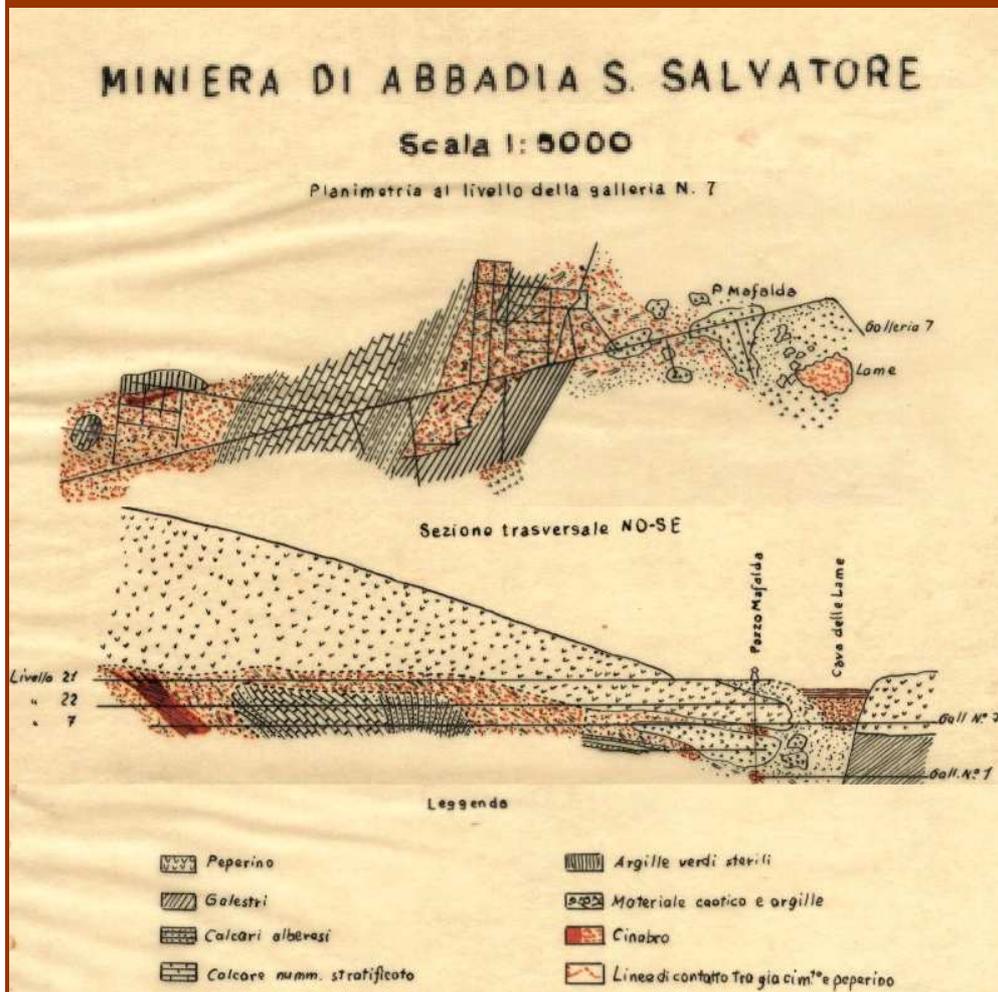


# APERTURA DEL TRONCONE EST DELLA GALLERIA VII PER MONITORAGGIO IDRICO, GEOCHIMICO E VERIFICHE DI SICUREZZA



PERIZIA



RELAZIONE



p.m. Marcello Niccolini  
geom. Andrea Esposito

Direttore Responsabile  
dott. geol. Daniele Rappuoli  
(n. 185 E.S. Ordine Geologi Toscana)

per gli aspetti relativi al monitoraggio  
geochimico - ambientale

Dipartimento di  
Scienze della Terra

Università degli Studi di Firenze



Dipartimento di Scienze della Terra e CNR-IGG Istituto di Geoscienze di Firenze

prof. Orlando Vaselli

dott. Franco Tassi  
dott.sa Barbara Nisi

ABBADIA SAN SALVATORE,

## INDICE

1 - LA MINIERA DI ABBADIA SAN SALVATORE E LA <i>GALLERIA VII</i> .....	3
2 - IL PROLUNGAMENTO DELLA GALLERIA FINO ALL'ATTUALE IMBOCCO - DRENAGGIO E RICERCA. ..	4
3 - SEGREGAZIONE E ISOLAMENTO DEL TRONCONE OVEST DAL CONTESTO MINERARIO .....	4
4 - LA <i>VII</i> DOPO LA CHIUSURA DELLE ATTIVITÀ DI COLTIVAZIONE.....	6
5 - SITUAZIONE ATTUALE E GLI EVENTI IMPROVVISI DEL 2010 .....	7
6 - <i>GALLERIA VII</i> E MONITORAGGIO ACQUE - GAS ALL'INTERNO DELLA CONCESSIONE MINIERARIA ...	7
7 - INDAGINE PRELIMINARE SULLA PRESENZA DI ESALAZIONI GASSOSE A CO <sub>2</sub> NELLA <i>GALLERIA VII</i> ...	8
8 - APERTURA DEL TRONCONE EST - METODOLOGIA OPERATIVA.....	12
9 - PERIZIA .....	18
10 - QUADRO ECONOMICO .....	20

## ALLEGATI

PLANIMETRIA DELLA GALLERIA VII CON IL RILIEVO GEOLOGICO DI DETTAGLIO

SITUAZIONE E PIANTE GENERALE DI GALLERIE DELLA SOCIETÀ ANONIMA MINIERE DI MERCURIO DI ABBADIA S. SALVATORE

PLANIMETRIA DELLO STABILIMENTO METALLURGICO AL MOMENTO DELLA CHIUSURA

## 1 - LA MINIERA DI ABBADIA SAN SALVATORE E LA GALLERIA VII

A partire dalla seconda metà dell'800, a più riprese, in prossimità dell'abitato di Abbadia San Salvatore, si sono susseguiti numerosi tentativi di ricerche (tutti nelle vulcaniti), di un giacimento che permettesse di avviare una metallurgia per la produzione del mercurio.

