in dettaglio di Grottacalda-Zubbi-Passarello*. Mem. Ist. Geol. Min. Univ. Padova – Vol. 18.
- OGNIBEN L. (1957) – *Petrografia della serie gessoso solfifera e considerazioni geologiche relative*. Mem. Descr. Carta Geol. It., vol. 33, pp. 251-261.
- OGNIBEN L. (1960) – *Nota illustrativa dello schema geologico della Sicilia nord-orientale*. Riv. Min. Sic., 64-65, 183-212, Palermo.
- REGIONE SICILIANA (1998) – *Climatologia della Sicilia*. Assessorato Agricoltura e Foreste.

- RIGO DE RIGHI F. (1953) - *Contributo alla conoscenza del Neogene (Miocene sup. e Pliocene) della Sicilia centro-meridionale*. Boll. Serv. Geol. d'Italia, 65, 13-26.
- RIGO DE RIGHI F. (1956) - *Olistostromi neogenici in Sicilia*. Boll. Soc. Geol. It., 75, 185-215.
- RODA C. (1966) - *Nuove conoscenze sulla trasgressione mediopliocenica*. Boll. Acc. Gioenia Sc. Nat., 8, 705-716.
- RODA C. (1967) - *I sedimenti plio-pleistocenici nella Sicilia centro -meridionale*. Atti Acc. Gioenia Sc. Nat., 18, 295-310.
- RODA C. (1967) - *Le formazioni del Miocene superiore e del Pliocene inferiore e medio al Monte Capodarso (Enna), con la stratigrafia del sondaggio "Trabonella"*. Atti Acc. Gioenia Sc. Nat. 19, 1-56.
- RODA C. (1968) - *Geologia della tavoletta Pietraperzia (Province di Caltanissetta ed Enna, foglio 268, III NE)*. Atti Acc. Gioenia Sc. Nat., 19, 145-254.
- RODA C. (1971) - *Nota illustrativa alla carta geologica della tavoletta M. Gibiliscemi (Provincia di Caltanissetta, F. 272, I SW)*. Boll. Acc. Gioenia Sc. Nat., 4, 10, 571-632.
- SCHUTTE, K. G. (1978) - *Crustal structure of southern Italy*. In: Closs H., Roeder D. & Schmidt K. (eds.), "Alps, Apennines, Hellenides", Stuttgart, 315-321.
- WEZEL F.C. (1965) - *Geologia della tavoletta Mirabella Imbaccari (Prov. Catania, Caltanissetta ed Enna, F. 272, I NE)*. Boll. Soc. Geol. It., 84, 3-136.
- WEZEL F. C. (1966) - *Notizie sul rilievo geologico di grande dettaglio della tavoletta Mirabella Imbaccari (F. 272, I NE)*. Boll. Acc. Gioenia Sc. Nat., 8, 652-657.

**CORPO IDRICO SOTTERRANEO
PIAZZA ARMERINA (R19PZCS01)**

b) Caratteristiche geografiche, geologiche, idrogeologiche.

Localizzazione geografica e morfologia del corpo idrico

Localizzazione geografica

Il corpo idrico è ubicato nella Sicilia centro-orientale, delimitato a Sud dalla Piana di Gela, a Sud-Est dall'altopiano Ibleo, ad Est dalla Piana di Catania e dall'edificio vulcanico dell'Etna, a Nord dalla Catena dei Nebrodi e ad Ovest dalla Fossa di Caltanissetta

Considerazioni geomorfologiche

Questo settore della Sicilia fa parte dei Monti Erei che costituiscono un insieme di moderati rilievi e di pianori che dalla catena settentrionale dei Nebrodi-Madonie si dirigono verso S-SE fino alla zona dell'Altipiano Ibleo. Queste alture formano una linea di displuvio che attraversa la Sicilia centrale separando i bacini idrografici dello Jonio da quelli del Mediterraneo.

