

GLI ANTICHI BOTTINI SENESI

Antonio Maria Baldi

Geologo : Studio di Geologia e Geofisica (S:G:G.) s.r.l. - Siena - baldi@sgg.it

1. INTRODUZIONE

Durante il medio evo la città di Siena aveva una concentrazione abitativa estremamente elevata e non essendo ubicata, a differenza di altre città toscane quali Firenze, Pisa, Lucca, in prossimità di fiumi, soffriva della carenza di acqua ed a tale problematica il governo senese dedicò un'attenzione del tutto particolare. L'amministrazione dell'acqua quindi, così come altri servizi pubblici, fu considerata una funzione dello Stato che si assunse il compito di curare la funzionalità dei punti di approvvigionamento destinati a servire interi rioni. La necessità di garantire un servizio efficiente fu sentita nel Trecento in maniera urgente, tanto che il Comune provvide a proprie spese alla costruzione delle fonti e degli acquedotti di adduzione ma incoraggiò anche i privati nella costruzione di pozzi ed opere di presa offrendo un aiuto sia in denaro sia in materiali (10 moggia di calce).

Le ragioni di tale interesse pubblico traeva origine sostanzialmente in tre ordini di problematiche a cui con le fonti veniva data risposta : fornire l'acqua necessaria allo spegnimento degli incendi che sistematicamente affliggevano la città con aspetti drammatici, consentire lo sviluppo di attività che facevano uso continuo di acqua per le loro lavorazioni quali la lana ed il cuoio, ed infine fornire acqua "potabile" per il normale approvvigionamento della popolazione. In poche città come Siena fu così forte l'amore per l'acqua, in un rispetto che sconfinò quasi nell'idolatria; non poche fonti senesi traggono origini nelle leggende e le loro forme architettoniche sono sempre di elevatissimo pregio (fig. 1 – 2), prime fra tutte la "Fonte Gaia" nella Piazza del Campo.



Fig. 1 Fonte Gaia alla Piazza del Campo

Le fonti Senesi si distinsero da quelle greche o romane perché, queste ultime, essendo utilizzate esclusivamente per scopi alimentari, erano costituite da vari zampilli e abbellite da decorazioni, le fonti Senesi si distinsero invece per la loro monumentalità. I bacini di raccolta dell'acqua della nostra città, servendo a molteplici scopi, si caratterizzavano invece per la loro essenziale funzionalità: per questo motivo le fonti erano per lo più suddivise in tre vasche di raccolta, collocate a vari livelli di altezza. Quella collocata più in alto, che riceveva l' "acqua nova" che sgorgava dal muro, rappresentava quella che oggi

chiameremmo l' "acqua corrente" da utilizzare per bere e cucinare. La seconda vasca si alimentava dal "supero" della prima e, essendo meno pulita, serviva per abbeverare gli animali. Nella terza, collocata in basso, si potevano lavare gli indumenti ed il trabocco finale spesso veniva utilizzato per scopi artigianali.

