

LA CAVA DI MONTE TONDO OGGI

ROBERTO MARGUTTI¹, IRENE ZEMBO², SILVANO SARTOR³

Riassunto

La cava di Monte Tondo è situata lungo il versante idrografico destro della valle del Senio, in corrispondenza della porzione centrale della Vena del Gesso romagnola, affiorante con continuità tra le dolci colline argillose di Riolo Terme a nord-est e il paesaggio montano di Casola Valsenio a sud-ovest. Questo sito produttivo è l'unico polo estrattivo regionale autorizzato in cui concentrare l'escavazione del gesso, al fine di chiudere e recuperare progressivamente dal punto di vista ambientale le numerose cave di gesso presenti in Emilia Romagna. Monte Tondo è una cava a cielo aperto con modalità di estrazione tradizionale con la tecnica della perforazione e sparo. La produzione totale annua di gesso estratto si aggira intorno alle 200.000-300.000 tonnellate destinate principalmente al mercato dell'edilizia industriale e pubblica. Nel passato la coltivazione avveniva sia in superficie che in sotterraneo. I sotterranei della cava sono caratterizzati da 13-15 km di gallerie impostate su 4 livelli (da quota 140 m s.l.m. a quota 220 m s.l.m.), che vennero coltivate a partire dal 1965. Attualmente l'attività di scavo viene svolta completamente a cielo aperto. Lo scopo di questo lavoro è quello di fornire informazioni dettagliate sull'attività estrattiva, sulla qualità ed utilizzo del gesso, sulle potenzialità del giacimento (analisi del ciclo estrattivo minerario in soprasuolo e sottosuolo), sui processi estrattivi, sulle modalità di coltivazione, sulla produzione ed il trattamento dei rifiuti, sulle attività di recupero ambientale in atto della cava di Monte Tondo.

Parole chiave: gesso, cava di Monte Tondo, attività mineraria, cartongesso.

Abstract

The Mt. Tondo quarry is located on the "Vena del Gesso romagnola" ridge of the eastern Senio valley, between the NE gentle clay hills of Riolo Terme and the SW mountain landscape of Casola Valsenio (Romagna Apennines). This productive Gypsum site is the only legal mining area allowed in the Emilia-Romagna Region, as a result to reduce the historical intense exploitation along the Gypsum outcrops of the Vena del Gesso. The existing Mt. Tondo quarry is an open pit mine with traditional drilling & blasting excavation and mineral processing. The total annual crude Gypsum production is about 200,000-300,000 ton which are used almost exclusively in construction. Working in the past has been from both opencast and underground. The quarry underground is characterized by 13-15

¹ Saint-Gobain PPC Italia S.p.A – Attività GYPROC, Dip. "Exploration, Mining & Recycling", Via Ettore Romagnoli 6, 20146 Milano (MI) - roberto.margutti@saint-gobain.com

² Saint-Gobain PPC Italia S.p.A – Attività GYPROC, Dip. "Exploration, Mining & Recycling", Via Ettore Romagnoli 6, 20146 Milano (MI) - irene.zembo@libero.it

³ Saint-Gobain PPC Italia S.p.A – Attività GYPROC, Dip. "Exploration, Mining & Recycling", Responsabile dei Lavori di Cava Monte Tondo, Via Firenze 175, Loc. Borgo Rivola, 48025 Riolo Terme (RA) - silvano.sartor@saint-gobain.com

kilometers of tunnels, carried out in the past since 1965, on 4 different surface levels, from 220 m asl to 140 m asl. At the present time all operations are opencast. The aim of this study is to give some historical detailed elements of knowledge on mining activity, Gypsum quality and production, reserve assessment, quarry working, rock handling, waste rock production and treatment, and restoration of the Mt. Tondo quarry.

Keywords: Gypsum, Mt. Tondo Quarry, Mining Activity, Plasterboard.

Inquadramento storico del sito estrattivo

L'attività estrattiva a livello industriale, come si conosce oggi, iniziò nel 1958 (fig. 1) ad opera di ANIC S.p.A. (acronimo di Azienda Nazionale Idrogenazione Combustibili), un'azienda di Stato con sede a Ravenna fondata nel 1936 da AGIP, AIPA e Montecatini. La coltivazione del minerale era appaltata ad una ditta esterna all'ANIC, la SIET (successivamente Nuova SIET) di Torino, che operava già nel settore delle miniere di minerali ferrosi dell'Isola d'Elba e di asbesto in Piemonte (vedi l'intervento di PIASTRA, RINALDI CERONI in questo stesso volume), oltre ad avere anche un grosso appalto alle acciaierie ILVA di Taranto.

A partire dalla metà degli anni '60 del secolo scorso, alla coltivazione in superficie si aggiunse la coltivazione in sotterraneo. Il gesso veniva estratto in galleria, a camere e pilastri, con la tecnica della perforazione e sparo, ed utilizzato prevalentemente nell'industria chimica per la produzione di solfato di ammonio. A tale produzione si affiancò nel corso degli anni, per poi diventare preponderante, l'utilizzo del gesso come additivo per la produzione di cemento. Col tempo, cambiò anche la coltivazione mineraria, passando dal sotterraneo a cielo aperto, su gradoni e platee per fette discendenti (BALLARDINI *et alii* 2001).

Dalle iniziali 300.000 ton. estratte ci si attestò in breve tempo intorno alle 700.000-800.000 ton./anno, quantitativo che restò costante fino alla crisi della metà degli anni '70 del Novecento, quando si verificò un rapido calo della produzione: il sito di Monte Tondo assunse ben presto dimensioni tali da poter essere considera-

to il maggiore in Europa in riferimento all'estrazione del gesso.

Fino alla metà degli anni '70 del Novecento il gesso non veniva lavorato né a Casola Valsenio né a Riolo Terme per mancanza di industrie specializzate nella trasformazione di questa risorsa, ma veniva trasportato con autocarri allo stabilimento ANIC di Ravenna (FEDERICO, GASBARRINI 1975). Negli anni '70 iniziò a farsi avanti a Casola Valsenio l'idea della creazione di una zona industriale che potesse offrire concrete prospettive occupazionali alla popolazione locale e, conseguentemente, una valida alternativa all'esodo verso i vicini centri industriali, artigianali e commerciali (BALLARDINI *et alii* 2001; ANONIMO 2010). In quel periodo, infatti, grazie alla tecnologia che forniva macchine migliori per l'escavazione, l'ANIC cominciò ad assumere meno operai e non sostituì chi andava in pensione. Alcuni operai in quel frangente furono utilizzati per eseguire i primi ripristini ambientali nella discarica mineraria dei Crivellari, mettendo a dimora molte piante.

Il progetto per la creazione di una zona industriale locale, promosso dal geometra Tanganelli, tecnico ANIC, e dall'allora sindaco di Casola Valsenio, Sbarzaglia, tardò a partire. Le cause sono da imputare sia alle resistenze locali dei Coltivatori diretti, convinti che la creazione di uno stabilimento potesse rappresentare un pericolo per l'agricoltura ("Il Senio", Dicembre 1988), sia allo scarso interesse mostrato dalle aziende, poco propense ad insediarsi in un'area ancora isolata dal grande traffico economico e produttivo (BALLARDINI *et alii* 2001).

Nel 1980, dopo la grande crisi che colpì il



Fig. 1 – La cava ANIC di Monte Tondo ad un anno di distanza dalla sua apertura (fotografia datata 31 maggio 1959; Archivio A. Olivier).

settore petrolchimico nel corso degli anni '70, la legge 784 realizzò in pratica un duopolio nell'industria chimica: un polo pubblico gestito dall'ENI (che comprendeva l'ANIC, gli impianti superstiti del gruppo SIR-Rumianca e Liquichimica) e un polo privato gestito dalla Montedison. Nel 1981, l'ENI presentò quindi un piano di riassetto per le attività del gruppo SIR-Rumianca e costituì la società EniChimica S.p.A., per gestire le società del gruppo ANIC e le acquisite. L'ANIC mutò quindi il suo nome in ANIC Partecipazioni S.p.A. e, nel 1984, confluita nella nuova società EniChem Anic S.p.A (www.it.wikipedia.org/wiki/Anic).

Il progetto per la creazione di una zona industriale nella Valle del Senio riprese vigore agli inizi degli anni '80 del secolo scorso. L'incentivo offerto dall'amministrazione comunale di Casola Valsenio, che decise di vendere il terreno della zona industriale ad un prezzo simbolico, diede il via all'espansione industriale del terri-

torio comunale. In cambio l'amministrazione pretese che le nuove aziende si impegnassero ad assumere un certo numero di dipendenti locali, così da risollevare e consolidare le prospettive occupazionali del territorio. Si aprì così la prospettiva che creò le condizioni per l'insediamento nella nuova zona industriale di Casola Valsenio, nel 1983, dello stabilimento VIC Italiana S.p.A. produttore di intonaci premiscelati (fig. 2). Questo impianto, realizzato in tempi record, fu tra i più moderni d'Europa, risolvendo anche i problemi delle emissioni incompatibili con la fiorente agricoltura della zona ed i problemi di tutela ecologica rappresentati dal progetto di costituzione del Parco regionale della Vena del Gesso Romagnola. La creazione dello stabilimento garantì inoltre la realizzazione di nuove infrastrutture sul territorio, quali la nuova dorsale elettrica di 130.000 V e la metanizzazione dei due comuni di Casola e Riolo ("Il Senio", Marzo 1984). La VIC, azienda italiana le-

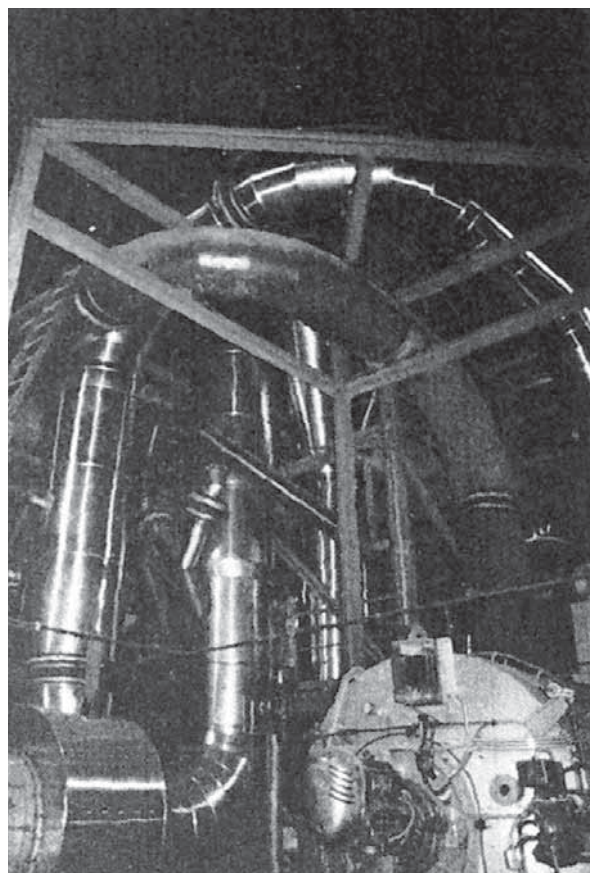
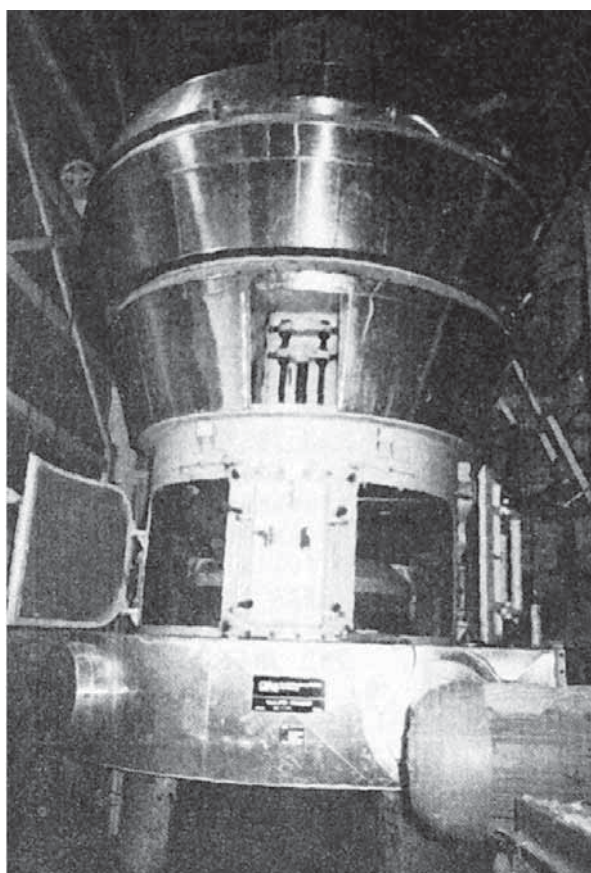
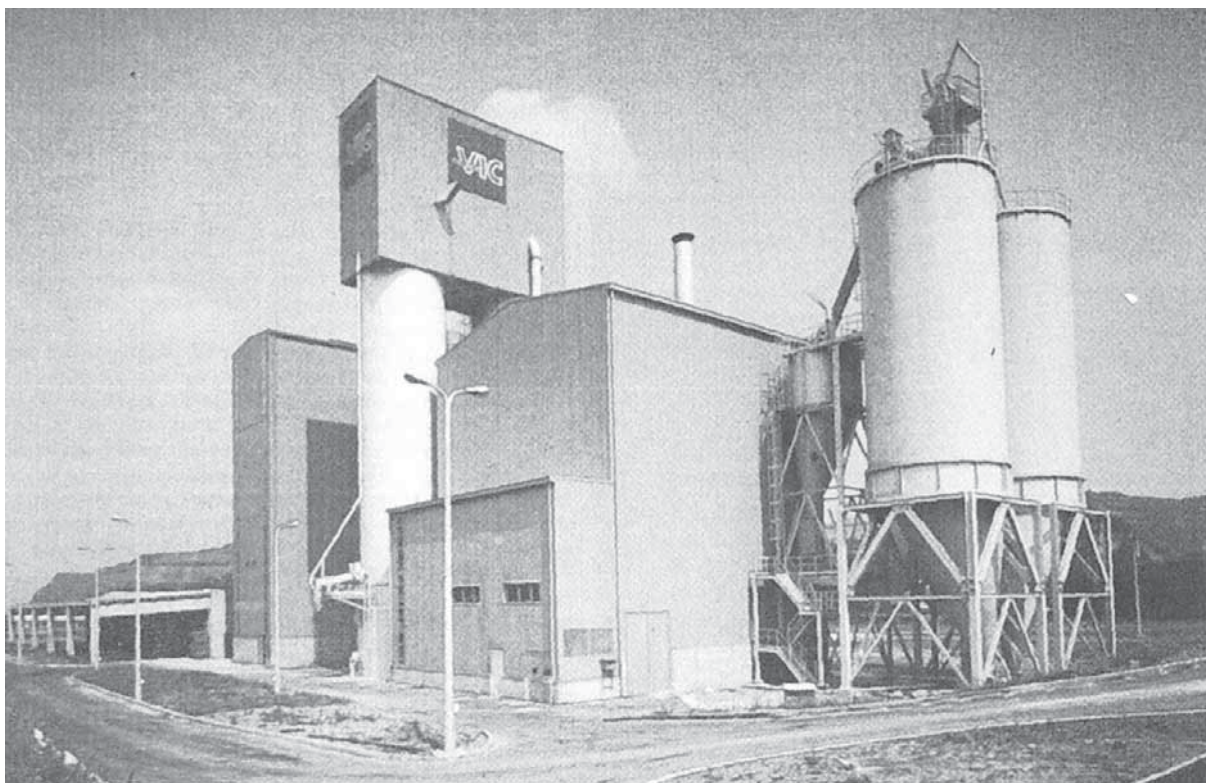


Fig. 2 – In alto: stabilimento VIC Italiana S.p.A. di Casola Valsenio (da "Il Senio", Dicembre 1988). In basso, a sinistra e a destra: particolari degli impianti per la lavorazione del gesso nello stabilimento della VIC (da "Il Senio", Marzo 1984).

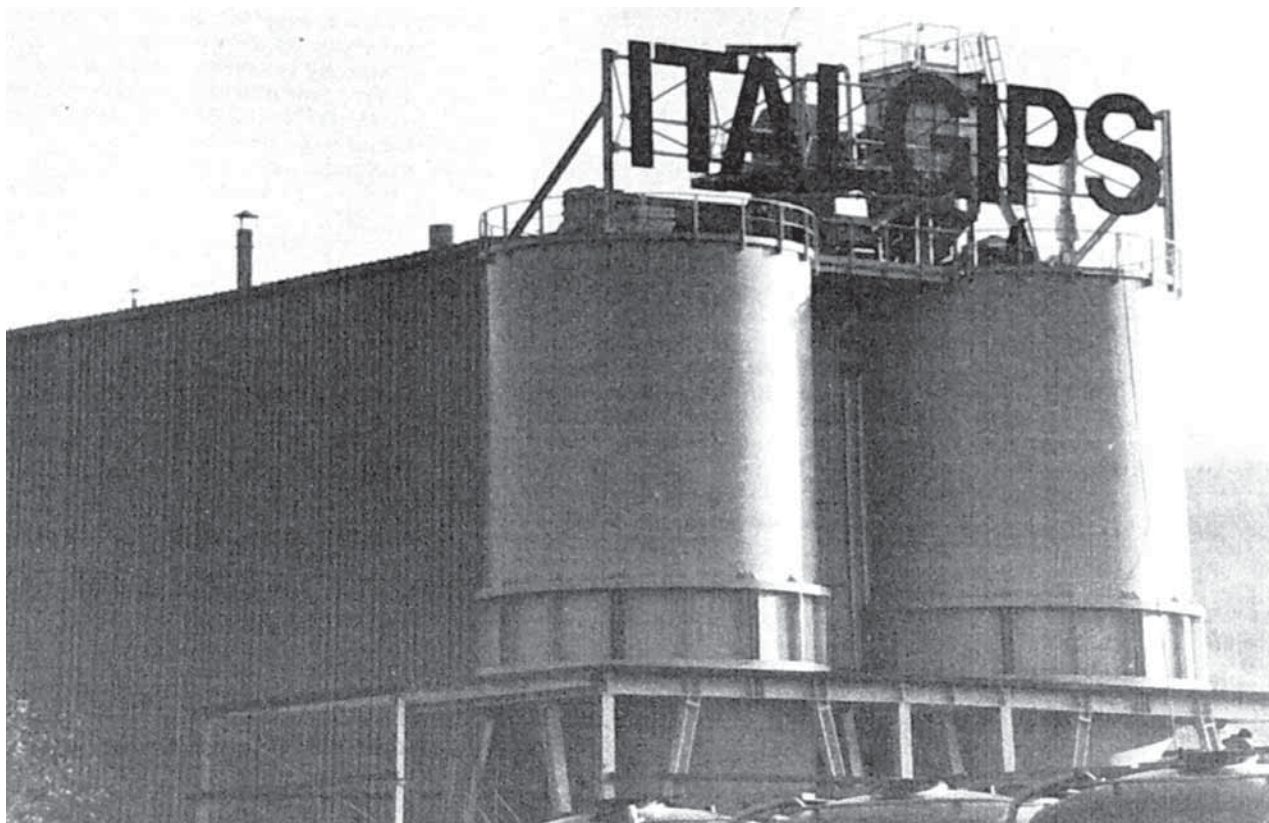


Fig. 3 – Stabilimento ITALGIPS di Casola Valsenio (da "Il Senio", Novembre-Dicembre 1990).

ader nella fabbricazione di prodotti a base gesso, riuscì in breve tempo a rispondere sia alle richieste del mercato edile, con la vendita giornaliera di 4.500-6.500 quintali di intonaco ("Il Senio", Maggio-Giugno 1990), che alle esigenze di ampliamento occupazionale locale.

Una spinta decisiva verso il mercato esterno arrivò nel periodo compreso tra il 1990 ed il 1994, quando iniziò a Casola Valsenio la lavorazione del gesso, non più solo per la produzione di intonaco, ma anche di gesso rivestito (o cartongesso), cioè con la creazione e l'insediamento della BPB Italia S.p.A., società facente parte del Gruppo inglese BPB Industries (*British Plaster Board*), multinazionale leader in Europa nella produzione e vendita di cartongesso oltre che di intonaco e premiscelati. Il passaggio da EniChem Anic S.p.A. a BPB Italia S.p.A. non fu diretto, ma avvenne attraverso tappe intermedie. Nel 1993, infatti, ai fini di vendere l'attività alla società VIC, l'ANIC conferì il Ramo d'Azienda Cava Gesso di Monte Tondo alla società DAVILLIA S.r.l., sempre so-

cietà del Gruppo Enichem. A tale scopo, onde evitare discontinuità nell'autorizzazione alla coltivazione della Cava, ai soli fini della domanda di autorizzazione alle Autorità competenti, l'ANIC dette quindi la disponibilità dei terreni su cui sorge la cava alla DAVILLIA.

