

# LA FILIERA DEI FANGHI DELLE TERME DI CASTROCARO



*"La fabbrica del fango"*

DAL 1902  
UN PATRIMONIO NATURALE PER LA SALUTE

**LA FILIERA DEI FANGHI  
DELLE TERME DI CASTROCARO**

**DAL 1902  
UN PATRIMONIO NATURALE PER LA SALUTE**

termedicastrocaro



## **1. PRESENTAZIONE**

*Marco Conti, Direttore Sanitario delle Terme di Castrocaro*

Le Terme ed il Termalismo attraversano oggi un momento evolutivo difficile ma coinvolgente, che vede una forte rivalutazione del settore da parte del mondo mediatico e da parte di un'opinione pubblica che da un lato vive con sempre maggior attenzione i temi legati alla salute ed al benessere e dall'altro si trova investita da valanghe di sollecitazioni commerciali che divulgano e promuovono modelli estetici perfetti, comportamenti e stili di vita virtuosi, ma troppo spesso irraggiungibili e frustranti per la maggior parte di tutti noi. Agli occhi dei più giovani, poi, nel grande contesto della comunicazione globale, questa massa di informazioni salutistiche finisce per appiattirsi e troppo spesso rimane solo l'eco di promesse illusorie e di risultati terapeutici sbrigativi con "facili" rimedi che vanno dalle tecniche di cura naturale più esotiche ad un'ampia disponibilità di presidi farmacologici per ogni disagio fisico e psichico (Lifestyle drugs): il tutto con la irresponsabile complicità di un mondo virtuale che viaggia in rete e che, il più delle volte, riesce ad eludere controlli e normative lasciando poi deluso, se non danneggiato, chi vive nel mondo reale.

Le Terme e la Medicina Termale sono assai frequentemente coinvolte in questo vortice mediatico che troppo spesso dimentica che al centro del dibattito deve esserci primariamente la persona e non considera che ogni atto curativo che si compie sul corpo umano, non può mai perdere di vista un bene prezioso per ogni individuo quale la salute e l'adeguatezza dei mezzi che si possono impiegare per tutelarla e migliorarla. La legge n. 323 del 24 ottobre 2000 sul riordino del termalismo italiano ha delineato le principali caratteristiche e finalità di uno stabilimento termale dotato di acque minerali di riconosciuta efficacia e definisce l'ambito terapeutico all'interno del quale non sono ammesse ad operare altre strutture che non siano in possesso delle necessarie autorizzazioni, di ambienti adeguati, di attrezzature idonee e dell'opportuna organizzazione.

Nel 2004, la Conferenza permanente per i rapporti fra lo Stato e le Regioni ha approvato le Linee Guida Nazionali per la definizione dei requisiti per l'autorizzazione all'apertura, alla gestione e all'accreditamento degli stabilimenti che intendono erogare le cure termali con spese a carico del Servizio Sanitario Nazionale.

Nel 2009, la stessa Conferenza Stato Regioni ha recepito il Nuovo Accordo Nazionale per l'erogazione delle prestazioni termali agganciandole ufficialmente al DPCM del 29 novembre 2001 "Definizione dei Livelli Essenziali di Assistenza" per cui, dopo anni di incertezze, le cure termali vengono incluse nei cosiddetti L.E.A. Inoltre, per la prima volta, viene de-



finito un tetto di spesa nazionale per l'erogazione delle cure termali a carico del S.S.N. assegnato alle Regioni che a loro volta lo attribuiscono ad ogni stabilimento, creando di fatto un meccanismo di responsabilità che garantisce la disponibilità delle risorse economiche per il sistema termale italiano e l'equilibrio della spesa con il Servizio Sanitario Nazionale. Alla luce di quanto sopra e come è già accaduto per la pubblicazione del 2008 con la quale è stato fatto il punto sulle conoscenze e la disponibilità della risorsa idrogeologica delle Terme di Castrocaro, con questo lavoro si è inteso approfondire quanto già si sapeva per tradizione, esperienza e studi scientifici sul fango delle Terme di Castrocaro. Si sono volute anche aggiornare tali conoscenze ed amplificare gli aspetti qualitativi di un mezzo di cura che rispecchia una delle più radicate tradizioni terapeutiche delle Terme di Castrocaro e rappresenta per moltissimi utenti delle terme classiche un punto di riferimento irrinunciabile, a cui fare periodicamente affidamento per recuperare la propria condizione di buona salute osteoarticolare e prevenire fastidiosi dolori stagionali che limitano l'autonomia personale e la qualità della vita.

L'opera si divide nei seguenti quattro capitoli:

**1. Presentazione** (Marco Conti, Direttore Sanitario delle Terme di Castrocaro);

**2. Tra storia e tradizione** (Marco Conti, Direttore Sanitario delle Terme di Castrocaro);

**3. I Fanghi delle Terme di Castrocaro** (Alberto e Aldo Antoniazzi, Geologi dello Studio Associato Antoniazzi, Forlì);

**4. Fangoterapia alle Terme di Castrocaro - Il manto di velluto che protegge dal passare del tempo** (Marco Conti, Direttore Sanitario delle Terme di Castrocaro).

In particolare, il capitolo 3 è composto da un'ampia relazione supportata da un'articolata sequenza di dati che provengono da studi storici effettuati da vari ricercatori sul fango vergine, sul fango maturo e sul territorio di Castrocaro, nonché dai risultati di recentissime analisi e prove fisico-chimiche sull'argilla di cava eseguite a cura dello Studio Antoniazzi, utilizzando metodi e strumenti moderni che la tecnologia mette oggi a disposizione quali l'esame micropaleontologico del terreno, prove di granulometria fine in laboratorio ed il rilevamento del carbonio organico durante le varie fasi di estrazione e lavorazione. In parallelo sono stati valutati i parametri chimici dell'acqua salsobromiodica del Pozzo Aristide Conti per poter meglio interpretare i meccanismi di trasformazione e maturazione da fango vergine a fango maturo, verificando come **la comune situazione idrogeologica di argilla e acqua**

**minerale rendano la componente solida e la componente liquida del fango maturo delle Terme di Castrocaro perfettamente complementari e sinergiche.** D'altra parte, è noto che il flusso di queste acque sotterranee è molto lento e può durare centinaia ed anche migliaia di anni: una volta tornate in superficie, l'intervento dell'uomo realizza nella fangaia la chiusura di due lunghi percorsi iniziati alcuni milioni di anni prima.

Tale sinergia, oltre che nell'aggiornato inquadramento chimico-fisico del fango maturo, ha trovato conferma anche nelle recenti migliorie apportate al processo di preparazione e maturazione attuato nelle nostre fangaie in località Cozzi e che oggi permette una preparazione del fango maturo delle Terme di Castrocaro con tempi e modalità controllate che garantiscono la costante qualità del prodotto finale. E' grazie a queste puntuali osservazioni che è stato possibile rilevare quali caratteristiche sono realmente determinanti per sprigionare il massimo potenziale terapeutico di questi mezzi naturali di cura:

- **Plasticità:** il fango maturo si mostra come una massa viscosa ed elastica che consente l'applicazione su segmenti del corpo a contorni curvi ed irregolari;
- **Adesività:** l'argilla azzurra di cava è dotata di una finezza analoga a quella del talco e, insieme allo sviluppo di colloidi argilloso-humici, attribuisce al fango maturo un'elevata cremosità che accentua l'intimo contatto con la cute e ne favorisce gli effetti biologici;
- **Gradiente termico di raffreddamento:** il fango maturo, per la sua elevata capacità di rigonfiamento, si stabilizza ad una percentuale idrica del 65% e presenta un indice di ritenzione del calore ben più elevato rispetto al fango vergine. Ciò lo rende un potente mezzo termoterapico con l'ineguagliabile vantaggio di cedere calore con lenta progressione. I fanghi di Castrocaro consentono, infatti, di raggiungere il massimo effetto termico sull'organismo anche sui soggetti meno tolleranti al calore;
- **Adsorbimento e capacità di scambio ionico:** il processo di adsorbimento è favorito dai minerali argillosi in grado di inglobare e di fissare l'acqua minerale in piani paralleli tra i caratteristici strati del proprio reticolo cristallino. In 1 cm<sup>3</sup> di argilla azzurra la superficie disponibile allo scambio ionico è pari a 60 m<sup>2</sup> e la presenza anche di modeste quantità di sostanze organiche favorisce la lenta formazione di colloidi di humus la cui elevata capacità di scambio si aggiunge a quella dei minerali argillosi.

Ebbene, tutti i rilevamenti eseguiti hanno mostrato che alle dosi di miscelazione di argilla e acqua minerale utilizzate, con un tempo di maturazione di 6 mesi (ma non superiore ai 10 mesi), alla temperatura di 50-52°C il fango maturo delle Terme di Castrocaro **mostra di possedere le suddette caratteristiche alla massima espressione** e garantisce una costanza



di comportamento fisico-chimico tale da consentire al personale medico e paramedico termale una prescrizione ed un'applicazione appropriata e consapevole, pienamente confermata dalla soddisfazione dei pazienti in cura. A ciò va aggiunto che la balneoterapia salsobromiodica, che segue sempre al termine dell'applicazione del fango, viene effettuata alla temperatura di 37°-38°C con un'acqua ad elevata concentrazione di sali e quindi con una bassa velocità di raffreddamento. Gli studi condotti dimostrano che a tale temperatura l'acqua salsobromiodica tende a raffreddarsi ancora più lentamente garantendo **omogeneità e costanza di trattamento in tutto l'arco di tempo di immersione del paziente.**

## 2. TRA STORIA E TRADIZIONE

Marco Conti, Direttore Sanitario delle Terme di Castrocaro

### 2.1. Dalla leggenda del povero campanaro alle argille azzurre di Leonardo da Vinci

Dopo le proibizioni da parte dei medici che in epoca medioevale vedevano nei bagni il pericolo di trasmissione della peste e le predicazioni della chiesa che condannavano le terme per ragioni morali, il '600 ed il '700, con lo sperimentalismo, portarono ad un nuovo indirizzo interpretativo delle acque termali fino a coglierne i più moderni aspetti circa l'effetto fisico e biologico sulla materia e di conseguenza le capacità terapeutiche sul corpo umano. In questa ottica, si fece strada la convinzione della presenza nelle diverse acque minerali dell'una o dell'altra sostanza chimica e si andò affermando la specificità di questi mezzi di cura da applicare secondo regole e metodi precisi e anche la fangoterapia si allineò a questo nuovo indirizzo. Già nel 1580 il filosofo scrittore Michel de Montaigne nel suo diario di viaggio in Italia dove si era recato in cerca di sollievo per i suoi malanni, aveva narrato che: *"...il fango si raccoglie in secchi da una grande vasca scoperta e presso il vicino stabilimento ci sono diversi strumenti di legno gli uni adatti alle gambe, gli altri alle braccia, alle cosce o ad altre parti, per distendersi o racchiudere le membra dopo averli riempiti di fango, il quale viene sostituito a seconda del bisogno"*. Nel XVI secolo, quindi, già esistevano stabilimenti con una specifica organizzazione per applicare i fanghi termali mirata a sfruttarne le azioni curative nel modo migliore e più razionale. Ebbene, a Castrocaro la tradizione dell'uso terapeutico dei fanghi può vantare origini ancora più antiche. Quando il 21 giugno 1497 un fulmine colpì il Torrione campanario che si ergeva dal Castello di Castrocaro e nel quale erano custodite le polveri per le artiglierie, il violento scoppio fece saltare in aria il povero campanaro Bangelista lasciandolo al suolo dolorante con le ossa rotte e frastornato al punto da ritenere di essere volato fin sulla luna. Le cronache del tempo riportano che per lenire il dolore al malcapitato campanaro furono fatte applicazioni di fango caldo proveniente da Bagnolo, località vicina alle sorgenti delle acque salse di Castrocaro. In tempi più recenti, dalla fine del XIX secolo, i fanghi delle Terme di Castrocaro venivano estratti dal fondo melmoso di due laghetti alimentati da alcune sorgenti naturali in località Bolga e utilizzati sia per le cure in stabilimento sia per confezionarne pani speciali avviati alla vendita. Nel 1902, per volontà dell'allora proprietario e gestore delle Terme Cav. Aristide Conti e su certificazione del Prof. Alberico Testi Direttore Sanitario dello Stabilimento Termale Conti, fu avviata un'attività di maturazione in appositi locali a cielo chiuso e dotati di numerose vasche per la macera-



zione della finissima "Argilla azzurra" con le acque salsobromiodiche e solfuree. La lutoterapia, o fangoterapia, è tutt'oggi uno dei cardini della terapia termale di Castrocaro e rappresenta la tecnica di cura alla base del trattamento delle malattie reumatiche di origine degenerativa quale l'artrosi, ma è usata anche in campo dermatologico e ginecologico con modalità prescrittive e di applicazione specifiche a seconda del tipo di fango e della patologia trattata.

Il termine *Argille Azzurre* nasce ufficialmente per merito nientemeno che di **Leonardo da Vinci**, il quale, al seguito di Cesare Borgia agli inizi del XVI secolo, descrisse le ultime colline romagnole verso la pianura come costituite da un «azzurrigno terren di mare» (Codice Hammer, Coll. Gates, Washington - USA). Infatti, in un quadro di Leonardo, «*Sant'Anna, la Vergine e il Bambino con l'agnellino*» completato tra il 1510 e il 1513 ed esposto al Museo del Louvre di Parigi nella galleria degli italiani, il piede destro della Madonna poggia su una successione di rocce con una banda azzurra di argilla e una banda gialla che corrisponde ad uno strato della formazione marnoso-arenacea con la tipica laminazione ondulata.