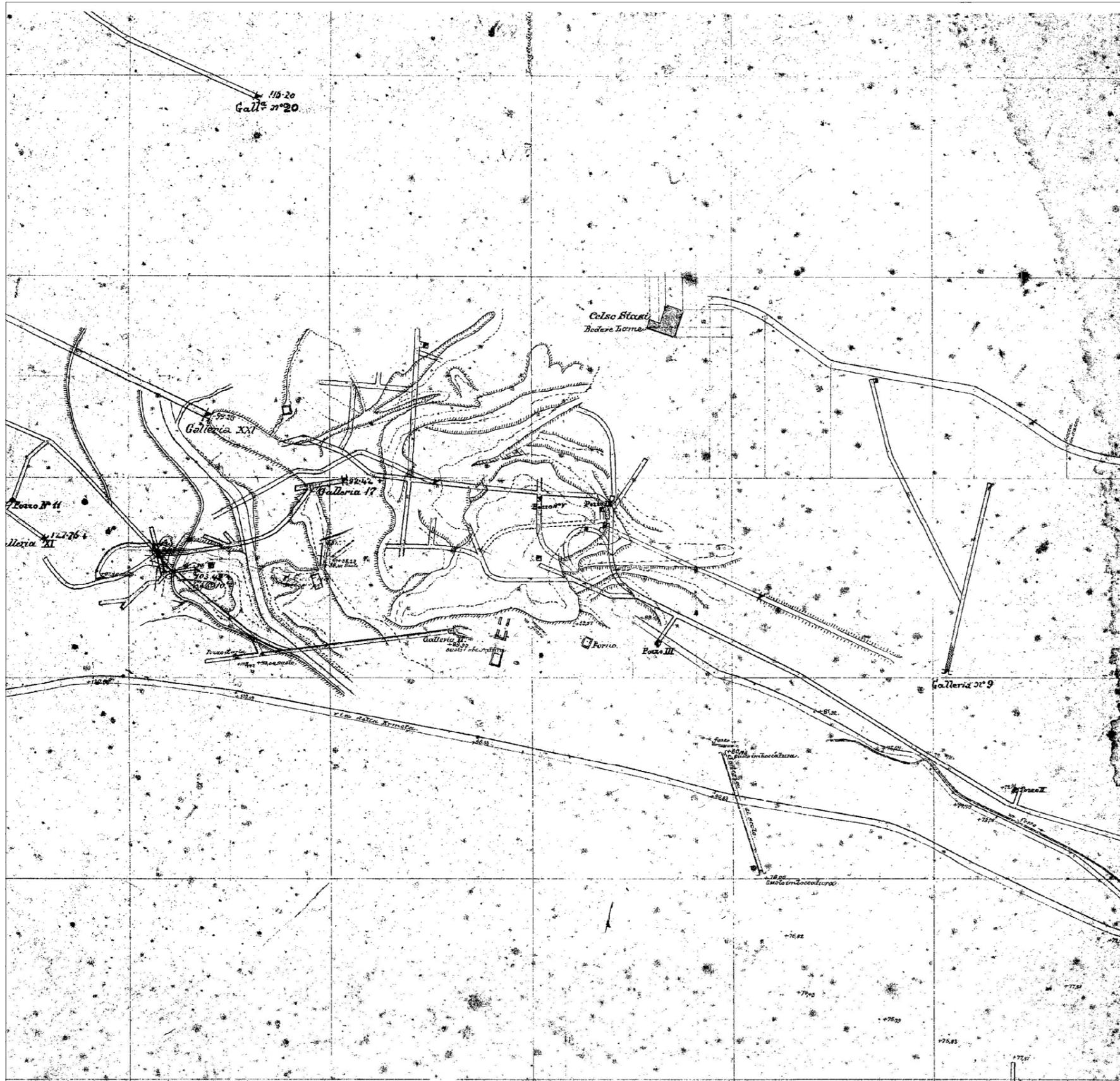
Quando ormai le ricerche stavano per essere sospese, casualmente il badengo Enrico Serdini, rinvenne sul letto di un fosso in zona le Lame, un deposito di cinabro. Coinvolse immediatamente il direttore Federico Amman che constatò la presenza di ciottoli calcarei mineralizzati e suppose che il giacimento fosse contenuto proprio su queste litologie. Iniziarono campionature di superficie con piccoli scavi; i risultati furono talmente incoraggianti che venne subito iniziata una coltivazione a cielo aperto ed installati i primi forni.

Con queste opere venne messo in luce un giacimento di tipo alluvionale generato dal riempimento di una depressione imbutiforme, contenuta nelle vulcaniti. Iniziò anche lo scavo di gallerie di ricerca a mezza costa che entrarono, dopo pochi metri, nei terreni sedimentari mineralizzati: aveva inizio la miniera di Abbadia San Salvatore che conobbe il suo maggiore sviluppo nel XX secolo.

Le coltivazioni in cava raccoglievano un'enorme quantità di acqua per cui, con lo scopo di abbassare il livello della falda, fu realizzato un sistema di gallerie di drenaggio. In questo contesto venne anche scavata una galleria di fondo, la Galleria VII, come scolo diretto delle acque di accumulo. Inizialmente il suo imbocco in superficie era nelle immediate vicinanze della strada provinciale che sale verso l'Amiata e scaricava nei ricettori naturali le acque raccolte.

A monte, la **GALLERIA VII**, venne spinta in direzione della montagna incontrando vaste aree mineralizzate che, insieme a quelle ritrovate dalle altre soprastanti gallerie (VIII, XI, XXI e XXII), fornirono minerale fino agli anni '70. Questi importanti ritrovamenti indussero le ricerche minerarie a quote sempre più profonde tramite pozzi, gallerie di livello, fornelli e discenderie per individuare la continuazione del giacimento in profondità e preparare nuove zone alla coltivazione.

La **GALLERIA VII** può così essere suddivisa in due tronconi: quello Est, destinato al deflusso delle acque; quello Ovest, destinato al ritrovamento del minerale ed alla successiva coltivazione.




**COMUNE DI ABBADIA SAN SALVATORE**

 Provincia di Siena  
 Unità di Progetto Bonifica

Situazione e pianta generale di gallerie  
 della Società anonima miniere di Mercurio di Abbadia S. Salvatore  
 tratta dall'archivio storico-documentale del Museo Minerario di Abbadia San Salvatore - primi anni '900  
 non in scala

## 2 - IL PROLUNGAMENTO DELLA GALLERIA FINO ALL'ATTUALE IMBOCCO - DRENAGGIO E RICERCA.

Inizialmente la **GALLERIA VII** garantiva il drenaggio della cava delle Lame, scaricando le acque nel fosso dell'Acqua Gialla. Successivamente (intorno agli anni '50), in corrispondenza del fosso, venne tombata e l'imbocco venne spostato nell'attuale posizione.

Il fosso dell'Acqua Gialla fu regimato, a monte, per l'alimentazione del Laghetto Verde, il cui canale scolmatore venne tombato sotto lo stabilimento metallurgico, venendo a giorno immediatamente a valle dell'area, oggi urbanizzata, di via San Giovanni. A cielo aperto, proseguiva fino all'invaso artificiale di valle (oggi Lago Muraglione).

Questo tracciato, parte in sotterraneo e parte a giorno, consentiva lo scarico dei rosticci dei forni Cermak-Spirek nel bacino di decantazione della "gora" di valle che oggi si trova nel centro abitato (vedi planimetria dei primi anni del '900: "*Situazione e pianta generale di gallerie della Società anonima delle miniere di Mercurio di Abbadia S. Salvatore*").

Oltre a ciò la **GALLERIA VII** garantiva e garantisce, anche il drenaggio dei piazzali della XXII, pozzo Garibaldi, officine.

Tutte le acque, così raccolte, vengono scaricate, tramite un collettore di comunicazione, nel sottostante scolmatore proveniente dal Laghetto Verde, distante circa 50 metri dall'imbocco.

Come galleria di ricerca (troncone Ovest), la **VII**, intercettò vaste aree mineralizzate consentendone la coltivazione fino al 1970. Si allega planimetria della **GALLERIA** con il rilievo geologico di dettaglio.

## 3 - SEGREGAZIONE E ISOLAMENTO DEL TRONCONE OVEST DAL CONTESTO MINERARIO

Nel 1984, il troncone di ricerca (Ovest) venne segregato e isolato dal contesto della miniera. Mentre i cantieri alti portavano a termine le coltivazioni del minerale rinvenuto, si procedeva ad esplorazioni minerarie in profondità. Venne prolungato il Pozzo Garibaldi e con i livelli inferiori al Liv. Serdini si individuarono orizzonti mineralizzati di notevole interesse minerario, che dettero inizio alle moderne coltivazioni del cinabro.

I vecchi cantieri alti, ormai esauriti, furono segregati per eliminare costose ed inutili manutenzioni. Molte gallerie, tra cui anche la **GALLERIA VII**, furono abbandonate, lasciando



libero il deflusso alle acque che, tramite discenderie e fornelli, tutt'oggi confluiscono alla Galleria Italia per poi uscire a giorno.

La descrizione dettagliata di quanto brevemente riportato, si trae dal *verbale di verifica dello stato del sottterraneo ... al 31 dicembre 1984* (di seguito sono riportati alcuni estratti) redatto congiuntamente con il Distretto Minerario.



