

# Opere di canalizzazione a ovest di Siena e loro correlazione idrogeologica con i rilievi calcarei circostanti

Franco Fabrizi<sup>1</sup>, Franco Rossi<sup>1</sup>

## Riassunto

A differenza della città di Siena, nota per la chilometrica rete di gallerie idriche (“bottini”) per l'alimentazione delle fonti cittadine, le zone rurali nei dintorni della città toscana hanno necessitato in passato di interventi di bonifica e regimazione al fine di far defluire le acque stagnanti che formavano paludi e causavano allagamenti delle campagne. Il presente lavoro descrive le opere idrauliche, in buona parte sotterranee, realizzate nell'area del rilievo calcareo della Montagnola, pochi chilometri ad ovest di Siena.

La prima area esaminata è costituita dalla Palude di Orgia, nella quale erano presenti alcune sorgenti che, a partire dal XVII secolo, divennero intermittenti, e furono oggetto di numerosi studi, anche finalizzati al loro utilizzo per scopi idrici. Il Pian del Lago, un'ampia depressione tettono-carsica, fu invece interessato da una ben più complessa opera di bonifica, al fine di risolvere i disagi connessi alla malaria. Le vicende storiche che portarono alla realizzazione delle opere di bonifica sono ricostruite a partire dai documenti ritrovati in vari archivi: l'opera iniziò nel 1766 e venne conclusa, grazie all'apporto finanziario del Granduca Pietro Leopoldo I, dal quale la galleria prese il nome. Si descrivono quindi le attività svolte all'inghiottitoio del Mulinaccio, sito al bordo SW del polje di Pian del Lago, compresi i tentativi di individuazione della circolazione idrogeologica sotterranea mediante l'uso di traccianti, e la bonifica del lago di Badia a Isola, oggetto nel XIII secolo di contese tra i monaci benedettini ed i cittadini Senesi.

PAROLE CHIAVE: canali sotterranei, bonifica, idrogeologia, documenti storici, Toscana.

## Abstract

### CHANNEL WORKS WEST OF SIENA, AND THEIR HYDROGEOLOGICAL RELATIONSHIP WITH THE SURROUNDING CARBONATE RIDGES

The town of Siena, in Tuscany, is well known for the extensive network of underground aqueducts (named “bottini”) built and used for the water supply of the town. Due to geological and hydrological features of the territory, the areas around the town, on the other hand, were affected by different hydric problems, namely stagnancy of water and development of marshlands and swamps. In order to reclaim these territories, some hydraulic works, most of which realized underground, were built, that are the subject of this article. In particular, some areas are dealt with, located few kilometres W from Siena: the first area is the Orgia Swamp, a site where several perennial springs were present. Starting from the XVII century, however, these springs became intermittent, and were therefore object of several studies, also aimed at producing efforts to use the water from the springs as hydric resources. Pian del Lago, a wide polje of tectonic and karstic origin, was, on the other hand, interested by complex reclamation works, aimed at solving the problems related to the development of malaria. The historical events that brought to realization of the hydraulic works are reconstructed on the basis of documents found in several archives: the work started in 1776 and came to an end only thanks to the financial support by the Grand Duke Peter Leopold I, after which the gallery was named. Eventually, other hydraulic works in the surrounding areas are also described: these include the activities carried out at the Mulinaccio swallow hole, located at the south-western border of the Pian del Lago polje, with the attempts to identify the hydrogeological circulation by means of tracers, and the reclamation works at the lake of Badia a Isola, a site that was object of dispute between the Benedictine monks and the Siena inhabitants.

KEY WORDS: underground channels, reclamation, hydrogeology, historical documents, Tuscany.

<sup>1</sup> Associazione Speleologica Senese c/o Vieri Mascioli, via San Marco, 157 - 53100, Siena. mail: ilpagliaio50@gmail.com.

## INTRODUZIONE

Il rapporto di Siena con l'acqua è stato, da sempre, alquanto tormentato e complesso. L'assenza di corsi d'acqua consistenti in prossimità della città costrinse i senesi ad ingegnarsi in mille modi per approvvigionarsi del prezioso liquido indispensabile allo sviluppo economico e alla sopravvivenza. L'assillo della penuria idrica li fece fantasticare sull'onirica esistenza di un favoloso fiume sotterraneo: la Diana, di dantesca memoria (Purgatorio; C. XIII, 151-152-153). Ma al di là dei sogni i senesi, con saggia concretezza, scavarono cunicoli e diramazioni negli strati di sabbie, argille e conglomerati pliocenici sopra i quali si estende la città; captarono rivoli, percolazioni e stillicidi sotterranei realizzando quella chilometrica e affascinante rete di ambulacri e gallerie (i famosi "bottini"; BARGAGLI PETRUCCI, 1906; AA.VV., 1999), che per secoli alimentarono le altrettanto famose fonti per l'indispensabile apporto idrico.

Diametralmente opposto fu il rapporto dei senesi con le acque del circostante territorio rurale: qui il problema non fu quello di captare e convogliare l'acqua, ma anzi il regimarla e incanalarla per bonificare il territorio, tenendo conto di una complessa situazione geologica e idrografica.

Pochi chilometri a ovest di Siena si allunga in direzione SSE-NNO il rilievo calcareo della Montagnola senese, lungo circa 15 chilometri ed esteso circa 150 kmq, di non grande quota (il culmine del Monte Maggio è di 671m s.l.m.) ma di particolare interesse geomorfologico in quanto costituisce il prolungamento meridionale della dorsale medio-Toscana. La Montagnola è principalmente composta da calcare cavernoso e breccie calcaree (formazione di Cerreto a Merse); nella zona sud-ovest emergono anche rocce carbonatiche metamorfiche: dolomie grigie, calcari cristallini ceroidi e marmi, tra cui il ben noto "marmo giallo" di Siena. Il calcare cavernoso grigio, brecciato, fratturato e spugnoso si presta all'assorbimento e alla circolazione idrica: alimenta alcune sorgenti tra cui quelle del Luco. Abbondano i fenomeni carsici superficiali: doline, campi solcati e un polje detto del Pian del Lago.

Pochi i fenomeni carsici ipogei veri e propri: circa una decina di inghiottitoi tra cui la buca delle Fate e l'inghiottitoio del Mulinaccio. Le sorgenti del Luco, il polje di Pian del Lago e almeno i due inghiottitoi citati sono tra loro connessi in vario modo e costituiscono l'oggetto principale di questo lavoro. Molto più numerose (varie decine) sono le cavità tettonico-carsiche: grotte, pozzi e fenditure diaclasiche con prevalente orientamento da SW a NE. Non superano mai la profondità di 50-60 metri, hanno scarso sviluppo planimetrico, concrezionamento modesto (salvo qualche eccezione) mentre hanno notevole circolazione di flussi d'aria che fanno ipotizzare complessi e forse vasti sistemi intercomunicanti. Più concrezionate e, in qualche caso, più profonde risultano le cavità situate nel versante ovest della Montagnola (la zona dei marmi), come hanno dimostrato recenti esplorazioni effettuate dalla Commissione Speleologica "i Cavernicoli" del C.A.I. di Siena.

Questa sommaria digressione geo-speleologica ci fa comprendere il diverso rapporto di Siena con le acque

del territorio circostante: qui l'impegno secolare fu quello di regimare e far defluire le acque stagnanti che formavano paludi e allagamenti che infettavano l'aria e sottraevano terra alle colture.

Alla base e intorno agli affioramenti calcarei della Montagnola si trovano pianure alluvionali e terrigene, dove le acque hanno un deflusso lento e incerto.

A nord è situata la pianura di Abbadia ad Isola i cui deflussi sfociano nel torrente Staggia, quindi nell'Elsa e poi nell'Arno. Al centro, tra Siena a Est e la Montagnola a Ovest, si trova la depressione (polje) di Pian del Lago, tributario delle sorgenti del Luco (un tempo per vie sotterranee naturali, in seguito tramite una galleria artificiale).

Le sorgenti del Luco erano in passato perenni, poi divennero intermittenti, oggi sono aspirate da potenti pompe per rifornire la città. Sia il Pian del Lago che la pianura delle sorgenti del Luco defluiscono verso sud nei torrenti Rigo, Serpenna e Rosia, quindi nel Merse, poi nell'Ombrone. Nelle suddette località sono stati effettuati in passato interventi di bonifica, drenaggio, incanalamento: un misto di opere idrauliche in buona parte sotterranee, ulteriormente complicate dagli eventi storici e dalle caratteristiche ambientali e geologiche: un vero e proprio "giallo" idro-morfologico non del tutto risolto, dove le opere dell'uomo s'intrecciano con quelle della natura e che passiamo a descrivere nell'ordine (fig. 1):

- 1) La palude di Orgia (o pian di Rosia) originata dalle sorgenti del Luco.
- 2) Il Pian del Lago (detto anche lago di Santa Colomba).
- 3) Il canale sotterraneo artificiale del Granduca (detto anche "la Guglia").
- 4) L'inghiottitoio del Mulinaccio, antico scolmatore naturale del Pian del Lago.
- 5) Il lago bonificato di Badia a Isola e il canale sotterraneo della "discordia".
- 6) L'ingolla di pian del Butale: un mini esempio di bonifica artificiale che sfrutta uno sbocco naturale.

## LE SORGENTI DEL LUCO E LA PALUDE DI ORGIA

Negli anni '60 dello scorso secolo riapparvero improvvisamente alcune polle sorgive presso Rosia, in località Malignano, a valle della Statale 73 al km 65,300. Tali polle nei secoli precedenti erano sorgenti perenni che allagavano la piana di Rosia formando la palude di Orgia (fig. 1), mentre nel secolo XVII divennero intermittenti riapparendo a intervalli irregolari di qualche decennio.

Questo fenomeno, ben documentato negli archivi, nelle relazioni dei naturalisti e nella tradizione popolare, suscitò un rinnovato interesse grazie a un articolo pubblicato nel quotidiano "la Nazione" (8 aprile 1961) firmato da Giovanni Betti, residente nella zona, appassionato cultore della propria terra e preoccupato per la grave crisi dell'agricoltura, a quell'epoca già in atto. Nel suo articolo, oltre a dare notizia della ricomparsa delle sorgenti (fig. 2), egli ipotizzava l'esistenza di un grande lago sotterraneo che raccoglieva le acque circolanti sotto