## 2.2. Riferimenti bibliografici

Michael de Montaigne: *The complete works of Montaigne*, (842), J. Templeman London, pag. 560.

Natale Graziani: *Castrocaro Terme e Terra del Sole*, Cappelli Editore, 1962.

## 3. I FANGHI DELLE TERME DI CASTROCARO

Alberto e Aldo Antoniazzi, Geologi dello Studio Associato Antoniazzi, Forlì

### 3.1. Origine e sviluppo del termalismo

L'abitato di Castrocaro Terme, situato in linea d'aria a circa dieci chilometri a sud ovest di Forlì, è sorto dove la valle del Montone è ormai prossima ad aprirsi sulla pianura forlivese. Da lungo tempo, come attesta l'antico nome latino *Salsubium*<sup>(1)</sup>, la zona è nota per la ricchezza in acque minerali, che originariamente sgorgavano un po' ovunque da fonti, dovute sia alla spontanea risalita di acque sotterranee in pressione lungo le fenditure delle rocce, sia al naturale deflusso di falde idriche, contenute nelle masse litologiche incise dalla superficie topografica.

La concessione delle Terme di Castrocaro S.p.A. si estende per circa 2.357 ettari soprattutto nel Comune di Castrocaro Terme e Terra del Sole, ma anche in limitati settori dei limitrofi Comuni di Dovadola e di Predappio. Nel suo ambito è stata riscontrata la presenza di acque salsobromiodiche e solfuree, di acque salso iodico alcalino terrose, di acque dolci bicarbonato alcalino terrose, di acque salate con tracce di metano ed ammoniaca, di acque salso solfuree e di acque solfato alcalino terrose. I vari campi minerari in essa riconosciuti sono precisati nella figura n. 1. Attualmente l'impianto termale utilizza acque salsobromiodiche e solfuree, tratte dai campi minerari di Bolga, Castrocaro Terme e Cozzi.

Inizialmente le acque minerali, presenti nella zona, erano utilizzate solo per ricavarne sale da cucina. Proprio la repressione del contrabbando tra il Granducato di Toscana, che deteneva il monopolio sul sale, e lo Stato Pontificio, che si estendeva nella pianura oltre la fortezza medicea di Terra del Sole, ne ha posta in luce l'importanza. È stato, infatti, durante il procedimento penale a carico di un modesto contrabbandiere locale (Antonio Samori), arrestato il 29 dicembre 1829, che il Prof. Antonio Targioni-Tozzetti dell'Università di Firenze ha avuto modo di riconoscere le proprietà di queste acque e ne ha auspicato l'uso terapeutico<sup>(2)</sup>. Le iniziali sperimentazioni mediche hanno poi confermato questo pronostico ed hanno imposto il nome e le virtù delle acque minerali di Castrocaro, malgrado l'incerta fortuna delle prime iniziative commerciali.

<sup>(1)</sup> Nome composto da *uber* e *salsus*: luogo ricco di acque salse.

<sup>(2)</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.





Figura n. 1 - Campi minerali delle Terme di Castrocaro.

Il vero sviluppo del termalismo locale è riconducibile all'attività di Aristide Conti (1836-1927), il cui impegno è iniziato nel 1871 con la realizzazione a Castrocaro di un modesto stabilimento per bagni e di un impianto per l'estrazione di sali bromo iodici. Questa attività si è poi gradualmente sviluppata spostando la produzione dei sali in località Cozzi, valorizzando le sorgenti in località Bolga e costruendo a Castrocaro un notevole complesso termale con un parco alberato di otto ettari (figura n. 2), ove nel 1924 è stato edificato anche il *tempietto pompeiano* (figura n. 3): un'edicola per le cure idropiniche ove veniva erogata la tradizionale acqua Salsubia, occasionalmente rinominata Littoria dato l'imperante regime fascista.

Dopo la demanializzazione delle Terme di Castrocaro, avvenuta nel 1936 in seguito a vicissitudini finanziarie, aggravate dalla crisi economica del 1929, le strutture edificate da Aristide Conti sono state in gran parte sostituite da un nuovo Stabilimento termale con annesso Albergo di prima categoria. Il complesso termale è stato poi progressivamente condotto alla situazione odierna.

Le acque salsobromoiodiche e solfuree, ricavate dalla concessione mineraria, ed i fanghi a maturazione naturale, preparati con le finissime Argille Azzurre di Bolga, sono attualmente i mezzi terapeutici che le Terme di Castrocaro offrono a quanti necessitano di specifici interventi preventivi, curativi e riabilitativi. In questa sede saranno presi in particolare considerazione i fanghi terapeutici in uso nello stabilimento termale castrocarese.

### 3.2. Il fango termale

Il fango maturo, prodotto ed utilizzato nelle cure dalle Terme di Castrocaro, viene ottenuto miscelando acqua salsobromoiodica e solfurea con terreno argilloso (fango vergine), prelevati nell'ambito della propria concessione mineraria. Il suo impiego nella pratica medica del complesso termale avviene dopo un prolungato processo di maturazione, su cui ci si soffermerà in seguito, attuato in un apposito stabilimento in località Cozzi ove il fango vergine, estratto da una cava aperta nelle argille plio-pleistoceniche marine in località Bolga, viene trattato con l'acqua minerale, prelevata dal limitrofo pozzo Conti. Una volta pronto, il fango terapeutico è poi trasportato allo stabilimento termale di Castrocaro ove subisce gli ultimi trattamenti prima dell'impiego.

Una simile preparazione – è importante sottolinearlo – qualifica il fango impiegato dalle Terme di Castrocaro, differenziandolo nettamente da quelli a volte utilizzati da altre strutture. Non si tratta, infatti, né di un fango artificiale (*fangoide*), ottenuto al momento dell'uso miscelando fango vergine all'acqua minerale senza un preventivo e prolungato periodo di maturazione, né di un fango rigenerato ossia già utilizzato in terapia e poi reimpiegato dopo ulteriori





**Figura n. 2** - Una veduta del parco delle Terme di Castrocaro.



**Figura n. 3** - Erogazione delle cure idropiniche nel Tempietto pompeiano.

trattamenti. Proprio la disponibilità di una cava di argilla privata, oltre che dell'acqua minerale e di uno sperimentato sistema di trattamento, consente alle Terme di Castrocaro di offrire ai propri clienti fanghi salsobromoiodici di pregio con proprietà terapeutiche irripetibili.

Gli studi sui fanghi delle Terme di Castrocaro hanno evidenziato il loro notevole potere di rigonfiamento, la loro buona capacità di ritenzione del calore ed il caratteristico potere di adsorbimento<sup>(3)</sup>, nonché le modifiche di queste proprietà indotte dal processo di maturazione<sup>(4)</sup>.

L'aumento di volume, in presenza di acqua, di questi fanghi<sup>(5)</sup> è più accentuato nel fango maturo che nel fango vergine (tabella n. 1). Tale incremento, in percentuale del 45%, è stato attribuito alla probabile presenza di sostanze organiche e colloidali.

**Tabella n. 1 - Rigonfiamento dei fanghi delle terme di Castrocaro (da Dionigi, 1960 a)**

Materiale considerato	Indice di rigonfiamento
Fango vergine	1,37
Fango maturo	1,99

Le proprietà termiche di questi fanghi sono state determinate<sup>(6)</sup> con la seguente procedura sperimentale. Dopo averli miscelati con acqua fino alla plasticità d'uso<sup>(7)</sup>, sono stati posti in recipienti del diametro di 25 centimetri, riempiti fino all'altezza di 20 centimetri. Nella massa plastica sono stati poi introdotti fino alla stessa profondità due termometri, di cui uno al centro e l'altro ad un centimetro dalla parete del contenitore. Una volta portato il sistema a 55°C ed iniziato il raffreddamento, è cominciata la lettura delle temperature, rilevate per mezz'ora ogni 5 minuti.

<sup>(3)</sup> L'adsorbimento è il fenomeno chimico fisico che determina l'adesione e il concentramento di sostanze disciolte o aerodisperse sulla superficie di un corpo, mediante legami chimici di intensità variabile, che possono essere, a seconda dei casi, reversibili o meno.

<sup>(4)</sup> Bocconi Giannantonio, Dionigi Roberto: *Considerazioni sul fango di Castrocaro*, estratto da "Minerva medica", 1960.

<sup>(5)</sup> Dionigi Roberto: *Sopra una proprietà chimico-fisica del fango di Castrocaro: il potere di rigonfiamento*, "La Clinica Termale", estratto dal vol. XIII (II serie), n. 3, pp. 113-115, luglio-settembre 1960 (A).

<sup>(6)</sup> Dionigi Roberto: *Sul comportamento termico del fango di Castrocaro*, "La Clinica Termale", estratto dal vol. XIII (II serie), n. 3, pp. 115-117, luglio-settembre 1960 (B).

<sup>(7)</sup> Poiché gli sudi effettuati hanno posto in evidenza che, per quanto concerne la capacità di ritenzione del calore, la percentuale ottimale di acqua nei fanghi vergini e maturi delle Terme di Castrocaro è del 65%, il confezionamento dei fanghi da esaminare si è attenuto a tale valore.



In base ai valori della temperatura ( $t_c$ ), forniti dal termometro centrale, e riportati nella tabella n. 2, è stata definita la velocità di raffreddamento tanto del fango vergine quanto del fango maturo.

**Tabella n. 2 - Diminuzione della temperatura in °C (da Dionigi, 1960 b)**

Tempo (minuti)	Acqua salso bromo iodica (65% di acqua)	Fango vergine (65% di acqua)	Fango maturo (65% di acqua)	Sabbia satura
0	55	55	55	55
5	43	53	52,5	41,5
10	40,5	50,8	49,9	35
15	38	48	47	31
20	38	46	44,75	-
25	37	43,5	42,75	-
30	37	41,8	41,1	-

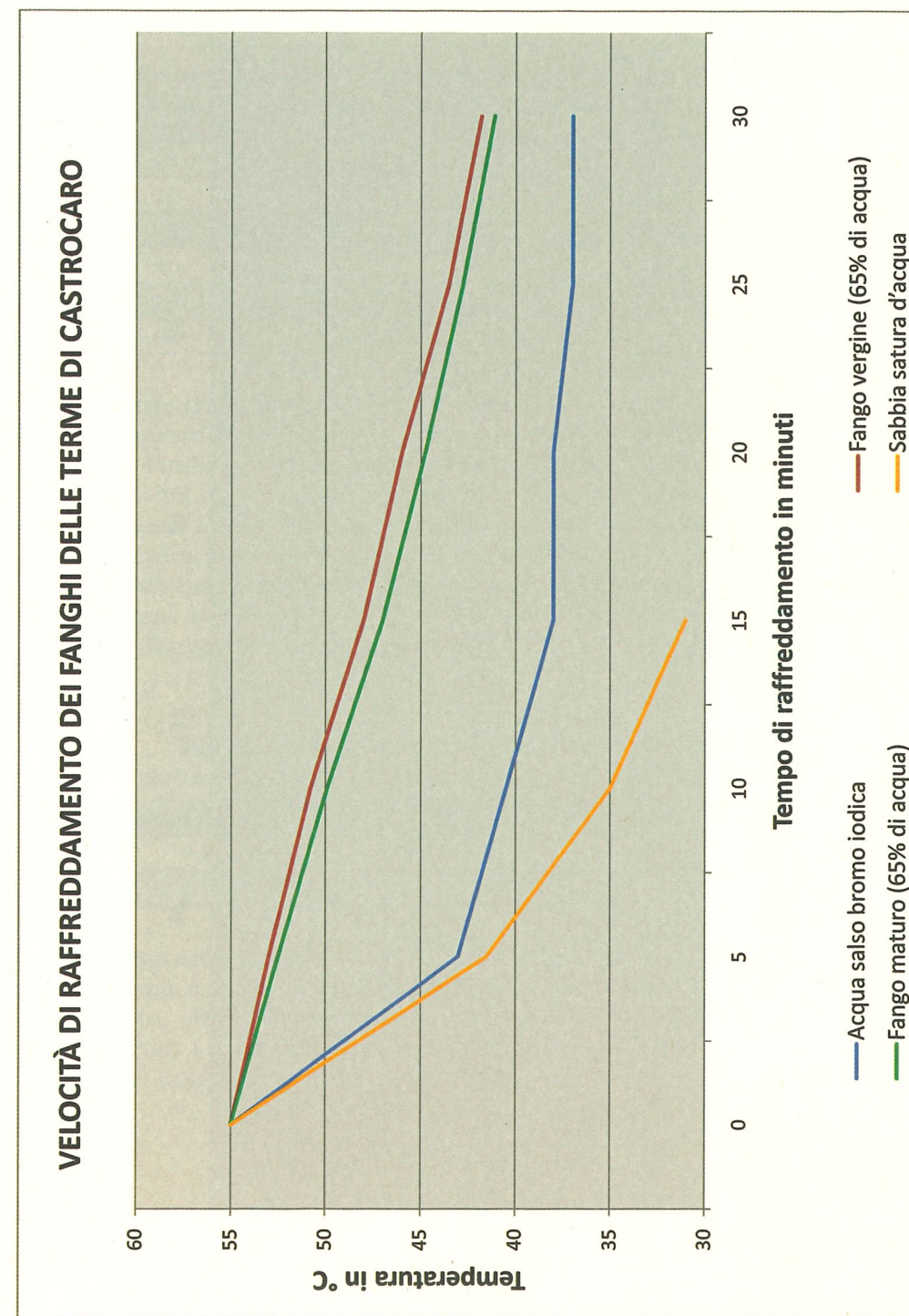
A titolo di confronto sono state anche determinate le velocità di raffreddamento dell'acqua salsobromiodica, utilizzata dalle Terme, e di una sabbia satura d'acqua. Come si può osservare anche nella figura n. 4, l'insieme dei dati acquisiti pone in evidenza che i fanghi vergini e maturi si raffreddano in modo particolarmente lento (circa 13-14°C in mezz'ora) e con un andamento lineare assai simile, la cui regolarità dipende dalla composizione chimica delle melme, in sostanza costituite da una polvere abbastanza fine ed omogenea, contenente una notevole quantità di sostanze colloidali idrofile.