MINISTERO DELL'INDUSTRIA DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO  
**CORPO DELLE MINIERE**  
**DISTRETTO DI GROSSETO**  
PER LE PROVINCE DI GROSSETO E SIENA

**VERBALE DI VERIFICA DELLO STATO DEL SOTTERRANEO** E DI ACCERTAMENTO DELLE CONSISTENZE DEL GIACIMENTO DELLA MINIERA DI MERCURIO DENOMINATA "ABBADIA SAN SALVATORE", SITUATA NELL'AMBITO DELL'OMONIMO COMUNE DELLA PROVINCIA DI SIENA, **AL 31 DICEMBRE 1984**, DATA DELLA DICHIARAZIONE DI RINUNCIA ALLA CONCESSIONE MINERARIA PRESENTATA DALLA SOC. "SAMIM" - SOCIETA' AZIONARIA MINERO METALLURGICA S.P.A. -

PREMESSO:

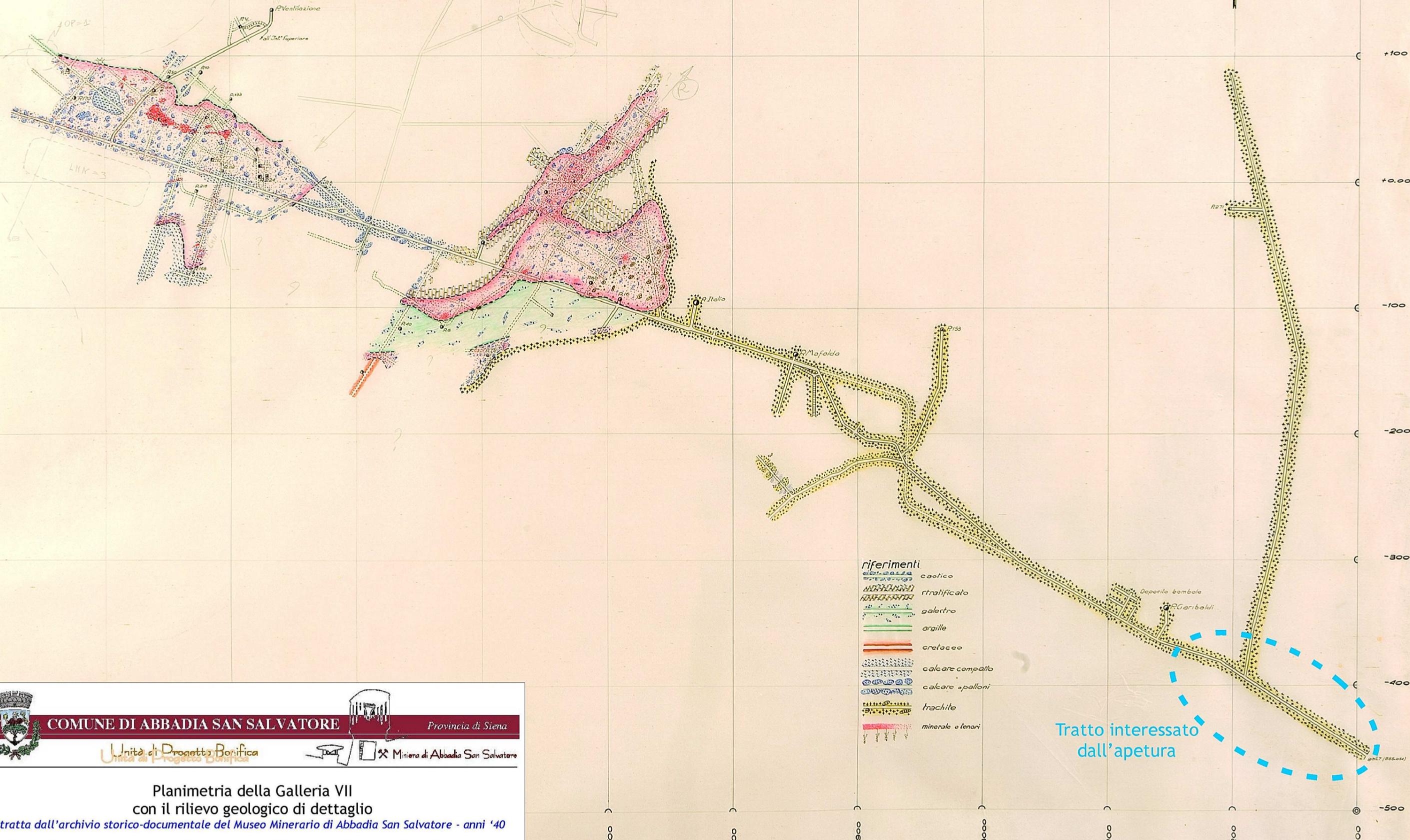
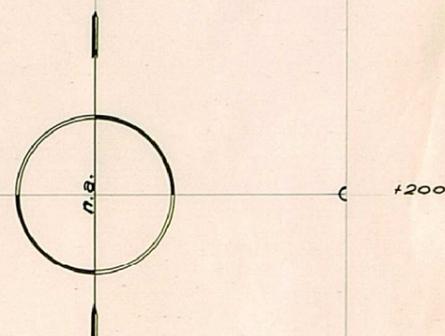
- che, ai sensi del R.D. 29 luglio 1927 n. 1443 sulla legislazione mineraria, con D.M. in data 18 marzo 1938 venne conferita in perpetuo alla Soc. Anonima Mineraria Monte Amiata la concessione mineraria per mercurio convenzionalmente denominata "Abbadia S. Salvatore", interessante un'area di 629 ettari situata in territorio dell'omonimo comune della provincia di Siena;

...(omissis) ...

**Tutto ciò premesso si fa ora l'inventario delle vie sotterranee attualmente aperte ed accessibili con sicurezza**, con l'elenco delle consistenze del minerale residuo afferenti ogni livello e con la citazione degli impianti sotterranei esistenti.

Con l'occasione si precisa che negli allegati piani topografici alla scala 1 : 2.000, uno per ciascun livello, si sono riportate le seguenti indicazioni:

'MONTE AMIATA, SOC. ANON. MIN.  
**MINIERA DI ABBADIA S. SALVATORE**  
**GALLERIA VII**  
 Scala 1:1000



- riferimenti**
- calcareo
  - stratificato
  - galstro
  - argille
  - cretaceo
  - calcare compatto
  - calcare spalloni
  - trachite
  - minerale e tenari

Tratto interessato dall'apertura

**COMUNE DI ABBADIA SAN SALVATORE** Provincia di Siena  
 Unità di Progetto Bonifica Miniera di Abbadia San Salvatore

Planimetria della Galleria VII  
 con il rilievo geologico di dettaglio  
 tratta dall'archivio storico-documentale del Museo Minerario di Abbadia San Salvatore - anni '40  
 non in scala

...(omissis) ...

**LIVELLO GALLERIA 7 - (Quota m 888 s.l.m.) -**

Tutto il livello è stato abbandonato tranne la parte adiacente il pozzo S. Callisto, accessibile con rimonte da sopra (liv. 22) e da sotto (liv. Intermedio Superiore), e la parte orientale che funge da livello di testa della zona di coltivazione Attacco 3.

Secondo la documentazione esistente esistono a questo livello tre distinte zone mineralizzate residue: due nella zona OP (m 7,50 sopra il piano di carreggio) ed una in prossimità del pozzo S. Callisto (m 2 sopra il suddetto piano). La consistenza complessiva del minerale accertato è valutata in 120.400 tonnellate al tenore del 3,12 per mille in Hg, equivalenti a 10.914 bombole di metallo.