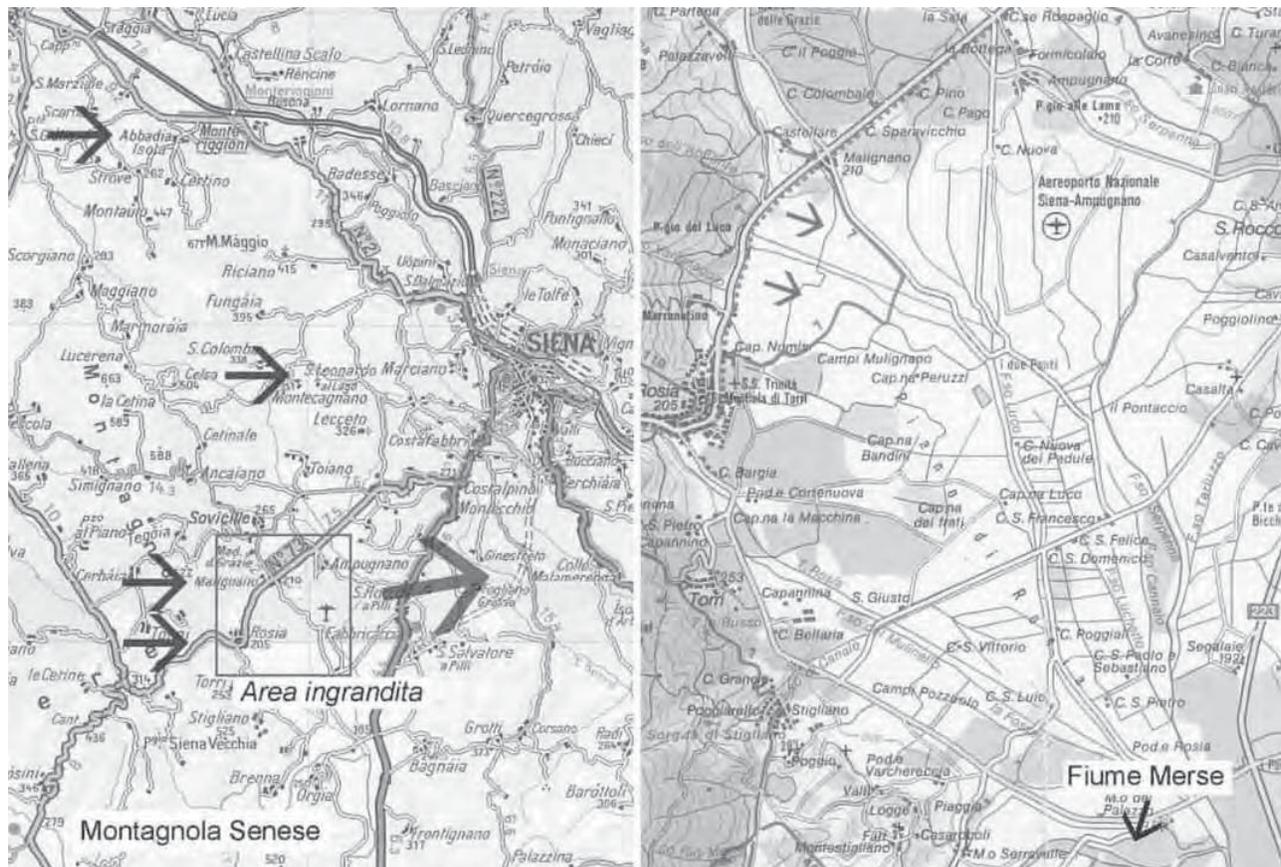


Fig. 1 - Le località inerenti la trattazione: nella mappa a sinistra, a nord Monteriggioni e Abbadia a Isola; sotto il rilievo calcareo della Montagnola Senese (Monte Maggio) e a ovest di Siena il polje di Pian del Lago (presso S. Leonardo al lago); a sud, la pianura di Rosia (ex palude di Orgia) e le sorgenti del Luco (presso Malignano). Nella mappa ingrandita, a destra, è evidenziata la pianura di Rosia (ex palude di Orgia), compresa tra la statale 73 e la 223, oggi in parte occupata dall'aeroporto di Ampugnano. Tra Rosia e Malignano è il rilievo calcareo del Luco, alla base del quale scaturivano le sorgenti intermittenti attualmente captate; tutti i corsi d'acqua sono tributari del fiume Merse.

Fig. 1 - The locations related to the discussion: the map on the left, north Monteriggioni and Abbadia Isola, under the calcareous relief of Montagnola (Monte Maggio) and west of Siena on the Pian del Lago Polje (near St. Leonardo al lago); to south, the plain of Rosia (former marsh Orgia) and the source of Luco (near Malignano). In the large map, right, has highlighted the plain of Rosia (former marsh Orgia), between the main road 73 and 223, now partly occupied by Ampugnano airport. Among Rosia and Malignano there is the calcareous relief of Luco, at the foothill of which flowed intermittent sources currently captured; all the rivers are tributaries of Merse river.

la “Montagnola senese” e, tramite un complicato sistema sifonante, faceva sgorgare periodicamente le acque nei fossi del Luco e nella piana di Rosia.

La temperatura dell’acqua (14,5°), la sua durezza calcarea, la situazione geomorfologica (contatto tra strato calcareo e detriti sabbioso-argillosi) avvaloravano l’ipotesi. Circa la strana e irregolare intermittenza, il Betti ricordava le due precedenti effusioni periodiche: quella del 1915-18 e quella del 1940, testimoniate dagli anziani del luogo che avevano coniato il detto popolare: “quando il Luco butta forte, carestia o morte”, volendo significare che le effusioni coincidevano con periodi di lutto o di disastro.

I testimoni asserivano che insieme alle acque fuoriuscivano rospi e serpi bianchi e che, agli inizi del fenomeno, presso le “buche del Luco” si udivano degli strani boati, tanto che il luogo era chiamato il Muglione (nel gergo locale stava ad indicare il muggito dei buoi). Nell’articolo, il Betti proponeva una serie di interventi per scoprire il lago sotterraneo: studi geologici, misu-

razioni, prospezioni aeree e sondaggi; invitava enti e organismi a effettuare le ricerche e a reperire i finanziamenti necessari, prospettando la grande importanza di una tale abbondanza idrica sia per uso agricolo sia per potenziare l’acquedotto civico ormai non più sufficiente alle aumentate esigenze della comunità. Le sue proposte furono accolte “...per lo più con qualche risolino di compatimento..”, come racconta egli stesso nella successiva pubblicazione delle sue ricerche in un libro. Lanciò un appello anche agli speleologi del gruppo di Sarteano, l’unico operante in provincia a quell’epoca. Il gruppo aderì ed effettuò le prime esplorazioni di varie cavità della Montagnola (1961-62).

L’attività proseguì sempre più intensa con l’Associazione Speleologica Senese nella quale confluì il gruppo di Sarteano. Il Betti fu uno dei fondatori insieme al parroco di Santa Colomba; divenne il nostro assiduo trasportatore con la sua vecchia auto, durante le esplorazioni delle cavità della Montagnola; aspettava con certezza pazienza all’esterno sperando che si trovasse



Fig. 2 - a) La polla principale delle sorgenti del Luco riappare nell'aprile 1961, in una rara foto dell'epoca, scattata lungo la statale 73 al km 65,300 in località Malignano- Rosia.

Fig. 2 - b) La stessa polla sorgiva (disseccata) nello stesso luogo (luglio 2009). La sorgente è captata per uso idrico. La centrale di pompaggio è situata poco distante al di sopra della strada.

Fig. 2 - a) The main spring at Luco, as visibile in April 1961, in a photo of the time, shot along the State Road 73, km 65,300 in locality Malignano- Rosia.

Fig. 2 - b) The same spring (dry) in July 2009. The spring is tapped for hydric use.



un accesso al “suo” lago. Nel 1962 pubblicò le sue ricerche d'archivio che chiarirono molti aspetti ambientali e storici che qui riassumiamo in breve (BETTI, 1962).

Già nel 1302 fu redatto in latino (in seguito tradotto in volgare) un “*Constitutum*”, cioè una legge emanata dai governanti della Repubblica senese, per regolare diritti e doveri dei proprietari dei terreni situati nella palude di Orgia (oggi la pianura di Rosia). Costoro avevano l'obbligo di regimare le acque del Luco: “...*sciampare et incupare le fosse...*”, cioè sgomberare i canali dalla vegetazione e approfondirli per assicurare il deflusso delle acque e impedire i ristagni che formavano aria mefitica e “...*ammorbante...*”. Dovevano pagare squadre di cacciatori che allontanassero dalla palude oche selvatiche e altri animali e impedire che quelli domestici rovinassero gli argini. Un messo nominato dai governatori aveva l'incarico di controllare il rispetto delle regole e, nell'esercizio delle sue funzioni, doveva indossare una cuffia rossa come segno distintivo. Le spese erano ripartite in base all'estensione delle rispettive proprietà registrate in una tra le più antiche forme di catasto terreni detto “*tavolato*” (dal nome di una misura di superficie senese, la tavola, corrispondente a circa 340 mq). Erano sotto stretto controllo i diritti di pesca e la vendita dell'abbondante pesce che popolava la palude, a dimostrazione che in quell'epoca le acque del Luco erano perenni. Altra prova fu rinvenuta del Betti nell'archivio di Stato di Siena; egli pubblicò parzialmente una mappa della palude ove erano chiaramente segnate le sorgenti col nome di “*Buke del Luco*” e presso la scaturigini era riportato un mulino che, ovviamente, per funzionare aveva bisogno di un flusso costante.

Recentemente è stato possibile rintracciare la mappa

pubblicata dal BETTI (1962), che riproponiamo per intero (fig. 3). Oltre a quanto descritto vi si nota anche un altro mulino più a valle del corso della “gora” del Luco. La mappa non è datata ma è sicuramente attribuibile al secolo XVII, sia per i documenti insieme ai quali è collocata, sia per lo stile, sia per la rosa dei venti tipica dell'epoca (dove “T” sta per tramontana; “G” per grecale; “S” per scirocco; “O” per ostro; “L” per libeccio; “P” per ponente; “M” per maestrale).

Da ulteriori documenti si apprende che almeno dal 25 aprile 1709 inizia la discontinuità delle sorgenti perché in una dettagliata descrizione della palude si attesta: “... *stante che erano già 12 anni che non si era vista l'acqua del detto Luco...*”. Quindi almeno dal 1697 le sorgenti cessarono di essere perenni. Nello stesso documento (Vol. 2040, inserto I Arch. St. Siena) si trova ulteriore conferma che il mulino non funziona più: “... *le acque della stessa gora, che con le medesime mandava un mulino è oggi distrutto e restatovi il semplice colombaio, posto in mezzo ai campi del signor Cerretani...*”. Nei secoli successivi si hanno notizie più precise: così descrive le sorgenti lo storico GIGLI nel suo “Diario Senese” del 1854 (pag. 632): “... *Si vede nella strada maestra di sotto un masso scaturire una vena d'acqua denominata il Muglione poiché quivi in certi tempi suol sentirsi per molte miglia all'intorno un prodigioso muggito cagionato dai movimenti dell'acqua sotterranea di quelle montagne. La detta sorgente chiamasi ancora Luco ...*”. Ancora più circostanziata la descrizione del geologo LOTTI nelle sue “Nuove osservazioni della geologia della Montagnola senese” del 1888: “...*credo opportuno dare un cenno sopra la curiosa sorgente del Luco che scaturisce a Barignano presso Rosia ... trattasi*

