LEGAMBIENTE
TOSCANA ONLUS
VIA G. ORSINI, 44 • 50126 FIRENZE • TEL. 055.6810330 • FAX 055.6811620
E-MAIL: info@legambientetoscana.it • C.F. 94022440484 • P. IVA 04905420487

La Regione protegga le sorgenti dalle cave di marmo

Al Presidente della Giunta Regionale della Toscana
Enrico Rossi

All'Assessore Regionale alle Infrastrutture & Mobilità (*con delega alle cave*)
Vincenzo Ceccarelli

P.C. All'Assessore Regionale all'Ambiente & Energia
Anna Rita Bramerini

P.C. All'Assessore Regionale alla Pianificazione del Territorio & Paesaggio
Anna Marson

P.C. Al Direttore Generale dell'Autorità Idrica Toscana
Alessandro Mazzei

P.C. Al Direttore Generale dell'ARPAT
Giovanni Barca

Egregio Presidente, spettabili Autorità,

con la presente siamo a significare Loro profonda preoccupazione per le attuali modalità di conduzione delle **cave di marmo**, le quali comportano rilevanti rischi di compromissione e inquinamento dell'acquifero carsico delle Apuane e delle relative sorgenti. Siamo inoltre a rimarcare, non senza minor inquietudine, come non siano ancora state individuate le aree di salvaguardia intorno a detti acquiferi. Per questo, sottolineiamo con forza la **necessità,** per noi ormai inderogabile, **d'introdurre nell'attività di escavazione l'obbligo stringente di accorgimenti volti a proteggere le sorgenti idriche.**

L'attuale fase, che vede peraltro la Regione fortemente impegnata nel riordino normativo delle attività di cava (revisione della L.R. 78/1998), o in pianificazioni che hanno rilevanti implicazioni su di esse (Piano Paesaggistico), non può lasciarsi sfuggire l'occasione d'introdurre **norme di protezione delle sorgenti**, colmando il pluridecennale ritardo accumulato fin qui.

A tal fine, con lo spirito costruttivo che ci è proprio, avanziamo qui di seguito una **proposta**, curata dai nostri migliori esperti sul territorio e basata sulle conoscenze scientifiche ad oggi acclarate.

L'occasione ci è gradita per porgere Loro i nostri più
Cordiali saluti.

Firenze, lì 27 marzo '14

Fausto Ferruzza
Presidente Legambiente Toscana

LEGAMBIENTE
TOSCANA ONLUS
VIA G. ORSINI, 44 • 50126 FIRENZE • TEL. 055.6810330 • FAX 055.6811620
E-MAIL: info@legambientetoscana.it • C.F. 94022440484 • P. IVA 04905420487

La Regione protegga le sorgenti dalle cave di marmo: ALLEGATO TECNICO

Impatto delle cave sui corsi d'acqua

Tra gli impatti esercitati dalle cave di marmo vi è l'inquinamento delle acque superficiali e sotterranee da parte degli inquinanti liquidi e solidi, principalmente gasolio, oli esausti e dei circuiti oleodinamici, terre e fanghi di segagione (marmettola).

Il fenomeno più percepito dalla popolazione, in quanto evidente ad occhio nudo, è la torbidità dei corsi d'acqua: a Carrara, dopo ogni pioggia, le acque divengono lattescenti (per la marmettola in sospensione) o marroni (se cariche di terre) (Fig. 1).

La dinamica del processo è chiarissima: la **marmettola** –che, in spesso strato, ricopre i piazzali e le altre superfici di cava (Fig. 2)– e le **terre** –sia quelle presenti in cumuli all'aperto nelle cave (Fig. 3), sia quelle scaricate, abusivamente ma impunemente, nei ravaneti e sulle scarpate delle vie d'arroccamento (Fig. 4)– sono dilavate dalle piogge e, scorrendo negli impluvi, sui versanti e sulle strade (Fig. 5), raggiungono i corsi d'acqua provocandone l'intorbidamento. Merita osservare che le quantità di terre scaricate al monte –abusivamente ma impunemente– sono veramente ingenti: solo a Carrara circa 500.000 t/anno (si veda il grafico di Fig. 6).

Pur essendo priva di tossicità diretta, **la marmettola esercita un impatto ambientale devastante**, provocando –soprattutto nei tratti dove sedimenta– la **scomparsa pressoché totale delle comunità di macroinvertebrati acquatici** (Fig. 7) a causa, principalmente, della distruzione dei microhabitat indotta dallo spesso strato fangoso che ricopre il fondo occludendo gli interstizi dei ciottoli (Sansoni *et al.*, 1983). In poche parole, induce la morte biologica dei corsi d'acqua.

Oltre al dilavamento e scorrimento superficiale, una seconda via di inquinamento è quella del dilavamento seguito da infiltrazione nell'acquifero carsico e dalla riemersione nelle sorgenti che alimentano i corsi d'acqua. Questa modalità diviene evidente, ad esempio, quando dalla sorgente del Frigido esce acqua fortemente lattescente (Fig. 8) pur in assenza di piogge di rilievo nel suo bacino idrografico: in queste occasioni, la marmettola è dilavata dalle precipitazioni verificatesi al di là dello spartiacque, nell'area compresa nel bacino idrogeologico del Frigido (M. Pisanino, Tambura, Sella: v. Fig.10). Questa seconda via, coincidendo con quella responsabile dell'inquinamento delle sorgenti captate a scopo idropotabile, viene trattata nel paragrafo seguente.

Impatto delle cave sulle sorgenti

A differenza dell'inquinamento dei corsi d'acqua, immediatamente visibile per la torbidità delle acque, **gli episodi di inquinamento delle sorgenti immesse negli acquedotti sfuggono quasi del tutto alla percezione diretta della popolazione**, sia per il trattamento di filtrazione impiegato nella potabilizzazione che rimuove la torbidità (se contenuta), sia perché le sorgenti con torbidità eccessiva (superiore alle capacità dell'impianto di filtrazione) vengono escluse dalla rete acquedottistica, che viene alimentata dalle restanti sorgenti.

Ad esempio, i carraresi si accorgono dell'inquinamento solo quando esso coinvolge contemporaneamente tutte le 12 sorgenti che alimentano l'acquedotto cittadino: da qui la percezione fortemente sottostimata del fenomeno. **Eppure gli episodi di intorbidamento delle sorgenti sono molto frequenti**: lo studio del CNR sulle sorgenti di Carrara li ha rilevati in **circa un terzo dei giorni dell'anno** (CNR, 2002a). Così, trascorsi ormai molti anni dall'evento traumatico dell'estate 1991 (inquinamento delle sorgenti di Carrara e di Massa da idrocarburi di cava) che costrinse i carraresi a rifornirsi di acqua potabile dalle autobotti della Protezione Civile, la memoria e la percezione del rischio si sono affievolite. Ma il rischio permane.