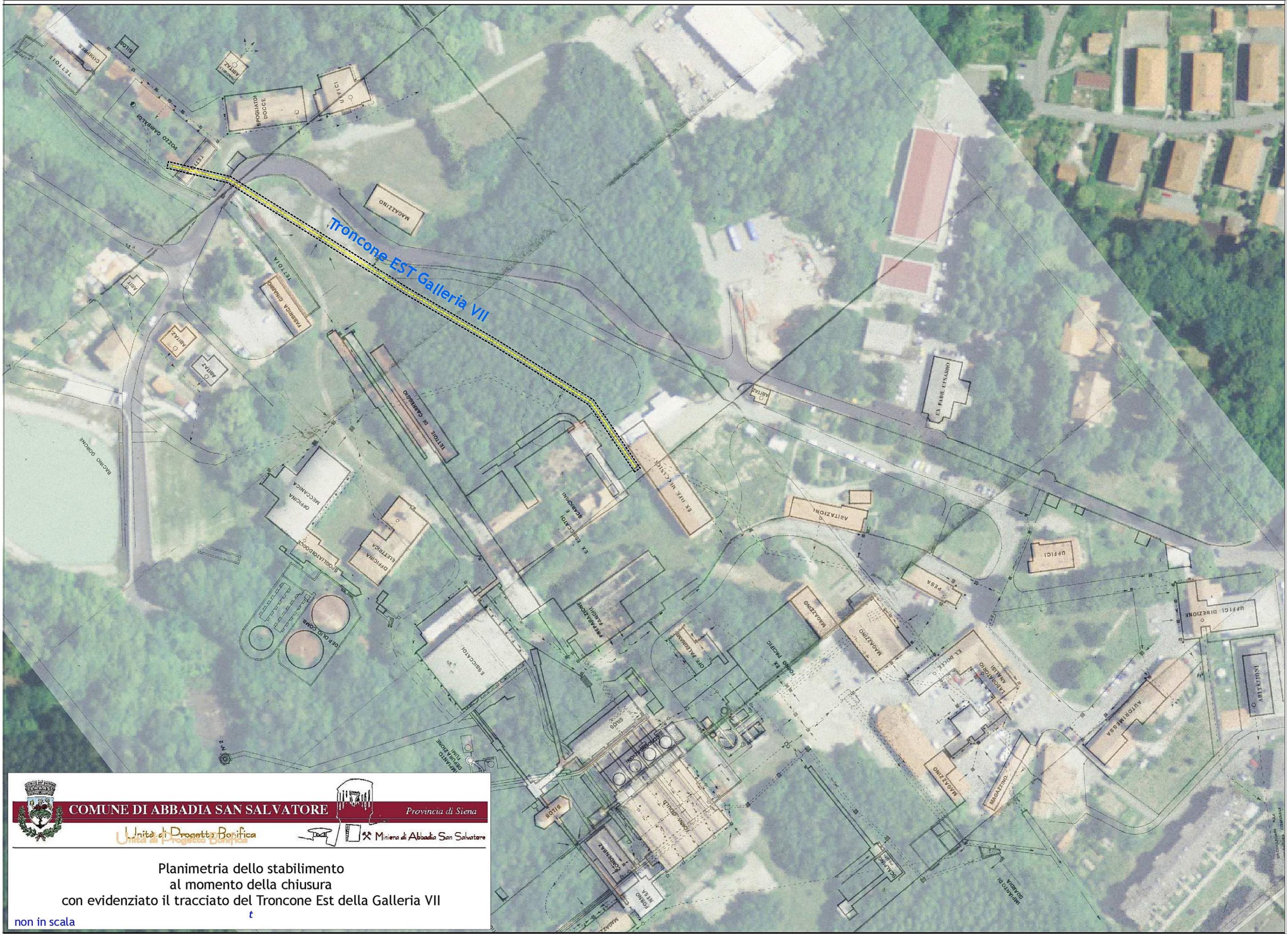
**4 - LA VII DOPO LA CHIUSURA DELLE ATTIVITÀ DI COLTIVAZIONE**

Negli anni '70, di fronte al pozzo Garibaldi venne costruito il nuovo impianto di preparazione meccanica del minerale con la costruzione di una grande fossa, con pareti in cemento armato, su cui vennero impiantati rovesciatori rotativi, vaglio, frantoio, nastri trasportatori ed impianto di depolverizzazione.

Lo scavo arrivò poco sopra la quota della **GALLERIA VII**, nella quale vennero deviate tutte le acque piovane dalla zona del pozzo Garibaldi. Anche i piazzali esterni, tramite fornelli, confluivano le acque nella **GALLERIA**.

Tale configurazione è rimasta immutata, fino ad oggi; per cui il Troncone Est garantisce l'allontanamento delle acque fino allo scolmatore del Lago Verde.

Si allega planimetria dello stabilimento che rappresenta il suo sviluppo, alla data della chiusura.



COMUNE DI ABBADIA SAN SALVATORE

Provincia di Siena

Unità di Progetto Bonifica



Miniera di Abbadia San Salvatore

Planimetria dello stabilimento  
al momento della chiusura  
con evidenziato il tracciato del Troncone Est della Galleria VII

non in scala

t

## **5 - SITUAZIONE ATTUALE E GLI EVENTI IMPROVVISI DEL 2010**

La chiusura della miniera ha comportato, per motivi di sicurezza, l'occlusione degli imbocchi delle gallerie, dei fornelli e dei pozzi comunicanti con la superficie. Così, anche nella **GALLERIA VII**, sono stati realizzati setti murari, all'imbocco ed in corrispondenza di tutti i collegamenti con l'impianto di frantumazione.

La chiusura e l'isolamento della **GALLERIA VII** non consentono verifiche sull'efficacia del drenaggio e del convogliamento delle acque raccolte; il canale scolmatore del Laghetto Verde, che è connesso alla galleria, in occasione delle recenti verifiche idrauliche per l'adeguamento degli organi di sfioro dell'invaso, è risultato di sezione inadeguata: anche lo stesso progetto di bonifica redatto da Eni, prevede il suo adeguamento. In attesa che ciò avvenga non si può escludere che portate di piena eccezionali, possano mettere in crisi l'attuale assetto idraulico con interessamento anche della **GALLERIA VII**.

Nel gennaio 2010, all'imbocco della **VII**, si è verificata una consistente ed improvvisa uscita di acqua, inizialmente rossastra e di seguito limpida. L'adiacenza delle fondazioni del Museo Minerario, hanno costretto ad eseguire opere di regimazione provvisorie, per evitare il rischio di allagamento del piano terra e di imbibimento dei terreni di fondazione della struttura museale.

Si ipotizza la creazione di un'ostruzione nel braccio che collega la **GALLERIA VII** con il canale scolmatore e che perciò l'acqua di drenaggio della **XXII** si sia canalizzata verso l'imbocco.

Questa situazione potrebbe divenire pericolosa nel momento in cui l'ostruzione fosse ancora più consistente interessando anche la **GALLERIA** caricandosi di carico idraulico ed improvvise portate di piena di grosse dimensioni.

## **6 - GALLERIA VII E MONITORAGGIO ACQUE - GAS ALL'INTERNO DELLA CONCESSIONE MINIERARIA**

La gestione della concessione mineraria, su indicazione dell'organo di vigilanza, prevede il monitoraggio continuo delle emissioni gassose (camini dell'Acquapassante e dell'Ermata) e delle acque che fuoriescono dalla Galleria Italia a da quella di Ribasso -200.

A tale prescrizione, dal 2008, il Comune di Abbadia assolve tramite una convenzione con il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze. Parallelamente, tramite il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Siena, è in corso anche una ulteriore

indagine di ricerca finalizzata alla verifica di un dettaglio dell'assetto geologico-strutturale, delle aree comprese nella concessione ed in quelle immediatamente limitrofe.

Nella “Relazione 2010 sulle manifestazioni fluide dei camini dell’Ermeta e dell’Acqua Passante e della Galleria Italia”, consegnata dall’Università di Firenze, si formulavano alcuni *“interventi possibili, per una definitiva messa in sicurezza, in considerazione della futura rinuncia della concessione e quindi l’abbandono dei camini di fuga della CO<sub>2</sub>...”*. Tra questi si ipotizzava la *“... chiusura definitiva dei due camini. L’incremento di pressione nel sottosuolo potrebbe portare alla fuoriuscita di CO<sub>2</sub> con formazione di nuovi punti di risalita non facilmente prevedibili”* o la *“chiusura del solo camino dell’Acqua Passante in quanto rappresenta il punto più critico essendo tale emissione ubicata in prossimità della strada provinciale che porta alla vetta e prossima ad un luogo di ristoro per turisti. Anche in questo caso sarebbe comunque necessaria una valutazione delle possibili vie di fuga post-chiusura...”*.

Il raccordo tra gli studi dei Dipartimenti di Siena e Firenze, porterà a formulare delle proposte operative da sottoporre all’Autorità di Vigilanza.

In questo contesto, la riapertura della **GALLERIA VII** sarebbe ulteriormente utile per monitorare eventuali degassamenti nel sottosuolo assieme, ovviamente, alle altre gallerie (la VIII, la XI, la XXII), tutte provviste di fori passanti all’imbocco.