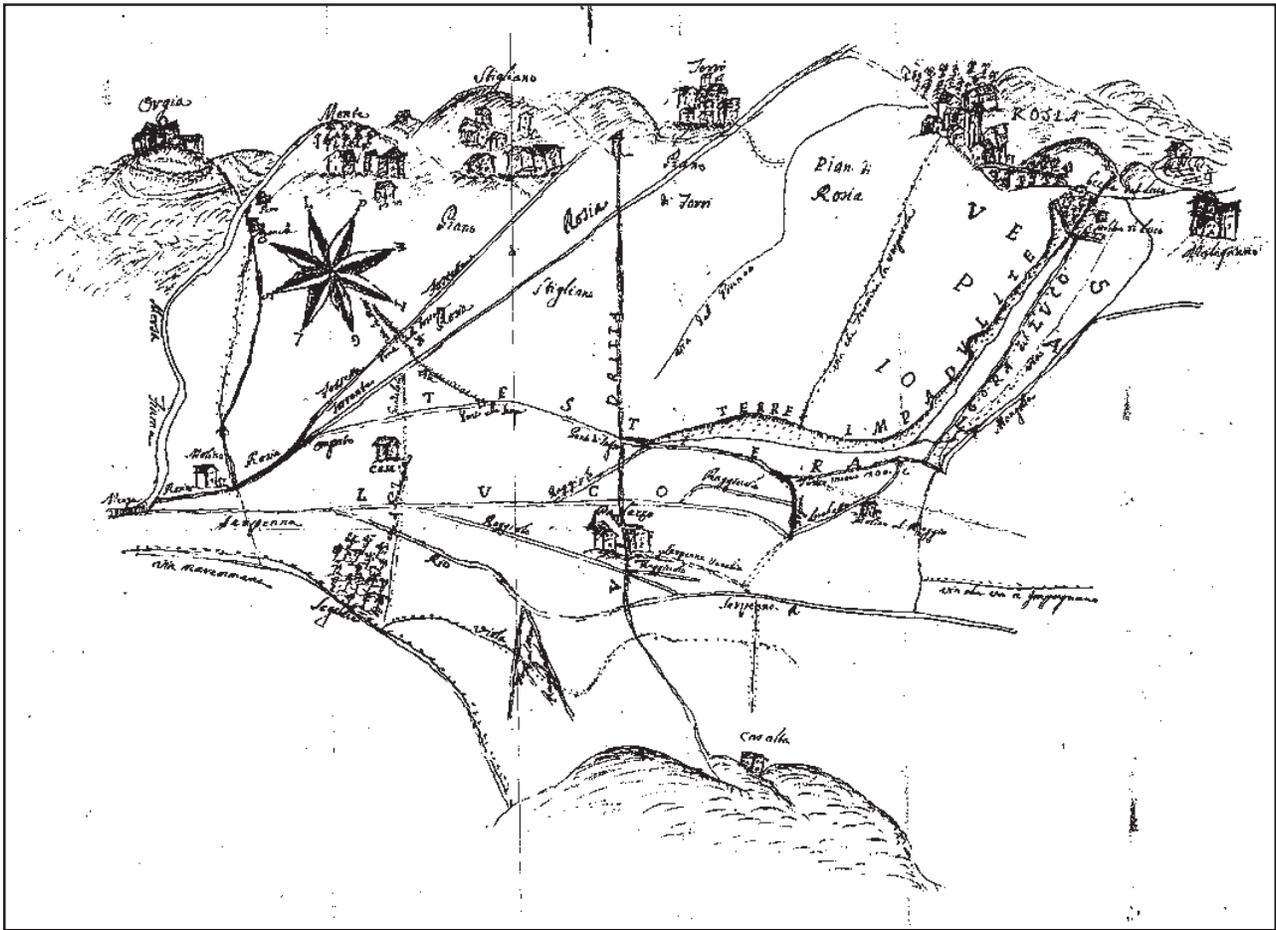


Fig. 3 - Mappa seicentesca della palude di Orgia (piana di Rosia), pubblicata parzialmente dal BETTI (1962) e rintracciata presso l'Archivio di Stato di Siena (vol. 2039 - Quattro Conservatori, autorizzazione alla pubblicazione n° 789/2009). Vi sono chiaramente riportate le "Buke del Luco" dalle quali sgorgano le polle sorgive; vicino ad esse, all'inizio della "gora del Luco" sorge il "Molino del Luco"; più oltre, presso il fosso Luchetto, il "molino al Raggio". E' evidenziata la zona paludosa e i molti fossi drenanti.

Fig. 3 - Old map of the Orgia Swamp (Rosia plain), partially published by BETTI (1962) and found at the State Archivi at Siena. It shows "Buke del Luco" with the related springs, and, nearby, the "Luco Water Mill" and, near the Luchetto incision, the "Raggio Water Mill". The swamp area and the many draining channels are also indicated.

a mio parere di un corso d'acqua sotterraneo ... in addietro l'efflusso dovette persistere per tempi assai lunghi, poiché in prossimità della sorgente fu costruito un mulino, che però fu abbandonato ed ora ne rimangono i ruderi ... Trattasi a mio parere di un corso d'acqua sotterranea che mantieni tale in condizioni meteorologiche normali mentre che diviene in parte superficiale in seguito a periodi eccezionalmente piovosi. Le condizioni stratigrafiche appoggiano questa idea, poiché risulta che l'acqua di questa sorgente si raccoglie presso il contatto tra i calcari cavernosi, roccia assorbente per eccellenza, e gli scisti argillosi sottostanti che funzionano da letto impermeabile. Ora se ricordiamo che l'ubicazione di detta sorgente avventizia è alla base di un gruppo di poggi calcarei e se notiamo che gli strati scistosi inclinano verso di essa è ragionevole supporre che il contatto tra le due rocce e quindi il corso d'acqua sotterraneo possa trovarsi prossimo alla superficie nel punto di scaturigine del Luco. Ciò sarebbe in armonia col rumoreggiare sotterraneo che in antico procacciò alla sorgente il nome di Muglione ...". Ulteriore conferma troviamo nel commento alla carta idrografica d'Italia (MINISTERO AGRICOLTURA INDUSTRIA E COMMERCIO, 1904, pag. 138): "...

Oltrepassate di poco le case di Barignano e prima di giungere a Malignano in comune di Sovicille, sulla provinciale tra Siena e Massa Marittima, si trova il fosso Luco che comincia sotto la strada medesima, anzi sotto un chiaviccotto di questa, ove a lunghi intervalli di tempo si scorge, o meglio si sente defluire una scaturigine che sembra precipiti da un gradino. Si noti che la detta strada è tracciata sull'unghia degli estremi contrafforti della Montagnola Senese i cui calcari spariscono ivi sotto la pianura alluvionale, che si estende di fronte per oltre 3 km e molto di più a Sud-Est. Al contatto dei detti calcari col terreno alluvionale, alla quota fra m 193 e m 197 si presenta alle volte una linea di sorgenti, alcune delle quali ben definite, altre invece quali infiltrazioni nei solchi di terreno e nei fossetti di scolo della campagna. Le sorgenti d'infiltrazione, che si potrebbero dire freatiche, sono molto sparse e formano acquitrini su alcuni ettari di superficie. Tutte quante in ultimo, riunite nel fosso Luco predetto si versano nel torrente Rosia, poco prima del suo sbocco nel fiume Merse. L'acqua è limpida, buona al palato e segna 14,75 di temperatura. Nulla havvi di più volubile di queste sorgenti, le quali presentano fenomeni degni di nota. Infatti sono tempo-

*raane e lo sono a lunghi periodi non determinabili, per mancanza di regolari osservazioni ...”.*

Analoghe e ancor più dettagliate sono le spiegazioni di MARCACCINI (1961). Il BETTI (1962) raccolse una testimonianza che non è mai stata approfondita nel momento opportuno: *“...Ho veduto a monte della sorgente del Luco, nell’aia del podere Barigiano, in una grotta artificiale, una fessura nella roccia. Il figlio del colono che ha scavato la grotta asserisce che questa fessura è un inghiottitoio attivo e che, fin quando la grotta non servì da porcile, i sassi gettati nella fessura cadevano in acqua. Oggi invece si sentono solo precipitare..”.*

Fin da tempi remoti, le “stranezze” del Luco colpirono la fantasia popolare; anche gli Etruschi erano a conoscenza del fenomeno: presso le sorgenti a pochi metri dal km 65,300 sul lato opposto della strada, si estende una vasta necropoli di tombe a camera, per lo più profanate in antico. Nel 1961, all’epoca delle prime esplorazioni promosse dal Betti, alcuni contadini ci segnalavano molte cavità naturali e, senza distinzione, alcuni ingressi di tombe che segnalammo all’Ente del Turismo di Siena. Nel 1964-65 furono sistematicamente scavate dal Prof. Philips dell’*Etruscan Foundation*. Con lo scavo si recuperarono interessanti reperti e si dimostrò che le tombe erano ricavate in due strati geologici di differente consistenza: il superiore in roccia compatta, l’inferiore in roccia incoerente composta da sabbie e conglomerati, tanto che la parte inferiore di alcune tombe era consolidata da conci e lastre di pietra appositamente collocate. Se consideriamo il fatto che bastava scavare pochi metri più su nel poggio del Luco per eliminare l’inconveniente e che gli Etruschi erano maestri nella conoscenza del sottosuolo si può dedurre che la realizzazione delle tombe allo stesso livello dell’affioramento sorgivo sia stata effettuata deliberatamente a scopo rituale; è ben nota la speciale sacralità che essi attribuivano alle scaturigini della madre terra. Non a caso un articolo del quotidiano la Nazione che all’epoca riassumeva l’intervista e i risultati dello scavo aveva come titolo: *“Gli Etruschi conoscevano il segreto del Luco?”*. Le ricerche e le proposte del Betti, pressochè ignorate e sottovalutate nel 1961, si rivelarono attendibili e soprattutto utili anni dopo. Il 17 luglio 1973 esce, sempre sulla Nazione, un articolo a tutta pagina dal titolo. *“Sgorga a 28 litri al secondo l’acqua delle sorgenti del Luco - Il grande bacino di raccolta sotto la Montagnola è una realtà”*. Vi si riassumono le ricerche del BETTI (1962) e si annuncia il progetto di sfruttamento della grande riserva d’acqua sotterranea, ormai indispensabile per soddisfare l’enorme aumento di consumo della città e dei comuni circostanti nonché l’irrigazione della fertile pianura di Rosia. L’acqua è pompata da una profondità media tra 60 e 90 metri attraverso tre pozzi, poi incanalata verso un grande serbatoio dove è miscelata con il già esistente acquedotto del Vivo, quindi immessa nella rete idrica. Dal lato pratico la questione delle sorgenti del Luco si conclude così. Restano da approfondire due aspetti collegati all’opera idraulica che verrà descritta nel successivo capitolo:

a) Le sorgenti furono perenni fino al 1697 (o forse anche prima) dopodiché divennero irregolari e intermittenti, come abbiamo dai documenti.

b) Il grande bacino sotterraneo, dovuto agli apporti della diffusa fessurazione e agli assorbimenti carsici della circostante Montagnola, è probabilmente collegato al vasto polje di Pian del Lago situato più a nord, dove è stata realizzata la settecentesca canalizzazione sotterranea del Granduca.

#### IL PIAN DEL LAGO (O LAGO DI S. COLOMBA)

Nel fianco SE della Montagnola (5 km a W di Siena) si estende per 25 kmq l’ampia depressione tettonico-carsica di Pian del Lago (raro esempio di polje in Toscana meridionale) circondata e chiusa tutto intorno da una serie di rilievi di calcare cavernoso (fig. 4). Notizie di Autori antichi e recenti confermano che in passato il piano era soggetto a frequenti inondazioni e non restava mai completamente a secco, tanto che vi abbondavano i pesci, soprattutto tinche, come apprendiamo da DEI (1887), e dal diario inedito del pievano Annibale Mazzuoli, parroco di Santa Colomba, conservato nell’archivio della pieve suddetta (gran parte delle notizie che seguono sono riprese dai suddetti Autori). A differenza della già descritta palude di Orgia, originata dalle sorgenti del Luco, le opere di regimazione di Pian del Lago erano gestite da una Congregazione composta dai proprietari dei terreni costieri che concordavano le modalità di esecuzione dei lavori di canalizzazione, le regole fondamentali per non danneggiarli e i criteri di coltivazione dei terreni saltuariamente allagati. Inoltre provvedevano all’appalto annuale dei diritti di pesca mediante asta pubblica con autorizzazione governativa, emettendo un bando controllato dal Magistrato di Mercanzia, nella residenza del quale i proprietari tenevano le loro riunioni. I proventi dell’appalto di pesca contribuivano in parte alle spese di manutenzione. Questa situazione si prolungava da secoli, ma il problema assillante era l’aria malsana che causava la malaria, allora denominata *“febbre miasmatica”*, che minacciava anche Siena (distante circa 5 km). In questo caso la bonifica non si poteva realizzare con semplici canalizzazioni, come nella piana di Rosia allagata dalle sorgenti del Luco. Qui il problema era più complesso e richiedeva, come vedremo, un intervento



Fig. 4 - Il polje di Pian del Lago; sullo sfondo la barriera calcarea che lo circonda.