Il **percorso degli inquinanti** è semplice: **dilavamento** degli inquinanti da parte delle acque meteoriche, **trasporto** in sospensione (marmettola) o emulsione (idrocarburi), **infiltrazione** nelle fratture del marmo, discesa nell'intricato reticolo di **condotti carsici**, fino all'acquifero di base e all'emersione dalle **sorgenti** (fig. 9). L'abbondante fratturazione del marmo, le numerose grotte e l'imponente sviluppo del reticolo carsico, nonché l'elevata vulnerabilità all'inquinamento (tipica dei sistemi carsici), fanno sì che il **rischio** per tutto l'acquifero carsico apuano sia **molto elevato** (fig. 10).

Le connessioni tra cave e sorgenti sono state indagate con l'ausilio di traccianti solubili (sostanze fluorescenti) o in sospensione (spore di licopodio colorate) e con l'analisi di isotopi. Qui si riporta una breve sintesi degli elementi più salienti emersi dai numerosi studi effettuati (Pranzini G, 1991; Bellini A., 1992a, 1992b; Menconi e Bruschi, 2001; CNR, 2002a, 2002b; Drysdale *et al.*, 2001; Spandre, 2001a, 2001b, 2002a, 2002b, 2002c; Dazzi e Dominici, 2002; Dazzi e Taponecco, 2002):

- **l'inquinamento delle sorgenti da parte delle cave non è un'ipotesi, ma una certezza**, documentata sia dal rilascio di traccianti in cava e dal loro successivo rinvenimento nelle sorgenti, sia dall'esame al microscopio elettronico dei granuli di marmettola prelevati dalle sorgenti (presentano gli stessi "graffi" prodotti dal filo diamantato);

- **una cava può inquinare più sorgenti** (con diversi tempi di percorrenza), anche appartenenti a bacini idrografici diversi (passando al di sotto di uno o più rilievi montuosi, attraverso il reticolo carsico) e distanti diversi chilometri;

- **una sorgente può essere inquinata da più cave**, anche situate in diversi bacini idrografici;

- **le sorgenti sono compromesse anche dagli inquinanti presenti nei ravaneti o nell'alveo dei corsi d'acqua** montani (evidentemente perché, lungo il loro percorso, le acque incontrano fratture connesse a condotti carsici, nelle quali si infiltrano) (fig. 11);

- **anche cave con marmo non fratturato possono, indirettamente, inquinare una o più sorgenti** (anche situate in diversi bacini); ciò avviene quando gli inquinanti presenti in cava, dilavati dalle piogge, si infiltrano in fratture carsiche incontrate lungo il loro scorrimento sui versanti e/o nell'alveo di corsi d'acqua;

- la molteplicità delle possibili fonti di inquinamento di una data sorgente (derivante dalle intricate interconnessioni dei condotti nel reticolo carsico e dalla vastità dell'area d'alimentazione: Fig. 10) rende **praticamente impossibile attribuire ad una data cava le responsabilità dell'inquinamento**, non potendosi escludere la responsabilità di altre cave o di altre fonti inquinanti (anche lontane e in bacini diversi). È questa una delle principali criticità che limitano l'efficacia dei controlli dell'ARPAT (Ciacchini, 2013).

Quest'ultimo punto (conseguenza logica dei precedenti) è di **importanza pratica determinante per la tutela delle sorgenti** di tutto l'acquifero carsico delle Apuane, indubbiamente tra i più estesi ed importanti dell'intera Toscana. **Se, infatti, ad inquinamento avvenuto non è possibile individuare e sanzionare il responsabile, è evidente che occorre prescrivere alle cave l'adozione di accorgimenti volti a PREVENIRE l'inquinamento delle sorgenti, sanzionando severamente le inadempienze**.

Misure di protezione delle sorgenti

Nella direzione della prevenzione dell'inquinamento delle sorgenti da idrocarburi (oli e carburanti) si sono mossi i comuni di Carrara e di Massa, dopo il già citato evento traumatico del 1991. Trascurando le prime ordinanze, nella tabella 1, si riportano in sintesi le principali misure prescritte da quella più recente (Comune di Carrara, 2002).

Tab. 1. Principali misure di protezione delle sorgenti da idrocarburi di cava prescritte dall'ordinanza n. 53845/2002 (Comune di Carrara, 2002).

	Prescrizioni
1	**Recupero e riconsegna degli oli esausti** **Nota**: L'ordinanza prescrive la presentazione annuale del registro di carico e scarico al Settore Ambiente del Comune. Il Comune ha attivato il servizio di raccolta in tre punti strategici dei bacini marmiferi (uno per bacino). I risultati sono ottimi: i quantitativi di oli esausti raccolti nei bacini estrattivi sono passati da 8.850 Kg nel 1988 a 101.410 Kg nel 2000 (I.S.R., 2004) (fig. 12). Tenuto conto che i quantitativi totali sono stati a suo tempo stimati in 95.000-115.000 Kg/anno (Sansoni, 1991), **si può ritenere che oggi tutte le cave (di Carrara) adempiano l'obbligo della raccolta**. I dati successivi al 2000 (non rappresentati nel grafico) confermano questa opinione, visto che i quantitativi di oli esausti riconsegnati si stabilizzano a livelli elevati. Da alcuni anni, inoltre, sempre più cave stanno affidando la manutenzione dei mezzi meccanici a ditte specializzate che, ovviamente, ritirano anche gli oli esausti.
2	**Rimozione e smaltimento rifiuti speciali**
3	**Dispositivi per evitare perdite da macchine operatrici in sosta** (fig. 13) **Nota**: l'ordinanza prescrive "sistemi idonei", lasciando ad ogni cava la scelta del sistema più opportuno. Solitamente si ricorre al ricovero dei mezzi meccanici in un'area di sosta impermeabile, nella quale viene effettuata anche la loro manutenzione (operazione fonte di rischi d'inquinamento: fig. 13).
4	**Stoccaggio oli e carburanti a prova di perdite** (fig. 14 e fig. 15) **Nota**: l'ordinanza prescrive l'approntamento di aree impermeabilizzate e coperte (solitamente sono usati contenitori metallici), dotate di cordolo perimetrale e pozzetto, atte al contenimento degli oli o carburanti nelle massime quantità stoccabili (obiettivo solitamente conseguito collocando il serbatoio entro una vasca capace di raccoglierne, in caso di rottura, l'intero contenuto). La pistola d'erogazione del carburante deve essere dotata di sistemi di chiusura in grado di impedirne l'utilizzo ai non autorizzati; la tubazione d'erogazione deve essere all'interno del locale chiuso.
5	**Dotazione di materiali oleoassorbenti di pronto impiego** **Nota**: servono per il recupero d'emergenza degli idrocarburi eventualmente ed accidentalmente sversati sul suolo.
6	**Conferimento trasformatori obsoleti o inutilizzati con PCB**
7	**Raccolta acque al piede del taglio e loro trattamento** **Nota**: a differenza delle precedenti, questa prescrizione è rivolta ad evitare l'inquinamento da marmettola (e dei grassi lubrificanti delle catene diamantate). Oltre alla raccolta immediata al piede del taglio, prevede il loro invio all'impianto di trattamento mediante tubazioni chiuse e il corretto smaltimento della marmettola.