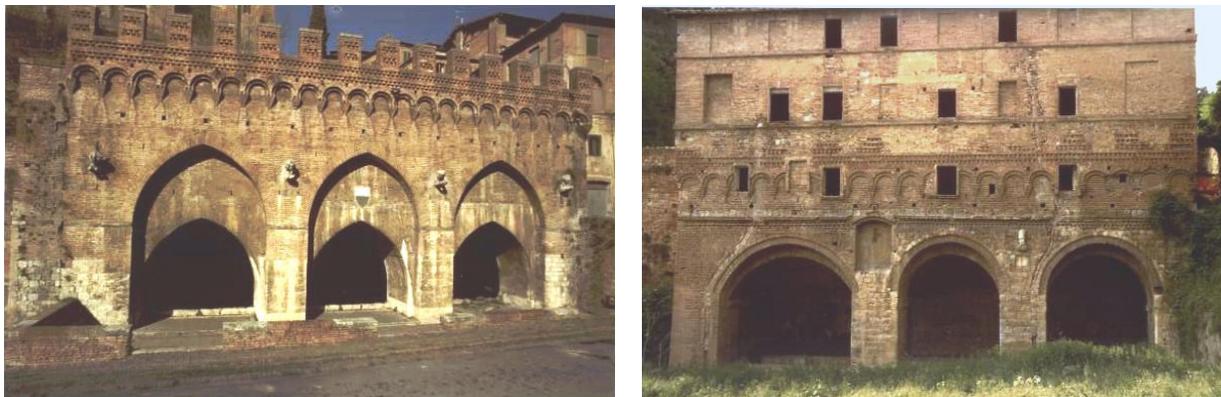


Fig. 2 Fonti di Fontebranda e di Pescaia

2. NOTIZIE STORICHE

Le più antiche notizie che si conoscono sugli acquedotti senesi risalgono al 1226, anno in cui viene nominato per la prima volta "boctinus" e ci in riferimento alla volta a botte dei cunicoli acquedottistico. Questi condotti sotterranei vennero mattonati all'interno per garantire condizioni igieniche migliori, come conferma la rubrica dello *Stato dei Viari* con cui si dispose la selciatura del fossato nel bottino di Fontebranda.

Nel 1334 la Repubblica Senese affidò a Giacomo di Vanni di Ugolino (detto poi Giacomo Dell'Acqua) l'incarico di addurre l'acqua in città captando alcune scaturigini presenti una zona a nord di Fontebecci; la realizzazione di tale opera richiese otto anni e fu comunque terminata rispetto al tempo pattuito e nel 1342 l'acqua raggiunse la Piazza del Campo attraverso il bottino maestro "e per la qual cosa i senesi per Siena si fece gran festa" e la fonte, detta pertanto fonte gaia, fu costruita, da Jacopo della Quercia, l'anno seguente 1343 (fig. 1).

Nel 1387 viene portato a termine il ramo di Uopini e si tenta di incanalare l'acqua di Mazzafonda nel bottino di Fontebranda; nel 1437 si lavora al ramo di Marciano. Nel 1438 si costruiscono, sotto il prato di Camollia, i galazzoni, una serie di vasche in cui l'acqua, che procede molto lentamente, si decanta liberandosi delle impurità e dell'eccesso di calcare.

Nel 1466, anche se si continua a cercare altre vene, si ha la massima estensione, dei bottini, con 25 chilometri complessivi di gallerie. Dopo questa data si eseguono solo lavori di manutenzione e consolidamento.

Il problema della potabilità dell'acqua costituì da sempre una problematica a cui i governati della repubblica cercarono di porre rimedio: la prassi imponeva che quando ci si accinge all'immissione nelle fonti di una nuova vena, il capo operaio preposto allo scavo debba saper riconoscere la bontà dell'acqua trovata, considerandone il sapore e soprattutto la limpidezza: solo a quel punto si poteva decidere se si trattava di acqua buona o di acqua spugnosa, come si definiva all'epoca l'acqua di cattiva qualità.

Successivamente la tranquillità e la continuità politica derivante dall'inserimento nel Granducato di Toscana ha permesso che si badasse ai bottini con più assiduità, per lo meno per il loro mantenimento, e così si sono preservati fino ai giorni nostri, subendo modifiche solo nell'ottocento, quando molti privati pretesero di allacciarsi alla rete idrica

comunale tramite pozzi che raccoglievano l'acqua derivante dal gorello: in base a quanto pagavano ricevevano la relativa quantità di acqua, misurata dal Comune in "dadl". Il dado era un forellino al centro di una piastra (lente) che sbarrava la canaletta di derivazione che consentiva il passaggio di circa 400 litri di acqua nelle 24 ore ed in corrispondenza di ogni utenza privata si posero delle targhe (in parte ancora esistenti). Per orientarsi nel sistema sotterraneo dei bottini furono redatte delle carte planimetriche la più antica risale al 1739 (fig. 3).

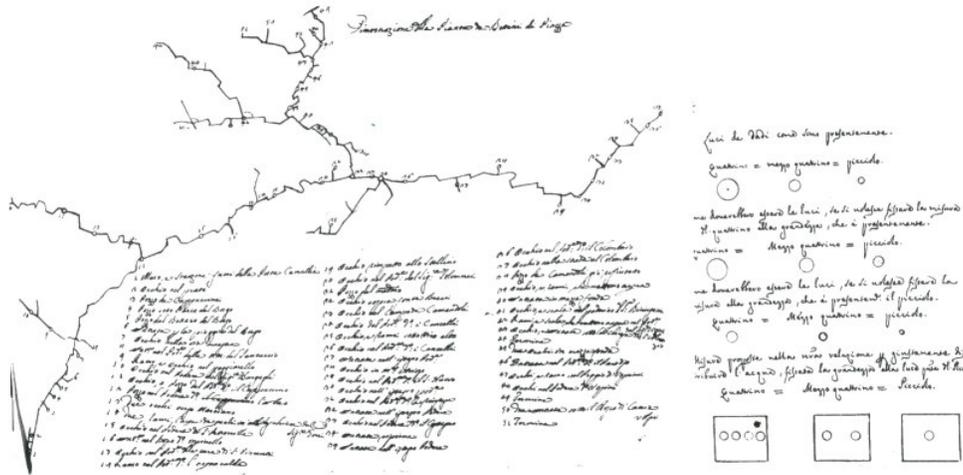


Fig. 3 Mappa del bottino di Piazza con gli schemi dei dai per l'erogazione dell'acqua ai pozzi privati del 1739 e conservata all'archivio di Stato di Siena.

