

L'utilizzo integrale delle risorse lapidee negli aspetti estrattivi, di lavorazione e di recupero ambientale dei siti

Giovanna Antonella Dino¹, Mauro Fornaro²

¹DST, Università degli Studi di Torino, giovanna.dino@unito.it

²DST, Università degli Studi di Torino, mauro.fornaro@unito.it

The Rational and Integrated Dimension Stone Quarries Management: Exploitation Context, Transformation plants and Quarries and Wastes Dumps Rehabilitation.

ABSTRACT: The intents connected to quarry management optimisation, achieved in the larger dimension stone basins, are mostly the ore body valorisation and the land defence. In order to reach these objectives it is fundamental to minimize quarry wastes production, by means of a rational exploitation starting with a correct planning, and the systematic treatment and reuse of rock wastes (from quarry and plants). Re-uses of quarrying activities by-products and excavation wastes represents an urgent need and a chance of going towards a correct management of natural resources and of the territory. For a rational “wastes” management, it is a priority to think about a systematic reuse of the rock wastes as by-products. Above all it is essential to guarantee: a sufficient quantity of wastes/resources to justify the construction of a treatment plant, the reliability of the wastes/resources, the steadfastness of the wastes/resources amount (both produced and transported), the convenience of the transport system, the availability of a dimensional stone market ready to take up the by-products obtained from the treatment. The aim of the present research is to set the problems connected to the rock wastes management, in order to propose different solutions to their arrangement in dumps. In fact their systematic re-use is not only a good chance to reduce the costs due to the wastes management, but also it could improve, in the luckier circumstances, the profit of a quarry society and be a general environmental benefit. We tried to develop a methodology, by means of significant samples from different dimension stone quarry basins in Italy (Ossola Valley, Pietra di Luserna area, Trentino area, Carrara marble quarries, etc...), that can supply some guide lines for a rational quarries and plants management. For the correct quarry and wastes (also residual sludge) management the central role of Public Administration is fundamental.

Key terms: environmental engineering, wastes management, bioremediation, residual sludge from ornamental stones, quarry rehabilitation

Termini chiave: ingegneria ambientale, gestione degli sfridi, bioremediation, fanghi di segazione dell'industria del lapideo, recupero ambientale delle cave

Riassunto

La razionalizzazione dell'attività di cava, perseguita nei grandi bacini ha come obiettivi sia la valorizzazione dei giacimenti sia la tutela del territorio. Fattore decisivo per un conseguimento congiunto del miglior risultato è, da un lato, la minimizzazione degli scarti della filiera produttiva e, dall'altro, il massimo riutilizzo dei residui nelle diverse fasi di lavoro.

In tale maniera l'incidenza della tradizionale “discarica” si va riducendo ed i materiali di risulta – in cava ed in stabilimento – cessano di esser considerati rifiuti, rappresentando piuttosto una ulteriore risorsa. La stessa normativa vigente, al riguardo, sembra indirizzata verso le soluzioni che prevedono riutilizzi e ricicli dei materiali da considerare perciò “co-prodotti” (cfr. sentenza della Corte di Giustizia CE (sez. II) dell'11 novembre 2004).

La nota, sulla base di esempi significativi di diversi bacini della pietra – gneiss alpini, agri marmiferi apuani,

porfidi atesini, arenarie appenniniche, ecc... – sottolinea l'importanza delle tecniche di estrazione per la riduzione degli scarti primari, la necessità di una pianificazione territoriale per la ricerca di sinergie produttive tra scavi minerari e realizzazione di grandi opere civili, la opportunità di azioni consortili per la raccolta, il trattamento meccanico e la fornitura di granulati, l'impegno che si richiede alle aziende operanti nella gestione dei reflui di segazione e nella ricerca di possibili alternative al semplice smaltimento nelle discariche di fini filtropressati.

È evidente, in questo quadro programmatico, il ruolo fondamentale ricoperto dalle Amministrazioni, a tutti i livelli: di programmazione regionale, di pianificazione provinciale, di urbanizzazione comunale e tutte col comune obiettivo, già sottolineato, di valorizzazione socio-economica delle risorse e di contestuale salvaguardia ambientale del territorio.

1. Inquadramento normativo

La direttiva quadro Europea sui rifiuti (75/442/CEE) stabilisce, all'art. 2, par. 1, lett. b), punto ii), che sono esclusi dal suo campo di applicazione "i rifiuti risultanti dalla prospezione, dall'estrazione, dal trattamento, dall'ammasso di risorse minerali o dallo sfruttamento delle cave qualora siano già contemplati da altra normativa". Ad oggi non esiste una specifica normativa comunitaria sui rifiuti provenienti dalle industrie estrattive e quindi essi si ritengono assoggettati alla direttiva 75/442/CEE. Si ricorda comunque che materiali come il *top soil*, la roccia inerte, lo strato di copertura e gli sterili derivanti dalle attività di cava sono considerati rifiuti solo se rispondono alle condizioni oggettive e soggettive previste dall'art. 1, lett. a) della direttiva 75/442/CEE (modificata dalla 91/156/CEE) e riprese tal quali dalla legge italiana sui rifiuti (D. Lgs 22/1997 – il cosiddetto "Decreto Ronchi").

Nella normativa nazionale (cfr. D.Lgs n. 93 del 7 novembre 1993; D.M. n. 438 del 5 settembre 1994), peraltro, non si esclude che taluni materiali possano essere co-prodotti, anche intenzionalmente, ed avere un proprio mercato (ad es. blocchi da scogliera), o comunque essere impiegati in diversi campi di utilizzo non vietati dalla legge e quindi con un proprio valore merceologico (ad es. per recuperi ambientali, per riempimenti e rilevati e persino quali aggregati, ecc...).

