

IL PROGETTO REGIONALE PIETRE VERDI



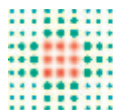
LE OFIOLITI, LA LORO ESTRAZIONE
E IL PROBLEMA AMIANTO

IL PROGETTO REGIONALE PIETRE VERDI



LE OFIOLITI, LA LORO ESTRAZIONE
E IL PROBLEMA AMIANTO

In collaborazione con:



SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA



**PROVINCIA
DI PIACENZA**



**PROVINCIA
DI PARMA**



**PROVINCIA
DI REGGIO EMILIA**



**PROVINCIA
DI MODENA**

Si ringraziano per la preziosa collaborazione fornita:

il Prof. Giampiero Venturelli

Dipartimento di Scienze della Terra - Università di Parma

la Prof.ssa Cecilia Viti

Dipartimento di Scienze della Terra - Università di Siena

il Dott. Antonio Romanelli

Registro Mesoteliomi della Regione Emilia-Romagna

*Un ringraziamento particolare, per la disponibilità dimostrata,
va alle Ditte esercenti le attività estrattive oggetto del presente lavoro.*

*COORDINAMENTO
E IMPOSTAZIONE GENERALE*

Orietta Sala
*ARPA Reggio Emilia
Dipartimento Tecnico:
Eccellenza Amianto, Polveri
e Fibre*

Maria Riefolo
*Regione Emilia-Romagna
Servizio Sanità Pubblica*

Massimo Romagnoli
*Regione Emilia-Romagna
Servizio Pianificazione di Bacino
e della Costa*

Annarita Rizzati
*Regione Emilia-Romagna
Servizio Pianificazione di Bacino
e della Costa*

DISEGNI, FIGURE, TABELLE

ove non altrimenti indicato si devono considerare parte integrante dei corrispondenti testi

TESTI A CURA DI

Orietta Sala
*ARPA Reggio Emilia
Dipartimento Tecnico:
Eccellenza Amianto, Polveri
e Fibre*

Pietro Boggio
*Provincia di Parma
Servizio Ambiente*

Andrea Pelosio
*Provincia di Parma
Servizio Programmazione
e Pianificazione Territoriale*

Francesco Magnani
*Azienda Unità Sanitaria Locale
Servizio PSAL Parma*

Guido Tirelli
*Azienda Unità Sanitaria Locale
Servizio IP Reggio Emilia*

Anna Ricchi
*Azienda Unità Sanitaria Locale
Servizio PSAL Modena*

GRUPPO DI LAVORO

Orietta Sala
Tiziana Bacci
Giovanni Pecchini
Emilio Renna
ARPA Reggio Emilia
Dipartimento Tecnico:
Eccellenza Amianto, Polveri
e Fibre

Maria Riefolo
Regione Emilia-Romagna

Anna Bosi
Azienda Unità Sanitaria Locale
Piacenza

Francesco Magnani
Cinzia Gerbelli
Azienda Unità Sanitaria Locale
Parma

Guido Tirelli
William Montorsi
Azienda Unità Sanitaria Locale
Reggio Emilia

Anna Ricchi
Azienda Unità Sanitaria Locale
Modena

Maurizio Aiuola
Barbara Casoli
Provincia Reggio Emilia

Giorgio Barelli
Liliana Ronconi
Provincia Modena

Pietro Boggio
Andrea Pelosio
Provincia Parma

Giuseppe Bongiorno
Fabio Panizzari
Provincia Piacenza

Elisabetta Foresti
Giorgio Lesci
Università di Bologna
Dipartimento di Chimica
“G. Ciamician”

FOTOGRAFIE

ove non altrimenti indicato
archivio ARPA Reggio Emilia

PROGETTO GRAFICO *E REALIZZAZIONE EDITORIALE*

Studio Gramma - Bologna

IMPAGINAZIONE

InAuge - Bologna

© 2004 Regione Emilia-Romagna

Stampato su carta TCF conforme alla norma PTS, prodotta con fibre primarie provenienti da foreste permanenti, ai sensi delle leggi e delle normative in materia ambientale. Controllo qualità conforme alla norma ISO 9001. ECO-audit conforme alla norma ISO 14001.



INDICE

PRESENTAZIONE	pag. XI
INTRODUZIONE	pag. XIII
1 LE OFIOLITI, CENNI DI GEOLOGIA E PETROGRAFIA	pag. 1
2 IL PROGETTO REGIONALE	pag. 9
2.1. LE PIETRE VERDI NELLA REALTÀ DELL'APPENNINO EMILIANO	pag. 9
2.2. IL PROGETTO REGIONALE PIETRE VERDI	pag. 17
2.2.1. SINTESI DEL LAVORO SVOLTO	pag. 19
3 L'ATTIVITÀ ESTRATTIVA NELLE CAVE DI OFIOLITI	pag. 21
4 PROCEDIMENTI ANALITICI	PAG. 29
4.1. PREMessa	pag. 29
4.2. ANALISI DEL PIETRISCO DI CAVA: MATERIALI E METODI	pag. 35
4.2.1. MICROSCOPIA OTTICA IN LUCE POLARIZZATA (MOLP): RISULTATI E CONSIDERAZIONI	pag. 39
4.2.2. MICROSCOPIA ELETTRONICA A SCANSIONE (SEM) - ANALISI QUANTITATIVA: VALUTAZIONE DEL RILASCIO DI FIBRE DI AMIANTO	pag. 41
4.2.2.1. MATERIALI E METODI	pag. 41
4.2.2.2. RISULTATI E CONSIDERAZIONI	pag. 43
4.3. FIBRE DI AMIANTO AERODISPERSE	pag. 45
4.3.1. MATERIALI E METODI	pag. 45
4.3.2. RISULTATI E CONSIDERAZIONI	pag. 46
5 RILEVANZA SANITARIA DEGLI AFFIORAMENTI DI PIETRE VERDI	pag. 51
6 CONCLUSIONI E PROPOSTE	pag. 57
ALLEGATI	
SCHEDE DI DETTAGLIO	pag. 63
RIFERIMENTI NORMATIVI	pag. 111
BREVI CENNI SUI PRINCIPALI METODI ANALITICI IMPIEGATI NELL'ANALISI DEGLI AMIANTI	pag. 123
1. METODI OTTICI	pag. 125
1.1 TECNICHE DI MICROSCOPIA OTTICA	pag. 125
2. MICROSCOPIA ELETTRONICA	pag. 130
3. DIFFRAZIONE A RAGGI X	pag. 131
4. SPETTROSCOPIA ALL'INFRAROSSO	PAG. 134
5. CONFRONTO FRA METODI: DIFFRATTOMETRIA A RAGGI X E SPETTROSCOPIA ALL'INFRAROSSO	pag. 135
BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE	pag. 137

PRESENTAZIONE

Questo volume rappresenta il risultato del lavoro svolto da un gruppo interdisciplinare di tecnici e funzionari di diversi Enti, che hanno analizzato gli aspetti più rilevanti correlati alle cave di ofioliti presenti nel territorio regionale.

Le ofioliti, indicate anche con il termine pietre verdi per il loro colore caratteristico, possono contenere amianto e costituiscono una associazione di rocce di origine magmatica affioranti nel territorio emiliano-romagnolo.