A commento di questi risultati, lo studio citato<sup>(8)</sup> sottolinea che «la conducibilità termica è pertanto piccola<sup>(9)</sup>, mentre la capacità termica è assai elevata. Il fango di Castrocaro presenta dunque in misura notevole i requisiti richiesti per una proficua utilizzazione ai fini terapeutici».

L'andamento in funzione del tempo del gradiente termico, ossia delle differenze tra temperatura centrale ( $t_c$ ) e la temperatura periferica ( $t_p$ ), misurate nei fanghi considerati, è riportato nella tabella n. 3. Il corrispondente grafico (figura n. 5) pone in evidenza come il fango maturo abbia acquisito un gradiente termico maggiore di quello del fango vergine e quindi una minore conducibilità termica. I rispettivi valori tendono poi ad accostarsi solo alla fine del processo di raffreddamento considerato.

<sup>(8)</sup> Dionigi Roberto: *Sul comportamento termico del fango di Castrocaro*, cit.

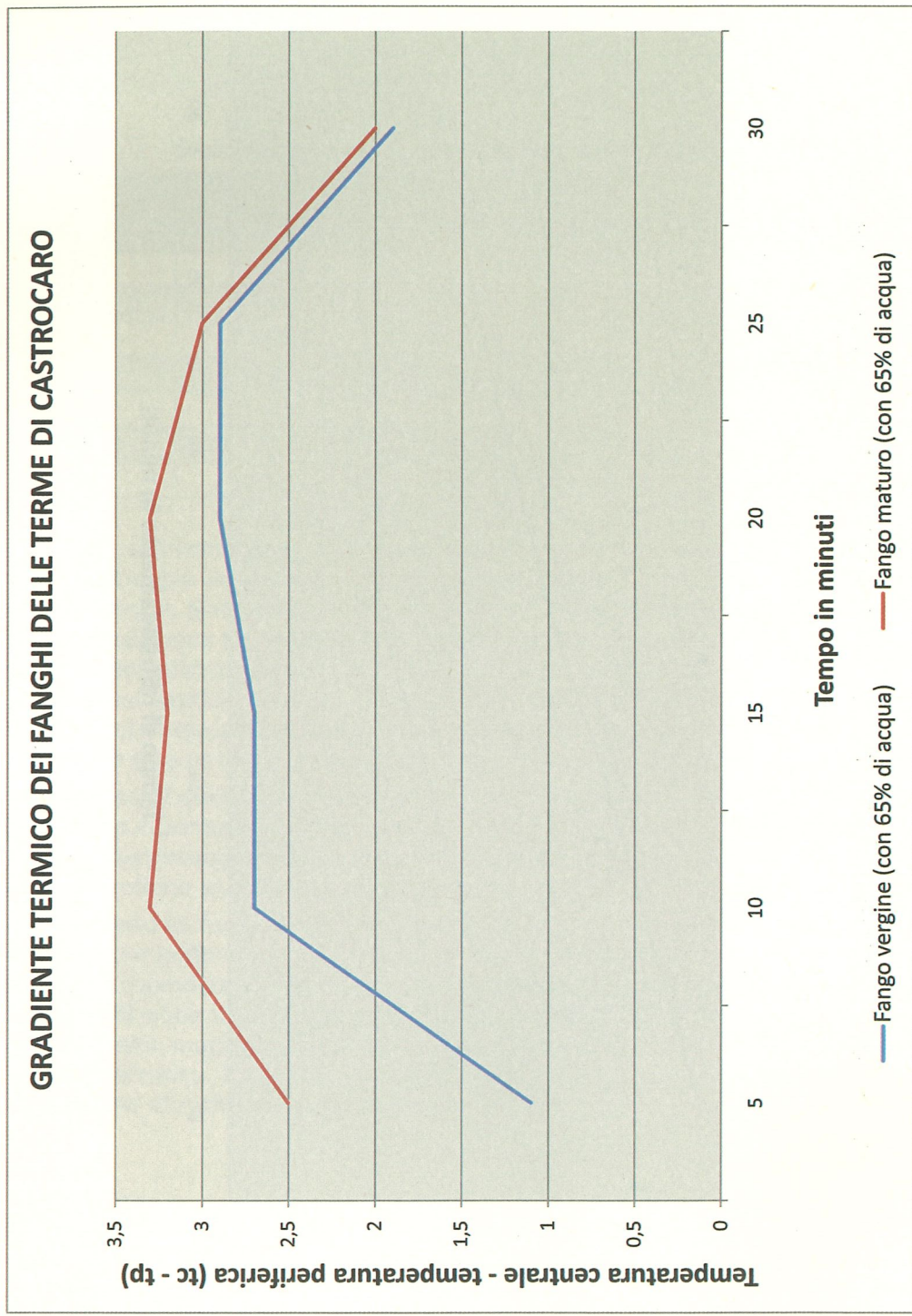
<sup>(9)</sup> La conducibilità termica di questi fanghi, ossia la loro capacità di trasmettere il calore, è piccola in quanto nel rapporto tra il flusso del calore e il gradiente di temperatura ( $t_c - t_p$ ), quest'ultimo è particolarmente elevato.



**Figura n. 4** - Velocità di raffreddamento dei fanghi delle Terme di Castrocaro.



**GRADIENTE TERMICO DEI FANGHI DELLE TERME DI CASTROCARO**



**Figura n. 5** - Gradiente termico dei fanghi delle Terme di Castrocaro.

**Tabella n. 3 - Andamento del gradiente termico nei fanghi delle Terme di Castrocaro (Dionigi, 1960 b)**

Dopo minuti	Gradiente termico ( $t_c - t_p$ )	
	Fango vergine	Fango maturo
5	1,1	2,5
10	2,7	3,3
15	2,7	3,2
20	2,9	3,3
25	2,9	3,0
30	1,9	2,0

Le differenze tra la temperatura centrale ( $t_c$ ) e la temperatura periferica ( $t_p$ ), rilevate durante gli esperimenti precedentemente descritti, hanno consentito di definire l'indice di ritenzione del calore dei fanghi delle Terme di Castrocaro, ossia del loro potere di accumulo e di inibizione della dispersione del calore. Questo indice, fornito dal rapporto tra la sommatoria delle differenze di temperatura ( $t_c - t_p$ ), riscontrate rispettivamente nel fango e nell'acqua durante la mezz'ora d'osservazione, è più elevato nel fango maturo che in quello vergine, come si può osservare nella tabella n. 4. Il processo di maturazione, subito dal fango, ne ha infatti incrementato l'indice di ritenzione del calore del 44%.

**Tabella n. 4 - Ritenzione del calore dei fanghi delle terme di Castrocaro (Bocconi e Dionigi, 1960)**

Materiale considerato	Indice di ritenzione del calore
Fango vergine	2,10
Fango maturo	3,03

Il comportamento termico di un fango, dipende dalle proprietà dei suoi costituenti, ma è anche strettamente legato alla percentuale idrica presente nell'impasto, che nell'esperienza precedente era del 65%. Nella tabella n. 5 sono riportati i valori sperimentali indicati nello studio sul comportamento termico del fango di Castrocaro, già citato.



**Tabella n. 5 - Ritenzione del calore nei fanghi delle Terme di Castrocaro in funzione della percentuale d'acqua (Dionigi, 1960 b)**

Acqua (%)	Somma dei gradienti termici	
	Fango vergine	Fango maturo
35	9,2	8,1
45	9,9	8,8
55	10,5	8,9
65	14,2	18,2
75	11,1	17,9
85	10,0	15,0

Come evidenza in particolare il corrispondente diagramma (figura n. 6), i fanghi delle Terme di Castrocaro conseguono la massima ritenzione del calore quando la percentuale d'acqua è pari al 65%. Poiché questo fenomeno contraddistingue tanto il fango vergine, quanto il fango maturo, verosimilmente dipende dalle caratteristiche petrografiche del materiale argilloso utilizzato. Questo significativo aumento della capacità di trattenere il calore è un'ulteriore conferma della grandissima importanza del processo di maturazione, al quale il fango viene assoggettato prima dell'impiego.

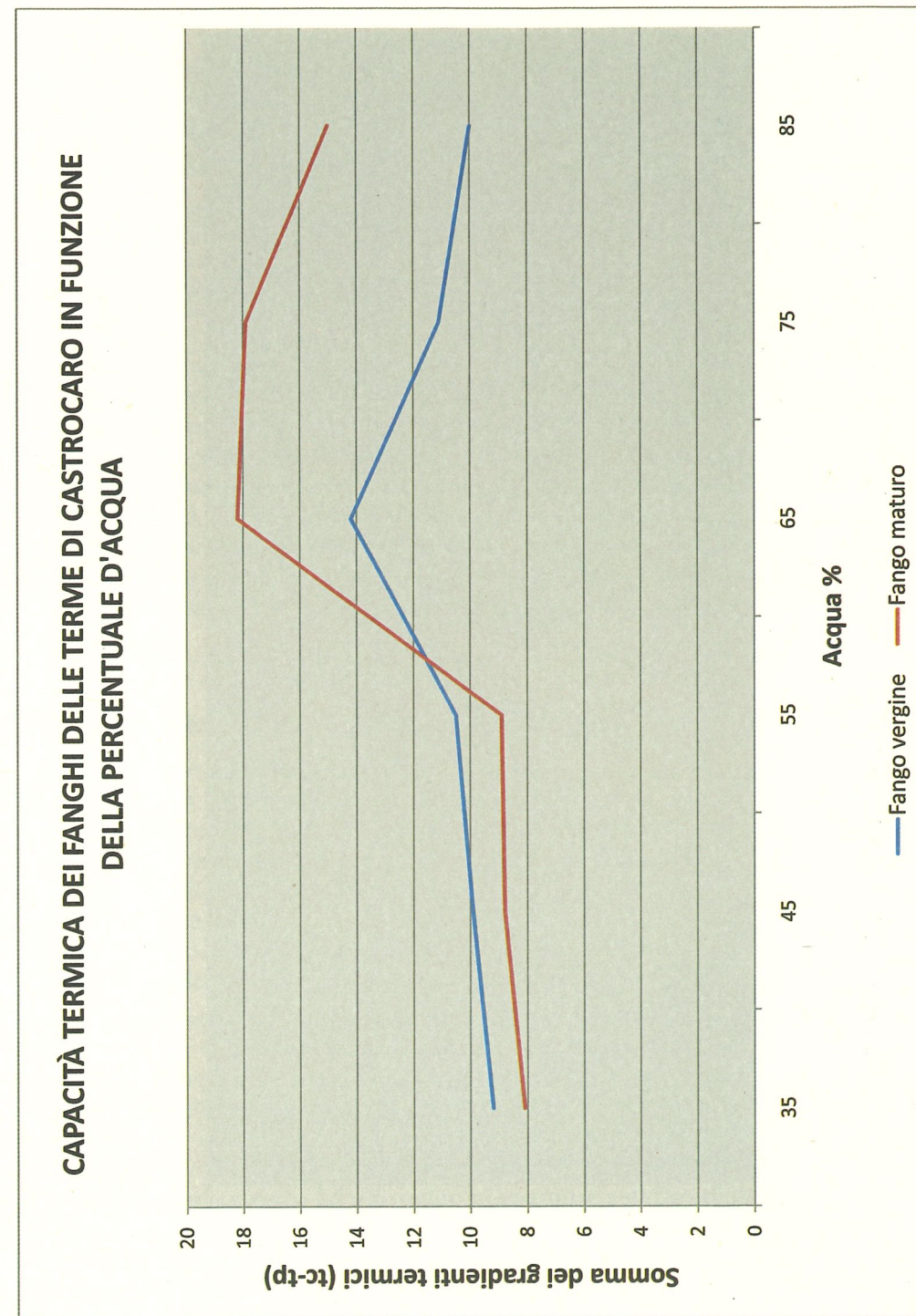
Lo studio termico citato è pertanto giunto alla conclusione che il fango curativo delle Terme di Castrocaro, «presenta un'ottima capacità di ritenzione del calore, che questa è massima per la percentuale d'acqua del 65% e che il processo di maturazione la esalta notevolmente».

Il potere adsorbente, ossia la capacità di legare ioni<sup>(10)</sup> in modo irreversibile oppure reversibile al mutare delle condizioni fisiche e chimiche del sistema, è un'altra caratteristica di fondamentale importanza dei fanghi termali, che dipende dalla natura del fango vergine e dalla successiva maturazione a contatto con l'acqua minerale. Però la capacità di scambio ionico si manifesta non solo durante il prolungato contatto tra le due fasi solida e liquida del fango, ma anche, tra il fango e la cute durante l'applicazione terapeutica.

Per valutarne il potere di adsorbimento<sup>(11)</sup>, identiche quantità di fanghi delle Terme di Castrocaro sono state poste a contatto, in condizioni di temperatura controllata (20°C), con la stessa soluzione iodica. L'adsorbimento di iodio è stato poi determinato in tempi successivi durante 4 ore. I valori ottenuti sono riportati in percentuale nella tabella n. 6.