A supporto del fatto che gli sfridi dell'attività estrattiva non devono essere considerati "rifiuti", dal punto di vista delle conseguenze normative, bensì "sottoprodotti o co-prodotti", vi è una Sentenza della Corte di Giustizia CE (seconda sezione) dell'11 novembre 2004, la quale ammette che: "un bene, un materiale o una materia prima, derivante da un processo di fabbricazione o di estrazione che non è principalmente destinato a produrlo, può costituire non un residuo, bensì un sottoprodotto del quale l'impresa non ha intenzione di "disfarsi"... ma che essa intende sfruttare o commercializzare a condizioni per lei favorevoli, in un processo successivo, senza operare trasformazioni preliminari...". Per quanto riguarda i materiali lapidei di scarto, attualmente destinati ad uno stoccaggio definitivo in discariche autorizzate (si verifica quindi effettivamente la condizione soggettiva del "disfarsi"), non si può escludere un loro coinvolgimento nella "Direttiva sulla gestione dei rifiuti nelle industrie estrattive". Il 14 ottobre 2004 il Consiglio dei Ministri europei dell'ambiente ha infatti raggiunto un accordo politico sulla proposta di direttiva citata (COM(2003)319), che quindi potrebbe entrare in vigore nei Paesi dell'Unione (Dino & Fornaro, 2004).

Le disposizioni riportate nella citata legge non si discostano sostanzialmente da quanto richiesto ai cavaatori in fase progettuale qualora s'intenda aprire/gestire una discarica di cava. Viene aggiunta una parte relativa all'impermeabilizzazione delle discariche stesse (art. 13), disposizione però già in atto per le discariche di inerti nel Decreto 13 marzo 2003 (*Criteri di ammissibilità dei rifiuti*

in discarica).

Discorso diverso andrebbe fatto per le vecchie discariche minerarie: com'è dottrina, infatti, esse non ricadono più sotto l'ambito d'applicazione delle citate leggi, ma possono essere trattate come giacimenti di "neoformazione" e quindi conseguentemente "ricoltivati" (Dino & Fornaro, 2002).

A livello Regionale, tale complessa problematica fu già trattata nel 1999 dalla Regione Piemonte con la innovativa Legge n. 30 del 3 dicembre 1999 (Norme speciali e transitorie in parziale deroga alle norme regionali vigenti per l'esercizio di cave di prestito, finalizzate al reperimento di materiale per la realizzazione di Opere Pubbliche comprese in accordi Stato – Regioni).

Discorso diverso va invece fatto in merito alla gestione dei fanghi di segazione; essendo, infatti, ricompresi nelle categorie di rifiuti indicati dal Decreto Ronchi (D.Lgs.22/97), si deve sottostare alle indicazioni contenute nello stesso decreto e successivi aggiornamenti.

2. Gestione degli Sfridi Lapidei

Gli sfridi di cava vengono di norma contestualmente smaltiti nelle discariche autorizzate o "ravaneti"(zona apuana del marmo di Carrara). I riferimenti riportati nel D.M. LL.PP. 11/3/1988 e nelle relative istruzioni contenute nella Circolare Ministeriale LL.PP. 24/9/1988 n.30483, indicano i principali criteri da seguire per la progettazione delle discariche ed i provvedimenti necessari a garantire l'equilibrio nel tempo dei volumi di scarto messi a dimora, badando sempre al risparmio di aree altrimenti pregiate. Per lo smaltimento definitivo, come per lo stoccaggio anche solo temporaneo degli scarti, è necessario considerare, quali "primari" obiettivi, la "stabilità geotecnica" e la "salvaguardia ambientale". Le antiche discariche di cava sono un esempio di "come non vanno gestiti e smaltiti gli sfridi di cava"; spesso, infatti, grosse porzioni, ancora potenzialmente sfruttabili, di giacimento si trovano sepolte sotto ingenti quantitativi di materiale di scarto. Inoltre, il gettito dall'alto degli scarti, ha portato alla realizzazione di grosse "conoidi detritiche artificiali" potenzialmente soggette a cinematismi di versante. La composizione di tali accumuli può altresì essere la più variabile, passando da frazioni fini, terrose, ad elementi più grossolani fra loro casualmente commiste ed interposte. Il materiale posto a discarica, opportunamente ripreso e trattato, potrebbe peraltro trovare ricollocazione sul mercato quale "materia prima seconda".

Va inoltre preso in considerazione il problema legato allo stoccaggio provvisorio degli sfridi sui piazzali di cava. Esso è difatti causa di problemi legati sia al razionale sfruttamento del giacimento (il quale risulta poco agevolmente accessibile per un suo utilizzo razionale) nonché a problemi di sicurezza per gli addetti che operano in cava (Dino & Fornaro, 2004).

Le problematiche testè introdotte, possono trovare totale

o parziale soluzione se si prevede, unitamente ad una razionale impostazione della coltivazione in cava, anche una sistematica ripresa delle discariche antiche di cava, unitamente agli sfridi fluenti, impostandone un trattamento sistematico per una loro ricollocazione sul mercato. Le difficoltà economiche cui sta andando incontro il settore del lapideo in Italia, strettamente connesse alla sempre maggiore presenza sui mercati nazionali ed internazionali di prodotti e produttori provenienti da paesi quali Cina, India e Brasile, fa sì che, per ipotizzare una ripresa del settore, si debba pensare ad un utilizzo integrale della risorsa estratta, andando a valorizzare quegli scarti (sfridi di cava e fanghi di segazione) che, al momento, rappresentano solo una voce di passivo nel bilancio delle aziende.

3. Indicazioni per il recupero sistematico degli sfridi lapidei

L'ammodernamento delle metodologie di scavo e l'oculata e programmata gestione delle cave e delle discariche ad esse associate, non hanno tuttavia risolto completamente il problema relativo alla gestione ed allo smaltimento degli scarti.