## **7 - INDAGINE PRELIMINARE SULLA PRESENZA DI ESALAZIONI GASSOSE A CO<sub>2</sub> NELLA GALLERIA VII**

Prof. Orlando Vaselli<sup>1,2</sup>; Dr. Franco Tassi<sup>1,2</sup>; Dr. Barbara Nisi<sup>3</sup>; Dr. Jacopo Cabassi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze della Terra - Via G. La Pira, 4 - 50121 Firenze

<sup>2</sup>CNR-IGG Istituto di Geoscienze e Georisorse - Via G. La Pira, 4 - 50121 Firenze

<sup>3</sup>CNR-IGG Institute of Geosciences and Earth Resources, Via G. Moruzzi, 1 - 56124 Pisa

Con la presente si fa riferimento all’indagine condotta in data 21 Aprile 2011 presso la **GALLERIA VII** al fine di verificare l’eventuale presenza di CO<sub>2</sub> all’interno della galleria stessa.

Essendo tale galleria non accessibile, si è provveduto ad effettuare delle misure quantitative di CO<sub>2</sub> mediante i punti di accesso ed ubicati, rispettivamente, nel foro presente all’entrata della galleria stessa, in prossimità di un condotto di aerazione (grata in ferro)

ubicato nel piazzale antistante la vecchia officina meccanica (Edificio 26 nella zona di bonifica) e nella zona del vibrovaglio (Edificio 5 nella zona di bonifica).

Le misure di CO<sub>2</sub> sono state condotte utilizzando due metodi. Il primo ha visto l'utilizzo di un gas-sniffer (GA-2000) (Fig. 1) dotato di un sensore ad infrarossi per la misura in situ della CO<sub>2</sub>.



Figura 1 - Misuratore di CO<sub>2</sub> modello GA2000.

La determinazione della CO<sub>2</sub> è stata condotta connettendo un tubo di silicone, all'interno delle intercapedini di cui sopra, allo strumento. Quest'ultimo dotato di una pompa aspirante permette l'ingresso della fase gassosa da analizzare verso il sensore ad infrarossi. Le misure sono state ripetute 3 volte per ogni punto avendo cura di aver pompato un volume pari ad almeno 3 volte la capacità del tubo stesso (circa 100 mL). Nei tre punti di prelievo le concentrazioni di CO<sub>2</sub> misurate in ripetuta sono risultate essere sempre al di sotto del limite di sensibilità strumentale: <0.1 % in volume di CO<sub>2</sub>.

Al fine di avere una misura più accurata della CO<sub>2</sub> presente nei tre punti di connessione con la **GALLERIA VII**, si è anche proceduto con un secondo metodo che ha previsto l'acquisizione di altrettante aliquote di gas utilizzando delle ampolle a doppia via connesse con tubo in silicone a monte dello strumento GA2000 (Fig. 2) per poter analizzare il gas presente all'interno della galleria in laboratorio mediante gas-cromatografia la quale ha una sensibilità strumentale di 0.01 %. La pompa di cui è dotato lo strumento è stata utilizzata per favorire l'ingresso della fase gassosa all'interno dell'ampolla.

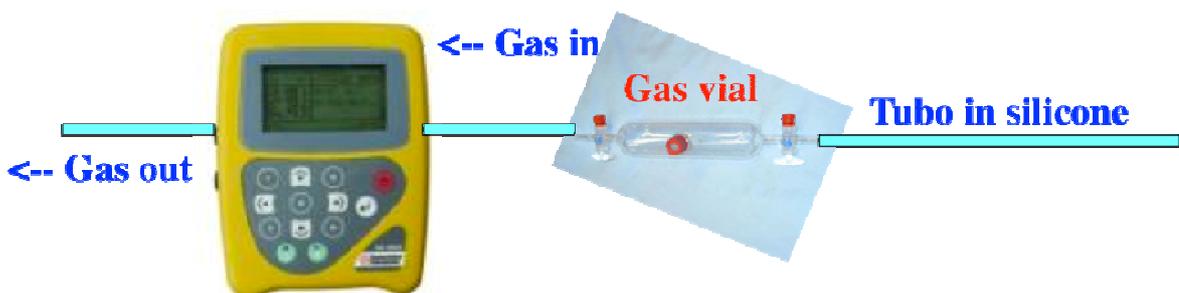


Figura 2 - Geometria di campionamento mediante ampolla a due vie.

Le analisi gas-cromatografiche hanno rilevato una concentrazione massima di CO<sub>2</sub> di 0.05 % in volume, tipica di ambienti poco aerati. Gli altri componenti gassosi riconosciuti sono N<sub>2</sub> (Azoto), Ar (Argon) ed O<sub>2</sub> (Ossigeno) con concentrazioni simili a quelle dell'aria e, rispettivamente, di 78, 0.9 e 20 % in volume.

Infine, sono state condotte delle indagini chimiche sull'acqua che fuoriesce dalla Galleria VII dal Gennaio 2010 (Fig. 3; nella figura è anche possibile osservare il punto dove è stato effettuato il prelievo di aria) probabilmente a seguito delle intense precipitazioni invernali che hanno presumibilmente modificato il circuito idrico all'interno della galleria stessa.

In Tabella 1 viene riportata la composizione chimica relativa ai componenti maggiori e minori dell'acqua rossa della Galleria VII. Sia le caratteristiche di pH (decisamente acide) che le concentrazioni degli elementi maggiori e minori denotano che tale acqua probabilmente interagisce con i depositi a solfuri utilizzati per l'estrazione del mercurio conferendole un pH

di poco superiore a 3.5. E' da rilevare la relativa scarsa salinità (196 mg/L) di tale acqua (associata probabilmente ad una scarsa circolazione) e per la maggior parte associata alla presenza di SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (ione solfato) (141 mg/L), derivante per



Figura 3  
Ingresso della Galleria VII e l'acqua rossa fuoriuscente.

mg/L	Galleria VII
T (°C)	11.0
pH	3.66
Ca <sup>++</sup>	27
Mg <sup>++</sup>	4.8
Na <sup>+</sup>	8.4
K <sup>+</sup>	3.5
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.13
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	ass.
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	141
Cl <sup>-</sup>	11.0
F <sup>-</sup>	0.26
Br <sup>-</sup>	0.030
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.2
TDS	196

Tabella 1  
Composizione chimica dell'acqua fuoriuscente dalla Galleria VII

la maggior parte dall'ossidazione dei depositi di cinabro ed in parte dall'interazione con rocce evaporitiche triassiche ricche in gesso (come avviene per la maggior delle acque relativamente profonde della zona). E' presumibile che parte dello ione solfato sia anche derivante dalla parziale solubilizzazione di H<sub>2</sub>S. Tale gas, caratterizzato dal tipico odore di uova marce, non è stato tuttavia riscontrato nell'aria della galleria ove sono stati effettuati i prelievi.

Al fine di ipotizzare il possibile punto di emissione di tale acqua all'interno della Galleria VII e di valutare il tempo di transito verso la testa della galleria stessa si è provveduto a versare circa 25 L di acqua contenente blu di metilene nella grata presente nel piazzale dell'ex-officina ad una distanza di circa 100-150 m in linea d'aria dalla **GALLERIA VII**.

Il risultato di tale esperimento è risultato essere negativo in quanto dopo oltre 4 ore di attesa non è stata osservata la fuoriuscita di acqua di colore azzurra immessa nel punto di cui sopra. Questo è probabilmente imputabile al fatto che il punto di emissione di tale acqua sia posto a valle rispetto alla grata ove è stata versata l'acqua con il blu di metilene. Non può essere escluso anche il fatto che il fattore di diluizione fra l'acqua della Galleria VII e quella immessa artificialmente sia particolarmente elevato. Tuttavia, le misure effettuate in testa galleria hanno permesso di calcolare una portata pari a 0.3 L/sec, i.e. 18 L/min e quindi, inferiori ai 25 L di acqua immessi istantaneamente dalla grata.