<sup>(10)</sup> Gli ioni sono atomi o molecole carichi di elettricità positiva o negativa.

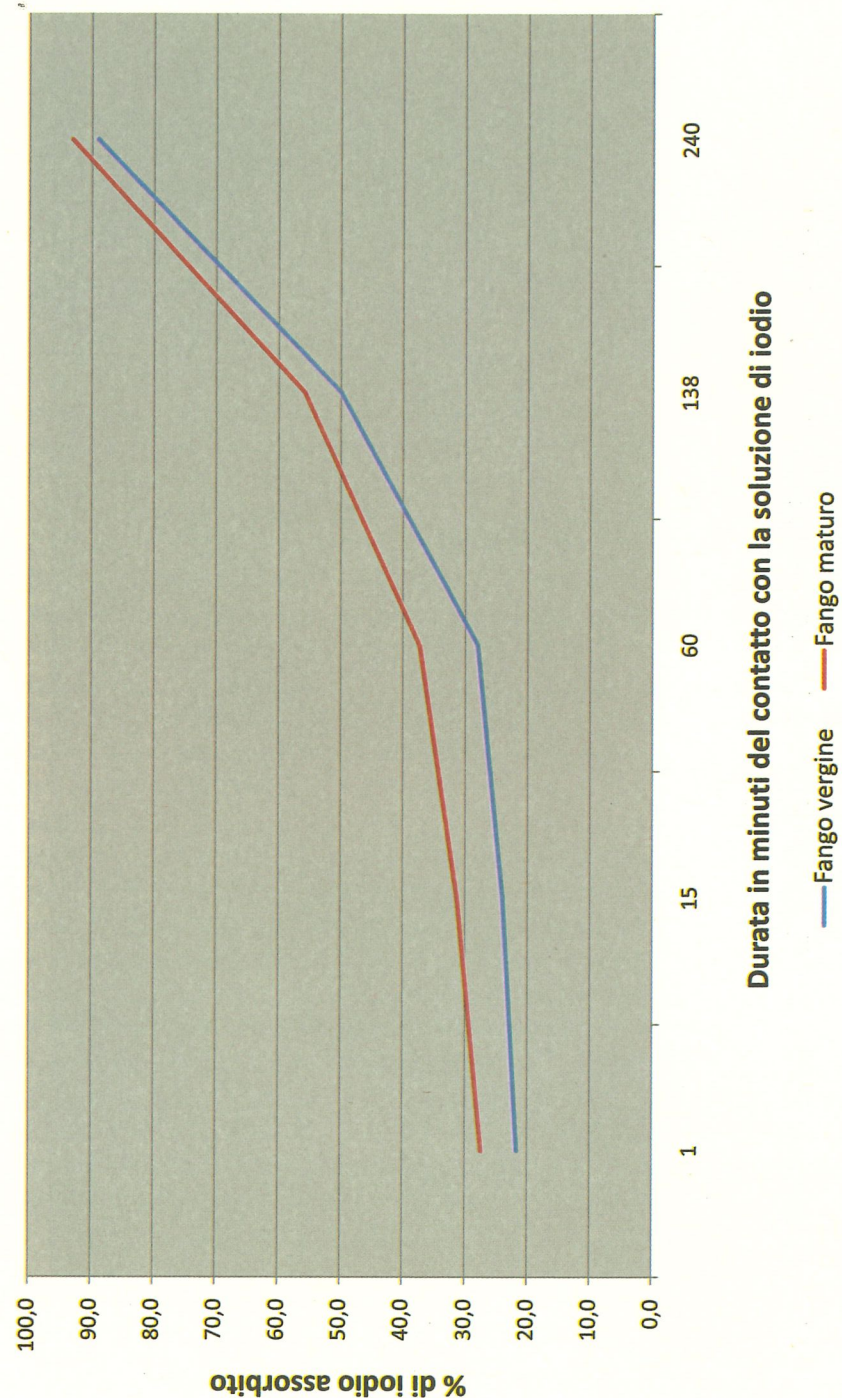
<sup>(11)</sup> Dionigi Roberto: *Il potere di adsorbimento e la sua importanza fra i fenomeni chimico-fisici caratteristici dei fanghi*, "La Clinica Termale", estratto dal vol. XIII (II serie), n. 3, pp. 111-113, luglio-settembre 1960 (C).



**Figura n. 6** - Capacità termica dei fanghi in funzione della percentuale d'acqua delle Terme di Castrocaro.



**ADSORBIMENTO DI IODIO DA PARTE DEI FANGHI DELLE TERME DI CASTROCARO**



**Figura n. 7** - Assorbimento di iodio da parte di fanghi delle Terme di Castrocaro.

**Tabella n. 6 - Adsorbimento di iodio dei fanghi delle Terme di Castrocaro (Dionigi, 1960 c)**

Tempo di misura (minuti)	% di iodio adsorbito	
	Fango vergine	Fango maturo
1	21,7	27,3
15	24,0	31,2
60	28,0	37,2
138	50,0	55,7
240	89,0	93,0

Questi dati, diagrammati nella figura n. 7, evidenziano che l'adsorbimento di iodio, già rilevante allo scadere del primo minuto (rispettivamente 21,7 % e 27,5 %), sale poi decisamente dopo la prima ora. Questo adsorbimento iniziale, come fa rilevare lo studio citato, può dipendere in parte dalla presenza nel fango di sostanze che entrano in reazione con lo iodio (solfuri, sostanze organiche ecc.), mentre il caratteristico aumento nel tempo dell'adsorbimento da parte dei fanghi li differenzia da altre sostanze, dotate dello stesso potere, come il caolino e il carbone, in cui lo iodio adsorbito rimane costante nel tempo ed il processo si esaurisce piuttosto rapidamente.

**3.3. Lineamenti geologici della concessione mineraria**

La concessione mineraria delle Terme di Castrocaro interessa il territorio collinare, posto tra Dovadola e Terra del Sole, solcato dal fiume Montone e situato sul livello marino tra i 371 metri (Monte Cerreto) e i 55 metri (Molino Rivalta). Nella zona considerata affiorano rocce formatesi dal miocenico Tortoniano ad oggi ossia negli ultimi undici milioni di anni della storia geologica della Terra. 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.

Le rocce più antiche presenti nella concessione mineraria in oggetto, come evidente nella carta geologica (figura n. 8), risalgono al Tortoniano, si sono sedimentate tra gli 11 e i 6,5 milioni di anni fa e appartengono all'ultima fase di deposito della Formazione Marnoso-arenacea (FMA). Questa successione sedimentaria, caratterizzata da pacchi di strati paralleli, ove si alternano in prevalenza livelli arenacei e argilloso marnosi, si è sedimentata in un antico mare: un bacino stretto ed allungato al margine esterno della catena appenninica in formazione verso ovest, una avanfossa coperta dal mare, il cui fondo si trovava ad almeno 1.000 metri sotto il livello del mare<sup>(12)</sup>. Si tratta di un sedimento torbiditico, dovuto essenzialmente al ripetuto deposito di masse sab-



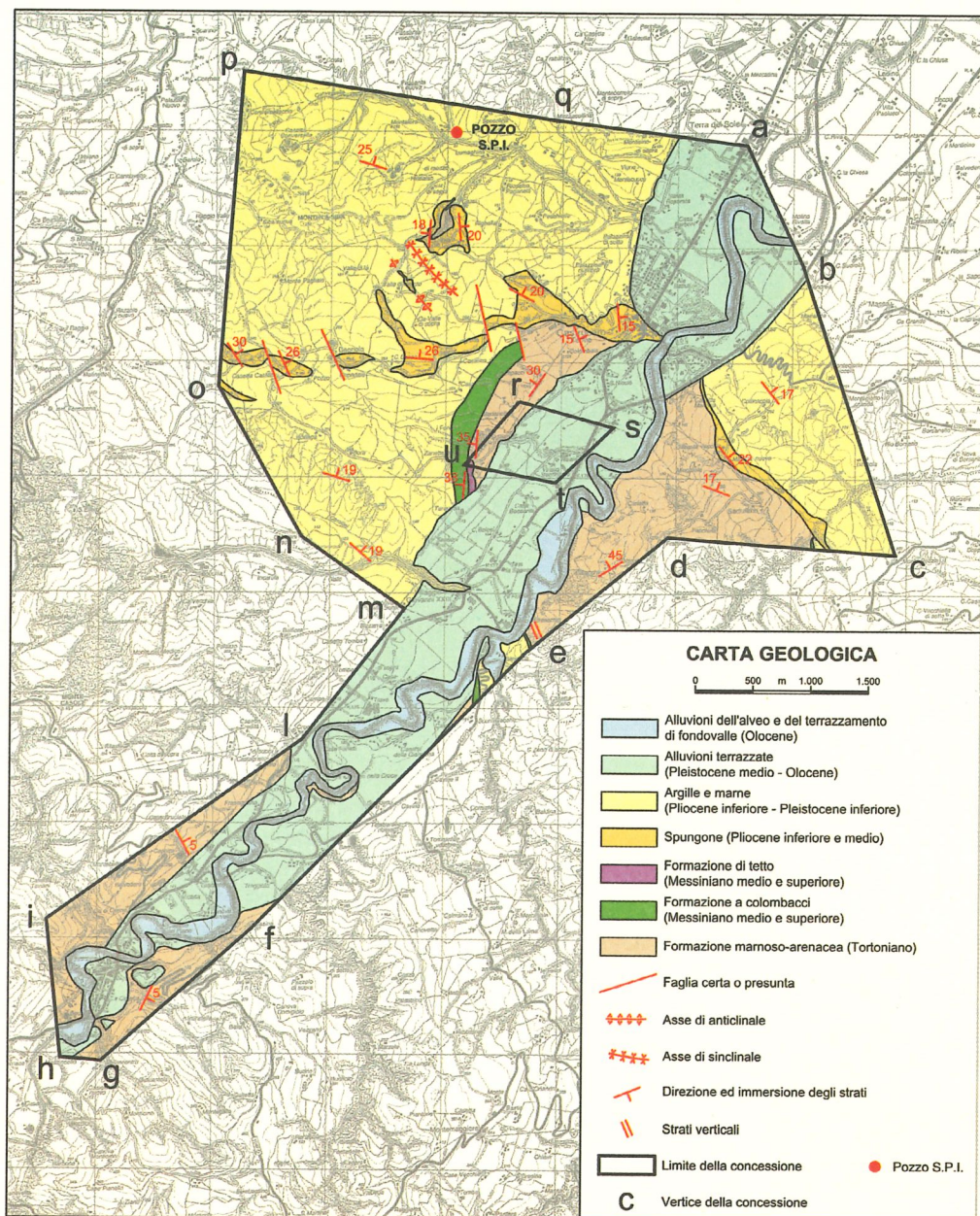


Figura n. 8 - Carta geologica della concessione mineraria delle Terme di Castrocaro.

biose e fangose su fondali marini profondi. In realtà questi materiali si erano già sedimentati in fondali relativamente poco profondi prossimi 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 dapprima 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>(13)</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.

La Formazione Marnoso-arenacea concorre all'origine delle risorse idriche delle Terme di Castrocaro con le proprie acque salate fossili, residuo del mare originario, dotate di salienza naturale (a -70 metri nel pozzo S.P.I.), nonché con l'alterazione dei micronoduli di solfuro di ferro (pirite), presenti nel sedimento<sup>(14)</sup>. I fluidi, presenti in questa Formazione tendono lentamente a risalire per diffusione, per pressione residua e per spinta ascendente della "tavola d'acqua". In genere, però, la loro ascesa è favorita da faglie presenti nella roccia, che, col

<sup>(12)</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>(13)</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>(14)</sup> Lipparini Tino: *Terreni interessati dalle mineralizzazioni utilizzate dalle Terme*, Castrocaro Terme, 1979 inedito presso la sede termale.



trascorrere del tempo, hanno anche consentito la dispersione nell'atmosfera del metano e dell'ammoniaca, presenti nei depositi originari.

Della successione stratigrafica, depositatasi nel successivo Messiniano, all'incirca tra 6 e 5 milioni di anni fa, nell'area considerata 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>(15)</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.

Le acque circolanti nel sottosuolo, attraversando le rocce evaporitiche messiniane, si arricchiscono soprattutto dilavando i depositi salini e gessosi (solfo di calcio) in esse presenti.

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>(16)</sup> del Pliocene inferiore - Pleistocene inferiore, il cui nome risale a Leonardo da 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 depostesi. 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.

<sup>(15)</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>(16)</sup> Cita M. B., Abbate E., Balini M., Conti M. A., Falorni P., Germani D., Groppelli 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.

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 (figura n. 9), 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.

In seguito ad un ulteriore approfondimento del mare è poi ripresa la sedimentazione delle Argille Azzurre, il cui deposito è continuato poi ininterrottamente fino a quasi un milione di anni fa. In queste rocce l'inizio del Quaternario, il periodo geologico nel quale ancora viviamo, è segnato solo dalla comparsa di fossili marini testimonianti il raffreddamento del Mediterraneo, come nei calanchi del rio Monticino, e quindi l'inizio dell'alternanza di fasi glaciali ed interglaciali, più calde, che hanno contraddistinto il Pleistocene.

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 fondovalle.

