

**GEOLOGI**

**ORDINE**

**Emilia - Romagna**

# il **dell'EMILIA-ROMAGNA** **GEOLOGO**



Affioramento di Spungone del Pliocene inferiore-medio in località Cozzi nei pressi di Castrocaro Terme (Provincia di Forlì-Cesena). La Formazione è evidente in tutto il suo spessore nella suggestiva forra del rio dei Cozzi, che la attraversa interamente fino a raggiungere la sottostante Formazione Marnoso-Arenacea. Su questo calcare, esteso nella bassa collina da Brisighella a Capocolle, attraverso le alture di Castrocaro, Rocca delle Caminate, Monte Pallareto, Monte Casale e Monte Maggio, sorge la rocca di Castrocaro. (Foto di Aldo Antoniazzi)

**Bollettino Ufficiale d'Informazione  
dell'Ordine dei Geologi  
Regione Emilia-Romagna**

**Anno XI/2011 - N. 41 - NUOVA SERIE**

PERIODICO QUADRIMESTRALE - Tariffa R.O.C.: Poste Italiane S.p.A. - Spedizione in Abbonamento Postale  
D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n. 46) art. 1, comma 1, DCB (Bologna)



# il GEOLOGO

dell'EMILIA-ROMAGNA

Bollettino Ufficiale d'Informazione  
dell'Ordine dei Geologi  
Regione Emilia-Romagna

Anno XI/2011 - N. 41 - NUOVA SERIE

PERIODICO QUADRIMESTRALE

Tariffa R.O.C.: Poste Italiane S.p.A  
Spedizione in Abbonamento Postale - D.L. 353/2003  
(conv. in L. 27/02/2004 n. 46) art. 1, comma 1, DCB (Bologna)

**Direttore Responsabile**

MAURIZIO ZAGHINI

**Comitato di redazione:**

Aldo Antoniazzi, Raffaele Brunaldi, Stefano Castagnetti,  
Gabriele Cesari, Emanuele Emani, Francesca Gorrini,  
Federica Manenti, Paola Mingolini, Fabio Parmeggiani,  
Fabrizio Vannelli, Maurizio Zaghini

**Segreteria di redazione:**

Annalisa Parisi

**Direzione e redazione centrale**

Via Guerrazzi, 6 - 40125 Bologna  
Tel.: 051 2750142 - Fax: 051 6561872  
E-mail: info@geologi.emiliaromagna.it  
Sito Web: www.geologi.emilia-romagna.it

**Concessionaria per la pubblicità**

Industrie Grafiche Labanti e Nanni s.r.l.  
Via G. Di Vittorio 3 - 40056 Crespellano (Bologna)  
geologo@labantienanni.it

**Impaginazione e Stampa**

Industrie Grafiche Labanti e Nanni s.r.l.  
Via G. Di Vittorio 3 - 40056 Crespellano (Bologna)  
Tel. 051/969262 - Fax 051/969155

**Comitato Scientifico:**

Carlo Elmi, Marilena Martinucci,  
Maurizio Pellegrini, Raffaele Pignone,  
Giancarlo Poli

**SOMMARIO**

A.P.C. e dintorni *pag. 5*

Il patrimonio idrogeologico delle  
Terme di Castrocaro (Fc)  
1838-2008, 170 anni di attività *pag. 7*

Analisi della risposta sismica locale con  
particolare attenzione agli antichi campanili  
del Comune di Argenta (Fe) *pag. 23*

Utilizzo dell'elettrosmosi per la  
stabilizzazione dei terreni coesivi *pag. 34*

Circolari *pag. 39*

Aneddoti *pag. 40*

Ricordi *pag. 43*

*Si invitano gli iscritti a comunicare il proprio indirizzo  
e-mail per rendere più efficiente e rapido il servizio  
di comunicazione delle informazioni dell'Ordine.*

*La Redazione invita i colleghi Geologi  
a partecipare attivamente alla vita del periodico,  
con articoli di interesse generale.  
Il materiale va spedito  
alla sede dell'Ordine Regionale  
in via Guerrazzi, 6 - 40125 Bologna*



Questo periodico è associato  
all'Unione Stampa periodica Italiana

**È espressamente vietata  
la riproduzione di testi e foto  
ai sensi e per gli effetti dell'Art. 65  
della legge n. 633 22/04/1941**





Ma uno dei momenti decisivi per l'avvio del termalismo castrocarese fu certamente l'arrivo dei primi successi terapeutici che si registrarono esattamente 170 anni fa grazie al Dr. Corrado Taddei De Gravina, medico condotto del Circondario di Rocca San Casciano, che nel 1838 portò a guarigione un grave ascesso con interessamento osseo alla mano di una giovane donna, trattandola con maniluvi di un'ora per tre volte al giorno per venti giorni. Ecco quindi già rappresentato fin da allora il ruolo basilare del medico nella corretta gestione della cura termale e nell'assiduo controllo del paziente, ruolo che ebbe grande importanza sia nello sviluppo dell'attività termale locale, con determinante azione di indirizzo a favore di quegli imprenditori che intendevano investire in attività di cura sempre più organizzate e confortevoli, sia nell'incentivare l'espandersi del commercio delle acque minerali stesse. A confermare questi aspetti, sono giunte ad oggi numerose e tangibili testimonianze in cui colpisce l'assoluta fiducia nelle proprietà delle acque salsobromiodiche di Castrocaro manifestata da parte di illustri clinici quali ad esempio il Prof. Maurizio Bufalini di Cesena, professore nella cattedra di Clinica Medica dell'Università di Firenze il quale, evidentemente, conosceva bene le azioni biologiche di queste acque e ne prescriveva l'uso con meticolosa precisione. In una lettera<sup>2</sup> del 4 agosto 1856 recapitata a Livorno alla madre di una sua giovane paziente colpita da "diatesi scrofolosa" (ingrossamento delle ghiandole linfatiche), oltre ad un'alimentazione a base di carne e ad esercizio fisico costante, consigliava: "...La Signorina può fare benissimo i bagni tiepidi (non però caldi) con acqua di mare in tinozza aggiuntavi però ancora acqua salsoiodica di Castrocaro, dapprima nella quantità di un sesto del totale, poi di un quinto, in seguito di un quarto, ed infine anche di un terzo, variandone la proporzione dopo ogni cinque bagni. Di questi direi prendesse soli tre per settimana e sempre per l'intervallo di mezz'ora..." In seguito la notorietà di Castrocaro e la fiducia della classe medica nei confronti delle acque minerali castrocarese e nelle doti di accoglienza del luogo e degli operatori locali, veniva confermata anche dal grande clinico dell'Ateneo Bolognese Prof. Augusto Murri, che in una lettera<sup>3</sup> del 27 settembre 1916 ad una propria paziente, consigliava le cure alle Terme di Castrocaro con queste parole: "Gentilissima Signora, per i Suoi disturbi le consiglio le acque di Castrocaro, che nulla han da invidiare alle altre consimili e che sono raccomandabili sia per la buona direzione medica, sia per l'amenità del posto". Tale fiducia da parte del mondo medico ha continuato a

svilupparsi nel tempo sia per la ricchezza non comune di risorgive ad elevata mineralizzazione presenti nell'area di concessione mineraria delle Terme di Castrocaro, sia per le peculiarità qualitative di queste acque che, quando correttamente prescritte, agiscono efficacemente su numerosi disturbi ed affezioni assai diffuse.

Le acque "salsobromiodiche e sulfuree" ed i fanghi a maturazione naturale, preparati con le finissime "argille azzurre" tipiche di questa parte dell'Appennino, rappresentano a tutt'oggi i mezzi di cura a disposizione di tutti coloro che alle Terme di Castrocaro cercano un approccio preventivo, curativo e riabilitativo efficace nei confronti di numerosi disturbi che interessano l'apparato muscolo-scheletrico, le vie respiratorie, l'orecchio medio, la circolazione venolinfatica, l'apparato ginecologico e l'apparato gastroenterico.

L'esperienza accumulata in tanti anni di incessante attività, ha dimostrato come l'equilibrato contenuto salino delle acque salsobromiodiche alla densità di 3-4 Baumè consente di utilizzarle per la balneoterapia senza alcuna diluizione e con ottima tollerabilità da parte dei pazienti. Al tempo stesso le acque sulfuree-salsobromiodiche a grado solfidrometrico medio, impiegate principalmente per le cure inalatorie, hanno evidenziato un'ottima risposta anche da parte dei bambini, tanto da rendere le Terme di Castrocaro le più frequentate della Regione da parte della popolazione infantile.

Ma oggi, in epoca di Medicina Basata sull'Evidenza (EBM), la permanenza della Medicina Termale nell'ambito del mondo sanitario sembra continuamente vacillare: il giudizio entusiasta dei direttori sanitari e dei medici termali, la devozione verso queste acque espressa senza esitazioni dagli operatori addetti alle cure impegnati nella costante e diligente assistenza a migliaia e migliaia di pazienti soddisfatti, appare insufficiente a convincere la scienza ufficiale sull'efficacia dei mezzi di cura termale. E' quindi necessario proseguire nella ricerca scientifica, indirizzata in primo luogo alla perfetta conoscenza dei mezzi termali di cui si dispone, dei loro meccanismi d'azione biologici, del monitoraggio delle loro caratteristiche. La garanzia nel tempo della disponibilità e della qualità dei suddetti mezzi di cura è quindi condizione indispensabile alla conservazione ed allo sviluppo delle attività termali. Pertanto, un'attenta e permanente azione di controllo e tutela del territorio sono obbligatoriamente parte integrante della strategia di ogni Azienda termale che, come le Terme di Castrocaro, disponga di un patrimonio idrogeologico di così ampia portata in cui tradizione,

<sup>2</sup> G. Lelli-Mami, *Un caso clinico in alcune lettere di Maurizio Bufalini - Estratto da "STUDI ROMAGNOLI" L (1999) Stilgraf - Cesena, 2003.*

<sup>3</sup> *Archivio storico delle Terme di Castrocaro.*



storia e salute si integrano col vissuto sociale ed economico della comunità paesana e di tutta la Romagna. La gestione e lo sfruttamento di un bacino termale è anche cosa complessa, che coinvolge competenze tecniche e scientifiche del tutto peculiari, nonché risorse economiche che devono essere necessariamente impiegate in un ambito temporale sempre piuttosto lungo. E' poi fondamentale che ogni azione scaturisca anche dalla profonda conoscenza del territorio stesso e dalla paziente e rigorosa classificazione di tutte le documentazioni disponibili, correlando conoscenze scientifiche con esperienze empiriche.

Nel suo complesso, quindi, la presente opera rappresenta senza alcun dubbio la base su cui proseguire e sviluppare la tradizione termale castrocarese che, iniziata ben 170 anni fa, trova oggi come allora un'imparaggiabile alleata nella natura delle proprie colline e del sottosuolo, le cui argille e acque termali rappresentano quella grande risorsa che si ricollega sinergicamente a quanto il termalismo può concretamente offrire a favore della salute e della qualità della vita di ognuno di noi: prevenzione, cura, riabilitazione e promozione della cultura del benessere.