#### **CONSIDERAZIONI PRELIMINARI E RACCOMANDAZIONI**

L'indagine geochimica condotta nei punti ove è stato possibile accedere, tramite delle intercapedini, fessure o grate, all'interno della **GALLERIA VII** ha permesso, seppur preliminarmente, di accertare che non esiste la presenza di quantità rilevanti di CO<sub>2</sub> all'interno della galleria stessa.

Le concentrazioni di CO<sub>2</sub> misurate sia in situ che in laboratorio sono infatti risultate essere sempre al di sotto di 0.1 % in volume.

Quest'aspetto è di particolare interesse in quanto permette di suggerire che non esistono rischi particolari per gli operatori che volessero approfondire ed acquisire un numero di significativo di dati sull'eventuale presenza di CO<sub>2</sub> a vari livelli nella galleria (processo di stratificazione per differenza, maggior densità della CO<sub>2</sub> rispetto all'aria, e/o di altri gas naturali).

Nel caso che venga effettuata una perlustrazione all'interno della **GALLERIA VII** è tuttavia necessario predisporre un piano per l'ingresso degli operatori da concordare con le Autorità di Vigilanza.

Infine, è plausibile che un'esplorazione di dettaglio della **GALLERIA VII** permetterebbe di verificare anche il punto di fuoriuscita dell'acqua rossa che caratterizza l'ingresso della miniera affinché sia possibile adottare gli opportuni interventi.

Qualora si proceda con la rottura del diaframma iniziale della **GALLERIA VII**, gli scriventi si rendono disponibili a far parte del gruppo di perlustrazione ed a redigere e realizzare un progetto di monitoraggio in accordo con le autorità preposte.

## 8 - APERTURA DEL TRONCONE EST - METODOLOGIA OPERATIVA

Il Troncone Est renderà ispezionabile il tratto di **GALLERIA** che congiunge l'esterno con la base dell'impianto di preparazione meccanica del minerale prospiciente al Pozzo Garibaldi.

Si prevedono tre fasi di lavoro:

**PRIMA FASE** - Demolizione delle tamponature di valle (imbocco), di monte (base impianto di vagliatura e frantumazione) ed in fondo alla rampa che porta a giorno il nastro trasportatore.

La prima demolizione interesserà l'occlusione alla base dell'impianto di preparazione meccanica del minerale (zona Pozzo Garibaldi).

Si procederà poi con quella in corrispondenza della rampa che porta a giorno il nastro trasportatore e, infine, l'ostruzione posta all'ingresso della galleria a fianco del Museo Minerario.

Dalla documentazione in archivio, presso la Direzione, si è tratto il dettaglio esecutivo della chiusura della **GALLERIA VII**.

Il primo obiettivo è di attivare una circolazione di aria naturale, tra la base dell'impianto di preparazione meccanica e la rampa di transito all'esterno. Questo dovrebbe essere facilitato anche dall'esistenza del fornello che porta in comunicazione la **GALLERIA VII** con il piazzale della XXII, nella zona della tramoggia del minerale delle miniere esterne.

# CHIUSURA GALLERIA VII

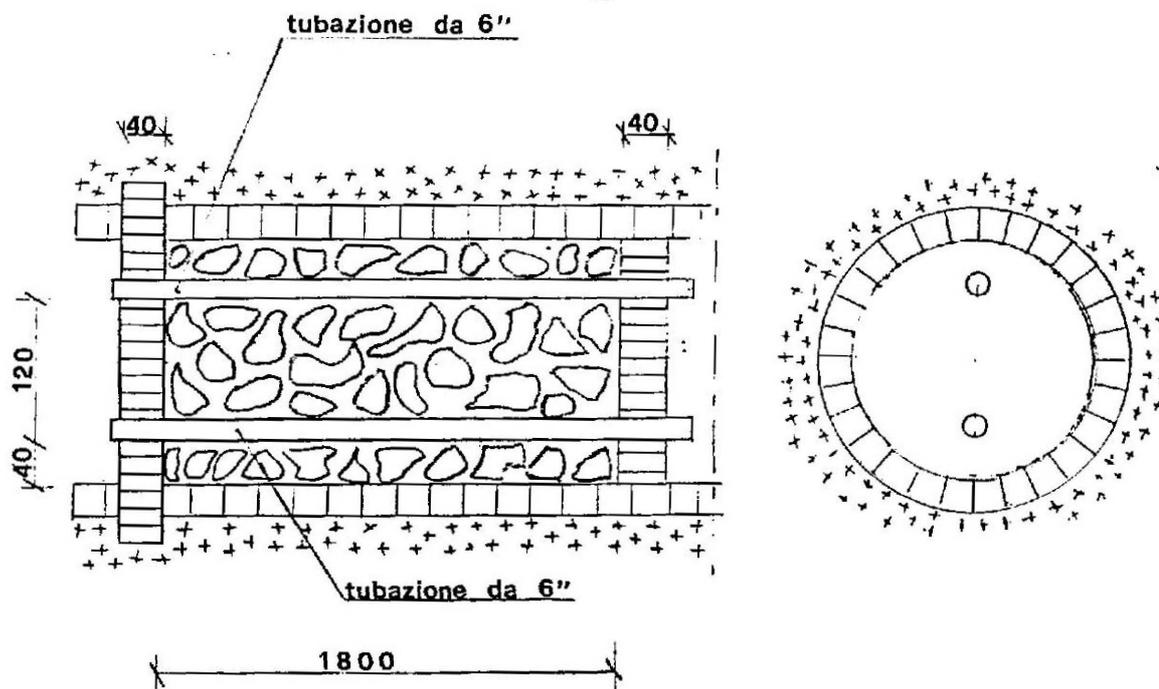


Figura 4  
Opere eseguite per la chiusura della GALLERIA VII  
Tratto dal progetto Eni di messa in sicurezza del sottosuolo anni '90

Esiste la possibilità che, pur avendo interrotto gli impianti di partenza dei nastri trasportatori del minerale verso i successivi impianti di essiccamento, non siano stati disattivati i sistemi di tensione degli stessi. Questo si rileva anche da un esame esterno, all'uscita della rampa. In tale caso, sarà necessario disattivare i sistemi di tensione al fine di procedere in sicurezza con le successive lavorazioni.

Per queste lavorazioni è previsto l'utilizzo dei seguenti macchinari/attrezzature:

- Compressore;
- Demolitore ad aria compressa;
- Sollevatore ad aria compressa per lo smaltimento dei materiali di risulta;
- Lampada ad aria compressa per illuminazione zona di intervento.

Dal punto di vista dell'organizzazione del lavoro e delle misure di sicurezza da adottare, si prevede l'impiego di:

- n° 2 operai qualificati dotati dei necessari D.P.I.: maschera antipolvere, guanti, cuffie antirumore, elmetto, scarpe con protezione in acciaio secondo le normative di legge vigente;

