



La sicurezza nelle cave e nelle miniere. La storia, l'attualità, il futuro

Una prima applicazione del D.Lgs. 624/96 a una miniera idrotermale

Alessandra Bonoli





Capostrada (Pistoia)

Il Signorino

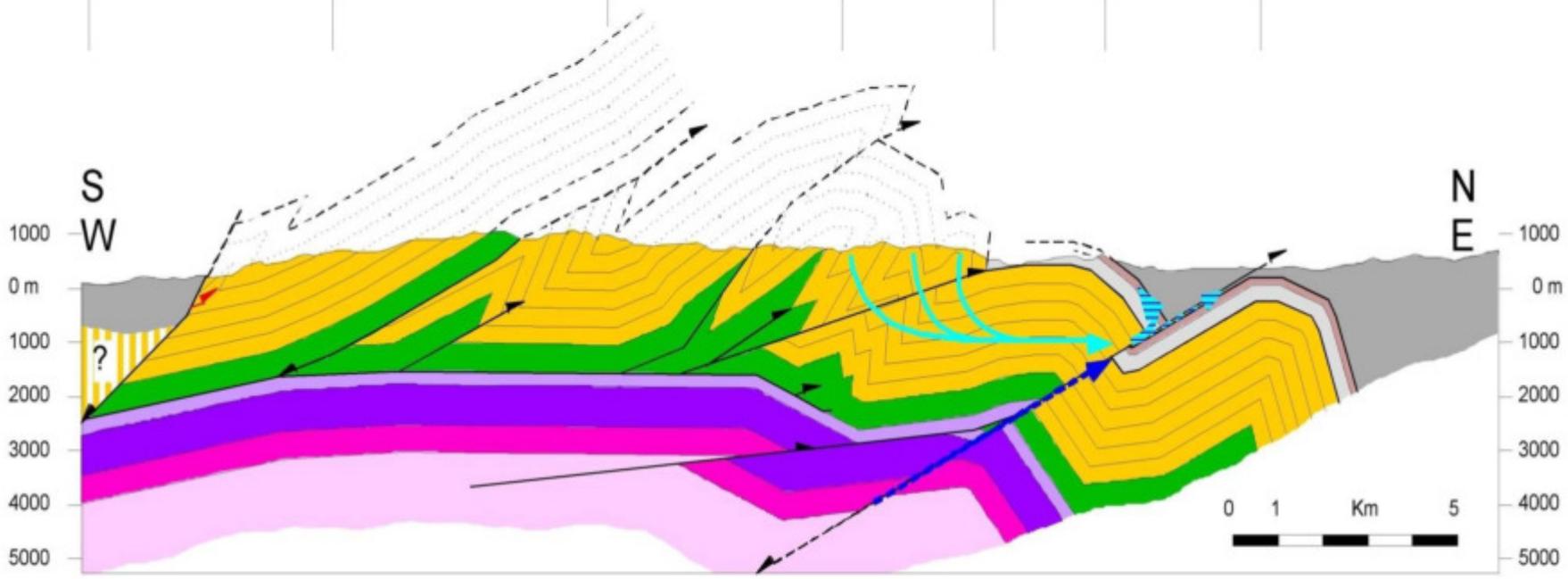
Stabiazioni

Bellavalle

Pavana

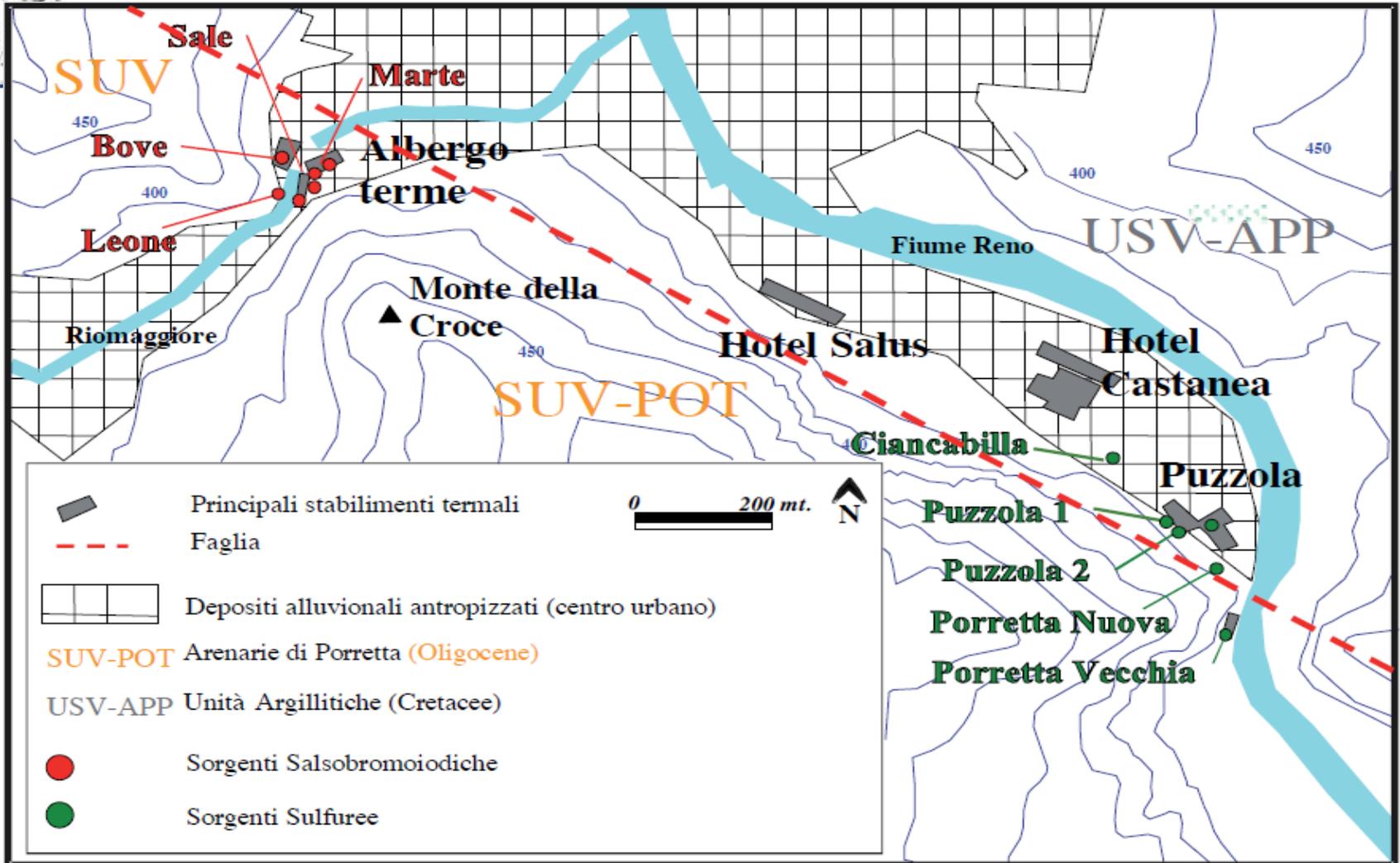
Suviana

Castel di Casio



Legenda:

- 1. Evaporiti, 2. Formazione del Calcare Massiccio, 3. Carbonati pelagici mesozoici fino alla Formazione delle Marne a Fucoidi, 4. Formazione della Scaglia, 5. Lutiti di pre-Flysch, 6. Formazione delle Arenarie di M.Cervarola, 7. Unità di Sestola – Vidiciatico, 8. Formazione di Porretta Terme, 9. Liguridi, 10. Acque salate ed idrocarburi di origine profonda, 11. Acque dolci di origine meteorica, 12. Acque termominerali di Porretta Terme.



Schema geologico di dettaglio dell'area termale porrettana con ubicazione delle sorgenti (da Ciancabilla e Bonoli, 2010)

Le venute d'acqua captate sono nove e si classificano in base alla loro composizione chimica in salso-bromo-iodiche e solfuree.

Le prime emergono lungo l'alveo del Rio Maggiore, mentre le seconde sgorgano in sinistra del fiume Reno, dove sono ubicati gli stabilimenti termali.

Entrambe sgorgano dalle arenarie eoceniche, al contatto di queste rocce con gli scisti argillosi impermeabili. Le sorgenti sono praticamente le stesse conosciute ed utilizzate nei secoli passati.

Poiché nell'ammasso arenaceo le fratture e i giunti di stratificazione lungo cui risalgono le acque formano un reticolo assai rado, le captazioni sono state eseguite mediante lo scavo di gallerie o pozzi di largo diametro poco profondi.

Gli stabilimenti della S.p.A Terme di Porretta utilizzano entrambi i gruppi di acque termominerali.