Nel 1993 l'ANIC cedette dunque le quote societarie della DAVILLIA alla VIC; l'anno successivo la VIC venne invece acquisita dal Gruppo inglese BPB mediante fusione per incorporazione. In seguito, la società DAVILLIA, pur essendo sotto la direzione e il coordinamento aziendale della BPB, mantenne la propria identità societaria e la titolarità della cava sino al 2008, anno in cui venne definitivamente fusa per incorporazione nella BPB medesima. A partire dai primi anni novanta, e sino al luglio 2012, la coltivazione mineraria ed il trattamento del minerale in cava venne appaltata dalla DAVILLIA, e successivamente dalla BPB, ad una ditta esterna, la EDILMAC dei F.lli Maccabelli S.r.l. di Bergamo.

La realizzazione del primo stabilimento per



Fig. 4 – Stabilimento GYPROC Saint Gobain di Casola Valsenio; punto di ripresa fotografica dal fronte meridionale dell'area di cava (foto I. Zembo, 2011).

la produzione di cartongesso a Casola Valsenio fu possibile grazie alla fondazione, alla fine degli anni '90 del Novecento, della nuova società ITALGIPS (fig. 3), costituita attraverso la PLACO-PLASTRE francese e la RIGIPS Italia, entrambe appartenenti al Gruppo BPB Industries. La fusione di queste due società consentì l'apporto delle tecnologie avanzate per la costruzione del nuovo stabilimento (PLACO-PLASTRE) e l'organizzazione, distribuzione e vendita del prodotto finito (RIGIPS Italia). Parallelamente la VIC, anch'essa divenuta di proprietà del Gruppo BPB Industries, continuò ad operare autonomamente nell'area industriale di Casola proseguendo la produzione di intonaci e prodotti isolanti ("Il Senio", Dicembre 1988) con un consumo di 100.0000 ton./anno di materia prima ("Il Senio", Novembre-Dicembre 1990). Nello stesso periodo il gesso veniva fornito anche ad una società minore, la Gessi Emi-

liani, che produceva intonaco a base gesso e cemento ed operava nell'area bolognese. La creazione del nuovo stabilimento dell'ITALGIPS (fig. 3), il primo in Italia a produrre lastre in gesso cartonato con una potenzialità produttiva degli impianti di 14 milioni di m³ (circa 100.000 ton. di materia prima l'anno), non solo garantì la creazione di nuovi posti di lavoro per i casolani (circa 45-50 tra operai, tecnici ed impiegati nel primo anno di attività), ma rappresentò un *input* notevole allo sviluppo economico della vallata del Senio ("Il Senio", Luglio 1989). Si pensi ad esempio all'apporto delle attività indotte (trasporti, manutenzione, gruppi di montaggio del lavoro finito, carpenteria, alberghi e ristorazione, ecc.) che un polo industriale di queste dimensioni poteva attirare.

Nell'ultimo trimestre del 2005, la cava cambiò nuovamente di proprietà, a seguito dell'acquisizione "aggressiva", attraverso lancio di Opa ostile, da parte del Gruppo francese Saint-Gobain sul Gruppo britannico BPB plc, dopo che quest'ultima aveva rifiutato tra luglio e agosto di avviare una fase di negoziazione per la vendita e fusione del Gruppo. L'identità societaria BPB Italia S.p.A., sotto la capo gruppo francese, rimase tale sino al 2009, anno in cui venne cambiato la denominazione sociale diventando l'attuale Saint-Gobain PPC Italia S.p.A.

Il Gruppo Saint-Gobain, fondato in Francia nel 1665, è oggi uno dei 100 gruppi industriali al mondo. Leader mondiale nei sistemi per l'Habitat, si propone nel mercato italiano come polo tecnologico di riferimento, attraverso un approccio integrato di sistemi e soluzioni per soddisfare le esigenze dell'edilizia moderna, con un'attenzione al risparmio energetico, al *comfort* termo-acustico ed alla sostenibilità ambientale. Il percorso tecnologico dell'azienda è in continua evoluzione grazie a numerose *partnership* con le più prestigiose Università e laboratori di ricerca e sviluppo di tutto il mondo. Grazie a questo sforzo di ricerca, il 32% del fatturato della Società deriva dai sistemi e dalle soluzioni per il risparmio energetico e per la protezione ambientale.

Dall'esperienza storica di BPB, e dei suoi marchi riconosciuti sul mercato, quali PLACO, RIGIPS e VIC, sempre nel 2009, i tre *brand* commerciali sono stati unificati dal Gruppo francese in GYPROC Saint-Gobain, marchio riconosciuto sul mercato dell'edilizia. GYPROC Saint-Gobain oggi rappresenta la società specializzata nell'estrazione mineraria sostenibile e nella produzione di soluzioni e sistemi innovativi a secco in gesso rivestito per pareti e contropareti, di lastre in cemento per interno ed esterno, di intonaci premiscelati a base gesso e cemento per applicazioni speciali, di rasanti e finiture. Tutti

prodotti per le costruzioni, sono stati concepiti per il mondo *green building*, al fine di assicurare il massimo *comfort* abitativo sotto il profilo acustico e termico, l'ecosostenibilità, il rispetto dell'ambiente e la sicurezza dell'abitare, quale la protezione dal fuoco.

Attualmente, in Italia, le fonti della materia prima (il minerale di gesso) utilizzate da GYPROC sono ubicate in Piemonte, Emilia-Romagna, Marche, Abruzzo, Molise e Sicilia. Con otto cave di gesso in funzione, e circa 1.000.000 di ton./anno estratte, GYPROC si pone ai primi posti tra le aziende estrattive nei gessi e nella trasformazione del minerale con i quattro stabilimenti produttivi di Casola Valsenio, Montiglio Monferrato, Termoli e Montenero di Bisaccia.

I primari stabilimenti produttivi GYPROC, specializzati nella fabbricazione del cartongesso, sono rappresentati da Casola Valsenio (fig. 4) e Termoli, aventi complessivamente una capacità produttiva di circa 40 milioni di m²/anno di cartongesso, 140 dipendenti ed un indotto di 250 addetti.

L'attività GYPROC, della Saint-Gobain PPC Italia S.p.A. attuale società esercente della Cava di Monte Tondo, valorizza la maggior parte del gesso estratto, trasformandolo in prodotti per le costruzioni ecosostenibili. Nel 2006, lo stabilimento di Casola Valsenio, successivamente quello di Termoli, sono stati insigniti della medaglia di Bronzo (*Bronze Award*) per i risultati raggiunti nel programma di eccellenza industriale denominato *World Class Manufacturing*, iniziato nel 2003, e che si propone di assicurare un miglioramento continuo in termini di sicurezza, ambiente, qualità, servizio al cliente ed efficienza produttiva. Tale programma industriale introduce una metodologia di lavoro di origine giapponese, basata sulla comunicazione, sulla formazione e sul coinvolgimento delle risorse umane del sito produttivo, alla ricerca del miglioramento continuo dei risultati, nella definizione di *standard* operativi sempre più efficaci e funzionali.



Fig. 5 – Immagine panoramica del Polo estrattivo dei Gessi di Monte Tondo (foto S. Piastra, 2011).

Per effetto della recente, e tutt'ora presente, crisi economica, in particolar modo del mondo dell'edilizia, le produzioni annue di gesso estratte dalla cava si sono dimezzate, passando dalle quasi 400.000 ton./anno del 2007-8, alle attuali 200.000 ton./anno. La diminuzione dei quantitativi estratti, dunque il decremento dei volumi di vendita, imputabile in parte all'effetto della crisi dell'edilizia e dall'altra parte all'entrata negli ultimi anni di altri due aziende nella fabbricazione di cartongesso, hanno imposto diverse scelte di riorganizzazione aziendale, permettendo la continuità dei siti produttivi e di investimento nel miglioramento degli stessi. Tra le attività di riorganizzazione aziendale, che hanno coinvolto la gestione di cava, si menziona il progetto di internalizzazione mineraria. Al fine di migliorare le condizioni di sicurezza e salute degli addetti in cava, la tutela dell'ambiente, l'efficienza dei processi

estrattivi, il controllo delle risorse naturali e la selezione del minerale, e non ultimo la competitività dell'azienda e il mantenimento del *know-how* in arte mineraria, dal 2011, tutte le attività estrattive GYPROC in Italia sono passate in gestione diretta alla proprietà di cava, subentrando alle attività estrattive svolte dalle ditte esterne. Difatti, nel caso del sito di Monte Tondo, nell'agosto 2012, la GYPROC, mantenendo la forza lavoro locale che operava in cava, precedentemente assunta dall'EDILMAC, è subentrata a tutti gli effetti nella coltivazione mineraria e nelle attività di recupero ambientale.

Introduzione ai luoghi e ai processi estrattivi

L'area estrattiva in esame interessa le sequenze evaporitiche della Formazione

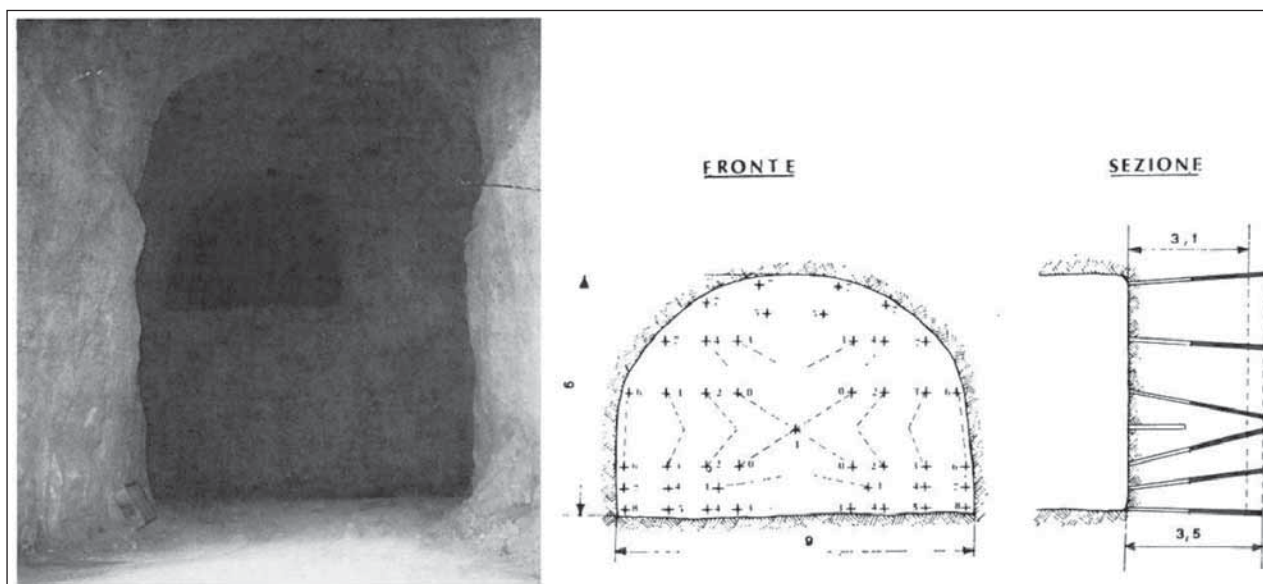


Fig. 6 – A sinistra: vista del sotterraneo della cava di gesso di Monte Tondo. A destra: schema di volata per l'abbattimento del gesso in sotterraneo – prima passata (da FEDERICO, GASBARRINI 1975).

Gessoso-solfifera disposte in grosse bancate immergenti verso NE, con scarpate molto ripide che si ergono per un'altezza di oltre 100 m dalle rocce incassanti (MARGUTTI 2009a) (fig. 5). La coltivazione si sviluppa nei Comuni di Riolo Terme e Casola Valsenio, lambendo il Fiume Senio a Nord e la linea di cresta ad Ovest, su di un'area

di circa 374.580 m² (di cui 227.248 m² inclusi nell'autorizzazione di cava; FANTI 2010a). La scelta della zona è stata suggerita dall'esistenza di un'interruzione nella catena gessifera in corrispondenza con la valle fluviale che facilitava la realizzazione della strada di accesso e l'apertura dei cantieri di coltivazione.

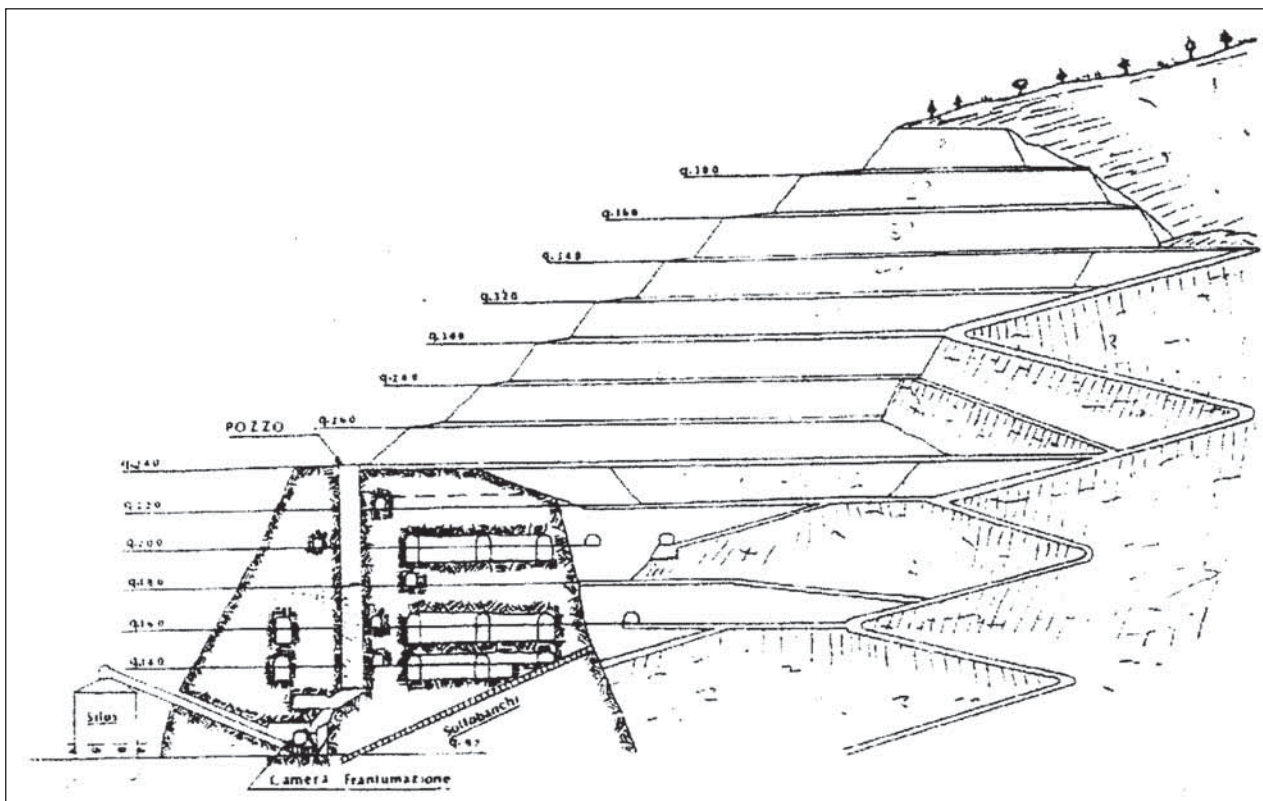


Fig. 7 – Rappresentazione schematica delle gallerie di cava e posizionamento dell'impianto di frantumazione (da FEDERICO, GASBARRINI 1975). La figura mostra solo tre livelli di gallerie sotterranee, in quanto la quarta galleria venne realizzata successivamente.



Fig. 8 – Visione d'insieme dell'area di cava nel 1991 (foto Archivio Ufficio Tecnico del Comune di Riolo Terme).

Inizialmente la coltivazione venne imposta a giorno sul versante Ovest di Monte Tondo (figg. 1 e 5). A partire dalla metà degli anni sessanta del secolo scorso, per meglio fronteggiare le variazioni del titolo in solfato nel minerale prodotto all'esterno, che non doveva essere inferiore al 90%, e per utilizzare anche il minerale più povero (ad alto contenuto in carbonati) necessariamente interessato dalla coltivazione, venne iniziata l'estrazione in sotterraneo. Sebbene i costi di produzione fossero maggiori, i lavori vennero progettati in modo tale da garantire una produzione di selenite a titolo particolarmente elevato (92-95% di $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; FEDERICO, GASBARRINI 1975). Il gesso veniva estratto in galleria, a camere e pilastri su tre livelli (figg. 6-7), compresi tra le quote 140 e 220 m s.l.m., con la tecnica della perforazione e sparo. La coltivazione andava quindi ad interessare i 5 banchi di base, per una potenza complessiva di 80 m. L'escavazione procedeva in direzione trasverso banco, ortogonalmente rispetto all'immersione

degli strati di gesso, con delle lunghe gallerie orizzontali collegate tra loro da fitte traverse perpendicolari (al massimo una trentina per piano). Nel corso degli anni furono quindi scavati nella montagna circa 15 km di gallerie (14.860 m) per un volume complessivo di gesso estratto pari a circa 1 milione di m^3 (BENTINI s.d.; GARAVINI 1997; ANONIMO 2010; MARGUTTI 2010).

Il passaggio dalla coltivazione in sotterraneo a quella esclusivamente a cielo aperto è avvenuto gradualmente a partire dal 1983. Nel 1990 l'attività in sotterraneo è stata definitivamente abbandonata (GUALDI 2002; RICCI 2004 (fig. 8).

Il sito estrattivo di Monte Tondo, comprese le aree di pertinenza di cava, così come rappresentate nel DEM orientato verso Ovest (fig. 9), è caratterizzata da uno sviluppo altimetrico, avente dislivello di circa 300 m, come di seguito schematizzato in funzione della "stratificazione" dei luoghi di cava (da valle a monte):

- o *Livello 0* (di quota 100 m s.l.m.): equivalente alla quota altimetrica

di fondo valle, corrispondente alla sponda destra del Torrente Senio e nell'ambito di pertinenza estrattiva, al cantiere di frantumazione secondaria, stoccaggio del gesso ed alla galleria di accesso al camerone di frantumazione primaria del gesso di media qualità;

- o *Livello 1* (di quota 140 m s.l.m.): rappresentante la media altimetrica del primo livello di coltivazione in sotterraneo a camere e diaframmi, ad oggi operativo per attività di servizio, quali la discenderia al deposito di materiale esplosivo (riservetta) e la galleria di accesso alla tramoggia di carico del gesso ad alto titolo di purezza (proveniente dal pozzo secondario dell'impianto Bedeschi);
- o *Livello 2* (di quota 160 m s.l.m.): equivalente alla quota media del secondo livello di coltivazione in sot-

terraneo e attualmente dismesso;

- o *Livello 3* (di quota 200 m s.l.m.): equivalente alla quota media del terzo livello di coltivazione in sotterraneo e attualmente dismesso;
- o *Livello 4* o di *fondo scavo* (di quota da 217 a 220 m s.l.m.): equivalente alla quota 217 del piazzale di base della fossa di coltivazione a cielo aperto ed alla quota media 220 corrispondente al quarto ed ultimo livello di coltivazione in sotterraneo, progressivamente demolito dall'attuale coltivazione a cielo aperto, in parte dismesso ed in parte di pertinenza di cava per lo scarico in tramoggia e frantumazione secondaria del gesso ad alto titolo, lo scarico nel fornello laterale al pozzo principale dello smarino del gesso a medio titolo e per le attività di officina, manutenzione e rimessaggio dei mezzi di cava;

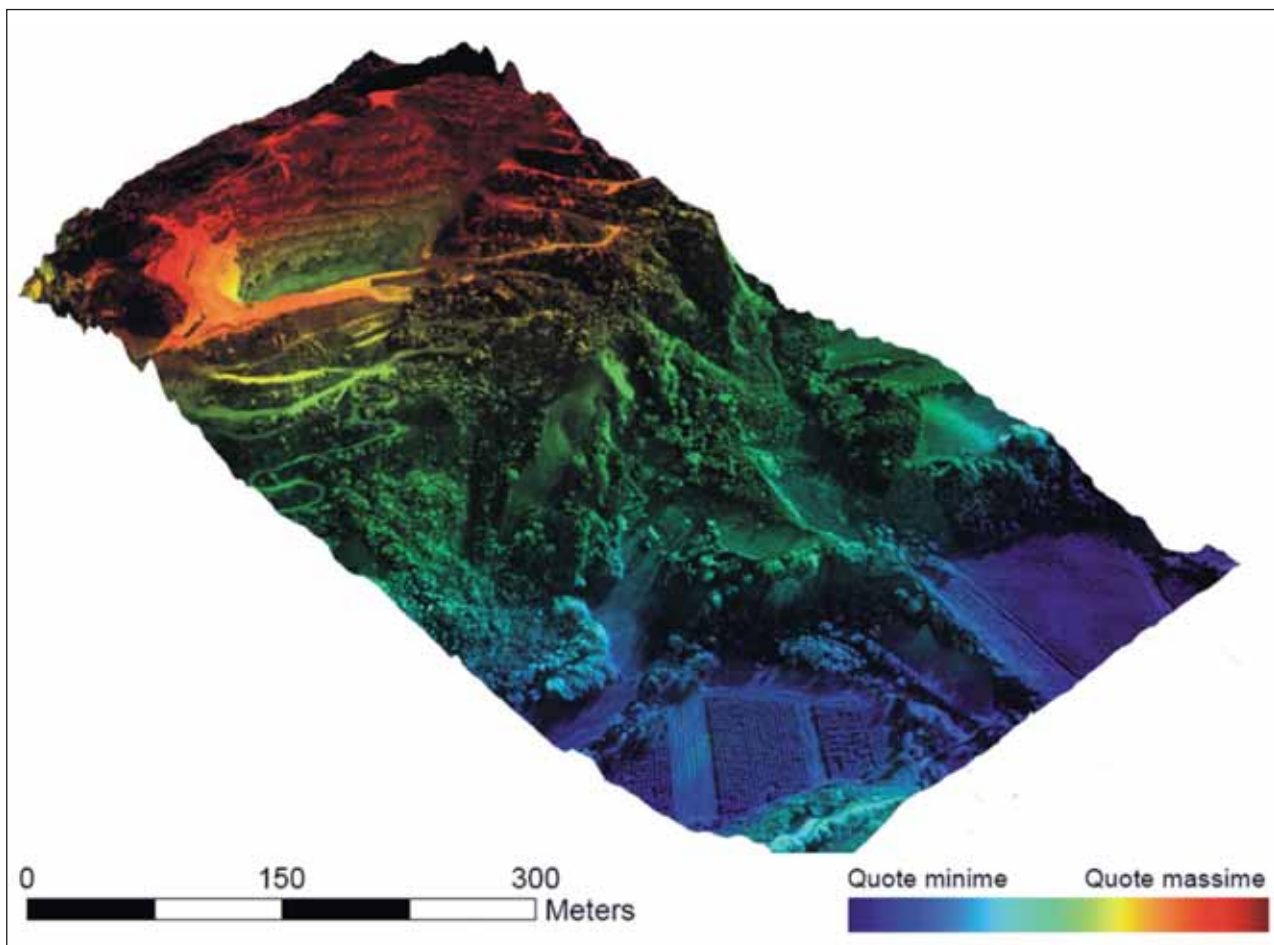


Fig. 9 – Digital Elevation Model/Altimetrico della cava di gesso Monte Tondo (*data-fusion* tra dato altimetrico e dato visibile) (da MARGUTTI 2009a).