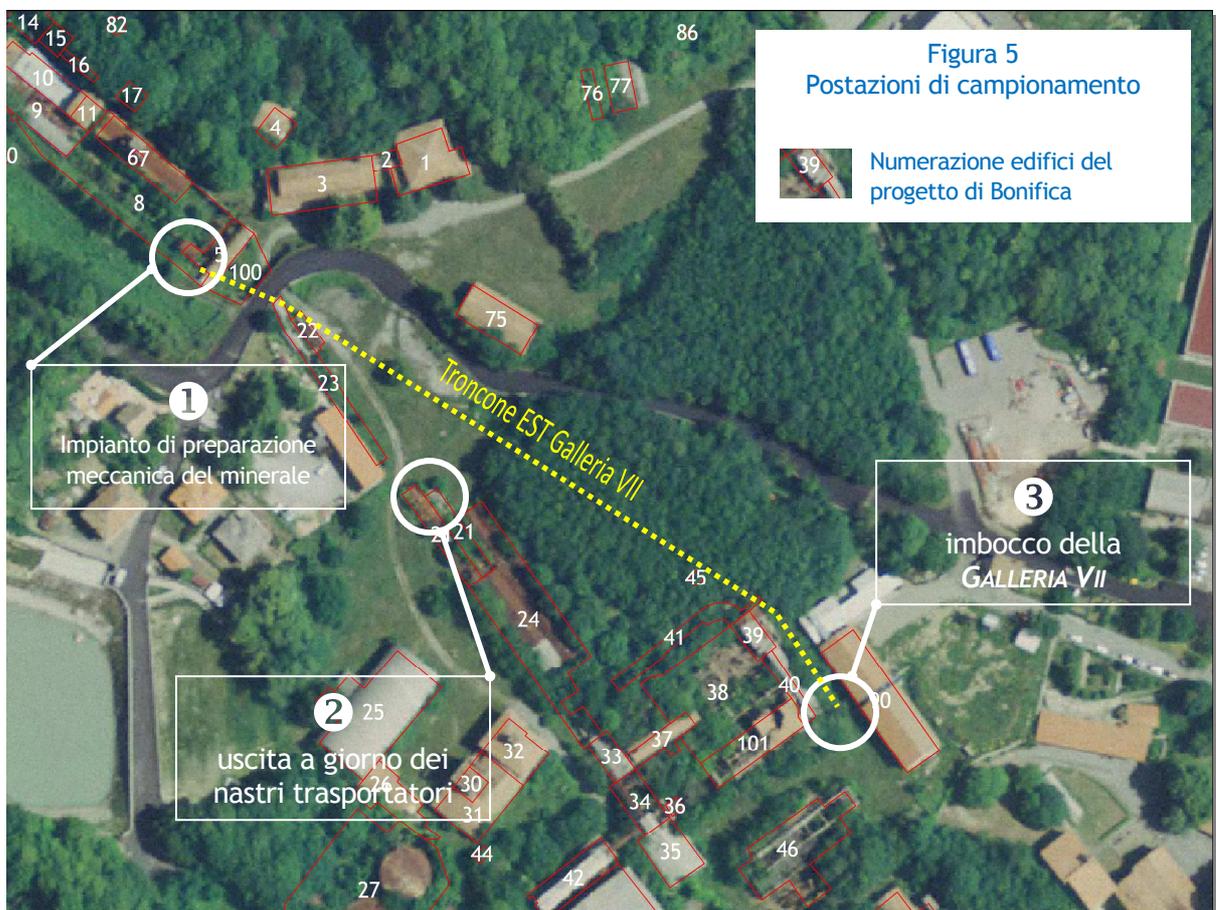
- il Sorvegliante di miniera, dotato dei normali D.P.I., con compiti di misurazione continua della qualità dell'aria con riguardo a possibili sviluppi di gas nocivi (ad esempio, CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>S). L'attività di controllo dell'aria, verrà svolta anche con l'ausilio e la supervisione dell'Università di Firenze, che collabora con la Direzione per le materie attinenti al monitoraggio geochimico;
- il Direttore responsabile dei lavori, per il coordinamento in cantiere.

Nelle nuove aperture effettuate, verranno posti in opera dei cancelli metallici muniti di chiusura. Tali sbarramenti consentiranno il normale deflusso delle correnti d'aria naturali con notevole beneficio delle strutture minerarie e dell'ambiente.

### SECONDA FASE - Monitoraggio dei parametri chimici e fisici dell'aria e dell'acqua.

Si prevede dei campionamenti in almeno tre postazioni:

- 1) alla base dell' impianto di preparazione meccanica del minerale (prospiciente al Pozzo Garibaldi);
- 2) all'uscita a giorno dei nastri trasportatori del minerale (nei pressi dell'officina meccanica).
- 3) all'imbocco della **GALLERIA VII** (a fianco della ex officina meccanica).



In particolare si misurerà la direzione e l'intensità delle correnti naturali in qualunque situazione meteo con regolare misurazione anemometrica e relativa iscrizione in apposito registro. Verrà determinato inoltre il chimismo dell'aria in ingresso e riflusso con particolare riguardo ad eventuali presenze di gas tossici o altrimenti nocivi del tipo : CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, composti organici, ecc.... Si determinerà la quantità di ossigeno presente nelle correnti di aria sia in ingresso che in riflusso.

Il conseguimento della caratterizzazione dell'aria all'interno della galleria sarà condotto utilizzando una centralina meteo a cui saranno affiancati dei misuratori di CO<sub>2</sub> in continuo posti all'altezza di circa 30 cm, un sistema di acquisizione in continuo di O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>+Ar, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S e CO con sensore ad infra-rosso, un sistema di pompaggio manuale e in continuo connesso a fiale Drager per la determinazione della concentrazione di H<sub>2</sub>S. Infine, sarà analizzata la componente organica con particolare riferimento a specie quali benzene, toluene, ecc.

La strumentazione adibita al campionamento consiste in trappole solide, piccoli tubi di acciaio inox (9 cm di lunghezza, 0,5 cm di diametro) impaccati con tre diverse fasi di materiali assorbenti (Carbopack C / Carbopack B / Carbosieve S111) collegate ad una pompa portatile Mega System LIFE XP, in grado di produrre un flusso costante (15 L/h) attraverso la sezione assorbente. Carbopack C e Carbopack B sono assorbitori costituiti da microcristalli di grafite, assemblati in modo da ottenere una struttura porosa dall'ampia superficie specifica che ben si presta al campionamento di idrocarburi leggeri (C<sub>2</sub>-C<sub>6</sub>), tra cui specie ossigenate e idrocarburi alogenati. Carbopack B è in grado di trattenere specie dotate di punto di ebollizione inferiore rispetto a Carbopack C; la combinazione delle due fasi garantisce il recupero di una vasta gamma di composti volatili. Carbosieve S111 è un filtro molecolare in carbonio, caratterizzato da una struttura sferica, macroporosa, che permette un facile recupero dei composti assorbiti. È adatto alla raccolta di specie altamente volatili (caratterizzate da un punto di ebollizione compreso tra -15 e 120 °C), relativamente non polari. Collocato a valle delle altre due fasi, va a completare il potenziale assorbente della trappola.

Eventuali presenze di venute di acqua, oltre a quella attualmente fuoriuscente dalla galleria, saranno analizzate per le specie maggiori ed in traccia. Anche il sedimento direttamente formatosi per precipitazione chimica dalle acque, sarà analizzato come già effettuato per quello presente all'esterno della galleria e la cui analisi è qui di seguito riportata (Tabella 2). Come si può osservare, nel sedimento di **GALLERIA VII**, dominato una concentrazione in ferro pari a 64.79 % (come Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), sono presenti concentrazioni elevate di As, Hg ed Sb.



	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ni	Sc	LOI	Sum		
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	PPM	PPM	%	%		
	0.01	0.01	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.002	20	1	-5.1	0.01		
Galleria VII	1.66	1.02	64.79	<0.01	0.08	0.02	0.04	0.02	0.5	<0.01	0.004	<20	2	31.8	99.95		
	Ba	Be	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sn	Sr	Ta	Th	U	V	W		
	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM		
	1	1	0.2	0.1	0.5	0.1	0.1	0.1	1	0.5	0.1	0.2	0.1	8	0.5		
Galleria VII	7	<1	0.4	0.8	4	<0.1	0.3	3.2	<1	4.5	<0.1	2.2	0.6	137	0.6		
	Zr	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb		
	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM		
	0.1	0.1	0.1	0.1	0.02	0.3	0.05	0.02	0.05	0.01	0.05	0.02	0.03	0.01	0.05		
Galleria VII	4.9	1.4	2.9	8.7	1.47	6.9	1.36	0.13	0.69	0.09	0.42	0.07	0.2	0.04	0.24		
	Lu	TOT/C	TOT/S	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni	As	Cd	Sb	Bi	Ag	Au	Hg	Tl	Se
	PPM	%	%	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPB	PPM	PPM	PPM
	0.01	0.02	0.02	0.1	0.1	0.1	1	0.1	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5	0.01	0.1	0.5
Galleria VII	0.04	1.09	3.88	4.6	3	3.8	9	1	1093	<0.1	14.8	<0.1	<0.1	<0.5	10.84	<0.1	<0.5