Gruppo delle sorgenti salso – bromo – iodiche

Le acque salso – bromo – iodiche sono caratterizzate da un alto contenuto di sale e dalla presenza di iodio e bromo in quantità sufficienti ad esercitare un effetto terapeutico, e da una elevata temperatura.

Sono situate nella parte alta (sud-ovest) dell'abitato di Porretta. Gli affioramenti si trovano nella zona in cui il Rio Maggiore ha eroso gli strati dell'arenaria, formando la gola compresa tra i due monti del Sasso Cardo e della Croce.

Le sorgenti sono:

Bove: sgorga ai piedi del Monte Sasso Cardo.

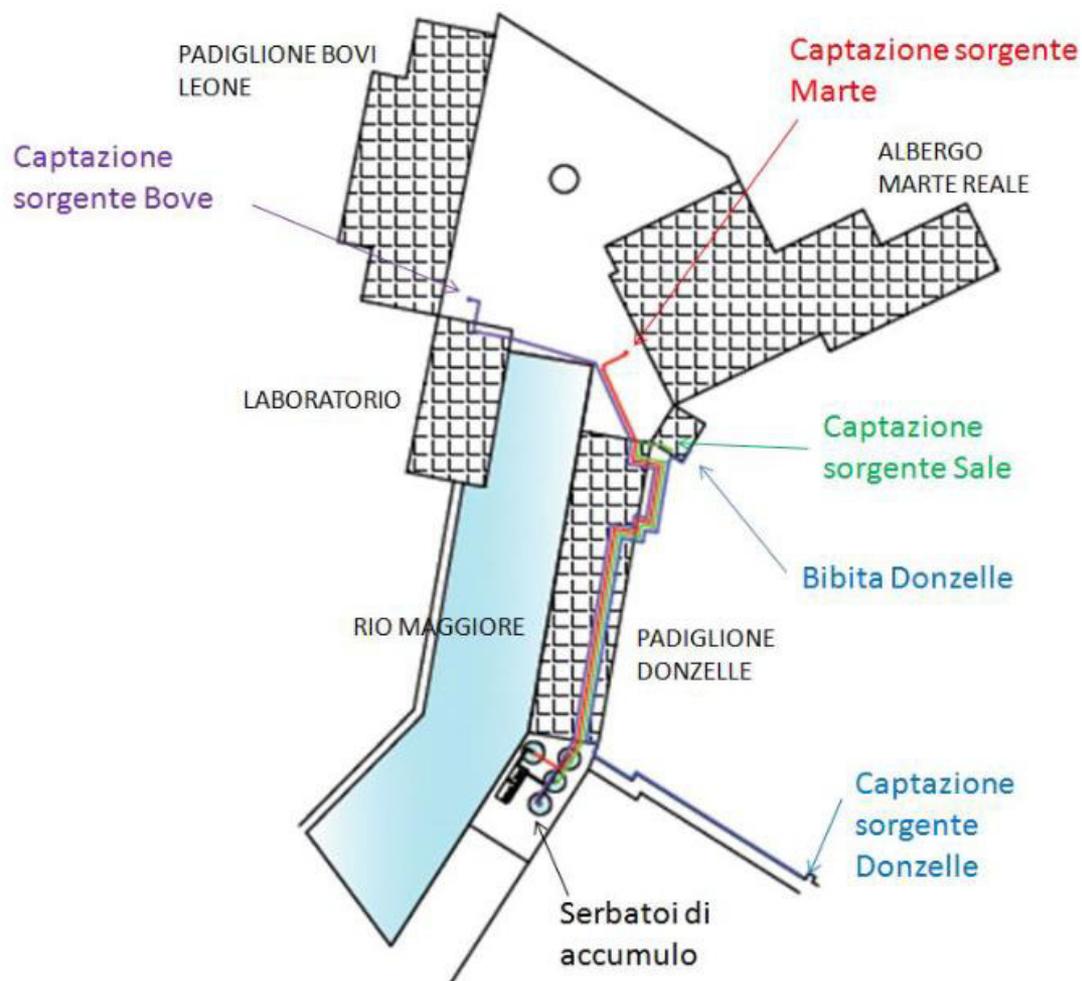
Marte: sgorga ai piedi del Monte della Croce.

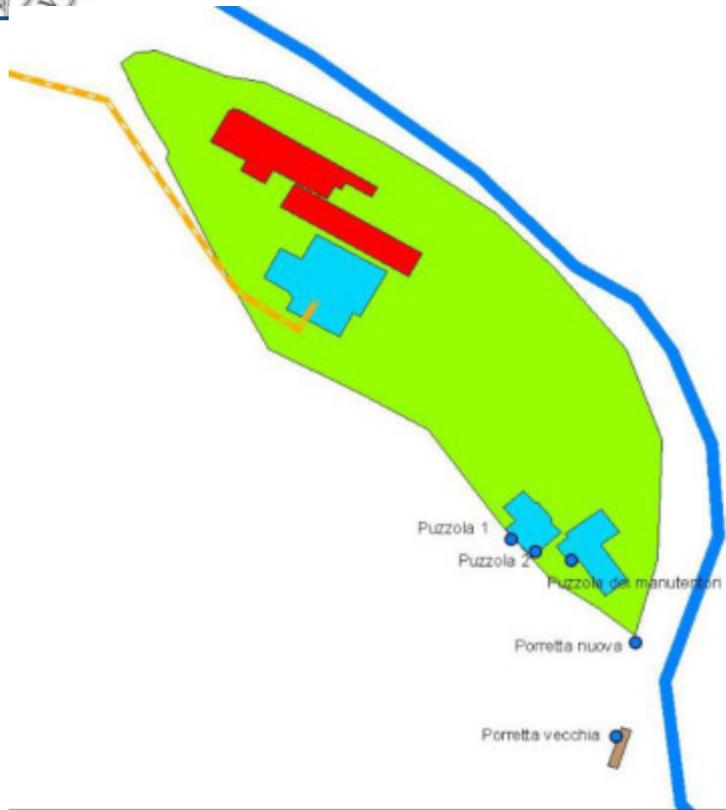
Leone: anch'essa sgorga ai piedi del Monte Sasso Cardo, ad oggi questa sorgente però è completamente intercettata dalla perforazione del Pozzo Sale.

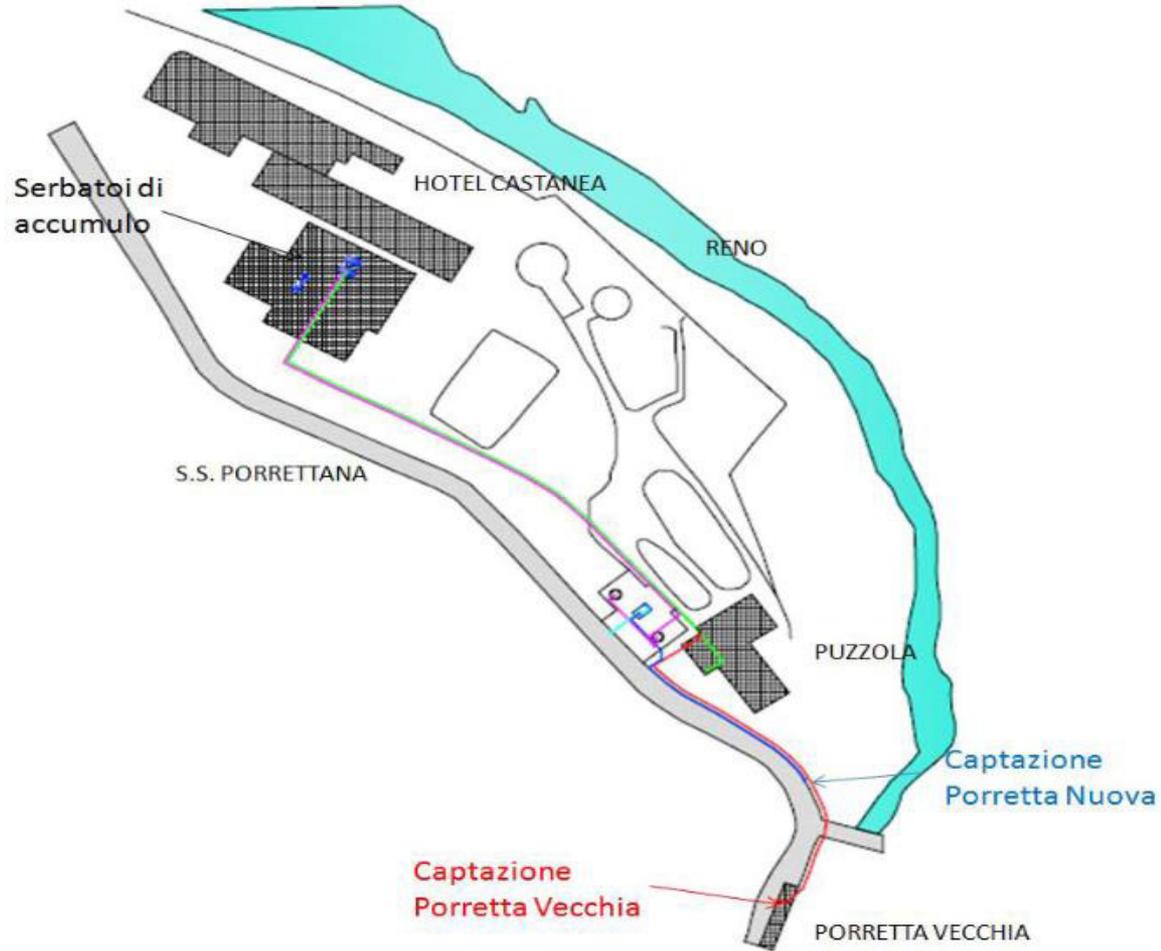
Sale: è una perforazione, realizzata nel 1996, in corrispondenza delle arenarie per intercettare le acque più calde.