Questa rete acquedottistica di adduzione è stata sostituita ai primi decenni del XX secolo da una nuovo moderno acquedotto che adduceva, sempre per gravità, l'acqua alla città di Siena dalle falde del cono vulcanico del Monte Amiata posto circa 70 km a sud. La rete dei bottini che alimenta le fonti viene mantenuta efficiente con costanti interventi di manutenzione e restauro e costituisce, in linea con le sue caratteristiche storiche, un elemento di vanto della Città.

3. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE

Il centro storico della Città di Siena si caratterizza per la presenza di sabbie marine depositatesi durante il Pliocene durante la trasgressione marina; più in particolare nella parte più settentrionale prevalgono i depositi sabbiosi e conglomeratici, intercalati da formazioni di facies lacustre salmastra, mentre in quella più meridionale si distinguono sedimenti esclusivamente marini, costituiti da sabbie con sporadici livelletta di ciottoli e sabbie argillose. Tutte le formazioni presentano una giacitura sostanzialmente suborizzontale eventualmente caratterizzata da qualche grado di inclinazione a sud.

La formazione delle sabbie e conglomerati presenta una potenza massima dell'ordine dei 70 – 80 m ; le sabbie sono di colore giallo, con percentuali variabili di limo, e sono generalmente compatte mentre il grado di cementazione è generalmente scarso mentre talvolta sono presenti dei livelli di 10 – 30 cm di spessore di arenaria fortemente cementata e molto resistente. I granuli che compongono le sabbie sono costituiti essenzialmente da quarzo, calcite, frammenti litoidi e rare lamelle di mica; si presentano a spigoli vivi e generalmente sono coperti da incrostazione limonitica che conferisce la tipica colorazione gialla; talvolta si notano delle venute rossastre dovute alla presenza di ossidi ferro (fig. 4).

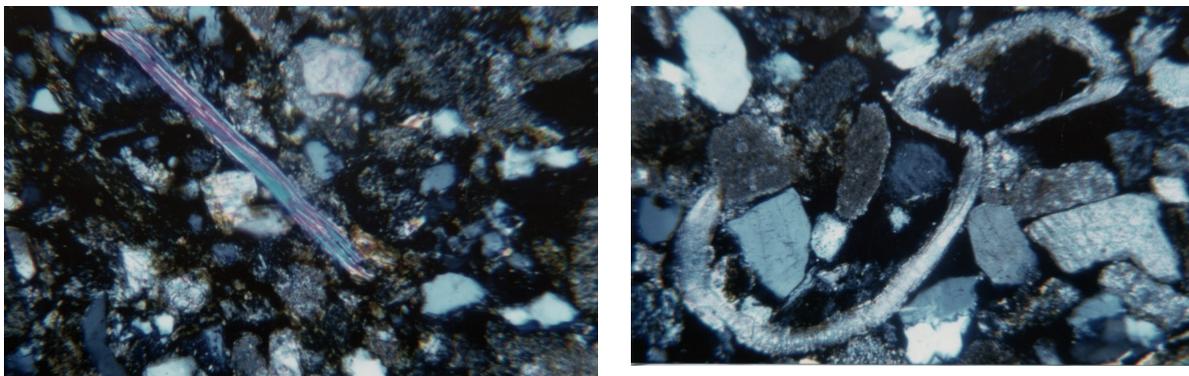


Fig. 4 immagini petrografiche delle sabbie : a sinistra granuli di quarzo e feldspatici alterati, ma ancora riconoscibili con individui granulari associati a mica bianca non molto alterata; a destra frammenti di gusci ben conservati, granuli di calcari micritici con microfossili, frammenti di calcite e geminazione polisintetica associata a quarzo (Ferri S. 1993)