Alla prova dei fatti, **per le cave di Carrara le misure di prevenzione dell'inquinamento da idrocarburi si sono rivelate efficaci** e non hanno comportato difficoltà né costi rilevanti: sono stati sufficienti un ammodernamento delle attrezzature e una nuova consapevolezza ambientale dei cavatori. **È pertanto necessario estendere queste buone pratiche a tutte le cave apuane**.

Per prevenire l'inquinamento delle acque superficiali e sotterranee dalla marmettola e dalle terre, invece, le misure attuali sono del tutto insufficienti, anche laddove sono prescritte (Tab. 1, punto 7) ed attuate.

Basta infatti uno sguardo alle figure 2, 3, 16 e 17 per rendersi conto che **la raccolta e trattamento delle acque di taglio** e lo smaltimento della marmettola così separata **sono di ben poca utilità se inserite in quel contesto in cui ingenti quantitativi di terre sono esposti al dilavamento e tutte le superfici di cava sono abbondantemente invase da fanghi**!

Nella tabella 2 si elencano le principali misure a nostro parere indispensabili in quanto, sebbene non esaustive, ridurrebbero grandemente il rischio di inquinamento delle sorgenti.

Tab. 2. Principali misure di protezione delle sorgenti da marmettola e terre di cava: le proposte di Legambiente.

	Prescrizioni
1	**Raccolta acque al piede del taglio** A Carrara il contenimento delle acque di taglio prescritto dall'ordinanza comunale è oggi effettuato erigendo un cordolo in marmettola o terra; una pompa sommersa aspira le acque torbide e le invia, tramite tubazione chiusa (ma spesso mediante un solco all'aperto) all'impianto di trattamento. **Il cordolo in materiali sciolti** –esposto al dilavamento meteorico e frequentemente sfondato dal passaggio dei mezzi– **è una misura del tutto inadeguata** (fig. 16); occorre trovare soluzioni più efficaci, ad es. prendendo spunto dalle barriere di protezione dalle alluvioni.
2	**Trattamento delle acque di taglio** I due tipi più diffusi di "impianti" di trattamento delle acque sono i **filtri a sacco** e semplici cavità di cava sfruttate come **vasche di sedimentazione** (fig. 17 A-D). **Occorre sostituire questi impianti rudimentali con quelli, ben più efficaci, largamente impiegati nei laboratori al piano: i sedimentatori tronco-conici o le filtropresse** (fig. 17 E-F).

3	**Cave pulite come uno specchio** Considerato che, come già spiegato, tutti i materiali dilavabili lasciati all'aperto comportano un elevato rischio di inquinamento delle sorgenti, **le misure preventive di gran lunga più importanti sono la scrupolosa pulizia quotidiana delle superfici di cava e la rimozione di tutti i cumuli di terre** (da stoccare in contenitori a tenuta e smaltire correttamente).
4	**Rivegetazione delle scarpate delle vie d'arroccamento** Considerate le ingenti quantità di terre riversate sulle scarpate delle vie d'arroccamento e vistosamente erose dalle piogge (fig. 4), è evidente che non basta tener pulite le cave: occorre anche proteggere tali scarpate dall'azione dilavante ed erosiva delle acque meteoriche. La soluzione più semplice ed efficace è la **rivegetazione erbacea e arbustiva delle scarpate, ricorrendo alle tecniche di ingegneria naturalistica**.

Istituire le zone di protezione delle sorgenti

Già il DPR 236/88 prescriveva alle Regioni l'istituzione delle aree di salvaguardia delle sorgenti (zone di tutela assoluta + zone di rispetto) e delle zone di protezione (ben più ampie, comprendenti le aree di ricarica della falda, le emergenze della falda e le zone di riserva). Tale prescrizione è stata ribadita dal D.Lgs. 152/99 e poi dal D.Lgs. 152/2006 (art. 94). Tuttavia, **a 25 anni di distanza, per l'acquifero carsico delle Apuane tali zone non sono ancora state individuate, né sono state adottate le conseguenti misure di destinazione del territorio e le limitazioni e prescrizioni alle attività produttive**.

Tenuto conto del complesso di conoscenze pregresse e degli studi più recenti (Guastaldi *et al.*, 2010; Baldi *et al.*, 2009; Rossetto *et al.* 2007; CGT, 2007) e considerate l'unitarietà dell'acquifero apuano e le connessioni multiple del reticolo carsico, sarebbe scientificamente arduo e poco appropriato istituire una zona di protezione per ogni sorgente. **La scelta più ragionevole è l'istituzione di una zona di protezione unica per tutte le sorgenti dell'acquifero carbonatico delle Apuane, prescrivendo a tutte le cave in essa comprese le misure di protezione sopra elencate** (Tab. 1 e 2).

Adottare subito le misure di protezione delle sorgenti

Oggi le misure di protezione delle sorgenti dalle attività di cava sono state adottate –solo parzialmente– dai Comuni di Carrara e di Massa, mediante ordinanza. Data l'unitarietà dell'acquifero e il concreto rischio che le sorgenti di un Comune siano inquinate da cave situate in altri Comuni, è evidente che la protezione delle sorgenti apuane non può essere demandata all'emanazione di un'ordinanza da parte di ogni singolo Comune.

È dunque necessario che la Regione Toscana si faccia direttamente carico di prescrivere a tutte le cave di marmo le misure di protezione delle sorgenti sopra proposte. Chiediamo perciò alla Regione che, ancor prima dell'istituzione della zona di protezione delle sorgenti (che dovrà porre vincoli e limitazioni anche agli altri insediamenti civili e industriali), colga l'occasione della revisione della L.R. 78/98 per introdurre e rendere operative fin da subito tali misure.

Marzo 2014
A cura di **Legambiente Toscana**

Bibliografia

Baldi B., Carloni A., Guastaldi E., Massa G., Perna M., Rossetto R., 2009. *Cartografia idrogeologica e caratterizzazione dei corpi idrici sotterranei carbonatici della Toscana Nord-occidentale (Alpi Apuane e bacino del F. Serchio)*. Associazione Italiana di Geologia Applicata e Ambientale (AIGA).

Bellini A., 1992a. *Inquinamento da idrocarburi delle sorgenti del gruppo di Torano (Acquedotto di Carrara)*. Relazione del consulente tecnico del P.M. – Pretura c/o Procura di Massa (procedimento n. 3134/91 A.R.).