Donzelle: scaturisce all'interno della galleria omonima ai piedi del Monte della Croce.

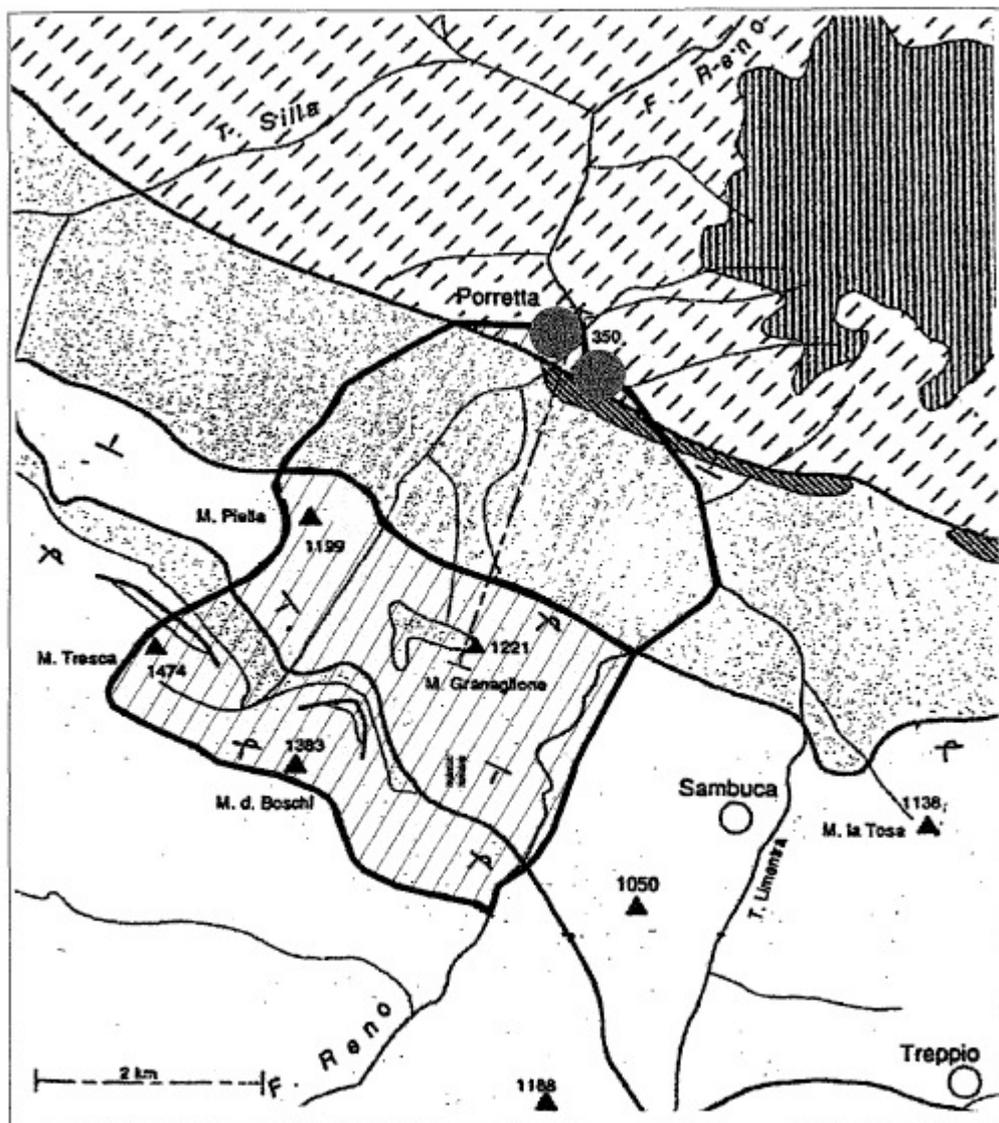
Planimetria Terme Alte: percorsi sorgenti







Planimetria Terme nuove: percorsi sorgenti

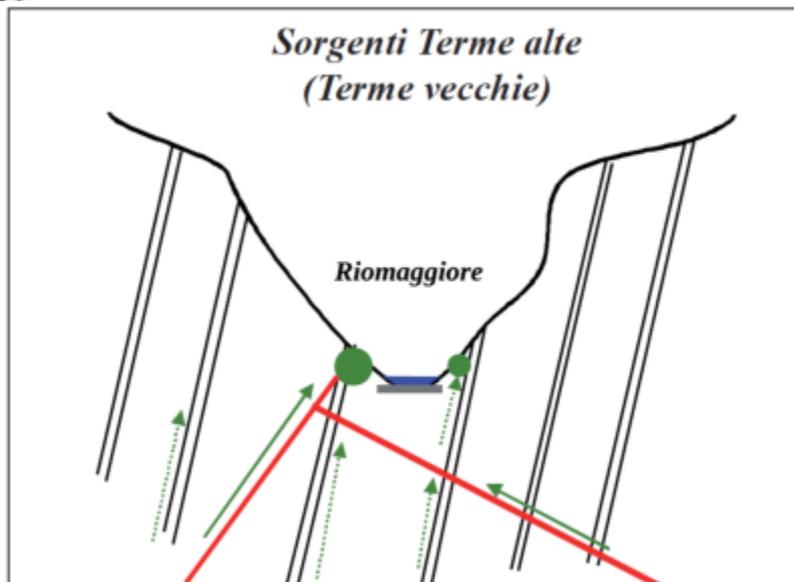


Bacino di alimentazione delle sorgenti di Porretta (da Bonoli, Ciancabilla e Elmi, 1995).

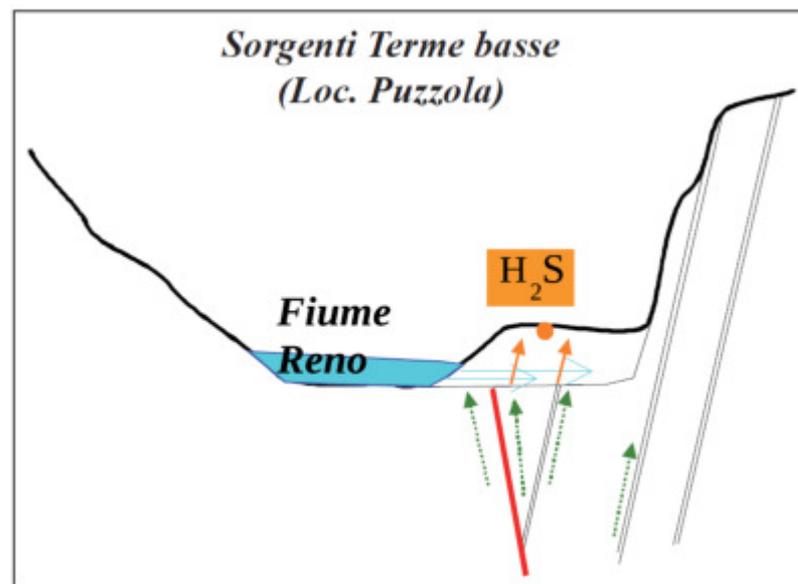


mineralizzazione dell' H_2S , l'ipotesi di un processo di miscelazione biochimicamente simbiotica fra acque termali salse ed acque di falda superficiale (subalveo) con riduzione della loro naturale concentrazione di solfati (solitamente qualche decina di mg/l) in H_2S ad opera di batteri solfato-riduttori abbondantemente proliferatisi nell'ambiente idrotermale.