Fig. 4 - The Pian del Lago polje and, in the background, the calcareous barrier surrounding it.

più radicale. Le acque stagnavano per 156 ettari e per un'altezza di 5 braccia senesi (circa 3 m); erano smaltite parzialmente da alcuni inghiottitoi naturali periferici descritti dal geografo CANESTRELLI (1909): "... *tre piccoli, oggi cancellati, nel margine sud-orientale, detti anche bottini di Tancredi (o "pozzini"); due più grandi a mezzogiorno, uno dei quali detto del Mulinaccio, altri ancora sull'orlo occidentale ...*". L'unico ancora oggi esistente, del quale tratteremo diffusamente, è quello del Mulinaccio, inghiottitoio naturale nel quale erano convogliate le acque di scolo del canale principale che alimentava un mulino fino al 1664, quando fu fatto demolire dal Magistrato di Sanità. Così lo descrive nel 1767 l'ingegnere PERELLI, professore all'Università di Pisa nella sua relazione sopra l'acqua di Pian del Lago: "... (*lo scarico del lago avviene*) *mediante una Bocca di Caverna aperta naturalmente, dalla quale le acque condottevi per un fosso maestro scavato apposta, venivano assorbite in copia sufficiente a muovere le ruote di un mulino, del quale si scorgono tuttavia i vestigi. Ma essendosi al giorno d'oggi ristretto il vano della caverna accennata, o per l'ingombro portato dall'acqua, o per qualche frana caduta, non è più bastante a scaricare quel corpo d'acqua che smaltiva una volta ... Infatti non è nota nè la direzione della caverna, nè la profondità alla quale discende nè dove vada finalmente a metter capo ...*". Questa descrizione sarà il suggestivo stimolo per le ipotesi del Betti e per le ricerche dei gruppi speleologici senesi; nella storia del Pian del Lago rappresenta la fine degli interventi di bonifica provvisori e mai risolutivi del passato e l'inizio del progetto definitivo di bonifica che portò alla realizzazione della galleria sotterranea. Uno dei più antichi documenti è riportato nei libri di Biccherna (tasse e riscossioni) del dicembre 1226: sono registrati i pagamenti per la revisione delle "bocche" del lago cioè gli inghiottitoi dei Bottini Tancredi e del Mulinaccio, per assicurare il deflusso. Nel 1309 uno speciale Statuto obbliga i proprietari a ripulire i fossi di scorrimento. Nel 1369 i proprietari chiedono al Consiglio Generale di Siena la facoltà di nominare alcuni "officiali" incaricati di sovrintendere alle opere di manutenzione. Nel 1679 la Congregazione dei proprietari chiede al Monte dei Paschi di Siena il contributo di 400 ducati per i lavori al fosso maestro che immette nell'inghiottitoio del Mulinaccio. Nel 1715 Padre Raffaelli, rettore del nobile collegio Tolomei di Siena, presenta per la prima volta al Granduca Cosimo III un progetto razionale di prosciugamento, ma il disaccordo fra i proprietari ne affossa l'attuazione. Nel 1751, la relazione del già citato PERELLI conclude che il deflusso assolto in passato dal Mulinaccio non è più sufficiente ed è quindi necessario "... *scaricare, per un canale fabbricato apposta, le acque delle campagne di Pian del Lago nel torrente Rigo piuttosto che di procurarne lo scolo mediante l'escavazione della Caverna ...*". Passano altri anni fra liti e discussioni finché nel 1765 viene dato l'incarico al naturalista Padre Saverio Ximenes di esaminare il progetto di prosciugamento e riferire quali garanzie di riuscita offre. Costui nella sua relazione favorevole presentò una pianta del lago e delle proprietà circostanti, disegnata da lui stesso (fig. 5) e consigliò di affidare l'impresa al nobile Francesco

Bindi Sergardi, ideatore del nuovo progetto e proprietario di notevoli appezzamenti del Piano del Lago. Continuarono ancora le diatribe, le critiche e i disaccordi, ma i tempi erano ormai maturi per la realizzazione. Il progetto Bindi fu accolto favorevolmente (6 luglio 1766) dall'Uditore Generale di Siena, diretto portavoce del nuovo Granduca Pietro Leopoldo I, un principe illuminato, filantropico, aperto alle riforme moderne e alle imprese utili al progresso e alla comunità. Quindi, appianate le discordie tra i proprietari e risolte le questioni burocratiche, fu dato l'assenso alla realizzazione del canale sotterraneo. A differenza delle altre bonifiche lacustri effettuate in Toscana mediante opere di colmata o di deviazione per drenaggio attraverso canali superficiali di scolo, la bonifica di Pian del Lago fu complessa e ardua per quei tempi: fu necessario scavare un lungo scolmatore sotterraneo che, superata la barriera nel lato sud, immetteva le acque nei torrenti Rigo, Serpenna e Rosia fino al fiume Merse. Oltre alla complessità dello scavo, la galleria, poi detta del Granduca, fu un complicato caso di penetrazione artificiale in un ambiente carsico naturale.

#### LA GALLERIA DEL GRANDUCA (O "GUGLIA")

Il 9 novembre 1766 iniziarono i preparativi per scavare la galleria e il 5 dicembre cominciò il lavoro vero e proprio in base al progetto che prevedeva lo scavo di un lungo scolmatore sotterraneo, nel lato SE del polje, attraverso la barriera calcarea che lo circondava. Il percorso progettato si diresse inizialmente verso E, poi a SE e infine a S, per scaricare le acque di scolo nel torrente Rigo. La scelta della direzione non del tutto lineare, quindi più lunga, era motivata dall'intento di ridurre il lavoro di scavo dei 22 pozzi di aereazione della galleria. Infatti, osservando le quote topografiche della zona sovrastante si nota che un percorso più breve e lineare avrebbe richiesto lo scavo di alcuni pozzi profondi tra 40 e 50 metri, mentre nel percorso scelto fu di poco superata la profondità di 20 metri (fig. 6). L'impresa fu costosa e molto ardua per l'epoca; il nobile senese Francesco Bindi Sergardi, autore e fautore del progetto vi spese la somma di 37.000 scudi: riuscì a prosciugare il lago, ma prosciugò anche le proprie ricchezze. Per ultimare e perfezionare l'opera ci volle l'intervento tecnico e finanziario del Granduca Pietro Leopoldo I al quale vennero poi attribuiti tutti i meriti. Oltre alle interminabili discordie tra proprietari si incontrarono inconvenienti di vario tipo: disgrazie, disastri, assenteismo di alcuni operai che, a causa della scarsa sorveglianza, "... *lasciavano spesso il lavoro per starsene inoperosi e magari giuocare entro il sotterraneo che veniva scavato ...*", furti di materiale, di attrezzi di scavo e di polvere da mine. Nonostante tutto, il lavoro proseguiva e il Bindi attingeva ulteriore entusiasmo dalle visite ufficiali del Granduca effettuate il 4 maggio 1767 e il 22 ottobre 1768. Un controllo dei periti incaricati accertò che il 24 giugno 1770 mancavano solo 19 braccia e un quarto (m 11,57) da scavare entro il termine di un mese. Lo scavo incontrò in alcuni tratti calcare cavernoso molto consistente tanto da doverlo rompere a



Fig. 5 - Mappa del Piano del Lago (o di S. Colomba) completamente inondato dalle acque di un'inondazione. Fu redatta nel 1765 dal naturalista Padre Saverio Ximenes per censire i terreni dei proprietari (per lo più nobili e religiosi). In previsione della costruzione della galleria di scolo si evidenziavano due possibili deflussi: uno a SW (a sinistra nella mappa) verso il torrente Rigo (soluzione che fu poi prescelta) l'altro a SE (a destra nella mappa) verso il torrente Arnano. Di fronte alla freccia del N è situata l'insenatura ove si trova l'inghiottitoio naturale del Mulinaccio, zona appartenente ai P.P. Agostiniani del Monastero di S. Leonardo al Lago. Le scale di misurazione sono: a sinistra in braccia fiorentine a destra in braccia senesi (per la differenza di queste misure, vedi testo). La mappa è conservata nell'Archivio di Stato di Siena, Vol. 3054, Quattro conservatori n° 260; autorizzazione alla pubblicazione n° 789/2009.

Fig. 5 - Map of Piano del Lago (or S. Colomba) completely flooded. The map was drawn in 1765 by the naturalist Father Saverio Ximenes to produce an inventory of the terrains. Thinking of the construction of the draining gallery, two possible water flows were indicated: the first to the SW (left in the map) toward the Rigo torrent (this was the solution chosen), and the other to the SE (right in the map) toward the Arnano torrent. Close to the N arrow there is the inlet where the Mulinaccio natural swallow hole is located, in an area belonging to the Agostinians Fathers of the S. Leonardo al Lago Monastery. Measure units are: to the left, in florentine arms, to the right in senesi arms (see text for the exact measures).

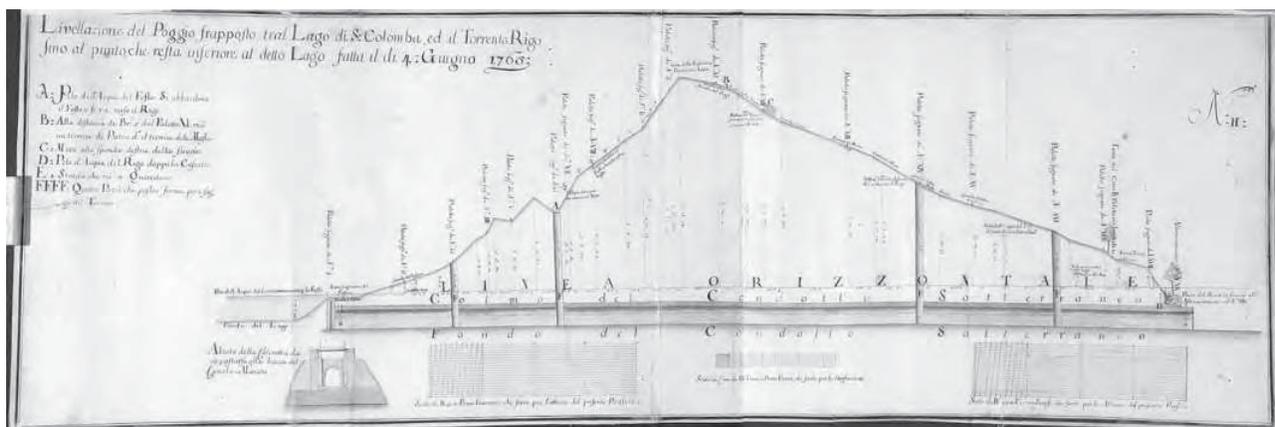


Fig. 6 - Mappa di livellamento (1765) per lo scavo della galleria sotterranea, attraverso il rilievo calcareo che chiude il polje, partendo dal bordo SW del lago (a destra) per sfociare nel torrente Rigo (a sinistra). Vi sono riportati tutti i paletti di misurazione e i 4 pozzi principali. In corso d'opera saranno molti di più (22). La mappa è conservata nell'Archivio di Stato di Siena, Vol. 3054, n° 258; autorizzazione alla pubblicazione n° 789/2009.