Aspetti geologici

I terreni affioranti nell'area, di età compresa tra il Cretaceo superiore ed il Quaternario, sono rappresentati da complessi alloctoni, quali argille scagliose del Cretaceo sup.-Eocene inf., lembi di argille marnoso-siltose e di calcari marnosi bianchi dell'Eocene (Formazione Polizzi), argille brune in alternanza con quarzareniti dell'Oligocene sup.-Miocene inf. (Flysch Numidico), argille varicolori con intercalazioni di siltiti e calcareniti dell'Oligocene-Miocene inferiore. Su questi complessi poggiano discordanti termini terrigeni ed evaporitici, quali una sequenza argilloso-sabbioso-conglomeratica di età tortoniana (Formazione Terravecchia), delle Argille brecciate (AB II, AB IV, AB V) di età variabile dal Tortoniano al Pliocene in relazione alla posizione stratigrafica, diatomiti bianche fogliettate del Messiniano (Tripoli), una sequenza di rocce evaporitiche di età Messiniana (Serie Gessoso Solifera), costituita da Calcare di base e da Gessi, dei calcari marnosi biancastri del Pliocene inferiore (Trubi), marne e argille marnose grigio-azzurre del Pliocene. Segue un complesso di calcareniti, sabbie e siltiti, di età compresa tra il Pliocene Medio ed il Pleistocene inferiore, il quale rappresenta l'unità di maggiore interesse idrogeologico

dell'intera area esaminata. Esso è costituito da calcareniti di colore giallastro, ben stratificate in banchi di spessore variabile da pochi centimetri a qualche metro, con frequenti livelli fossiliferi, contenenti faune oligotipiche ad ostree e pettinidi, e da sabbie e limi argillosi, in livelli di vario spessore.

Sono inoltre presenti depositi lacustri limoso-sabbiosi di colore bruno nerastro del Quaternario continentale e depositi alluvionali sabbioso-limosi con ciottoli che ricoprono i fondovalle dei corsi d'acqua principali.

Caratteristiche idrogeologiche e idrochimiche

I terreni affioranti nell'area sono stati divisi in differenti classi di permeabilità:

- 1) Terreni a permeabilità molto bassa o impermeabili;
- 2) Terreni a permeabilità media localizzata;
- 3) Terreni a permeabilità diffusa da elevata a media.

La prima classe comprende i terreni prevalentemente argillosi in cui non si ha alcuna circolazione idrica significativa.

Alla seconda classe sono stati attribuiti i termini marnosi e l'alternanza di argille e quarzareniti nei quali si riscontra una limitata circolazione idrica nei livelli più carbonatici ed in quelli arenacei più fessurati.

I terreni appartenenti alla terza classe costituiscono gli acquiferi che assumono rilevanza diversa in relazione alla quantità e qualità delle risorse in essi contenute.

I termini che hanno maggiore significato dal punto di vista idrogeologico sono quelli sabbiosi e calcarenitici. Nell'insieme essi sono infatti caratterizzati da una permeabilità tendenzialmente elevata, che nelle sabbie si valuta medio elevata per porosità, seppure con spiccata variabilità sia in senso orizzontale che verticale, per la presenza di intercalazioni argilloso-sabbioso-siltose; nei livelli cementati risulta generalmente elevata per fessurazione e, in minor misura, per porosità. Tali condizioni, che comportano frequenti limiti di permeabilità, spesso indefiniti, all'interno del complesso, favoriscono l'esistenza, oltre che di falde separate e talora sovrapposte, di un grande numero di manifestazioni sorgentizie di modesto significato produttivo (Coltro et al., 1984).

Nei depositi alluvionali, sia attuali che recenti, la permeabilità varia sensibilmente in relazione alla percentuale di frazione fine presente; si mantiene generalmente bassa, ma può risultare localmente più elevata per aumento della componente sabbiosa e/o ciottolosa.

Nei termini evaporitici, permeabili per fessurazione ma anche per porosità nel caso del calcare brecciato e vacuolare, la circolazione idrica è resa discontinua dalla presenza di livelli marnosi e argillosi fra i banchi di calcari e gessi.

Considerazioni sulla vulnerabilità

I centri di pericolo sono sostanzialmente rappresentati dai centri abitati e dalle attività agricole e zootecniche; mentre un ruolo decisamente marginale hanno le attività industriali, scarsamente presenti nel territorio.

Quasi tutti i centri abitati sono carenti di reti fognarie efficienti e di impianto di trattamento dei reflui; pertanto, questi ultimi, infiltrandosi con facilità nei terreni sabbioso-calcarenitici permeabili costituiscono potenziali fonti di inquinamento. A ciò si aggiunge la presenza di discariche di RSU non controllate e di cave abbandonate in cui si riversano rifiuti di vario genere.