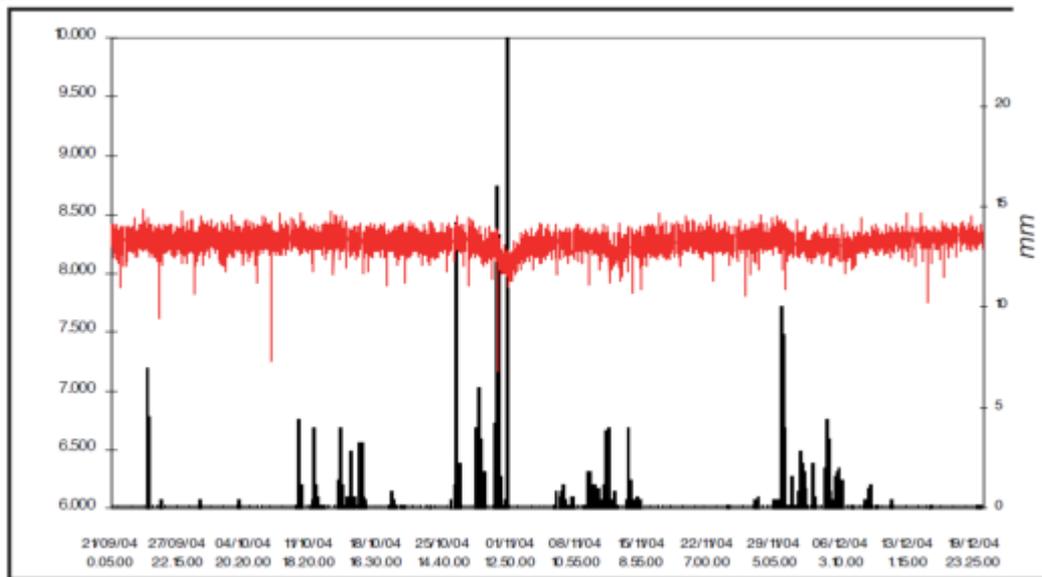
*Sorgenti Terme alte
(Terme vecchie)*



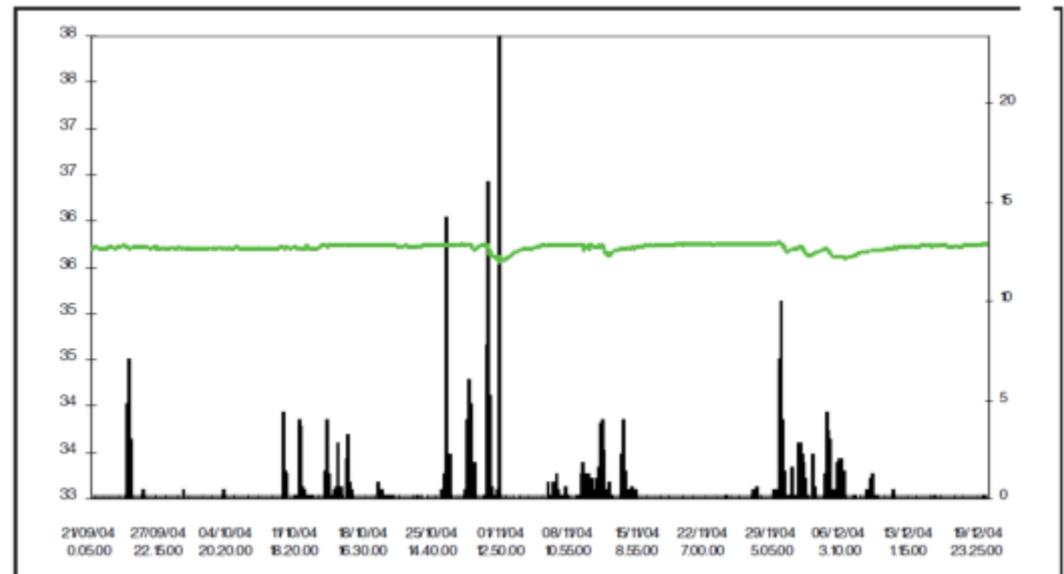
*Sorgenti Terme basse
(Loc. Puzzola)*



C
O
N
D
U
C



t
e
m
p
e
r





Decreto Legislativo 25 novembre 1996, n. 624

"Attuazione della direttiva 92/91/CEE relativa alla sicurezza e salute dei lavoratori nelle industrie estrattive per trivellazione e della direttiva 92/104/CEE relativa alla sicurezza e salute dei lavoratori nelle industrie estrattive a cielo aperto o sotterranee"



misure per la tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro nelle attività estrattive di sostanze minerali di prima e di seconda categoria, così come definite dall'articolo 2 del regio decreto 29 luglio 1927, n. 1443, e successive modifiche.

Le norme del decreto si applicano:

- a) ai lavori di prospezione, ricerca e coltivazione delle sostanze minerali;
- b) ai lavori svolti negli impianti connessi alle attività minerarie, esistenti entro il perimetro dei permessi di ricerca, delle concessioni o delle autorizzazioni;
- c) ai lavori svolti negli impianti che costituiscono pertinenze della miniera ai sensi dell'articolo 23 del regio decreto n. 1443 del 1927, anche se ubicati fuori del perimetro delle concessioni;
- d) ai lavori di frantumazione, vagliatura, squadratura e lizzazione dei prodotti delle cave ed alle operazioni di caricamento di tali prodotti dai piazzali;
- e) alle attività di prospezione, ricerca, coltivazione e stoccaggio degli idrocarburi liquidi e gassosi nel territorio nazionale, nel mare territoriale e nella piattaforma continentale e nelle altre aree sottomarine comunque soggette ai poteri dello Stato.



TITOLO II
NORME SPECIFICHE IN MATERIA DI
SICUREZZA E DI SALUTE APPLICABILI
ALLE
ATTIVITA' ESTRATTIVE A CIELO
APERTO O SOTTERRANEE, NONCHE'
AGLI
IMPIANTI PERTINENTI DI SUPERFICIE



CAPO II

OBBLIGHI DEL DATORE DI LAVORO

Art. 6

(Documento di sicurezza e di salute)

1. Per il settore estrattivo il documento di cui all'articolo 4, comma 2, del decreto legislativo n. 626 del 1994 prende il nome di **Documento di Sicurezza e Salute** in appresso denominato "DSS".

2. Il datore di lavoro, [...] attesta annualmente che i luoghi di lavoro, le attrezzature e gli impianti sono progettati, utilizzati e mantenuti in efficienza in modo sicuro.

designa il sorvegliante nei luoghi di lavoro in cui sono presenti lavoratori;

L'elemento portante della normativa è che il datore di lavoro diviene «controllore di sé stesso»

È suo dovere valutare i rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori in collaborazione con il responsabile del servizio prevenzione ed il medico competente.