Al posto di uno smaltimento in discarica si propone un recupero sistematico degli sfridi (grazie anche ad un trattamento preventivo) al fine di valorizzare le potenziali risorse (materie prime seconde) da reintrodurre in cicli di produzione e consumo. Il recupero trasforma quindi un sistema sostanzialmente unidirezionale, il sistema prodotto-rifiuto, in un sistema quasi ciclico: prodotto-utilizzo-rifiuto-trattamento-recupero materie prime secondarie e/o riutilizzo (Dino, 2004).

Per ipotizzare il recupero sistematico degli scarti, siano essi sfridi di cava o fanghi di segazione (che, come anticipato, sono caratterizzati da una difficoltà oggettiva di gestione e recupero, in quanto rifiuti), è però necessario, innanzitutto, accertarne la fattibilità economica in termini di costi/benefici "globali".

I costi sono dovuti principalmente a operazioni di carico, trasporto, trattamento, operazioni di marketing per la commercializzazione dei prodotti ottenuti. I benefici devono riguardare invece i proventi di impresa derivanti dalle vendite dei sottoprodotti, i vantaggi ambientali, il risparmio di "risorse non rinnovabili", l'economia di territorio occupato da altre cave e da discariche, ecc..

Occorre quindi applicare non solo criteri d'economia aziendale ma anche prevedere più ampie strategie pubbliche, comprendenti ad es. direttive particolari nell'esecuzione d'opere importanti (indicazioni sui prelievi di sfridi da utilizzare, sgravi fiscali se non incentivi diretti e, soprattutto, semplificazioni amministrative). In particolare si deve mirare ad una pianificazione per il reperimento di materiale da impiegare per la realizzazione delle Opere Pubbliche che tenga conto sia delle specifiche cave, che del quantitativo di sfridi resi disponibili nelle diverse aree di intervento, evitando di sovrastimare o sottostimare i

quantitativi necessari agli interventi programmati (es. in Piemonte con L.R. 30/99, a cui si è subito affiancato il DPR 554/99 "Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici, ai sensi dell'articolo 3 della Legge 11 febbraio 1994, n.109 e successive modificazioni").

Per poter ipotizzare e programmare il recupero sistematico degli sfridi, siano essi di cava o d'altra origine, è tuttavia necessario che vi sia un quantitativo di scarti, con caratteristiche idonee, tale da giustificarne il recupero; se ne dovrà altresì valutare la convenienza in fase di trasporto e la disponibilità di un mercato non ovunque pronto ad assorbire il materiale

Gli sfridi di cava, a seguito di specifico trattamento ed a fronte di idonee caratteristiche litoapplicative, possono essere riutilizzati in diversi modi, quali:

- massi da scogliera (da considerarsi a tutti gli effetti quali sottoprodotti dell'attività estrattiva);
- misti granulari per riempimenti e rilevati, pietrischi per *ballast* ferroviario, dimensioni 31.5-63 mm (UNI EN 13450/2003);
- aggregati per calcestruzzo, dimensioni 4-31.5 mm (UNI EN 12620/2003);
- concentrati minerali;
- riutilizzo, previo trattamento e/o bonifica, dei fini di segazione, al fine di ottenere "terriccio vegetale" per recuperi ambientali di siti compromessi, materiale impermeabilizzante per sottofondi di discarica.

4. Recupero per grandi Opere Pubbliche

Una possibile alternativa, e di relativamente semplice realizzazione, allo smaltimento in discarica degli scarti di cava è data dall'impiego dei materiali di sfrido quali materiali di riempimento per la realizzazione delle Grandi Opere Pubbliche.

Due esempi attinenti a questa possibile soluzione riguardano il bacino estrattivo della Val d'Ossola (VB) e quello della Pietra di Luserna (TO e CN) in Piemonte. In entrambi i casi sono stati impiegati sfridi provenienti dalle cave delle due aree estrattive, previo opportuno trattamento, quali materiali per riempimento. Le caratteristiche richieste per il reimpiego quale materiale per rilevato sono in genere relativamente poco restrittive e riguardano sostanzialmente sia la distribuzione granulometrica, che deve essere il più possibile estesa, sia la necessità che il materiale non contenga un'eccessiva percentuale di limi ed argille. In linea di massima si chiede che il materiale utilizzato appartenga alle categorie A1, A2 e A3, secondo la classificazione stradale HRB-AASHTO. I materiali debbono inoltre essere sottoposti ai test di cessione sul rifiuto, come riportato in Allegato 3 del D.M. del 05/02/98, o a test equivalente di riconosciuta valenza europea (UNI 10802). I controlli prestazionali, salvo diverse prescrizioni motivate in sede di progettazione, riguardano i controlli di compattazione, di portanza e di regolarità dei piani finiti, i

quali devono comunque essere conformi a quelli previsti per le terre naturali.

Al fine di garantire la granulometria richiesta, in base all'impiego previsto, si dovrà disporre di una prima fase di frantumazione e, a valle della frantumazione, di almeno un vibrovaglio.

Nel bacino della Val d'Ossola, sono stati forniti 700.000 m³ di materiale (500.000 m³ per riempimento e 200.000 m³ per blocchi da scogliera) ai quali vanno aggiunti altri 600.000 m³ (di materiale già presente nelle discariche di cava), garantiti da un rinnovo del contratto di fornitura (Dino et al., 2005). Tali materiali sono stati impiegati per la realizzazione dello strato di sottofondo della linea Alta Velocità tratto Torino-Milano (Cantiere Novara-Biandrate): al fine di concorrere alla sostenibilità ambientale dell'infrastruttura, anche in fase esecutiva, è stato predisposto, dai competenti uffici regionali, un "Piano di Reperimento Inerti", in base al quale si prevede di ottimizzare l'utilizzo dei materiali risultanti, prevedendo un impiego razionale di tutte le risorse disponibili, provenienti sia dallo stesso cantiere d'opera, che da limitrofi bacini estrattivi, quali sfridi di cava, così come indicato ai sensi della L.R. 30/99. Si potrebbe in futuro pensare di far sì che questa operazione di recupero divenga sistematica, andando ad esaurire il materiale, facilmente accessibile, presente in discarica, e smaltendo contestualmente la produzione di sfridi fluenti (ca. 155.000 m³/anno).