## 2. CARATTERI IDROGEOLOGICI DEI CAMPI MINERALI DELLE TERME DI CASTROCARO

a cura di Alberto Antoniazzi e Aldo Antoniazzi

### 2.1 Sviluppo dell'attività termale

Le acque minerali di Castrocaro Terme sono note da lungo tempo, come attesta l'antico nome latino *Salsubium*<sup>4</sup> della località, menzionato anche dall'umanista Flavio Biondo (1392-1463). Inizialmente sono state utilizzate per estrarne sale da cucina ed anche oggetto di contrabbando tra il Granducato di Toscana, che deteneva il monopolio sul sale, ed il vicino Stato Pontificio (Forlì). L'arresto, il 29 dicembre 1829, di un misero contrabbandiere (Antonio Samori) con una botticella d'acqua salata, attinta da un fosso locale, ne ha fatta riconoscere l'importanza. Infatti, durante il procedimento penale, il Prof. Antonio Targioni-Tozzetti dell'Università di Firenze ne ha riconosciuto le proprietà ed auspicato l'uso terapeutico<sup>5</sup>. I positivi risultati dei primi impieghi sperimentali di queste acque, malgrado l'incerta fortuna, ne hanno però imposto il nome e le virtù curative. L'effettivo sviluppo al termalismo locale è merito di Aristide Conti (1836-1927).

La sua attività, iniziata a Castrocaro nel 1871 con un modesto stabilimento per bagni ed un impianto per l'estrazione di sali bromiodici, si è gradualmente sviluppata con lo spostamento della produzione dei sali in località Cozzi (1884), con la valorizzazione delle sorgenti di Bolga e con lo sviluppo a Castrocaro di un notevole complesso termale dotato di un parco alberato di otto ettari. Nel 1924, all'interno di questo parco, è stato edificato anche il Tempietto pompeiano, un'edicola per le cure idropiniche, in cui veniva erogata la tradizionale acqua Salsubia, occasionalmente denominata Littoria in onore al regime vigente.

Nel 1936, in seguito a vicissitudini finanziarie, aggravate dalla crisi economica del 1929, le Terme di Castrocaro sono state demanializzate e le sue strutture edilizie sono state in gran parte sostituite dal nuovo Stabilimento termale con annesso Albergo di prima categoria. Il successivo sviluppo ha poi portato il complesso edilizio all'assetto attuale. La relativa concessione mineraria (figura 2.1) si estende su circa 2.357 ettari, ricadenti essenzialmente nel Comune di Castrocaro Terme e Terra del Sole, ma anche in limitate aree limitrofe dei Comuni di Dovadola e di Predappio.

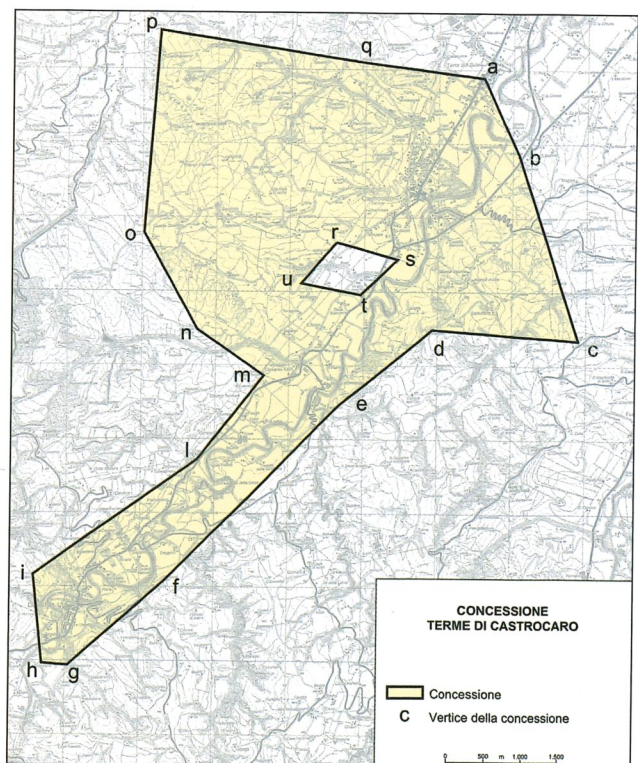


Figura 2.1 – Concessione di coltivazione delle sorgenti di acqua minerale delle Terme di Castrocaro. L'area individuata dalle lettere r - s - t - u è esclusa dalla concessione.

<sup>4</sup> Luogo ricco di acque salse, nome composto da *uber* e *salsus*.

<sup>5</sup> Targioni-Tozzetti Antonio, *Memoria sulle acque minerali di Castrocaro, letta alla Società Medico Fisica Forentina, nel 1838*, in "Gazzetta Toscana delle Scienze Medico-fisiche", 1838, anno I, n. 20, p. 197.

## 2.2 Lineamenti geologici del territorio

La ridente ed ubertosa area collinare, nel cui fondovalle, solcato dal fiume Montone, si è sviluppata Castrocaro Terme, deve il suo attuale aspetto ad una successione di eventi geologici, verificatisi negli ultimi undici milioni di anni della storia della Terra, ossia dal Miocene ad oggi. In questo ambito collinare la concessione mineraria delle Terme di Castrocaro interessa il territorio collinare tra Dovadola e Terra del Sole, solcato dal fiume Montone e situato sul livello marino tra i 371 metri di Monte Cerreto e i 55 metri di Molino Rivalta, ove affiorano rocce formatesi dal Tortoniano ad oggi. La natura e la reciproca posizione di queste masse litologiche condiziona, direttamente o indirettamente, l'origine e la permanenza nel sottosuolo delle acque minerali utilizzate dall'impianto termale.

A monte di Castrocaro, nell'ambito della concessione termale, l'incisione del fiume Montone ha posto in luce le più antiche rocce locali, originatesi nel Tortoniano, tra 11 e 6,5 milioni di anni fa, durante l'ultima fase di deposito della Formazione Marnoso-Arenacea (FMA): una successione sedimentaria, caratterizzata da pacchi di strati paralleli, ove si alternano in prevalenza livelli arenacei e argilloso marnosi, depositatasi in un antico mare, rappresentato da un bacino stretto ed allungato al margine esterno della catena appenninica in formazione verso ovest. Si trattava di un'avanfossa coperta dal mare, il cui fondo si trovava ad almeno 1.000 metri sotto la superficie<sup>6</sup>.

La Formazione Marnoso-Arenacea è un deposito torbiditico, dovuto essenzialmente al ripetuto deposito di masse sabbiose e fangose su fondali marini profondi. In realtà questi materiali si erano già sedimentati in aree relativamente poco profonde prossime alla costa (piattaforma continentale), ma poi, ancora incoerenti, sono stati nuovamente posti in sospensione nell'acqua marina a causa dell'equilibrio precario conseguente ad un eccessivo accumulo o da scosse sismiche. Le dense correnti torbide, così formatesi, scese lungo la scarpata continentale e, raggiunto il suo piede, dotate di molta energia cinetica, si sono poi ampiamente estese sui fondali marini profondi, prima di lasciar decantare su di essi inizialmente le frazioni più grossolane, prevalentemente

sabbiose, poi i sedimenti più fini. Nei lunghi intervalli di tempo, intercorrenti tra l'arrivo di una corrente torbida e della successiva, negli stessi fondali procedeva inoltre il lento e regolare deposito dei minuti sedimenti emipelagici<sup>7</sup> di mare profondo spesso ricchi di organismi planctonici (foraminiferi, pteropodi ecc.). Benché in questa Formazione siano relativamente scarsi i resti fossili di altro tipo, è documentato che nel mare, ove si è sedimentata, erano presenti cetacei, pescecani, pesci di vario genere, nautiloidi ecc., mentre sui fondali altri organismi hanno lasciato tracce di passaggio e gallerie.

Nella zona in esame affiorano Membri della Formazione Marnoso-Arenacea, attribuiti al Tortoniano. Localmente tendono a dominare, specie verso Castrocaro, litofacies arenaceo-pelitiche in genere poco cementate, contraddistinte da alternanze di arenarie medio fini e di peliti spesso siltose e sabbiose, tra le quali sono intercalati sottili livelli emipelagici. Il rapporto arenaria pelite è dell'ordine di 2:1. Nella zona di Dovadola tale rapporto tende, invece, a ridursi (1:1 o 1:2 e talvolta inferiore), mentre diviene più importante la presenza delle emipelagiti ossia dei depositi non risedimentati.

Della successione stratigrafica, depositatasi nel successivo Messiniano, all'incirca tra 6 e 5 milioni di anni fa, nell'area della concessione termale affiora solo la parte terminale, rappresentata dai terreni argillosi e sabbiosi, con inclusi accumuli caotici di gesso, della Formazione di Tetto (GHT) e dalla sovrastante successione argilloso marnosa con intercalazioni sabbiose e ghiaiose della Formazione a Colombacci (FCO)<sup>8</sup>. Gli accumuli caotici di gesso sono probabilmente dovuti a frane subacquee, verificatesi durante il deposito della Formazione di Tetto, che hanno coinvolto rocce della Formazione Gessoso Solfifera, che in precedenza si era sedimentata in seguito all'evaporazione di acque salate in una situazione ambientale attribuita, in generale, al disseccamento del Mediterraneo. Allora le attuali aree montane ed alto collinari romagnole erano emerse e verdeggianti ed ospitavano cavalli, carnivori, insettivori, scimmie, uccelli e rettili; anche nel mare non mancavano isole lussureggianti. Circa 5 milioni di anni fa il mare si è nuovamente esteso su vaste aree precedentemente emerse ed è iniziato il deposito delle Argille Azzurre<sup>9</sup> del Pliocene inferiore – Pleistocene inferiore, il cui nome risale a Leonardo da

<sup>6</sup> CREMONINI GIORGIO: *Note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 254 Modigliana*, Servizio geologico d'Italia, Roma, 2001, p. 14.

<sup>7</sup> Deposito formato dal lento accumulo, su questi antichi fondali marini, di resti di organismi pelagici, che nuotavano o venivano trasportati dalle correnti lontano dal fondo, e da materiali clastici molto fini, costituiti da frammenti litologici e minerali derivati dall'erosione di rocce e di suoli presenti nelle terre emerse.

<sup>8</sup> Questa Formazione deve il proprio nome alla presenza di alcuni caratteristici orizzonti di calcari biancastri, detti "colombacci", formati da calcari e calcari marnosi, micritici, in strati sottili, con intercalati strati molto fini di peliti con lamine calcaree.

<sup>9</sup> CITA M. B., ABBATE E., BALINI M., CONTI M. A., FALORNI P., GERMANI D., GROPELLI G., MENETTI P., PETTI F. M.: *Carta geologica d'Italia 1:50.000. Catalogo delle formazioni tradizionali (2)*, Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie III, n. 7 (VII), Roma, 2007, pp. 318-330.



## 2.2 Lineamenti geologici del territorio

La ridente ed ubertosa area collinare, nel cui fondovalle, solcato dal fiume Montone, si è sviluppata Castrocaro Terme, deve il suo attuale aspetto ad una successione di eventi geologici, verificatisi negli ultimi undici milioni di anni della storia della Terra, ossia dal Miocene ad oggi. In questo ambito collinare la concessione mineraria delle Terme di Castrocaro interessa il territorio collinare tra Dovadola e Terra del Sole, solcato dal fiume Montone e situato sul livello marino tra i 371 metri di Monte Cerreto e i 55 metri di Molino Rivalta, ove affiorano rocce formatesi dal Tortoniano ad oggi. La natura e la reciproca posizione di queste masse litologiche condiziona, direttamente o indirettamente, l'origine e la permanenza nel sottosuolo delle acque minerali utilizzate dall'impianto termale.