CAPO IV

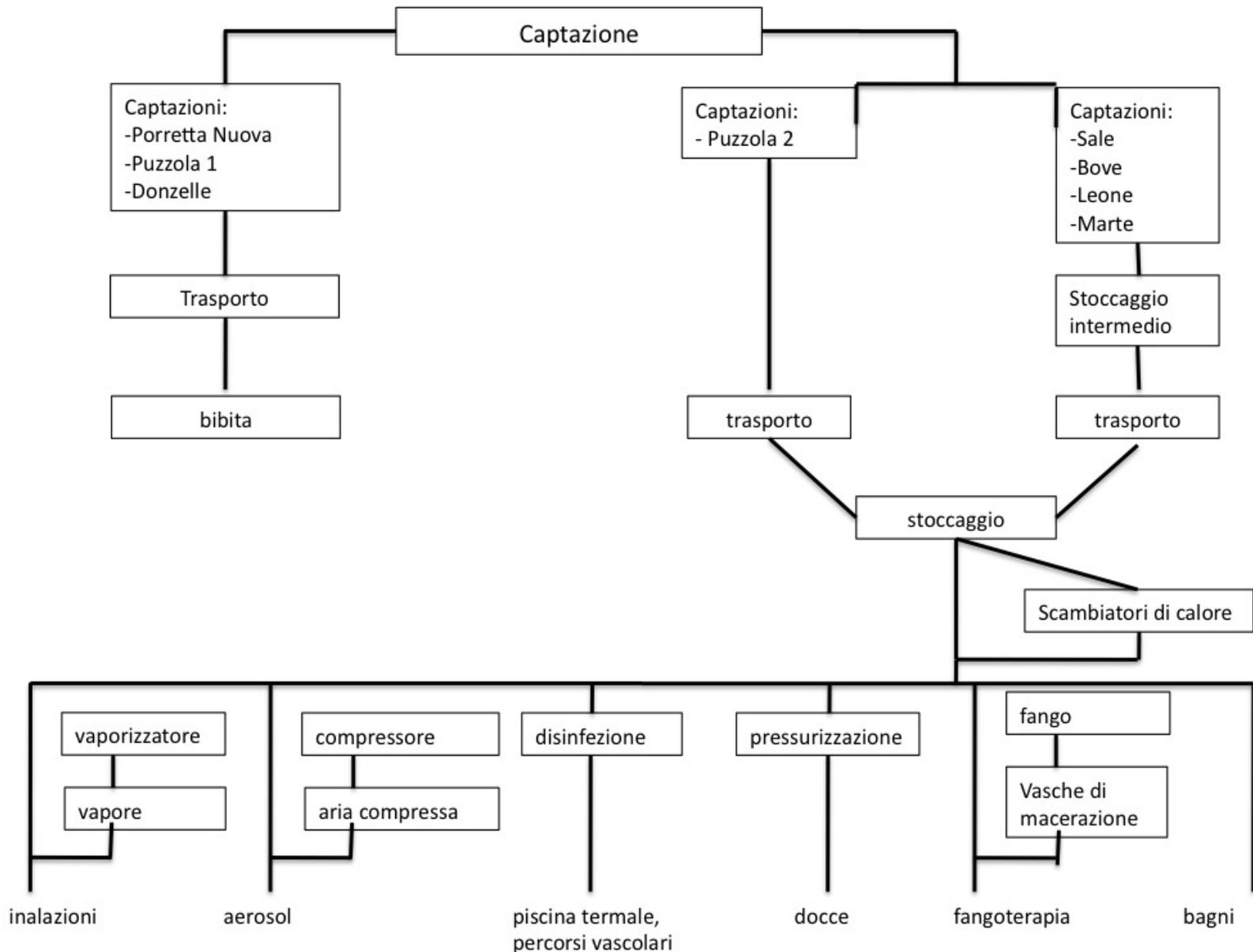
ATTREZZATURE ED IMPIANTI MECCANICI, ELETTRICI ED ELETTROMECCANICI

Art. 29

(Misure di carattere generale)

1. Le attrezzature meccaniche, elettriche ed elettromeccaniche devono essere scelte, installate, messe in funzione, gestite e sottoposte a manutenzione tenendo in debito conto la sicurezza e la salute dei lavoratori e nel rispetto delle pertinenti normative tecniche.

Applicazione al caso di Porretta Terme





L'impiantistica termale è costituita essenzialmente da pompe, serbatoi, scambiatori di calore e condotte. In particolare è possibile suddividere il percorso che va dalla captazione delle acque fino alla loro utilizzazione, in più fasi:

- 1) **Fase di estrazione:** avviene a portata controllata mediante pompe di tipo centrifugo che prelevano di continuo l'acqua e che trasferiscono l'acqua dalle captazioni ai serbatoi di accumulo;
- 2) **Fase di accumulo:** le acque termominerali vengono raccolte in opportuni serbatoi di varie dimensioni dai quali sono convogliate, sempre mediante pompe ai punti di utilizzazione;
- 3) **Fase di reintegro dell'energia termica:** per quelle cure termali che utilizzano acqua a $36 - 37^{\circ} \text{C}$, è necessario provvedere ad un loro riscaldamento, per compensare le perdite di calore che si verificano nel trasporto in condotta, dalle captazioni e dai serbatoi ai punti di utilizzazione. Per tale scopo sono stati inseriti quattro scambiatori di calore: due per le acque solfuree, a vapore soprassaturo (ottenuto da una centrale termica a metano) e due ad acqua per le acque salso-bromo-iodiche;
- 4) **Fase di utilizzazione:** le acque possono raggiungere i punti di cura (inalazioni, docce, bagni), essere inviate in continuo alla piscina termale, o alimentare le vasche di maturazione dei fanghi.

Impiantistica termale

DENOMINAZIONE	TIPO	MODELLO
3 pompe centrifughe	LAFERT	90 SC 2
9 pompe centrifughe	ARGAL	C 90 S
1 pompa sommersa	LEVI	C 95 D
4 pompe centrifughe	RPM	C 008 406
1 pompa sommersa	GRUNDFOS	HP 3
9 pompe centrifughe	MARELLI	P 90 C
2 scambiatori di calore a vapore soprassaturo (capacità 40 litri)	GREENFIELD	24157 X PNA



DENOMINAZIONE	TIPO	MODELLO
2 scambiatori ad acqua (capacità 40 litri)	GREENFIELD	24150 X PNO
4 serbatoi (capacità 20 m ³)	OSCAR	250 C
2 serbatoi (capacità 25 m ³)	RESISTAL	PS 250 24
2 compressori (pressione d'esercizio 6-8 atm.)	ATLAS COPCO	GA 22
1 filtro per condensa	ATLAS COPCO	FD 60
1 caldaia	STANDARKESSEL	
1 caldaia	ORESTE LUCIANI	
24 vasche di macerazione per fango		

Principali sostanze impiegate

NOME	FRASI DI RISCHIO
IPOLCLOR 30 (Ipoclorito di sodio al 16% Vol.).	R 31: a contatto con acidi libera gas tossico; R 34: provoca ustioni.
OXICLOR 10 (Ipoclorito di sodio al 10%Vol.; clorito di sodio al 5%Vol.).	R 31: a contatto con acidi libera gas tossico (cloro); R 34: provoca ustioni; R 8: può provocare l'accensione di materie combustibili; R 22: nocivo per ingestione.
BAR SAN (Perossido d'idrogeno al 15%Vol.; acido peracetico al 10%Vol.).	R 34: provoca ustioni; R 22: nocivo per ingestione; R 5: pericolo di esplosione per riscaldamento.



4 Esecuzione della valutazione e sue conclusioni

Dapprima, vengono elencati attraverso delle *schede generali* i problemi che si possono presentare in ogni reparto e le caratteristiche di ciascun problema: consultando queste schede è stato possibile individuare i rischi potenziali presenti in ogni area dell'attività in esame.

Per ognuno di questi rischi potenziali si è consultata una lista specifica che ha permesso di stimare l'entità del rischio. Le *schede specifiche* permettono, nelle loro utilizzazione, di valutare il rispetto delle norme di legge, le misure di sicurezza già adottate, il livello di informazione dei lavoratori.



Rischi di natura infortunistica

◆ Potenziali fattori di rischio di tipo infortunistico presenti nella attività estrattiva di Porretta:

requisiti generali dei luoghi di lavoro – porte e portoni – vie di uscita – pavimenti – passaggi – vie di circolazione – scale – locali sotterranei – sicurezza delle attrezzature di lavoro – impianto elettrico – recipienti in pressione – dispositivi di protezione individuale (DPI) – cartellonistica – sostanze corrosive.



Rischi di natura igienico ambientale dovuti ad agenti chimici e ad agenti fisici e biologici

► Potenziali fattori di rischio chimico presenti nell'attività estrattiva di

Porretta:

sostanze e preparati pericolosi – presenza di metano aerodisperso nelle gallerie.

ventilazione delle gallerie – temperatura dei locali di lavoro – umidità – illuminazione dei luoghi di lavoro, delle gallerie, dei sotterranei, dei luoghi in cui sono ubicate le captazioni.



Rischi connessi all'organizzazione del lavoro

► Potenziali fattori di rischio connessi all'organizzazione del lavoro presenti nell'attività estrattiva di Porretta:

organizzazione del lavoro – prevenzione incendi – pronto soccorso – manutenzione dell'impiantistica termale – manutenzione delle attrezzature di sicurezza – movimentazione manuale dei carichi – condizioni di lavoro difficili – fattori psicologici – fattori ergonomici.



REQUISITI GENERALI DEI LUOGHI DI LAVORO

Individuazione dei Rischi Effettivi

Punti di verifica	Area percorsi		Area captaz.		Area serbatoi		Area reinteg. en.term.		Area officina	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
All'interno dei locali di lavoro è fisicamente impedito l'accesso alle persone non autorizzate espressamente.	X		X		X		X		X	
All'esterno dei locali di lavoro, comunque nell'area di pertinenza delle Terme l'accesso è impedito da una recinzione adeguata e/o da segnalazione opportuna.		X		X		X		X		X
L'altezza dei locali di lavoro è superiore a 3 m.					X		X		X	
La superficie dei luoghi di lavoro è sufficiente in rapporto agli impianti installati ed al personale che vi accede.					X		X		X	
Il volume dei luoghi di lavoro è sufficiente in rapporto agli impianti installati ed al personale che vi accede.					X		X		X	
Ogni lavoratore dispone di una superficie superiore a 2 m ² e cubatura non inferiore a 10 m ³ .					X		X		X	
Il soffitto, le pareti e i pavimenti dei luoghi di lavoro sono realizzati con materiali idonei.					X		X		X	
Le superfici dei pavimenti sono uniformi e prive di cavità per poter essere facilmente pulibili.					X		X		X	
I pavimenti non posseggono piani inclinati privi di antisdrucchiolevoli.	X		X		X		X		X	

	Probabilità	Magnitudo	Rischio
Area percorsi	1	1	1
Area captazioni	1	1	1
Area serbatoi	1	1	1
Area reintegro en. termica	1	1	1
Officina	1	1	1



VIE DI USCITA E DI EMERGENZA.