La successione, costituita dallo Spungone e dalle sovrastanti Argille Azzurre, è di grande importanza in quanto il primo funge da roccia serbatoio delle acque minerali locali e le seconde, con la loro impermeabilità, confinano e proteggono la risorsa idrica in esso presente. Nello Spungone «entrano, dal basso, i gas e le acque fossili e mineralizzate, dal suo "tetto" affiorante penetrano acque vadose che, scendendo lungo gli strati inclinati verso Nord e Nord-Est, vanno ad incontrare le acque fossili, come dimostrato, tra l'altro, dal grado di diluizione nelle acque estratte lungo la direttrice Nord-Sud»<sup>(17)</sup>. Questo processo è favorito dal fatto che il deposito calcareo è localmente trasgressivo sulle rocce mioceniche.

<sup>(17)</sup> Lipparini Tino: *Terreni interessati dalle mineralizzazioni utilizzate dalle Terme*, cit.



trascorrere del tempo, hanno anche consentito la dispersione nell'atmosfera del metano e dell'ammoniaca, presenti nei depositi originari.

Della successione stratigrafica, depositatasi nel successivo Messiniano, all'incirca tra 6 e 5 milioni di anni fa, nell'area considerata 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>(15)</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.

Le acque circolanti nel sottosuolo, attraversando le rocce evaporitiche messiniane, si arricchiscono soprattutto dilavando i depositi salini e gessosi (solfo di calcio) in esse presenti.

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>(16)</sup> del Pliocene inferiore - Pleistocene inferiore, il cui nome risale a Leonardo da 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 depostesi. 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.

<sup>(15)</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>(16)</sup> Cita M. B., Abbate E., Balini M., Conti M. A., Falorni P., Germani D., Groppelli 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.

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 (figura n. 9), 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.

In seguito ad un ulteriore approfondimento del mare è poi ripresa la sedimentazione delle Argille Azzurre, il cui deposito è continuato poi ininterrottamente fino a quasi un milione di anni fa. In queste rocce l'inizio del Quaternario, il periodo geologico nel quale ancora viviamo, è segnato solo dalla comparsa di fossili marini testimonianti il raffreddamento del Mediterraneo, come nei calanchi del rio Monticino, e quindi l'inizio dell'alternanza di fasi glaciali ed interglaciali, più calde, che hanno contraddistinto il Pleistocene.

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 fondovalle.

La successione, costituita dallo Spungone e dalle sovrastanti Argille Azzurre, è di grande importanza in quanto il primo funge da roccia serbatoio delle acque minerali locali e le seconde, con la loro impermeabilità, confinano e proteggono la risorsa idrica in esso presente. Nello Spungone «entrano, dal basso, i gas e le acque fossili e mineralizzate, dal suo "tetto" affiorante penetrano acque vadose che, scendendo lungo gli strati inclinati verso Nord e Nord-Est, vanno ad incontrare le acque fossili, come dimostrato, tra l'altro, dal grado di diluizione nelle acque estratte lungo la direttrice Nord-Sud»<sup>(17)</sup>. Questo processo è favorito dal fatto che il deposito calcareo è localmente trasgressivo sulle rocce mioceniche.

<sup>(17)</sup> Lipparini Tino: *Terreni interessati dalle mineralizzazioni utilizzate dalle Terme*, cit.





**Figura n. 9** - Lo Spungone inciso dalla forra del Rio dei Cozzi.

### **3.4. Cava d'argilla e proprietà del fango vergine**

La cava dalla quale proviene il fango vergine, utilizzato dalle Terme di Castrocaro nella preparazione del fango terapeutico (figura n. 10), è situata all'interno del campo minerale Bolga, ubicato, in linea d'aria, a circa 2 chilometri a nord ovest di Castrocaro Terme. La zona è contraddistinta da un omogeneo affioramento delle Argille Azzurre.

L'area estrattiva, situata sulla sinistra idrografica del fosso Bolga poco a nord dei laghetti artificiali ivi presenti (figura n. 11), concerne una piccola dorsale spartiacque tra due vallecole minori. Nella zona, contraddistinta da buone condizioni di stabilità, la superficie viene lentamente abbassata a piano inclinato dalle limitate estrazioni (meno di 500 metri cubi all'anno) richieste dalla produzione dei fanghi termali.

La massa litologica argillosa sovraconsolidata ed inalterata, interessata dalla cava, ha una consistenza lapidea e la sua stratificazione presenta una debole immersione verso nord-est. Sottoposta alla prova del pocket penetrometer, che fornisce valori assai simili a quelli di rottura ad espansione libera, mostra normalmente valori superiori a 4,5 chilogrammi per centimetro quadrato.

Nel 2009 le Terme di Castrocaro hanno fatto eseguire, presso il Dipartimento di Scienze della Terra e Geologico Ambientali dell'Università di Bologna, uno



**Figura n. 10** - Foto della cava di argilla in località Bolga.



studio micropaleontologico<sup>(18)</sup> volto a definire l'età e l'ambiente di sedimentazione delle rocce argillose interessate dalla cava. È risultato che il loro deposito marino si è verificato tra la parte inferiore della piattaforma costiera e la parte superiore della scarpata continentale (all'incirca tra 80 e 300 metri di profondità), in un fondale ricco di sostanza organica e probabilmente dotato di un modesto contenuto in ossigeno. Le condizioni climatiche erano calde ed il deposito è probabilmente avvenuto in un intervallo temporale compreso fra 2,3 e 1,7 milioni di anni fa, corrispondente alla parte inferiore del Pleistocene.

Dal punto di vista granulometrico, il terreno estratto dalla cava Bolga è un limo argilloso contraddistinto dalla presenza del 2% di sabbia fine (0,2-0,06 millimetri), dal 62% di limo (0,06-0,002 millimetri) e dal 36% di argilla (inferiore a 0,002 millimetri)<sup>(19)</sup>. Come si può osservare nella curva granulometrica (figura n. 12), questo terreno è dotato di una finezza analoga a quella del talco. Le proprietà indice del limo argilloso in esame sono compendiate nella tabella n. 7.



Figura n. 11 - Foto dell'area Bolga con i laghetti artificiali delle Terme.

<sup>(18)</sup> Vaiani Stefano Claudio: *Analisi dell'associazione a foraminiferi presente nel campione prelevato in località Bolga di Castrocaro Terme (Provincia di Forlì-Cesena)*, Dipartimento di Scienze della Terra e Geologico Ambientali dell'Università di Bologna, 2009, inedito depositato presso le Terme.

<sup>(19)</sup> Prove di laboratorio, eseguite nel 2009 dalla Tecnogeo di Cattolica, sul materiale estratto dalla cava Bolga di Castrocaro Terme. Documento depositato presso la sede termale.

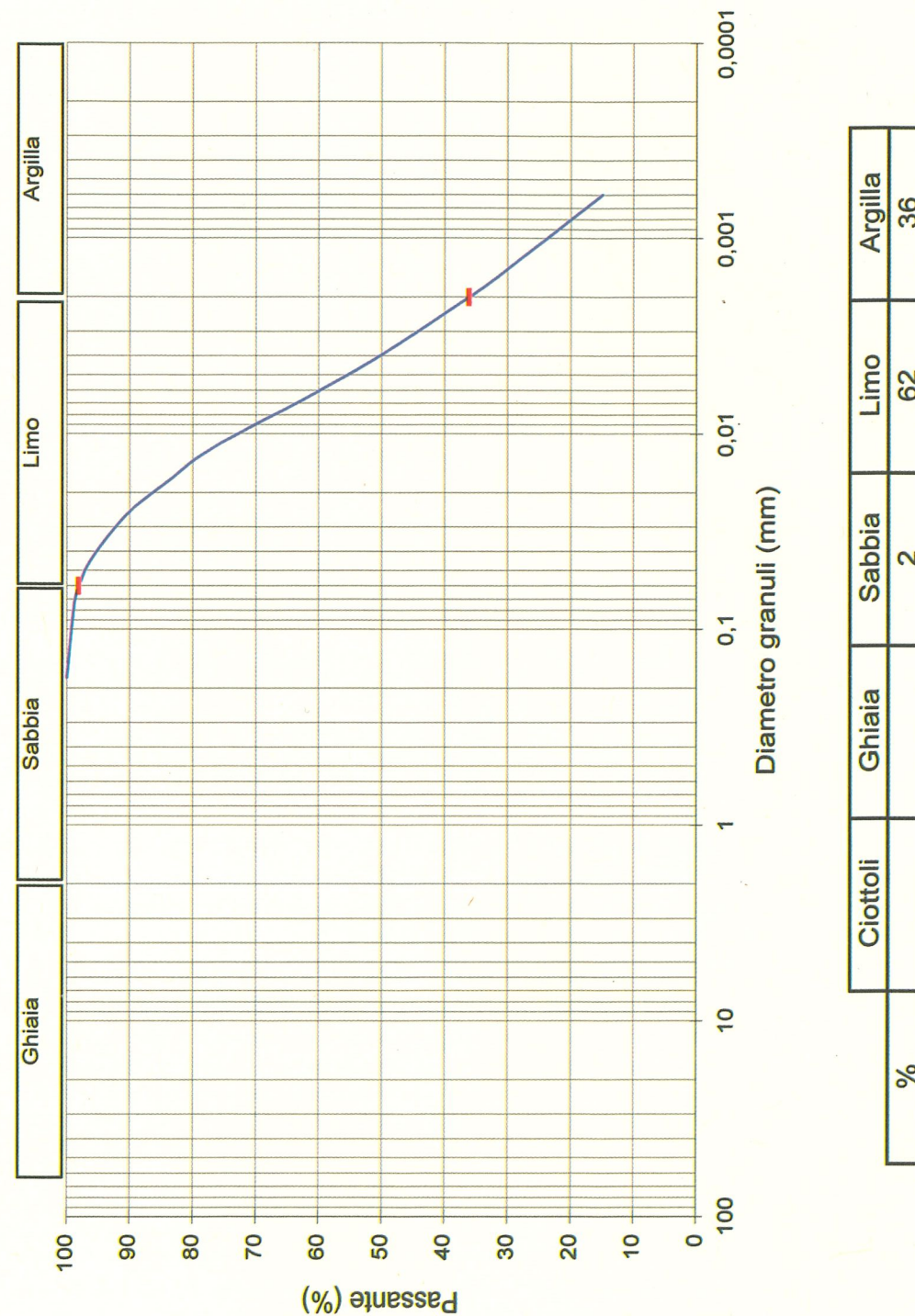


Figura n. 12 - Curva granulometrica dell'argilla estratta dalla cava Bolga.



**Tabella n. 7 - Proprietà indice del limo argilloso estratto in località Bolga**

Determinazione	Valore
Contenuto in acqua ( $w$ in %)	15,9
Peso di volume umido ( $\gamma$ in $g/cm^3$ )	2,09
Peso di volume secco ( $\gamma_d$ in $g/cm^3$ )	1,80
Peso specifico reale ( $\gamma_s$ in $g/cm^3$ )	2,73
Indice dei vuoti ( $e$ )	0,517
Grado di saturazione ( $S$ in %)	84

In base ai limiti di Atterberg (tabella n. 8), che indicano il valore limite del contenuto di acqua per il quale si registra una transizione dello stato fisico del terreno, il materiale estratto dalla cava Bolga è classificabile, dal punto di vista geotecnico, come un'argilla inorganica di media plasticità.

**Tabella n. 8 - Limiti di Atterberg del limo argilloso estratto in località Bolga**

Determinazione	Valore
Limite liquido ( $w_L$ in %)	44
Limite plastico ( $w_p$ in %)	20
Limite di ritiro ( $w_s$ in %)	19
Indice plastico ( $I_p$ in %)	24
Indice di consistenza ( $i_c$ )	1,17

Nei terreni argillosi, come quello in esame, la frazione praticamente inerte, costituita in prevalenza da particelle quarzoso-feldspatiche e carbonatiche maggiori di 2 micrometri, va distinta dalla frazione attiva, comprendente le particelle più minute, indicate convenzionalmente come argilla<sup>(20)</sup>.

Nella frazione fine delle Argille Azzurre, affioranti nel territorio in esame, la percentuale dei minerali argillosi ascrivibili al gruppo delle illiti e montmorilloniti predomina nettamente su quelli di pertinenza dei gruppi delle caoliniti e cloriti<sup>(21)</sup>. Si veda in proposito la tabella n. 9. È una situazione generalizzata in

<sup>(20)</sup> In realtà i minerali argillosi e le loro caratteristiche non sono strettamente legate alle dimensioni delle particelle.

<sup>(21)</sup> Cremonini Giorgio, Elmi Carlo: *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000: foglio 99 (Faenza)*, Servizio Geologico d'Italia, Roma, 1971, pp. 28-29.

quanto le Argille Azzurre del Santerno presentano una situazione analoga<sup>(22)</sup> (tabella n. 10)

**Tabella n. 9 - Minerali argillosi presenti nella frazione argillosa delle Argille Azzurre (da Cremonini ed Elmi, 1971)**

Determinazione	Incidenza percentuale	
	Pliocene superiore	Pleistocene inferiore
Illite	38	40-45
Montmorillonite	30	≤25
Caolinite	18	20
Clorite	14	18

**Tabella n. 10 - Minerali argillosi della frazione argillosa delle Argille Azzurre del Santerno (da Tomadin, 1969)**

Determinazione	Incidenza percentuale	
	Pliocene superiore	Pleistocene inferiore
Illite	40,0	40,0
Montmorillonite	28,0	25,0
Caolinite	15,9	17,8
Clorite	16,1	17,2

Questi minerali argillosi sono silicati idrati di alluminio in cui sono presenti metalli alcalini, come il litio e il potassio, o alcalino-terrosi, come il magnesio e il calcio. Il ferro ed il manganese possono talvolta sostituire del tutto o in parte l'alluminio. I loro cristalli hanno dimensioni dell'ordine di 1 millesimo di millimetro<sup>(23)</sup>, quindi un'elevata superficie per unità di peso<sup>(24)</sup>, e sono visibili solo col microscopio elettronico. Si tratta di fillosilicati<sup>(25)</sup> ossia di silicati, formati dalla sovrapposizione di piani paralleli, costituiti essenzialmente da silicio e ossigeno (figura n. 13).