Fig. 6 - Levelling map (1765) for the realization of the underground gallery, throughout the limestone ridge bounding the polje, from the SW lake margin (right) to the Rigo torrent (left). The measuring points and the 4 main shafts (out of the final 22) are also indicated.

furia di mine per le quali furono usate 18.577 libbre di polvere (la libbra corrisponde a grammi 339,5). A metà novembre le acque cominciarono a defluire attraverso il canale e finalmente tutto il terreno fu prosciugato. Il Bindi festeggiò l'avvenimento "...con fuochi d'artificio e allegrezze grandi ...", ma tra il 20 e il 21 dicembre 1770 "... una terribile bufera seguita da piogge torrenziali così forti che i più vecchi del luogo non ricordavano di aver mai veduto ..." provocò un'enorme inondazione e il Piano del Lago tornò completamente sott'acqua. Il Bindi non si arrese e fece liberare l'imbocco del sotterraneo dagli ostacoli ammassati dalla furia delle acque e nel febbraio 1771 il canale riprese a scorrere e il lago fu di nuovo prosciugato. Fu in questa occasione che egli riscontrò una notevole differenza tra la quantità d'acqua che entrava all'imbocco (incile) e quella che usciva. Si apprende da una lettera che il BINDI (1774) inviò a suo fratello, riportata a pag. 207 della " Raccolta di autori che trattano del moto dell'acqua " (Firenze, 1774): "... la mattina alle 8,30 del 16 febbraio si aprì la diga e alle 9,30 l'acqua sboccò nel torrente Rigo in una colonna di due braccia larga e una alta; l'acqua entrava all'incile in quantità il doppio maggiore di quella che ne sortiva, così per conseguenza quest'acqua maggiore veniva consumata da diciassette caverne che si trovano nel sotterraneo nello spazio di 400 braccia di diverse figure e grandezze ...". Evidentemente lo scavo della galleria aveva incontrato un sistema di cavità naturali, a dimostrazione dell'intensa carsificazione sotterranea della Montagnola.

Un socio della Commissione Cavernicoli CAI di Siena, Pietro Gittarelli, purtroppo scomparso e che ricordiamo con simpatia e rimpianto, rintracciò (non si sa in quale archivio) la copia di un disegno probabilmente del Ferroni (anno 1777) dove sono indicati i lavori di perfezionamento della galleria e vi sono riportati i profili di alcune delle suddette caverne (fig. 7) incontrate nello scavo e in seguito accuratamente occultate dalle murature. A quell'epoca il granduca aveva conferito incarichi amministrativi al collegio di Balìa e al marchese Cennini per erogare il denaro necessario a completare i lavori, mentre affidò la parte tecnica al matematico Pietro Ferroni che progettò la livellazione e sistemazione del fosso maestro e dei suoi tributari a monte dell'imbocco della galleria che fu rettificata e perfezionata con la costruzione di spallette a volta e in mattoni nei tratti mancanti, abbassamento e correzione della linea di fondo del sotterraneo e sua totale lastricatura. Progettò anche un nuovo imbocco (incile) più in avanti di 168 braccia e un nuovo sbocco (emissario) più in giù di 160 braccia. Pertanto la galleria risultò prolungata di 328 braccia che, aggiunte alle 3287 già scavate dal Bindi portarono a un totale di 3615 braccia senesi corrispondenti a metri 2173 (il braccio antico senese corrisponde a m 0,601; il braccio fiorentino a m 0,583). Una recente misurazione, effettuata dagli appassionati volontari dell'Associazione "La Diana" ai quali va il merito e l'elogio di aver ripristinato l'agibilità e l'uso pubblico del sotterraneo, ha dato come risultato una lunghezza di m 2321 (CIOLI et al., 1999). Nelle nostre passate e numerose visitazioni, fatte soprattutto con l'intento di scoprire eventuali pertugi in comunicazione

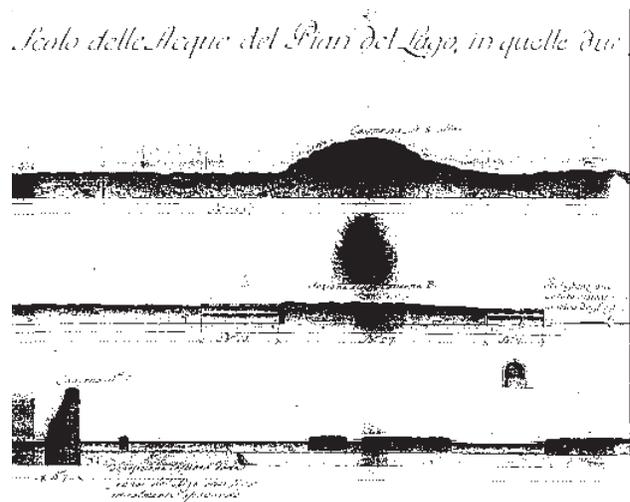


Fig. 7 - Riproduzione parziale del "Profilo del canale sotterraneo fatto per lo scolo delle acque del Pian del Lago, in quelle due porzioni (estreme ?) che sono state visitate nel dì 6 settembre dell'anno 1777". Probabile estensore è il matematico FERRONI incaricato dal Granduca di perfezionare e ultimare i lavori. Nel 1770 il BINDI SERGARDI (primo esecutore dell'opera) aveva riscontrato che parte delle acque di scolo si disperdevano lungo il percorso della galleria in "...diciassette caverne naturali ...". In questo tratto ve ne sono riportate alcune che poi vennero murate.

Fig. 7 - Partial reproduction of the "Profile of the underground channel for draining the water at Pian del Lago, in the two parts visited on September 6, 1777", likely drawn by the mathematician FERRONI, who was encharged by the Grand Duke to finish the engineering works. In 1770 BINDI SERGARDI had noted that part of the water got lost along the gallery in "...seventeen natural caverns ...". In this sector some of them are shown, that were later on closed.

con sistemi carsici naturali, abbiamo sempre sorvolato sulla misurazione, dandola per scontata. Nel periodo post-bellico e nei primi anni '60 dello scorso secolo la galleria fu prossima al collasso e al degrado completo a causa della quantità di rifiuti d'ogni genere, residuati bellici, carogne di animali non solo trascinati dalle acque ma anche gettati intenzionalmente attraverso i dieci pozzi (fig. 8). Questi, all'epoca dei lavori per scavare la galleria erano 22 ma, a opera ultimata, per con-



Fig. 8 - Uno dei dieci pozzi di aereazione aperti sulla volta della galleria del Granduca.

Fig. 8 - One of the ten air shaft in the gallery of the Grand Duke.

siglio del matematico FERRONI (in DEI, 1877) ne furono richiuse 12 ormai inutili, come si può vedere nell'accurata mappa del Piano del Lago e della galleria disegnata da lui stesso e poi pubblicata nel libro di APELLE DEI nel 1877 (fig. 9). Percorrere oggi la galleria è gradevole e agevole (fig. 10) salvo il raro caso di qualche eccezionale apporto temporalesco; si procede osservando le opere murarie solide e ben conservate; nella sommità dei pozzi hanno trovato alloggio colonie di pipistrelli (Rinolofi e Myotis); lungo le pareti, in corrispondenza di pertugi di drenaggio si sono formate numerose incrostazioni stalagmitiche (fig. 11). Quello che più colpisce è la notevole e assortita quantità di segni impressi nelle pareti da ignoti operai e maestranze: iscrizioni, graffiti, simboli, calcoli, date, schemi, proverbi e immagini, alcune delle quali strane ed enigmatiche come, ad esempio, un'imbarcazione e due uccelli, forse simboli di libertà (fig. 12). La realizzazione della canalizzazione sotterranea risulta ancora oggi ammirevole e tuttora funzionale, grazie alla solidità e genialità dei lavori in muratura con il pavimento e le pareti completamente foderate in pietra e la volta a botte in mattoni. Richiese un tenace e imponente impegno di maestranze, operai e mezzi per 14 anni (1766-1780) e una spesa grandiosa che costò al Bindi Sergardi (il primo esecutore, poi dimenticato) 37.000 scudi. Altri 30.000 scudi furono erogati dal granduca Pietro Leopoldo I di Lorena, che fece perfezionare e ultimare i lavori. A lui furono poi attribuiti tutti i meriti come dimostra una stele commemorativa a forma di obelisco (simbolo massonico) detta localmente "guglia" o "piramide" (fig. 13). È collocata al di sopra dell'ingresso della galleria; alla sua base, una lapide marmorea incisa plaude in un latino magniloquente all'opera mirabile del Granduca. La lapide ha



Fig. 10 - Lo sbocco della galleria del Granduca nel torrente Rigo.

Fig. 10 - Outlet of the Grand Duke gallery in the Rigo torrent.

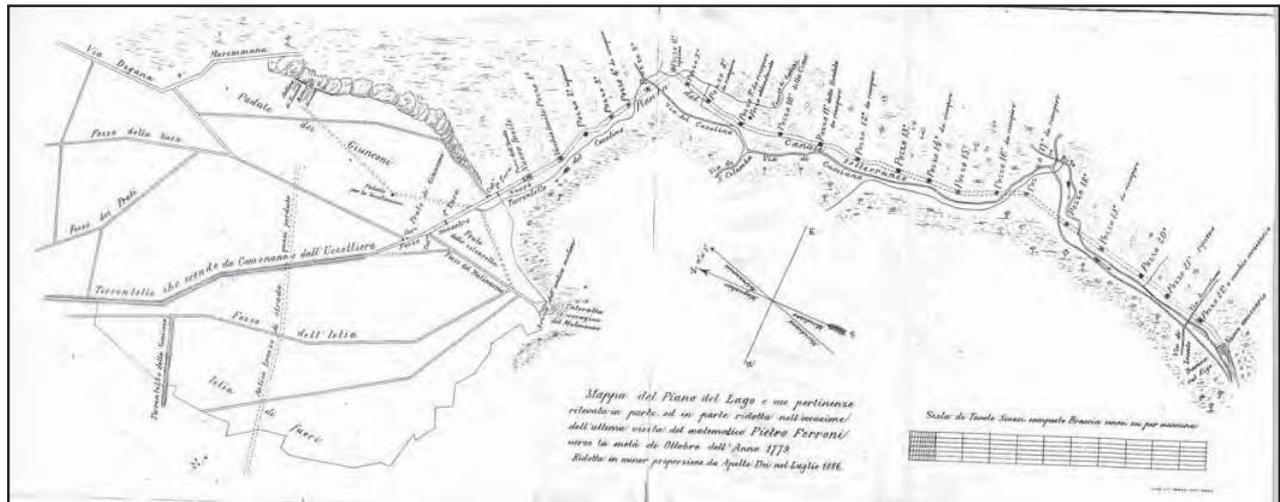


Fig. 9 - Mappa completa del Pian del Lago e della galleria del Granduca. I fossati del piano sono convogliati nel canale maestro che immette all'imbocco del sotterraneo (incile). Il percorso ipogeo è scandito dai 22 pozzi ancora aperti, ma sono già indicati quelli da richiudere. Sul bordo orientale del polje sono segnalati i "Bottini di Tancredi", inghiottitoi non più rintracciabili. Nel margine SW è segnalato l'inghiottitoio del Mulinaccio (detto "cataratta" o "voragine") tuttora esistente; davanti a questo sono evidenziati "...gli avanzi dell'antico mulino...". È il disegno conclusivo che correda la relazione finale sui lavori fatta dal matematico FERRONI nel 1779 e pubblicata da DEI nel 1887.

Fig. 9 – Map of Pian del Lago and the Grand Duke gallery. The underground course is marked by the 22 shafts, still open, but those to be close are already indicated. The "Bottini di Tancredi", swallow holes nowadays not known anymore, are shown in the eastern border of the polje. The Mulinaccio swallow hole (also known as "sinkhole") is shown in the SW margin of the polje; in front of this, the "...remnants of the ancient water mill...". This is the drawing accompanying the final report by the mathematician FERRONI (1779) and published by DEI (1887).