I banchi di conglomerati alteranti alle sabbie, sono costituiti da ciottoli di varie dimensioni, da pochi centimetri fino a 10 – 15 cm, ben elaborati e con superfici levigate. I ciottoli sono spesso forati da Litodomi, sono mitologicamente costituiti da calcare grigio-grigio scuri, calcari marnosi, calcari silicei e calcareniti fini, mostrano chiaramente la loro provenienza dalle unità liguri. Questi elementi, immersi in una matrice arenacea, sono legati da un cemento carbonatico in percentuali variabili, per cui si possono trovare conglomerati scarsamente cementati, facilmente disgregabili solo con l'utilizzo della mano, oppure mediamente cementati. Nel centro Storico sono presenti principalmente 4 livelli di conglomerato, posti a distanza di 10 – 15 m l'uno dall'altro; gli spessori dei livelli sono variabili e variano da 0,5 m fino a 5 – 6 metri.

Ai conglomerati ed alle sabbie, si alternano dei livelli calcareo-marnosi-argillosi aventi piccola estensione e generalmente piuttosto ridotti, il cui spessore non supera i 40 -50 cm. Le intercalazioni marnose, sebbene sottili, in relazione alla loro scarsa permeabilità idraulica, costituiscono un elemento fondamentale per la costituzione di piccole falde sospese; infatti superiormente a tali livelli impermeabili sono sempre presenti delle modeste falde idriche che in relazione alla loro quota topografica più elevata rispetto al fondo valle risultano appunto captabili per gravità con gallerie. Il sistema della captazione mediante gallerie drenanti consentiva e consente, anche in terreni dotati di una bassa trasmissività idraulica quali le sabbie plioceniche, un buon drenaggio degli orizzonti produttivi e consentiva altresì uno sfruttamento ponderato della risorsa idrica in relazione alla sua ricarica, evitando i soprassfruttamenti che possono realizzarsi mediante il prelievo con pozzi.

E' evidente che una tale situazione idrogeologica favorevole alla captazione gravitativa ha consentito storicamente lo sviluppo di tecniche di captazione, che sebbene più onerose e difficoltose sotto il profilo realizzativo, basate sulla gravità in luogo del sollevamento dell'acqua, con energia umana ed animale, alla superficie tramite pozzi.

4. TIPOLOGIA DI SCAVO DEI CUNICOLI

La sezione tipica dei cunicoli presenta un'altezza 1,8 m ed una larghezza di 0,8 m, la ove era presente del conglomerato cementato la sezione della galleria assume anche la dimensione del cunicolo con altezze di 0,5 – 0,7 m ; alla base della galleria e collocata una doccia, generalmente in terracotta, che consente il trasporto dell'acqua (fig. 5) . I canali

principali sono chiamati maestri mentre quelli minori sono denominati emissari i quali vanno a distribuire la risorsa acqua tra i palazzi del centro.



Fig. 5 canalizzazioni sul fondo del bottino denominate “gorello”

Alla costruzione dei Bottini lavorarono centinaia e centinaia di persone fra manovali, maestri e donne; in certi casi per risolvere particolari difficoltà di scavo fu necessario ricorrere a manodopera specializzata rappresentata dai minatori di Massa Marittima e di Montieri. Gli scavatori lavoravano forniti di un solo piccone a manico corto ed utilizzavano per lo smarino delle cesti di vimini generalmente trasportate da donne; per il mantenimento delle pendenze veniva utilizzato l’archipendolo.

Le caratteristiche geotecniche dei litotipi nei quali furono scavati i bottini possono così essere sinteticamente riassunte :

Sabbie fini superficiali addensate:

peso di volume	$\gamma = 13 \text{ kN/m}^3$
coesione	$C = 0 \text{ kPa}$
angolo di attrito	$\phi = 31^\circ$
Mod. Young	$= 13.500 \text{ kN/m}^2$
Mod. bulk	$= 9.000 \text{ kN/m}^2$
Mod. taglio	$= 5.500 \text{ kN/m}^2$

Sabbie fine cementate:

peso di volume	$\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$
coesione	$C = 30 \text{ kPa}$
angolo di attrito	$\phi = 35^\circ$
Mod. Young	$= 63.000 \text{ kN/m}^2$
Mod. bulk	$= 35.000 \text{ kN/m}^2$
Mod. taglio	$= 26.000 \text{ kN/m}^2$

Conglomerato:

peso di volume	$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
coesione	$C = 50 \text{ kPa}$
angolo di attrito	$\phi = 38^\circ$