A monte di Castrocaro, nell'ambito della concessione termale, l'incisione del fiume Montone ha posto in luce le più antiche rocce locali, originatesi nel Tortoniano, tra 11 e 6,5 milioni di anni fa, durante l'ultima fase di deposito della Formazione Marnoso-Arenacea (FMA): una successione sedimentaria, caratterizzata da pacchi di strati paralleli, ove si alternano in prevalenza livelli arenacei e argilloso marnosi, depositatasi in un antico mare, rappresentato da un bacino stretto ed allungato al margine esterno della catena appenninica in formazione verso ovest. Si trattava di un'avanfossa coperta dal mare, il cui fondo si trovava ad almeno 1.000 metri sotto la superficie<sup>6</sup>.

La Formazione Marnoso-Arenacea è un deposito torbiditico, dovuto essenzialmente al ripetuto deposito di masse sabbiose e fangose su fondali marini profondi. In realtà questi materiali si erano già sedimentati in aree relativamente poco profonde prossime alla costa (piattaforma continentale), ma poi, ancora incoerenti, sono stati nuovamente posti in sospensione nell'acqua marina a causa dell'equilibrio precario conseguente ad un eccessivo accumulo o da scosse sismiche. Le dense correnti torbide, così formatesi, scese lungo la scarpata continentale e, raggiunto il suo piede, dotate di molta energia cinetica, si sono poi ampiamente estese sui fondali marini profondi, prima di lasciar decantare su di essi inizialmente le frazioni più grossolane, prevalentemente

sabbiose, poi i sedimenti più fini. Nei lunghi intervalli di tempo, intercorrenti tra l'arrivo di una corrente torbida e della successiva, negli stessi fondali procedeva inoltre il lento e regolare deposito dei minuti sedimenti emipelagici<sup>7</sup> di mare profondo spesso ricchi di organismi planctonici (foraminiferi, pteropodi ecc.). Benché in questa Formazione siano relativamente scarsi i resti fossili di altro tipo, è documentato che nel mare, ove si è sedimentata, erano presenti cetacei, pescecani, pesci di vario genere, nautiloidi ecc., mentre sui fondali altri organismi hanno lasciato tracce di passaggio e gallerie.

Nella zona in esame affiorano Membri della Formazione Marnoso-Arenacea, attribuiti al Tortoniano. Localmente tendono a dominare, specie verso Castrocaro, litofacies arenaceo-pelitiche in genere poco cementate, contraddistinte da alternanze di arenarie medio fini e di peliti spesso siltose e sabbiose, tra le quali sono intercalati sottili livelli emipelagitici. Il rapporto arenaria pelite è dell'ordine di 2:1. Nella zona di Dovadola tale rapporto tende, invece, a ridursi (1:1 o 1:2 e talvolta inferiore), mentre diviene più importante la presenza delle emipelagiti ossia dei depositi non risedimentati.

Della successione stratigrafica, depositatasi nel successivo Messiniano, all'incirca tra 6 e 5 milioni di anni fa, nell'area della concessione termale affiora solo la parte terminale, rappresentata dai terreni argillosi e sabbiosi, con inclusi accumuli caotici di gesso, della Formazione di Tetto (GHT) e dalla sovrastante successione argilloso marnosa con intercalazioni sabbiose e ghiaiose della Formazione a Colombacci (FCO)<sup>8</sup>. Gli accumuli caotici di gesso sono probabilmente dovuti a frane subacquee, verificatesi durante il deposito della Formazione di Tetto, che hanno coinvolto rocce della Formazione Gessoso Solfifera, che in precedenza si era sedimentata in seguito all'evaporazione di acque salate in una situazione ambientale attribuita, in generale, al disseccamento del Mediterraneo. Allora le attuali aree montane ed alto collinari romagnole erano emerse e verdeggianti ed ospitavano cavalli, carnivori, insettivori, scimmie, uccelli e rettili; anche nel mare non mancavano isole lussureggianti. Circa 5 milioni di anni fa il mare si è nuovamente esteso su vaste aree precedentemente emerse ed è iniziato il deposito delle Argille Azzurre<sup>9</sup> del Pliocene inferiore - Pleistocene inferiore, il cui nome risale a Leonardo da

<sup>6</sup> CREMONINI GIORGIO: *Note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 254 Modigliana*, Servizio geologico d'Italia, Roma, 2001, p. 14.

<sup>7</sup> Deposito formato dal lento accumulo, su questi antichi fondali marini, di resti di organismi pelagici, che nuotavano o venivano trasportati dalle correnti lontano dal fondo, e da materiali clastici molto fini, costituiti da frammenti litologici e minerali derivati dall'erosione di rocce e di suoli presenti nelle terre emerse.

<sup>8</sup> Questa Formazione deve il proprio nome alla presenza di alcuni caratteristici orizzonti di calcari biancastri, detti "colombacci", formati da calcari e calcari marnosi, micritici, in strati sottili, con intercalati strati molto fini di peliti con lamine calcaree.

<sup>9</sup> CITA M. B., ABBATE E., BALINI M., CONTI M. A., FALORNI P., GERMANI D., GROPELLI G., MENETTI P., PETTI F. M.: *Carta geologica d'Italia 1:50.000. Catalogo delle formazioni tradizionali (2)*, Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie III, n. 7 (VII), Roma, 2007, pp. 318-330.

Vinci. Si tratta di rocce costituite in prevalenza da argille, argille marnose e marne argillose, molto siltose, di colore grigio o grigio azzurro. Nella cartografia geologica esse sono anche indicate con la sigla FAA. Spesso in queste rocce abbondano i fossili di organismi marini, rappresentati nella zona in esame soprattutto da conchiglie di molluschi.

Alla fine del Pliocene inferiore, circa 4 milioni di anni fa, si è verificata un'ulteriore emersione del territorio e il conseguente processo erosivo ha operato in modo variabile sulle masse litologiche precedentemente deposti. Nelle parti più sollevate ed esposte è giunto a porre in luce rocce di pertinenza della Formazione Marnoso-Arenacea, altrove è riuscito invece ad intaccare solo le Argille Azzurre oppure ad esporre i depositi messiniani ad esse sottostanti. Si è così creata una lacuna nella serie dei terreni, corrispondente ai materiali asportati dall'erosione.

Questa emersione, considerando i tempi geologici, è durata poco ed il mare è nuovamente avanzato sulle terre emerse, come documenta lo Spungone (SPG): un calcare organogeno ed arenaceo del Pliocene inferiore medio. Si tratta di un deposito di mare basso, prossimo alla costa: una scogliera sottomarina ricca di vita, in cui abbondavano alghe calcaree, foraminiferi, lamellibranchi, gasteropodi, ricci di mare, granchi ecc., evidente in tutto il suo spessore nella suggestiva forra del rio dei Cozzi<sup>10</sup> (figura 2.2), che lo attraversa interamente fino a raggiungere la Formazione Marnoso-Arenacea basale. Su questo calcare, esteso nella bassa collina da Brisighella a Capocolle, attraverso le alture di Castrocaro, di Rocca delle Caminate, di M. Pallareto, di M. Casale e di M. Maggio, sorge anche la rocca di Castrocaro.

La sedimentazione dello Spungone è cessata quando il mare è nuovamente divenuto più profondo ed è ripreso il deposito delle Argille Azzurre, continuato poi ininterrottamente fino a quasi un milione di anni fa. In queste rocce l'inizio del Quaternario è segnato solo dalla comparsa di fossili marini testimoniando il raffreddamento del Mediterraneo, come riscontrabile nei calanchi del rio Monticino (figura 2.3), e quindi l'inizio dell'alternanza di fasi glaciali ed interglaciali, più calde, che hanno contraddistinto il Pleistocene.

Il definitivo allontanamento del mare dalle nostre zone è testimoniato dalle "Sabbie Gialle", che si estendono a fascia nella zona pedecollinare romagnola e documentano l'esistenza di un'antica spiaggia sabbiosa solcata dai depositi deltizi dei vecchi fiumi appenninici. I resti di

questa spiaggia possono essere osservati anche in località Sabbioni, poco a sud ovest di Castrocaro. Oltre 800-900 mila anni fa questa costa era abitata da paleolitici affini all'uomo di Ceprano, la cui calotta cranica è stata recentemente rinvenuta nel Lazio. Il loro insediamento di Monte Poggiolo ha fornito importanti informazioni in merito all'attività di queste antiche popolazioni.



Figura 2.2 – Affioramento del calcare organogeno ed arenaceo Spungone nella gola dei Cozzi. Questa roccia, nel sottosuolo dei campi idrominerali, contiene le acque utilizzate dalle Terme.



Figura 2.3 – Calanchi incisi nelle Argille Azzurre presso il rio Monticino. Queste argille, praticamente impermeabili, sovrastano lo Spungone e nel sottosuolo dei campi idrominerali confinano e proteggono dall'inquinamento le acque minerali in esso contenute.

<sup>10</sup> Essa attraversa l'intero spessore dello Spungone, mettendo in luce il suo appoggio sulla Formazione Marnoso-Arenacea e mostrando così che, prima del suo deposito, l'erosione verificatasi sulle terre emerse aveva localmente asportato le meno antiche rocce del Pliocene inferiore e del Messiniano.



L'ultima significativa fase orogenetica, che praticamente ha interessato il territorio in esame, ha sollevato il territorio, ha conferito alla successione plio-pleistocenica un'immersione verso settentrione ed ha provocato la definitiva emersione della zona. Si è così attivato il processo erosivo all'origine della sua attuale morfologia collinare, in cui si succedono, procedendo da monte verso valle, l'erto rilievo marnoso-arenaceo e il dolce paesaggio della collina argillosa, talvolta inasprito dai calanchi e dai limitati e dominanti affioramenti calcarei. Il modellamento finale del territorio è stato però caratterizzato anche da fasi sedimentarie. Infatti, depositi alluvionali, abbandonati dal fiume Montone, affiancano il suo corso col tipico aspetto di fasce pianeggianti, poste a diversa altezza sul fondo valle. Su questi sedimenti, in genere ghiaiosi alla base ed in alto limosi, ricade, tra l'altro, la parte più recente dell'abitato di Castrocaro ed il grande parco delle Terme.

Un quadro d'assieme della situazione geologica locale è offerto dalla figura 2.4.

### 2.3 Acque sotterranee

La ricchezza idrominerale di Castrocaro è stata inizialmente rivelata da sorgenti, dovute alla naturale risalita di acque sotterranee in pressione lungo fenditure delle rocce, come a Castrocaro o a Bolga, oppure allo spontaneo deflusso di falde idriche contenute nelle masse litologiche incise dalla superficie topografica, come nel Rio dei Cozzi e nel Rio Borsano.