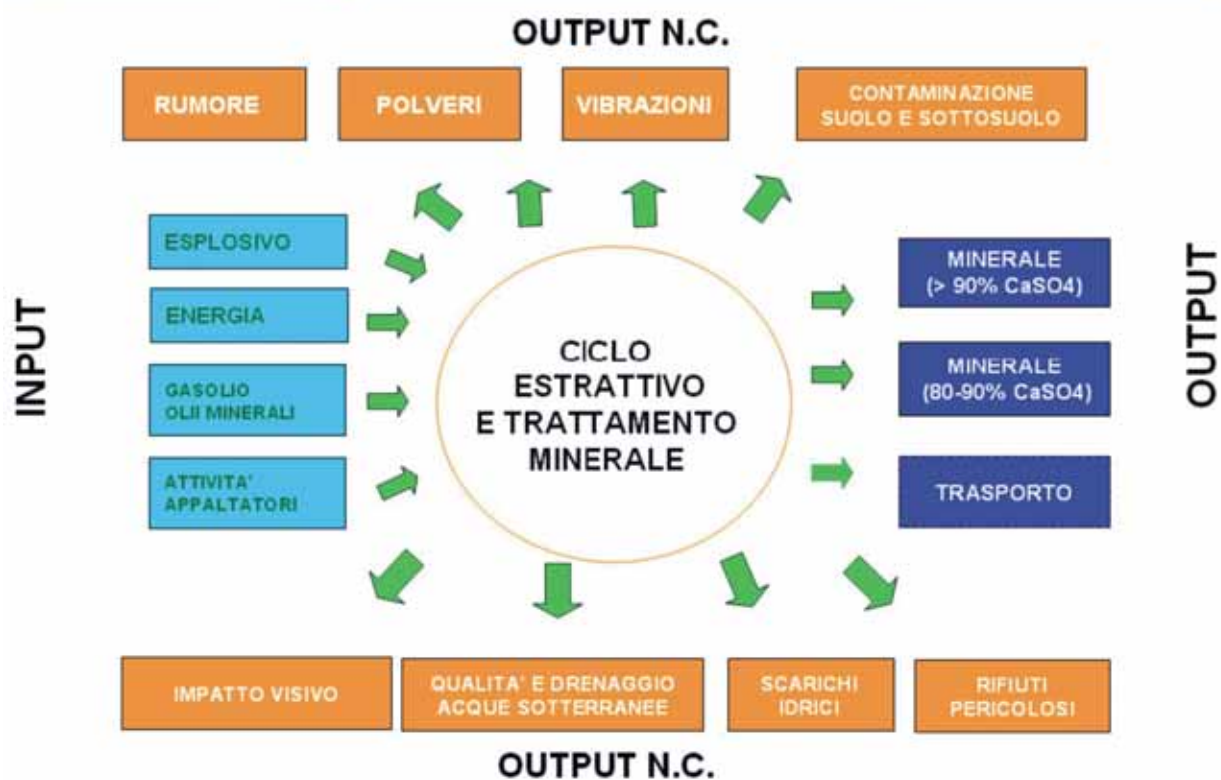
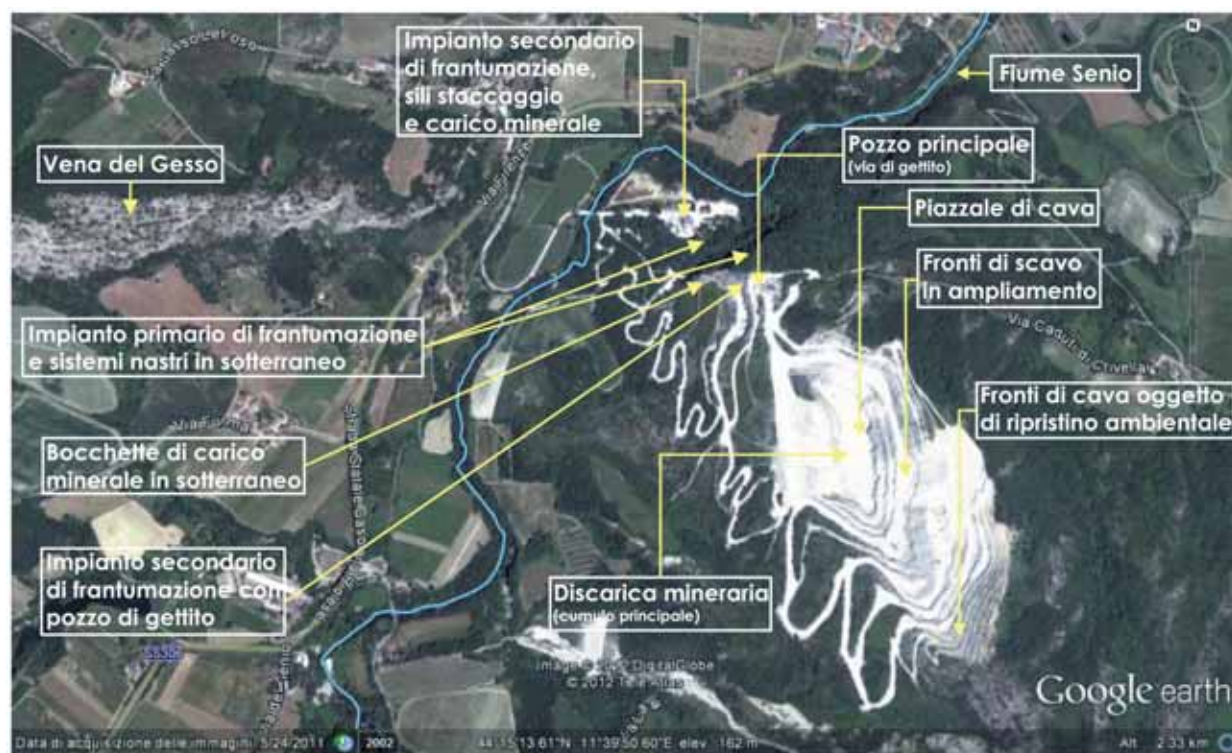


Fig. 10 – In alto: luoghi minerari e macro processi del ciclo estrattivo di cava (modificato da MARGUTTI 2009a). In basso: diagramma sinottico del ciclo di vita del processo estrattivo con identificazione degli elementi di ingresso/uscita e degli aspetti ambientali derivanti (modificato da MARGUTTI 2009a).

- o *Livello 5 o di scavo* (di quota da 240 a 325 m s.l.m.): corrispondente all'intervallo altimetrico dei nove gradoni o platee di attuale coltivazione a cielo aperto;
- o *Livello 6 o di recupero* (di quota da 338 a 400 m s.l.m.): equivalente all'intervallo altimetrico degli ultimi cinque gradoni di coltivazione in progressivo stato di recupero ambientale;
- o *Livello 7 o naturale* (di quota da 420 a 436 m s.l.m.): a testimonianza del breve intervallo rappresentato dalla formazione gessosa allo stato naturale, dunque non alterata e/o sfruttata dall'attività antropica del polo unico, con quota massima di 436 m raggiunta dalla cima di Monte Tondo.

In virtù di quanto sopra esposto, si precisa, che la “stratificazione altimetrica” proposta, ivi compresa la denominazione dei livelli altimetrici caratteristici, è stata classificata sulla base dei luoghi, dei processi e dell'uso del territorio, al fine ultimo di caratterizzare opportunamente la complessa

area mineraria (MARGUTTI 2009a).

L'attuale attività mineraria, visto lo sviluppo altimetrico e la collocazione dell'area di scavo a monte (fig. 9), è caratterizzata da un complesso ciclo produttivo, articolato da un cantiere estrattivo a giorno e da più cantieri o processi minerari in sotterraneo (Allegato 1 e fig. 10); l'attività di scavo viene svolta completamente a cielo aperto, mentre i sotterranei vengono in parte utilizzati per il gettito dello smarino (a mezzo di pozzi minerari), per le attività di trattamento del minerale (frantumazione, macinazione e vagliatura), trasporto via nastro e stoccaggio della materia prima (MARGUTTI 2009a).

I processi estrattivi ed i cantieri minerari, meglio descritti nei successivi paragrafi, rappresentano un insieme di attività e servizi che trasformano degli elementi in entrata (*input*) in elementi in uscita (*output*), secondo il diagramma sinottico rappresentato in fig. 10. Il conseguimento della produzione, durante tutto l'arco di tempo di attività della cava, ha comportato una serie di operazioni che sono state parzialmente modificate solo nel periodo di esercizio recente ed attuale della cava stessa.



Fig. 11 – Immagine del recupero del Teatro Moderno progettato nel 1969 dall'architetto Locatelli all'interno del centro storico di Fusignano (RA). Il recupero è stato eseguito attraverso l'utilizzo dei sistemi a secco GYPROC Saint Gobain derivanti dal gesso estratto da Monte Tondo e trasformato nello stabilimento di Casola Valsenio. L'utilizzo dei sistemi a secco è risultato idoneo per ottenere un'alta resa estetica (come si può apprezzare nella foto dal controsoffitto “ad onda”) ed elevate prestazioni tecniche, come la resistenza all'umidità e agli agenti atmosferici, la massima protezione acustica e la riduzione delle sostanze nocive presenti nell'aria (da www.gyproc.it).

Impiego merceologico delle risorse dal passato ad oggi (i prodotti per un Habitat sostenibile)

Negli anni '60 e '70 del Novecento il gesso estratto nella cava Monte Tondo era utilizzato prevalentemente nell'industria chimica per la produzione di solfato di ammonio (BALLARDINI *et alii* 2001), un concime azotato semplice e fra i più economici. Facendo reagire il solfato di calcio, di cui è composto il gesso, con il carbonato ammonico si ottengono, infatti, solfato ammonico e carbonato di calcio. Il primo prodotto era utilizzato come fertilizzante, il secondo era impiegato per la produzione di cemento; l'elevata solubilità del gesso permette, infatti, il rilascio di calcio e zolfo che migliorano le caratteristiche di struttura e di fertilità naturale dei suoli, specie se acidi o basici (tab. 1).

In seguito alla crisi petrolifera della metà degli anni '70, si fece strada l'idea di diversificare la produzione aprendosi al mercato del gesso per l'edilizia. Dal 1980 una parte del materiale fu dunque destinata ai cementifici, dove era utilizzato in ragione del 3-4% come ritardante di presa del cemento (tab. 1). In seguito, nel 1983, con l'insediamento nella nuova zona industriale di Casola Valsenio dello stabilimento VIC, si aggiunse la produzione di intonaci premiscelati. Negli anni '90, con l'insediamento della BPB e la successiva realizzazione dello stabilimento ITALGIPS a Casola Valsenio, iniziò la lavorazione del gesso non più solo per la produzione di intonaco, ma anche per la produzione di cartongesso.

L'utilizzo del cartongesso è prevalente nell'edilizia del nuovo residenziale, nelle ristrutturazioni, nell'edilizia industriale e pubblica (ospedali e scuole). L'impiego delle lastre in gesso rivestito consente di abbassare notevolmente i costi di costruzione, perché la posa in opera del materiale è molto rapida rispetto ai sistemi tradizionali (quali il laterizio).

Oggi, presso i siti produttivi GYPROC Saint-Gobain, come lo stabilimento di Ca-

sola Valsenio (fig. 4), vengono progettati e prodotti soluzioni innovative a base gesso per l'edilizia sostenibile ad elevato *comfort* abitativo, finalizzato alla riduzione dei consumi energetici, rispettando l'uomo e l'ambiente.

Attualmente, la cava di Monte Tondo produce due tipologie di gesso a differente purezza e granulometria, per i seguenti e principali impieghi merceologici:

- o Purezza > 90% (0-60 mm), destinato alla produzione di intonaci e rasanti;
- o Purezza 85-90% (0-40 mm), destinato principalmente alla produzione di cartongesso ed in quantità minore per altre applicazioni industriali, quali la produzione di cemento.

Nell'ultimo decennio la cava ha consentito l'approvvigionamento di circa venti cementifici distribuiti in varie province italiane che hanno bisogno di circa 150.000 ton./anno di gesso, quale additivo nella produzione del *clinker*. Tuttavia, la crisi dell'edilizia degli ultimi anni, per lo più legata alle grandi opere, ha determinato un drastico calo del fabbisogno di gesso da parte delle cementerie del Nord Italia. Difatti, allo stato attuale, oltre l'80% del gesso estratto annualmente (circa 200.000 ton./anno) è destinato al fabbisogno dello stabilimento GYPROC Saint-Gobain di Casola Valsenio ove, attraverso il processo di calcinazione, viene trasformato in emidrato e inserito nel ciclo industriale per la produzione di intonaci, premiscelati e lastre di cartongesso, per il mercato dell'edilizia sostenibile (tab. 1) (www.gyproc.it/index.php). In particolare, il cartongesso ha assunto una valenza importantissima nell'edilizia (tab. 1), soprattutto dopo l'ingresso delle nuove normative Europee in fatto di coibentazione termica ed acustica. Grazie alla sua versatilità, alle numerosissime applicazioni ed innovazioni oggi non si parla più di cartongesso, ma di *sistemi a secco*. I sistemi a secco GYPROC comprendono una vasta gamma di prodot-

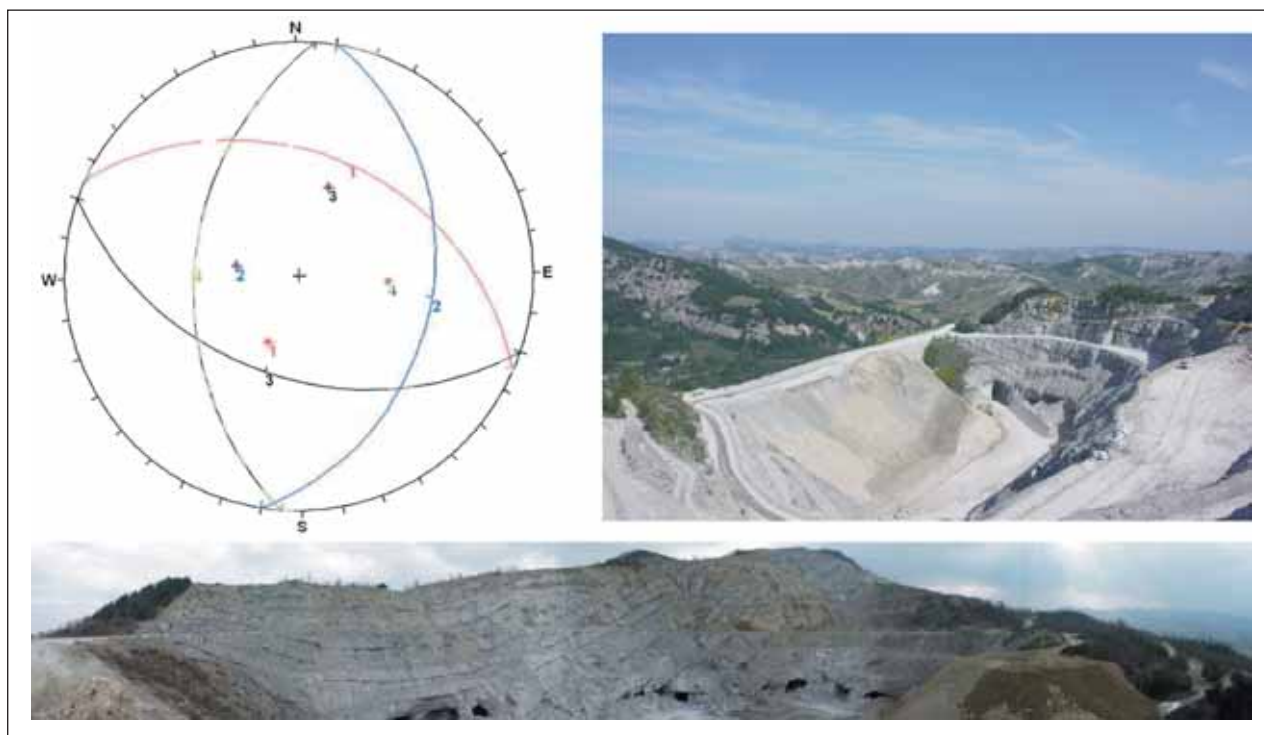


Fig. 12 – In alto a sinistra. diagramma di Schmidt equiareale-ciclografiche e poli dei tre fronti della cava di gesso. Con il numero 1 è indicato il fronte rivolto all'incirca verso nord, con il numero 2 la barriera di sterile rivolta verso est (discarica mineraria o cumulo principale), con i numeri 3 e 4, rispettivamente, i fronti in roccia immergenti a sud e ad ovest. Valori della giacitura espressi in immersione e pendenza (da BERRY 2006). In alto a destra: panoramica della morfologia di cava; punto di ripresa fotografica dai gradoni con esposizione orientale. Al centro è visibile l'attuale discarica mineraria (fronte ovest; foto I. Zembo, 2011). In basso: panoramica della morfologia di cava; sono visibili i fronti in avanzamento ovest e sud (foto Archivio Speleo GAM Mezzano).

ti, alcuni dei quali derivanti proprio dalla trasformazione del gesso estratto nella cava di Monte Tondo che, combinati tra loro, permettono la realizzazione di pareti interne ed esterne, pareti divisorie, con-

trosoffitti sia ispezionabili sia ad aspetto tradizionale e contropareti (www.gyproc.it/index.php). Tali sistemi sono utilizzati per la protezione dal fuoco, per cappotti per esterni, coibentazioni, applicazioni

SETTORI DI APPLICAZIONE	UTILIZZO
EDILIZIA	Intonaci per interni (pareti e soffitti)
	Intonaci per esterni
	Intonaci speciali (antincendio, per l'isolamento termo-acustico)
	Lastre in gesso rivestito (controsoffitti, pareti divisorie, contropareti)
	Sottofondo delle pavimentazioni
	Pietra da taglio
INDUSTRIA	Ritardante nella produzione di cementi
	Produzione di esplosivi (riscaldando il gesso a temperature elevate si ottiene acido solforico)
	Cartaria
	Gessetti da lavagna (si usa il gesso stanco che si prepara impastando gesso semiidrato con molta acqua)
CERAMICA	Stampi
SANITA'	Ingessature
	Eccipiente per compresse
	Odontotecnica
SCULTURE E ARCHITETTURA	Modelli
	Pietra da taglio
AGRICOLTURA	Correzione nei suoli alcalini (il gesso abbassa il ph del suolo ed elimina il sodio in eccesso)

Tab. 1 - Usi e campi di applicazione generali del gesso (modificato da GUALDI 2002).

estetiche, compartimentazioni, problematiche di umidità e muffa, opere architettoniche da esterno mediante fibrocemento (fig. 11), ecc.

Tra gli impieghi merceologici del gesso, riveste un'importanza rilevante il recupero di scarti a base gesso ed il riutilizzo degli stessi nel ciclo produttivo di Casola Valsenio in sostituzione al gesso naturale. Le lastre di cartongesso con proprietà conformi alle specifiche produttive ed alla qualità ("scarti di processo"), dunque non commercializzabili, vengono reimmesse nel ciclo industriale di Casola Valsenio, previa macinazione, prima dell'entrata nel mulino di calcinazione insieme al gesso naturale. Ad oggi, a Casola, il 7% del gesso utilizzato per la fabbricazione del cartongesso è rappresentato dagli scarti di processo, altrimenti destinati allo smaltimento in discarica.