Bellini A., 1992b. *Inquinamento da idrocarburi delle sorgenti "Polle del Cartaro" di Massa*. Relazione del consulente tecnico del P.M. – Pretura c/o Procura di Massa (procedimento n. 2586/91).

Cazzante S., Forti P., Micheli L., Piccini L., Pranzini G., 1988. *Carta delle grotte e delle sorgenti delle Alpi Apuane*. Gruppo Naz. per la difesa dalle catastrofi idrogeologiche. Firenze.

Ciacchini G., 2013. Le attività di ARPAT nei processi di coltivazione dei marmi e dei materiali lapidei. *ARPATnews* n. 264, 27 dic. 2013.

CGT, 2007. *Studio idrogeologico prototipale del corpo idrico sotterraneo significativo dell'acquifero carbonatico delle Alpi Apuane, Monti d'Oltre Serchio e Santa Maria del Giudice*. Rapporto sull'attività svolta per la Convenzione tra la Regione Toscana ed il Centro di GeoTecnologie dell'Università degli Studi di Siena.

CNR, 2002a. *Studio isotopico-idrodinamico delle principali sorgenti carsiche situate nel Comune di Carrara*. Relazione dello studio svolto dal CNR - Istituto di Geoscienze e Georisorse di Pisa (M. Mussi e M. Doveri; coll. G. Degl'Innocenti, G. Bruschi) nel periodo agosto 2000-maggio 2002; committente Comune di Carrara.

CNR, 2002b. *Studio, attraverso l'utilizzo di traccianti, volto a determinare eventuali connessioni idrauliche tra le aree estrattive inserite tra gli interventi di bonifica di interesse nazionale (L. 426/98) e le sorgenti del gruppo di Torano e Canalie. Relazione tecnica finale*. Consorzio Pisa Ricerche (R. Spandre); committente Comune di Carrara.

Comune di Carrara, 2002. Ordinanza n. 53845 del 16/2/2002.

Dazzi A., Dominici G., 2202. *Monitoraggio delle sorgenti Pizzutello, Pero sup., Ravenna e Carbonera attraverso l'immissione di spore di Lycopodium clavatum L. nel bacino marmifero di Calocara*.

Dazzi A., Taponecco C., 2002. *Monitoraggio delle sorgenti Pero sup. e Ravenna attraverso l'immissione di spore di Lycopodium clavatum L. nella cava "La Piana" n. 174*.

Drysdale R., Pierotti L., Piccini L., Baldacci F., 2001. Suspended sediments in karst spring waters near Massa (Tuscany), Italy. *Environmental Geology* 40: 1037-1050.

Guastaldi E., Baldi B., Carloni A., Pirro A., Ciulli A., Disperati L., Fantozzi P.L., Graziosi B., Giannetti L., Lucchese A., Marsico N., Bastone M.F., Minnillo M.C., 2010. Realizzazione della legenda e della carta idrogeologica e delle risorse idriche, derivata dal nuovo continuo geologico alla scala 1:10.000 della Regione Toscana. *Atti VIII Convegno Nazionale dei Giovani Ricercatori di Geologia Applicata*, Perugia: 98-100.

I.S.R. (Istituto di Studi e Ricerche), 2004. Identikit e linee di tendenza dello sviluppo socio-economico del Comune di Carrara. Contributo al Piano Strutturale.

Menconi M.E., Bruschi G., 2001. *Relazione sugli intorbidamenti della sorgente Carbonera verificatisi nell'estate 2001 e sulle indagini idrogeologiche eseguite nella cava n. 9 "Pratazzolo B" (bacino Pescina-Boccanaglia)*. Comune di Carrara.

Pranzini G., 1991. *Perizia di parte relativa all'inquinamento delle sorgenti di Torano*.

Regione Toscana, 1988. *Distribuzione delle grotte censite al 1987*. (Carta prodotta da Reg. Toscana e Federazione Speleologica Toscana).

Rossetto R., Baldi B., Perna M., Montinaro A., Carloni A., Carmignani L., 2007. Applicazioni GIS per la caratterizzazione del Corpo Idrico Sotterraneo Significativo delle Alpi Apuane (Toscana, Italia). *Giornale di Geologia Applicata*, 6 :A (44-45).

Sansoni G., Sacchetti P., Barabotti P.L., 1983. *Corsi d'acqua del litorale apuano. Effetti inquinanti della polvere di marmo*. Comunità Montana delle Apuane, Massa, 95 pp.

Sansoni G., 1991. *Impatto ambientale dell'industria lapidea apuana*. Convegno "Impatto ambientale nella lavorazione dei materiali lapidei: rumore - smaltimento fanghi", Fiera Marmomacchine '91, S. Ambrogio di Valpolicella, Verona, 23 sett. 1991, 34 pp.

Spandre R., 2001a. *Rapporto sulla prova eseguita il giorno 1 agosto 2001 con spore di Lycopodium sulla sorgente Carbonera*. Relazione al committente (Comune di Carrara).

Spandre R., 2001b. *Rapporto sulla prova eseguita il giorno 6 novembre con spore di Lycopodium sulla sorgente Carbonera*. Relazione al committente (Comune di Carrara).

Spandre R., 2002a. *Rapporto sulla prova eseguita il giorno 23 gennaio 2002 con spore di Lycopodium nella cava Ruggetta B*. Relazione al committente (Comune di Carrara).

Spandre R., 2002b. *Rapporto sulla prova eseguita il giorno 23 gennaio 2002 con spore di Lycopodium nella cava Crestola C*. Relazione al committente (Comune di Carrara).

Spandre R., 2002c. *Rapporto sulla prova eseguita il giorno 23 gennaio 2002 con spore di Lycopodium nella cava Piastriccioni C*. Relazione al committente (Comune di Carrara).

Fig. 1. **Sopra**: acque con marmettola sospesa. **Sotto**: acque con terre di cava e marmettola in sospensione.

F. Carrione, loc. Lugnola

F. Carrione, attraversamento di Carrara centro

Carrione, ramo di Colonnata.

Canale di Piastra (Torano)

Fig. 1. **Sopra**: acque con marmettola sospesa. **Sotto**: acque con terre di cava e marmettola in sospensione.

Fig. 2. Spessi strati di marmettola, fanghi e terre sulle superfici di cava.

Marmettola su piazzale

Marmettola in cava, solcata dagli pneumatici delle ruspe

Marmettola su piazzale (foto da calendario pubblicitario)

Marmettola e terre (foto da calendario pubblicitario)

Fanghi di marmettola

Terre su piazzale di cava

Fanghi di marmettola

Marmettola su piazzale

Vista dall'alto: marmettola e terre ovunque

Fanghi di marmettola e terre ovunque (foto da calendario)

Fanghi di marmettola

Fanghi di marmettola e terre

Fig. 2. Spessi strati di marmettola, fanghi e terre sulle superfici di cava.