Il prezzo totale del misto risulta mediamente pari a 32.3 €/m³ (costo franco cantiere, comprensivo di frantumazione – figura 1 – e trasporto) contro i 10.3 €/m³ dei misti naturali, mentre quello relativo ai massi da scogliera, comprensivo del costo di trasporto franco cantiere, è pari a 30.8 €/m³.

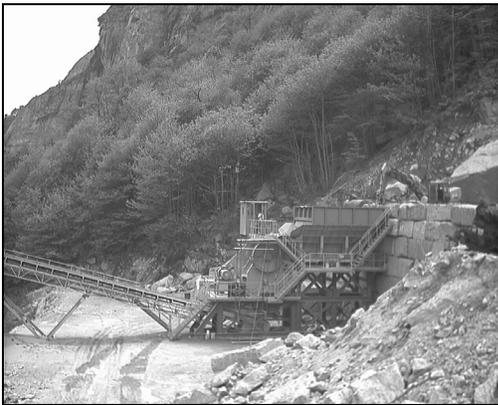


Figura 1: Stadio di frantumazione degli sfridi direttamente in cava
Wastes crushing and selection in quarry area

Per quanto concerne il bacino della Pietra di Luserna si sottolinea come circa 435.000 m³ di sfridi di cava siano stati utilizzati per la realizzazione dello strato di base dell'autostrada Torino-Pinerolo e per diversi lavori stradali nell'ambito della preparazione dei giochi olimpici di Torino 2006 (Dino & Fornaro, 2004), ed in particolare quale materiale per rilevati, nei lavori inerenti la Variante SS589 e

la SP161.

Anche in questo caso, al fine di garantire un adeguato livello di sostenibilità ambientale, è stato predisposto un "Piano di Reperimento Inerti". Il Piano individua i fabbisogni, in caso di area montana, dei singoli cantieri in funzione del rispettivo programma temporale esecutivamente predisposto, specificando al contempo le caratteristiche richieste al materiale da impiegare. Il piano privilegia, innanzitutto, accanto ai materiali prodotti dai cantieri stessi, l'utilizzo di sfridi dalle cave di pietre ornamentali del vicino bacino estrattivo della Pietra di Luserna; esso esclude inoltre, in prima battuta, l'apertura di nuove cave, sia per quanto riguarda i materiali per rilevati che per quelli destinati ad usi pregiati (L.R. 30/99; L.R. 69/78; L.R. 40/98, Legge 285/00).

Si stima comunque un prezzo di "vendita" del frantumato, franco cava, di 4 €/m³. È prevista inoltre la fornitura di circa 250.000 m³ di frantumato proveniente dal bacino della Pietra di Luserna, da destinare alla costruzione dell'autostrada Torino-Pinerolo.

5. Recupero per aggregati (ballast e calcestruzzo)

Per questi due tipi di impieghi il materiale deve risultare, previo opportuno trattamento, conforme a quanto disposto dalle normative UNI EN 12620/2003: "Aggregati per calcestruzzo" ed UNI EN 13450/2003: "Aggregati per massicciate per ferrovie". In particolare, per il recupero degli sfridi quali aggregati, è necessario realizzare appositi impianti di trattamento, al fine di garantire l'omogeneità e la costanza temporale del prodotto.

In ambito italiano sono oggi presenti alcune realtà che trattano industrialmente gli sfridi di cava per ottenere aggregati di qualità (per *ballast*, calcestruzzi e conglomerati bituminosi); il polo produttivo più importante è senz'altro quello atesino (Trentino). Nel comprensorio della Val di Cembra il volume di scarti generati nella coltivazione del porfido e nella successiva lavorazione, è pari a circa 1.500.000 m³/anno in cumulo, a fronte di una produzione di prodotti commerciali lapidei di circa 450.000 m³/anno. Per ovviare al problema dello smaltimento del materiale in discarica, l'Amministrazione Provinciale, finanziò un progetto di ricerca per verificare la possibilità di impiego degli scarti in alcuni campi dell'ingegneria civile (aggregati per calcestruzzi, stabilizzati, *ballast*, conglomerati bituminosi, ecc...) caratterizzati dal fatto di utilizzare ingenti quantità di materiale lapideo (Ciancabilla *et al.*, 1989). Tale studio ha poi portato alla realizzazione pratica di impianti di trattamento consortili per il recupero sistematico degli sfridi, circa una ventina tra Val di Cembra e limitrofi bacini estrattivi. Le iniziative trentine contribuirono sostanzialmente a far sì che le quantità di scarti riutilizzati nelle opere civili aumentassero anno dopo anno.

Il materiale risulta oggettivamente avere un buon coefficiente Los Angeles (pari circa a 19), una buona

resistenza all'usura (0.9), un buon modulo di finezza (poco superiore a 5) ed un buon equivalente in sabbia (pari al 61% circa). Anche le caratteristiche di forma e la distribuzione granulometrica risultano idonee per le applicazioni studiate.

A questi impianti arrivano mediamente 930.000 m³/anno di sfridi da trattare, di questi: 250.000 m³/anno vengono impiegati quali aggregati per conglomerato bituminoso; 500.000 m³/anno per aggregati da conglomerato cementizio e stabilizzati e 180.000 m³/anno per *ballast* ferroviario. Altre 370.000 m³/anno, è invece utilizzato nella formazione di rilevati infrastrutturali per riempimenti finalizzati al recupero ambientale. Da ciò se ne deduce che, attualmente, solo ca. 200.000 m³/anno, sono collocati temporaneamente nelle discariche autorizzate che però svolgono la funzione di volano nei momenti in cui il mercato non è pronto ad assorbire tutto il prodotto (Tomasi, 2000).