Fig. 11 - Le accurate opere murarie nella galleria: pavimento e pareti in blocchi di pietra; volta a botte in mattoni.  
 Fig. 11 - The walls within the gallery, showing pavement and walls in stone blocks, and barrel vault in bricks.

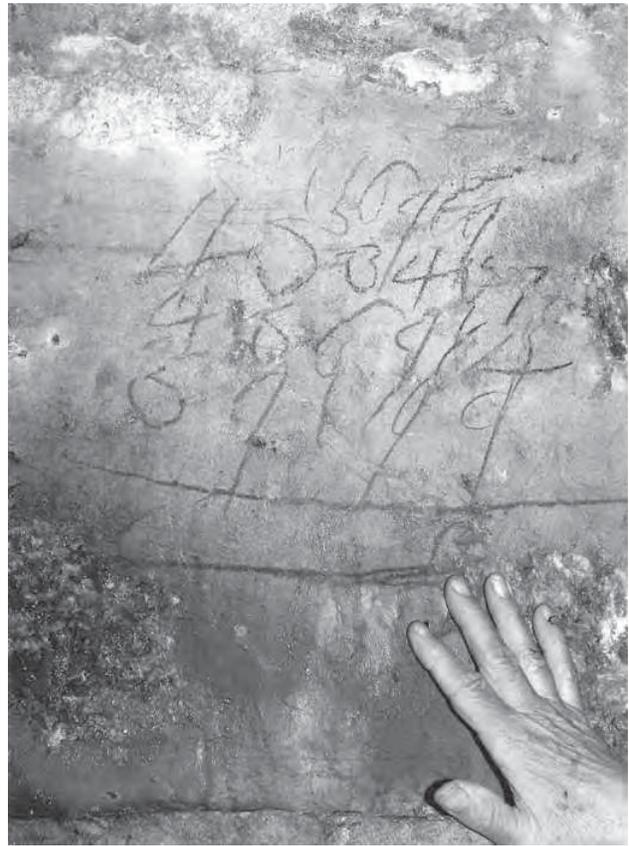


Fig. 12 - Simboli e scritte nelle murature lungo le pareti della galleria.  
 Fig. 12 - Symbols and inscriptions along the gallery walls.



Fig. 13 - La stele (obelisco) detta dai locali piramide o guglia, innalzata a ricordo della costruzione della galleria; alla base è sistemata una lapide marmorea in onore del Granduca.  
 Fig. 13 - The stele, locally known as pyramid or spire, elevated to remember the construction of the gallery; at its base, a marble headstone honouring the Grand Duke is present.

subito ingiurie non tanto dal tempo quanto dalla stupidità di ignoti che hanno tentato di asportarla più di una volta (fig. 14). Procedendo in lento silenzio nella buia galleria non si può fare a meno di tornare, con l'immaginazione, indietro nel tempo e rivivere le tormentate vicende storiche e geografiche della sua costruzione.

### L'INGHIOTTITOIO DEL MULINACCIO

Questo inghiottitoio naturale, situato in prossimità del vecchio podere dell'Osteriaccia, lungo il bordo SW del polje di Pian del Lago, alla base del poggio calcareo, è strettamente connesso con il complicato sistema che intercorre tra le sorgenti del Luco, il carsismo della Montagnola, il polje di Pian del Lago e la galleria del Granduca. Già il BETTI (1962) era giunto a conclusioni tuttora valide e convincenti:

1) È storicamente accertato che le sorgenti del Luco furono perenni almeno fino al 1628 e al massimo fino al 1697.

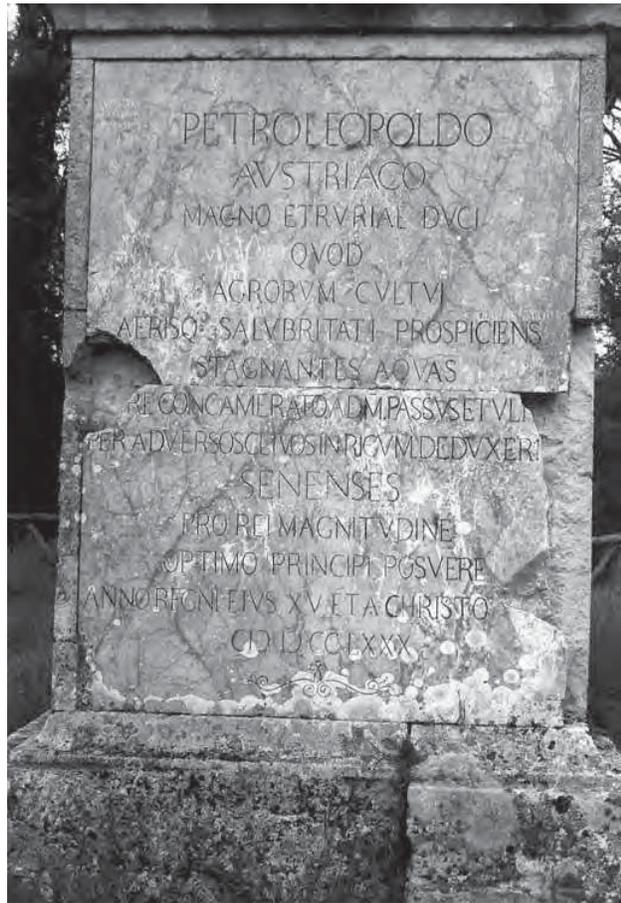


Fig. 14 - La lapide danneggiata da ignoti nel 2002 e nel 2009. Il testo recita: "A PIETRO LEOPOLD austriaco gran duca di Etruria perché mirando alla coltivazione dei campi e alla salubrità dell'aria condusse le acque stagnanti in una costruzione concaemerata (cioè coperta a volta) di duemila passi e oltre attraverso pendenze contrarie fino al Rigo, i Senesi posero all'ottimo principe per la grandezza dell'impresa nel quindicesimo anno del suo regno e 1780 dalla nascita di Cristo".

Fig. 14 - The headstone, damaged by unknown people in 2002 and 2009, dedicated to the Grand Duke PETER LEOPOLD I.

2) L'inghiottitoio del Mulinaccio fu il principale scolmatore naturale del Pian del Lago: l'unico rintracciato e esistente nell'epoca attuale. Degli altri (i cosiddetti "bottini" di Tancredi) si hanno solo vaghe notizie perché erano secondari, a quote leggermente più alte e già interrati in antico.

3) Di fronte all'imbocco del Mulinaccio sorgeva un mulino (dal quale ha preso il nome l'inghiottitoio) che sfruttava l'acqua penetrante nel sottosuolo; fu fatto demolire dal Magistrato nel 1664 perché si attribuiva al mugnaio la colpa (inesistente) di trattenere le acque. In realtà si stava verificando un graduale intasamento a causa di frane della volta e apporti terrosi.

4) All'incirca nella stessa epoca il mulino esistente all'uscita delle sorgenti del Luco fu abbandonato perché queste smisero di defluire. È evidente la correlazione dell'abbandono dei due mulini con l'interramento del Mulinaccio (il primo) e la conseguente intermittenza delle sorgenti (il secondo).

5) Le acque che penetravano nel Mulinaccio si disperdevano in vasti ambienti sotterranei ignoti come dimostrano le "... diciassette caverne naturali incontrate ..." e poi accuratamente murate durante lo scavo della galleria di bonifica del Granduca.

6) Le notevoli correnti d'aria riscontrate nelle prime esplorazioni nella buca delle Fate, nella buca del Ferratore e in altre situate nel sovrastante poggio calcareo di Lecceto sono ulteriore conferma dell'esistenza di un complesso sistema sotterraneo.

7) In base alle notizie storiche precedentemente esposte, è ragionevole ipotizzare che il primo interrimento del Mulinaccio (relazione PERELLI, 1767) e l'apertura del canale scolmatore artificiale nel 1770-71 provocarono una minore alimentazione della rete idrografica sotterranea e quindi la trasformazione delle sorgenti del Luco da perenni a intermittenti; l'ulteriore intasamento del Mulinaccio diradò ancora di più i periodi attivi dell'intermittenza.

In base a questa singolare situazione, l'approfondimento delle ricerche si è orientato sull'esplorazione dell'inghiottitoio del Mulinaccio e il relativo scavo delle frane e ostruzioni, nel tentativo di penetrare nell'ipotizzato sistema sotterraneo.

Nell'aprile del 1961 il gruppo speleo URR I di Sarteano, invitato dal Betti, fece un primo sopralluogo all'imbocco dell'inghiottitoio che era costituito da un breve tratto di galleria artificiale costruita nel 1876 da un discendente del Bindi Sergardi (il progettista e costruttore della galleria del Granduca). Il breve tratto artificiale del Mulinaccio fu fatto per preservare l'entrata dalle frane delle pareti calcaree del poggio di Lecceto. Ciò fa pensare che l'inghiottitoio, anche se ormai non più determinante dopo la realizzazione dello scolmatore, era ancora considerato uno sbocco di emergenza nonostante il progressivo interrimento (fig. 15). Procedendo all'interno si intravedeva il tratto e l'imbocco naturale dell'inghiottitoio che assorbiva lentamente un filo d'acqua tra i detriti e la melma, mentre si avvertiva anche una discreta corrente d'aria. Fu tentato uno scavo a turno, per un giorno e una notte, che accertò la continuazione della condotta naturale ma confermò anche che si trattava di un lavoro enorme non affrontabile con gli scarsi



Fig. 15 - L'inghiottitoio del Mulinaccio assolve ancora il deflusso parziale nei periodi piovosi.

Fig. 15 - The Mulinaccio swallow hole functions still today to partially take the water flow during the rainy periods.

mezzi di allora. La prosecuzione era ostruita da un ammasso indeterminabile di detriti legnosi, sabbie, argille e pietrame accumulatosi nei secoli e bloccati da ripetuti eventi franosi. Nel 1964 fu effettuato un tentativo più mirato e incisivo dall'Associazione Speleologica Senese nella quale era confluito anche il gruppo di Sarteano. Fu istituita in seno al gruppo una sezione idrogeologica che ottenne un contributo in denaro dal Comune di Siena. Con lo scavo si sgomberò dai detriti il tratto artificiale e alcuni metri del settore naturale, ma non fu possibile proseguire oltre per i disagi e le difficoltà dello scavo che avrebbe richiesto manodopera e ulteriori contributi.

Dopo decenni di stasi, nell'estate 2000 fu progettata la ripresa dei lavori da parte della Commissione "i Cavernicoli" del CAI di Siena che con slancio giovanile, buona volontà e ingegno disostruì altri 11 metri di galleria naturale incontrando poi la solita grossa difficoltà del trasporto all'esterno dei detriti. Nell'anno successivo tornarono alla carica con un nuovo sistema di trasporto, appreso nei contatti con l'Unione Speleologica di Calenzano, che realizzarono nel 2002 con un contributo di 5.100 euro erogato dal Monte dei Paschi di Siena. Il nuovo sistema di trasporto consisteva in un mini carrello metallico viaggiante su un binario realizzato con tubi di polietilene fissati su tavole. Il carrello

carico era richiamato all'esterno, tramite un cavo di acciaio, da un argano elettrico; veniva poi ricondotto al fronte di scavo dallo stesso cavo riavvolto da un trapano a batteria. Nel 2002 e 2003 fu così possibile avanzare nello scavo per un ulteriore notevole tratto; ma l'ostruzione era ancora insondabile e le difficoltà, nonostante il miglioramento funzionale del trasporto, aumentavano con l'allungamento del percorso; inoltre nel punto terminale dello scavo si profilava una stretta fenditura completamente ostruita e con una direzione verso il basso più stretta e verticale che complicava ulteriormente lo scavo ed il trasporto (fig. 16).