Fin dai tempi più antichi, le rocce ofiolitiche sono state utilizzate come materiali naturali da costruzione per la loro straordinaria resistenza, durabilità e varietà di aspetto e colorazione.

Con il “Piano di protezione dall’amianto” adottato con delibera del Consiglio Regionale n. 497 dell’11 dicembre 1996, la Regione Emilia-Romagna ha affidato all’ARPA (Agenzia Regionale per la Prevenzione e l’Ambiente) di Reggio Emilia il compito di censire i siti estrattivi di “pietre verdi”.

Il primo censimento dei siti ofiolitici è stato effettuato nel 1997 ed ha consentito di individuare le cave di ofioliti che interessano le Province di Modena, Reggio Emilia, Parma e Piacenza.

In seguito, si è ritenuto utile procedere ad un puntuale aggiornamento del censimento attraverso la verifica diretta dello stato delle attività estrattive delle ofioliti ed il prelievo e l’analisi di campioni di materiali al fine di determinare l’entità della presenza di amianto costituendo, nel corso del 2001, uno specifico gruppo tecnico, composto da rappresentanti degli Assessorati Regionali alla Sanità ed alla Difesa del Suolo e della Costa - Protezione Civile, dell’ARPA, delle Amministrazioni Provinciali, delle Aziende USL di Modena, Reggio Emilia, Parma e Piacenza e dell’Università di Bologna.

L’obiettivo principale raggiunto dal progetto regionale è stato pertanto la caratterizzazione del comparto estrattivo delle ofioliti in funzione del contenuto in amianto, in relazione sia alle modalità estrattive sia di utilizzo dei materiali, e la determinazione del potenziale rischio indotto ai lavoratori ed all’ambiente naturale circostante.


I risultati che emergono dal report, soprattutto sulla base dei dati analitici di mortalità per Mesotelioma forniti dal Registro Mesoteliomi della Regione Emilia-Romagna, gestito dal Dipartimento di Sanità Pubblica

di Reggio Emilia, e dall'esame degli studi di mortalità per Mesotelioma effettuati dall'Istituto Superiore di Sanità e dallo studio AMOS svolto dal CNR, dimostrano come nelle popolazioni di aree in cui sono utilizzate pietre verdi non vi siano evidenze di danno da esposizione rilevante ad amianto.

Riteniamo che il presente volume costituisca un contributo importante per gli operatori ed i lavoratori del settore, le Amministrazioni pubbliche e gli operatori impegnati nelle attività di tutela della salute nei luoghi di vita e di lavoro e nelle azioni di protezione e valorizzazione del contesto ambientale.



Giovanni Bissoni
Assessore alla Sanità



Prof. Marioluigi Bruschini
*Assessore Difesa del Suolo e della Costa
Protezione Civile*

INTRODUZIONE

La Regione Emilia-Romagna, affidando alla Sezione Provinciale ARPA di Reggio Emilia il compito di censire i siti estrattivi di pietre verdi che interessano le Province di Parma, Piacenza, Reggio Emilia e Modena nell'ambito del "Piano di protezione dall'amianto", ha consentito di effettuare un ulteriore passo avanti nella direzione dello sviluppo della mission e degli assetti organizzativi della nostra Agenzia.

Nel progetto regionale si ritrovano tutti i tratti caratteristici che connotano l'attività di ARPA: la multireferenzialità dei soggetti in campo, il sistema relazionale con Istituzioni e Servizi pubblici e con Enti di ricerca, che consentono di creare sinergie e sviluppo delle attività di supporto tecnico-scientifico, l'attenzione all'implementazione del sistema informativo ambientale e ai rapporti di collaborazione/integrazione con i Servizi Sanitari delle Aziende USL, le attività di supporto alla pianificazione settoriale.

Con ciò trovano conferma e concreta applicazione le scelte strategiche di ARPA Emilia-Romagna, che ha individuato nel sistema a rete dei propri nodi operativi (Sezioni Provinciali, Strutture Tematiche) e nel sistema delle Eccellenze assegnate a livello provinciale le leve fondamentali per dare risposta alle complesse domande e ai bisogni espressi dalla realtà regionale.

Le considerazioni appena svolte sono scandite dall'attività del gruppo di progetto, coordinato operativamente da un nostro tecnico, Orietta Sala, che si è avvalso della collaborazione dei rappresentanti dell'Assessorato Regionale della Sanità, dell'Assessorato Difesa del Suolo e della Costa-Protezione Civile, dei referenti dei Dipartimenti di Sanità Pubblica, dei geologi delle quattro Province, oltre che del supporto del Dipartimento di Chimica dell'Università di Bologna e del nostro Dipartimento Tecnico di Reggio Emilia.

Si è potuta pertanto sviluppare un'importante attività di standardizzazione delle metodologie di indagine a livello territoriale e per il controllo analitico degli impatti ambientali e della eventuale presenza dell'amianto nei minerali campionati.

L'indagine, sul piano tecnico-scientifico, ha consentito di realizzare sinergie con un progetto di ricerca dell'ISPELS, ancora in corso di esecuzione.

Sul versante delle valutazioni, riguardanti l'esposizione dei lavoratori addetti all'attività di escavazione e della popolazione residente, pare opportuno sottolineare l'intensa collaborazione con i referenti dei Dipartimenti di Sanità Pubblica e il coinvolgimento del COR Emilia-Romagna (Centro Operativo Regionale) del Registro Nazionale Mesoteliomi.

Il rapporto finale, per il quale si ringraziano tutti gli Autori, dovrebbe, nelle nostre intenzioni, essere di utilità per coloro che sono deputati ad assumere decisioni in materia di pianificazione territoriale e per chi opera nel campo della tutela della salute pubblica e dei lavoratori.



Edolo Minarelli
Direttore Generale
ARPA Emilia - Romagna

1 LE OFIOLITI, CENNI DI GEOLOGIA E PETROGRAFIA

Gran parte di ciò che conosciamo sul passato geologico si basa essenzialmente sull'osservazione dei fenomeni che accadono attualmente sulla Terra. Solo alla luce di questo principio, comunemente conosciuto come “attualismo”, è possibile comprendere e spiegare la maggior parte dei fenomeni geologici che rappresentano la storia passata della Terra.

Un esempio concreto dell'applicazione di tale principio riguarda proprio le rocce oggetto di questo studio: infatti, prima delle grandi campagne oceanografiche e dell'avvento della teoria della “tettonica delle placche”, non si riusciva a giustificare, da parte dei geologi, la presenza in aree continentali di insolite associazioni rocciose, costituite da sedimenti di mare profondo (diaspri, selci, argille), lave basaltiche di ambiente sottomarino e rocce ignee ricche di minerali ferrosi (ultramafiti).

Tali associazioni sono note come **ofioliti**, nome che deriva dal greco οφίς (ophis) serpente e λίθος (lithos) roccia: “roccia dall'aspetto di serpente” per la particolare struttura e colore che, con un po' di fantasia, può ricordare la pelle di serpente.

In seguito, sulla base delle ricerche oceanografiche effettuate negli ultimi decenni, dei dati ottenuti per mezzo di batiscafi, dragaggi dei fondali marini, perforazioni di mare profondo ed esplorazione geofisica, si sono potute interpretare queste successioni come frammenti di una antica crosta oceanica, formatasi originariamente negli abissi marini. A causa delle spinte tettoniche generate dalla collisione tra le placche, avvenute in passato e tuttora in atto, tale crosta oceanica è stata trasportata dall'espansione dei fondi oceanici e sollevata sopra il livello del mare fino a formare, in alcuni casi, la sommità di alcuni importanti rilievi montuosi sia sugli Appennini che sulle Alpi.