Il riciclo e la gestione degli scarti a base gesso rientra tra i progetti strategici di sostenibilità ambientale di GYPROC Saint-Gobain attraverso la creazione del progetto Gy.eco descritto di seguito (www.gyeco.it).

In tab. 1 sono sinteticamente riportati gli usi e i campi di applicazione generali del gesso.

Modalità di coltivazione a giorno recenti ed attuali

Il polo estrattivo della Vena del Gesso romagnola, la cui quota maggiore è rappresentata dalla cima del Monte Tondo, alto 436 m s.l.m., si colloca al margine con la fascia medio bassa delle colline faentine, aventi rilievi di modesta altezza. L'area antropizzata dalla cava di Monte Tondo si sviluppa, all'incirca, secondo una direzione Nord-Sud, con una forma assimilabile ad un anfiteatro con quattro fronti di scavo caratterizzati da una geometria a gradoni (figg. 9, 10, 12 e Allegato 1):

- a) FRONTE "NORD" con giacitura 25°/35°;
- b) FRONTE "EST" con giacitura 100°/28°;
- c) FRONTE "SUD" con giacitura 200°/43°;

- d) FRONTE "OVEST" con giacitura 275°/42°.

I fronti Nord, Sud e Ovest sono impostati sul massiccio gessoso e lo sviluppo della coltivazioni interessa in particolar modo il fronte Ovest (dove ha praticamente raggiunto la cosiddetta "linea Vai"), con esposizione orientale, mentre il fronte Est, rappresenta la parete della discarica mineraria, o sterile di coltivazione, esposta verso l'interno della cava. La giacitura dei quattro fronti e dunque la loro pendenza, così come rappresentata nello stereogramma di fig. 12, è data dal valore dell'involuppo di fronti e pedate.

L'attuale fronte di scavo, esclusivamente esterno, parte dal piazzale di quota 217 m s.l.m. ("piazzale di base") per innalzarsi fino alla cresta di Monte Tondo, in direzione N-NE, dove ha quasi raggiunto il crinale (418 m s.l.m.) (Allegato 1). L'intervallo tra le quote di 418 m e 436 m s.l.m. rappresenta l'unico tratto naturale non sfruttato dal polo unico estrattivo di Monte Tondo.

La porzione sommitale della cava si sviluppa a "mezza costa", mentre la porzione inferiore è caratterizzata da una morfologia "a fossa" in virtù della presenza della barriera di materiale sterile rappresentata dal fronte Est (fig. 12 e Allegato 1). Dal punto di vista altimetrico, la fossa artificiale si approfondisce dall'apice della discarica di materiali inerti, posta all'incirca a quota 265 m s.l.m., fino alla quota del piazzale di base. Dal piazzale di base è possibile accedere alla galleria del pozzo di getto dell'impianto Bedeschi ed alle gallerie che venivano utilizzate in passato per la coltivazione in sotterraneo (fig. 10), disposte su quattro livelli altimetrici.

I cantieri di estrazione sono stati dimensionati in funzione del D.P.R. n. 128/59, della dimensione dei mezzi e dell'organizzazione già esistente nella cava. I progetti di coltivazione dell'ultimo decennio hanno previsto la modellazione del fronte di cava a gradoni con larghezza di 5 m, altezza di 10 m, inclinazione dell'alzata di 66° sull'orizzontale (Studi di Impatto Ambien-

tale 2004 e 2010: FANTI 2004; FANTI 2010a). L'altezza dei gradoni di rilascio è stata dimensionata per minimizzare l'impatto visivo, ottimizzare il ripristino ambientale e seguire le prescrizioni tecniche del PAE (Piano comunale Attività Estrattive) dei comuni di Riolo Terme e Casola Valsenio ("Art. 5/3 Le scarpate saranno realizzate con gradoni aventi la pedata di almeno 5 m e l'altezza sarà tale da potersi inserire nel profilo dell'equilibrio estetico-statico di finitura e comunque tale da non superare in ogni fase una pendenza che formi con l'orizzontale un angolo superiore ai 70°"). Rispetto ai fronti di scavo, gli strati gessosi oggetto di coltivazione sono attualmente disposti a reggipoggio o traversobanco e pertanto con le caratteristiche geometriche che garantiscono le migliori condizioni di stabilità (MARGUTTI 2009a).

Il gradone di quota 310 m s.l.m., avendo larghezza di 30 m, costituisce il piazzale necessario per eseguire in sicurezza le operazioni di ripristino dei piazzali superiori. Il gradone presente a quota 265 m s.l.m. ha una larghezza di circa 16 m, perché deve continuare a svolgere la funzione di via carreggio principale per i dumper che portano il materiale al bocca pozzo; i gradoni intermedi sono adibiti al transito dei mezzi di dimensione inferiore (Allegato 1).

Il metodo di coltivazione attualmente applicato in cava, a fette orizzontali e gradoni diritti, è di fatto una combinazione tra una coltivazione per gradoni, secondo il quale tutta la superficie esposta del fronte (ovvero tutti i gradoni) indietreggia, sfruttando la gravità per conferire lo smarino alla quota del piazzale principale, e una coltivazione per platee, in base alla quale l'abbattimento avanza, verso il massiccio, in modo che ciascun gradone sia indipendente dagli altri sottostanti e lo smarino e la valorizzazione primaria possono essere eseguiti ai piedi della volata.

L'escavazione con il metodo tradizionale della perforazione e sparo, utilizzato attualmente in cava, presuppone l'utilizzo di esplosivo per l'abbattimento ("abbattaggio



Fig. 13 – In alto e al centro: operazioni di smarino. In basso: sterile di coltivazione scaricato dai dumper nei pressi del ciglio della discarica mineraria (foto R. Margutti).

con mine”) delle bancate gessose, mentre i mezzi meccanici e gli impianti di cava sono rispettivamente alimentati a gasolio e con forza motrice. La perforazione è l'operazione mediante la quale si realizzano fori con diametro, lunghezza ed inclinazione variabili in funzione delle necessità. L'esplosivo è fornito da un trasportatore autorizzato

m s.l.m.; fig. 13) dell'impianto di frantumazione primaria, che si trova in sotterraneo, o alla tramoggia di alimentazione dell'impianto *Bedeschi*, posta a quota 215 m s.l.m.

Lo sterile di coltivazione (o materiale non commercializzabile), definito dalla normativa Europea come “rifiuto di estrazione”, viene separato in banco, caricato su dumper, trasportato e messo a dimora in strutture di cumulo interne al sito estrattivo, opportunamente progettate ed oggetto di progressivo recupero ambientale (fig. 13).

L'ottenimento di un prodotto finale con determinate caratteristiche di titolo, di umidità, di granulometria e di un buon funzionamento degli impianti di frantumazione, con riduzione al minimo della possibilità di intasamento del materiale lungo le vie di transito (fornelli, tramogge, nastri, bocchette di alimentazione, ecc.), deriva dalla qualità del *tout-venant* proveniente dalla coltivazione e dal grado di selezione dello stesso in cava. Il raggiungimento di questi obiettivi impone pertanto di avere particolare attenzione durante la fase di cernita

Fasi di lavoro	Descrizione	Macchinari impiegati
1	Esecuzione della perforazione dei fori di volata, secondo gli schemi approvati con ordine di servizio della Questura di Ravenna.	1 perforatrice HAUSHERR HBM 60 R4.
2	Caricamento dei fori con esplosivo, detonatori e borraggio finale.	-
3	Procedura di avviso di brillamento di volata con sirena e colpo avvisatore.	-
4	Brillamento della volata.	-
5	Disgaggio dei fronti e dei cigli dopo la volata e demolizione dei massi di dimensioni elevate con escavatore dotato di martellone demolitore pneumatico.	1 escavatore cingolato Volvo EC 380 D con benna, 1 escavatore cingolato CAT 323 con martellone idraulico, 1 pala gommata Volvo L120F.
6	Smarino del materiale abbattuto con escavatori a benna o pala gommata con caricamento direttamente su dumper se la larghezza del gradone è superiore a 10 m, o provocando lo scivolamento sul gradone sottostante se il gradone al piede della volata ha larghezza inferiore a 10 m e successivo caricamento (fig. 13).	
7	Trasporto con dumper fino a bocca pozzo e scarico nel pozzo di alimentazione del frantoio sotterraneo.	1 dumper Perlini DP 605, 1 dumper Volvo A30 articolato.
8	Sistemazione delle scarpate.	1 pala cingolata CAT 963, 1 escavatore cingolato Volvo EC 380 D con benna.
9	Frantumazione primaria gesso di media qualità	1 demolitore idraulico tipo Giraffa 33 – Benati, 1 alimentatore a tavola oscillante, 1 frantoio a mascelle 1200x1000 mm Loro & Pasini, 1 nastro trasportatore.
10	Frantumazione secondaria gesso di media qualità.	6 alimentatori a cassetto, nastri trasportatori, 2 mulini a martelli Loro & Parisini modello 106, 4 sili metallici, 2 pistoni ad aria compressa.
11	Frantumazione secondaria gesso di alta qualità (impianto <i>Bedeschi</i>).	1 cassone alimentatore CNA 6/1500 B, 1 frantumatore RS 650/1500.
12	Lavori di manutenzione su frantoio, mezzi ed attrezzature.	-
13	Carico e spedizione mercantile al cliente su autocarri di ditta terzi.	1 pala gommata CAT 938.

Tab. 2 – Attuali fasi di lavoro in cava e macchinari impiegati. Tutte queste fasi possono svolgersi singolarmente oppure simultaneamente nei diversi livelli del cantiere; in ogni caso, tali attività vengono eseguite senza interferire le une con le altre. Ad esempio, quando si effettua la pulizia dei gradoni alle quote alte con l'escavatore, è vietato eseguire lavorazioni sulla stessa verticale alle quote inferiori.

e di selezione del materiale da inviare al pozzo, all'impianto Bedeschi e in discarica, adottando procedure di lavoro precise. Essendo il ciclo produttivo un insieme a "secco", non è necessario, a differenza di altri metodi di coltivazione mineraria, l'uso della risorsa idrica nelle fasi estrattive e di trattamento o separazione del minerale. L'impiego dell'acqua è invece necessaria nel ciclo industriale di trasformazione del gesso (fase di miscelazione). Pertanto, in area di cava non vi sono opere di captazione dall'acquedotto o di emungimento da pozzi profondi, per l'approvvigionamento di acqua industriale, e tantomeno potabile (MARGUTTI 2009a).

Impianti di frantumazione principale e servizi ausiliari

Il trattamento (o frantumazione/macinazione) del minerale avviene con impianti meccanici fissi e sistemi di separazione a secco alimentati con forza motrice. Nel complesso, le attività di estrazione e lavorazione della risorsa naturale, a differenza di altri minerali industriali, non presuppongono l'impiego di sostanze o di processi particolarmente inquinanti e dannosi per l'ambiente esterno (MARGUTTI 2009a).

In linea generale, il processo di frantumazione primaria ha subito solo alcune modifiche parziali a partire dalla realizzazione dell'impianto stesso, alla fine degli anni '50, fino ad oggi. Tali modifiche sono legate essenzialmente all'ammodernamento dei macchinari e di alcuni impianti utilizzati (Allegato 1).

Il minerale estratto, trasportato attraverso i dumper, affluisce all'impianto di frantumazione primaria mediante un pozzo collettore verticale del diametro di 5 m, scavato nella montagna ed accessibile sia a cielo aperto (dalla quota di 260 m s.l.m.) che in sotterraneo, dai cantieri di coltivazione ("pozzo di gettito"; figg. 10, 14, 15 e Allegato 1). Il materiale estratto o destinato all'impianto Bedeschi può anche essere scaricato a quota 215 m s.l.m. dove attraversa per un breve tratto il fornello secondario e a quota 200 m s.l.m., con for-

nello secondario pieno, confluisce nel pozzo principale. Il fornello secondario è un pozzo di dimensioni più ridotte parallelo al pozzo principale, intercettato da gallerie ai vari livelli dei sotterranei ed impiegato per il gettito del minerale quando la cava veniva coltivata anche in sottosuolo (fig. 14).

All'impianto di frantumazione primaria affluisce solo la roccia di buona qualità. Fino ai primi anni 2000, la roccia inquinata dalle marne di interstrato era trasportata invece all'impianto di grigliatura dove veniva effettuata la separazione dei blocchi di minerali superiori ai 50-70 mm, convogliati al pozzo di scarico e quindi alla frantumazione primaria. La pezzatura inferiore ai 50 mm, o "sottogriglia", attraverso un piccolo fornello giungeva nella sottostante galleria di quota 215 m s.l.m. dove veniva inviata alla discarica esterna di "zona 180" per mezzo di un alimentatore a piastre e nastri trasportatori (AA. VV.1990; RONCONI 1991).

Il pozzo di scarico principale, profondo circa 140 metri (figg. 6, 7 e 14), fu realizzato al centro della cava nel 1957 da una ditta abruzzese. Esso attraversa tutti i livelli delle gallerie e vi è un'area di protezione intorno, larga 60 metri, interdotta da tempo agli scavi sotterranei (GARAVINI 1997). Il pozzo principale è intercettato dalle gallerie artificiali solo al livello di quota 200 m s.l.m. e, in questi ultimi anni, in seguito al crollo del diaframma che lo separa dal fornello secondario, anche a quota 160 m s.l.m. La bocca del frantoio è situata alla quota di 102 m s.l.m. La canna del pozzo, tra la quota 180 m s.l.m. e l'impianto di frantumazione, funge da polmone di alimentazione e la sua capacità di scorta si aggira sulle 1500 ton, mentre la capacità totale è di circa 5000 ton. Al di sotto della quota di 112-114 m s.l.m., il pozzo è sagomato a scivolo con pendenza appropriata (fig. 14A). Sul fondo del pozzo sono state posizionate grosse barre di ferro a forma di griglia, allo scopo di bloccare i pezzi dalle dimensioni maggiori. Il materiale, regolato da un tondone di acciaio del diametro

di 300 mm e da grosse catene, viene intercettato nella camera degli *slabs* (Allegati 2A-C) rappresentati da una griglia di barre prismatiche di acciaio (0,20x0,50x5,00), distanziate tra loro di circa 0,70 m e disposte orizzontalmente. Su detta griglia si procede alla riduzione del materiale, che dalla stessa è trattenuto, utilizzando un demolitore idraulico tipo Giraffa 33 – Benati, telecomandato da una posizione di assoluta sicurezza (fig. 14A). Un sistema di gallerie di servizio rende accessibile questa camera al personale. A valle della griglia, attraverso un secondo scivolo (“fornello”), il materiale raggiunge le saracinesche pneumatiche di regolazione dell'alimentazione. L'alimentatore a tavola oscillante (1.20x2.50x5.00), o vibrovaglio, trasporta il materiale alla bocca del frantoio sotterraneo grazie ad un biellismo. Il frantoio a mascelle (a doppia ginocchiera; figg. 14A e 15) con bocca 1200x1000 mm della Loro & Parisini riduce il gesso a un diametro di circa 0-300 mm al massimo. Dal frantoio il materiale, per gravità, raggiunge il nastro trasportatore che lo convoglia quindi in un grande silos esterno di raccolta mediante una galleria lunga 150 m (figg. 10, 14B, 15) (Allegati 1 e 2B).

Il silos principale esterno, realizzato in calcestruzzo, delle dimensioni di 27 m di altezza per 22 m di diametro, ha una capacità massima di 10.000 ton ed una capacità teorica utile di 6.000 ton (RICHARDS 1991; figg. 14B e 16). Il silos si trova su un terreno pianeggiante che va dal piede della parete settentrionale di Monte Tondo fino alla sponda del Senio. In quest'area sono stati realizzati il piazzale di carico (quota 96 m s.l.m.) ed alcuni servizi (fig. 16).

Il minerale in pezzatura grossolana, di circa 0-300 mm, stoccato all'interno del silos principale, viene prelevato per mezzo di 6 alimentatori a cassetto posti in prossimità di altrettante aperture ricavate alla base del silos, ed inviato con nastri trasportatori a due mulini a martelli Loro & Parisini modello 106, che costituiscono l'impianto di frantumazione secondario (fig. 14A e Allegato 1). Tale impianto è stato rea-



Fig. 15 – In alto: pozzo principale (via di gettito) accessibile a cielo aperto dalla quota di 260 m s.l.m. (foto R. Margutti). In basso: particolare del frantoio primario a mascelle (a doppia ginocchiera) con bocca 1200x1000 mm della Loro & Parigini (foto R. Margutti).

lizzato alla fine degli anni '80 del secolo scorso ed ammodernato nel 1990. Il materiale in pezzatura 0-30/40 mm ottenuto è trasportato ai quattro sili metallici (della capacità di 100 ton ognuno) da dove viene caricato, tramite bocchette comandate da due pistoni ad aria compressa, sugli autotreni che lo trasportano allo stabilimento; il piazzale è infatti collegato alla Strada Provinciale 306 Casolana mediante una strada carrabile privata lunga 500 m.

Impianto di frantumazione Bedeschi

Il gruppo di frantumazione secondario, denominato Bedeschi (Allegati 1 e 2C), è stato costruito nel 2002 per produrre una seconda tipologia di minerale che avesse caratteristiche di purezza elevate ed ido-



Fig. 16 – Monitoraggio delle polveri diffuse: sullo sfondo è visibile il piazzale di base e il silos (foto R. Margutti).

nee a soddisfare le richieste del mercato. In particolar modo, esso venne realizzato per ottenere una materia prima seleziona-



Fig. 17 – Impianto di frantumazione Bedeschi: cassone alimentatore tipo CNA 6/1500 B (foto R. Margutti).

ta che fosse in grado di migliorare la qualità dei prodotti speciali a base gesso.

L'impianto venne dunque progettato ed installato in galleria, nel piano di quota 215 m s.l.m. (Allegato 2C), nei pressi delle officine sotterranee e dello scarico al pozzo principale. Tale impianto è utilizzato per la frantumazione di gesso di alta qualità (> 90% di tenore), in pezzatura 0-400 mm, proveniente dalla coltivazione della cava. Tale materiale è destinato allo stabilimento di Casola Valsenio per la produzione di intonaci e rasanti. L'impianto Bedeschi ha sostituito l'impianto di evacuazione sterili della discarica di "zona 180" attraverso il riutilizzo del fornello esistente (S. Sartor, comunicazione personale). L'impianto è costituito da un cassone alimentatore tipo CNA 6/1500 B (fig. 17), da un frantumatore tipo RS 650/1500 e da tutti quei componenti atti a garantirne il funzionamento e la corretta conduzione (motori elettrici, cabine, impianto elettrico, passerelle, scale, ecc.).

Il gesso crudo ottenuto dalla frantumazione è caratterizzato da una granulometria grossolana, compresa tra 0-60 mm con

basse percentuali di minerale fine. Tale prodotto, in uscita dall'impianto, viene veicolato per gravità (e stoccato) all'interno di un pozzo di gettito avente un diametro di 2 m circa ed una profondità di 70 m. Dalla base del "pozzo Bedeschi", localizzata nel livello sotterraneo di quota 140 m s.l.m., attraverso una bocchetta di scarico, il gesso viene spillato e per caduta vengono direttamente caricati i camion destinati al trasporto della materia prima presso lo stabilimento casolano.

Officina in galleria

L'officina di cui è dotata la cava è stata attrezzata fin dalla sua realizzazione nelle gallerie di quota 215 m s.l.m. (fig. 18 e Allegato 2B) con quanto necessita per l'immediato intervento sulle macchine in dotazione e sugli impianti della cava. In passato, in officina era anche possibile costruire diverse parti meccaniche di ricambio, nonché effettuare la revisione completa di pale gommate e dumper per il

cantiere SIET di Taranto. In seguito l'officina è stata parzialmente smantellata e attualmente è ancora presente un tornio e il trapano a colonna impiegati saltuariamente per la costruzione di particolari necessari per la riparazioni degli impianti e di tutta l'attrezzatura necessaria per la normale attività di manutenzione in cava. Le manutenzioni ordinarie (ingrassaggio, sostituzione di oli e filtri, sostituzione di cinghie, ecc.) vengono infatti effettuate dagli operatori di cava e dai meccanici in forza al cantiere. Per le manutenzioni straordinarie, oltre al proprio personale, alla propria officina ed alle proprie attrezzature, GYPROC, si avvale di officine esterne e dell'intervento diretto del personale delle case costruttrici delle macchine operatrici in uso nel cantiere.

Fino alla fine degli anni '90 la cava era dotata anche di un laboratorio chimico dove venivano eseguite le analisi di verifica della qualità del minerale spedito (AA. VV.1990). Il laboratorio di cava è stato smantellato circa 15 anni fa; attualmente



Fig. 18 – Livello di quota 220 m s.l.m.: sulla destra è visibile l'accesso all'officina in sotterraneo (foto Archivio Speleo GAM Mezzano, 2000).