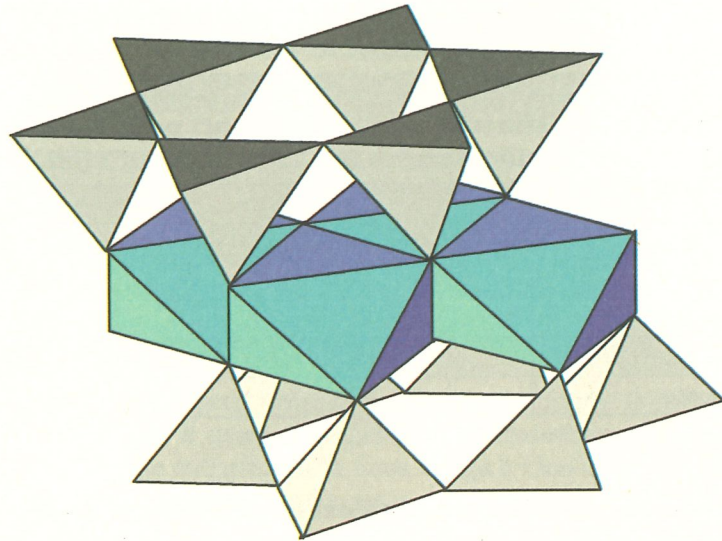
<sup>(22)</sup> Tomadin L.: *Le argille plio-pleistoceniche del Santerno nel quadro della sedimentazione neogenica del bacino romagnolo*, *Giornale di Geologia*, (2) XXXv, fascicolo IV, Bologna, 1969, tavola VIII.

<sup>(23)</sup>  $\mu m$  = micrometro.

<sup>(24)</sup> Per farsene un'idea basta pensare che un cubo di 1 centimetro di lato ha un volume di 1 centimetro cubo ed una superficie di 6 centimetri quadrati. Suddiviso in 1000 cubetti da 1 millimetro di lato, la superficie totale dell'insieme raggiunge 60 centimetri quadrati. Suddiviso in cubetti di 1 micrometro di lato la superficie complessiva diviene di 60.000 centimetri quadrati.

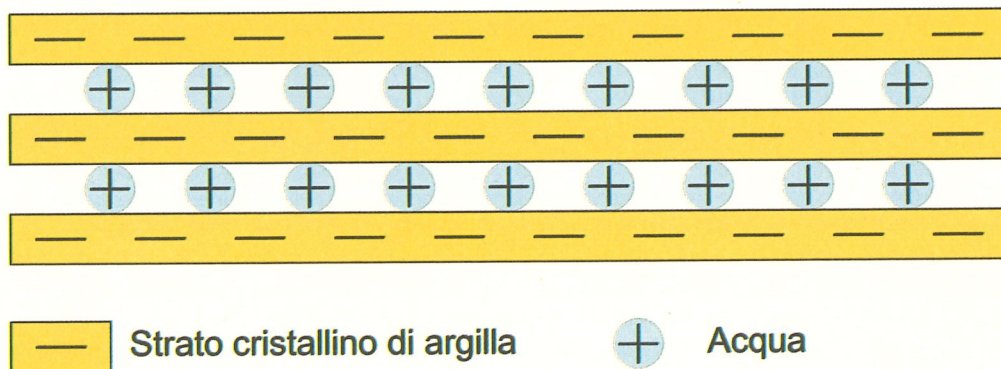
<sup>(25)</sup> Il loro nome, derivato dal greco *phyllon*, foglia, sottolinea la loro struttura costituita da piani di particelle.





**Figura n. 13** - Le argille sono fillosilicati il cui reticolo cristallino è costituito dalla sovrapposizione di piani paralleli, costituiti essenzialmente da silicio e ossigeno. Nella figura sono evidenziati tre piani sovrapposti della montmorillonite.

Minerali argillosi come la montmorillonite, ma anche come l'illite, una volta immersi in soluzioni saline acquose, hanno la capacità di gonfiarsi, inglobando variabili quantità idriche tra gli strati silicatici (assorbimento), e di fissare l'acqua, nonché elementi chimici e gruppi molecolari sulla superficie dei loro minuti cristalli (adsorbimento). La particolare espandibilità della montmorillonite è dovuta alla quantità di acqua, che può sistemarsi in piani paralleli tra i caratteristici strati propri del suo reticolo cristallino (figura n. 14).



**Figura n. 14** - Nelle argille come la montmorillonite l'acqua può inserirsi tra i piani paralleli del reticolo cristallino.

Essenziali per la realizzazione di fanghi terapeutici sono le proprietà dei minerali argillosi di operare scambi ionici<sup>(26)</sup> tra una fase solida ed una liquida (argilla ed acqua minerale) e tra due fasi solide (argilla e cute), di originare soluzioni colloidali e di dare facilmente luogo a masse plastiche morbide e facili da modellare, anche se mescolate con poca acqua. Se disidratate, le argille diventano stabili ed atte a resistere alle alte temperature<sup>(27)</sup>.

La presenza di tracce di resti vegetali è stata riscontrata nel materiale argilloso, prelevato dalla cava, sia durante la preparazione dell'esame micropaleontologico, sia in occasione delle prove geotecniche. È stato, pertanto, determinato il carbonio organico<sup>(28)</sup> presente in campioni prelevati in cava e nel magazzino ove viene conservato il materiale sminuzzato da impiegare nella produzione dei fanghi. I risultati ottenuti sono compendati nella tabella n. 11.

**Tabella n. 11 - Carbonio organico nel materiale di cava**

Campione prelevato:	Carbonio organico (% sulla sostanza secca)
in cava 1	0,67
in cava 2	0,71
in magazzino 1	0,68
in magazzino 2	0,63

Il passaggio dalla cava alla permanenza in magazzino, con la relativa frammentazione, non determina significative variazioni nel carbonio organico. Nei campioni considerati passa in media dallo 0,69% allo 0,66% della materia secca con una diminuzione dello 0,03%.

<sup>(26)</sup> Gli ioni, atomi o molecole carichi di elettricità positiva o negativa, più facilmente scambiabili nei minerali argillosi sono: tra i cationi quelli del calcio ( $Ca_{2+}$ ), del magnesio ( $Mg_{2+}$ ), dell'idrogeno ( $H^+$ ), del potassio ( $K^+$ ), del sodio ( $Na^+$ ) e l'ammonio ( $NH_4^+$ ); tra gli anioni  $SO_4^{2-}$ ,  $Cl^-$ ,  $PO_4^-$ ,  $NO_3^-$ .

<sup>(27)</sup> Questa proprietà pone le terre argillose alla base dell'industria laterizia e ceramica.

<sup>(28)</sup> A cura del TecnoLab Alimentare S.n.c. di Forlì. I relativi rapporti di prova sono conservati presso le Terme di Castrocaro.



### 3.5. Il campo minerale Cozzi e le sue acque

L'impianto per la produzione dei fanghi terapeutici e il pozzo Aristide Conti, che eroga le acque minerali in esso impiegate, sono situati nel campo minerale Cozzi (figura n. 1), che prende il nome dal rio omonimo: un affluente di destra del Rio Converselle. La zona è situata, in linea d'aria, a circa un chilometro e mezzo a nord ovest di Castrocaro Terme.

Le acque, fornite dal pozzo Aristide Conti, come tutte quelle presenti nella concessione mineraria delle Terme di Castrocaro, derivano da percorsi sotterranei, durante i quali hanno acquisito le loro peculiarità curative. Il loro processo di formazione è complesso. Derivano, com'è già stato fatto rilevare, sia da acque di precipitazione, penetrate nel sottosuolo, ove procedono entro rocce permeabili, dotate di porosità e fessure idonee a consentirne il passaggio, in cui il flusso idrico è in genere molto lento ed in cui spesso permangono a lungo<sup>(29)</sup>, sia dalla loro miscelazione con acqua congenita rimasta intrappolata nei vuoti delle rocce sedimentarie, presenti in profondità, fin dall'epoca della loro deposizione<sup>(30)</sup>.

L'acqua piovana, quando penetra nel sottosuolo, non è mai totalmente pura: contiene gas disciolti (ossigeno, azoto e anidride carbonica, che le conferisce una debole acidità), polveri, tracce di saline<sup>(31)</sup>, ecc. Durante il percorso sotterraneo, subisce però significative modificazioni. Può perdere una parte dei gas originari oppure incontrare e disciogliere altri gas, come l'idrogeno, l'anidride carbonica, l'ammoniaca, l'idrogeno solforato e il metano. A causa dell'elevato potere solvente, l'acqua tende così ad arricchire il proprio contenuto salino, le cui caratteristiche qualitative e quantitative dipendono, non solo dalle proprietà chimiche e mineralogiche delle rocce attraversate, ma anche dalla durata del reciproco contatto. La loro definitiva qualificazione chimico fisica, com'è già stato detto, dipende anche dall'apporto di acque congenite, presenti in profondità. Le soluzioni, così ottenute, subiscono poi ulteriori modifiche in seguito a reazioni chimico-fisiche, in cui possono intervenire anche microrganismi<sup>(32)</sup>, che le pongono in equilibrio dinamico con le condizioni ambientali del sottosuolo (profondità, temperatura, porosità ecc.) ove procedono e sono confinate.

<sup>(29)</sup> Vi sono acque sotterranee che possono fluire e permanere nel sottosuolo centinaia ed anche migliaia di anni prima di tornare in superficie.

<sup>(30)</sup> Data la situazione geologica del territorio di pertinenza, nella zona di Castrocaro non vi è alcuna risalita di acque dovuta alla presenza di magmi sotterranei.

<sup>(31)</sup> Piccole quantità di sodio (N<sup>+</sup>) e di cloro (Cl<sup>-</sup>), immesse nell'atmosfera dai frangenti costieri, sono state riscontrate a centinaia di chilometri dalle rive del mare.

<sup>(32)</sup> Va rilevato che anche nelle acque sotterranee è presente una grande diversità biologica. Siccome nelle falde non c'è luce e le sostanze nutritive sono scarse, i microrganismi che vi abitano devono avere un alto grado di specializzazione. In ogni caso per essere utilizzabile l'acqua non deve contenere microrganismi, parassiti o altre sostanze che rappresentino un potenziale pericolo per la salute umana.

**Tabella n. 12 - Lineamenti chimico fisici delle acque minerali prelevate dal pozzo Aristide Conti in località Cozzi (analisi ARPA)**

Parametro	Determinazioni negli anni	
	2006	2007
pH	7,1	7,0
Grado solfidrimetrico	0,8	1,06
Conducibilità a 20°C [µS/cm]	80000	88900
Residuo fisso a 180°C [mg/L]	52170	58500
Ossidabilità [mg/L (O <sub>2</sub> )]	60	100
Silice (SiO <sub>2</sub> ) [mg/L]	4,64	7,2
Bicarbonati [mg/L]	171	162
Cloruro [mg/L]	31460	31550
Solfato [mg/L]	0,44	14
Sodio [mg/L]	17030	16800
Potassio [mg/L]	190	207
Calcio [mg/L]	900	1295
Magnesio [mg/L]	870	913
Ferro disciolto [mg/L]	0,216	0,264
Ammonio (NH <sub>4</sub> ) [mg/L]	47,88	48,5
Fosforo totale (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) [mg/L]	0,13	0,25
Stronzio [mg/L]	72,10	121
Litio [mg/L]	0,78	1,29
Alluminio [mg/L]	<0,02	<0,02
Bromo [mg/L]	210	173
Iodio [mg/L]	17,0	27,9
Antimonio [mg/L]	<0,0010	<0,0010
Arsenico totale [mg/L]	<0,001	<0,001
Bario [mg/L]	31,7*	52,0
Boro [mg/L]	7,2	6,2
Cadmio [mg/L]	<0,001	<0,001
Cromo [mg/L]	<0,005	<0,005
Rame [mg/L]	<0,1	<0,1
Cianuro [mg/L]	<0,001	<0,001
Fluoruro [mg/L]	0,6	0,61
Piombo [mg/L]	<0,001	<0,001
Manganese [mg/L]	0,29	0,10
Mercurio [mg/L]	<0,0002	<0,0002



Nichel [mg/L]	0,012	<0,002
Nitrato (NO3) [mg/L]	<1	<1
Nitrito (NO2) [mg/L]	<0,01	<0,01
Selenio [mg/L]	<0,001	<0,001
Agenti tensioattivi [µg/L]	<50	<50

La risorsa idrica, erogata dal pozzo Aristide Conti, 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 (figura n. 15). Le acque minerali saturano le porosità del calcare e vi sono confinate e protette dalla sovrastante potente coltre argillosa, praticamente impermeabile.

Un inquadramento dei lineamenti chimico fisici delle acque minerali fornite dai pozzi Aristide Conti e della loro variabilità è fornito dalla tabella n. 12. Il suo esame pone in evidenza che è un'acqua salsobromiodica ricca in sali minerali e con un elevato contenuto in cloro, sodio, calcio e magnesio.

Nella figura n. 16 è posto in evidenza il fondamentale contenuto ionico di queste acque minerali.