Per meglio comprendere la genesi delle ofioliti è necessario quindi partire da lontano e fare un breve accenno alla teoria della “tettonica delle placche”, che si riallaccia all'ipotesi della “deriva dei continenti”, formulata nel 1915 dal geofisico tedesco Alfred Wegener e perfezionata da altri autori nei decenni seguenti (fig. 1).

Secondo questa teoria la crosta terrestre è suddivisa in *placche*, intese come immensi *zatteroni* con comportamento rigido che “galleggiano” e si spostano reciprocamente su una zona sottostante a comportamento plastico e parzialmente fusa definita *astenosfera*.

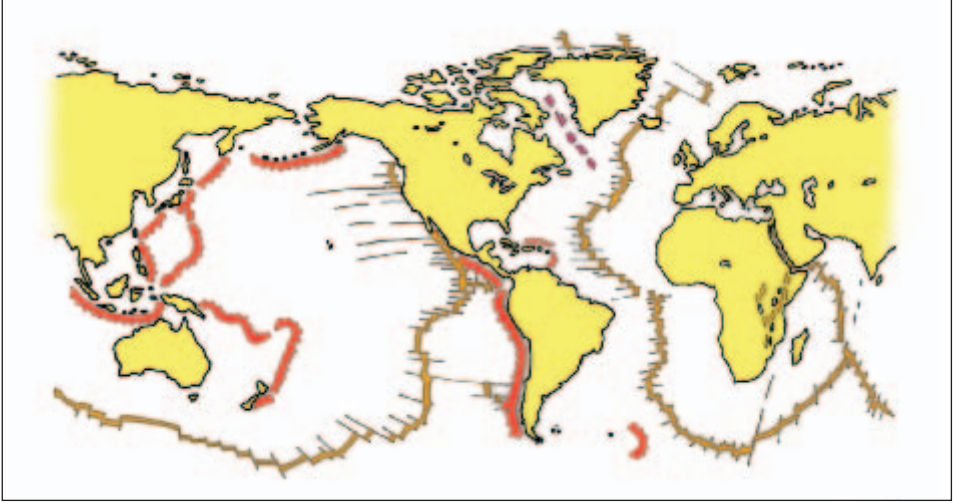


Fig. 1 – Tettonica delle placche: individuazione schematica delle principali dorsali oceaniche e zone di subduzione.

I materiali che formano le placche hanno origine nelle zone stesse in cui queste si separano (dorsali oceaniche) e vengono “riciclati” nelle aree in cui le placche entrano in collisione (margini attivi), in un processo continuo di

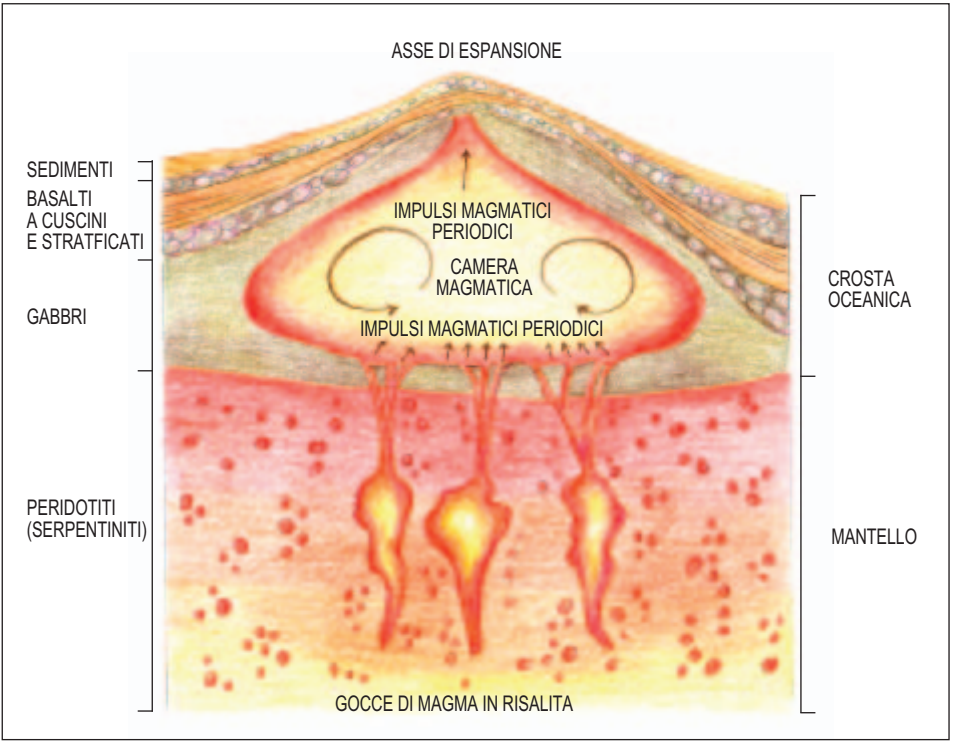


Fig. 2 – Sezione schematica di una dorsale oceanica e di una successione ofiolitica tipo.

creazione e distruzione. La teoria della “tettonica delle placche” descrive il movimento di queste grandi strutture litosferiche, cercando di spiegare quelli che sono i meccanismi e le forze responsabili di tali movimenti.

In questo senso, tale teoria rappresenta un modello concettuale che fornisce la giustificazione della maggior parte dei fenomeni geologici osservabili sulla Terra, tra cui la genesi e l’evoluzione delle rocce di associazione ofiolitica. Quando le placche si separano, la parte superiore dell’astenosfera risale ed incomincia a fondere formando magmi silicatici (fig. 2). Attraverso il complesso sistema di fratture che caratterizzano le dorsali oceaniche, questi magmi possono fuoriuscire a diretto contatto con l’acqua marina, solidificandosi in breve tempo sotto forma di basalti. Il raffreddamento estremamente rapido a contatto con l’acqua del mare fa sì che la roccia si solidifichi con una tipica struttura detta a “cuscino” (“pillow lava”: si vedano in proposito gli affioramenti di Rossena - RE, particolarmente significativi).