L'esposizione al rischio di inquinamento risulta contenuto in base al tipo e alla distribuzione dei produttori di potenziali inquinanti, dato il tipo di attività presente nel territorio ed il prevalente uso del suolo. Una pericolosità maggiore si riscontra nelle aree circostanti i centri abitati a causa della carenza di infrastrutture per lo smaltimento dei rifiuti.

Caratterizzazione idrogeochimica

I campioni presentano, da un punto di vista classificativo, un trend da acque bicarbonato-alcalino terrose a clorurato-solfato-alcalino terrose.

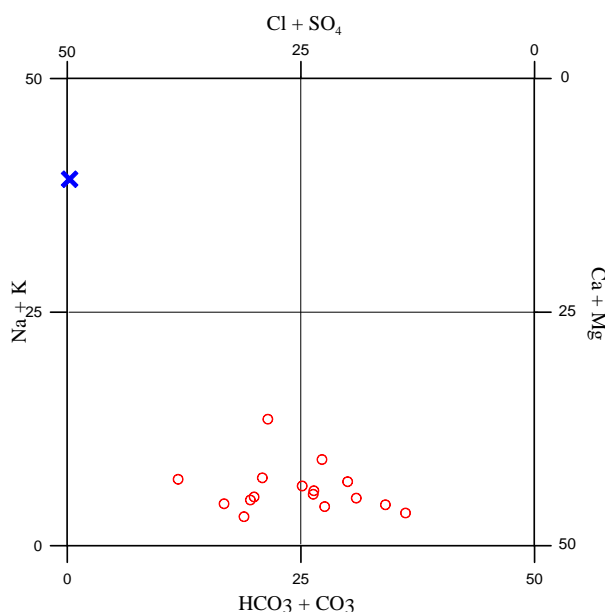


Diagramma classificativo di Langelier-Ludwig per il corpo idrico Piazza Armerina

Questa variazione, come è visibile dai diagrammi triangolari, è generata da un progressivo, ma marcato incremento, in ione solfato ed, in subordine, da un decremento in ione magnesio. Il campione Cava è l'unico che mostra un incremento, oltre al solfato, anche di cloruri e sodio.