Negli ultimi anni nel Nord Italia è cresciuta la domanda di *ballast* per le ferrovie, in seguito alla chiusura, per motivi di igiene ambientale, delle cave di serpentiniti ed affini, con conseguente richiesta di materiali sostitutivi, quali ad esempio, appunto, i riciclati dal trattamento degli sfridi di porfido. E' altresì in aumento la quantità di granulati per conglomerati bituminosi, in quanto nei capitolati stradali vengono ammesse percentuali di aggregato da porfido o da basalto sempre maggiori; forte incremento si ha anche nell'impiego pregiato quale aggregato per calcestruzzo.

Sull'onda di questo crescente interesse per i "riciclati" nel mercato degli aggregati, altre realtà estrattive stanno considerando seriamente la possibilità di recuperare i propri scarti di cava e trattarli opportunamente per ottenere aggregati di buon livello da vendere come prodotti associati alle pietre ornamentali principalmente cavate. In merito a ciò si può citare il caso della Diorite di Traversella: 5.000 m³ sono stati frantumati e vagliati per essere impiegati, previa verifica di idoneità alle caratteristiche richieste dalla UNI EN 13450/2003, quali aggregati per massicciate ferroviarie per la realizzazione della linea Chivasso-Aosta (Dino & Fornaro, 2004).

Da citare inoltre l'interesse, sempre maggiore, da parte delle Associazioni di Categoria e delle Pubbliche Amministrazioni, nel proporre studi mirati a valutare la possibilità di trattare gli sfridi di cava dei bacini piemontesi della Val d'Ossola e della Pietra di Luserna.

6. Recupero per concentrati minerali

Il recupero degli sfridi di cava per ottenere materie prime-seconde (MPS) per l'industria sta vedendo negli ultimi anni un grosso incremento. Dal punto di vista tecnologico mineralurgico non sussistono problemi particolari per la realizzazione di processi di arricchimento per concentrati minerali, tuttavia le prospettive industriali d'impiego possono essere ostacolate dall'attuale disponibilità, sul mercato globale, di minerali con costi di produzione assai inferiori, in quanto non richiedono complesse operazioni di trattamento (Clerici & Ghiotti, 1969). Dal granito è

senz'altro possibile ottenere concentrati di quarzo-feldspato (sodico e potassico), ben selezionati, da destinare all'industria ceramica e vetraria (Bozzola *et al.*, 1995); è necessario però eliminare soprattutto i minerali contenenti ferro (con processi magnetici, gravimetrici, per flottazione).

Il problema connesso con l'accumulo d'ingenti quantità di scarti in Piemonte riguarda da vicino le cave di granito site nella zona di Verbania (Montorfano e Baveno) e le cave di quarzite di Barge (Dino, 2004). Nel caso del granito del Montorfano e del granito di Baveno è stato intrapreso, ad opera della Società Ecomin, il trattamento degli scarti con la produzione di un materiale feldspatico (identificato dalla sigla F60P) che trova impiego nel settore vetrario e ceramico.

Dal 1996 è attivo a Verbania un impianto per il trattamento del materiale presente nelle discariche. Tali scarti sono composti per quasi due terzi da feldspati - Na e K - e per un terzo da quarzo (figura 2).

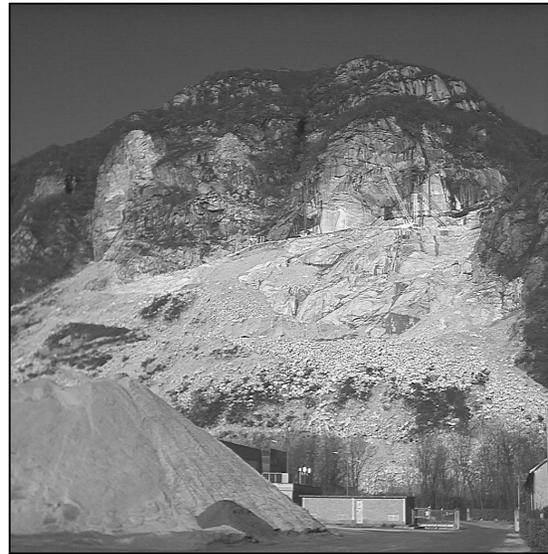


Figura 2: discarica di granito bianco di Montorfano (in secondo piano) e cumulo di prodotto < 30 mm in uscita dall'impianto di trattamento ECOMIN di Verbania

Montorfano granite wastes (background) and a pile of < 30 mm product (foreground) from ECOMIN treatment plant (Verbania)

La composizione media mineralogica e chimica del materiale di alimentazione dell'impianto di trattamento è riportata in tabella 1.

Il materiale trattato annualmente è in media pari a 300.000 tonnellate; in seguito a trattamenti mineralurgici (frantumazione, macinazione, vagliatura, essiccazione, vagliatura di controllo, separazione magnetica, eventuale addizionamento di catalizzatori), si ottiene come prodotto finale una miscela quarzo-feldspato, nota commercialmente come F60P (miscela quarzo-feldspato al 60% di feldspato, per la maggior parte feldspato potassico), la cui produzione si attesta intorno alle 140.000 t/anno. Al prodotto principale, vanno poi ad aggiungersi i diversi sottoprodotti: sabbia SNS (premiscelati per edilizia), sabbia nera grossa SNG

(impiegata per sabbiature industriali), feldspato SF umido (per ceramica) e SF100 e 200 secchi (impiegati quali *filler* nei cementifici), per un totale di circa 70.000 t/anno.