Oltre un secolo di ricerche ha poi consentito d'individuare vari campi idrominerali nell'ambito della concessione delle Terme di Castrocaro (figura 2.5). Attualmente sono in esercizio quelli in località Castrocaro Terme, Bolga e Cozzi, che erogano acque salso bromo iodiche solfuree e salso bromo iodiche. Questa risorsa idrica proviene da una successione litologica, sprofondante gradualmente nel sottosuolo procedendo verso nord, con alla base il calcare organogeno ed arenaceo Spungone ed in alto le Argille Azzurre. Le acque minerali saturano le porosità del calcare e vi sono confinate e protette dall'inquinamento dalla sovrastante potente coltre argillosa, praticamente impermeabile.

Nel campo minerale di Castrocaro Terme (figura 2.6), la parte superiore di questa successione litologica, rappresentata dalle Argille Azzurre, è ulteriormente coperta da un deposito alluvionale dello spessore di 6-9 metri. In questa zona le acque minerali, estratte mediante pozzi, giungono alla superficie per salienza naturale. Lo Spungone, che le contiene, viene raggiunto, a seconda delle posizioni, tra i 25 e i 48 metri sotto la superficie, dopo aver attraversato le alluvioni e la potente coltre argillosa, che separa nettamente le acque dolci superficiali da quelle mineralizzate profonde. In questo campo minerale sono attualmente in esercizio sei pozzi (S. Anna I, S. Anna II, Beatrice, Poggiolini, Poggiolini II e Salubria).

Nel campo minerale Bolga, privo della più recente copertura alluvionale, le Argille Azzurre affiorano direttamente in superficie. Nella zona sono attualmente in esercizio due pozzi (Casetta I bis e Casetta III), che prelevano le acque minerali, rispettivamente confinate nello Spungone a 72 e a 124 metri nel sottosuolo. Anche in questa zona la risorsa idrica presenta una certa salienza naturale, ma non raggiunge spontaneamente la superficie.

Nel campo minerale Cozzi l'acqua utilizzata dalle Terme proviene come negli altri casi dallo Spungone, protetto da una copertura argillosa. In esso è in esercizio solo il pozzo Aristide Conti con la relativa galleria di captazione, scavata nella roccia a 18-20 metri sotto il piano di campagna.

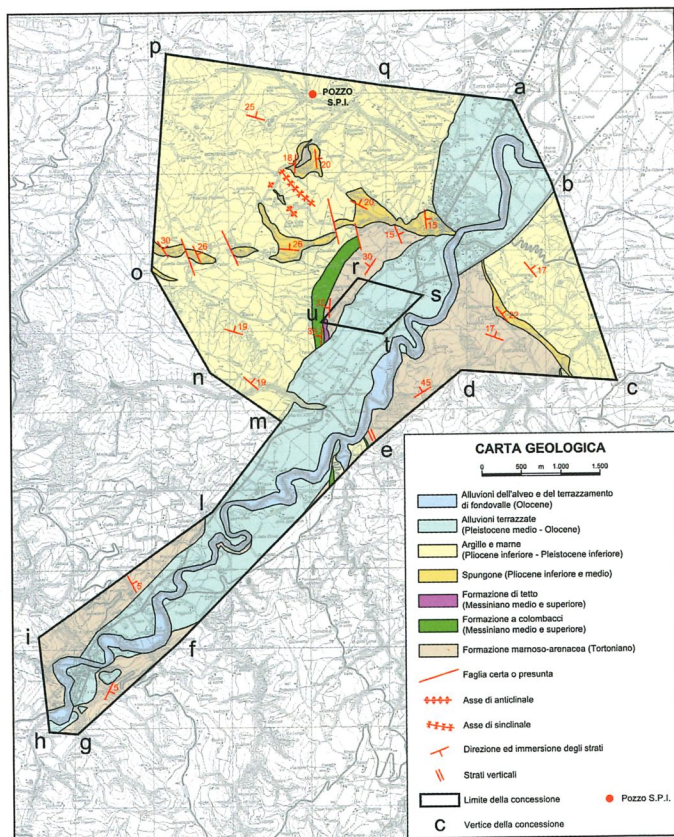


Figura 2.4 - Carta geologica della concessione delle Terme di Castrocaro.



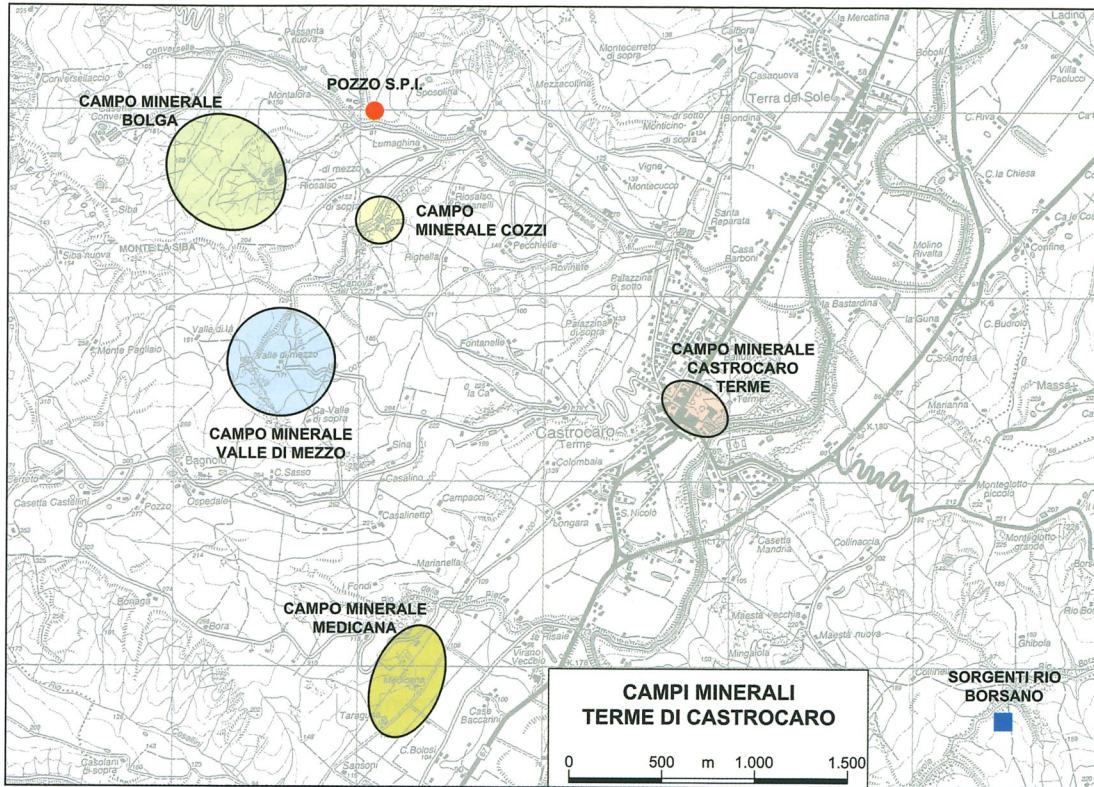


Figura 2.5 – Campi idrominerali individuati nell'ambito della concessione delle Terme di Castrocaro.

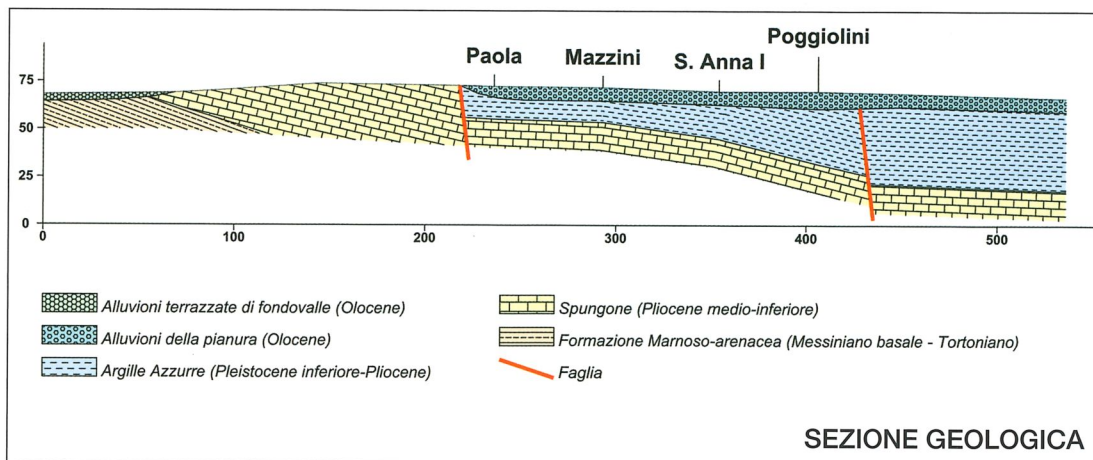


Figura 2.6 – Sezione geologica del campo idrominerali di Castrocaro Terme con indicata l'ubicazione dei pozzi Paola, Mazzini, S. Anna I e Poggiolini.

Il calcare organogeno ed arenaceo Spungone, che costituisce la roccia serbatoio della risorsa idrica utilizzata dalle Terme, raccoglie acque, risalenti dalla Formazione Marnoso-Arenacea o in essa mineralizzate, miscelate a quelle che, infiltratesi dalla superficie, si sono arricchite durante un prolungato cammino sotterraneo nei depositi evaporitici messiniani<sup>11</sup>. Acque salate, dotate di salienza naturale e con tracce di metano ed ammo-

niaca, sono state, infatti, riscontrate nella Formazione Marnoso-Arenacea, presente nel sottosuolo locale, durante la terebrazione presso Converselle di un pozzo S.P.I. avanzato ad oltre 700 metri nel sottosuolo<sup>12</sup>. Il prof. Tino Lipparini<sup>13</sup> ha precisato che si tratta di acque fossili, residuo del mare originario, rimaste intrappolate nei sedimenti appena depositi di questa Formazione. Queste acque, ed anche quelle eventualmente infiltra-

<sup>11</sup> Il contributo dello Spungone alla mineralizzazione di queste acque appare poco significativo.

<sup>12</sup> Dove affiora la Formazione Marnoso-Arenacea non è infrequente rinvenire piccole sorgenti di acque minerali (salate, solfuree, ferruginose ecc.) ed anche emanazioni metanifere.

<sup>13</sup> Lipparini Tino, *Relazioni sulle acque mineralizzate di Castrocaro*, 1979 e 1984, inediti presso l'archivio delle Terme.



tesi in queste rocce dalla superficie, possono poi divenire solfuree in seguito all'alterazione di micronoduli di pirite (solfuro di ferro). Il metano e l'ammoniaca, immediatamente dispersi nell'atmosfera appena raggiunta la superficie, derivano, invece, dalla trasformazione di sostanze organiche, anch'esse imprigionate nei sedimenti originari.

I depositi evaporitici del Messiniano, affioranti o presenti nel sottosuolo di pertinenza della concessione Terme di Castrocaro, concorrono a loro volta alla mineralizzazione delle acque sotterranee, provenienti sia dal substrato marnoso-arenaceo, sia dalla superficie, arricchendole anche in acido solfidrico in seguito all'alterazione del gesso (solfato di calcio) e di micronoduli di pirite, che figurano anche in queste rocce.