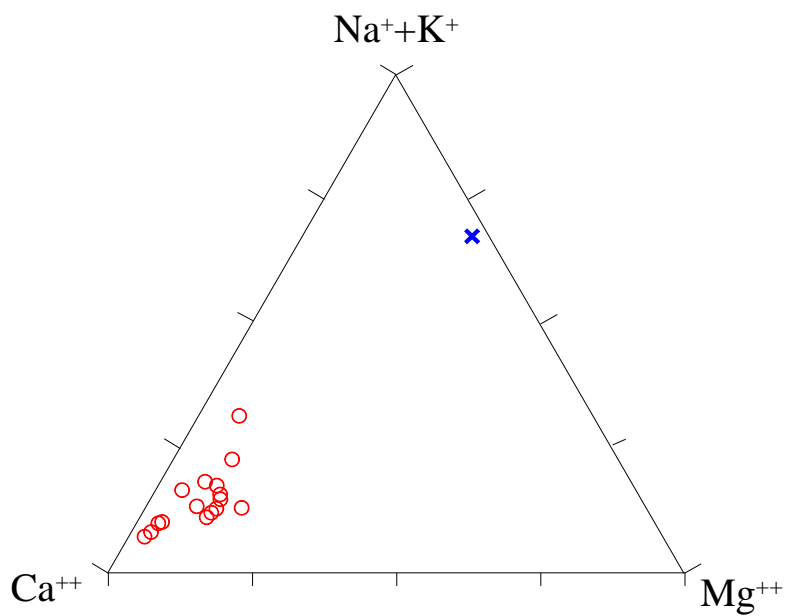


Diagramma ternario Ca-Mg-Na+K per il corpo idrico Piazza Armerina

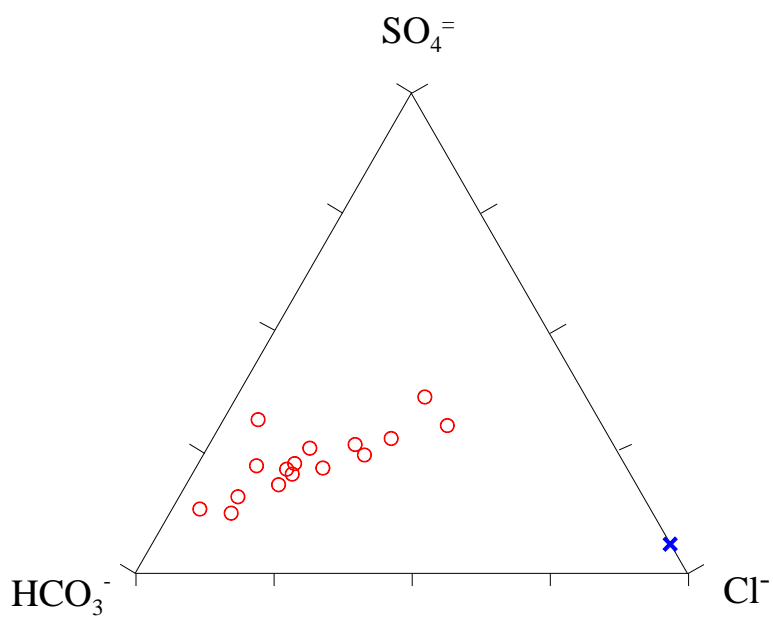


Diagramma ternario Cl-SO₄-HCO₃ per il corpo idrico Piazza Armerina

In generale, l'aumento di solfati non è legato ad un incremento della salinità delle acque. Poiché nell'area sono presenti, in superficie, delle calcareniti sovrastanti la serie Gessoso Solifera, l'evoluzione ad acque sempre più ricche in solfati potrebbe essere spiegato da fenomeni di interazione acqua-roccia.

Il campione Cava, con un maggiore arricchimento in cloruri e sodio, potrebbe far pensare a possibili intercalazioni di strati argillosi presenti nelle calcareniti.

Queste considerazioni fanno ritenere di non essere in presenza di un corpo idrico omogeneo e quindi rappresentato da acque geochimicamente differenti.

Caratteristiche isotopiche del corpo idrico

Quasi tutti i punti rappresentativi le acque di falda si dispongono tra le rette di Craig (1963) e Gat e Carmi (1970). I campioni si dispongono in prossimità del punto rappresentativo delle acque meteoriche locali facendo ritenere un'alimentazione e, quindi un circuito, abbastanza superficiali.

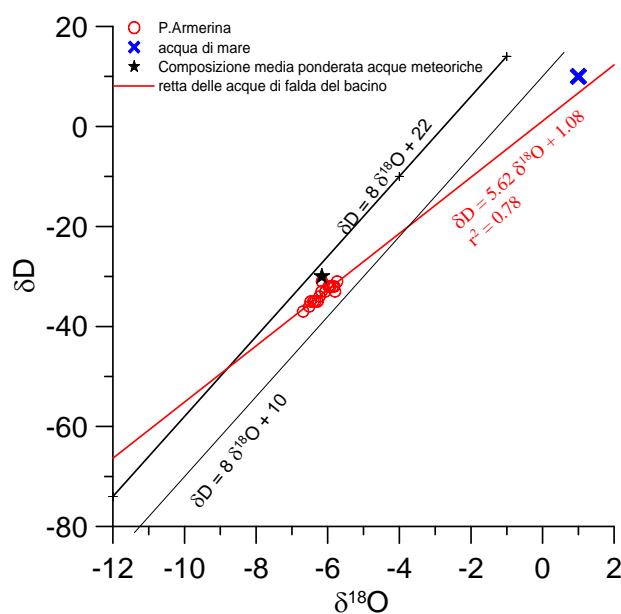


Diagramma $\delta D - \delta^{18}O$ (in ‰ rispetto a SMOW) delle acque del corpo idrico Piazza Armerina