Tabella 1: Composizione mineralogica e chimica del materiale in ingresso (Dati ECOMIN, 2003)

Mineral and chemical composition of the feeding material (ECOMIN, 2003)

COMPOSIZIONE CHIMICA (%)		COMPOSIZIONE MINERALOGICA (%)	
Al ₂ O ₃	12	Quarzo	33
Fe ₂ O ₃	1.35	Feldspato potassico	28
Na ₂ O	3.6	Feldspato sodico	34
K ₂ O	4.6	altri minerali	5
carbonio	trascurabile		
zolfo	assente		

Un problema di smaltimento di materiale litoide, analogo al caso del granito di Montorfano, si ha per gli scarti della quarzite del Monte Bracco (Comune di Barge). Lo scarto di coltivazione della quarzite “bargiolina” rappresenta una grossa problematica ambientale, a causa dell’ingente mole di materiale riversata sino ad oggi sull’area. Occorre in parte riprendere le *vecchie discariche*, per recuperare i blocchi ancora utili per l’ottenimento dell’*opus incertum*. La percentuale di scarto in area “compromessa” è maggiore o pari a circa il 97%. Stimando invece una resa in area “verGINE” pari al 20%, rimane un quantitativo di scarto dell’80%, al quale si deve aggiungere il materiale di copertura asportato (in generale, occorre considerare uno strato di materiale di copertura pari a 1 m). Si stima che per una produzione pari a 10.000 t/anno si abbia uno scarto “fluente”, ovvero prodotto dalla coltivazione in corso, pari a 40.000 t/anno. Non vanno poi dimenticati tutti gli scarti di coltivazione messi a discarica in passato.

Si tratta di materiale composto prevalentemente da quarzo (97-99%), mentre la restante parte è costituita principalmente da Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO ed MgO, più alcuni minerali accessori.

Sono stati effettuati (ditta “La Quarzite” S.r.l., 1997) studi sul materiale che, per pezzatura e caratteristiche tecniche, viene attualmente ancora ritenuto sterile e messo a discarica. Dalle varie prove eseguite, è risultato invece possibile impiegare parte degli scarti, previa macinazione e arricchimento per separazione magnetica dei minerali femici, come materia prima nell’industria vetraria. In questo caso il materiale, a differenza di quello cavato, appartenente alla seconda categoria, rientrerebbe nella prima categoria. A questo studio se ne è affiancato uno più recente (Dino et Al., 2005). Il trattamento degli sfridi garantirebbe contemporaneamente l’assorbimento totale degli scarti fluenti e di quelli riposti nelle attuali discariche, mal o mai recuperate dal punto di vista ambientale. In tal modo si

eviterebbe non solo la costituzione di nuove discariche ma anche tutte le problematiche gestionali ed economiche inerenti alle doverose operazioni di recupero ambientale.

È perciò stato compiuto un rilevamento giacimentologico degli sfridi di *Bargiolina* (i dati sono riportati sulla “Carta del Rilevamento giacimentologico delle discariche degli sfridi di Pietra Bargiolina”, realizzata utilizzando il software Arc View Gis 3.2[®]) (Gioia, 2005). Sono state distinte le discariche *attualmente in uso, rinverdate naturalmente, in via di recupero ambientale, completamente recuperate, abbandonate* e infine quelle *in aree compromesse*. Le discariche *in aree compromesse* sono il risultato del passato sfruttamento “per rapina” delle porzioni di giacimento qualitativamente migliori, visti gli standard richiesti in passato, con abbandono d’interi banchi di materiale oggi ritenuti sfruttabili. Inoltre tali aree sono ricoperte da scarti di coltivazione che potrebbero ancora fornire un considerevole quantitativo di quarzite utile (2%), magari commerciabile come *opus incertum*. Le discariche create dagli anni ‘90 ad oggi (discariche recenti), rientranti nelle categorie delle *discariche in via di recupero ambientale e completamente recuperate*, sono invece da ritenersi sterili, grazie alle politiche più attente sia delle amministrazioni comunali che degli stessi cavaatori, maggiormente attivi e accorti verso le richieste del mercato. Oggi, in alcune porzioni del giacimento, si possono infatti raggiungere rese massime del 27%. Le quantità di sfridi stimate presenti (circa 4.450.000 t), con le quantità di sfridi fluenti prodotte attualmente (circa 40.000 t/anno), ed ancora i dati di produzione dell’Ecomin di Verbania (circa 250.000 t/anno di produzione), consentono realisticamente di dimensionare un impianto, con le caratteristiche sopra esposte, in grado di trattare circa 150.000 t/anno, di cui 40.000 t di sfridi fluenti e 110.000 t provenienti dalle discariche. Il loro esaurimento potrebbe così avvenire in circa 40 anni, al ritmo di 110.000 t/anno, o in circa 30 anni, al ritmo di 150.000 t/anno. Analizzando i dati emersi dai rilevamenti eseguiti in passato, con un ritmo di 150.000 t/anno, si impiegherebbero circa 70 anni per il completo esaurimento della risorsa *Bargiolina*, sia delle quantità ancora da estrarre che di quelle riposte nelle discariche.

La destinazione nell’industria della ceramica e della vetreria è possibile, a patto che il contenuto in ferro venga adeguatamente ridotto. I valori di partenza del contenuto in ferro (Fe₂O₃) oscillano fra lo 0,163% e lo 0,129%. Sono stati scelti quindi due differenti percorsi di analisi che simulano le due distinte tipologie di trattamento dei processi, “*a secco*” e “*ad umido*”, di preparazione di concentrati minerali. Le analisi per il trattamento “*a secco*” sugli sfridi della *Bargiolina* hanno dimostrato che una separazione magnetica del materiale (separatore magnetico a rullo con magnete permanente), previa comminuzione tra 0,1-1,25 mm, su modello della *deferrizzazione a secco* dell’ECOMIN di Verbania, abbassa il contenuto in ferro a 0,081- 0,092%.

Prefigurando la possibilità di una produzione

differenziata come quella della stessa ECOMIN, si è anche verificato che il materiale con minore contenuto in ferro (0,080 %) si concentra nelle granulometrie comprese tra 0,1 e 0,6 mm.