### 3.6. Maturazione dei fanghi curativi

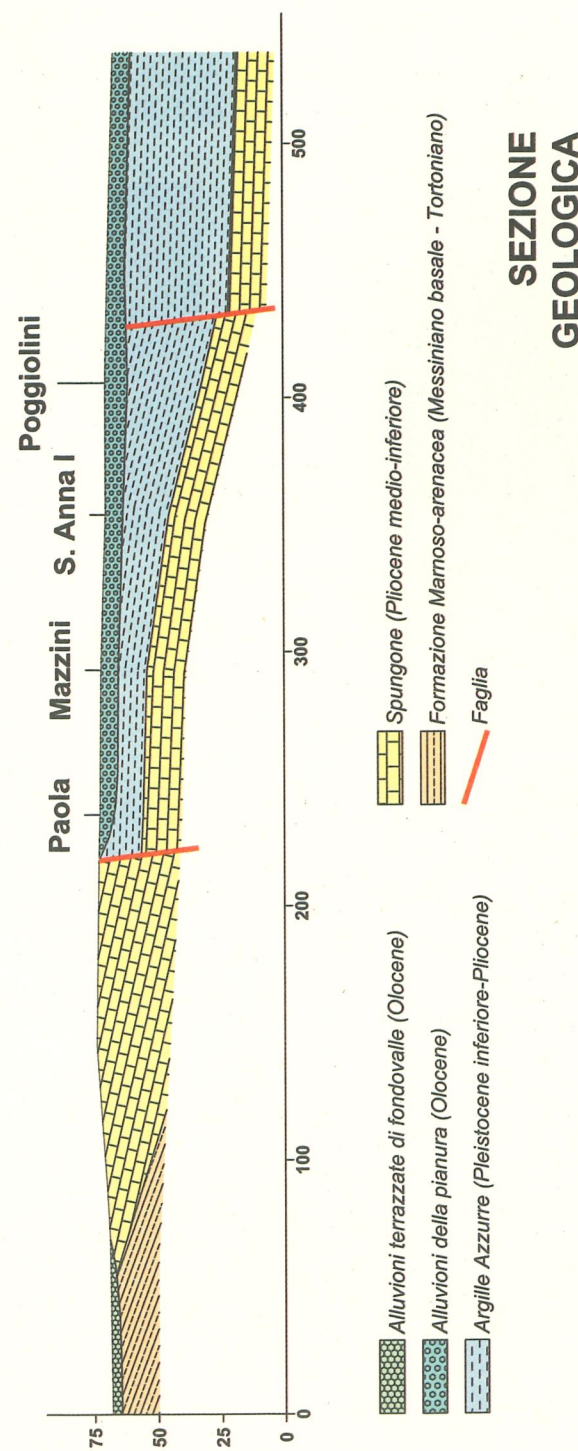
L'idoneità del terreno argilloso, ricavato dalla cava Bolga, alla produzione di fanghi termali ha ormai un conferma quasi secolare.

Il fango vergine, prelevato e sminuzzato meccanicamente in cava fino ad essere privo di grosse scaglie residue, viene poi trasportato nello stabilimento in località Cozzi ed immagazzinato in un capannone in attesa del successivo trattamento.

La preparazione dei fanghi salsoiodici è effettuata in appositi locali (figura n. 17), contenenti sei grandi bacini rettangolari in cemento, suddivisi in otto vasche disposte in due file di quattro.

Il processo di preparazione e maturazione dei fanghi si sviluppa autonomamente in ciascuna fila di quattro vasche, interessandone di volta in volta tre oppure quattro, in quanto un comparto di ciascun grande bacino è sempre lasciato libero per eventuali occorrenze tecniche.

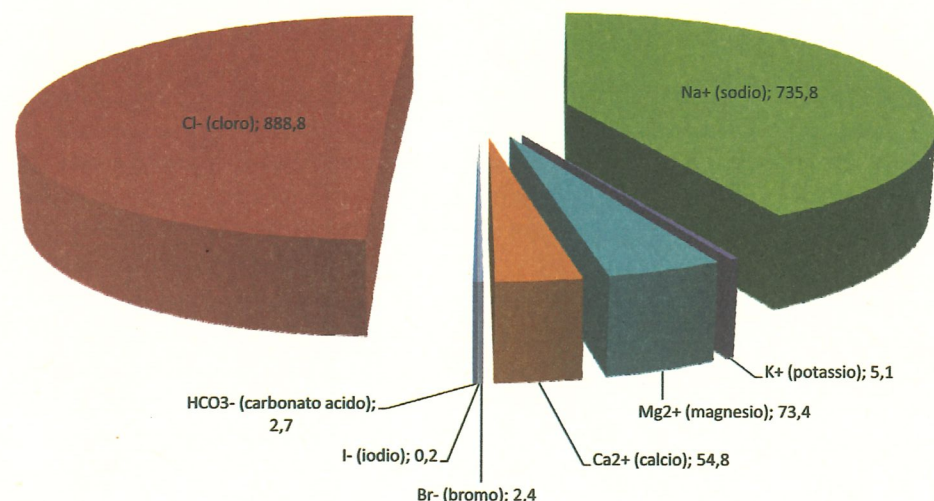
La produzione dei fanghi inizia riempiendo, fino a metà altezza, ciascuna fila di tre o quattro vasche con l'acqua salsobromiodica, prelevata dal pozzo "Aristide Conti". L'argilla sminuzzata viene poi versata lentamente e in modo uniforme in ciascuna vasca e lasciata macerare nell'acqua prima del mescolamento meccanico, che viene effettuato spostando continuamente l'attrezzatura per farla operare in tutte le parti della vasca interessata. Durante il processo viene attentamente curato che la miscela fangosa a riposo sia



**Figura n. 15** - Sezione geologica mostrante l'andamento nel sottosuolo dello Spungone, roccia serbatoio dell'acqua minerale, e della sovrastante copertura delle Argille Azzurre.



**PRINCIPALE CONTENUTO IONICO DELLE ACQUE MINERALI DEL POZZO  
ARISTIDE CONTI (Valori medi 2006-2007 in meq/l)**



**Figura n. 16** - Principale contenuto ionico delle acque minerali del pozzo Aristide Conti.



**Figura n. 17** - Uno dei locali destinati alla preparazione dei fanghi salsoiodidici.

sempre ricoperta da un velo d'acqua. Una volta conseguito il completo ed omogeneo stemperamento del terreno nell'acqua curativa, la miscela viene lasciata riposare e maturare nella vasca non meno di sei mesi. Alla fine il fango maturo, prelevato con una pompa, viene immesso in appositi contenitori e poi trasportato alle Terme.

Nella tabella n. 13 sono compendiate sinteticamente le varie fasi temporali della preparazione dei fanghi in ciascun ciclo di tre o quattro vasche.

**Tabella n. 13 - Fasi temporali in ciascun ciclo di lavorazione dei fanghi**

<b>Primo giorno</b>	L'acqua minerale viene versata nelle tre o quattro vasche interessate, riempiendole fino a metà altezza. In ciascuna di esse è poi versato il contenuto di tre tramogge di argilla sminuzzata. Questa operazione procede lentamente ed interessando uniformemente tutta la superficie disponibile. L'argilla è lasciata macerare nell'acqua.
<b>Secondo giorno</b>	L'acqua e l'argilla, immesse nel giorno precedente in ciascuna vasca, sono mescolate meccanicamente spostando l'attrezzatura in modo da operare in tutte le parti del settore interessato. Successivamente vengono aggiunti altre tre tramogge di argilla con le modalità precedentemente descritte.
<b>Terzo giorno</b>	Nuovo mescolamento meccanico della miscela acqua-argilla ed ulteriore aggiunta di tre tramogge di argilla.
<b>Quarto giorno</b>	Altro mescolamento meccanico ed eventuale aggiunta di uno o due tramogge di argilla a seconda delle necessità.
<b>Quinto giorno</b>	Ulteriore mescolamento meccanico.
<b>Sesto giorno</b>	Controllo che la miscela fangosa a riposo sia completamente ricoperta dall'acqua (massimo cinque centimetri). In caso contrario viene aggiunta.
<b>Ottavo-nono giorno</b>	Nuovo controllo della situazione della vasca. Se l'acqua sopra il fango a riposo supera i cinque centimetri, viene asportato quella in eccesso.
<b>Dopo il nono giorno</b>	Il fango non viene più toccato per almeno sei mesi.

Il complesso processo di maturazione del fango terapeutico inizia appena poste a contatto le proprietà chimico fisiche del terreno, ricco in minerali argillosi e dotato di una quasi impalpabile parte inerte, e dell'acqua salsobromoiodica. Durante questo processo si verifica il complesso di fenomeni chimici, fisici, chimico-fisici e biologici, che conferiscono al fango delle Terme di Castrocaro le peculiari proprietà. Anche la presenza di una minima quantità di sostanze organiche nel fango vergine è assai importante in quanto i microrganismi partecipano ai processi chimici, concernenti lo zolfo ed i suoi composti, le sostanze azotate ed i composti ferrosi, ed alla formazione di colloidali argillo-humici, la cui elevata capacità di scambio si aggiunge e potenzia quella dei minerali argillosi. Si tratta naturalmente di un processo assai lento.



Nel caso in esame, in base alle determinazioni disponibili<sup>(33)</sup>, le percentuali di carbonio organico sulla sostanza secca nel terreno argilloso e nel fango in maturazione sono riportate nella tabella n. 14.

**Tabella n. 14 - Carbonio organico in % sulla sostanza secca**

Campione n.	Terreno argilloso in		Fango estratto dalla vasca di maturazione		
	cava	magazzino	(dopo 10 giorni)	(dopo 4 mesi)	(dopo 10 mesi)
1	0,67	0,68	0,91	0,94	0,86
2	0,71	0,63	1,02	0,91	0,87
Media	0,69	0,66	0,97	0,93	0,87

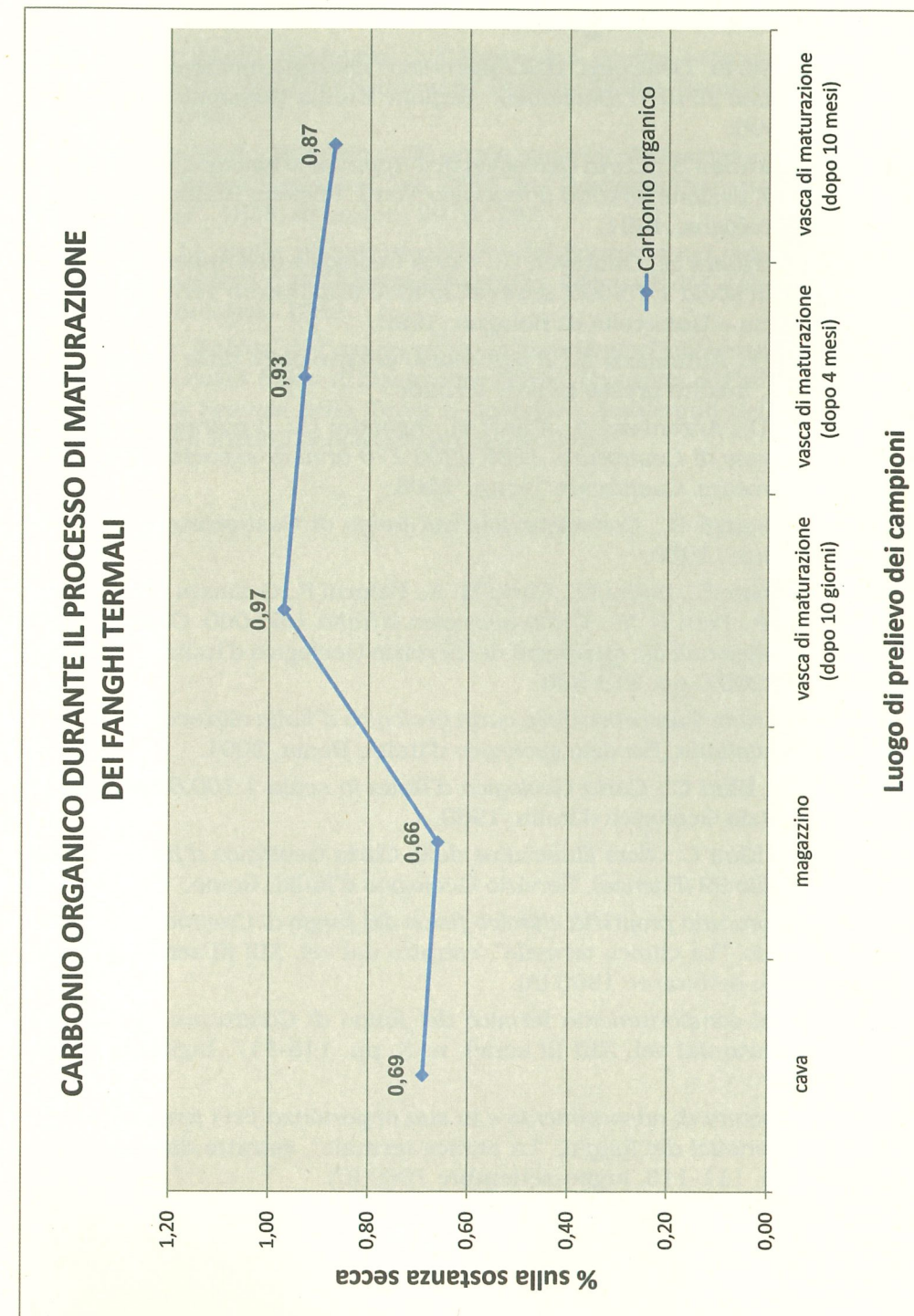
Come si può osservare nella figura n. 18, durante il processo di maturazione dei fanghi, in atto presso l'impianto delle Terme di Castrocaro si riscontra un certo innalzamento del valore del carbonio organico nei primi dieci giorni dal trattamento, che poi tende a decrescere molto lentamente.