Nell'ambito della concessione mineraria delle Terme di Castrocaro restano da citare i campi minerali Medicina e Valle di Mezzo, attualmente non utilizzati. Il primo, ove non figura lo Spungone, eroga acque salso iodico alcalino terrose derivate da acque, che, penetrate dalla superficie entro rocce messiniane, hanno disciolto i sali in esse presenti. Il campo Valle di Mezzo fornisce, invece, acque potabili bicarbonato alcalino terrose dovute ad acque di superficie, penetrate ed ospitate dallo Spungone, ove sono debolmente mineralizzate da questa roccia ricca di carbonati di calcio e di magnesio, di fosfato di calcio ed anche di silice.

Vanno poi ricordate anche le acque salso solfuree, sgorganti nel Rio Borsano, e quelle solfato alcalino terrose, rinvenute nel Rio Cozzi presso il bivio per Converselle. Acque dolci, ad uso lavanderia, irrigazione ecc., sono, infine, prelevate nelle alluvioni superficiali prossime al fondovalle, ove la falda freatica è spesso in connessione col subalveo fluviale.

## 2.4 Acque minerali utilizzate

Già nel 1921 le acque dei campi minerali di Castrocaro Terme, di Bolga e di Cozzi erano captate rispettivamente dai pozzi Salsubia, Ascensione e Aristide Conti. Le loro caratteristiche chimico-fisiche, che corrispondono ai tipi fondamentali delle acque minerali ancor oggi utilizzate dalle Terme, sono state definite dal Prof. Giuseppe Bonamartini<sup>14</sup>. Egli ha, tra l'altro, dimostrato che la loro differenza dipende esclusivamente dal grado di diluizione ed ha considerato questo fatto come una fondamentale dimostrazione chimico-fisica «della comune origine di queste acque e della identica struttura geologica del ter-

reno nel quale questo ceppo idrominerali si arricchisce delle sue proprietà fisiche e chimiche».

L'identità della situazione geologica dei tre campi minerali in oggetto è stata poi convalidata, com'è già stato detto, sia dai successivi rilievi geologici, suffragati anche da indagini geofisiche, sia dalle conoscenze sul sottosuolo acquisite durante l'esecuzione di vari pozzi e sondaggi. Fino ad oggi sono stati, infatti, perforati 13 pozzi nel campo minerale di Castrocaro Terme, di cui cinque ancora in esercizio, e 21 pozzi in località Bolga, di cui due ancora in attività. In località Cozzi è rimasto, invece, attivo solo il tradizionale pozzo Aristide Conti.

La terebrazione di nuovi pozzi è stata spesso imposta dalla graduale, ma progressiva, riduzione di portata di quelli esistenti. Questo fenomeno non deriva da carenze di risorse idrominerali, perché, nella quasi generalità dei casi, ogni ulteriore terebrazione ha consentito di ottenere nuovamente buone portate idriche ed acque di chimismo affine a quelle della fonte esaurita. È dovuto, invece, all'intasamento dei filtri dei pozzi in esercizio, in seguito alla formazione di incrostazioni calcaree e al deposito di materiali argillosi, oppure alla scarsa penetrazione della captazione nel calcare mineralizzato. In alcuni casi queste cause sono state concomitanti.

La comune origine di queste acque, riconosciuta dal Bonamartini, ha trovato conferma col riconoscimento della loro derivazione dalla miscela di acque fossili salate e gas, salienti dalle sottostanti rocce mioceniche (Formazione Marnoso-Arenacea e depositi evaporitici messiniani), con acque, provenienti dalla superficie, mineralizzatesi durante il cammino sotterraneo entro le formazioni attraversate.

Anche i tre tipi fondamentali di acque minerali, erogate dai pozzi Ascensione, Salsubia e Aristide Conti e derivati dalla diluizione dell'acqua mineralizzata originaria, come dimostrato dal Bonamartini, si sono mantenuti nel tempo. Lo ha chiaramente evidenziato il confronto delle analisi chimiche, effettuate durante gli oltre ottanta anni d'esercizio dei campi idrominerali Terme di Castrocaro, Bolga e Cozzi. L'insieme di questa documentazione ha mostrato non solo la loro presenza in campi minerali diversi da quello originariamente considerato, ma anche la loro possibile coesistenza a breve distanza in uno stesso ambito territoriale.

A riprova dell'esistenza di acque simili in campi minerali diversi, ma con la stessa situazione idrogeologica, si può ricordare che la salinità delle acque erogate dal pozzo Poggiolini II a Castrocaro Terme e Casetta I bis e

<sup>14</sup> Bonamartini G., *Studio analitico chimico-fisico e fisico sulle acque minerali di Castrocaro ("Aristide Conti" - "Ascensione" - "Salsubia")*, estratto da "L'Idrologia, la Climatologia e la Terapia Fisica", Anno XXXIII, n. 5, stampato a Pisa dalle Arti grafiche Nistri. Questo lavoro, originariamente presentato al Congresso d'Idrologia, Climatologia e Terapia fisica del 1921, è stato ristampato nel 1938 dalla Tipografia Moderna di Castrocaro.

Casetta III a Bolga è analoga a quella della risorsa idrica fornita dal pozzo Aristide Conti in località Cozzi. La stessa cosa si può dire delle acque elargite dai pozzi Beatrice II e Poggiolini a Castrocaro Terme nei confronti di quelle del pozzo Ascensione a Bolga, sia pure con valori attualmente meno accentuati.

La possibile coesistenza a breve distanza di acque minerali di diversa tipologia, ma rientranti nelle categorie definite da Bonamartini, è evidenziata dal fatto che, ad esempio a Castrocaro Terme dal pozzo Poggiolini II sgorgano acque analoghe a quelle del pozzo Aristide Conti dei Cozzi, mentre dai pozzi Beatrice II e Poggiolini sono erogate acque affini a quelle del pozzo Ascensione a Bolga. La stessa cosa si riscontra a Bolga ove i pozzi Casetta I bis e Casetta III presentano acque affini a quelle del pozzo Aristide Conti dei Cozzi.

In uno stesso campo minerale spesso è stata anche riscontrata una grande continuità nel tempo della tipologia delle acque erogate. Questo, ad esempio, è avve-

nuto a Castrocaro Terme per l'acqua dai pozzi Salsubia (Littoria) - Salubria e S. Anna I e II, nonché ai Cozzi per l'acqua fornita dal pozzo Aristide Conti.

Le analogie tra le acque erogate dai campi idrominerali in esame sono chiaramente evidenziate dal grafico concernente il residuo fisso (figura 2.7).

La struttura geologica nella quale le acque minerali originarie si differenziano per diluizione, assumendo le peculiarità fisiche e chimiche riconosciute dal Bonamartini, ed in cui risultano variamente distribuite, è rappresentata, com'è già stato rilevare, dallo Spungone. La massa di questo calcare, che funge da roccia serbatoio, è contraddistinta da irregolari differenze di porosità e di cementazione, nonché da faglie<sup>15</sup>, che rendono molto dissimile, anche in zone assai vicine, la sua permeabilità. Questa situazione rende al suo interno particolarmente tormentata e complessa la circolazione idrica e condiziona anche la penetrazione e la diffusione delle acque dolci infiltratesi dalla superficie, che finiscono così col

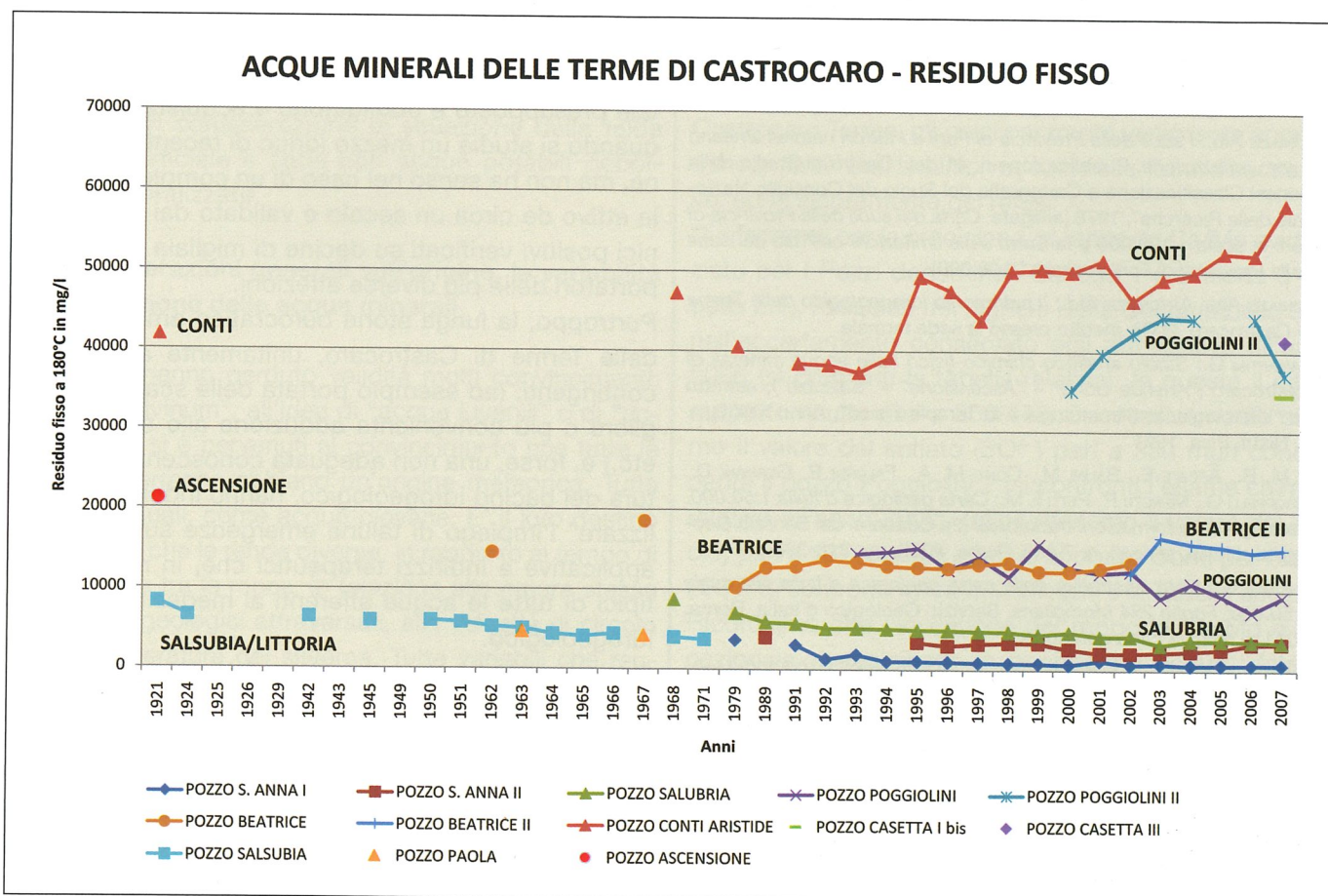


Figura 2.7 – Il grafico pone in evidenza la persistenza nel tempo dei tipi fondamentali di acque minerali, utilizzati dalle Terme di Castrocaro, e la loro contemporanea presenza in campi minerali diversi, perché derivati da un'unica risorsa idrica originaria, che raggiunge, spontaneamente e in condizioni naturali, gradi di diluizione differenti a seconda delle variabili caratteristiche di permeabilità dello Spungone.