Qualità delle acque del corpo idrico

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

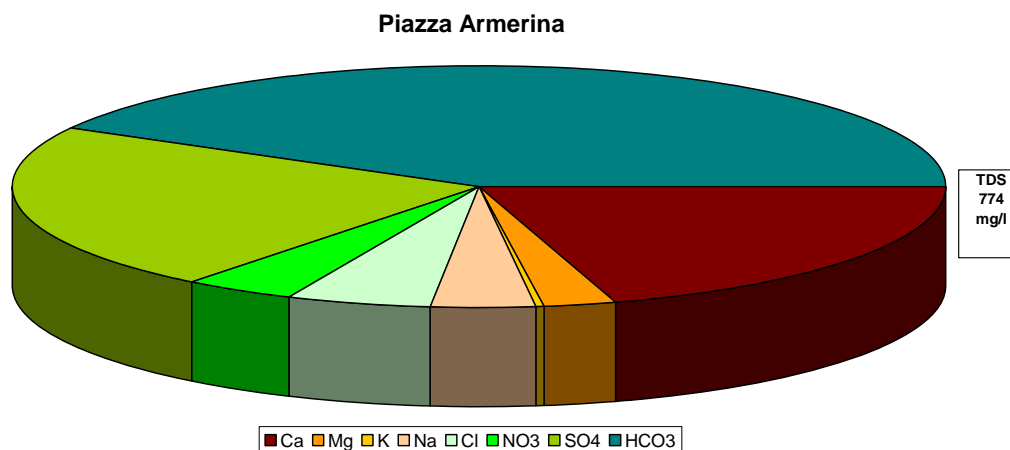


Diagramma a torta che mostra le composizioni percentuali delle specie ioniche dei costituenti maggiori presenti nel corpo idrico. E' stata aggiunta la percentuale dei nitrati allo scopo di avere una relazione visibile tra specie inorganiche e specie più direttamente correlabili alla qualità del corpo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

I diagrammi a torta evidenziano che le acque, come già visto negli altri diagrammi, sono bicarbonato-solfato-calciche con concentrazioni medie di nitrati e media salinità.

Bacino	Piazza Armerina		
Corpo idrico	Piazza Armerina		
Parametro	Espressione dei risultati	Valore	Valore di Parametro
Temperatura	°C	20	-
pH		7.4	6,5<pH<9,5
Conducibilità	µS/cm	859	2500
Cl	mg/l	39	250
SO ₄ ⁼	mg/l	174	250
Ca	mg/l	157	-
Mg	mg/l	18	-
Na	mg/l	28	200
K	mg/l	2	-
Al	µg/l	1.20	200
Mn	µg/l	0.60	50
Fe	µg/l	14.9	200
NO ₃ ⁻	mg/l	30	50
NH ₄ ⁺	mg/l	0.02	0.5

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

La composizione media del corpo idrico risulta sempre al di sotto dei valori massimi ammissibili secondo il D. Lgs. n.31/2001 All.1.

Stato chimico del corpo idrico

Tra i macrodescrittori tenuti in considerazione per la classificazione qualitativa del corpo idrico, rientrano nei limiti previsti per la classe 1: manganese, ferro e ione ammonio; la conducibilità, cloruri e solfati rientrano in seconda classe, mentre i nitrati rientrano in terza 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 Piazza Armerina viene attribuita la classe 3.

Qualità delle acque a scopo irriguo

Le acque del corpo idrico Piazza Armerina ricadono nel quadrante C32-S1, cioè sono classificabili come acque a basso contenuto in sodio utilizzabili per l'irrigazione in tutti i tipi di suolo e acque ad alta salinità che possono essere utilizzate se esiste un buon drenaggio del suolo.

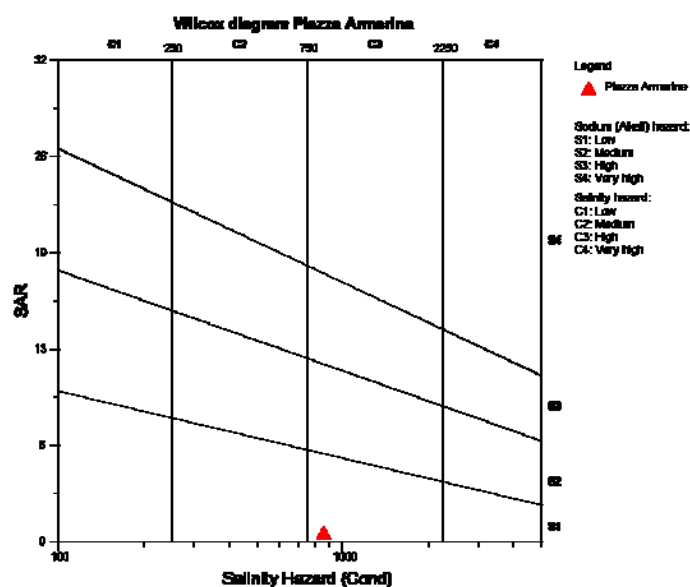


Diagramma per la classificazione delle acque a scopo irriguo