Foto 1 – Basalti in pillows di Rossena
(Comune di Canossa, RE)



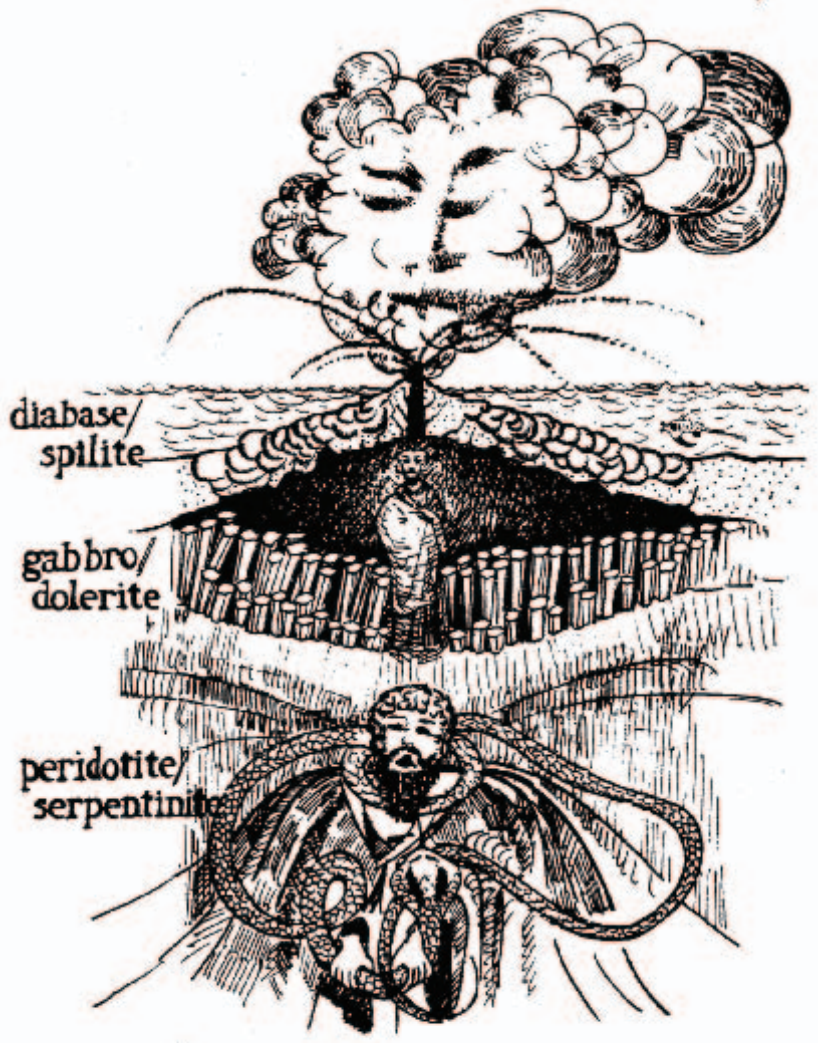
Foto 2 – Basalti in pillows di Rossena, particolare
(Comune di Canossa, RE)

Quando invece la solidificazione non avviene in superficie, i tempi più lunghi di raffreddamento consentono al magma di cristallizzarsi, dando origine ai gabbri. Contemporaneamente, all’interno della camera magmatica, iniziano a cristallizzare i minerali più densi, ricchi in magnesio come olivina e pirosseni, che andranno a formare le rocce ultramafiche, che rappresentano il litotipo fondamentale dell’associazione ofiolitica.

Infine, sopra a tutta la successione, si andrà a depositare un manto di sedimenti di mare profondo costituito da argille, diaspri e selci.

Part I. What is an Ophiolite?

the Steinmann trinity.



Coleman R.G. (1977): Ophiolites - Springer Ed., Heidelberg, 229 pp.

Fig. 3 - "Trinità di Steinmann" così chiamata dal nome dello studioso che per primo sottolineò nel 1927 la peculiarità delle associazioni ofiolitiche alpine, per la presenza di sedimenti di mare profondo (diaspri, calcari pelagici ecc.), rocce di origine vulcanica con particolari caratteri strutturali (basalti in pillows) e rocce ultramafiche (da R.E.R., 93).

La dorsale oceanica, oltre ad essere il luogo di formazione della crosta oceanica, è anche il luogo in cui, a causa della forte interazione di queste rocce con l'acqua marina, avvengono fenomeni di trasformazioni mineralogiche, che rivestono grande importanza sia per la formazione di giacimenti metalliferi, sia per la formazione dei minerali genericamente definiti **amianto**.

Le ofioliti dell'Appennino settentrionale e delle Alpi rappresentano quindi porzioni residuali di un'antica crosta oceanica, testimoni dell'antica Tetide (così viene denominato l'oceano che separava la placca euro-asiatica da quella africana), risalente ad un'epoca tra i 140 ed i 170 milioni di anni fa (Giurassico), successivamente inglobata nel castello orogenetico che ha dato origine alla catena appenninica (fig. 4).

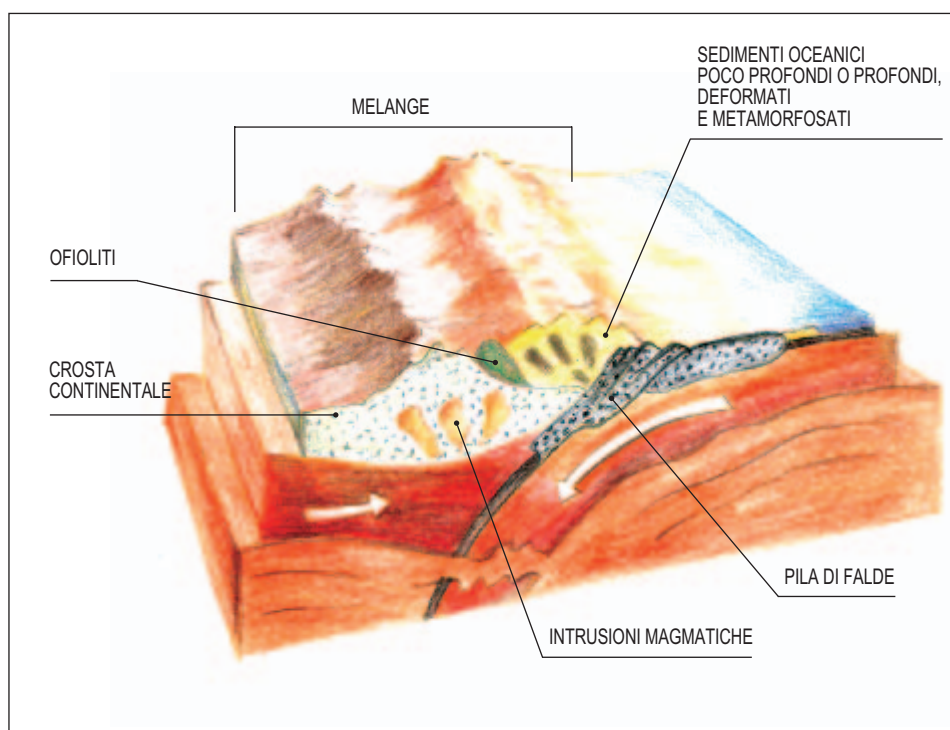


Fig. 4 – Tettonica delle placche: modello schematico di una zona di subduzione tipo, con formazione di una catena montuosa.

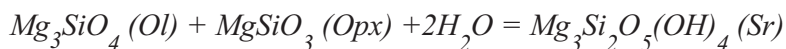
Come accennato in precedenza, dal punto di vista petrografico, le ofioliti sono essenzialmente costituite da associazioni di rocce magmatiche basiche e ultrabasiche, più o meno alterate (serpentinizzate e/o metamorfosate) e fratturate, dalle tipiche colorazioni scuro-verdastre, da cui deriva anche il nome di **pietre verdi**; la maggior parte degli affioramenti sono rappresentati da ultramafiti e basalti alterati (diabasi e gabbri), talora associati a diaspri (rocce sedimentarie di origine silicea).

Le ultramafiti (dette anche peridotiti) costituiscono un litotipo fondamentale nelle ofioliti: esse sono l'oggetto di questo studio, sia per la composizione mineralogica tipica di queste rocce, sia per la rilevanza degli affioramenti presenti nell'Appennino emiliano occidentale.