Fig. 3. Cumuli di terre in cava, esposti al dilavamento meteorico.

Vagliatura di detriti e cumulo di terra all'aperto (Canalgrande)

Terre con profondi solchi d'erosione (Querciola, Colonnata)

Terre con profondi solchi d'erosione (Olmo, Colonnata)

Terre con profondi solchi d'erosione (frantoio Olmo)

Terre con solchi d'erosione meteorica (Campanili, Colonnata)

Terre esposte al dilavamento (Vara bassa)

Terre con profondi solchi d'erosione (Novella, Miseglia)

Fig. 3. Cumuli di terre in cava, esposti al dilavamento meteorico.

Fig. 4. Terre scaricate nei ravaneti e sulle scarpate delle vie d'arroccamento.

Campanili (Colonnata)

Cardellino: panorama (Colonnata)

Cardellino: dettaglio (Colonnata)

Gioia-Scalocchiella: panoramica (Colonnata)

Gioia: dettaglio (Colonnata)

Nuvolone di polveri da scarico detriti: cava Seccagna (Vallini)

Ravaneto Miseglia ovest (Calocara)

Carpevola (Miseglia)

Carpevola: dettaglio (Miseglia)

Calocara (Miseglia)

Belgia-Novella: panorama (Miseglia)

Belgia-Novella: dettaglio (Miseglia)

Ravaneto Finestra (Fantiscritti)

Ravaneto Pratazzolo (Boccanaglia)

Ravaneto Calacata (Calacata-Piastriccioni)

Pescina-Crestola, terre vecchie e fresche

Pescina-Crestola, scarico terre

Ravaneto Battaglino (Piastra)

Terre in Cava Facciata (Torano-Lorano)

Via arroccamento Bettogli (Torano-Piastra)

Cava La Madonna (Piastra)

Cava La Madonna: ruspa scarica terre (Piastra)

Cave Ravaccione (Torano)

Ravaneto Bettogli

Cardellino: dettaglio (Colonnata)

Fig. 4. Terre scaricate nei ravaneti e sulle scarpate delle vie d'arroccamento.

Fig. 5. Le piogge dilavano marmettola e terre trascinandole su versanti, strade ecc., fino ai corsi d'acqua.

Cascata terrosa ai piedi del ravaneto di Pescina-Crestola

Acque cariche di terre si riversano sulla strada dei Canaloni

Acque fangose invadono la strada dei Canaloni (Colonnata)

Acque fangose scese dai versanti invadono le strade

Sembra un torrente, ma è la strada che attraversa Miseglia!

Marmettola dilavata scorre sulla strada (Ponti di Vara)

Strada resa intransitabile da fango e detriti (Miseglia)

Fanghi su via comunale Piastra-Ravaccione dopo pioggia

Fantiscritti, piazzale turistico (souvenir) invaso da marmettola

Marmettola su strada (via Novella, Miseglia)

Marmettola su ponte (via Piastra, Torano)

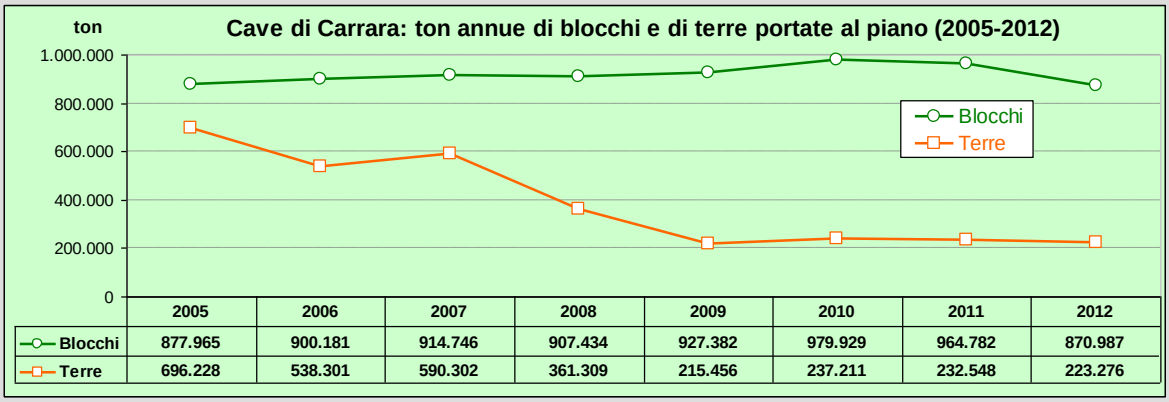
Terre miste a marmettola su asfalto (via Calacata)

Fanghi su via comunale Piastra-Ravaccione (Torano)

Ponti di Vara: invettiva contro cave che inquinano le sorgenti

↑ **Fig. 5**. Le piogge dilavano marmettola e terre trascinandole su versanti, strade ecc., fino ai corsi d'acqua.

Fig. 6. Quantitativi annui di blocchi di marmo e di terre portati al piano dalle cave di Carrara nel periodo 2005-2012.



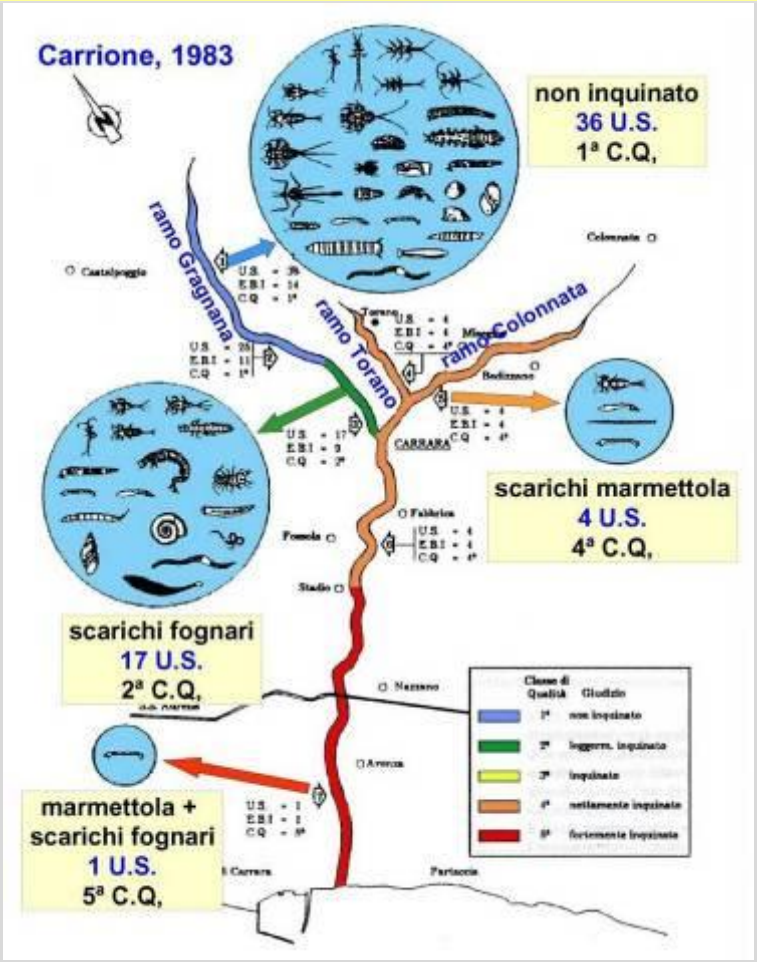
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Blocchi	877.965	900.181	914.746	907.434	927.382	979.929	964.782	870.987
Terre	696.228	538.301	590.302	361.309	215.456	237.211	232.548	223.276