Fig. 19 – Particolare della discarica Crivellari prima delle attività di inerbimento della stessa nel marzo 1968 (foto Archivio Speleo GAM Mezzano).

viene fornito giornalmente un campione di gesso proveniente dalla frantumazione secondaria al laboratorio dello Stabilimento Gyproc Saint-Gobain PPC di Casola Valsenio per l'analisi qualitativa.

Strutture di cumulo degli sterili (“discariche minerarie”)

Le discariche minerarie, nel corso dei 54 anni di attività estrattiva e del ricavo di oltre 9 milioni di metri cubi di *tout-venant*, sono state numerose.

Negli anni '70 del secolo scorso, lo sterile proveniente principalmente dalla coltivazione a giorno, costituito dalle intercalazioni marnoso-argillose, veniva messo a dimora in discarica in due zone distinte denominate rispettivamente “discarica Nord-Est” (quota 250 m s.l.m.) e “discarica Molinetto” (quota 320 m s.l.m.). Le scaricate esterne delle due discariche vennero

profilate a gradoni; le acque meteoriche furono convogliate in opportune canaline di raccolta. In questo periodo, parallelamente alle attività di stoccaggio e compattezza del materiale inerte, si procedette ad un imboschimento delle due discariche con la piantagione di robinie, pioppi, frassini, pini, querce, lecci, ecc. seguendo quanto riportato nei progetti di sistemazione paesaggistica (ANIC 1976). Probabilmente, nello stesso periodo, gli scarti delle lavorazioni iniziarono ad essere destinati anche alla “discarica Crivellari”, ubicata oltre il crinale orientale dell'area in esame, verso Riolo Terme (fig. 19). Non sono state recuperate informazioni dirette sulla progettazione di questa discarica e sul suo recupero paesaggistico, ma fonti orali asseriscono che nel 1991 questa era già completamente rinverdita (comunicazione personale di S. Sartor). Nel 2001 l'ARPA di Ravenna realizzò un sondaggio nei pressi

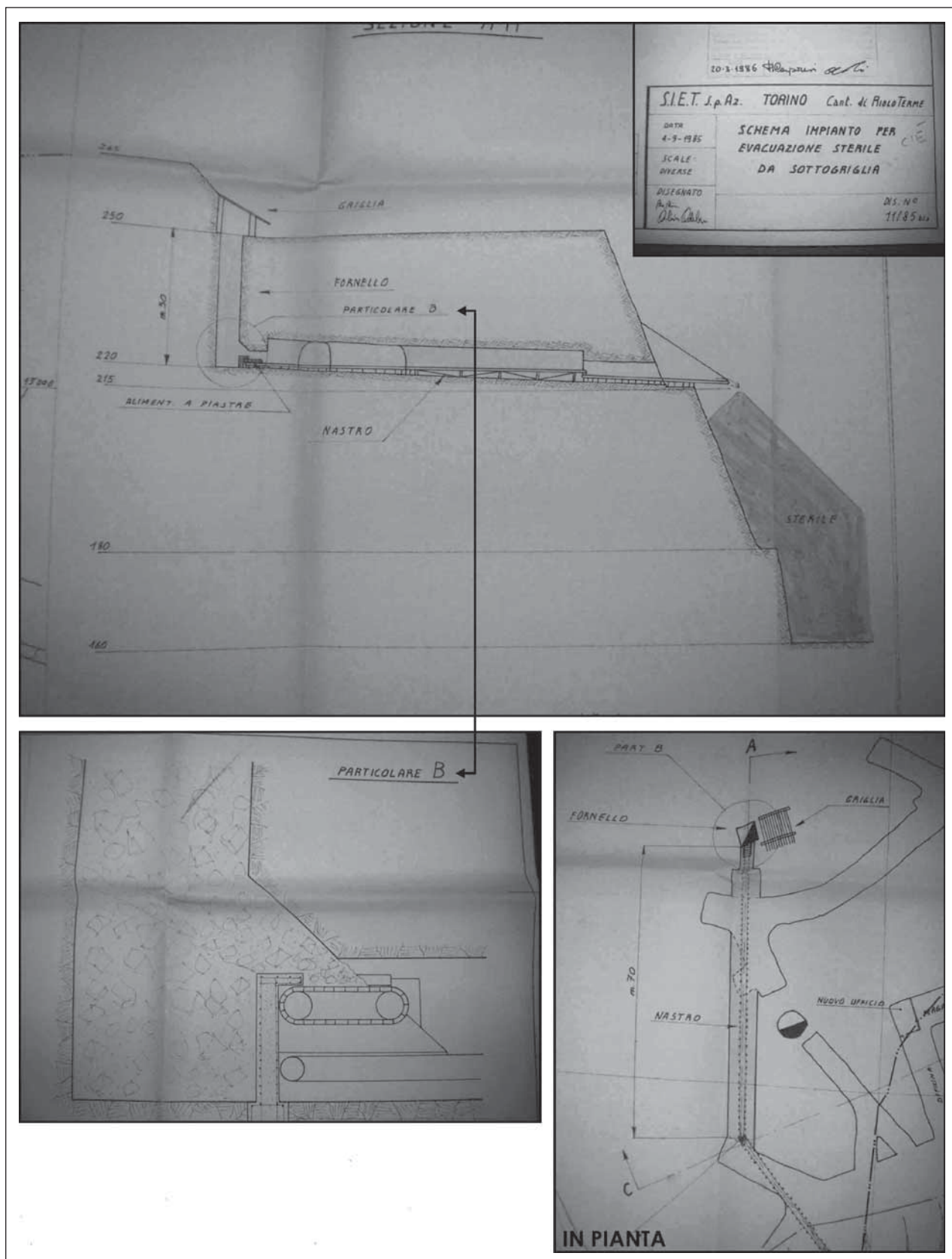


Fig. 20 – Particolare dello “schema impianto per evacuazione sterile da sottogriglia” allegato al progetto relativo alla grigliatura dello sterile ed al recupero paesaggistico della discarica detta “zona 180” (da SIET S.p.A., Documento n.11/85 bis del 04/09/1985).



Fig. 21 – Discarica principale: paramento interno. A) Immagine panoramica della cava dai fronti di scavo orientali: al centro dell'immagine è visibile la discarica mineraria, costituita da due rilevati, come appariva nel 2004 (da FANTI 2004). B) e C) Stato dell'arte del paramento interno nel novembre 2006. D) Definitiva colmatazione della discarica mineraria realizzata nell'estate del 2010, con riduzione dell'impatto visivo dall'esterno. E) Visione attuale del paramento interno ancora da ripristinare e panoramica del versante occidentale della Valle del Senio; punto di ripresa fotografica dai fronti di ampliamento della cava (foto I. Zembo, 2011).

della discarica Crivellari, al fine di ottenere informazioni di carattere stratigrafico, minerario e di circolazione idrica sotterranea nelle zone del giacimento per le quali si avevano poche informazioni (Tav. 1 S1-2001 in BALLARDINI *et alii* 2001).

Nel periodo compreso tra la fine degli anni '80 e l'inizio degli anni '90 del secolo scorso, lo sterile proveniente dalla coltivazione a giorno veniva smaltito in discarica in due zone distinte denominate rispettivamente

“discarica di quota 160” m s.l.m. (progettata per il contenimento di 201.000 m³) e “discarica di quota 215” m s.l.m. (progettata per il contenimento di 709.880 m³) (fig. 20). La pendenza media delle scarpate esterne delle due discariche venne progettata intorno ai 28°; le acque meteoriche e nivali furono convogliate in opportune canaline ondulate di raccolta mediante fossetti. In questo periodo, parallelamente alle attività di stoccaggio e compattazione del mate-

riale inerte, si procedette ad un rinverdimento delle due discariche tramite semina di essenze tipiche locali, quali ginestre, prato, ecc. seguendo quanto riportato nei progetti di sistemazione paesaggistica. I ripiani dei gradoni oggetto di ripristino vennero inerbiti naturalmente. Non vennero invece messi a dimora alberi di alto fusto, in quanto avrebbero potuto appesantire il terreno, soggiacendo all'azione del vento e della neve, con conseguenze negative sulla loro stabilità (FABBRI 1988). I piani di restituzione paesaggistica attuati dall'ANIC nel periodo compreso tra il 1970 ed il 1984, dimostrano come la società esercente di cava dedicò impegno e considerevoli risorse al ripristino del verde nell'area di cava, con onere per centinaia di milioni di Lire in aggiunta ai progetti dell'ASFD prima e poi dell'ARF (Azienda di Stato per le Foreste Demaniale – Azienda Regionale Foreste). Il bilancio effettuato dall'ANIC nel 1984 per i primi 27 anni di esercizio certificò la messa a dimora di 100.000 piante, con una media di 1700 piante/ha per circa 60 ha, cioè la metà dell'allora superficie totale della cava (ANIC 1984).

Nel periodo compreso tra il 1986 ed il 2001 vennero realizzati i lavori di completamento e ripristino della discarica denominata “zona 180” posta sotto al piano delle officine. Il piano di coltivazione presentato dalla ENICHEM ANIC S.p.A. per l'anno 1986 proponeva infatti di razionalizzare l'impianto di grigliatura e utilizzare l'anfiteatro abbandonato della zona 180, creato con la coltivazione negli anni precedenti, come discarica dello sterile risultante dalla lavorazione (fig. 20). Tale area era stata abbandonata a causa della presenza di impianti fissi (frantoio, pozzo ed officina). Per la realizzazione delle vie di transito dello sterile da mandare a discarica si utilizzarono spezzoni di galleria già esistenti e l'ufficio SIET allora ubicato a quota 215 m s.l.m. venne spostato nella vicina officina meccanica.

Lo sterile accumulato nella discarica della zona 180, del volume di 250.000 m³, do-

veva provenire esclusivamente dal sottogriglia in quanto presentava un angolo di naturale declivio di 45°, pari ad una pendenza del 100%, e caratteristiche geotecniche costanti che garantivano stabilità al deposito stesso (fig. 21). Il fondo d'appoggio della discarica, posto sul piazzale di quota 160 m s.l.m. e costituito da un piano orizzontale in roccia, ne garantiva la stabilità e l'assenza quindi di scivolamenti successivi al suo completamento. La scarpata della discarica venne modellata con l'ausilio di strade di servizio poste a quota 180 e 200 m s.l.m. (fig. 14A) che dovevano dare una pendenza finale al deposito pari al 67%, fornendo quindi le condizioni di assoluta sicurezza necessarie al suo completamento. Il risultato finale, successivo alla piantumazione e all'inerbimento della scarpata, è stato il naturale inserimento della discarica di zona 180 nella morfologia circostante. Le discariche di quota 160, 180 e 215 m s.l.m. rappresentano infatti tre tronconi di un'ampia ed unica area di discarica posta a NNE delle rampe di accesso alla cava.

Nel 2001 la discarica di “zona 180” è stata completata; l'impianto di evacuazione sterili è stato quindi smantellato ed è stato installato l'impianto di frantumazione Bedeschi utilizzando il fornello esistente.

L'attuale materiale di scarto dell'attività estrattiva costituisce un deposito denominato “discarica principale o cumulo principale” che si erge dal piazzale di base, posto alla quota di 217 m s.l.m., fino alla quota di 263-265 m s.l.m. Esso riduce notevolmente l'impatto visivo dei fronti di cava e costituisce una zona di transito di mezzi pesanti che mette in diretto collegamento i fronti di scavo in ampliamento con il pozzo principale (“via di gettito”; figg. 10, 12 e 21A). Lo sterile di coltivazione è un materiale, attualmente non commercializzabile, di matrice argilloso-marnosa, proveniente dalle intercalazioni pelitiche presenti tra uno strato e l'altro dei cicli evaporitici gessiferi, oppure presente a riempimento di strutture epicarsiche (doline), fratture e faglie. A prescindere dalla provenienza

dello sterile, entrambi i materiali vengono scaricati dai dumper nei pressi del ciglio della discarica a quota 263-265 m s.l.m. (fig. 13), stoccati e compattati mediante rullature successive eseguite con i mezzi d'opera della cava.

Il cumulo principale, dell'estensione di 31.225 m² (dato aggiornato al settembre 2010; FANTI 2010a), è stato inizialmente realizzato come cortina di mascheramento delle attività di cava a mezza costa e di fatto seppellisce la parte del giacimento localizzata ad una quota inferiore ai 217-218 m s.l.m. (BALLARDINI *et alii* 2001). La fig. 21 mostra lo stato di avanzamento della discarica principale nel periodo 2000-2011. Inizialmente, il cumulo principale era costituito da due rilevati minori che si estendevano a Nord e Sud collegandosi alla rete viaria interna (fig. 21A). Con la colmatazione della parte centrale, avvenuta nel biennio 2004-2006 (fig. 21B-D), il cumulo principale è diventato un unico rilevato. Una volta raggiunta questa situazione, il fronte del cumulo principale è progressivamente cresciuto verso il piazzale di base, allungandosi verso la zona opposta alle rampe di salita (in direzione NE). L'ampliamento del cumulo principale è stato eseguito creando dei ripiani alle quote intermedie (fig. 21C-E); questo lavoro è stato realizzato al fine di migliorare le condizioni di stabilità del rilevato, con una pendenza media delle scarpate che dovrebbe essere inferiore ai 28° come descritto nel S.I.A. 2010 (FANTI 2010a).

La regimazione idraulica delle acque meteoriche è determinata sia da opportune pendenze dei versanti e delle pedate, che dalla presenza di fossi di scolo creati ai margini della discarica stessa (lungo il margine della scarpata occidentale ed al piede dello stesso versante). Tali fossi vengono regolarmente puliti e monitorati.

Le operazioni di ripristino ambientale previste sia per il paramento esterno che per quello interno risultano in fase di attuazione secondo i progetti S.I.A. 2004 e 2010 approvati (FANTI 2004; FANTI 2010a); il cumulo principale ha infatti quasi del

tutto esaurito la sua capacità di recepire ulteriori sterili. Il suo completamento porterà alla dimensione finale di 44.500 m² (FANTI 2010a). Allo stato attuale risultano completate le fasi di ripristino solo in corrispondenza del versante occidentale del cumulo principale (paramento esterno; fig. 22). Lungo le porzioni di discarica completate sono state effettuate operazioni di semina e piantagione manuale di essenze autoctone, accompagnate da una rinaturalizzazione spontanea.

Per gli sterili che saranno prodotti nel prossimo quinquennio di coltivazione, oltre al completamento e leggero ampliamento del cumulo esistente, è stata individuata un'altra area per un secondo cumulo ("cumulo quota 217") all'interno dell'area di cava. Tale area è ubicata in prossimità della galleria di carreggio verso il pozzo di getto, con base di appoggio sul piazzale di base e addossata fino al gradone di quota 240 m s.l.m. (Allegato 1). Nel prossimo quinquennio di coltivazione inizierà anche la ripiena delle gallerie dei livelli 200 e 220 m s.l.m. Sarà messo a dimora in queste gallerie il volume di sterili che eventualmente esorbiterà dalle disponibilità del cumulo principale e del cumulo di quota 217 m s.l.m., qualora la quantità di sterili sarà maggiore di quella stimata e attesa. Il volume complessivamente disponibile per gli sterili nelle due strutture è di 244.500 m³ come riportato nel "Rapporto sull'Impatto Ambientale", discusso in ambito di Conferenza dei Servizi il 05/05/2011 (239.000 m³ nel S.I.A. 2010; FANTI 2010a).

Piano estrattivo attuale

Con Deliberazione n. 233 del 13.05.2011 la Giunta Provinciale di Ravenna, ai sensi della L.R. n. 9/1999, ha approvato ed espresso parere positivo per la Valutazione d'Impatto Ambientale (FANTI 2010a) che prevede la prosecuzione per approfondimento della coltivazione dell'attività estrattiva denominata "CAVA MONTE

TONDO”, in località Borgo Rivola, sita nel comune di Riolo Terme e marginalmente nel comune di Casola Valsenio e Attualmente, ai sensi della L.R. n. 17 del 10.07.1991, la cava è in regolare esercizio, in virtù di autorizzazione convenzionata per l’attività estrattiva rilasciata dal Comune di Riolo Terme in data 21.10.2011. Tale autorizzazione, di durata quinquennale, prevede l’estrazione di un volume di gesso commercializzabile pari a 861.900 m³.

L’attività estrattiva è soggetta a prescrizioni di carattere minerario (norme di polizia mineraria) afferenti le fasi di coltivazione e non ultime sul recupero ambientale ed altre prescrizioni di carattere ambientale specifiche del sito; tali prescrizioni impongono misure di controllo, monitoraggio e gestione, atte a ridurre l’impatto acustico, l’impatto sull’aria, l’impatto sulle acque superficiali e sotterranee, l’impatto paesaggistico e naturalistico, legato agli ecosistemi (inclusi i sistemi carsici), flora e fauna. La gestione delle prescrizioni di Monte Tondo impone pertanto un approccio ed esperienza multidisciplinare degli addetti ai lavori, non del tutto comune nelle attività estrattive del nostro Paese.

La cava di Monte Tondo, oltre ad essere inserita in un’area paesaggistica e naturalistica di indiscutibile pregio, è una realtà economica e produttiva fondamentale e strategica per l’Emilia-Romagna, poiché è individuata come unico polo regionale per l’estrazione del gesso (PIANO TERRITORIALE REGIONALE DELL’EMILIA ROMAGNA, 1989).

Il PIAE 2008 della Provincia di Ravenna conferma il polo unico del gesso, facendo propri i risultati dello studio condotto da ARPA nel 2001 (BALLARDINI *et alii* 2001), commissionato dalla Provincia di Ravenna, sulle modalità ottimali per la coltivazione della cava di Borgo Rivola e definendone univocamente limiti areali e volumetrici. Tale studio ha inquadrato e descritto con efficacia la valenza ambientale dell’area, la valenza economica dell’attività estrattiva e ha delineato alcune proposte per lo sviluppo della cava nel rispetto delle ne-



Fig. 22 – Discarica principale: paramento esterno. In alto: visione attuale del paramento esterno già ripristinato; punto di ripresa fotografica esterno all’area di cava. In basso: particolare del paramento esterno rinverdito; su questo versante sono state portate a termine operazioni di semina e piantagione manuale di essenze autoctone, accompagnate da una rinaturalizzazione spontanea (foto R. Margutti, 2011).

cessità ambientali riconoscibili. In particolare, quello definito come “Scenario 4” è risultato il miglior compromesso tra le necessità produttive e le improcrastinabili necessità di tutela del territorio e dell’ambiente. Lo “Scenario 4” prevedeva una vita utile della cava, in relazione al livello di produttività del periodo, di massimo 20 anni e per complessivi 4-4,5 milioni di m³; inoltre la parte di cava all’interno del Comune di Casola Valsenio potrà essere oggetto solo di ripristino, quindi, l’intero volume estraibile, si concentra nella porzione di cava compresa nel Comune di Riolo Terme (FANTI 2010a).

L’autorizzazione attualmente in vigore considera la massima estensione planimetrica prevista dallo “Scenario 4”, quindi

il progetto descritto nel S.I.A. 2010 non estende l'attuale superficie approvata, ma programma la prosecuzione della coltivazione tramite l'approfondimento degli scavi nelle zone già escavate tra le quote di 217 e 310 m s.l.m. Si prosegue quindi la coltivazione interna della cava, sfruttando quei banchi di gesso previsti nel computo volumetrico dello "Scenario 4", ma che non erano rientrati nel progetto vigente per le restrizioni temporali imposte dalla Legge Regionale 18 luglio 1991, n. 17 DISCIPLINA DELLE ATTIVITÀ ESTRATTIVE, che non prevede autorizzazioni che possano superare i 5 anni di durata che in termini di produzione.

Attualmente la cava è oggetto di 4 step di autorizzazioni della durata di 5 anni (Allegato 3). Quello presentato nel S.I.A. 2010 (FANTI 2010b) prende in esame il secondo quinquennio di coltivazione. La cava in questo momento autorizzata ha una estensione complessiva di 227.248 m². L'area di approfondimento ha una superficie di circa 65.960 m² ed è attualmente priva di vegetazione. La profondità massima di scavo è pari a 54 m dal piano attuale. Il volume escavato è minore di 500.000 m³/anno e l'area interessata all'approfondimento è minore di 20 ha. Pertanto l'attività non è soggetta al D.lgs 16/01/2008 n. 4, Allegato 3, comma s, "Cave e torbiere con più di 500.000 m³/anno di materiale estratto o di un'area interessata superiore ai 20 ha". In riferimento allo stesso D.lgs, l'attività è soggetta alla Verifica di Assoggettabilità di competenza delle regioni secondo l'Allegato 4 Punto 8 comma i. Tuttavia l'attuale società esercente di cava, la Saint-Gobain, ha sottoposto volontariamente il progetto alla procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA; FANTI 2010b). Come prescritto nell'art. 19 delle Norme Tecniche di Attuazione (NTA) contenute nel PIAE della Provincia di Ravenna, poiché la cava investe due comuni (Riolo Terme e Casola Valsenio), l'Autorità competente è la Provincia di Ravenna.

Sicurezza, salute e prevenzione sul lavoro

In merito alla sicurezza sul lavoro, alla prevenzione degli infortuni e alla creazione di un ambiente di lavoro salubre, le ditte esercenti di cava hanno sempre cercato di porre la massima cura.