A fine volume, si allega una carta schematica regionale degli affioramenti ofiolitici.

Prima di subire processi di trasformazione sul fondo oceanico (serpentinizzazione) e durante i processi orogenetici (fase di formazione delle catene montuose), le ultramafiti erano costituite fundamentalmente dai seguenti minerali: *olivina* in una percentuale che si aggira intorno al 60% in volume, *ortopirosseno* (circa 25%), *clinopirosseno* (circa 10%), *spinello* (3%) ed *altri minerali* accessori (2%).

I processi metamorfici che si sono verificati sia nei fondali oceanici che nelle fasi di costituzione della catena montuosa hanno modificato questo assetto mineralogico, generando minerali idrati del gruppo del serpentino (Sr) a spese dell'olivina (Ol) e dell'ortopirosseno (Opx) secondo la seguente reazione metamorfica:



Va sottolineato che le ultramafiti sono generalmente rappresentate da peridotiti variamente serpentinizzate fino a dar luogo a vere e proprie "serpentiniti" (rocce composte prevalentemente da minerali del gruppo del serpentino). I serpentini sono dei fillosilicati che possono presentarsi sotto forma lamellare o fibrosa.

Tra i politipi più comuni nei serpentini dell'Appennino settentrionale, la *lizardite* è di gran lunga la predominante, mentre il *crisotilo* e l'*antigorite* sono accessori e presenti soprattutto in sottili vene. La lizardite è di tipo lamellare, mentre il crisotilo si presenta in forma fibrosa. Per cristalli fibrosi si intendono quelli che cristallizzano formando molteplici fibre lunghe e sottili, che sono sostanzialmente aggregati di lunghi aghi. Il termine amianto o "asbesto" è un nome generico per designare un gruppo di silicati con abito fibroso.

La presenza di amianto crisotilo in queste rocce è ampiamente conosciuta e descritta in letteratura. È tuttavia estremamente difficile la determinazione delle percentuali in volume di tale minerale, anche se è assodato che si tratta di quantitativi estremamente bassi.

Le indagini svolte in questo studio hanno sostanzialmente confermato questo dato, evidenziando la presenza di minerali fibrosi principalmente come riempimento delle zone di frattura che si irradiano in tutta la massa delle rocce serpentinitiche. Le sottili venature di questo minerale presentano

una microstruttura con le fibre disposte perpendicolarmente alle pareti della frattura. Si è evidenziato inoltre che la presenza di crisotilo assume una maggior rilevanza in quegli ammassi rocciosi che si presentano maggiormente tettonizzati e brecciati.



Foto 3 – Esempio delle strutture e fratture tipiche delle ofioliti (Borgo Val di Taro, PR)



Foto 4 – Esempio delle strutture e fratture tipiche delle ofioliti (Terenzo, PR)

A tale proposito, va segnalato che esiste anche una forma di amianto quale politipo fibroso dell'anfibolo, noto col nome di *tremolite*. Anche questo minerale è presente nelle ultramafiti dell'Appennino settentrionale, pur trattandosi di un elemento piuttosto raro, in considerazione della bassa temperatura necessaria per la sua formazione.



Foto 5 – Veduta di cava (S. Maria del Taro, PR)



Foto 6 – Veduta di cava (Valmozzola, PR)

2 IL PROGETTO REGIONALE

2.1. LE PIETRE VERDI NELLA REALTÀ DELL'APPENNINO EMILIANO

I motivi di interesse verso gli affioramenti ofiolitici, per la loro natura petrografica e la tipica selettività morfologica, sono molti e differenziati, spaziando da quelli economici a quelli naturalistici.

Aspetti economici

La natura litologica delle ofioliti (sempre caratterizzate da fratturazioni più o meno marcate) e la loro composizione mineralogica (rocce ricche di minerali ferrosi) le rendono particolarmente resistenti agli agenti erosivi e quindi molto ricercate e utilizzate nell'industria edilizia e nel campo delle infrastrutture, in sostituzione agli inerti pregiati (ghiaie e sabbie di origine alluvionale).



Foto 7 – Esempio di pavimentazione (Reggio Emilia)



Foto 8 – Esempio di pavimentazione (Compiano, PR)

Di seguito si riportano alcune delle loro principali caratteristiche fisico-meccaniche, determinate sulla base di prove di laboratorio:

- peso di volume medio = $2,50 \text{ g/cm}^3$;
- peso specifico medio = $2,70 \text{ g/cm}^3$;
- carico di rottura medio (allo stato naturale) = 1.300 Kg/cm^2 ;
- carico di rottura medio (dopo gelività) = 1.000 Kg/cm^2 ;
- usura media (per attrito radente) = 5 mm.

Dal punto di vista estrattivo, le ofioliti sono pertanto materiali naturali assai sfruttati nelle zone montane, realtà povere di altri litotipi pregiati, nonché ampiamente esportati in tutto il territorio regionale (per difese fluviali, rilevati e sottofondi stradali e ferroviari, riempimenti, leganti nell'edilizia, decorazioni ornamentali, ecc.).



Foto 9 – Esempio di rivestimento murario (S. Maria del Taro, PR)



Foto 10 – Esempio di sottofondo stradale (S. Maria del Taro, PR)



Foto 11 – Esempio di rivestimento murario (Bobbio, PC)



Foto 12 – Macina in materiale ofiolitico (S. Maria del Taro, PR)

Aspetti naturalistici

La presenza di associazioni mineralogiche ricche in ferro comporta che sui rilievi ofiolitici si possano sviluppare processi pedogenetici (relativi cioè alla formazione di suoli), chimici e fisici particolari: infatti, specie durante i periodi aridi ed estivi, queste rocce si scaldano notevolmente, mentre durante i periodi piovosi i processi di dilavamento superficiale possono portare al rilascio di elementi mineralogici peculiari e quindi al loro accumulo nelle zone meno acclivi.

Le notevoli concentrazioni di magnesio, ferro, nichel, cromo, argento, titanio e vanadio e la relativa povertà di calcio portano quindi rapidamente i suoli ofiolitici a condizioni di elevata acidità (pH 5,5-6,5), che influenzano fortemente lo sviluppo delle specie vegetali possibili e favoriscono lo sviluppo di specie esclusive.

Le osservazioni botaniche finora compiute sulla vegetazione delle zone ofiolitiche hanno portato a riconoscere diverse specie, distribuite in funzione delle fasce altitudinali della vegetazione: molte di tali essenze presentano modificazioni morfologiche tipiche, quali la *stenofillia* (riduzione delle superfici fogliari), la *plagiotropia* (crescita aderente al substrato), il *nanismo*, il forte sviluppo degli apparati radicali, la *glaucescenza* (sviluppo di cuticole), la *pubescenza* (sviluppo di un denso rivestimento peloso) e l'*eritrismo* (colorazione rosso-porpora), chiaramente indotte dall'ambiente di sviluppo.

Dagli studi finora compiuti, sembra che la composizione specifica delle popolazioni che vivono sulle ofioliti sia dipendente dal grado di fessurazione della roccia stessa.