<sup>15</sup> Fratture delle rocce con scorrimento reciproco delle parti disgiunte.



raggiungere e diluire in modo diverso le acque mineralizzate provenienti dal substrato miocenico. Questo giustifica anche le forti differenze, nella salienza naturale e nel chimismo (acque da dolci a molto salate oppure più o meno solfuree), talvolta riscontrate in pozzi e sondaggi terebrati anche a brevissima distanza l'uno dall'altro, nonché l'analogia della risorsa idrica erogata in zone diverse, ma geologicamente analoghe.

Quanto esposto mostra come l'operosa fatica di generazioni di geologi sia riuscita a fornire un coerente inquadramento in merito all'origine di una risorsa idrica, la cui valorizzazione ha dato lustro a Castrocara Terme ed ha ridonato la salute a tante persone.

## 2.5 Riferimenti bibliografici

- ANTOLINI P.: *Carta Geologica dell'Appennino emiliano-romagnolo in scala 1:10.000, sezione 254070 (Dovadola)*, Regione Emilia-Romagna - Università di Bologna, 1996.
- ANTOLINI P., MARABINI S.: *Carta Geologica dell'Appennino emiliano-romagnolo in scala 1:10.000, sezione 254080 (Predappio Nord)*, Regione Emilia-Romagna - Università di Bologna, 1991.
- ANTOLINI P., MARABINI S., ONOREVOLI G.: *Carta Geologica dell'Appennino emiliano-romagnolo in scala 1:10.000, sezione 254040 (Castrocaro Terme)*, Regione Emilia-Romagna - Università di Bologna, 1996.
- ANTONIAZZI Alb.: *I suoli della Provincia di Forlì e i fattori naturali limitanti la loro utilizzazione*, Pubblicazione n. 41 del "Centro di Studio della Genesi Classificazione e Cartografia del Suolo del Consiglio Nazionale delle Ricerche", 1978 [allegate: *Carta dei suoli della Provincia di Forlì in scala 1:100.000* e la *Carta delle limitazioni nell'uso dei suoli della Provincia di Forlì in scala 1:100.000*].
- ANTONIAZZI Alb., ANTONIAZZI Ald.: *Il patrimonio idrogeologico delle Terme di Castrocara*, 2008, inedito presso la sede termale.
- BONAMARTINI G.: *Studio analitico chimico-fisico sulle acque minerali di Castrocara ("Aristide Conti" - "Ascensione" - "Salsubia")*, estratto da "L'Idrologia, la Climatologia e la Terapia Fisica", Anno XXXIII, n. 5, Nistri, Pisa, 1921.
- CITA M. B., ABBATE E., BALINI M., CONTI M. A., FALORNI P., GERMANI D., GROPELLI G., MENETTI P., PETTI F. M.: *Carta geologica d'Italia 1:50.000. Catalogo delle formazioni tradizionali (2)*, Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, serie III, n. 7 (VII), Roma, 2007, pp. 318-330.
- CREMONINI G.: *Note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 254 Modigliana*, Servizio Geologico d'Italia, Roma, 2001, e relativa carta geologica.
- CREMONINI G., Elmi C.: *Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000: foglio 99 (Faenza)*, Servizio Geologico d'Italia, 1969.
- CREMONINI G., Elmi C.: *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000: foglio 99 (Faenza)*, Servizio Geologico d'Italia, Roma, 1971.
- GASPERINI G.: *Certificato geo-idrologico relativo alle sorgenti salso-bromo-jodiche di Castrocara di proprietà del Cav. Aristide Conti*, Castrocara, Tipografia Moderna, 1923.
- GORI M., Tramonti U.: *Castrocaro Città delle Acque*, Vespignani, Castrocara Terme, 2002.
- GRAZIANI N.: *Castrocaro Terme e Terra del Sole*, Cappelli, Bologna, 1962.
- LIPPARINI T.: *Terreni interessati dalle mineralizzazioni utilizzate dalle Terme*, 1979, inedito depositato presso le Terme.
- TARGIONI-TOZZETTI A.: *Memoria sulle acque minerali di Castrocara*, letta

alla Società Medico Fisica Fiorentina, nel 1838, in "Gazzetta Toscana delle Scienze Medico-fisiche", 1838, anno I, n. 20, p. 197.

TOMADIN L.: *Le argille plio-pleistoceniche del Santerno nel quadro della sedimentazione neogenica del bacino romagnolo*, *Giornale di Geologia*, (2) XXXV, fascicolo IV, Bologna, 1969.

## 3. RELAZIONE SULLE ANALOGIE CHIMICO-FISICHE E FARMACOLOGICHE DELLE ACQUE MINERALI DEL BACINO TERMALE DI CASTROCARO TERME (FC)

a cura di Giovanni Agostini

### 3.1 Premessa

La ricchezza non comune di risorgive ad elevata mineralizzazione presenti nell'area di concessione mineraria delle Terme di Castrocara ha posto, non di rado, problemi di scelta circa le utilizzazioni più opportune da effettuare in ambito terapeutico termale.

Una tale scelta, più che da una valutazione grossolana e imprecisa delle componenti saline, dovrebbe derivare da prove sperimentali effettuate su casistiche ben selezionate e statisticamente significative. In realtà tale presupposto è obbligatorio e acquista significato quando si studia un mezzo idrico di recente captazione, ma non ha senso nel caso di un complesso termale attivo da circa un secolo e validato dai risultati clinici positivi verificati su decine di migliaia di soggetti, portatori delle più diverse affezioni.

Purtroppo, la lunga storia burocratico-amministrativa delle Terme di Castrocara, unitamente a necessità contingenti, (ad esempio portata delle scaturigini, migliore o più conveniente adduzione allo stabilimento etc.) e, forse, una non adeguata conoscenza della natura del bacino idrogeologico, hanno indotto a "fossilizzare" l'impiego di talune emergenze su metodiche applicative e indirizzi terapeutici che, in realtà, sono tipici di tutte le acque afferenti al medesimo sistema idrogeologico.

Così le varie autorizzazioni prefettizie o ministeriali hanno consentito l'uso delle acque della Sorgente Ascensione e del Pozzo Aristide Conti per la balneoterapia (D.M. dell'Interno del 16/07/1925), poi esteso alla terapia inalatoria, alla maturazione di peloidi (fanghi) e all'estrazione di sali. (Decreto Prefettizio del 1940). Successivamente, con il Decreto del Ministero della Salute del 1991, l'acqua A.Conti viene autorizzata anche per irrigazioni rettali e vaginali, mentre la fonte Salsubia è autorizzata per le insufflazioni endotimpaniche. Accanto a tali riconoscimenti sono infine utilizzati per la sola balneoterapia i laghetti della Bolga (ex Sorgente Ascensione con le emergenze denomi-

nate Casetta 1 e Casetta 3), mentre i Pozzi Poggiolini trovavano impiego nelle terapie inalatorie.

Per porre fine a questa altalena di impieghi, per una piena conoscenza delle potenzialità produttive del bacino idrico, per un computo definitivo delle scaturigini ivi emergenti e, soprattutto, per una valutazione delle reali possibilità di impieghi terapeutici presenti e futuri delle molteplici emergenze, la Società Terme di Castrocaro S.p.A., ha intrapreso una serie di ricerche idrogeologiche sulle quali si basa anche il razionale del presente contributo. Da tali indagini, affidate allo Studio Associato di Geologia Tecnica e Ambientale Antoniazzi di Forlì, sono emersi elementi che pongono in una luce del tutto nuova il problema del Bacino Idrico di Castrocaro Terme. La Relazione, composta da ben 15 diversi Allegati di non comune profondità, ricchezza documentale e accuratezza dei rilievi effettuati "sul campo", mostra senza alcun dubbio un legame di fondo tra le molteplici venute idriche che, tra sorgenti e pozzi, superano la trentina, anche se rilievi effettuati tra il 1961 e il 1963 hanno evidenziato ben "57 tra pozzi di profondità variabile tra i 3 e i 15 metri e qualche sorgente", di cui 51 riferiti in Relazione<sup>16</sup>, che prendono in considerazione la situazione della falda idrica superficiale e zone con acque potabili debolmente mineralizzate.

### 3.2 Considerazioni generali sull'origine, la variabilità e la formazione delle acque minerali

Negli anni hanno perduto validità molti convincimenti: dal "Quid divinum", all'idea di "acque juvenili" o di "acque fossili" si è pervenuti al convincimento che tutte le acque sotterranee abbiano un'origine meteorica. Tutte nascono eguali, come acque piovane. E' il loro destino sotterraneo che le rende diverse, in rapporto al tempo di permanenza tra le rocce, in relazione alla natura stessa dagli strati geologici attraversati, alla velocità di circolo o alla temperatura del sistema. Tutte variabili che rendono impossibile reperire, in "campi" idrici diversi, due acque assolutamente identiche tra loro. Di questo c'è oramai un'assoluta certezza. Meno noto è che neppure la "stessa acqua" è sempre la "stessa" visto che, nella sua formazione, il *primum movens* è l'indice di piovosità sul bacino di ricarica, intendendo come tale non solo il quantitativo annuale d'acqua caduta, ma anche l'intensità o la stagionalità con la quale si verificano le precipitazioni. L'interesse di questo parametro è tale che,

per un riconoscimento ministeriale, la composizione chimico-fisica di una nuova acqua minerale deve essere validata con quattro prelievi stagionali accompagnati da precise indicazioni delle condizioni meteoriche del momento e dei giorni precedenti l'atto del prelievo.

E' ovvio che una costanza dei parametri è garanzia di protezione della falda. Tuttavia non va dimenticato che, talora, il bacino idrico può presentare molteplici stratificazioni (come nel caso dell'area di concessione mineraria delle Terme di Castrocaro) nelle quali possono presentarsi modificazioni significative del contenuto salino, del tipo di roccia (sedimentaria, metamorfica, argillosa etc.) o dei depositi organogeni (ad esempio lenti di torba e loro entità). Nel caso in oggetto - lo vedremo tra poco - un pozzo esplorativo effettuato in area di concessione, ha mostrato un contenuto salino di valore crescente dal basso verso l'alto, lungo tutti gli oltre 500 metri del carotaggio, variazione più che sufficiente per giustificare, addirittura, il raddoppio del contenuto salino, vista l'alta solubilità del salgemma.

È ovvio che debbano esistere limiti alle modificazioni strutturali delle sorgenti e queste devono essere valutate con indagini seriate nel tempo. Così, per quanto riguarda Castrocaro Terme, gli unici parametri veramente anomali concernenti i dati analitici raccolti nelle Tabelle successive, sono sicuramente dei refusi.