Andamento annuo dei blocchi di marmo e delle terre trasportate al piano dalle cave di Carrara. I quantitativi di blocchi restano sostanzialmente costanti, mentre quelli di terre subiscono un forte calo. Considerato che è verosimile che il rapporto tra blocchi e terre realmente estratti dalle cave sia rimasto pressoché invariato negli anni, questi dati inducono a ritenere che grandi quantità di terre, nonostante l'obbligo di trasportarle a valle (pena il ritiro dell'autorizzazione), vengano smaltiti abusivamente nei ravaneti e sulle scarpate delle vie d'arroccamento (come evidente a tutti, anche a km di distanza: si veda la Fig. 4). Ammettendo che nel 2005 lo smaltimento abusivo fosse del tutto inesistente, **la stima delle terre oggi smaltite abusivamente al monte è di 472.952 t/anno** (differenza tra le 696.228 t del 2005 e le 223.276 t del 2012); più verosimilmente supera le 500.000 t/anno.

[Fonte dati: Comune di Carrara, settore marmo; elaborazione grafica e considerazioni: Legambiente Carrara].

Fig. 6. Quantitativi annui di blocchi di marmo e di terre portati al piano dalle cave di Carrara nel periodo 2005-2012.

Fig. 7. Impatto biologico della marmettola sul F. Carrione (Sansoni *et al.*, 1983).



Dei tre rami del Carrione, quello di Gragnana è interessato da scarichi fognari, mentre quelli di Torano e Colonnata sono inquinati da marmettola. Nel tratto superiore del ramo di Gragnana, non inquinato, vive una ricca comunità di macroinvertebrati (36 Unità Sistematiche) che si riduce a meno della metà (17 U.S.) nel tratto inferiore, a causa degli scarichi fognari (sono scomparse 19 U.S.). Ma nei rami inquinati da marmettola l'impatto è ben più drammatico: scompaiono 32 U.S. e ne sopravvivono solo 4 (ancora più a valle solo una). In sintesi, gli scarichi fognari inducono la scomparsa di 19 U.S. mentre a causa della marmettola ne scompaiono ben 32 (su 36). Con questa indagine, già 30 anni fa, è crollato definitivamente il mito dell'innocuità ambientale della marmettola (allora sostenuto per la sua assenza di tossicità diretta).

Fig. 7. Impatto biologico della marmettola sul F. Carrione (Sansoni *et al.*, 1983).

Fig. 8. F. Frigido, con elevata torbidità da marmettola

Sorgente del Frigido, con marmettola in sospensione

Frigido lattescente (foto dal Tirreno, 27/1/2014)

Frigido, zona di calma: letto coperto da fanghi di marmettola

Fig. 8. F. Frigido, con elevata torbidità da marmettola.

Fig. 9. Penetrazione delle acque nel sistema carsico: fratture, infiltrazione, scavo condotti, corsi d'acqua sotterranei.

Fratture nel marmo (vie d'infiltrazione acque)

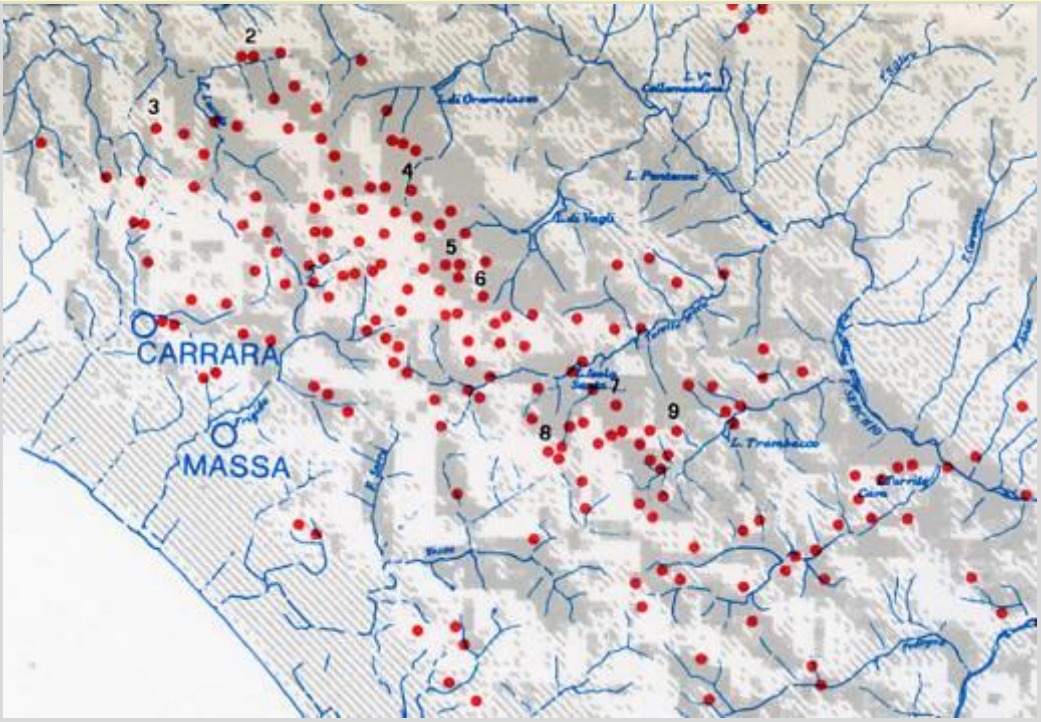
Frattura beante (via d'infiltrazione)