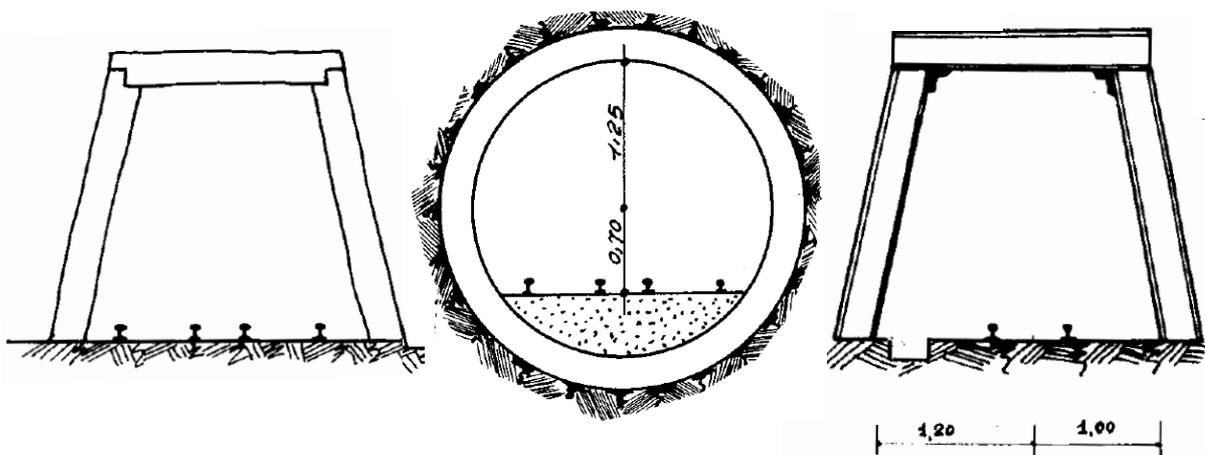
**Tabella 2**  
Composizione chimica del sedimento presente all'esterno della Galleria VII

Questo monitoraggio è di notevole importanza per determinare eventuali successive lavorazioni. Il tempo ritenuto idoneo alla verifica dei parametri di interesse può ragionevolmente essere stimato in almeno 10 gg. naturali e consecutivi, salvo diversa indicazione delle autorità di vigilanza.

**TERZA FASE - Recupero della GALLERIA.**

In relazione alla situazione manutentiva che si incontrerà, è prevista la sistemazione delle armature e dei guarnisaggi, mettendo in opera, in caso di sostituzione, le tipologie di armatura presenti.

Di seguito si riportano le tipologie delle possibili armature presenti nella **GALLERIA VII**, per quanto risulta dai documenti in nostro possesso.



**Figura 5**  
Tipologia di armature presenti nella **GALLERIA VII** - ANNO 1959  
Tratto dall'archivio del Museo Minerario di Abbadia San Salvatore

Si provvederà anche alla ricanalizzazione delle acque di corrivazione, con lo scopo di portarle a giorno in maniera controllata e senza che arrechino danni alle strutture.

Il lavoro sarà manuale e si provvederà al trasporto dei materiali di risulta all'esterno tramite vagone ribaltabile.

Questa fase è strettamente legata agli esiti del monitoraggio previsto al precedente paragrafo ed alle verifiche circa lo stato manutentivo e di conservazione che verrà riscontrato nella prima ispezione.

Pertanto i dettagli degli interventi sono rinviati ad una successiva progettazione.

## 9 - Perizia

DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
	par. ug.	lung.	larg.	H Peso		unitario	TOTALE
Demolizione di tappi in muratura eseguiti in tufo o blocchetti di cemento, anche in doppia fila, compreso allontanamento del materiale di risulta in luogo destinato o a discarica autorizzata. Il lavoro può essere svolto anche con ausilio di piccoli mezzi meccanici a conduzione manuale (Es. Demolitore ad aria compressa). Compreso l'utilizzo di compressore o gruppo elettrogeno anche per il sollevamento in superficie del materiale demolito.							
Tappo base impianto frantumazione	1,00			4,00	4,00		
tappo base rampa di trasferimento alla luce del minerale	1,00			4,00	4,00		
Tappo di collegamento con scolmatore	1,00			4,00	4,00		
sommano mq					12,00	€ 80,00	€ 960,00
Disinnesco della struttura di tensione sul dispositivo di avvio del nastro trasportatore del minerale alla base della rampa di trasporto a giorno. Si propone l'uso di fiamma ossi-acetilenica con prolunga di lunghezza adeguata a lavorare in sicurezza onde evitare la proiezione del canapo di tensione; o l'uso di taglio a laser sempre operando a debita distanza e secondo le disposizioni impartite dalla D. L. al momento dell'intervento							
partenza nastro	1,00			1,00	1,00		
sommano a corpo					1,00	€ 200,00	€ 200,00
Disostruzione del tappo in muratura e materiale sciolto sull'imbocco della galleria VII. Il lavoro sarà eseguito a mano o con uso di piccoli mezzi meccanici ad aria compressa o elettrici; naturalmente sul prezzo è compreso anche l'uso del compressore o del gruppo elettrogeno.							
Tappo ingresso galleria VII	1,00	18,00		4,00	72,00		
sommano mc					72,00	€ 38,00	€ 2.736,00

trasporto a discarica del materiale di risulta della disostruzione del tappo della Gall. VII							
Materiale di risulta dalla disostruzione del tappo sulla galleria VII	1,00		72,00	72,00			
sommano mc				72,00	€ 12,00	€ 864,00	
Oneri per la sicurezza relativi all'uso specifico dei D.P.I., alla formazione del cantiere, alla delimitazione delle aree di intervento, all'uso di elmetti provvisti di illuminazione autonoma o impianti di illuminazione mobili, al lavoro da svolgersi in sottosuolo.							
Oneri per sicurezza non soggetti a ribasso d'asta	1,00		1,00	1,00			
sommano a corpo				1,00	€ 600,00	€ 600,00	
Regimazione dell'acqua in uscita dalla galleria VII tramite la fornitura e posa in opera di canaletta in c.a. prefabbricata, allettata c.l.s., compreso lo scavo ed il rinfiacco, compreso innesto nel tombino di smaltimento							
Da imbocco galleria a tombino	1,00		15,00	15,00			
sommano ml				15,00	€ 28,00	€ 420,00	
Fornitura e posa in opera di cancelli in profilati e tondini di ferro, a disegno semplice, opportunamente trattati con due mani di protettivo antiruggine e due mani di vernice colore a scelta della D.L., muniti di chiusura e apposito lucchetto, completi di controtelaio e compreso le opere murarie di ancoraggi. I cancelli posizionati in corrispondenza dei nastri trasportatori dovranno essere eseguiti con una parte fissa ed un passo d'uomo. Quelli a sezione libera (ingresso galleria Liv. VII, saranno eseguiti ad anta mobile onde consentire il totale utilizzo della superficie della galleria medesima.							
Impianto di frantumazione base scale di ingresso	1,00	0,90	2,00	1,80			
Uscita rampa nastro trasportatore	1,00	2,40	2,70	6,48			
Ingresso galleria VII	1,00	1,80	2,10	3,78			
sommano mq				12,06	€ 160,00	€ 1.929,60	
<b>TOTALE LAVORI</b>						<b>€ 7.709,60</b>	

## 10 - Quadro Economico

		importi	
<b>A - OPERE</b>			
A1 - Lavori		€ 7.709,60	
A2 - Oneri sulla sicurezza		€ 600,00	
	<i>Totale opere</i>	€ 8.309,60	€ 8.309,60
<b>B - SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMM.NE</b>			
B1 - IVA sulle opere in appalto (20%)		€ 1.661,92	
B2 - Progettazione interna art. 92 c. 5 D.L.vo 162/02 (2% A)		€ 166,19	
B3 - Indagini geochimiche		€ 3.000,00	
B4 - Imprevisti e arrotondamenti		€ 500,00	
	<i>Totale somme a disposizione dell'Amm.ne</i>	€ 5.328,11	€ 5.328,11
<b>TOTALE COMPLESSIVO</b>			<b>€ 13.637,71</b>

Abbadia San Salvatore, luglio 2011

*per i redattori*

**Unita di Progetto Bonifica**  
 il Direttore Responsabile  
*dott. geol. Daniele Rappuoli*