Le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni sono tali da poter includere tali litotipi nella categoria delle “rocce tenere” e pertanto da escavare con limitata energia e tali da consentire lo scavo sostanzialmente manuale e privo di sostegni in fase transitoria e tale da richiedere solo in alcuni tratti un rivestimento definitivo mediante mattoni con spessore generalmente di “una testa”. Il cavo veniva modellato sin dall’origine nella sua sezione definitiva, non richiedeva particolari accorgimenti di allargamento e non presentava zone soggette a rigonfiamenti. Tali caratteristiche di autosostentamento si sono conservate nel tempo e solo in brevi tratti, nei secoli successivi, è stato messo in opera un rivestimento (fig. 6 – 7). La presenza di tali cavità ha indotto ed induce limitazioni al traffico veicolare ed in particolare impedisce il transito, anche saltuario, di autocarri o mezzi pesanti. Lo scavo avveniva a piena sezione con il sistema del “marcia avanti” e lo smarino veniva portato a giorno sia attraverso l’imbocco delle gallerie sia attraverso dei pozzi verticali eseguiti leggermente fuori asse e protetti successivamente in superficie con manufatti in laterizio.



Fig. 6 immagini dei cunicoli scavati nelle sabbie e conglomerati e privi di rivestimento

Le principali caratteristiche costruttive dei vari bottini possono così sinteticamente essere riassunte (Benucci 1986):

BOTTINO DI FONTEGAIA

▪ Lunghezza totale del bottino	ml	15.604
▪ Lunghezza dentro le mura cittadine	ml	1.600
▪ Lunghezza fuori delle mura cittadine	ml	14.004
▪ Volume dei vuoti totali	mc	22.470
▪ Volume dei vuoti dentro le mura	mc	2.304
▪ Volume dei vuoti fuori le mura	mc	20.166
▪ Profondità media del bottino	ml	10 ÷ 12

BOTTINO DI FONTEBRANDA

▪ Lunghezza totale del bottino	ml	6.326
▪ Lunghezza dentro le mura cittadine	ml	800
▪ Lunghezza fuori delle mura cittadine	ml	5.526
▪ Volume dei vuoti totali	mc	9.110
▪ Volume dei vuoti dentro le mura	mc	1.152
▪ Volume dei vuoti fuori le mura	mc	7.958
▪ Profondità media del bottino	ml	15 ÷ 20



Fig. 7 interno dei cunicoli : privi di rivestimento e con rivestimento in laterizio

BOTTINO DI OVILE

▪ Lunghezza totale del bottino	ml	300
▪ Lunghezza dentro le mura cittadine	ml	300
▪ Volume dei vuoti totali	mc	432
▪ Profondità media del bottino	ml	15

BOTTINO DI FONTENUOVA

▪ Lunghezza totale del bottino	ml	800
▪ Lunghezza dentro le mura cittadine	ml	800
▪ Volume dei vuoti totali	mc	1.152
▪ Profondità media del bottino	ml	15

BOTTINO DI FONTANELLA

▪ Lunghezza totale del bottino	ml	300
▪ Lunghezza dentro le mura cittadine	ml	300
▪ Volume dei vuoti totali	mc	432
▪ Profondità media del bottino	ml	10



Fig. 8 cunicoli completamente ricoperti da concrezioni calcaree

Esistono altresì numerosi altri bottini a carattere locale la cui funzione era quella di alimentare delle piccole fonti avente carattere prevalentemente locale e/o privato. Per migliorare la qualità dell'acqua ed in particolare per rimuovere la torbità che in certi periodi piovosi dell'anno si manifestava per il trascinarsi meccanico di particelle sottili, furono realizzate, in grandi camere sotterranee, delle vasche consecutive a stramazzo per la sedimentazione del fango e denominate "gallazzoni" (fig. 9).