Cava in galleria: pioggia dalle venature idriche intercettate sul soffitto

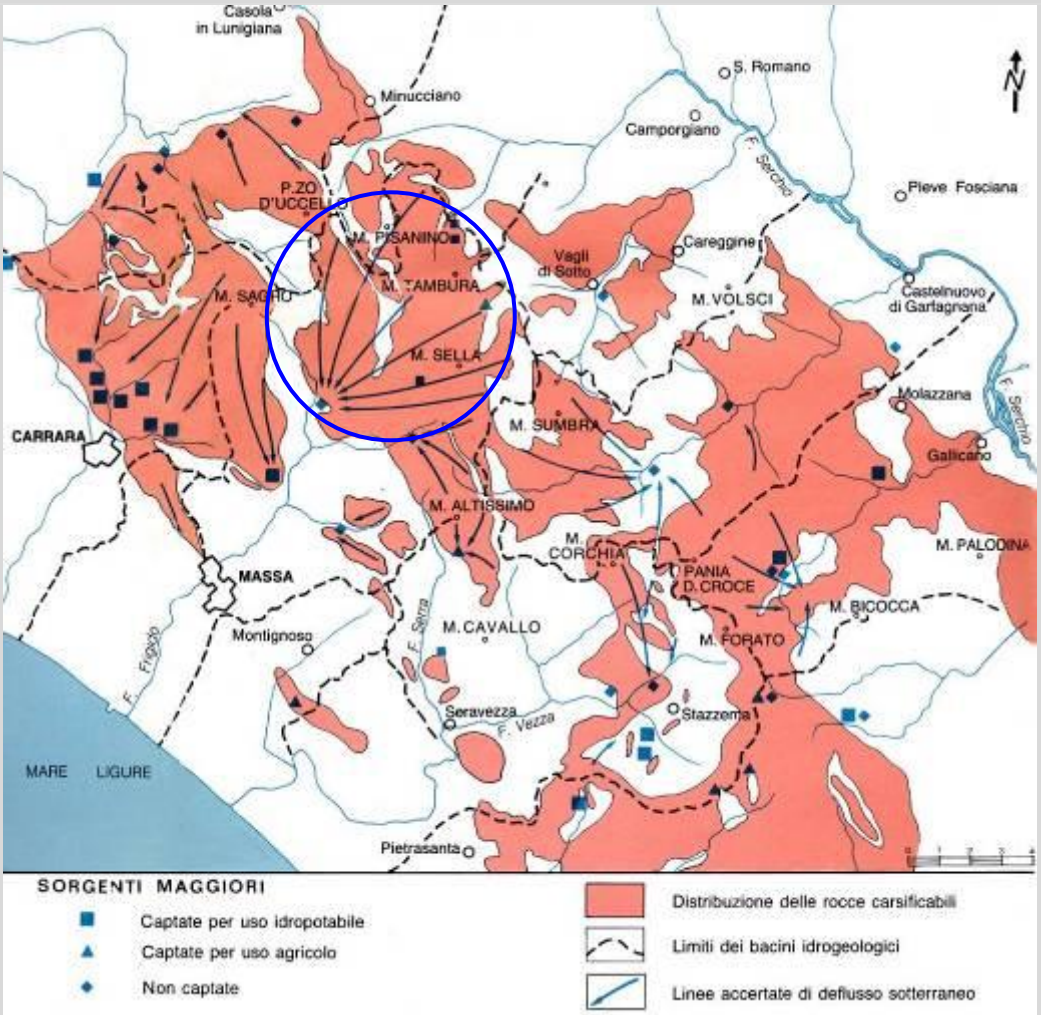
Antro Corchia: F. Vidal (foto F. Mantovani)

Fig. 9. Penetrazione delle acque nel sistema carsico: fratture, infiltrazione, scavo condotti, corsi d'acqua sotterranei.

Fig. 10. Grotte e fratture rendono le Apuane simili a un colabrodo: una sorgente può essere inquinata da un'area vastissima.



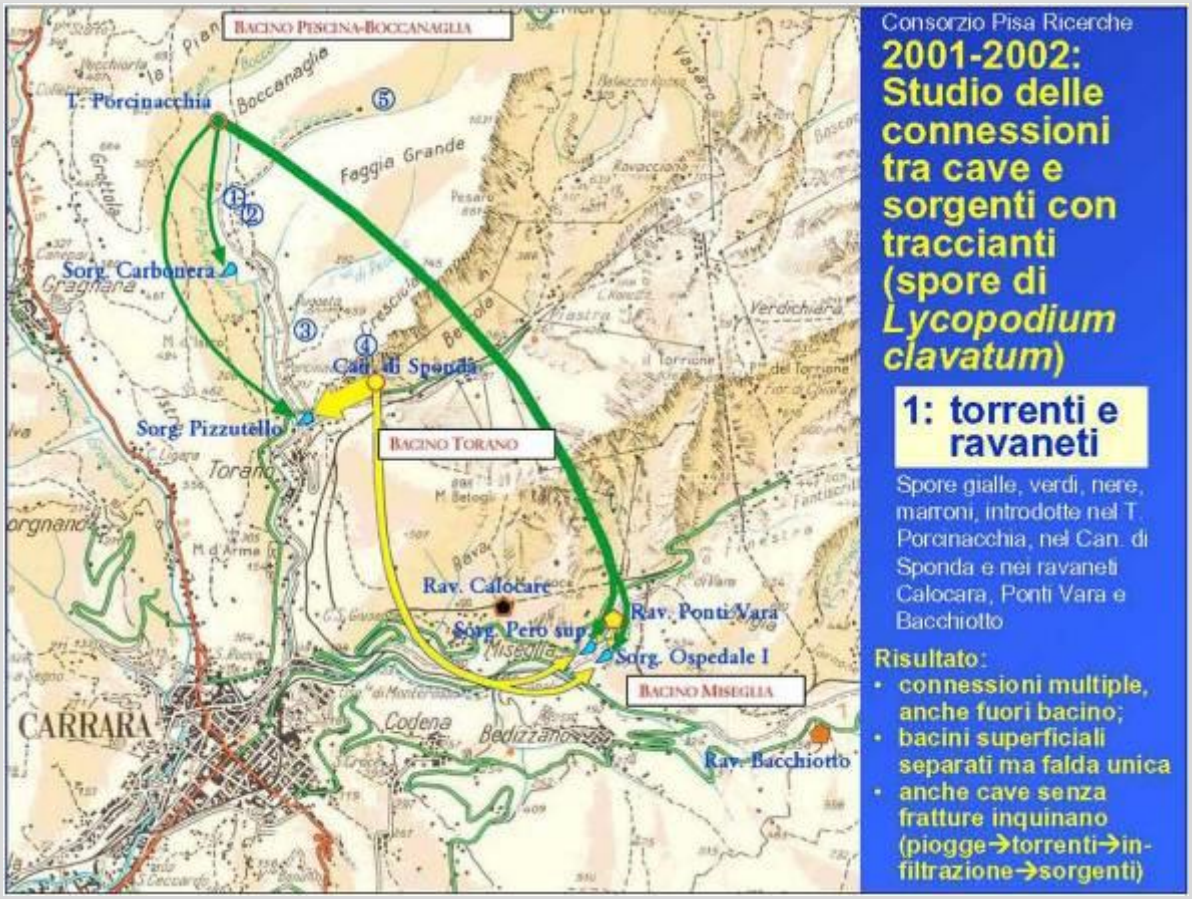
Stralcio della carta "Distribuzione delle grotte censite al 1987" (Regione Toscana, 1988)



Linee di deflusso sotterraneo: il cerchio mostra quanto sia ampia l'area che può inquinare la sorgente del Frigido (Cazzante *et al.*, 1988)

Fig. 10. Grotte e fratture rendono le Apuane simili a un colabrodo: una sorgente può essere inquinata da un'area vastissima.