Ci riferiamo, per la precisione, al rapporto Ca/Mg evidenziato per i Pozzi denominati Casetta 1 e Casetta 3 (tabella 3.1), miscelati nei laghetti della Bolga (tabella 3.2), nell'accertamento conservato agli atti relativo all'anno 2006 (si confronti la tabella relativa). In questa il citato rapporto risulta pari a 350/440. Successivamente citiamo il valore del solfato ( $SO_4^{4-}$ ) pari a 330 mg/l concernente il pozzo Poggiolini 2 (si confronti l'esame chimico relativo all'anno 2000). Infine riferiamo il valore del calcio, pari a 10700 mg/l, relativo al pozzo Conti per l'anno 2007. Si confrontino i relativi allegati e le Tabelle accluse. Ricordiamo che l'inversione del rapporto Ca/Mg è eccezionale rinvenimento in pochissime acque, data la maggiore solubilità del calcio. Questo ione presenta, in genere, con il magnesio un rapporto medio di 3:1 a favore del calcio. È quanto giustifica il meccanismo di "cariatura" durante il fenomeno di dissoluzione della dolomia. Altrettanto paradossale risulta essere un valore di 330 mg di solfato su una media di meno di 4 mg/l rilevata in altre sei successive analisi annuali effettuate sull'acqua dei laghetti Bolga. Altrettanto può dirsi del valore di 10700 mg/l di ione calcio quando le altre dodici analisi

<sup>16</sup> I riferimenti che riguardano gli aspetti Idrogeologici si riferiscono all'originaria relazione redatta dai geologi dello Studio Associato Antoniazzi.



effettuate sul pozzo Conti non superano il valore limite di 1295 mg/l.

Le acque minerali non sono frutto del caso ma derivano da una "madre roccia", stabile come stabili sono le rocce. Niente può prodursi nel loro contesto che non derivi dall'assetto "genetico" che ha prodotto i sedimenti, la cristallizzazione metamorfica o la matrice effusiva di origine vulcanica. Se tutto questo non si verificasse sarebbe la fine di un termalismo scientifico.

In accordo a queste premesse anche Ortali (1935) aveva

osservato, nelle acque minerali di Nepi, un variare della composizione, dall'Autore ritenuto pienamente accettabile con la riconosciuta variabilità delle acque ricche di anidride carbonica. Altrettanto riferiscono Federici e coll. (1967) per alcune acque minerali della Val Bognan-co. Addirittura Fancelli e coll. (1983) riferiscono una variazione dell'anidride carbonica in acque oligominerali in rapporto alla stagionalità dei rilievi. Valutazioni pluviometriche, supportate da riscontri nelle aree di formazione della falda idrica, hanno mostrato che sono sufficienti

Nome	Anno	RF180°C	BIC	Cl <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> S	Sr <sup>+</sup>	Br <sup>-</sup>	J <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>..</sup>	Portata l/m	Anni 1975-1989
Casetta 1	2007	34560	413	19143	10500	734	598	32.2	95.5	82.9	90.0	15.5	<0.01	40	50±90	1975-1989
Casetta 3	2007	41400	456	23042	12770	880	780	43.1	137	96.3	105	16.3	<0.01	40	70±150	1989-2004
Casetta1+3	2006	21150	136	13083	7410	350	440	0.53		29.9	75.6	10.0	5.71	192		
Ascensione (Bonamartini)	1921-1922	21200	195	12757	7201	418	329	5			51	1.2	assente	4.8		
Ascensione B	1967	18348		10469	5997	349	300		23.8		51.9	13.4		37.2		

Tabella 3.1 – Vengono riportate le analisi delle risorgive afferenti al gruppo Bolga. I dosaggi sono riportati in mg/l.

Anno	RF180°C	BIC	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>..</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Sr <sup>+</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	J <sup>-</sup>
2006	21150	136	13083	192	7410	350	440	29.9	5.71	0.53	10.00
2005	30330	180	18440						0.02		11.20
2004	33226		26240						13.60	12.50	20.10
2003	30686		18612						5.3	8.30	13.80
2002	34220		19858						0.73	24.70	23.80
2001	22530		13120						0.32	10.65	7.80
2000	18680		11170						0.62	4.25	9.60
1999	23184		13829						0.24	8.60	15.00
1998	18030		10250						5.25	9.0	10.00
1997	23240		13500						4.20	8.0	15.00

Tabella 3.2 – Vengono riportate le analisi molto sommarie delle acque confluenti nei laghetti della Bolga normalmente impiegati per la balneoterapia. I valori sono espressi in mg/l. Dai valori emerge un dato che non siamo in grado di riferire se trattasi di errore di stampa o di una reale condizione locale. Infatti il valore del magnesio sarebbe eccezionalmente superiore a quello del calcio.

la respirazione batterica (più in generale "humicola") e quella radicale, per veder cambiare, in primavera-estate, il contenuto di anidride carbonica delle acque di sorgente (anidride carbonica di "respirazione").

Un esempio ancora più dimostrativo è quello fornito da Brandi e coll. (1967) per le acque saline di Montecatini Terme, nelle quali si riscontra un interessante rapporto fra l'andamento grafico delle portate e dei contenuti in cloruro, con gli indici pluviometrici relativi al bacino termale. Riportiamo nella figura 3.1 i risultati dello studio, di grande interesse per comprendere anche l'evoluzione delle acque minerali di Castrocaro Terme. Un caso analogo, con le acque calde e sulfuree delle Terme Luigiane, è riferito da Vallario (1967).

Potrebbe sorgere, pertanto, il quesito di come si giustifichi la costanza dei risultati positivi verificati obiettivamente sulla casistica clinica, con l'uso di mezzi idrici non sempre costanti nel tempo. Ci sono da fare, a tale riguardo, almeno due precisazioni. La prima è che il variare dei diversi parametri (neppure sincroni tra loro) è molto lento a verificarsi, talora con andamenti ciclici pluriennali. Però non sarebbe una risposta del tutto - e in tutti i casi - soddisfacente. E' verosimile che le motivazioni siano da riportare al fatto che ogni acqua è ben definita da un caratteristico complesso chimico-fisico, tipico di ogni sistema idrogeologico. In altre parole ogni acqua non può essere altro se non quello che il substrato geologico le consente di essere a quelle determinate condizioni ambientali. Ogni acqua qualificata, pur oscillando, non può uscire da quelli che sono i limiti di variabilità possibili per quel complesso idro-geologico. Le varie popolazioni ioniche possono essere modulate dai fattori geologici prima elencati (natura degli strati, pressione idrostatica del sistema, tempo di permanenza, temperatura etc.), tanto da dare origine ad un "corpus chimico-

fisico", nel cui ambito i singoli componenti possono liberamente oscillare, ma senza poter mai stravolgere l'assetto fondamentale della scaturigine. Quello che, veramente, ci pare importante è la conoscenza del substrato idro-geologico, all'interno del quale non può prendere origine che un ben definito corpo idrico. Se i campi geologici di formazione presentano tra loro strette analogie genetiche, anche le acque minerali che in essi si formano non possono che essere dotate di analoghe caratteristiche. L'acqua è "figlia" della roccia e poiché questa non cambia, anche l'acqua non può cambiare, a prescindere da momentanei fenomeni di concentrazione o di diluizione.

Una conferma al riguardo ci viene fornita dalla prassi applicativa in uso alle Terme di Salsomaggiore (ma potremmo citare molti altri esempi). In questo Stabilimento termale l'acqua presenta alla scaturigine un R.F. a 180°C oscillante tra 175 e 180 gr/l, troppo elevato per un impiego come tale. E' invalso quindi l'uso di diluirle con acqua potabile da 2-3° Beaumé (a inizio cura) fino a 10° nella seconda metà del ciclo terapeutico. Tuttavia, a causa della netta prevalenza del cloruro di sodio, che "maschera" l'azione farmacologica dei mineralizzatori minori, tale acqua viene utilizzata, mediante evaporazione, per produrre la cosiddetta "acqua madre", nella quale l'NaCl si riduce drasticamente, mentre acquista importanza la presenza dei molteplici oligoelementi.

Anche le acque arsenicali-ferruginose di Levico e di Vetriolo vengono diluite dal 30 al 50% con acqua comune (se per uso balneoterapico) e addirittura a dosi di 2-3 cucchiaini o cucchiaini in acqua potabile (se per terapie idropiniche). In caso di trattamenti inalatori o irrigatori è, infine, necessario procedere alla deferrizzazione, onde evitare fenomeni irritativi provocati dalla componente ferruginosa.

C'è, ovviamente, una ragione farmacologica che giustifica le ragioni per le quali non cambia il meccanismo d'azione di acque saline o salso-bromo-iodiche di densità variabile. Si tratta anzitutto di acque ipertoniche rispetto ai liquidi biologici, che vengono usate per balneoterapia e non per bibita. Esse agiscono quindi grazie alla Spinta di Archimede, alla Pressione Idrostatica, alla Capacità Termica, e alla Conducibilità Termica, tutti parametri che, pur non essendo fissi, non subiscono variazioni tali da interferire sull'entità dello stress termale, vero effetto del meccanismo terapeutico. Inoltre il contenuto di iodio e di bromo delle acque di Castrocaro Terme è talmente elevato, da non creare problemi nel caso di variazioni globali del residuo fisso.

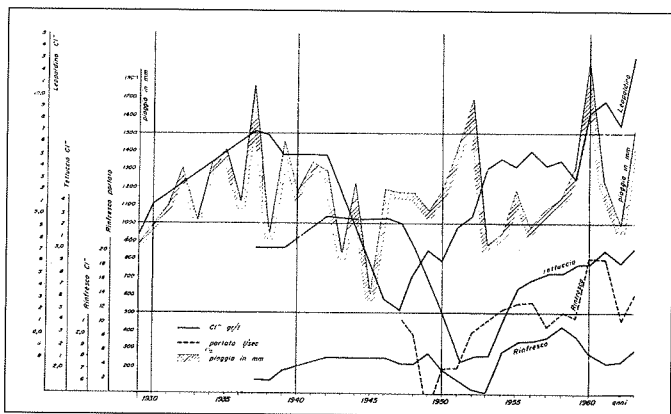


Figura 3.1 - Relazione tra cloruri e portata, con gli indici pluviometrici verificati alle Terme di Montecatini nel corso di circa 30 anni, al fine di dimostrare gli stretti rapporti che esistono tra composizione e andamento delle falde sotterranee. (Da Brandi e coll.)



### 3.3 Considerazioni sulla qualità delle acque del bacino termale di Castrocaro Terme

Dalle tabelle e dai dati ricavabili dalla Relazione Antoniazzi è possibile suddividere la non comune ricchezza di pozzi e risorgive artesiane in tipologie diverse. Alcune di queste acque sono, ovviamente, già in esercizio ma crediamo che molte altre meriterebbero ulteriori indagini, anche per garantire una più ampia e variegata possibilità

di impiego. I "campi" idrogeologici di maggiore interesse appaiono essere quelli denominati "Castrocaro Terme", "Bolga" e "Cozzi".

Nel primo campo minerale il tipo fondamentale di roccia "serbatoio" è il cosiddetto "Spungone". Si tratta di un calcare detritico-organogeno ricco, nella sua componente di origine biologica, di residui fossili di alghe, molluschi, briozoi etc.

Nel campo minerario di Castrocaro Terme si trovano

Anno	RF180°C	BIC <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>..</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> S	Br <sup>-</sup>	J <sup>-</sup>
2007	37160	320	20974	3	11498	1310	500	20	<0.01		126	10.4
2006	44260	341	26341	2.5	14450	1083	712	39.22	<0.01	10.4	161	11.5
2004	44168	348	25526	5.0		1127	910	36.20	0.01	21.90	132	12.2
2003	44348	342	26162	5.2		1502	781	22.30	<0.03	21.20	130	11.3
2002	42320	344	24947	5.5		1351	749	34.80	<0.01	21.90	106	17.1
2001	39724	360	23075	1.3		1216	716	33.80	<0.01	22.65	63.50	17.2
2000	35136	333	20212	330		993.05	629.75	30.70	<0.01	23.60		

Tabella 3.3 – Vengono riportate le analisi dal 2000 al 2007 del pozzo denominato Poggiolini II. I valori sono espressi in mg/l.