Le analisi chimiche dei campioni secondo un trattamento “*ad umido*” in laboratorio, su modello dello stabilimento della SASIL di Brusnengo (Bi), hanno rivelato valori del contenuto in ferro dello 0,087-0,117% per la prova della flottazione dei minerali pesanti. La separazione magnetica successiva abbassa il contenuto in ferro allo 0,0590-0,069%. La scelta di affrontare la prova della lisciviazione, ultimo stadio del trattamento minerario ad umido, nel quale si raggiungono i minimi livelli possibili del contenuto in ferro, è stato incoraggiato dai valori positivi delle precedenti prove. I risultati hanno di fatto confermato le aspettative; lo 0,033 e lo 0,039 % di ferro sono dei valori di pregio assoluto nel comparto industriale della ceramica e vetreria.

La stima quantitativa delle discariche di *Bargiolina*, le analisi chimiche degli sfridi e le nozioni tecniche acquisite negli stabilimenti dell'Ecomin e della Sasil hanno quindi permesso di progettare un impianto pilota per il trattamento degli stessi sfridi. Gli ottimi risultati ottenuti sugli sfridi con il procedimento “*a secco*” (0,08% di Fe), rendono preferibile la scelta di un impianto sul modello dell'Ecomin, anche in considerazione della scarsità d'acqua. L'ubicazione sulla cima del Monte Bracco favorirebbe una immediata e poco problematica alimentazione dell'impianto con gli sfridi delle discariche e con quelli fluenti dalle cave attive.

7. Recupero fanghi di segagione

Vanno infine evidenziati gli studi compiuti negli ultimi 4 anni in merito a concrete possibilità di recupero dei fini di segagione dell'industria del lapideo.

La gestione e lo smaltimento dei fanghi, derivanti da rocce silicatiche, sono da tempo oggetto di ricerca da parte delle Università italiane. Al momento, non si è ancora trovata una soluzione univoca all'annoso problema di come poter recuperare questo rifiuto (CER. 010413) o dove poterlo smaltire opportunamente senza doversi rivolgere a discariche per inerti autorizzate, spesso lontane dal luogo di produzione dei fanghi.

Secondo stime recenti, il costo di smaltimento (gestione impianti, trasporto dal luogo di produzione alla discarica, conferimento in discarica) è mediamente compreso tra 0.02-0.05 €/kg, costi non trascurabili se si considera la produzione media dei fanghi di segagione in bacini estrattivi quali, ad esempio, la Val d'Ossola (70.000 t/anno) o il bacino della Pietra di Luserna (16.000 t/anno).

Per poter comprendere appieno la portata del problema è necessario sottolineare alcune criticità legate alla gestione/smaltimento/potenziale recupero dei fanghi di segagione.

In primo luogo vanno considerati i problemi legati alla

granulometria fine del materiale (finissimi con dimensioni < 25 µm); dal punto di vista geomeccanico, infatti, i fanghi di segagione si comportano come un terreno limo-argilloso, con proprietà asfittiche e caratteristiche di bassa permeabilità, qualora compattato. Tali caratteristiche, che possono rivelarsi utili in taluni casi (es. quale impermeabilizzante per sottofondi di discariche), hanno sicuramente una connotazione negativa, ai fini della stabilità geotecnica, qualora il materiale venga smaltito in configurazioni errate ed in modo non controllato. Vanno inoltre sottolineati i problemi dovuti alla presenza di metalli pesanti, quali Cr, Ni, Mn, associati al Fe nella graniglia metallica dei fanghi derivanti da taglio con telaio; nonché Co e Cu derivanti dagli utensili da taglio a disco diamantato. A queste due problematiche se ne aggiunge una terza, relativa alla presenza di TPH (idrocarburi pesanti) nei fanghi, prodotti sia in cava che in stabilimento. Tale elevata concentrazione di TPH nei fini di segagione, da verificare di caso in caso, fa sì che essi vadano bonificati nel caso in cui si pensi di riutilizzarli (DM 471/99), opportunamente miscelati e trattati, per recuperi ambientali (ex Art. 33 del D.Lgs. 22/97), oppure vadano smaltiti in discariche controllate. Questo problema di inquinamento dei fanghi può essere in parte contenuto se si procede ad un ammodernamento delle macchine in stabilimento ed alla loro costante e puntuale manutenzione, così da impedire perdite di lubrificanti.

È comunque risultato opportuno considerare l'alternativa offerta dall'art.33 del D.Lgs. 22/97, di fare cioè richiesta di reimpiego dei fanghi di lavorazione classificati con codice CER 010413; tale procedura si riferisce principalmente all'impiego dei fini di segagione quali materiali di riempimento per recuperi ambientali di siti compromessi.

Il nostro gruppo di ricerca interuniversitario, ben conscio dei problemi legati alla gestione dei fini di segagione, si è pertanto attivato nel trovare alcune possibili strade per la messa a discarica del materiale (Progetto PIC A Interreg III VCO – Canton Ticino): è necessario innanzitutto pensare, qualora si voglia avere un recupero sistematico dei fini di segagione, a separare i metalli pesanti presenti, in modo tale da ottenere, da un lato, materiale a minor concentrazione di metalli pesanti (Cr, Ni, Co, Cu, Fe associati nella graniglia metallica) e, dall'altro, un “concentrato” di graniglia esausta da poter recuperare in altri processi produttivi.

Problema ancora aperto rimane invece quello dei fanghi da disco diamantato; inizialmente, infatti, sembrava che questi materiali non presentassero criticità particolari, ad eccezione della stessa granulometria, molto fine. A seguito di studi più approfonditi e dell'adeguamento di alcune normative, si è evidenziato come vi siano palesi problemi legati alla presenza di cobalto nelle leghe dei dischi diamantati. Anche il cobalto, così come i metalli pesanti presenti nei fanghi da telaio, può essere separato con opportuni trattamenti fisici da valutare ed approfondire.

Per i fanghi sono stati altresì individuati alcuni ambiti di utilizzo, risultati più promettenti:

- applicazioni in ambito civile-edile
- trattamento per la produzione di terreno vegetale da impiegare per recuperi ambientali di cave e siti compromessi. In questo caso andranno prese in considerazione sia il DM 5 febbraio 1998, il DM 471/99 per i terreni da bonificare, nonché la L. 748/84 e successive modifiche per i materiali ammendanti.
- impiego dei fini di segazione quali materiali impermeabilizzanti per sottofondi di discariche (Decreto Legislativo 13 gennaio 2003, n. 36: Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti).