Sotto la gestione dell'ANIC, i lavori minerari erano eseguiti secondo la migliore tecnica e nel rispetto delle norme di Polizia Mineraria. In particolare, per quanto concerne il sotterraneo, la ventilazione era ritenuta efficiente; la perforazione veniva effettuata a secco con aste elicoidali ed innaffiamento del fronte per l'abbattimento della polvere. In sotterraneo, inoltre, i controlli della temperatura, quantità di aria, umidità e polveri venivano eseguiti periodicamente. Il controllo dell'atmosfera per le verifiche delle percentuali di CO, CO₂ ed NO₂ veniva effettuato con un rilevatore universale MSA della *Mine Safety Appliances Company* dopo le 12 ore di fermo delle attività lavorative susseguenti il tiro. Il buon esito delle misure di controllo dava il via alla ripresa dei lavori quotidiani (FEDERICO, GASBARRINI 1975). Ciononostante, nei primi anni di esercizio della cava, le condizioni di lavoro erano piuttosto dure, a causa di turni estremamente faticosi (in inverno la frantumazione del minerale avveniva 24 ore su 24), dei rumori e dell'esposizione continua al gesso polverizzato. Si trattava inoltre di un lavoro pericoloso. A titolo di esempio, nel solo anno 1979 furono registrati 12 casi di infortunio avvenuti durante le attività a cielo aperto e 6 casi di infortunio in sotterraneo (BURRAI 1980). Tra le mansioni più rischiose si segnalano il trasporto e la manovra di blocchi (BURRAI 1980), le cadute accidentali ed il brillamento dei massi più grossi che restavano sopra alle barre di ferro nella camera degli *slabs*, sul fondo del pozzo di scarico. In quest'ultimo caso, a causa del rapido susseguirsi degli scarichi di gesso da parte degli autocarri, infatti, i massi andavano ad ostruire la griglia, occludendo parzialmente il pozzo di scarico. In questo caso, non infrequente,

un addetto doveva scendere direttamente sulla griglia da una piccola galleria di servizio e collocare delle cariche di dinamite per tentare di disostruire il pozzo. A parte gli innumerevoli incidenti di lieve entità, furono diversi gli infortuni gravi e quelli mortali proprio nella camera degli *slabs* (Cf. PIASTRA, RINALDI CERONI in questo stesso volume) (Allegato 2C). Per ovviare a tali incidenti, nel corso degli anni il controllo delle norme di sicurezza ed igiene del lavoro è divenuto più restrittivo, seguendo quanto previsto a livello nazionale. In particolare, si è avuto un netto miglioramento delle condizioni di sicurezza sul lavoro con il passaggio della gestione della cava dall'impresa appaltatrice "Società Nuova SIET" alla "EDILMAC dei F.lli Maccabelli S.r.l." (GIUGOLE 1994a; GIUGOLE 1994b).

Dagli anni '90, sotto la proprietà della DAVILLIA S.r.l., la ditta appaltatrice esterna ha redatto una valutazione dei rischi al fine di fornire indicazioni per la sicurezza dei lavoratori delle società e delle imprese esterne che si trovano ad operare all'interno della cava in oggetto. Tra i rischi plausibili nelle aree di cava sono citati: il rischio di esplosione in fase di utilizzo dell'esplosivo, il rischio di esplosione in fase di immagazzinamento dell'esplosivo, il rischio di caduta dall'alto, il rischio per caduta di massi dall'alto.

In funzione della valutazione dei rischi vengono determinati gli obiettivi da raggiungere in tema di prevenzione dei rischi e miglioramento delle condizioni di lavoro, stabilendo un programma per la loro realizzazione. La formazione dei lavoratori è specificatamente incentrata sui rischi per la sicurezza e la salute relativi alla manovra svolta e viene aggiornata tenendo conto dell'evoluzione dei rischi e/o della prevenzione.

Con la gestione BPB, e successivamente con il Gruppo Saint-Gobain, in aggiunta agli adempimenti normativi nazionali in materia di cave e polizia mineraria, vengono applicati ulteriori standard di sicurezza e salute, ancor più restrittivi rispetto al quadro normativo conosciuto, inclusa

una particolare attenzione sulla sicurezza comportamentale, nell'ambito dell'esercizio di cava.

La Politica Igiene Industriale, Salute e Sicurezza del Gruppo Saint-Gobain si basa sul rispetto della persona e dell'ambiente, rispetto indissociabile da tutte le positive prestazioni economiche. Il Gruppo ha definito i seguenti obiettivi:

- zero infortuni sul lavoro, adottando accorgimenti tecnici, formativi e comportamentali volti ad eliminare gli infortuni sul lavoro. Ad esempio, effettuando sistematicamente l'analisi degli incidenti (o mancati incidenti), l'autovalutazione e gli audit interni;
- zero malattie professionali, adottando ogni mezzo per ridurre l'esposizione dei propri lavoratori ad agenti fisici, chimici o biologici all'interno degli ambienti di lavoro, utilizzando gli standard di monitoraggio del Gruppo Saint-Gobain, volti ad eliminare le malattie professionali.

In particolare, nell'ambito delle proprie attività estrattive, GYPROC Saint-Gobain applica dei rigorosi standard di sicurezza sugli esplosivi, sulla corretta conduzione di macchine e impianti (incluse le manutenzioni) e sulla gestione dei rischi geologici (frane, crolli, ecc.). Inoltre, mette in atto dei piani di azione per l'individuazione e la prevenzione dei rischi riguardanti la salute e la sicurezza: 1) dei propri dipendenti a tempo indeterminato ed interinali, 2) dei propri clienti, 3) dei propri fornitori e delle imprese appaltatrici, 4) dei visitatori e 5) delle popolazioni situate in prossimità dei loro siti di attività.

Annualmente, le cave e le fabbriche del Gruppo Saint-Gobain, si fermano in tutto il Mondo, per festeggiare la Giornata sull'Ambiente, la Sicurezza e la Salute.

Recupero ambientale in atto

L'area di cava è contigua al Parco regionale della Vena del Gesso Romagnola istituito con Legge Regionale n. 10 del 21 Feb-

braio 2005. In particolare, essa ricade nella zona di “pre-parco”, che ha la funzione di filtro e cuscinetto oltre che un ruolo di sviluppo di attività sostenibili in grado di integrarsi con le finalità stesse del parco. Accanto all’istituzione del parco, occorre poi ricordare altri recenti provvedimenti in chiave di protezione ambientale: l’area protetta è inclusa all’interno della Zona di Protezione Speciale (ZPS) e del Sito di Importanza Comunitaria (SIC) IT4070011 “Vena del Gesso romagnola”, legati alla *Rete Natura 2000*; in quanto area carsica, la dorsale gessosa va inoltre considerata parte integrante del Patrimonio Geologico della Regione Emilia-Romagna (Legge Regionale n. 9 del 10 luglio 2006) (PIASTRA 2010).

In base allo studio realizzato dall’ARPA nel 2001 (BALLARDINI *et alii* 2001), è stato sancito che al termine dell’attività estrattiva l’area di cava sarà inserita all’interno della zona di parco naturale.

Per le ragioni sopra esposte, il progetto di ripristino ambientale che è stato seguito per la cava di Monte Tondo si è proposto di conferire al sito un aspetto il più naturale possibile. Il ripristino morfologico e paesaggistico è stato quindi orientato a ricomporre il fronte di cava secondo l’assetto naturale che si riscontra nelle zone non intaccate dall’attività estrattiva, proprio in relazione anche alla destinazione finale del sito. Gli interventi di sistemazione, recupero e riutilizzo (turistico-paesaggistico, scientifico, didattico, ecc.) devono inoltre essere attuati contestualmente all’esercizio dell’attività estrattiva. Per quanto riguarda i vuoti artificiali, le cavità e le grotte naturali presenti nel sotterraneo sono stati ipotizzati differenti scenari di riutilizzo civile, tra cui ad esempio la realizzazione di percorsi minerari e naturalistici, di un ecomuseo, di un centro studi, di un centro di speleologia (BALLARDINI *et alii* 2001). In particolare, la tutela e la valorizzazione delle grotte ha consentito di attivare un progetto di ricerca volto a completare il quadro delle conoscenze del sistema carsico di Monte Tondo, attivando

inoltre un progetto di messa in sicurezza della Grotta del Re Tiberio, come descritto in seguito.

In linea generale, gli obiettivi di recupero paesaggistico-morfologico dell’area esterna e di tutela-valorizzazione delle cavità e grotte sotterranee non possono prescindere dalla messa in sicurezza dell’area nel suo complesso ed, in particolare, di quei siti dove sarà prevista la frequentazione e la permanenza dei visitatori (BALLARDINI *et alii* 2001).

La scelta progettuale riportata nel S.I.A. 2004 per il quinquennio di coltivazione 2005-2010 (quadro di riferimento progettuale B26; FANTI 2004) prevedeva il ripristino ambientale e la conseguente dismissione parziale dell’area di cava dal gradone di quota 340 m s.l.m. al gradone di quota 400 m s.l.m. (e relativa scarpata di quota 418 m s.l.m.), ed il ripristino dell’area di discarica.

La scelta progettuale riportata nel S.I.A. 2010 per il quinquennio di coltivazione 2010-2015, invece, prevede il ripristino ambientale e la conseguente dismissione parziale dell’area di cava dal gradone di quota 320 m s.l.m. in su (FANTI 2010a; Allegato 4). Da quota 310 s.l.m. in giù l’area non potrà essere dismessa, perché sarà oggetto di coltivazione nei successivi quinquenni. Rispetto alle attività descritte nel S.I.A. 2004, quindi, il progetto di ripristino ambientale del S.I.A. 2010 prevede il recupero di due ulteriori gradoni (gradoni di quota 320 e 330 m s.l.m.).

Allo stato attuale, pur essendo in corso d’opera, non è stato completato il ripristino ambientale dell’attività quinquennale autorizzata, non essendo ancora esaurito il quantitativo di coltivazione previsto nel vigente progetto di S.I.A. 2010 (Allegato 4); tuttavia, sulla base degli interventi definiti, si può comunque affermare che essi siano stati in parte realizzati o si trovino in fase di attuazione.

Quale garante e referente della corretta gestione del recupero ambientale e del Piano di Monitoraggio e Manutenzione stipulato con la Provincia di Ravenna, la

Società esercente di cava ha incaricato il Dipartimento di Colture Arboree, Facoltà di Agraria, dell'Alma Mater Studiorum-Università di Bologna, quale Istituzione competente in materia.

Di seguito sono descritte in dettaglio le attività riguardanti il ripristino dei gradoni di cava e della discarica di materiali inerti.

Recupero ambientale dei gradoni di cava e descrizione dello stato di fatto

Per motivi di sicurezza, stabilità dei fronti e garanzia dei risultati finali è stato scelto un ripristino morfologico a gradoni del fronte di cava (fig. 23). Attualmente, l'opera di recupero ambientale ha interessato i gradoni in fase di abbandono alle quote 400, 390, 380, 370 e 360 m s.l.m., per i quali è stata mantenuta la seguente geometria, descritta nel progetto S.I.A. 2004 (FANTI 2004; SAINT-GOBAIN PPC ITALIA S.p.A. 2011) e riportato in figura 23:

- o altezza dei fronti di 10 m;
- o larghezza della pedata di 5 m;
- o pendenza della scarpata di 66°.

Sebbene l'area di ampliamento sia generalmente priva o quasi di terreno vegetale ("suolo"), laddove presente questo è stato accumulato in strutture di altezza inferiore ai 2.5 m, per evitare l'eccessiva dispersione delle sostanze humiche. Il terreno accantonato è stato poi riutilizzato per il recupero ambientale dei gradoni ripristinati.

Terminata la coltivazione dei gradoni, prima della posa di materiali inerte e, ove possibile, di terreno vegetale (fig. 23), la superficie "orizzontale" del gradone in roccia è stata modellata e sagomata in modo tale da creare una superficie di appoggio irregolare con concavità e ondulazioni atte a trattenere le acque di percolazione e costituire così una riserva idrica utile a mantenere umido più a lungo il suolo. In seguito, alla base delle scarpate, sulla superficie dei gradoni, è stato accumulato uno strato di ciottoli con proprietà drenanti dello spessore di circa 200 cm e anda-

mento a "cono di detrito" (fig. 23). Allo scopo di evitare l'effetto di artificializzazione dovuto alla gradonatura del versante, la Provincia di Ravenna ha prescritto la messa in posto di materiale detritico di natura gessosa dello spessore minimo di 50 cm, sopra allo strato di ciottoli sopra descritto. Il terreno di riporto è stato in seguito addensato meccanicamente per aumentare lo spessore di suolo idoneo allo sviluppo dell'apparato radicale delle piante. Sopra al materiale detritico è stato quindi riportato il terreno vegetale proveniente, ove possibile, dalla scopertura dell'area di ampliamento (spessore 50 cm). Si è provveduto infine alla semina manuale a spaglio, lungo le superfici ripristinate, delle specie erbacee ed arbustive autoctone, effettuata senza schemi geometrici prefissati, seguendo quanto prescritto dalla Provincia di Ravenna. Sebbene si sia osservata una naturalizzazione spontanea della vegetazione sui gradoni, dovrà essere comunque eseguita la piantagione irregolare di specie arboree e arbustive in fitocella, con rete di protezione antilepre.

Per quanto riguarda le specie vegetali da reintrodurre, esse sono state scelte tra quelle autoctone già presenti nell'area, che danno le migliori garanzie di insediamento dal punto di vista ecologico e che si inseriscono nelle linee del paesaggio circostante senza creare contrasti di colore. Tali associazioni vegetali avranno un ruolo rilevante anche nella regimazione delle acque e nella stabilizzazione finale dei versanti.

Il progetto di recupero ambientale è finalizzato all'innescare di un processo naturale spontaneo, attivo sul medio e lungo periodo, durante il quale sarà favorita una forte selezione tra soggetti vegetali introdotti ed esistenti, fino alla comparsa di una popolazione vegetale stabile, inizialmente di tipo prevalentemente erbaceo ed arbustivo, che porrà le premesse per l'attecchimento di specie arboree di maggior pregio estetico paesaggistico.

La raccolta e la conservazione dei semi delle specie erbacee, arbustive ed arboree (in

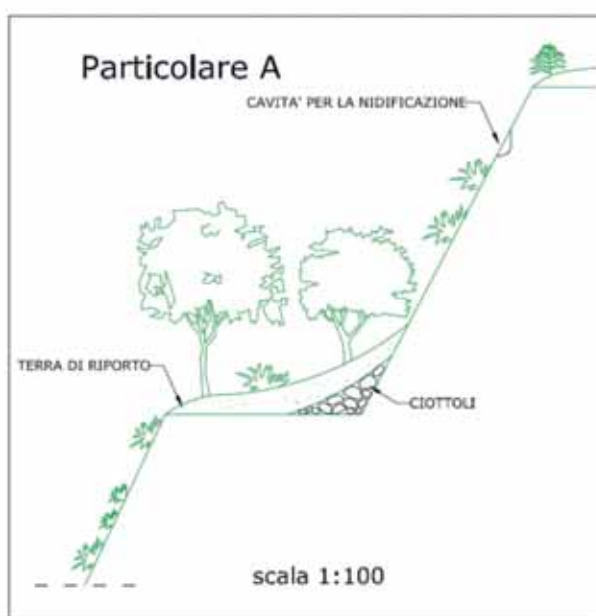


Fig. 23 – In alto: gradoni di cava in abbandono del fronte Ovest (punto di ripresa fotografica dal gradone di quota 370 m s.l.m.). I gradoni di quota 350 e 360 m s.l.m. sono collegati tra loro, verso Nord, da una rampa visibile sullo sfondo della foto. In basso a sinistra: cono di detrito rinverdito sul gradone di quota 360 m s.l.m. In basso a destra: sezione tipo del ripristino ambientale dei gradoni di cava (S.I.A. 2004; da FANTI 2010a) (foto I. Zembo, 2012).

particolare quelle caratterizzanti gli habitat di interesse comunitario) da utilizzare per il ripristino è risultata improduttiva. Per tale ragione, con la supervisione di un consulente agronomo, nel perimetro della cava è stata creata un'aiuola con piantine prelevate dalla zona di ampliamento, da reimpiantare nelle aree ripristinate.

Allo stato attuale non è stato ancora realizzato il sistema di canalette da disporre lungo i gradoni e le rampe d'accesso laterali, sul lato a monte, e trasversalmente alle scarpate dei gradoni, come da progetto S.I.A. 2004 (FANTI 2004) (fig. 23). L'assenza di canalette per la raccolta delle acque meteoriche ha in realtà favorito l'infiltrazione e l'immagazzinamento delle acque piovane al contatto tra il substrato roccioso ed il terreno di riporto, assecondando la rivegetazione spontanea dei versanti. Per tale ragione, il nuovo progetto S.I.A. 2010 non ha previsto la realizzazione di canalette di raccolta delle acque meteoriche alla base delle scarpate dei gradoni oggetto di ripristino (gradoni di quota 320 e 330 m s.l.m.). La regimazione delle acque di superficie sarà comunque garantita e mantenuta anche successivamente alle operazioni di coltivazione su tutta l'area di cava e soprattutto in corrispondenza delle piste di servizio.

Non è stato necessario creare artificialmente delle nicchie utili alla nidificazione degli uccelli ed alla crescita di specie vegetali, in quanto queste cavità si creano già in modo naturale in corrispondenza degli interstrati marnosi e lungo le linee di discontinuità del corpo gessoso, durante le fasi di brillamento e disgaggio.

Recupero ambientale dei cumuli di discarica e descrizione dello stato di fatto

Per quanto riguarda l'area occupata dalla discarica di materiali inerti, oltre al completamento e leggero ampliamento del cumulo esistente ("cumulo principale"), che ha esaurito la capacità di recepire ulteriori sterili, è prevista la messa in opera di un secondo cumulo (cumulo di quota 217

m s.l.m) all'interno dell'area di cava (Allegato 4). Il progetto prevede che il secondo cumulo sia realizzato in prossimità della galleria di carreggio verso il pozzo di getto, con base di appoggio sul piazzale a quota 217 m s.l.m. e addossata fino al gradone a quota 240 m s.l.m. Il programma di ripristino ambientale riguarderà quindi le superfici orizzontali e le scarpate definitive sia del cumulo principale che del cumulo di quota 217 m s.l.m. (FANTI 2010a).

Le operazioni di ripristino ambientale previste per l'area occupata dal cumulo principale di materiali inerti sono in fase di attuazione secondo il progetto S.I.A. 2004. Allo stato attuale sono state completate le fasi di ripristino solo in corrispondenza del versante occidentale del cumulo principale (paramento esterno; fig. 22). Tale versante dovrà quindi mantenere le stesse caratteristiche morfologiche attuali (inclinazione, altezza e pista intermedia). Il paramento interno avrà invece una nuova pista intermedia, a quota 250 m s.l.m., per permettere un coronamento completo con il corrispettivo gradone di coltivazione, e un'ulteriore pista, posta a quota 234 m s.l.m., con la doppia funzione di interrompere un pendio altrimenti troppo lungo e permettere l'esecuzione dei lavori di ripristino ambientale e successiva manutenzione.

Lungo le porzioni di discarica completate, e cioè lungo il paramento esterno, sono state portate a termine operazioni di semina e piantagione manuale di essenze autoctone, accompagnate da una rinaturazione spontanea (fig. 22). Anche nei versanti non ancora seminati manualmente si riscontra, con un certo interesse, una rinaturazione spontanea delle specie vegetali.

Le operazioni di ripristino ambientale previste per le scarpate definitive dei cumuli di discarica di materiali inerti, prevedono il riporto di circa 50 cm di terreno vegetale su tutta la superficie dei cumuli della discarica. Il rinverdimento dei cumuli della discarica sarà attuato tramite una semina manuale a spaglio di specie erbacee

ed arbustive autoctone (miscela di specie identica a quella utilizzata per i gradoni) e la piantagione di *Spartium junceum* in fitocella con densità di 2 piantine al m².

Valorizzazione dei beni archeologici: messa in sicurezza della Grotta del Re Tiberio

Nelle vicinanze della cava vi è una zona sottoposta a vincolo archeologico ai sensi del D.lvo 42/04 (ex D.Lg. 29.10.1999 n. 490 a sua volta ex Legge n. 1089/1939), la Tana del Re Tiberio. Il sito, identificato con il codice 39026-1 del Comune di Riolo Terme, non potrà essere in alcun modo interessato dalle attività connesse all'estrazione del gesso (FANTI 2010a; FANTI 2010b).

La Tana del Re Tiberio fa parte dell'omonima grotta, il cui singolare toponimo ha originato leggende e racconti presso la popolazione locale (PIASTRA 2008). La Grotta del Re Tiberio si apre nell'affioramento gessoso presso Monte Tondo, in corrispondenza della stretta morfologica di Rivola, rappresentando dal punto di vista speleogenetico una risorgente carsica fossile.