Numerosi sono gli affioramenti ofiolitici di interesse botanico presenti in Regione: tra i più conosciuti si citano le ofioliti di Monte Prinzera (Riserva Naturale Regionale), in Provincia di Parma e quelle della Rupe di Campotrera (Riserva Naturale Orientata Regionale), in Provincia di Reggio Emilia.



Foto 13/14 – Fiori e piante (C. Pedroni)

Aspetti storico-paesaggistici

Date le modalità della loro collocazione, inglobati nel castello appenninico, l'estensione degli affioramenti ofiolitici risulta assai variabile, da pochi metri quadrati ad alcuni ettari, ma si manifesta di norma in forma selettiva, data la durezza di tali rocce rispetto ai terreni circostanti, in genere di natura argillosa o marnosa.

Questa selettività, spesso sinonimo di stabilità morfologica, ha fatto sì che i rilievi ofiolitici divenissero, fin dai tempi antichi, siti residenziali e punti di osservazione e difesa ideali e per questo ampiamente sfruttati dall'uomo: sulla cima di molti rilievi ofiolitici emiliani sono ancora rintracciabili i segni di tali antiche presenze, ovvero sono osservabili castelli e torri di età più recente.

Si ha conoscenza di frequentazione antropica più o meno diffusa delle aree ofiolitiche fin dal Paleolitico e, soprattutto, dal Neolitico, quando la stabilità del clima agevolò la diffusione di insediamenti stabili nell'alta e media pianura.

Presenze sicure di insediamenti preistorici in aree ofiolitiche sono tuttavia state accertate solo dall'Età del bronzo, grazie allo sviluppo delle pratiche di lavorazione dei metalli, in grado non solo di incrementare la produzione



Foto 15 – Pietra Mogolana (Solignano, PR) (P. Boggio - Provincia PR)

di cibo, attraverso la realizzazione di strumenti più efficaci per la caccia, l'agricoltura e l'allevamento, ma anche di consentire interventi sull'ambiente, ricavando spazi, superfici e strutture funzionali al radicamento antropico sul territorio.



Foto 16 – Castello di Rossena (Canossa, RE)

A partire dall'epoca romana e soprattutto nel Medioevo, si verifica un cambiamento delle modalità insediative e di sfruttamento del territorio, grazie alla costruzione dei primi centri urbani stabili e della viabilità necessaria a collegarli: le vallate appenniniche divengono quindi le vie preferenziali per gli spostamenti ed i collegamenti legati agli aspetti commerciali, militari e religiosi (basti in proposito ricordare la Via Francigena), assicurate nel tempo tramite una serie di postazioni intermedie, aventi sia scopo difensivo che di ristoro (del corpo e dell'anima). In tal senso, i rilievi ofiolitici si prospettano come siti ideali e numerose sono infatti le testimonianze storiche ed archeologiche, sia dal punto di vista militare (Pietra Nera, Roccamurata, Rimagna), che monastico-religioso (Berceto, M.te Bardone), che abitativo-difensivo (zona di Castell'Arquato, Bardi, Varsi, Corchia).



Foto 17 – Pompeano (Serramazzoni, MO) (P. Coratza - Università di Modena)

Molti siti ofiolitici sono pertanto tutelati nell'ambito delle zonizzazioni definite dal Piano Territoriale Paesistico Regionale e dai Piani Territoriali di Coordinamento Provinciale, nonché con le normative in materia di salvaguardia dei beni culturali e ambientali.



Foto 18 – Rocca Prebalza (Berceto, PR)
(P. Boggio - Provincia PR)



Foto 19 – Tabella Via Francigena nei pressi di Bardone (Terenzo, PR) (P. Boggio - Provincia PR)

Aspetti sanitari

Tra i motivi di interesse dei siti ofiolitici, occorre infine ricordare quello legato all'aspetto sanitario, per la possibile presenza di amianto ed il possibile rischio patogeno verso lavoratori e popolazione residente al contorno.

La presenza di fibre di amianto sotto forma di inclusioni all'interno della matrice rocciosa costituisce un possibile problema di sanità pubblica, che determina la necessità di individuare l'esistenza o meno di rischio per la popolazione ed a valutarne l'entità.

Asbesto, o amianto, è il nome dato ad un gruppo di minerali fibrosi che si trovano naturalmente nell'ambiente. Questi minerali, molto resistenti al calore ed alla maggior parte delle sostanze chimiche, sono stati a lungo utilizzati in un'ampia tipologia di prodotti ed in varie attività industriali.

La lavorazione e l'utilizzazione dell'amianto provocano nell'ambiente il rilascio di fibre derivanti dalla pro-



Foto 20 – Particolare di fibre di crisotilo in serpentino

prietà tipica di questi silicati di sfaldarsi in fibre sempre più sottili. I materiali contenenti amianto rilasciano, in una prima fase, fibre relativamente grossolane, che rapidamente sedimentano nei pressi della sorgente in un quadro di inquinamento primario. Successivamente, la fase di inquinamento secondario è caratterizzata dall'azione di vari agenti fisici, chimici e meccanici sulle fibre sedimentate, che provocano una loro frantumazione e dissociazione in fibrille.

Di queste, una quota è inalabile e può penetrare all'interno delle vie aeree e depositarsi nell'interstizio polmonare. La maggior parte delle fibre inalate viene rimossa entro breve dai polmoni, trattenuta dal muco ed eliminata con la tosse; le fibre che si sono depositate nelle parti più profonde del polmone vengono rimosse più lentamente ed alcune possono rimanere nei polmoni per diversi anni, altre per tutta la vita.

Vengono definite respirabili, perché giungono sino agli alveoli polmonari, le fibre con lunghezza inferiore a 200 μm (micron) e diametro inferiore a 3.5 μm . Per l'effetto patogeno sono soprattutto importanti le fibre con diametro inferiore a 3 μm , lunghezza superiore a 5 μm e rapporto lunghezza/diametro > 3 .

La forma fibrosa, la composizione chimica e la biopersistenza (inalterabilità e inamovibilità dal tessuto polmonare) del minerale sono i tre principali fattori che concorrono a determinare la patogenicità degli amianti. La forma, ed in particolare la lunghezza, delle fibre è importante per la capacità di penetrare in profondità nel tessuto polmonare e di impedire alcuni meccanismi di difesa. La composizione chimica è rilevante per la presenza caratteristica



Foto 21 – Particolare di crisotilo, amianto di serpentino

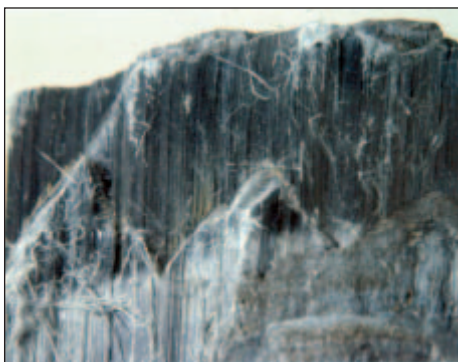


Foto 22 – Particolare di crocidolite, amianto di anfibolo

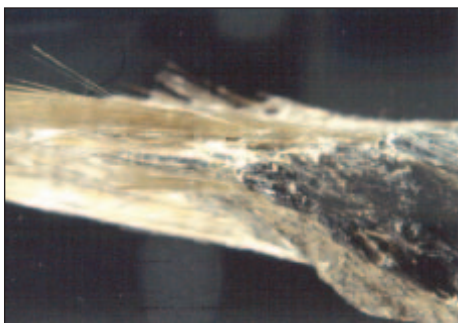


Foto 23 – Particolare di amosite, amianto di anfibolo

di alcuni ioni sulla superficie che favoriscono la produzione di radicali liberi. Infine, la biopersistenza fa perdurare nel tempo il meccanismo patogeno. Si pensa, però, che anche le fibre ultracorte e ultra fini, caratteristiche dell'inquinamento ambientale non professionale, possano avere importanza nel determinare quella quota di patologie per le quali non è possibile riconoscere un'esposizione professionale.