	Probabilità	Magnitudo	Rischio
Area percorsi	1	3	9
Area captazioni	1	3	9
Area serbatoi	1	3	9
Area reintegro en. termica	1	3	9
Officina	1	3	9

Programma delle misure ritenute opportune per garantire il miglioramento nel tempo, del livello di sicurezza secondo le priorità riportate nell'Istogramma dei Livelli di Rischio.

Si provvederà a dimensionare le vie di uscita in conformità alla normativa vigente, a dotare le vie di uscita di illuminazione di sicurezza ed a segnalare le vie di uscita con apposita segnaletica.

Punti di verifica	Area percorsi		Area captaz.		Area serbatoi		Area reinteg. en.term.		Area officina	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Le vie di uscita e di emergenza hanno altezza minima di 2 m e larghezza complessiva sufficiente e conforme alla normativa vigente in materia antincendio.	X		X		X		X		X	
Le vie e le uscite di emergenza sono tenute costantemente sgombre e consentono di raggiungere il più rapidamente possibile un luogo sicuro.	X		X		X		X		X	
Le vie e le uscite di emergenza sono facilmente individuabili e raggiungibili.		X	X		X		X		X	
In caso di pericolo tutte le diverse aree possono essere evacuate rapidamente ed in piena sicurezza da parte dei lavoratori.	X		X		X		X		X	
Le vie e le uscite di emergenza sono dotate di illuminazione di sicurezza che entra in funzione in caso di guasto all'impianto elettrico.		X	X		X		X		X	
Le porte delle vie di uscita e di emergenza durante le lavorazioni che comportano presenza di personale nelle diverse aree, non sono chiuse a chiave.	X		X		X		X		X	
Le vie di uscita e di emergenza sono sempre tenute libere da ostacoli in modo da poter essere utilizzate in ogni momento senza impedimenti.	X		X		X		X		X	
Le vie e le uscite di emergenza sono		X	X		X		X		X	



SCALE

Punti di verifica	Area percorsi		Area captaz.		Area serbatoi		Area reinteg. en.term.		Area officina	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Le scale sono provviste di materiale antisdrucchiolevole.		X		X		X				
Sono sempre presenti parapetto e scorrimano.		X		X		X				
Le scale verticali a pioli sono provviste di dispositivi antisdrucchiolevoli alle estremità inferiori dei due montanti (cioè dove si appoggiano a terra) e ganci di trattenuta alle estremità superiori.				X						

	Probabilità	Magnitudo	Rischio
Area percorsi	1	2	3
Area captazioni	2	3	10
Area serbatoi	1	1	1
Area reintegro en. termica	/	/	/
Officina	/	/	/

Programma delle misure ritenute opportune per garantire il miglioramento nel tempo, del livello di sicurezza secondo le priorità riportate nell'Istogramma dei Livelli di Rischio.

Si provvederà ad installare parapetto, scorrimano e materiale antisdrucchiolevole.

VENTILAZIONE DELLE GALLERIE

Punti di verifica	Area percorsi			
	Galleria Donzelle		Galleria Porretta Vecchia	
	SI	NO	SI	NO
Le correnti d'aria naturale provvedono efficacemente alle esigenze di ventilazione.		X	X	
Ogni sei mesi sono eseguite misure di temperatura e di umidità all'interno delle gallerie.		X		X
Le vie per le quali gli operai accedono in galleria e ne escono sono di entrata d'aria.	X		X	

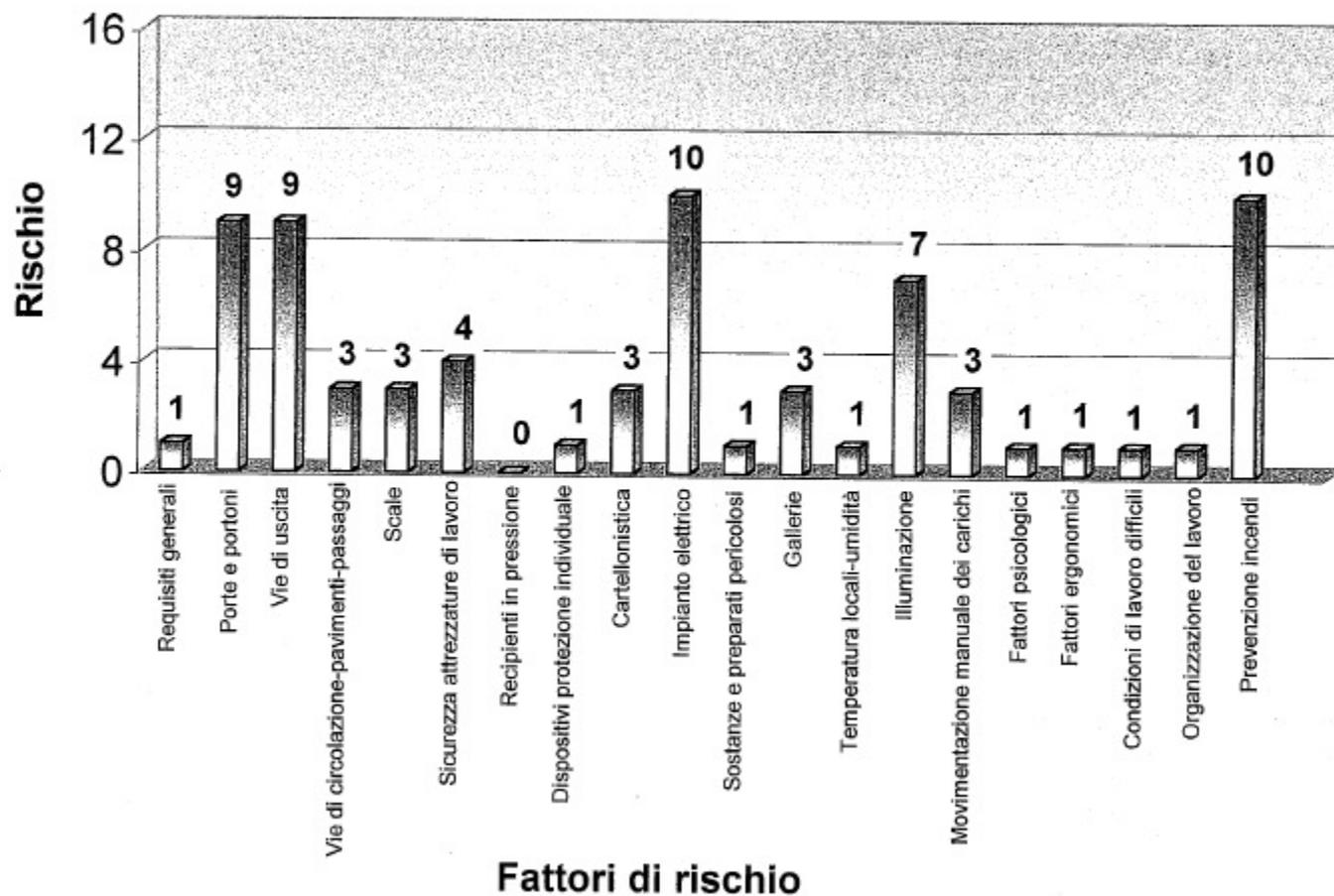
Programma delle misure ritenute opportune per garantire il miglioramento nel tempo, del livello di rischio secondo le priorità riportate nell'*Istogramma dei Livelli di Rischio*.

La galleria delle Donzelle dovrà essere dotata di ventilazione ausiliaria, poiché in tale galleria l'unica presa d'aria è rappresentata dalla porta d'ingresso alla galleria stessa, pertanto le correnti d'aria naturali non provvedono efficacemente alle esigenze di ventilazione.