Gli studi e le ricerche archeologiche relativi alla Grotta del Re Tiberio sono cominciati già nel XIX secolo ad opera di Giuseppe Scarabelli e Giacomo Tassinari, e proseguiti a più riprese nel corso del XX secolo, sino agli ultimi recenti scavi (PIASTRA 2010). La grotta è stata frequentata dall'uomo fin dal periodo eneolitico, ma sono stati ritrovati resti riconducibili anche alle epoche del bronzo e del ferro ed, infine, al periodo romano e medioevale (RIVALTA 2011; vedi anche MIARI *et alii* in questo stesso volume). La scansione della frequentazione umana della grotta tra epoca protostorica ed età antica è ormai chiara: sepolcrale per l'Eneolitico e il Bronzo antico; culturale per l'età del Ferro e l'età romana.

Nel 1994 in un ramo della Grotta del Re Tiberio, intercettato dalle gallerie di cava durante la gestione ANIC, venne individuata dagli speleologi della Speleo GAM Mezzano una sepoltura risalente all'Età

del Bronzo. In seguito, anche in alcune cavità vicine furono trovate testimonianze di frequentazione protostorica (Eneolitico, fine IV millennio a.C. – metà circa del III millennio a.C.; PIASTRA 2010). Ciò ha confermato che l'area d'interesse archeologico è assai più vasta di quanto un tempo supposto e non è limitata al solo tratto iniziale della Grotta del Re Tiberio. Le precarie condizioni del piano di calpestio di questa grotta, dove queste sepolture sono state individuate, indussero gli speleologi a realizzare uno studio di dettaglio dell'area; infatti, l'eventuale cedimento dell'instabile ponte costituito dai riempimenti, in parte di origine antropica, avrebbe comportato la probabile perdita dei reperti archeologici ancora in loco (BENTINI *et alii* 2011).

La complessità dei problemi connessi all'interazione tra attività di cava e ambiente circostante, e l'urgenza di giungere a soluzioni che potessero, almeno in parte, attenuarli, resero necessarie il coinvolgimento nel 1996 di Enti e Istituzioni in grado di fornire un contributo di esperienze anche e soprattutto in merito all'emergenza archeologica rappresentata dalla Grotta del Re Tiberio. I dati raccolti durante l'attività esplorativa condotta dalla Speleo GAM Mezzano hanno fornito uno strumento essenziale di conoscenza e tutela dell'area, che si è dimostrato decisivo per la stesura dell'ultimo piano di attività estrattive (BENTINI *et alii* 2011).

Nel "Rapporto sull'Impatto ambientale", sottoscritto in ambito di Conferenza dei Servizi il 26/01/2005 (Delibera di G.P. n. 60 del 16/02/2005) e trasmesso nell'aprile 2005 dalla società Davillia S.r.l. (oggi Saint-Gobain; MARGUTTI 2005) alla Soprintendenza per i Beni Archeologici dell'Emilia-Romagna, venne proposto un piano di monitoraggio costante del calpestio della grotta, al fine di misurare possibili fenomeni di cedimento. Il piano di monitoraggio, istituito proprio in previsione di futuri scavi archeologici, prevedeva: 1) il rilievo plano-altimetrico delle variazioni dell'andamento del terreno; 2) l'istituzione, il monitoraggio ed il rilievo di sette capisaldi

ubicati permanentemente all'interno della grotta, in posizioni considerate a maggiori rischio di cedimento (periodicità annuale del rilievo o immediata nel caso di fenomeni di calamità naturali); 3) il controllo visivo strutturale interno ed esterno della grotta da svolgere con cadenza settimanale; 4) la manutenzione periodica del sentiero di accesso alla grotta; 5) la revisione della valutazione dei rischi e l'istituzione di un piano operativo di sicurezza e di sorveglianza per regolamentare l'accesso di visitatori, tecnici e operatori incaricati degli scavi archeologici; 6) il controllo vibrometrico e di rumore durante il brillamento delle mine di cava da effettuare con periodicità semestrale (MARGUTTI 2005). Tale monitoraggio è stato attuato attraverso l'esecuzione delle attività di seguito riportate.

- o Rilievo topografico di precisione (fig. 24) eseguito periodicamente dallo Studio Topografico Faenza (del geom. N. Kristancic) per un totale di 4 rilievi strumentali, nel periodo compreso tra il 21/07/2005 ed il 31/03/2010 (MARGUTTI 2010; KRISTANCIC 2010).
- o Campagna geofisica eseguita dalla ditta Methodo S.r.l. per mezzo di stendimenti geoelettrici (fig. 24). Nei primi 60 m di grotta, sono stati eseguiti 160 m lineari di prospezioni, la cui applicazione è quella di individuare per mezzo di profili di resistività, lo spessore del calpestio ed eventuali vuoti strutturali nei primi 15 m di profondità. Il passo successivo, attraverso l'interpretazione dei dati, sarà quello di valutare insieme agli archeologi, quali zone della grotta e sino a quale profondità sarà possibile scavare in piena sicurezza (FANTI 2010b).
- o Misure vibrometriche e di rumore eseguite durante il brillamento delle mine in cava, in corrispondenza del settore della grotta che era stato soggetto a crolli (fig. 24). Le misure registrate, pari a 2,1 mm/s, sono

risultate sempre inferiori ai limiti normativi. Tale monitoraggio viene ancora effettuato e lo sarà anche in futuro per verificare se l'attuale attività estrattiva influenzi i crolli verificatisi in passato (FANTI 2010a; FANTI 2010b).

In parallelo, la Società esercente di cava ha condotto a proprie spese una serie di studi di carattere geologico-strutturale volti a individuare le principali famiglie di faglie e le discontinuità secondarie che favoriscono lo sviluppo dei sistemi carsici all'interno dell'ammasso gessoso, tra cui il sistema carsico di Re Tiberio. Nel periodo compreso tra maggio 2007 e dicembre 2008, la Saint-Gobain ha organizzato un'esplorazione speleologica-scientifica con la collaborazione degli speleologi dello studio geologico GSM di Milano (Ghiselli

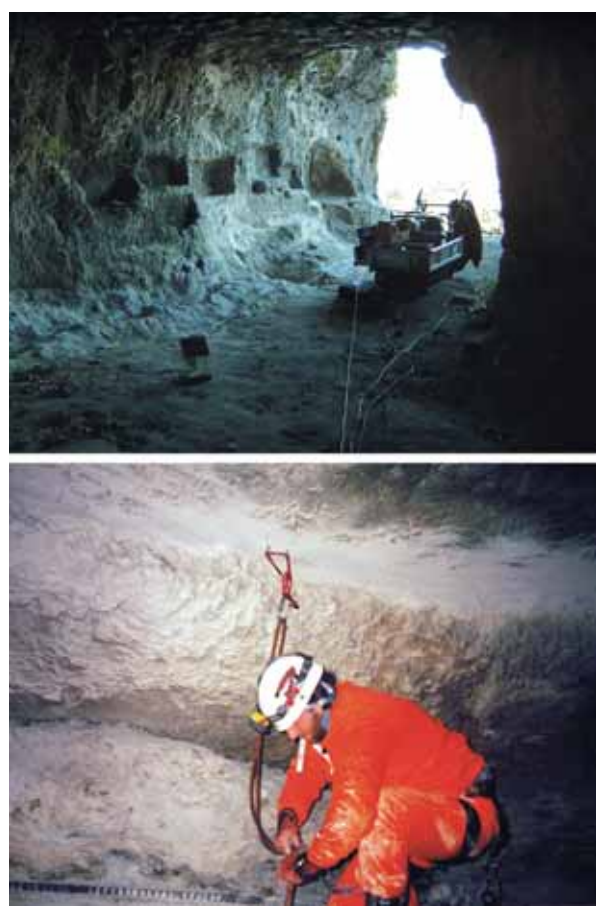


Fig. 24 – Piano di monitoraggio della Grotta del Re Tiberio. In alto: indagine di tomografia elettrica del calpestio della grotta. In basso: controlli vibrometrici all'interno della grotta (foto R. Margutti).

A., Merazzi M. e Strini A.). In tale ambito è stata condotta una caratterizzazione di dettaglio del sistema carsico di Re Tiberio mediante la raccolta ed elaborazione di dati strutturali (fratture, faglie e superfici di strato; fig. 20), morfologici (posizione e descrizione delle morfologie dei vani e delle morfologie di dettaglio) e idrologici (stillicidio, scorrimento di acqua e presenza di piccoli laghi). I dati ipogei di nuova e recente acquisizione, pubblicati in GHISELLI *et alii* (2008; 2011) e MARGUTTI (2009a; 2009b), hanno inoltre consentito di aggiornare il quadro delle conoscenze sui sistemi carsici di Monte Tondo (figg. 25-26). In sintesi, i risultati principali di questi studi hanno evidenziato che:

- o un'importante zona umida, caratterizzata da strutture di tipo "a doline", che in parte contribuisce ad alimentare gli acquiferi carsici, è localizzata nel settore nord-orientale dell'area di ricerca, nei pressi della località dei Crivellari. Nella carta del carsismo in fig. 25 è ben evidente l'allineamento delle strutture epicarsiche sopra menzionate, secondo la direttrice SE-NW, coincidente con uno dei principali sistemi di lineazioni strutturali rilevati nel territorio dei Crivellari (Faglia Scarabelli; fig. 25);
- o i sistemi carsici presenti all'interno della montagna sono stati intercettati dalle gallerie in avanzamento in numerosi punti e a diversi livelli di profondità; l'attività estrattiva ha così alterato irreversibilmente la circolazione sotterranea delle acque. In particolare, dalla visione aerea riportata in fig. 26 emerge come l'attività di scavo a cielo aperto abbia interferito con le strutture ipogee G3 (Grotta dei Tre Anelli), G4 (Abisso Mezzano) e parzialmente con G1 (Grotta Re Tiberio) e G2 (Abisso Cinquanta). Al contrario i complessi carsici presenti a NW e W dalla cava sono ben preservati, sia nella loro struttura sia nella circolazione idrica sotterranea.

In previsione di un probabile utilizzo turistico del tratto iniziale della grotta e di nuovi scavi archeologici (questi ultimi svoltisi da aprile a luglio 2010), è stato quindi in seguito istituito il "Progetto Re Tiberio", preposto a rivalutare, risanare e rendere fruibile la grotta. Tale progetto ha previsto la collaborazione tra la Saint-Gobain, il Comune di Riolo Terme e la Soprintendenza per i Beni Archeologici dell'Emilia Romagna. Come da richiesta delle autorità, sono state effettuate e completate le indagini descritte in precedenza, atte a verificare la stabilità del calpestio della grotta, interessato da fenomeni di sprofondamento e di crollo dovuti alla presenza della sottostante galleria di cava ("Piano di monitoraggio costante" in MARGUTTI 2005) (SCIARRA *et alii* 2009).

Questi studi hanno portato a redigere ed attuare, nell'inverno del 2008, un progetto di consolidamento della soletta di roccia tra la grotta e una galleria artificiale sottostante, mediante la realizzazione di una centinatura continua di cemento armato (fig. 27) (FALETA 2009; MARGUTTI 2010).

Il progetto di messa in sicurezza statica della Grotta del Re Tiberio è stato condotto a termine con successo e la cava è in questo momento continuo oggetto di studio a livello accademico grazie anche all'ampia disponibilità di Saint-Gobain. In particolare, Nel "Rapporto sull'Impatto Ambientale" discusso in ambito di Conferenza dei Servizi il 05/05/2011, in merito alla Grotta del Re Tiberio, la Provincia di Ravenna ha richiesto di rispettare la seguente prescrizione (n. 27): "dovrà essere consentito alla Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna un approfondimento d'esplorazione del sistema carsico ipogeo dei complessi della Grotta del Re Tiberio, dell'Abisso Mezzano e della Buca Romagna, in particolare relativamente all'andamento dell'idrologia sotterranea e dei collegamenti tra i tre complessi ed un monitoraggio almeno semestrale dello stato ambientale dello sviluppo carsico. Tali attività, con possibile conseguente "disostruzione" di cavità e accumu-

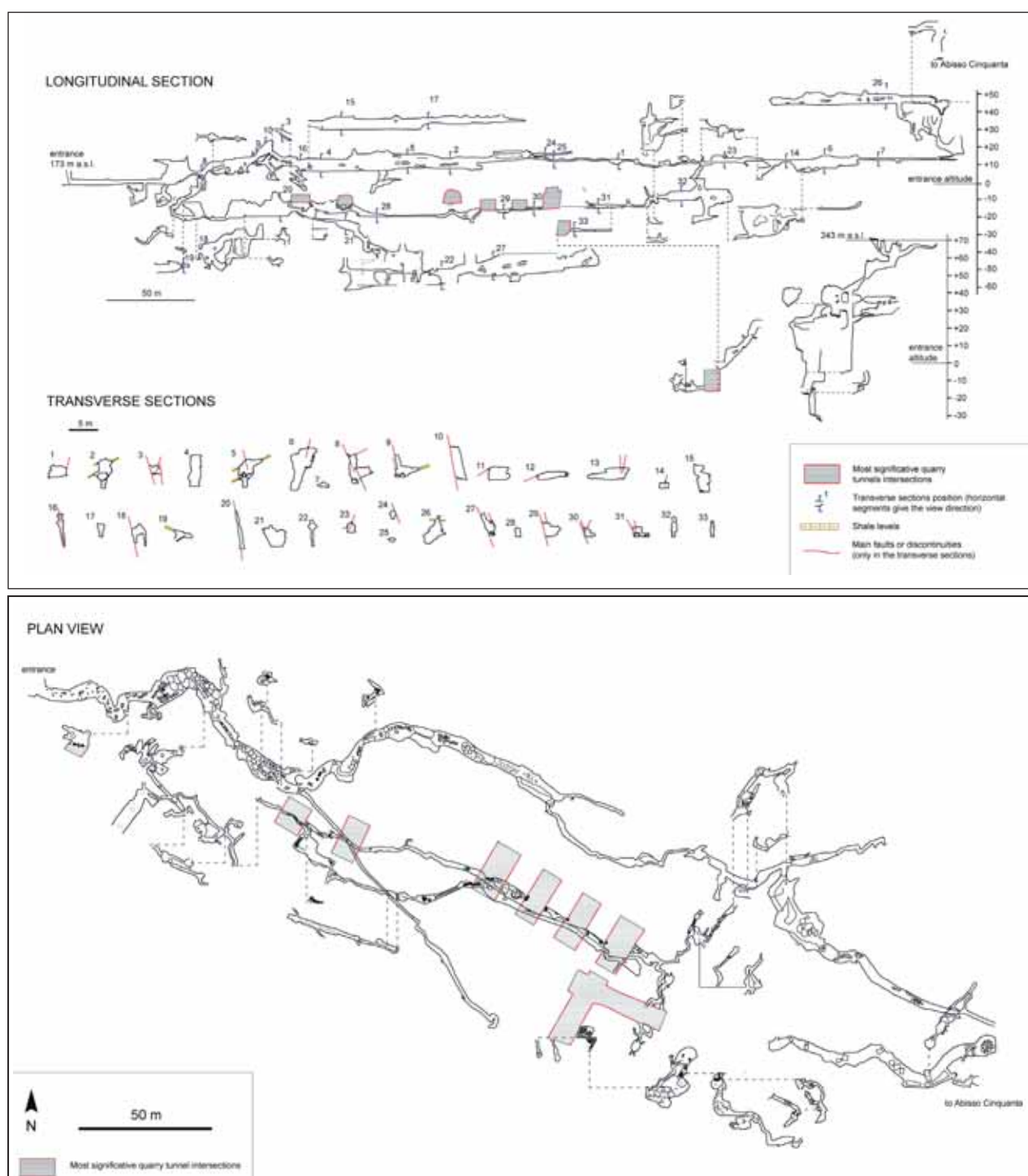


Fig. 25 – Mappa tomografica (in alto) e sezioni (in basso) del complesso carsico denominato Grotta del Re Tiberio. In colore rosso i tratti ipogei di nuova acquisizione (da GHISELLI *et alii* 2011).

lo di terre e rocce da scavo all'esterno, dovranno essere autorizzate dagli Enti competenti secondo la vigente normativa e senza spese, oneri e responsabilità da parte del proponente (Saint-Gobain). Il proponente si è inoltre reso disponibile alla tutela ambientale, siglando un protocollo d'intesa con gli Enti preposti per la valorizzazione della grotta naturale; di-

fatti, nel 2007-2008 la società ha eseguito a proprie spese il completo recupero e consolidamento del calpestio della Grotta del Re Tiberio, oltre al disgaggio di massi instabili nel 2009 (con impiego di rocciatori) della parete prospiciente il sentiero di accesso alla Grotta, conferendo altresì in disponibilità gratuita per 99 anni di taluni terreni al Comune di Riolo Terme,

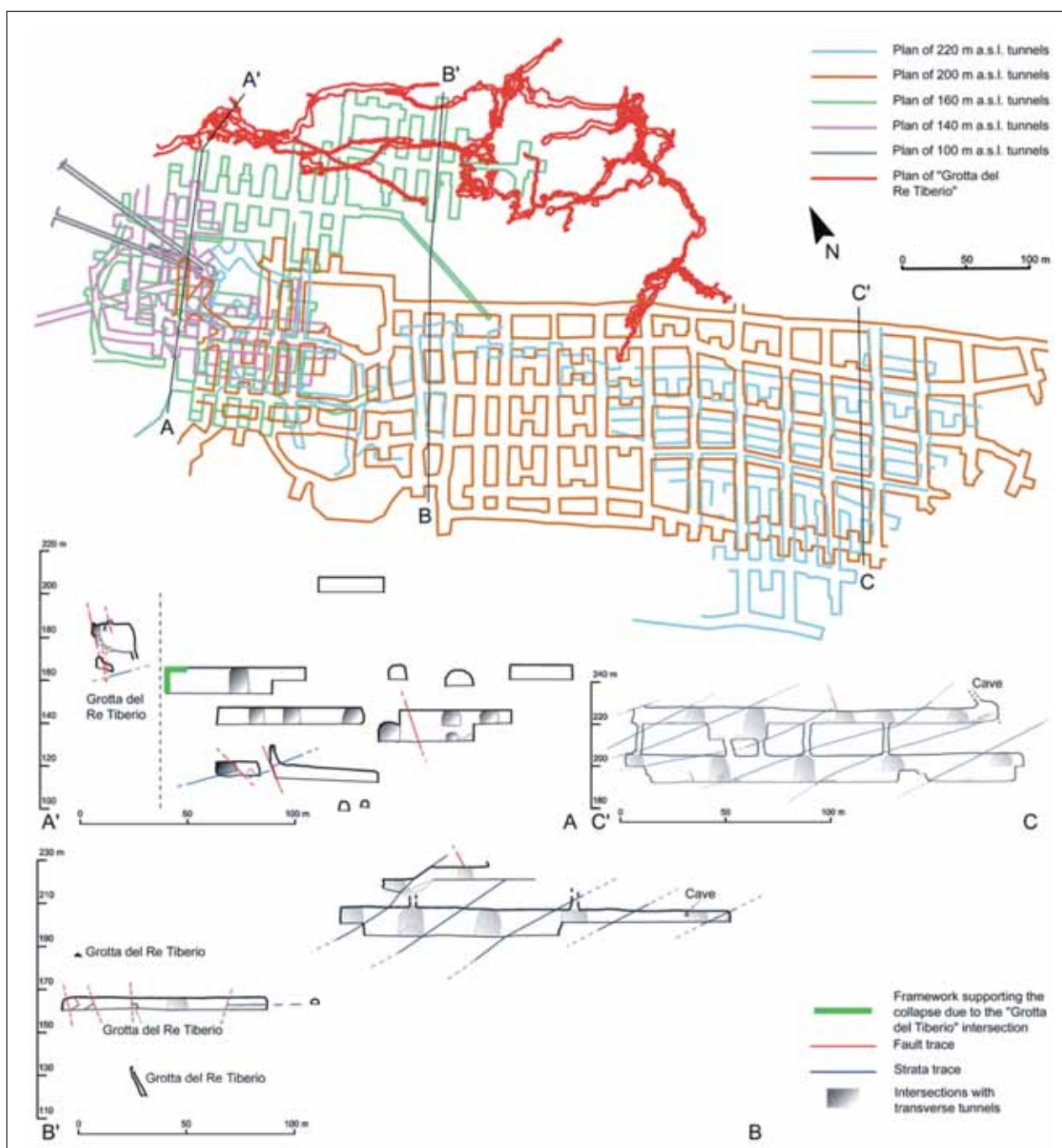


Fig. 26 – Relazioni geometriche tra la grotta e le gallerie di cava sotterranee (da GHISELLI *et alii* 2011).

per utilizzo a fini didattico-turistici, con apposita sottoscrizione di convenzione”.

L'estrazione sostenibile GYPROC: progetti e attività ambientali connessi a Monte Tondo

La GYPROC Saint-Gobain si è impegnata nella missione di operare come membro responsabile nelle comunità locali e

nazionali nella quale opera, esercitando un atteggiamento responsabile e sensibile nei confronti dell'ambiente. Nell'ambito dello sfruttamento delle risorse naturali, GYPROC, oltre ad osservare tutti i requisiti legali, si è impegnata a cercare, dove possibile, di eccellere nelle buone pratiche ambientali, valorizzando le materie prime e assicurandosi che siano estratte minimizzando gli impatti ambientali a loro connesse.