Non è noto se bassi livelli di fibre nell'aria siano rischiosi per la salute umana; l'OMS ha riconosciuto l'impossibilità di individuare un valore soglia di concentrazione di fibre di amianto nell'aria al di sotto del quale non ci sia rischio.

Le fibre di amianto nei polmoni possono provocare danni estremamente gravi come l'asbestosi, il mesotelioma ed il tumore dei polmoni, di seguito brevemente descritti.

Fibrosi polmonare o asbestosi: è una patologia cronica localizzata all'interstizio del polmone e rappresenta la malattia che per prima è stata correlata all'inalazione di amianto. Consiste in una fibrosi con ispessimento ed indurimento del tessuto polmonare.

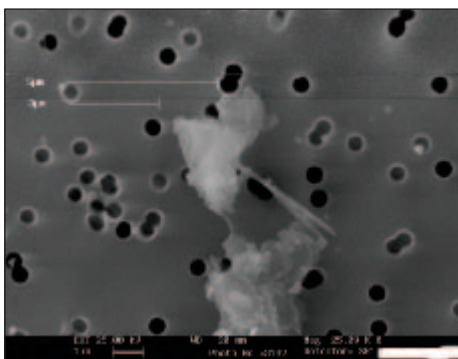


Foto 24 – Fibre corte alla SEM

E' una malattia dose-dipendente che si manifesta a seguito di esposizioni medio-alte ad amianto. Attualmente nei paesi industrializzati, questa malattia rappresenta soprattutto un retaggio del passato legata ad esposizioni massive in assenza delle più elementari norme di igiene dell'ambiente di lavoro.

Mesotelioma maligno: è un tumore maligno specificamente associato all'esposizione ad amianto, anche per basse dosi, che colpisce le membrane sierose di rivestimento di diversi organi, quali polmone (pleura), cuore (pericardio), cavità ed organi addominali (peritoneo), testicolo (tunica vaginale). La localizzazione pleurica è la più frequente, seguita da quella peritoneale, decisamente più rare le rimanenti. Il tempo di latenza è molto lungo: nell'85 % dei casi superiore a 25 anni dall'inizio dell'esposizione, con medie di 35-39 anni (range 10-50 anni). Nel nostro paese la curva epidemica è ancora in ascesa ed è espressione di esposizioni professionali datate di un trentennio. Il tasso di incidenza del mesotelioma in Italia è stimato in circa 2 nuovi casi ogni anno su 100.000 abitanti.

Tumore del polmone: è il tumore più frequente negli esposti ad amianto. Questa grave malattia è causata anche da fumo di sigaretta, cromo, nichel, materiali radioattivi, altri inquinanti ambientali (idrocarburi aromatici di

provenienza industriale, derivati del catrame, gas di scarico dei motori). Il fumo di sigaretta potenzia enormemente l'effetto cancerogeno dell'amianto e quindi aumenta fortemente il rischio di contrarre tale malattia.

Per tutti questi motivi, dal 1994 l'uso dell'amianto è stato definitivamente abbandonato e ne è vietata per legge l'estrazione, la lavorazione ed il commercio. Quindi a tutt'oggi la pericolosità dell'asbesto è dovuta essenzialmente alla presenza di quella vastissima serie di prodotti ancora in circolazione, che lo contengono in quantità variabile e che lentamente vengono smaltiti in aree appositamente predisposte.



Fig. 5 – Etichetta per materiali contenenti amianto

2.2. IL PROGETTO REGIONALE PIETRE VERDI

La Legge 257/92 riguardante le “Norme relative alla cessazione dell’impiego dell’amianto” ed il successivo D.M. 14/05/96 “Normative e metodologie tecniche per gli interventi di bonifica, ivi compresi quelli per rendere innocuo l’amianto, previsti dall’art. 5, comma 1, lettera f), della Legge 27 marzo 1992 n. 257” considerano necessario classificare e disciplinare l’utilizzo delle *pietre verdi* in funzione del loro contenuto di amianto e fissano compiti di vigilanza e controllo per le Aziende USL e per i gestori dell’attività estrattiva.

Con il “Piano di protezione dall’amianto” adottato con delibera del Consiglio Regionale n. 497 del 11 dicembre 1996, la Regione Emilia-Romagna ha affidato alla Sezione provinciale dell’Agenzia Regionale per la Prevenzione e l’Ambiente (ARPA) di Reggio Emilia il compito di censire i siti estrattivi di pietre verdi che interessano le Province di Parma, Piacenza, Reggio Emilia e Modena.

Il primo censimento dei siti ofiolitici effettuato nel 1997, sulla base dei catasti delle attività estrattive provinciali e delle autorizzazioni estrattive in possesso delle Amministrazioni competenti, ha consentito di individuare le cave di ofioli presenti sul territorio regionale comprese tra le Province di Parma, Modena, Reggio Emilia e Piacenza per un totale di 31 siti attivi più una miniera di talco in Provincia di Parma, mai attivata. Ai fini della stima dell’entità del rischio amianto, si è ritenuto utile procedere ad un puntuale e specifico aggiornamento dei siti precedentemente censiti, attraverso sopralluoghi di verifica dello stato

di attività delle cave ed il prelievo di campioni di ofioliti per le analisi di laboratorio.

La differente distribuzione di competenze fra Enti Pubblici in materia di cave e miniere, oltre alla complessità dello studio delle pietre verdi, ha reso necessario il coinvolgimento di più Istituzioni: Regione, Amministrazioni



Foto 25 – Sopralluogo (Varano Melagari, PR)
(C. Pedroni)



Foto 26 – Sopralluogo (Bocassuolo, MO)

Provinciali, Aziende USL, ARPA, Università di Bologna - Dipartimento di Chimica, ciascuna per le specifiche competenze amministrative e territoriali nonché per le relative conoscenze tecniche.

Nel corso del 2001 è stato istituito dalla Regione Emilia-Romagna un gruppo tecnico per la “valutazione del rischio ambientale di dispersione di fibre di amianto in relazione alla estrazione di pietre verdi” ed è stato sviluppato e avviato uno specifico progetto di lavoro.

L’attività e gli obiettivi sono sinteticamente riassumibili nei seguenti punti:

- verifica diretta dello stato delle attività estrattive delle ofioliti in Emilia-Romagna (censimento siti attivi);
- verifica e analisi di campioni di materiali al fine di determinare l’entità della presenza di amianto nei serpentini dell’Appennino Emiliano;
- valutazione, con indagini conoscitive mirate, delle condizioni ambientali sulla diffusione di fibre di amianto nell’ambiente di cava e della conseguente esposizione dei lavoratori;

- verifica della applicazione a questo comparto produttivo delle norme di settore: D.Lgs. 277/91, D.M. 14.05.1996;

- valutazione epidemiologica sulla popolazione esposta.