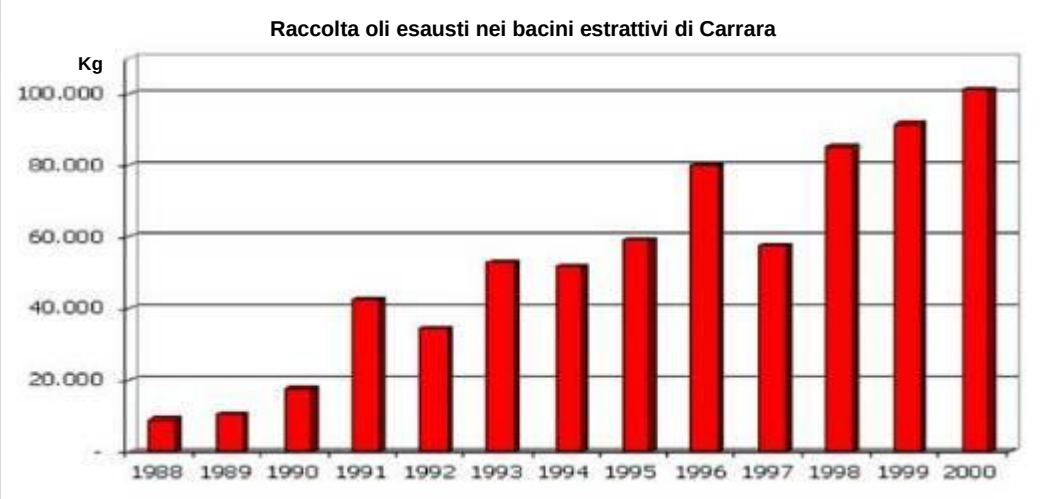
Fig. 11. Esempio di uno studio delle connessioni con le sorgenti, mediante spore di licopodio colorate (CNR, 2002b).



Spore verdi immesse nel T. Porcinacchia riemergono in due sorgenti (Carbonera e Pizzutello) appartenenti allo stesso bacino e –passando al di sotto di due rilievi montuosi– in altre due sorgenti (Pero superiore e Ospedale I) situate nel bacino di Miseglia. Spore gialle immesse nel Canale di Sponda riemergono nella sorgente Pizzutello e nelle stesse due sorgenti di Miseglia. La sorgente Pero superiore, oltreché dall'alveo dei due corsi d'acqua, è soggetta all'inquinamento dal ravaneto Ponti di Vara. Spore immesse nei ravaneti Calocara (nere) e Bacchiotto (marroni), invece, non sono state ritrovate nelle sorgenti indagate; ciò non desta sorpresa, poiché il ravaneto Calocara è alla stessa quota delle sorgenti, mentre il Bacchiotto scarica nel Carrione (che passa vicino alle sorgenti, ma a quote più basse).

Fig. 11. Esempio di uno studio delle connessioni con le sorgenti, mediante spore di licopodio colorate (CNR, 2002b).

Fig. 12. Andamento annuo dei quantitativi di oli esausti riconsegnati.



Il grafico documenta sia l'inadempienza generalizzata (negli anni a cavallo del '90), da parte delle cave, dell'obbligo di recupero e riconsegna degli oli esausti sia, negli anni successivi, il loro progressivo adeguamento. Anche i dati dal 2000 al 2013 (in corso di elaborazione) conducono alla convinzione che oggi tutte le cave del Comune di Carrara riconsegnino interamente gli oli esausti. Dati Comune Carrara, elaboraz. Ambiente Italia (S.I.R., 2004).

Fig. 12. Andamento annuo dei quantitativi di oli esausti riconsegnati.

Fig. 13. Modalità scorrette di manutenzione dei mezzi meccanici comportano seri rischi d'inquinamento.

Manutenzione scorretta: terreno intriso di oli

Manutenzione scorretta: terreno intriso di oli

Fig. 13. Modalità scorrette di manutenzione dei mezzi meccanici comportano seri rischi d'inquinamento.

Fig. 14. Oli: esempi di modalità di gestione ad elevato rischio di inquinamento (A→C) e modalità corrette (D).

Stoccaggio oli senza accorgimenti di prevenzione da perdite

Fusti con residui di oli esausti lasciati all'aperto

Rifornimento rudimentale: terreno intriso d'olio vergine

Serbatoio oli esausti in vasca di contenimento perdite

Fig. 14. Oli: esempi di modalità di gestione ad elevato rischio di inquinamento (A→C) e modalità corrette (D).

Fig. 15. Rifornimento carburanti (gasolio): esempi scorretti (A→C) e corretto (D).

Serbatoio all'aperto, terreno intriso di gasolio

Rifornimento rudimentale, chiazze gasolio

Serbatoio all'aperto, terreno intriso di gasolio

Moderni serbatoi di gasolio, in contenitore a prova di perdite

Fig. 15. Rifornimento carburanti (gasolio): esempi scorretti (A→C) e corretto (D).

Fig. 16. Il cordolo in terra o marmettola non è certo il miglior sistema per contenere le acque di taglio.

Cordolo n terra (solitamente è molto più basso)

Fanghi di marmettola si disperdono dal cordolo aperto (frecce)

Pompa sommersa e cordolo inadeguato (frecce)

Tagliatrice a filo diamantato: marmettola dispersa ovunque

Tagliatrice a filo diamantato: marmettola dispersa ovunque

Sacchi per barriere antialluvione

Fig. 16. Il cordolo in terra o marmettola non è certo il miglior sistema per contenere le acque di taglio.

Fig. 17. Trattamento delle acque di taglio: sistemi inadeguati (A-D) e sistemi proposti (E-F).

Filtri a sacco: sistema rudimentale, marmettola dispersa

Filtri a sacco: sistema rudimentale, marmettola dispersa

Filtri a sacco: sistema rudimentale, marmettola dispersa

Cavità di cava utilizzata come vasca di sedimentazione

Esempio di trattamento più efficiente: sedimentatore

Esempio di trattamento più efficiente: filtropressa

Fig. 17. Trattamento delle acque di taglio: sistemi inadeguati (A-D) e sistemi proposti (E-F).