In particolare, al fine di contribuire allo

sviluppo di tecniche e metodi innovativi nell'ambito della politica ambientale della comunità europea, è stato istituito il progetto Gy.eco. Tale progetto è nato con l'obiettivo di attuare un sistema di gestione e recupero di scarti provenienti dalle attività di posa e post vendita di rivenditori e applicatori che operano nel mondo dei sistemi a secco (www.gyeco.it). Il progetto trae origine dal cambiamento legislativo in tema di rifiuti, dovuto all'entrata in vigore del D.Lgs 152/2006 e del D.Lgs 36/2003, che ha modificato, in particolare, il sistema di gestione dei rifiuti a base gesso in discarica, con un notevole aumento degli oneri da parte dei produttori e aumento dell'abusivismo ai danni dell'ambiente.

Sulla base delle difficoltà gestionali dovute ai cambiamenti legislativi sopra descritti, il progetto Gy.eco propone una soluzione alternativa allo smaltimento in discarica degli scarti a base gesso. La soluzione gestionale proposta, evidenziata nel Life Cycle in fig. 28, è una soluzione ecosostenibile in quanto garantisce il recupero del 95% del materiale di scarto (www.gyeco.it). Recuperare gli scarti significa ridurre i costi di smaltimento di un materiale altrimenti trattato come rifiuto e, quindi, contribuire alla riduzione dell'impatto ambientale provocato dalle discariche per rifiuti da costruzione.

Il progetto Gy.eco, cofinanziato dall'Unione Europea, rientra nella sezione del programma LIFE + "Politica e governance ambientali", che promuove progetti innovativi di dimostrazione e nel caso specifico nel campo della gestione dei rifiuti (www.minambiente.it; progetti LIFE+ 2010).

Nell'ambito dei progetti e delle attività ambientali connesse alla cava di Monte Tondo, GYPROC Saint-Gobain ha inoltre promosso una serie di iniziative come di seguito riportato.

1. Apertura al pubblico

Il polo unico estrattivo dei Gessi di Monte Tondo ha da sempre suscitato preoccupazione per il territorio della Vena del Gesso romagnola. Aver



Fig. 27 – Messa in sicurezza del piano di calpestio della Grotta del Re Tiberio. In alto e al centro: fase di realizzazione della centinatura. In basso: opera terminata (foto R. Margutti).

timore dell'impatto ambientale che questa attività può comportare è un sentimento naturale se non si conosce il settore estrattivo e non si instaura una comunicazione attiva tra industria, comunità e autorità. Al fine quindi di divulgare l'impegno per la salvaguardia e la valorizzazione del territorio e rendere note le iniziative

di sostenibilità ambientale che la società esercente di cava (BPB prima e Saint-Gobain ora) ha realizzato, sono stati promossi numerosi convegni e seminari in collaborazione con i Comuni di Riolo Terme e Casola Valsenio, la Regione Emilia-Romagna e la Soprintendenza per i Beni Archeologici dell'Emilia-Romagna. Tra questi si ricorda il 1° convegno dei gessi "Cava Monte Tondo: sostenibilità ambientale delle attività estrattive e ricaduta economico sociale nella valle del Senio", tenutosi il 29 marzo 2006 presso la Sala San Giovanni di Riolo Terme. I numerosi interventi sono stati finalizzati a dare testimonianza dell'importante ruolo economico, sociale, culturale e storico che la cava di Monte Tondo prima e lo stabilimento della BPB poi hanno riversato sul territorio. I vari esperti di settore hanno inoltre illustrato al pubblico le prospettive future dello sviluppo industriale della Valle del Senio ed i progetti di valorizzazione, mitigazione e tutela dell'ambiente.

Tra le iniziative di divulgazione scientifica si ricorda il progetto interno "Incontro con le scuole superiori e le università italiane". I Dipartimenti di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia e dell'Università degli Studi di Pavia sono stati invitati al 2° seminario geologico minerario "Industria Estrattiva dei Gessi: ricerca mineraria, tecniche di scavo e recupero ambientale", tenutosi il 28 maggio 2008 presso la Rocca di Riolo Terme.

La cava è stata anche oggetto di numerose aperture al pubblico, come in occasione della passeggiata-incontro con lo scrittore Cristiano Cavina, organizzata il 30 luglio 2011 dal Comune di Casola Valsenio nell'ambito del festival culturale "Estate A Casola". Durante tale avvenimento, lo scrittore ha accompagnato il pubblico nei meandri della cava, teatro del suo ul-

timo libro *Scavare una buca* (2010).

2. Rally di Romagna

GYPROC Saint-Gobain rappresenta lo sponsor principale del Rally di Romagna in MTB, ormai alla sua quarta edizione (www.rallydiromagnamtb.it). I partecipanti al Rally di Romagna, provenienti da diverse nazioni europee, sono chiamati a percorrere 390 km, per un dislivello totale di 15.000 m; una gara estrema, con tappe che attraversano luoghi di grande bellezza naturale, come il Parco regionale della Vena del Gesso Romagnola e il Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna, toccando nove Comuni dell'Appennino Tosco-romagnolo, quattro Province (Ravenna, Forlì-Cesena, Bologna, Firenze) e coinvolgendo due Regioni (Emilia-Romagna e Toscana) (www.rallydiromagnamtb.it). Particolarmente affascinante è il transito dei partecipanti nella cava di Monte Tondo (fig. 29). Per GYPROC Saint-Gobain questa sponsorizzazione costituisce un'occasione unica per consolidare la propria immagine sul territorio e valorizzare il connubio tra realtà produttiva e realtà locale, nel rispetto della natura e dell'ambiente. Dal 2012, la Società è divenuta anche sponsor della maglia Rosso Passione al Giro d'Italia, a conferma del forte legame con il mondo dello sport e i suoi valori.

3. Attività di ricerca finanziate da Saint-Gobain

GYPROC Saint-Gobain ha finanziato ed avviato numerosi progetti di ricerca di carattere geologico-strutturale, trasformando la cava in un vero e proprio "laboratorio scientifico a cielo aperto". I risultati scientifici di nuova e recente acquisizione hanno consentito di approfondire il quadro delle conoscenze sui sistemi carsici di Monte Tondo ed, in particolare, sul sistema



Fig. 28 – Sistema di gestione e recupero di scarti del progetto Gy.eco (Life Cycle; da www.gyeco.it).

carsico della Grotta del Re Tiberio. La caratterizzazione dell'ammasso roccioso e delle cavità naturali ed artificiali di cava Monte Tondo e dei suoi dintorni (località Borgo Rivola e Crivellari) è stata rivolta: (a) all'identificazione dei processi geochimici, idrodinamici ed idrogeologici delle acque sotterranee naturali e delle acque drenate dalle opere minerarie nel sottosuolo; (b) alla valutazione dello stato qualitativo della risorsa idrica; (c) alla valutazione della vulnerabilità dei sistemi carsici attivi e dell'equilibrio idrologico profondo, attraverso la costruzione di un modello idrogeologico dell'ambito estrattivo; (d) all'interazione dell'attività di cava con le acque superficiali e sotterranee; (e) alla caratterizzazione mineralogica e geochimica delle sequenze evaporitiche affioranti in cava. I risultati scientifici ottenuti sono riportati in

Tesi di Laurea (BORCHI 2008; CUCCO 2009), Tesi di Dottorato (MARGUTTI 2009a) e pubblicazioni scientifiche su riviste di ambito nazionale ed internazionale (MARGUTTI 2009b; SCIARRA *et alii* 2009; GHISELLI *et alii* 2008; GHISELLI *et alii* 2011). I progetti di ricerca sono stati avviati al fine di acquisire le informazioni utili: a) ai fini ingegneristici progettuali, per la corretta definizione dei metodi e dei profili di coltivazione da proporre per eventuali sviluppi futuri del polo estrattivo dei gessi a sostenibilità della risorsa idrica di pertinenza; b) ai fini gestionali ed attuativi di coltivazione e trattamento del minerale, per la definizione di linee guida e/o procedure di lavoro di buona pratica ambientale dell'attuale processo minerario; c) a supporto degli enti e degli organi di controllo del territorio, dell'ambiente e di polizia mineraria, in risposta alle



Fig. 29 – Immagini del Rally di Romagna (foto R. Margutti). In alto: partecipanti alla partenza sul piazzale di base, posto alla quota di 217 m s.l.m. (Rally di Romagna 2011). In basso: partecipanti nella galleria di accesso al pozzo di getto (Rally di Romagna 2010).

prescrizioni della vigente autorizzazione di cava, nonché per l'elaborazione di un piano di monitoraggio per la verifica periodica dell'attività estrattiva in corso d'opera e post-operam.

Fonti inedite (conservate presso Archivio Aziendale Saint-Gobain, Via Ettore Romagnoli, 6 20146 Milano).

- ANIC 1976, *Cava Gesso, Legge Regionale n° 8 del 26.1.76, Relazioni Tecniche*, Prot. n. 50.
- ANIC 1984, *Memoria sulla "Relazione della Commissione Tecnica nominata dalla Giunta Regionale dell'Emilia-Romagna, per lo studio qualitativo e quantitativo, con modalità di sfruttamento, e previsioni di impiego tout-venant, del giacimento di gesso coltivato dall'ANIC S.p.A. in Borgo Rivola di Riolo Terme (RA)"*, 142 pp.
- B. BERRY, L. BLOIS, A. LEPRI, T. TASCINI, V. ANTONELLI 2006, *Perizia di accertamento tecnico sull'assetto geostrutturale e lo stato di fratturazione dei fronti della cava di Monte Tondo. Relazione tecnica della Società di Ricerca Geosunding S.r.l.*, 26 pp.
- M. BORGHI 2008, *Impatto delle attività estrattive sulla qualità delle acque: il polo unico di Monte Tondo (RA)*. Università degli Studi di Pavia, Dipartimento di Scienze della Terra. Msc Thesis in Applied Geological Sciences, 118 pp.
- A. BURRAI 1980, *Dati statistici cava gesso*, Relazione tecnica, 10 pp.
- F. CUCCO 2009, *Sviluppo e taratura dello spettrofotometro portatile (Tecnologia NIR) in applicazione alla ricerca mineraria nell'industria dei gessi*. Università degli Studi di Pavia, Dipartimento di Scienze della Terra. Msc Thesis in Applied Geological Sciences, 146 pp.
- C. FABBRI 1988, *Relazione tecnica per la cava di materiale gessoso sita in località Borgo Rivola Cava "Monte Tondo"*. Relazione tecnica dello Studio di Geologia Tecnica del Dott. Carlo Fabbri, 63 pp.
- E. FALETA 2009, *Certificato di collaudo statico delle strutture in conglomerato cementizio armato*, 16/07/2009, 4 pp.
- A. FANTI 2004, *Studio di Impatto Ambientale. Progetto di ampliamento di attività estrattiva per la cava di Monte Tondo (ai sensi della L.R. 18 luglio 1991, n. 17, Disciplina delle attività estrattive)*. Relazione tecnica dello Studio di Ingegneria dell'Ing. Antonello Fanti, 319 pp.
- A. FANTI 2010a, *Studio di Impatto Ambientale. Progetto per il proseguimento della coltivazione della cava di Monte Tondo individuata come "polo estrattivo unico del gesso" autorizzata con i decreti: comune di Riolo Terme prot. n. 4061 del 18.04.2005 comune di Casola Valsenio prot. n. 6/U.T. del 06.06.2005 Quinquennio 2010–2015 (ai sensi della L.R. 18/07/1991 n. 17 – Disciplina della attività estrattive)*. Relazione tecnica dello Studio di Ingegneria dell'Ing. Antonello Fanti, 141 pp.
- A. FANTI 2010b, *Relazione Paesaggistica. Progetto per il proseguimento della coltivazione della cava di Monte Tondo individuata come "polo estrattivo unico del gesso" autorizzata con i decreti: comune di Riolo Terme prot. n. 4061 del 18.04.2005 comune di Casola Valsenio prot. n. 6/U.T. del 06.06.2005 Quinquennio 2010–2015 (ai sensi della L.R. 18/07/1991 n. 17 – Disciplina della attività estrattive)*. Relazione tecnica dello Studio di Ingegneria dell'Ing. Antonello Fanti, 99 pp.
- A. FANTI 2010c, *La Grotta di Re Tiberio (Ravenna). Modellazione matematica*. Presentazione in occasione del Convegno Difesa del suolo, (Associazione Nazionale Difesa del Suolo, Fossa (L'Aquila), 2-3 dicembre 2010).
- A. GHISELLI, M. MERAZZI, A. STRINI 2008, *Studio di dettaglio della Grotta del Re Tiberio*. Relazione tecnica dello Studio Associato GSM – Geo and Speleo Matters Consulting, 48 pp.
- P. GUGOLE 1994a, *Report della Società Da-*

- villia S.r.l. Relazione tecnica, 4 pp.
- P. GUGOLE 1994b, *Coltivazione cava per la produzione di gesso in Comune di Riolo Terme. Ns offerta DL 22.06.1994*. Relazione tecnica, 2 pp.
- D. GUALDI 2002, *Problematiche nella coltivazione del Gesso*, Università degli Studi di Bologna. Tesina per il Corso di Perfezionamento in "Pianificazione sostenibile delle risorse del Suolo e del Sottosuolo – Tecniche informatiche analitiche", 42 pp.
- R. MARGUTTI 2005, *Rapporto Ambientale. Resoconto prescrizioni prima dell'inizio dei lavori – Ampliamento di attività estrattiva Cava "Monte Tondo". Comuni di Casola Valsenio e Riolo Terme, aprile 2005*, Relazione tecnica della Società Davillia S.r.l., 5 pp.
- R. MARGUTTI 2009a, *Il polo estrattivo della Vena del Gesso romagnola (cava di gesso Monte Tondo, loc. Borgo Rivola, Ravenna): impatto dell'attività mineraria e delle cavità artificiali sui sistemi ipogei naturali e sulla qualità delle acque sotterranee*, Università degli Studi di Pavia, Dipartimento di Scienze della Terra. Tesi di Dottorato, 338 pp.
- R. MARGUTTI 2010, *Relazione Prescrizioni V.I.A. "Rapporto sull'Impatto Ambientale" della Conferenza dei Servizi del 26/01/2005, di cui alla Delibera della Giunta Provinciale di Ravenna n. 60 del 16/02/2005*, Relazione tecnica della Società Saint-Gobain PPC Italia S.p.A., 54 pp.
- REGIONE EMILIA-ROMAGNA 1989, *Piano Territoriale Regionale dell'Emilia Romagna*, 5 pp.
- R. RICCI 2004, *Relazione Geologica e Geotecnica. Progetto di ampliamento di attività estrattiva per la cava di gesso di Monte Tondo in località Borgo Rivola, Comuni di Casola Valsenio e Riolo Terme (RA) (ai sensi della L.R. 18/ Luglio/1991, n°17)*, Relazione tecnica, 33 pp.
- B.A. RICHARDS 1991, *An assessment of the Anic Quarry, Monte Tondo, Italy*. BPB GYPSUM LTD, Geological and Mining Services. Report No. 91/G/10, Relazione tecnica, 27 pp.
- G. RONCONI 1991, *Descrizione tecnica ciclo produttivo e localizzazione impianti (Ad integrazione della relazione presentata nel Giugno 1988, in funzione della nuova legge Regionale in materia di cave e torbiere LR. N. 17 del 18 Luglio 1991)*, Allegato D alla relazione tecnica di ANIC Partecipazioni S.p.A., 7 pp.
- SAINT-GOBAIN PPC ITALIA S.p.A., Dipartimento "Exploration, Mining & Recycling" 2011, *Relazione tecnica sullo stato dell'arte. Recupero ambientale della cava di gesso di Monte Tondo*, 10 pp.
- N. KRISTANCIC 2010, *Grotta di Re Tiberio in località Monte Tondo – Rilievo Topografico di precisione per il Monitoraggio eseguito il 31/03/2010*, STF Studio Topografico Faenza, 9 pp.

Bibliografia

- AA.VV. 1990, *La montagna di gesso. Risorse dell'uomo e bellezza della natura*, Imola.
- ANONIMO 2010, *Una miniera tutta ...d'oro. La storia della cava del gesso di Borgo Rivola*, (<http://trekkingnasturzio.blogspot.com/2010/10/una-miniera-tutta-doro.html>).
- D. BALLARDINI, D. BEVILACQUA, F. BONSIGNORE, L. BRANCHI, P. LUCIALLI, I. MONTANARI, F. MONTANARI, D. PEILA, S. PELIZZA, L. VENTURINI, B. VILLANI 2001, *Studio finalizzato alla verifica delle modalità di coltivazione ottimali applicabili al polo estrattivo del gesso in località Borgo Rivola in comune di Riolo Terme, al fine di salvaguardare il sistema paesaggistico e ambientale del polo unico regionale del gesso*, (ARPA, Ingegneria ambientale, Sezione di Ravenna), Bologna.
- L. BENTINI s.d., *L'attività estrattiva*, (<http://www.venadelgesso.org/testi/cave/bentini1.htm>).
- L. BENTINI, M. ERCOLANI, P. LUCCI, S. PIASTRA 2011, *Le attività estrattive del ges-*

- so nell'area romagnola, in P. LUCCI, A. ROSSI (a cura di), *Speleologia e geositi carsici in Emilia-Romagna*, Bologna, pp. 171-179.
- C. CAVINA 2010, *Scavare una buca*, Milano.
- P. FEDERICO, V. GASBARRINI 1975, *Coltivazione della cava di gesso "Monte Tondo" sita in Riolo Terme (RA) con l'impiego di esplosivo AN/FO per l'abbattimento del minerale*, "L'industria mineraria" XXVI, pp. 480-492.
- D. GARAVINI 1997, *Un torsolo di monte. Cava e grotte su Monte Mauro (Riolo Terme)*, "Speleologia Emiliana", s. IV, XXIII, 8, pp. 10-24.
- A. GHISELLI, M. MERAZZI, A. STRINI, R. MARGUTTI, M. MERCURIALI 2011, *Hypogeal geological survey in the "Grotta del Re Tiberio" natural cave (Apennines, Italy): a valid tool for reconstructing the structural setting*, "Central European Journal of Geosciences" 3 (2), pp. 155-168.
- "Il Senio", Marzo, 1984, *Un futuro fatto di gesso*.
- "Il Senio", Dicembre 1988, *Sotto il segno del gesso*.
- "Il Senio", Luglio 1989, *ITALGISP: cresce la fabbrica del cartongesso*.
- "Il Senio", Maggio-Giugno 1990, *Si è conclusa la vertenza alla VIC Italiana*.
- "Il Senio", Settembre-Ottobre 1990, *Aperta la Grotta del Re Tiberio*.
- "Il Senio", Novembre-Dicembre 1990, *ITALGISP, avanti tutta*.
- R. MARGUTTI 2009b, *The gypsum mining area in the "Vena del Gesso" biodiversity landscapes (Monte Tondo quarry, Emilia-Romagna Region): quarrying and old mine tunnels environment impact on natural karsts systems and groundwater quality*, "Scientifica Acta" 3 (2), pp. 31-37.
- S. PIASTRA 2008, *La Vena del Gesso nella cartografia storica*, Faenza.
- S. PIASTRA 2010, *Storia*, in *Parco regionale della Vena del Gesso Romagnola*, Mantova, pp. 143-174.
- G. RIVALTA 2011, *La frequentazione umana delle grotte dalla Protostoria all'Alto Medioevo*, in P. LUCCI, A. ROSSI (a cura di), *Speleologia e geositi carsici in Emilia-Romagna*, Bologna, pp. 123-136.
- N. SCIARRA, A. FANTI, M. MANGIFESTA, R. MARGUTTI 2009, *Modellazione numerica della "Grotta di Re Tiberio" a Borgo Rivola (RA)*, in *Atti del 3° congresso nazionale AIGA - Centro di Geotecnologie*, Università degli Studi di Siena, San Giovanni Valdarno (AR), 25-27/02/2009.

Siti internet

www.gyeco.it
www.gyproc.it/index.php
www.it.wikipedia.org/wiki/Anic
www.minambiente.it
www.rallydiromagnamtb.it
www.trekkingnasturzio.blogspot.com
www.venadelgesso.org

Ringraziamenti: Antonello Fanti (Studio di Ingegneria Ing. Antonello Fanti) per aver concesso la pubblicazione degli Allegati 3-4 (pubblicati nel DVD); Francesco Rivola per la collaborazione, la raccolta di materiale bibliografico e le informazioni storiche sulla cava Monte Tondo; la sez. ANPI Casola Valsenio, nella persona di Gianpaolo Sbarzaglia, per il materiale iconografico fornito nell'ambito della ricerca e le informazioni storiche sulla cava; Cristiano Cavina per la sua disponibilità ed il suo libro *Scavare una buca*, fonte di ispirazione; Federico Cucco e Michele Mercuriali di Saint-Gobain PPC Italia S.p.A. per la loro collaborazione; il revisore Stefano Piastra per il suo prezioso contributo.

CONTENUTI AGGIUNTIVI MULTIMEDIALI

Gli Allegati a cui si fa riferimento nel presente testo sono contenuti nel DVD di contenuti aggiuntivi al volume. Si tratta di planimetrie a grande scala relative alla cava di Monte Tondo o a sue strutture.