Di questi campi d'applicazione, i due più realistici, in quanto più semplici ed attuabili, risultano essere il b. e c.



Figura 3: Sito in Loc. Lodrino (Canton Ticino) sul quale è stato utilizzato il prodotto ottenuto da trattamento di Bioremediation (Fornaro et al., 2003).

Loc. Lodrino (Canton Ticino), in this area it was used a "artificial loam" obtained from a similar Bioremediation treatment (Fornaro et al., 2003).

Nel caso in cui il fango da trattare e recuperare presenti anche concentrazioni elevate di TPH, risulta necessario bonificare il materiale prima di immetterlo in un successivo

ciclo produttivo. In questo caso si potrebbero suggerire trattamenti di bonifica mediante *bioremediation* del fango stesso, grazie ai quali è possibile ottenere materiale vegetabile utile per recuperi ambientali (Fornaro et al., 2003), vedi figura 3.

Partendo dalla condizione, necessaria, che la loro gestione sia "normata" in modo tale che, senza possibilità di equivoci, le diverse regioni/province si comportino in modo univoco nei confronti dei produttori di fanghi, si potrebbe azzardare l'ipotesi, certamente fondata, di voler considerare i fini di segazione non come RIFIUTI ma, se opportunamente trattati e controllati, quali "MATERIE PRIME/SECONDE" da impiegare in successivi step produttivi, in modo tale da poter ottenere prodotti utili: da un lato, per recuperi ambientali (sia come riempimento che, a seguito di *bioremediation*, come terreno di copertura) e, dall'altro, per impieghi civili ed anche come materiale impermeabilizzante per fondi di discariche.

8. Conclusioni

Come si vede, l'attività di ricerca per l'utilizzo integrale delle risorse lapidee è assai diffusa ed articolata, soprattutto nel settore delle rocce silicatiche, maggiormente diffuse nel nord del Paese. Anche nel settore delle rocce carbonatiche l'industria è tuttavia molto attiva, finalizzando ad utilizzi di pregio il recupero di discariche di marmi, calcari, dolomie. Anzi, in certi casi sussiste il pericolo – già oggetto di denuncia – di produzioni surrettizie di pietrisco secondario alimentate da cave nominali di pietre ornamentali, con spreco di potenzialità giacimentologiche primarie.

Tutto questo deve essere tenuto in conto dalle Amministrazioni, favorendo un coordinato sviluppo delle diverse attività sia estrattive, sia di sostituzione e rinaturalizzazione di siti dismessi.

Bibliografia

- Bozzola G., Garrone L., Ramon L., Savoca D. (1995) – Un esempio concreto di riutilizzo di prodotti di scarto: da granito da discarica a materia prima per ceramica e vetreria. *GEAM* n. 85. pp. 17-19.
- Ciancabilla F., Fabbri S., Paretini A (1989) – Possibilità di impiego degli scarti del porfido. *Atti del Convegno Internazionale su "Situazione e Prospettive dell'industria lapidea"*. Cagliari 3-5 aprile 1989. pp. 403-408.
- Clerici C., Ghiotti M. (1969) – Sul recupero di prodotti feldspatici da vari tipi di rocce. *Bollettino della Associazione Mineraria Subalpina*. Anno VI, n. 2. Giugno 1969.
- D'amato A., Dino G. A., Fornaro M., Lovera E., Vigliero L. (2004) – Re-use of dimension stone quarrying wastes as construction materials for large public works: the experience of Piedmont region (Italy). – 32nd International Geological Congress. Firenze, 20-28 Agosto 2004.
- Dino G.A. (2004) – La gestione degli scarti dell'industria dei lapidei. Politecnico di Torino. Tesi di Dottorato di Ricerca in Geoingegneria Ambientale
- Dino G.A., Fornaro M. (2002) – Residual sludge management: technical and regulation point of view and different kinds of reuse. *Convegno SWEMP 2002 – Cagliari*. pp. 211-218.
- Dino G.A., Fornaro M. (2004) – I rifiuti dell'attività estrattiva: il caso Piemontese. *GEAM* n. 113 Dicembre 2004. pp. 5-16.
- Dino G. A., Fornaro M., Lovera E., Vigliero L. (2005) – Piedmont experience for the re-use of dimension stone quarrying by-products, civil works wastes in the large public works. *GEOLINE 2005*. Lyon 23-25 may 2005.
- Dino G.A., Fornaro M. (2005) – Il trattamento e l'utilizzo dei fini di segazione lapidea per il recupero ambientale delle cave. Le ricerche da parte dell'Università degli Studi di Torino sulle rocce silicatiche. *Convegno Ricerca Scientifica Cofin 2004 di medio periodo "Le pietre del Territorio. Cultura, Tradizione, Sviluppo Sostenibile"*. Isola della Palmaria 17-18 ottobre 2005. (Poster)
- Dino G.A., Gioia A., Fornaro M., Bonetto S. (2005) – Monte Bracco quartzite dumps: chance of recovery as second raw material for glass and ceramic industries. *First International Conference on the Geology of Tethys*. 12-14 November, 2005, Cairo University (in corso di stampa)
- Fornaro E., Fornaro M., Dino G. A. (2003) – Residual sludge management: hypothesis of an agricultural reuse. *Primo Congresso AIGAA*, 19 – 20 febbraio 2003 (Poster)
- Gioia A.F. (2005) – Studio geologico tecnico delle discariche di pietra Bargiolina. Università degli Studi di Torino, Tesi di laurea.
- Tomasi A. (2000) – Riutilizzo degli scarti del porfido della Provincia di Trento: esperienze del passato e attuali soluzioni. Servizio Minerario Provincia Autonoma di Trento.