Per l'impossibilità di portare a termine lo scavo non è chiarito in modo definitivo il complicato rapporto intercorrente tra l'inghiottitoio del Mulinaccio, il carsismo della Montagnola, il polje di Pian del Lago, la galleria del Granduca, il poggio calcareo di Lecreto, le sorgenti del Luco nella piana di Rosia (ex palude di Orgia).

Sulla base delle notizie storiche, delle ricerche del BETTI (1962) e di tutti gli altri studiosi esposte precedentemente, la Commissione "i Cavernicoli" del CAI di Siena ha elaborato ipotesi idrogeologiche razionali e attendibili scandite ciascuna da ricostruzioni grafiche esplicative in tre situazioni temporali diverse (fig. 17):

a-) fase antica: il polje è un vero lago, l'ipotetico lago sotterraneo è colmo e la spinta delle sue acque forma le grotte. L'inghiottitoio è in pieno funzionamento, le sorgenti del Luco nella piana di Rosia sono perenni e il molino del Luco è attivo.

b-) fase intermedia: il polje sta trasformandosi in palude. È stato costruito il molino che sfrutta le acque defluenti nel Mulinaccio; sta calando il livello dell'ipotetico lago sotterraneo. Le sorgenti del Luco sono ancora perenni e funziona sempre anche il molino del Luco.

c-) fase recente e attuale: l'inghiottitoio del Mulinaccio non assolve più il suo compito perché è ostruito. È distrutto il molino lì vicino (1664); il polje di Pian del Lago è asciutto perché bonificato dalla galleria-scolma-

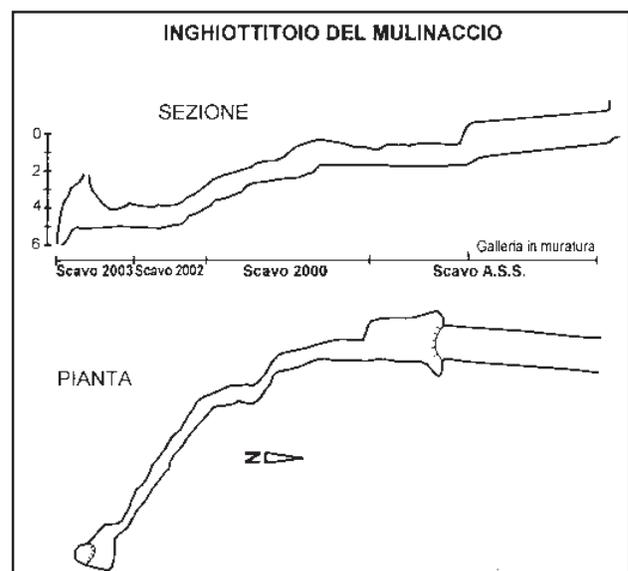


Fig. 16 - L'inghiottitoio del Mulinaccio, con indicazione degli scavi effettuati.

Fig. 16 - The Mulinaccio swallow hole, showing the realized excavations.

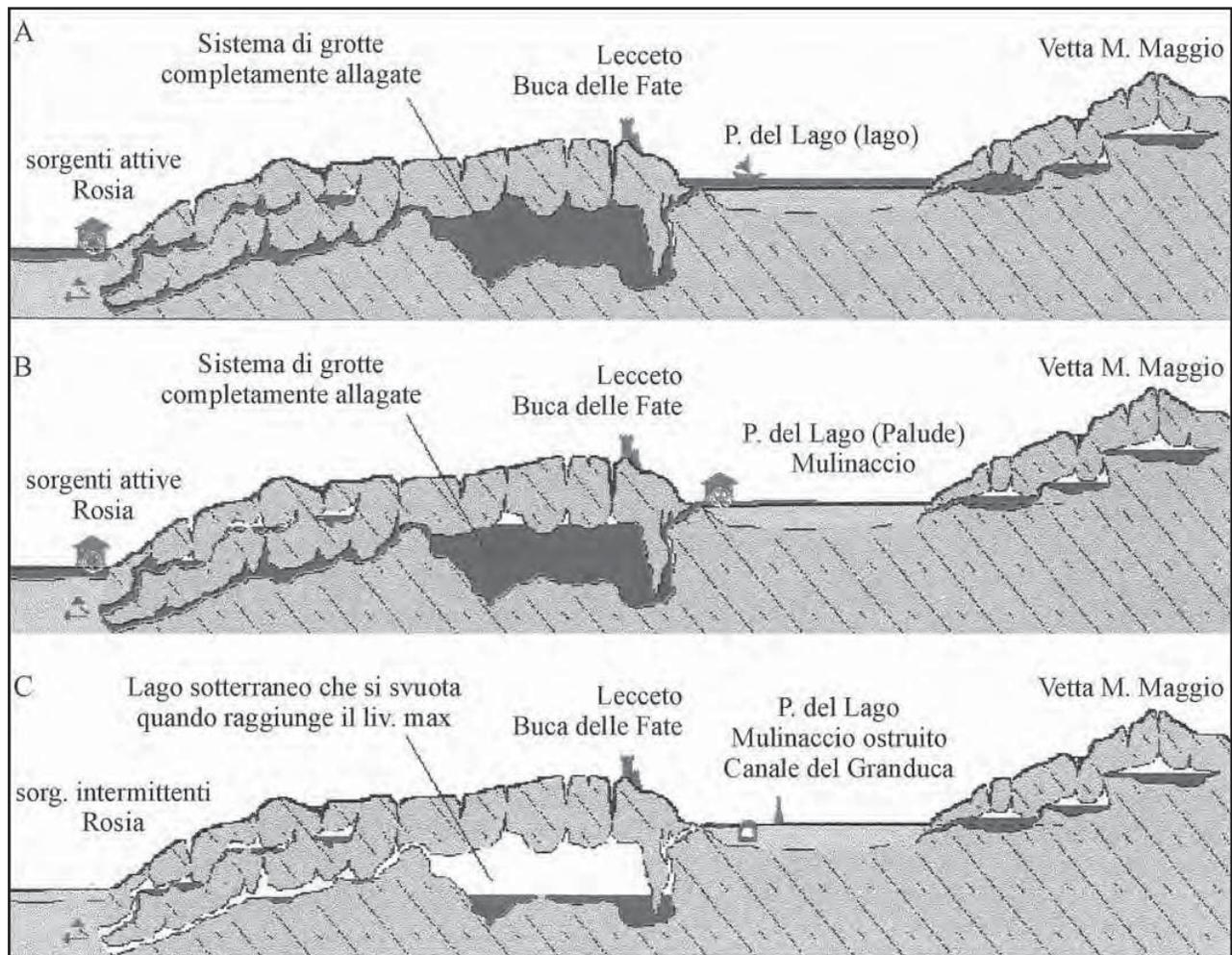


Fig. 17 - Ipotesi idrogeologica: a) fase antica; b) fase intermedia; c) fase recente (per la spiegazione, vedi testo).  
 Fig. 17 - Hydrogeological hypothesis: a) ancient phase; b) intermediate phase; c) recent phase. See text for explanation.

trice artificiale costruita dal Granduca e dal SERGARDI (1774). L'ipotetico lago sotterraneo non riceve più un afflusso idrico sufficiente ad alimentare il sifone ad "U" rovesciato; le sorgenti del Luco diventano intermittenti e quindi il molino del Luco (1697) non esiste più. Sospeso lo scavo dell'inghiottitoio, la Commissione "i Cavernicoli" del CAI di Siena progettò l'immissione di fluoresceina sodica nel Mulinaccio per approfondire la conoscenza degli acquiferi carsici della Montagnola e verificare le ipotesi sopra prospettate. All'iniziativa aderì e collaborò anche l'Associazione Speleologica Senese. Risolti i problemi burocratici, i permessi e la necessaria consulenza scientifica con gli organismi preposti, fu deciso di posizionare in uscita i fluorocaptori nelle vasche dell'acquedotto del Luco e nel torrente Rigo presso la confluenza in esso della galleria artificiale del Granduca. La Federazione Speleologica Toscana fornì il tracciante necessario e la consulenza scientifica. In base ai calcoli della portata d'acqua si concordò di immettere una quantità di tracciante tale che fosse al di sotto della concentrazione di colorazione visibile all'occhio umano, ma sensibile ai fluorocaptori, allo scopo di evitare assolutamente un inquinamento visivo, trattandosi di acque captate per l'acquedotto di Siena.

L'operazione iniziò il 5 gennaio 2005, con l'immissione di kg 3 di fluoresceina nell'inghiottitoio del Mulinaccio. A seguito del posizionamento di 11 fluorocaptori nelle vasche delle sorgenti del Luco e nel torrente Rigo, e dei relativi prelievi ed analisi (protratte a scadenze regolari fino al 29 luglio 2005) si è sempre avuto esito negativo.

In conclusione, il giallo idrogeologico del sottosuolo della Montagnola col suo intrigo di sorgenti, molini, paludi, vuoti sotterranei naturali e artificiali non è stato risolto né dagli scavi né dall'utilizzo della fluoresceina. Probabilmente nel sottosuolo esiste un sistema vacuolare talmente complicato ed esteso da rendere insufficiente, con la sua dispersione, la quantità di tracciante immesso; considerando anche la non trascurabile presenza di una enorme e incalcolabile quantità di materiali organici, legni, fanghi, argille e detriti che assorbono, come i carboni attivi dei filtri, il tracciante già di per sé usato in dosi minime per sicurezza. Ma per i giovani della Commissione CAI e per qualche anziano dell'A.S.S., tutti abituati da sempre a crearsi con lavori da vere e proprie talpe uno spazio speleologicamente decente sotto la Montagnola, "... la questione, non finisce qui!".

**LA BONIFICA DEL LAGO DI BADIA A ISOLA  
(FRAZIONE DI MONTERIGGIONI - SIENA)**

La località prende il nome da un'antica abbazia (= Badia) sorta sul margine di una zona paludosa, tanto da farla sembrare in lontananza un'isola, da cui Badia a Isola. Qui si trova un sotterraneo artificiale che, per le sue tormentate vicende storiche, si potrebbe chiamare la "galleria della discordia". Nel 1002 la Contessa Ava, ricca feudataria parente dell'imperatore Ottone III, istituì in suffragio della propria anima un monastero di Benedettini, assegnando ai monaci una chiesa e un borgo situato lungo la via Francigena al margine di una depressione allagata. Per il mantenimento assegnò 42 cascine e masserie, oltre a sostanziosi tributi e decime varie. I monaci costruirono un'Abbazia che col tempo divenne più potente degli stessi feudatari donatori. Nel frattempo anche la Repubblica Senese incrementò la sua potenza economica e politica. Nel 1213 i Senesi costruirono il borgo fortificato di Monteriggioni che divenne un potente baluardo difensivo contro la nemica Firenze e una minaccia verso Volterra sotto il cui Vescovato era Badia a Isola. Si creò così una contrapposizione non soltanto politica ma anche topografica tra Monteriggioni e la Badia che si fronteggiavano ai lati opposti della depressione paludosa. I monaci decisero di bonificarla mediante una canalizzazione, inizialmente all'aperto e poi sotterranea, che convogliava le acque nel torrente Staggia, allo scopo di realizzare un consistente aumento di terreni coltivabili e quindi di cereali. Ma ai Senesi faceva comodo che la palude (chiamata anche "il canneto") restasse tale e quale: sia come ulteriore ostacolo difensivo, sia perché il terreno molle poteva produrre maggiore quantità di foraggi per i cavalli della guarnigione. Ne scaturirono interminabili schermaglie diplomatiche, con produzione di documenti autentici ma talvolta anche falsificati e non mancarono gli scontri sanguinosi. Nel 1242 il Podestà di Siena ingiunse ai monaci di sospendere lo scavo della galleria, minacciando pene pecuniarie e spedizioni punitive; un gruppo di armati riempì fossa e galleria. I monaci chiesero l'intervento del Vicario Imperiale che dette loro ragione. La questione andò avanti per molto tempo, con atti di forza e bastonature a sangue da una parte e ricorsi all'autorità imperiale dell'altra, finché nel 1246 si giunse a un compromesso che permise ai monaci di ultimare la galleria, ma concesse ai Senesi una consistente striscia di terreno al di là del fossato. Anche oggi, nonostante i secoli trascorsi, traspare ancora nella topografia dei luoghi, la storica inimicizia: da Badia a Isola lo sguardo spazia nella pianura bonificata dalla quale emerge una vecchia torre che fronteggia nello sfondo il borgo fortificato di Monteriggioni (fig. 18). La torre è situata a guardia proprio sopra l'alveo del canale artificiale sotterraneo; poco più oltre, disseminati nella piana, si susseguono a intervalli alcuni pozzi che servono da sfiatatoi e controllo del percorso della galleria. Fino a non molti anni fa questi pozzi erano molto degradati e scoperti; pertanto i detriti frantati e i rifiuti gettati dall'alto causavano sbarramenti melmosi al deflusso regolare delle acque rendendo lo scorrimento più lento e ridotto di portata. Il percorso



Fig. 18 - Nello sfondo Monteriggioni, baluardo della repubblica di Siena; in primo piano la pianura di Badia a Isola bonificata dai monaci; la costruzione turrita è in prossimità di uno degli accessi alla galleria sotterranea per il deflusso delle acque.