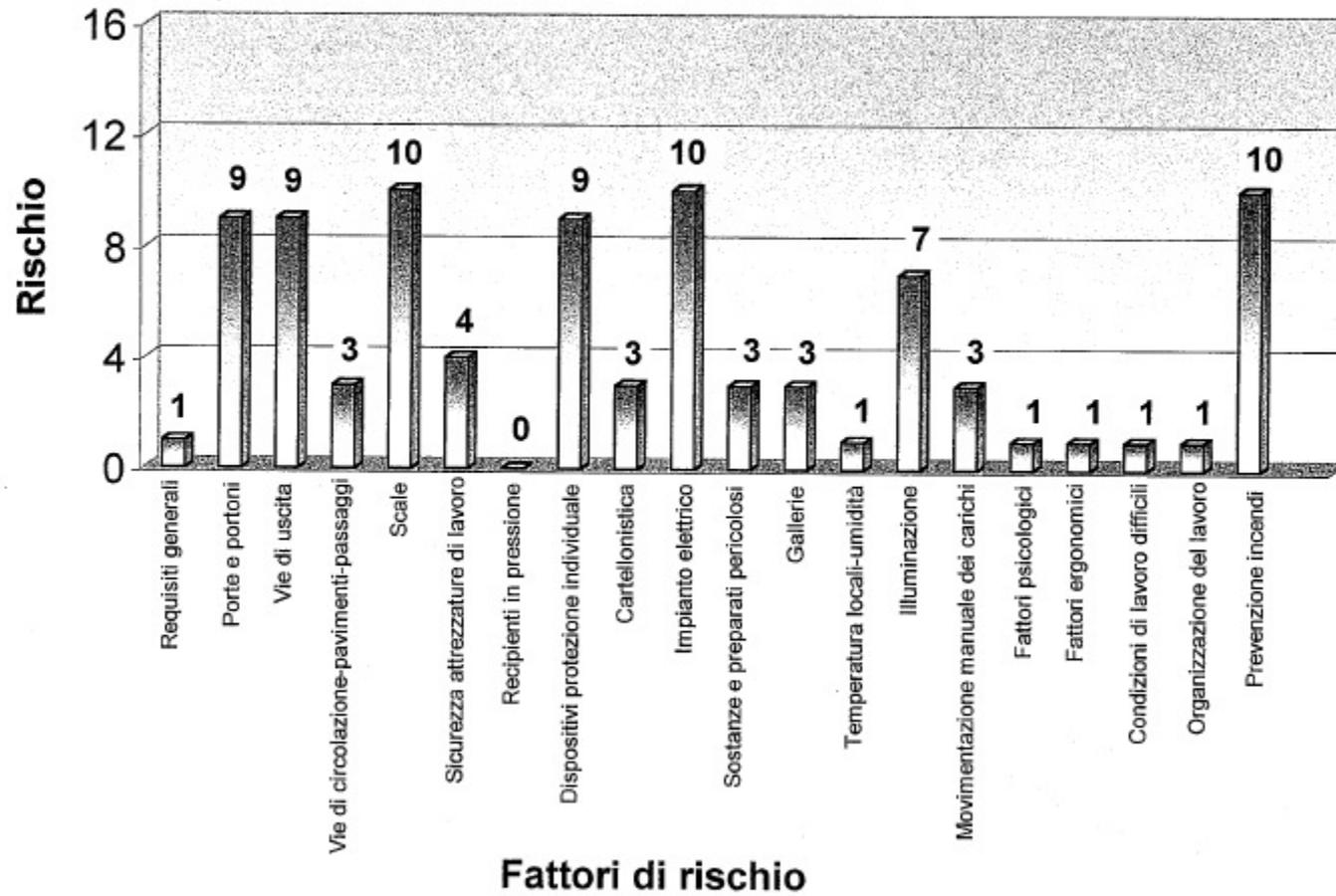
Ogni sei mesi si dovranno effettuare le misure di temperature ed umidità nelle gallerie.

Le misurazioni effettuate hanno rilevato, seppure in minime concentrazioni, la presenza di metano aerodisperso, si ritiene quindi necessario installare nelle due gallerie due misuratori di tale gas.