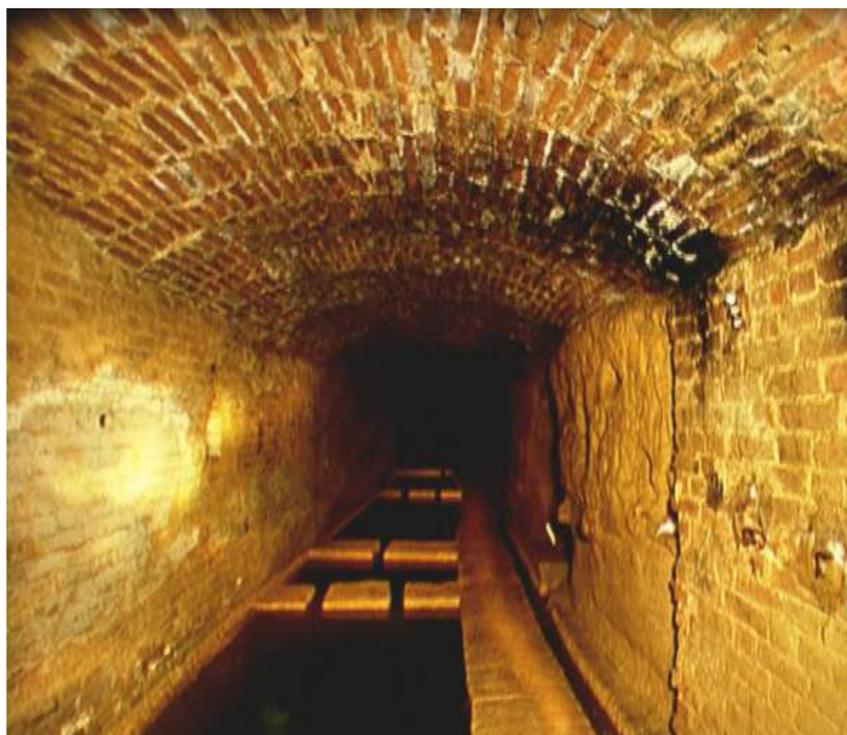


Fig. 9 vasche di sedimentazione : "gallazzoni"

Bibliografia

- AA.VV. – 1997 : *Siena e l'acqua*. Ed. Nuova Immagine – Siena.
- Balestracci D. – Piccini G. – 1977 : *Siena nel trecento. Assetto urbano e strutture edilizie*. Ed. clusf – Firenze.
- Balestracci D. – 1990 : *L'acqua a Siena nel medioevo, in Ars et Ratio*. Palermo.
- Bargagli Petrucci F. – 1905 : *Le fonti di Siena ed i loro acquedotti*. – Siena .
- Barone L., Calzolari V., Costantini A., LA DIANA, Santini, Serrino G., Zagaglia- 2000 : *Visita al Bottino maestro di Fonte Gaia* (opera multimediale), 74min, Comune di Siena.
- Barone L., Calzolari V., Costantini A., LA DIANA, Santini R., Serrini G. – 2000 : *Siena città dell'acqua- Bottini* - Siena città dell'acqua Progetto C.E. Raphael, Siena (Italia)
- Benucci V - 1986 : *Siena città di Terremoti ?* . – Siena.
- Costantini A., Martini I.P -2004: *Urban geology, art and history of a medieval hilltop town and its Bottini (underground aqueduct) and monumental fountains*. Field Trip Guide Book ' D01, 32° International Geological Congress, Firenze.
- Costantini A., Martini I.P. – 1997 : *Bottini of Siena. Italy. A Monumental Underground Medieval Aqueduct*. Land Resource Scienze, University of Guelph, Canada, Annual Report,
- Costantini A., Martini I. P. – 2004 : *Siena: geologia e ricerca dell'apos;acqua in una città medievale di collina*. Atti del Convegno Geologia e Turismo, 112-115, Bologna.
- Costantini A., Martini I. -1997 : *Bottini di Siena, Italy. A Monumental Underground Medieval Aqueduct*. 71 - 73 Land Resource Science. Annual Report, University of Guelph, Canada
- Costantini A., Dringoli R. – 2002 : *Siena sotterranea. L'apos; acquedotto medievale dei bottini*. In: 'Qanat arte e cultura. Antiche tecniche di approvvigionamento idrico';, 144 - 151, Palermo (Italia)
- De Stefani – 1987 : *Descrizione degli strati pliocenici dei dintorni di Siena*. Bollettino Del Comitato Geologico d'Italia, n° 5 – 6 .
- Gandin A., Sandrelli F. – 1992 : *Caratteristiche sedimentologiche dei corpi sabbiosi intercalati nelle argille plioceniche del bacino di Siena*. Giornale di Geologia vol. 54 n° 1.
- Gentili P. – 1991 : *Indagini geologiche volte alla definizione della consistenza statica e della vulnerabilità sismica del Duomo Siena e degli edifici circostanti*. Tesi di laurea inedita, Univ.Si. .
- Ferri S. - 1993 : *Studio petrografico-applicativo sulle sabbie plioceniche dell'area urbana di Siena*. Tesi di laurea inedita, Univ.Si. .
- Reggiani L – 1983 : *Rilevamento geologico del Comune di Siena* . Tesi di laurea inedita, Univ.Si. .