Anche altri fenomeni hanno grande importanza durante il processo di maturazione del fango, come l'idratazione, che gonfia l'argilla fino a farla diventare una massa cremosa, viscosa e elastica; la riduzione delle dimensioni dei granuli di argilla, che, tra l'altro, ne aumenta la superficie adsorbente, quindi il potere di scambio. Il fango maturo tende, inoltre, ad acquisire, rispetto al fango vergine, un maggiore potere di rigonfiamento, una più elevata capacità di ritenzione del calore, un incremento del potenziale elettrico, un aumento dell'attività chimica ecc.

Una volta giunto a maturazione, il fango salsoiodico viene impiegato nelle cure erogate dalle Terme di Castrocaro. Infatti, portato alla temperatura di circa 50° viene poi spalmato sui pazienti ove rimane per un periodo variabile tra i 10 e i 20 minuti.

Per la pratica termale vengono, inoltre, preparati anche quattro o cinque quintali di fanghi sulfurei, miscelando acqua sulfurea (50%) e argilla (50%), vagliata da un setaccio con maglia di 0,5 centimetri. Si versa l'acqua sulfurea nella vasca e, dopo avervi immesso metà dell'argilla, si mescola a lungo. Successivamente si aggiunge l'argilla rimasta e si riprende a mescolare. Dopo quindici giorni la miscela viene controllata e, se necessario, corretta. Trascorsi ulteriori sei mesi, anche il fango sulfureo è pronto per essere applicato.

<sup>(33)</sup> Eseguite a cura del TecnoLab Alimentare S.n.c. di Forlì. I relativi rapporti di prova sono conservati presso le Terme di Castrocaro.



**Figura n. 18 - Carbonio organico durante il processo di maturazione dei fanghi termali.**



### 3.7. 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 A. D., Antoniazzi A.: *Il patrimonio idrogeologico delle Terme di Castrocaro*, 2008, inedito presso la sede termale.

Antoniazzi A. D., Antoniazzi A., Conti M., Agostini G.: *Il patrimonio idrogeologico delle Terme di Castrocaro. 1838-2008 170 anni di successi terapeutici, Terme di Castrocaro*, Castrocaro Terme, 2008.

Bocconi G., Dionigi R.: *Considerazioni sul fango di Castrocaro*, estratto da "Minerva medica", 1960.

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.

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.

Dionigi R.: *Sopra una proprietà chimico-fisica del fango di Castrocaro: il potere di rigonfiamento*, "La clinica termale", estratto dal vol. XIII (II serie), n. 3, pp. 113-115, luglio-settembre 1960 (A).

Dionigi R.: *Sul comportamento termico del fango di Castrocaro*, "La clinica termale", estratto dal vol. XIII (II serie), n. 3, pp. 115-117, luglio-settembre 1960 (B).

Dionigi R.: *Il potere di adsorbimento e la sua importanza fra i fenomeni chimico-fisici caratteristici dei fanghi*, "La clinica termale", estratto dal vol. XIII (II serie), n. 3, pp. 111-113, luglio-settembre 1960 (C).

Gasperini G.: *Certificato geo-idrologico relativo alle sorgenti salso-bromo-jodiche di Castrocaro di proprietà del Cav. Aristide Conti*, Castrocaro, Tipografia Moderna, 1923.

Lipparini T.: *Terreni interessati dalle mineralizzazioni utilizzate dalle Terme*,

1979, inedito depositato presso le Terme.

Marabini S.: *Carta Geologica dell'Appennino emiliano-romagnolo in scala 1:10.000, sezione 254030 (Pietramora)*, Regione Emilia-Romagna – Università di Bologna, 1996.

Targioni-Tozzetti A.: *Memoria sulle acque minerali di Castrocaro, 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.

Vaiani S. C.: *Analisi dell'associazione a foraminiferi presente nel campione prelevato in località Bolga di Castrocaro Terme (Provincia di Forlì-Cesena)*, Dipartimento di Scienze della Terra e Geologico Ambientali dell'Università di Bologna, 2009, inedito depositato presso le Terme.



## 4. FANGOTERAPIA ALLE TERME DI CASTROCARO

Marco Conti, Direttore Sanitario delle Terme di Castrocaro

### 4.1. Il manto di velluto che protegge dal passare del tempo

Il progresso tecnologico e le evidenze cliniche sugli effetti terapeutici della lutoterapia hanno consentito ai moderni stabilimenti termali di mettere a punto reparti di cura dove l'applicazione del fango avviene su precisa prescrizione medica, a temperatura e tempi controllati da operatori termali qualificati ed appositamente addestrati. Da molti anni le Terme di Castrocaro si aggiornano costantemente in questo settore ed hanno sempre privilegiato il procedimento di maturazione naturale dei fanghi nella convinzione di non alterare quelle che da oltre un secolo sono le caratteristiche dell'unanimemente riconosciuto "fango di velluto", così come negli anni '60 fu descritto dal Prof. Lino Businco, Presidente dell'Associazione Italiana Giornalisti Medici.

Come spesso accade in Medicina Termale, uno degli obiettivi più difficili da raggiungere è quello di mettere d'accordo tradizione ed evidenza scientifica, ma il solo fatto che procedure antiche di oltre un secolo ancora oggi mostrino una rinnovata coerenza all'osservazione attuata con tecniche e strumenti moderni e sofisticati, rappresenta già una chiara testimonianza di quanta cultura ed esperienza sia racchiusa in oltre 170 anni di tradizione termale castrocarese.

Il meccanismo d'azione della fangoterapia è ancora lontano dall'essere completamente svelato e compreso ma, negli ultimi anni, studi condotti anche sul fango delle Terme di Castrocaro hanno avviato un paziente e costante processo teso a dare una spiegazione scientifica ad evidenze cliniche che mostrano, ad esempio, come **le cure fangobalneotermali possono abbassare del 10 per cento il ricorso ai farmaci antinfiammatori in pazienti affetti da artrosi con un evidente vantaggio per la salute del paziente, per la spesa sanitaria e per il minor numero di giornate di lavoro perse.**

Alcuni ricercatori, verificando gli effetti di un ciclo di fangobalneoterapia, hanno potuto mettere in evidenza nell'organismo una significativa riduzione del livello di importanti sostanze e mediatori chimici, osservando parallelamente una limitazione del danno della cartilagine, tipico bersaglio dell'infiammazione presente nei pazienti colpiti da dolori alle articolazioni.

Una suggestiva e recente sperimentazione condotta in laboratorio ha raggiunto l'importante scopo di autenticare un modello teorico secondo il quale il fango può essere considerato un trasportatore di elementi attivi in grado di superare la barriera cutanea ed interagire con l'organismo: ancora poco, però, è stato studiato direttamente sull'uomo.

Fra i tanti lavori che hanno valutato le variazioni di numerosi parametri chimici e biologici dell'organismo sottoposto a fangoterapia, spiccano alcuni studi condotti proprio alle Terme di Castrocaro in collaborazione con un'equipe di ricercatori dell'Università di Pisa.

Con il **fango sulfureo** maturo è stata evidenziata la funzione di soft peeling e l'azione riducente sui grassi presenti nelle aree cutanee con seborrea (viso e tronco): ciò consente di utilizzare il fango sulfureo nel trattamento estetico termale delle pelli grasse con piccoli inestetismi.

Lo studio sul **fango salsobromoiodico** maturo, applicato alla temperatura di 50°C, sul 50-70% della superficie corporea, ha dimostrato che la fangoterapia delle Terme di Castrocaro è in grado di indurre un aumento delle cosiddette Proteine da Shock Termico (HSPs70) che rimane significativo anche dopo 30-35 giorni dal termine del ciclo di cure. Le stesse proteine HSPs70 aumentano anche in seguito ad attività fisica e sono coinvolte in meccanismi biochimici che rendono l'organismo più resistente nei confronti di stress di tipo ischemico e ossidativo rallentando il progressivo danno dovuto all'invecchiamento dei tessuti biologici. Lo studio, inoltre, ha evidenziato miglioramento degli indici patologici dell'artrosi quali il dolore, la funzionalità articolare e lo stato di benessere fisico e psichico riferito dai pazienti al termine del ciclo curativo.

**Sotto questo aspetto, quindi, l'applicazione dello stimolo termico con la fangoterapia delle Terme di Castrocaro, corrisponde a quanto avviene con l'esercizio di attività fisica intensa e costante.**

Questa evidenza, assolutamente inedita in letteratura scientifica termale, è stata studiata per la prima volta nel 2004 con i fanghi delle Terme di Castrocaro e, se fosse confermata da ulteriori studi clinici, farebbe della fangoterapia di Castrocaro uno strumento terapeutico non solo contro l'artrosi, ma di prevenzione globale sui processi di invecchiamento tissutale alla stregua di quanto oggi viene riconosciuto all'attività fisica e cioè: "...indicata per tutta la popolazione ed anche in persone che presentano fattori di rischio o persone affette da condizioni patologiche che possono trarre giovamento da un esercizio fisico correttamente prescritto e somministrato in modo controllato attraverso idonee modalità organizzative".

Alle Terme di Castrocaro, quindi, fra le tante iniziative di innovazione del prodotto termale, potrebbe nascere un nuovo orientamento sulle indicazioni alla fangoterapia tradizionale. In particolare, quando somministrata in modo controllato attraverso idonee modalità organizzative, la fangoterapia sarebbe in grado di offrire ad ognuno un'opportunità di prevenzione irripetibile adatta alla popolazione attiva di ogni età.

Altri dati clinici sono certamente necessari per approfondire e confermare in modo inconfutabile questi studi, ma ci sono già le premesse sufficienti per affermare che alle Terme di Castrocaro abbiamo trovato "Il manto di velluto che protegge dal passare del tempo".



## 4.2. Riferimenti bibliografici

Natale Graziani: *Castrocaro Terme e Terra del Sole*, Cappelli Editore, 1962.

Studio Regione Lombardia: *Rapporto costo beneficio in ambito termale: incidenza della spesa farmaceutica in pazienti che hanno usufruito delle cure termali per la prima volta nel 1996*.

A. Fioravanti, M. Valenti, E. Altobelli, F. Di Lorio, G. Nappi, A. Crisanti, L. Cantarini, R. Marcolongo: *Clinical efficacy and cost-effectiveness evidence of spa therapy in osteoarthritis*. The risultato f "Naiade" Italian Project. PANMINERVA MED 2003;45:211-7.

Bellometti S., Bertè F., P. Richelmi, Galzigna L.: *Modulazione dei livelli sierici di prostaglandina E2 e di leukotriene B4 in soggetti osteoartrosici sottoposti a fangobalneoterapia*. Clin. Term. 50: 47-55, 2003.

Bellometti S., Richelmi P., Bertè F.: *Fangobalneoterapia nell'osteoartrite: modificazione dei livelli sierici di alcuni markers condrocitari*. Clin. Term. 50: 125-129, 2003.

F. Tateo, A. Ravaglioli, C. Andreoli, F. Bonina, V. Coiro, S. Degetto, A. Giaretta, A. Menconi Orsini, C. Puglia, V. Summa: *Percutaneous migration of chemical elements from a therapeutic thermal mud: in-vitro experience with a high salinity water from the Emilia Romagna area (Italy)* - Articolo ISI , 2009.

Agostini G., Russo F., Conti M.: *Variazione dei livelli sebometrici medi delle zone di seborrea in corso di lutoterapia. Prove eseguite nel 2004 con fango sulfureo delle Terme di Castrocaro dal gruppo di studio dell'Università di Pisa*. Documento depositato presso la sede termale.

G. Ronca, G. Agostini, F. Russo, M. Conti, D. Tagliazzucchi, A. Conte: *Variazione plasmatica delle HSPs70 in pazienti gonartrosici sottoposti a terapia termale con applicazione di fanghi caldi delle Terme di Castrocaro (FC)*. La Clinica Termale 52 Suppl. 1 (1-2): 33-45, 2005.

Ministero della Salute: Dipartimento della Prevenzione e della Comunicazione - Ufficio II, Decreto del 5 marzo 2010, Art. 1, punto 2.i, Programma "Guadagnare salute".

## INDICE

1. <b>PRESENTAZIONE</b> .....	3
2. <b>TRA STORIA E TRADIZIONE</b> .....	7
2.1. Dalla leggenda del povero campanaro alle argille azzurre di Leonardo da Vinci.....	7
2.2. Riferimenti bibliografici .....	8
3. <b>I FANGHI DELLE TERME DI CASTROCARO</b> .....	9
3.1. Origine e sviluppo del termalismo .....	9
3.2. Il fango termale .....	11
3.3. Lineamenti geologici della concessione mineraria .....	21
3.4. Cava d'argilla e proprietà del fango vergine .....	27
3.5. Il campo minerale Cozzi e le sue acque .....	34
3.6. Maturazione dei fanghi curativi .....	36
3.7. Riferimenti bibliografici .....	42
4. <b>FANGOTERAPIA ALLE TERME DI CASTROCARO</b> .....	44
4.1. Il manto di velluto che protegge dal passare del tempo .....	44
4.2. Riferimenti bibliografici .....	46



Finito di stampare nel mese di maggio 2011  
dalla Tipografia Castrocarese snc - Castrocaro Terme



termedicastrocaro spa



CASTROCARO  
LE TERME