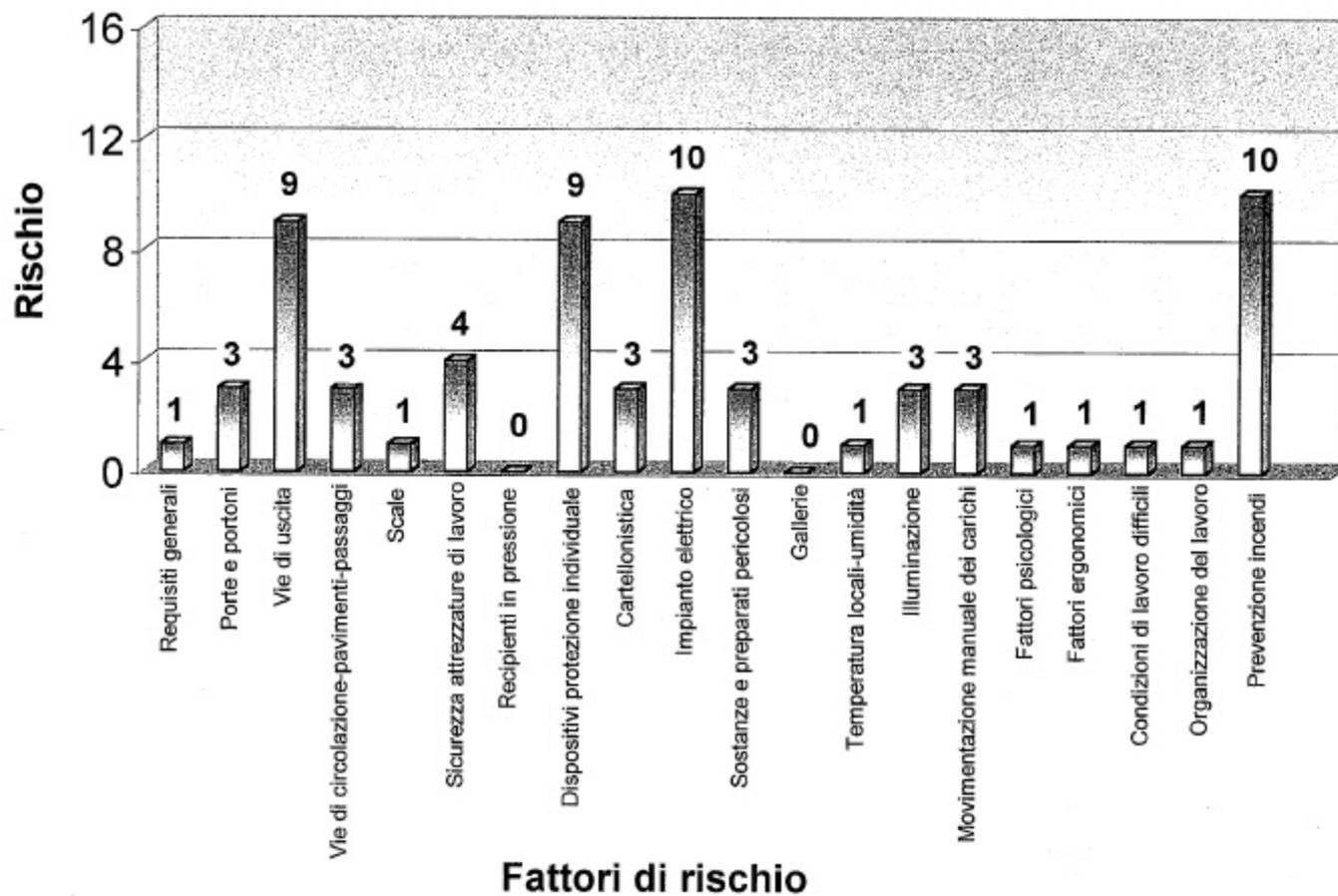
Istogramma dei rischi - Area percorsi



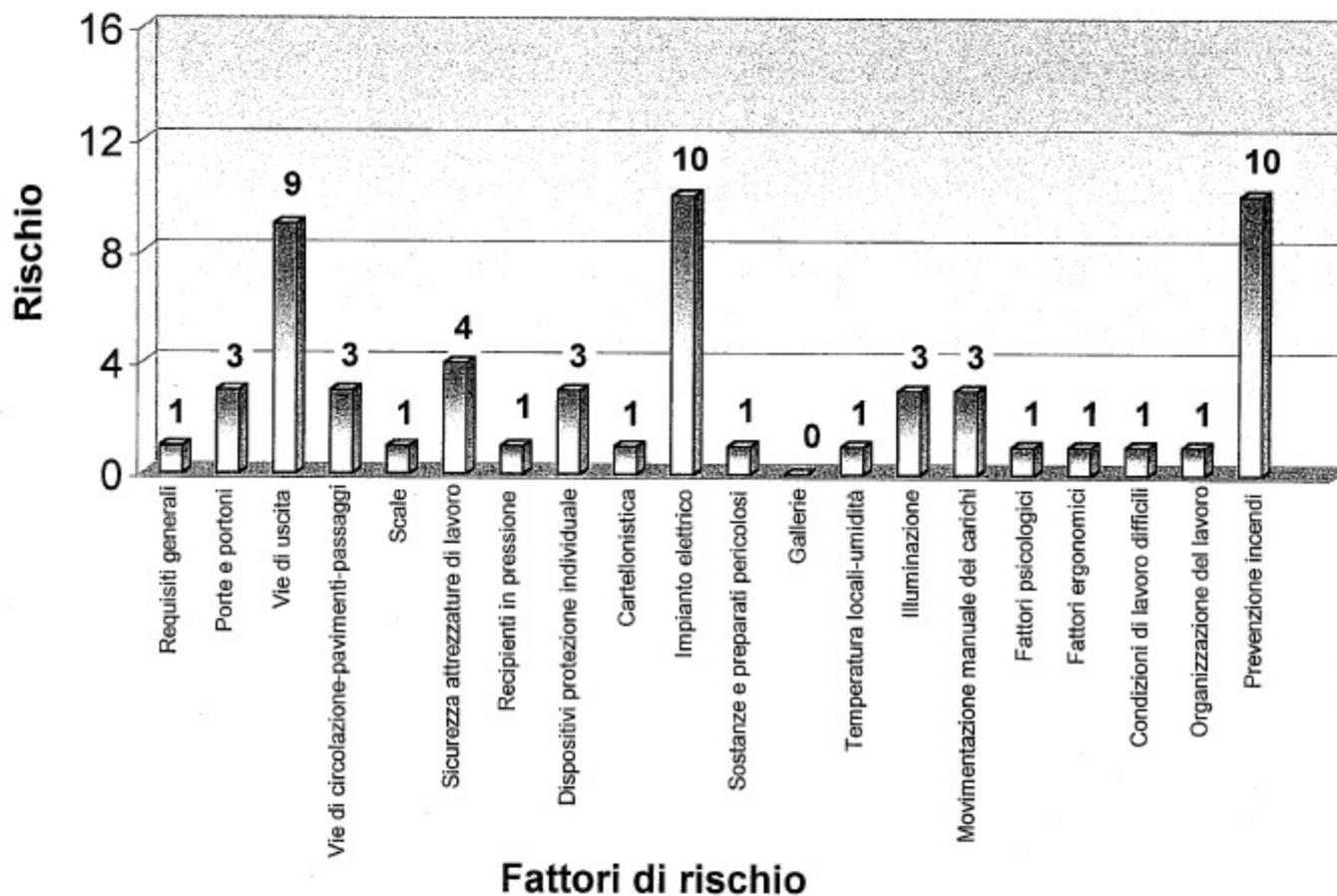
Istogramma dei rischi - Area captazioni



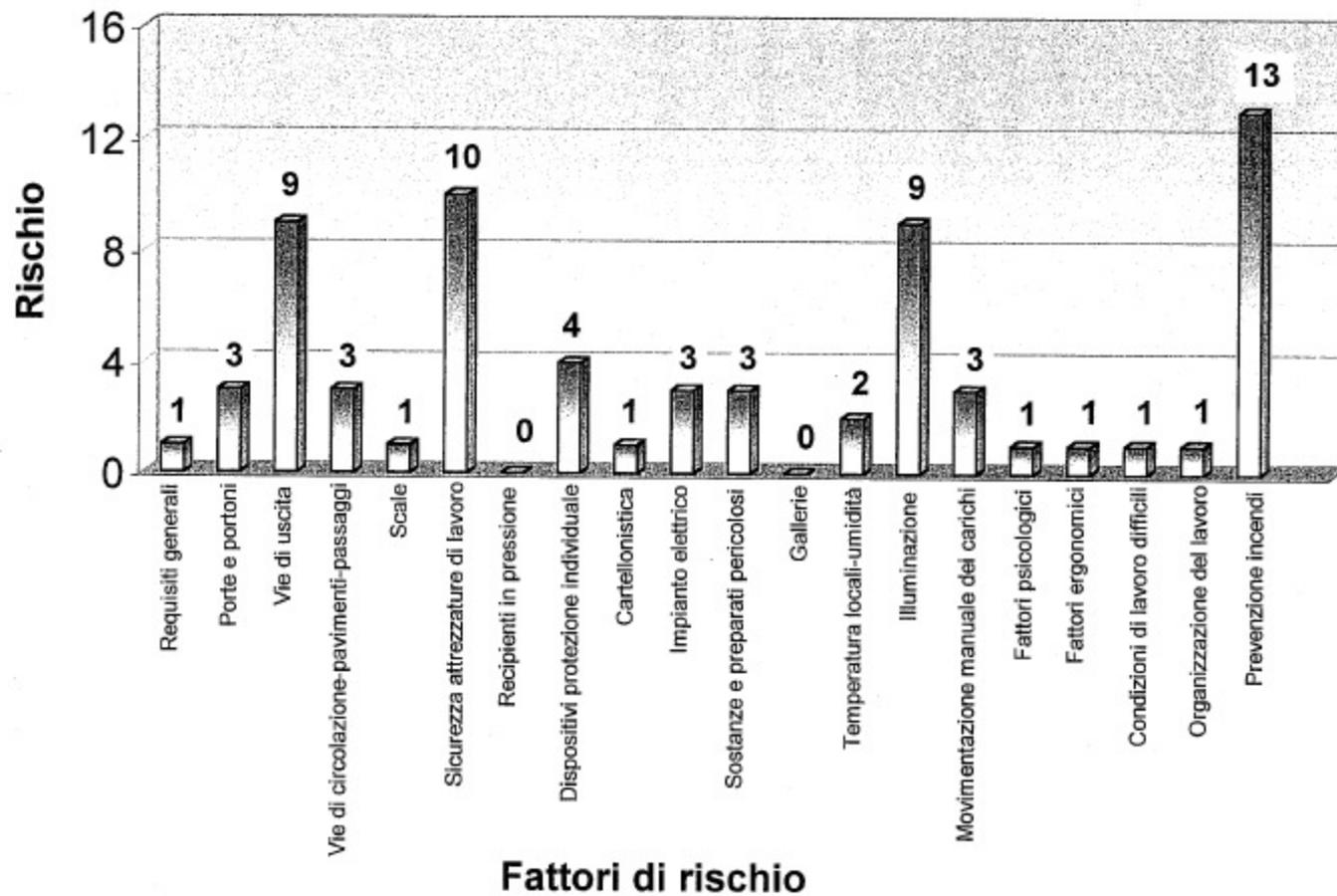
Istogramma dei rischi - Area serbatoi di accumulo



Istogramma dei rischi - Area reintegro energia termica



Istogramma dei rischi - Area officina





Valutazione del rischio e proposta di un disciplinare per la tutela delle acque termo - minerali di Porretta Terme

- Requisiti di qualità
- Individuazione dei rischi inquinamento
- Tutela del bacino di alimentazione

- Proposta di disciplinare
 - Fasce di protezione idrogeologica
 - Indagine attività
 - Tutela opere di presa



Principali attività: Comune di Porretta Terme

ATTIVITA'	TIPO DI INSEDIAMENTO	SCARICO/RICETTORE
Produzione di gas, distribuzione di combustibili gassosi mediante condotta.	Industria-Artigianato	Ricettore = corso d'acqua naturale (fiume Reno).
Fabbricazione di macchine utensili.	Industria-Artigianato	Ricettore = fognatura.
Fabbricazione di prodotti in calcestruzzo.	Industria-Artigianato	Ricettore = corso d'acqua naturale (fiume Reno).
Manutenzione e riparazione autoveicoli.	Attività commerciali	Ricettore = fognatura.
Stabilimenti idropinici ed idrotermali.	Attività commerciali/sanitarie	Ricettore = fognatura e corso d'acqua naturale (fiume Reno).
Stazioni di servizio carburante.	Attività commerciali	Ricettore = fognatura.
Macello pubblico comunale.	Attività commerciali	Ricettore = fognatura.
Ospedale Civile.	Servizio sanitario	Ricettore = fognatura.
Allevamento di bovini e bufalini, produzione di latte crudo.	Agricoltura/bovini-ovini	Ricettore = suolo agrario.
Smaltimento e depurazione delle acque di scarico e attività affini.	Servizi Ambiente-Territorio	Ricettore = fognatura e corsi d'acqua naturali (fiumi Reno, Rio Maggiore, Rio della Pietra)



Principali attività: Comune di Granaglione

ATTIVITA'	TIPO DI INSEDIAMENTO	SCARICO/RICETTORE
Lavasecco.	Attività commerciale	Ricettore = fognatura.
Smaltimenti e depurazione delle acque scarico e attività affini.	Servizi Ambiente-Terrotorio	Ricettore = fognatura e corsi d'acqua naturali (fiumi Reno, Orsigna, Randaregna, Bovecchia).
Manutenzione eriparazione autoveicoli.	Industria-Artigianato	Ricettore = fognatura.
Azienda di prodotti alimentari.	Attività commerciali	Ricettore = fognatura.
Riparazioni di carrozzerie di autoveicoli.	Industria-Artigianato	Ricettore = fognatura.
Lavori di meccanica generale per conto terzi.	Industria-Artigianato	Ricettore = fognatura.

grazie

Alessandra Bonoli

DICAM - Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali

alessandra.bonoli@unibo.it

www.dicam.unibo.it