*Fig. 18 - Monteriggioni, bulwark of the Siena Republic, in the background; in the foreground, the plain of Badia a Isola, reclaimed by the monks; the tower is nearby one of the entrances to the underground draining gallery.*

sotterraneo di oltre 400 metri era ed è agibile solo a tratti. Recentemente abbiamo riscontrato un miglioramento della situazione, grazie ad alcuni interventi che hanno salvato il salvabile: i pozzi sono stati recintati, restaurati nelle loro pareti e chiusi da un reticolo di ferro (fig. 19). Presso l'imbocco del percorso sotterra-



Fig. 19 - L'imbocco di uno dei pozzi di aereazione della galleria di Badia a Isola restaurato e protetto da griglia metallica.

*Fig. 19 - Entrance (restored and protected by a metal grid) to an air shaft of the gallery at Badia a Isola.*

neo (fig. 20) di fronte all'ex podere Taverna è installato un depuratore che filtra le acque di scolo dell'abitato di Badia a Isola prima di immetterle nella galleria sotterranea. All'interno l'acqua scorre regolarmente ma con lentezza; grazie al depuratore sono ricomparsi segni di vita: sia all'interno che in uscita della galleria nel torrente Staggia (affluente dell'Elsa e questa dell'Arno) si vedono di nuovo piccoli pesci e rane. Nei settori percorribili si notano i particolari costruttivi messi in atto dai laboriosi e ingegnosi monaci benedettini. Alcuni tratti sono direttamente scavati nella calcarenite pliocenica; dove la consistenza di questa è meno stabile sono state messe in opera pareti e volte in blocchi di pietra specialmente in prossimità dell'uscita (figg. 21 e 22). L'entrata della galleria è invece realizzata in mattoni.

#### INGOLLA DI PIAN DEL BUTALE: UNA GALLERIA ARTIFICIALE CHE SCARICA IN UN INGHIOTTITOIO NATURALE

In direzione SE, a poca distanza dalla già descritta pianura bonificata di Badia a Isola, si trova un'altra depressione molto più piccola della precedente anche questa bonificata in un passato non precisamente databile per mancanza di documentazione, ma comunque riferibile a qualche secolo fa. Anche in questo caso si riscontra l'uso di un inghiottitoio naturale (in gergo contadino arcaico: "ingolla" che rende intuitivamente l'idea di assorbimento ipogeo) nel quale è convogliata una canalizzazione sotterranea (in gergo: "butale" che allude a un fosso o fogna di smaltimento).



Fig. 21 - L'uscita del canale di scolo (in muratura) che sbocca nel torrente Staggia.

Fig. 21 - Exit of the draining channel (in stonework) in the torrent Staggia.



Fig. 20 - L'accesso alla galleria nei pressi del podere Taverna.

Fig. 20 - Entrance of the gallery near the Taverna farm.



Fig. 22 - La terminazione del canale realizzata in blocchi di pietra a secco.

*Fig. 22 - The terminal sector of the channel, realized in dry stone blocks.*

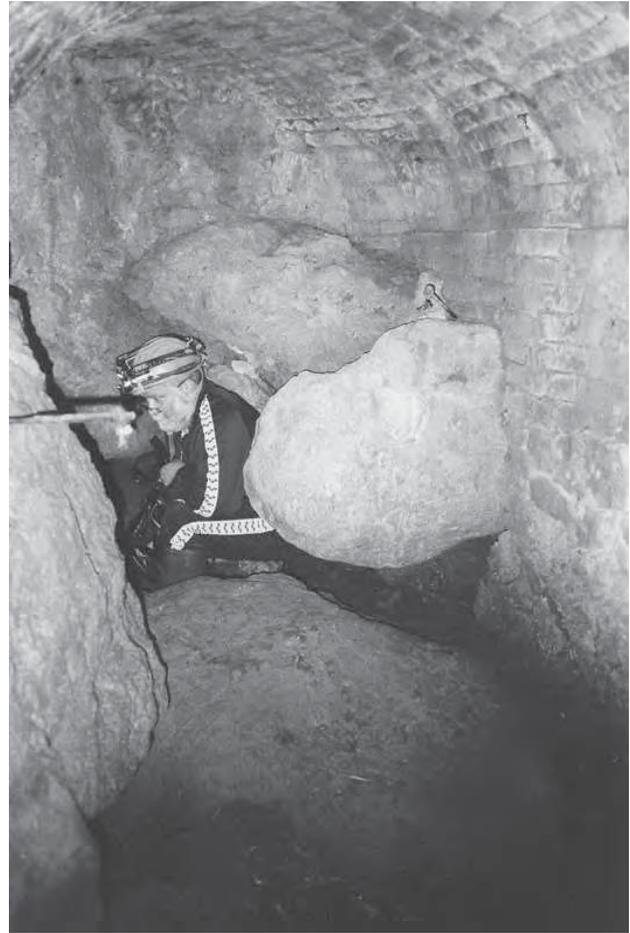


Fig. 23 - Il tratto artificiale che si innesta nell'inghiottitoio naturale ("ingolla" è il termine locale intuitivamente adeguato).

*Fig. 23 - The artificial sector, entering into the natural swallow hole ("ingolla" is the local term).*

Gli abitanti del luogo, attenti conoscitori di ogni aspetto particolare della loro terra, sfruttarono il naturale assorbimento convogliandovi le acque che impaludavano la depressione per conquistare così qualche lembo di terra da coltivare (fig. 23).

Al centro della depressione si apre il canale scavato all'aperto che si immette in una galleria sotterranea di varie decine di metri, con volta e pareti costruite in mattoni; termina sul bordo di un inghiottitoio intasato di melma e detriti, che tuttora assolve lentamente la funzione di smaltimento.

All'interno si trova una quantità impressionante di Dolicopoda e varie specie di ragni.

Non vi stanziano i chiroatteri, probabilmente perché le esigue dimensioni li rendono facile preda di serpenti, istrici e tassi che vi proliferano numerosi.

Ospite straordinario ed estemporaneo è talvolta qualche grosso cinghiale solitario che, nei periodi di calura e siccità, si addentra nell'interno per trascorrere le ore di canicola nella melma del bordo dell'inghiottitoio. In tal caso, come è successo qualche volta, è più igienico rimandare la visita.

### **Ringraziamenti**

*Si ringraziano vivamente i Dirigenti e il personale di sala dell'Archivio di Stato di Siena per la grande disponibilità, gentilezza e competenza. Un cordiale grazie a tutti gli amici della Commissione Speleologica "i Cavernicoli" del CAI di Siena per l'entusiasmo, l'impegno e la seria e chiarificante documentazione delle loro ricerche fondamentali nella stesura del testo.*

**Bibliografia**

- AA.VV., 1999, *Le due città. Le piante degli acquedotti sotterranei di Siena nelle collezioni cittadine*. Catalogo della mostra, Nuova Immagine Ed., Siena.
- BARGAGLI PETRUCCI F., 1906, *Le fonti di Siena e i loro acquedotti. Note storiche dalle origini fino al MDLV*. Vol. I-II, Siena.
- BETTI G., 1962, *Le sorgenti del Luco originate da un grande bacino di raccolta sotto la Montagnola Senese*. I quaderni del campo - Tip. Senese.
- BINDI SERGARDI F., 1774, *Lettera al Fratello - Raccolta di autori che trattano il moto dell'acqua*. Firenze.
- CANESTRELLI G., 1909, *Le regioni a spartiacque incerto dei bacini dell'Arno e del Serchio*. Mem. Geogr., III.
- CIOLI L., DE SIO F., MICHELI L., OTTANELLI A. & TOGNETTI A., 1999, *La galleria di Pian del Lago. Il canale del Granduca*. TALP, n. 19, pp. 50-56.
- DEI A., 1887, *Il prosciugamento di Pian del Lago*. Boll. Comizio Agrario di Siena.
- GIGLI G., 1854, *Diario Senese*. Siena.
- LOTTI B., 1888, *Nuove osservazioni sulla geologia della Montagnola Senese*. Roma.
- MARCACCINI P., 1961, *I fenomeni carsici in Toscana*. Riv. Geogr. Ital., LXVIII (3).
- MINISTERO AGRICOLTURA INDUSTRIA E COMMERCIO, 1904, *Carta idrografica d'Italia*. Vol. 31, Roma.
- PERELLI T., 1767, *Relazione sopra l'acqua di Pian del Lago*. 25 aprile 1767 Arch. St. Siena Quattro Conservatori Vol. 2049 inserto rescritti, ordini e leggi.

**Bibliografia aggiuntiva**

*Referenze non espressamente citate nel testo ma suggerite per ulteriori approfondimenti in quanto integranti le notizie e i concetti esposti nell'articolo.*

- BRUTTINI R., 2004, *L'inghiottitoio del Mulinaccio*. TALP, n. 28, pp. 4-11.
- CECCHINI G., 1932, *Di una doppia falsificazione di documenti nella lite fra il comune di Siena e l'Abbadia a Isola*. Bollettino senese di storia patria, Siena, anno III, n. s., fasc. 4, p. 358-376.
- CRESTI R., MARTELLUCCI M., 2009, *Monteriggioni, storia di un territorio*. Betti Editrice.
- FABRIZI F., ROSSI F., 2008, *Cavità artificiali nel senese*. TALP, n. 37, pp. 26-43.
- LANDI F., 2001, *S. Colomba e il suo territorio*. Ed. Cantagalli, Siena.
- MANGANELLI G., FAVILLI L., 2001, *La Montagnola Senese - guida naturalistica*. W.W.F.
- ROMBAI L., SIGNORINI R., 1993, *Bonifiche nello stato senese*. In: GIUSTI F.S. (ed.), *La storia naturale della Toscana Meridionale*. Milano.

**Archivi consultati**

- Archivio di Stato di Siena: vol. 2039 - Quattro conservatori - Carta sciolta; Vol. 3054 - Quattro conservatori N° 258 e 260 (autorizzazione alla riproduzione n° 789/2009).
- Archivio del Gruppo Speleologico URRRI di Sarteano (SI).
- Archivio dell'Associazione Speleologica Senese (SI).
- Archivio della Commissione Speleologica "i Cavernicoli" del CAI di Siena (SI).