Anno	RF180°C	BIC <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>..</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Sr <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> S	Br <sup>-</sup>	J <sup>-</sup>
2007	46486	172	30800	17	16000	10700	910	75	32.2	<0.01		200	28
2007	58500	162	31550	14	16800	1295	913	121	48.5	<0.01	1.06	173	27.9
2006	52170	171	31460	0.44	17030	900	870	72.10	47.88	<0.01		210	17
2005	52440	166	32780	66		1058	974		47.90	0.02		190.5	15.9
2004	49790	189	29980	3		1020	943		37.30	0.01	0.85	156.0	29.9
2003	49044	207	28195	17.5		1002	964		28.50	<0.03	0.85	137	31
2002	46400	222	27608	23		1037	869.9		38.20	0.03	1.05	98	25.7
2001	51460	186	30100	7.5		1145	977.2		44.15	<0.01	3.70	70.70	30.8
2000	49988	232	29215	22.8		1127	857		45.35	0.03	6.50	150	29.2
1999	50264	232	29882	27.6		1163	901		46.75	<0.01	4.90	165	30.6
1998	50040	220	29700	20.4		1091	922.95		47.30	<0.01	5.30	162.4	28
1997	43880	233	26170	33.0		966.2	846.9		41.05	<0.01	4.35	143.8	30.3
1996	47510	266	28290	30.5		1019.85	846.8		44.0	<0.01	9.45	157.2	31.2

Tabella 3.4 – Vengono riportate le analisi dal 1996 al 2007 del pozzo Aristide Conti. I valori sono espressi in mg/l.

sei sorgenti: (S. Anna I, S. Anna II, Beatrice, Poggiolini, Poggiolini II e Salubria) tutte "figlie" della stessa matrice rocciosa (tabella 3.3).

"La situazione idrogeologica del Campo minerale Bolga è analoga a quella di Castrocaro Terme". Anche "le caratteristiche locali dello Spungone [roccia "serbatoio"] sono analoghe a quelle descritte nel caso di Castrocaro Terme". In questo campo minerario sono in esercizio due pozzi (Casetta 1 e Casetta III).

Per quanto concerne infine il campo minerario denominato Cozzi, ove insiste il pozzo in attività denominato Aristide Conti (tabella 3.4) la situazione idrogeologica non cambia.

### 3.4 Considerazioni sulla natura delle acque di Castrocaro Terme

Non possiamo concludere se non con quanto asseriscono nella loro relazione i geologi dello Studio Associato Antoniazzi ossia, che "i campi minerari denominati Castrocaro Terme, Bolga e Cozzi sfruttati dalle Terme di Castrocaro sono contraddistinti da caratteri idrogeologici comuni".

Lo Spungone funge sia da roccia "madre" che da roccia "serbatoio", mentre le sovrastanti argille plioleptoceniche, "con la propria impermeabilità", svolgono la fondamentale funzione di proteggere "nel substrato calcareo le acque minerali in esame".

Così come il bacino idrogeologico è il medesimo, altrettanto può dirsi per le acque che in esso si formano. Dai molteplici lavori di ricerca fornitici direttamente dalla Direzione Sanitaria delle Terme di Castrocaro e dalla ricca mole di dati ricavabili dai quindici Allegati presenti nella Relazione Antoniazzi, abbiamo stilato le quattro Tabelle concernenti alcune risorgive che vengono alla luce nei tre campi idrogeologici prima citati.

Dalle Tabelle e, soprattutto, dai grafici e dagli allegati della Relazione Antoniazzi, risulta una sostanziale omogeneità di parametri chimici e chimico-fisici delle diverse emergenze. Per comodità di lettura abbiamo raccolto i parametri salienti di questi gruppi di acque minerali in Tabelle "storiche" idonee a mostrarne l'evoluzione nel tempo. Da queste si evince come, in una stessa acqua, si verificano variazioni non dissimili da quelle reperibili tra i tre diversi campi idrogeologici. Come si afferma nella relazione Antoniazzi le "discontinuità sedimentarie e tettoniche di questo deposito calcareo [Spungone] ma, soprattutto, il suo vario e irregolare grado di cementazione rendono molto dissimili, anche in zone vicine la permeabilità di questa roccia. Tali variazioni di permeabilità rendono pertanto, tormentata e complessa la circolazione idrica sotterranea".

Da un tale "tormento" che, in base alle piovosità annuali, alla loro intensità e alla loro durata è in grado di modificare drasticamente il livello piezometrico delle falde, deriva un modulato interessamento degli strati geologici e un diverso grado di dissoluzione degli stessi. La matrice geologica resta però la medesima e così la struttura minerale del mezzo idrico. Se ci è consentito proporre "per assurdo" un paragone, l'acqua minerale con il variare della quota di sali disciolti non perde la sua identità come non la perde un soggetto che aumenta o diminuisce il suo peso corporeo. Del resto in questi strati si ritrovano livelli gessosi (da cui derivano i solfati), marnosi e argillosi, con alternanze di areniti, peliti torbide e marne emipelagiche che conservano i residui salini dell'antico mare che ricopriva questi territori. Già Gasperini, riconosce però una comune origine delle acque dalla roccia sedimentario-organogena calcarea chiamata Spungone. Le perforazioni esplorative mostrano un graduale aumento della salinità dei depositi da tre a sette gradi Beaumé, tale da giustificare un diverso livello di mineralizzazione, in rapporto alla profondità cui è giunta la falda minerale o al diverso grado di miscelazione con falde di origine o percorsi differenti. La presenza di lenti più o meno spesse di torba è causa del potere riducente sui nitrati che vengono ridotti a ione ammonio e dei solfati di origine sedimentaria (strati gessosi) che vengono ridotti a zolfo o a idrogeno solforato. Non è escluso che a questa trasformazione contribuiscano anche specifiche colonie di solfo batteri di cui però non abbiamo trovato notizia. Studi in questo specifico settore potrebbero invece risultare di grande interesse per l'eventuale coltivazione di tale flora batterica al fine di arricchire il ventaglio terapeutico dello Stabilimento con baregine (o "muffe"). Queste potrebbero essere utilizzate sia per impacchi dermocosmetici nel trattamento di affezioni seborroiche, sia per una più efficace maturazione dei fanghi.

Ovviamente i fenomeni riduttivi ora citati vengono influenzati dal tempo di permanenza e dall'entità delle masse idriche interessate dal contatto acqua-roccia.

### 3.5 Considerazioni conclusive

Da quanto dimostrabile in rapporto ai documenti storici e alle indagini idrogeologiche recenti si può affermare che esiste una stretta analogia tra le acque afferenti ai tre campi idrogeologici meglio indagati e di maggiore interesse per la funzionalità dello stabilimento termale. Le acque in questione fanno parte di un unico sistema idrogeologico e le variazioni evidenziate dalle molteplici indagini analitiche effettuate nel corso di oltre ottant'anni non sembrano idonee a modificare un giudizio di so-



stanziale omogeneità genetica. Del resto i risultati clinici ottenuti sulla casistica trattata durante tutto il corso di vita dello stabilimento non mostrano discontinuità terapeutiche. Ciò si è verificato nonostante che l'  $H_2S$  del pozzo Conti sia variato negli anni di oltre dieci volte e il R.F. a 180°C mostri oscillazioni di oltre 10 gr/l. Variazioni analoghe si riscontrano nel pozzo denominato Poggiolini II e nei laghetti denominati Bolga.

Variazioni di questa entità sono tipiche delle acque salse e salso-bromo-iodiche, siano esse o meno caratterizzate anche da presenza di idrogeno solforato. La grande solubilità dei depositi fossili marini rende conto della elevata mineralizzazione delle acque di questa categoria alla scaturigine, ma giustifica anche tali scarti ove si consideri l'incostanza delle portate in relazione alle piovosità stagionali. Concludiamo pertanto con la notazione che, non a nostro giudizio, ma in rapporto ad una esperienza oramai codificata dalla prassi terapeutica con acque salse e salso-bromo-iodiche, siano esse solfuree o non solfuree, che le acque dei tre campi idrogeologici considerati, sono tra loro simili e possono essere impiegate indifferentemente per tutti i settori applicativi che le singole sorgenti hanno ottenuto per decreto prefettizio o per

successivo decreto del Ministero della Salute.

### 3.6 Riferimenti bibliografici

- AGOSTINI G.: *Le variazioni degli ecosistemi ideologici e la caratterizzazione idronomica delle acque curative. Min. Ecol. e Idroclimatol. Vol. 14, n°2:57-68, 1974*
- BRANDI G.P., FRITZ P., RAGGI G., SQUARCI P., TAFFI L., TONGIORGI E., TREVISAN L.: *Idrogeologia delle Terme di Montecatini. Collana Scientifica delle Terme di Montecatini, vol. 39, 1967.*
- FANCELLI R., AGOSTINI G.: *Modificazioni indotte dal microclima locale sulla composizione delle acque oligominerali sgorganti nel territorio termale. Clin. Term. XXXVI, 1-2:33-53, 1983.*
- FARNETI P.: *Acque arsenicali ferruginose. In M. Messini e coll. 1951.*
- FEDERICI P.C., SACCANI F., PARIETTI P.: *Le acque salutari della Val D'Osola. Collana di monografie de "L'Ateneo Parmense" n.18, 1967.*
- GUIDI G.: *Acque salsoiodiche in M. Messini e coll. , 1951.*
- MARTINETTI R.: *Acque carboniche in M. Messini e coll. 1951.*
- MESSINI M. e COLL.: *Trattato di idroclimatologia clinica. 2 vol., Ed. Cappelli Bologna 1950-1951.*
- MESSINI M., GUADAGNINI G.: *Acque Solfuree. In M. Messini e coll., 1951.*
- ORTALI C.: *Le acque minerali di Nepi. Riv. di Idroclim. Talass. e Ter. Fis., anno XLVI, n.4, 1935.*
- VALLARIO A.: *Studio idrogeologico delle acque termominerali delle Terme Luigiane in provincia di Cosenza. Vol. Soc. Natur. in Napoli LXXVI parte 1, 149, 1967.*

Tutto sotto controllo!





✓ Mappatura sottoservizi

✓ Controlli strutturali

georadar su strutture  
prove dinamiche in passivo  
prove soniche e ultrasoniche  
misure vibrometriche  
termografia all'infrarosso  
prove sclerometriche  
prove pacometriche

✓ Indagini in sito

sismica a rifrazione (onde P e S)  
sismica a riflessione  
prove MASW, Re.Mi., HVSR  
sismica in foro (Cross-Hole, Down-Hole)  
indagini georadar  
indagini geoelettriche  
resistività termica del terreno  
rilievi topografici

via f.enriques 8/a 40139 - bologna www.envia.it - info@envia.it tel. +39 051 6217047 - fax +39 051 5883836