2.2.1. SINTESI DEL LAVORO SVOLTO

Il lavoro ha comportato l'esecuzione di 15 sopralluoghi in siti estrattivi attivi e di 10 sopralluoghi in siti estrattivi pregressi, con raccolta di documentazione fotografica e cartografica e acquisizione di informazioni sugli impieghi dei materiali, nonché di dati relativi agli addetti, alle operazioni eseguite ed alle informazioni generali di cantiere.

Delle cave attive e non attive maggiormente significative si riportano in allegato le singole schede di dettaglio.



Foto 27 – Sopralluogo (Terenzo, PR)

Nel complesso sono stati effettuati prelievi ed analisi, con più tecniche analitiche, su 60 campioni di materiali prelevati in differenti zone di scavo. Contestualmente si sono svolte indagini ambientali per la caratterizzazione dell'esposizione professionale degli addetti e delle diverse fasi di lavoro (frantumazione, vagliatura, piazzale carico/scarico).

Si riporta di seguito l'elenco dei siti nei quali sono stati effettuati i sopralluoghi ed i campionamenti di materiali e di fibre aerodisperse. Tutti i siti sottoelencati sono stati mappati e georeferenziati ai sensi del D.M. 101/2003: la loro ubicazione puntuale viene riportata nella carta in allegato.

NOME CAVA	SIGLA	STATO DI ATTIVITÀ AL 31/12/03	COMUNE	ANALISI SUI MATERIALI
■ Forni di Sotto	PC 1	Attiva	Coli	si
■ Montemangiapane	PC 2	Esaurita	Coli	no
■ Pietra Macinata – Rocca Galgana	PR 1	Attiva	Fornovo di Taro	si *
■ Rio Bargolo	PR 2	Attiva	Varano Melegari	si
■ Gruppo di Gora – lotto I	PR 3	Attiva	Bardi	si
■ Gruppo di Gora –lotto II	PR 3	Attiva	Bardi	si
■ Predellara	PR 4	Attiva	Varsi	si
■ La Rocca – Il Gruppo	PR 5	Attiva	Bardi	si
■ Le Predelle	PR 6	Attiva	Borgo Val di Taro	si
■ Monte Zirone	PR 7	Attiva	Terenzo	si
■ Lago del Brodo – lotto I	PR 8	Attiva	Valmazzola	no
■ Lago del Brodo – lotto II	PR 8	Attiva	Valmazzola	si
■ Il Montaletto	PR 9	Da attivare	Terenzo	si
■ Ramar – Santa Maria di Taro	PR 10	Da attivare	Tornolo	si
■ Sabbionara-Nigone di Ramiseto	RE 1	Esaurita	Ramiseto	si
■ Campotrera-Guardiola est e ovest	RE 2	Esaurita	Canossa	no
■ Bottaccio – Villa Minozzo	RE 3	Esaurita	Villa Minozzo	no
□ Casale	RE 4	Esaurita	Busana	no
□ Guardiola Est	RE 5	Esaurita	Canossa	no
□ Guardiola Ovest	RE 6	Esaurita	Canossa	no
□ Castellaro	RE 7	Esaurita	Villa Minozzo	no
□ Cerrè	RE 8	Esaurita	Villa Minozzo	no
■ La Miniera Molino Cappelletti	MO 1	Non Attiva	Frassinoro	si
■ Vesale – Sestola	MO 2	Attiva	Sestola	si *
■ Dei Cinghi – Palagano	MO 3	Attiva	Palagano	si
□ I Ponticelli	MO 4	Esaurita	Sestola	no
□ Monticino	MO 5	Da attivare	Polinago	no
□ Poggio Medola	MO 6	Esaurita	Montefiorino	no
□ Sasso Puzзино	MO 7	Esaurita	Pavullo	no
□ Sasso Nero	MO 8	Esaurita	Montese	no

Note: ■ vedi scheda di dettaglio allegata - (*) con esecuzione di campionamenti ambientali

3 L'ATTIVITÀ ESTRATTIVA NELLE CAVE DI OFIOLITI

L'attività estrattiva nelle cave di ofioliti è riassumibile in poche e semplici operazioni:

- scavo e raccolta del materiale con pale meccaniche direttamente sul fronte o dopo l'uso di esplosivo;
- separazione e vagliatura grossolana dell'estratto con vagli meccanici o griglie statiche;
- frantumazione più o meno spinta in frantoi fissi o mobili;
- accumulo delle varie pezzature sui piazzali;
- carico del materiale sugli automezzi per la destinazione finale con pale meccaniche o con nastri trasportatori (a volte la separazione delle pezzature è eseguita direttamente in fase di carico);
- recupero e sistemazione finale della cava.

Fase di Scavo

Le operazioni e le tecniche di scavo nelle cave di ofioliti sono molto variabili e correlate allo stato di fratturazione degli ammassi rocciosi sede di attività estrattiva.

Nella maggior parte delle cave visitate l'elevata fratturazione naturale della roccia consente l'utilizzo di escavatori meccanici (idraulici), che riducono notevolmente i tempi ed i costi di lavorazione e movimentazione del materiale estratto.

Spesso, a fronte di affioramenti rocciosi più consistenti, l'abbattimento meccanico viene eseguito per mezzo di demolitori idraulici montati sugli escavatori tradizionali, che provvedono poi a movimentare il materiale frantumato.

Queste macchine, lavorando a secco, producono tuttavia ingenti quantità



Foto 28 – Fase di scavo

di polvere, specie sul fronte di scavo e nei piazzali di carico-scarico del materiale.

In presenza di ammassi rocciosi estremamente compatti, la coltivazione della cava può essere effettuata attraverso l'uso di esplosivi. La preparazione di una *volata*, operazione complessa e delicata dal punto di vista della sicurezza e come tale soggetta a specifiche disposizioni normative, prevede la preliminare realizzazione di una serie di fori lungo il fronte di scavo, entro i quali vengono successivamente poste le cariche di esplosivo necessarie all'abbattimento del fronte stesso.

Dopo il brillamento della volata, il materiale frantumato viene allontanato dal fronte con l'ausilio delle macchine operatrici già descritte.

Anche in tal caso, immediatamente dopo la volata e nelle operazioni di movimentazione e allontanamento degli inerti, si producono ingenti quantità di polveri.

Nella nostra Regione, la maggioranza delle cave viene coltivata con escavatori meccanici o con demolitori idraulici: solo una cava in Provincia di Parma e una in Provincia di Modena attuano la fase di escavazione tramite l'uso di esplosivi.



Foto 29 – Fase di carico (C. Pedroni)

Separazione, vagliatura e frantumazione

La fase successiva all'abbattimento del fronte di scavo prevede la movimentazione del materiale a mezzo di pale meccaniche, che avranno il compito di conferire il materiale sui mezzi di trasporto (dumpers ed autocarri) o direttamente negli impianti di comminazione (frantoi fissi o mobili).

Durante la fase di scavo, sia esso effettuato con mezzi meccanici o con esplosivo, la roccia viene frantumata in maniera disomogenea e quindi, prima dell'utilizzo finale, dovrà subire un processo di macinazione (in frantoio) e vagliatura meccanica (con vibro-vagli) o statica (con griglie), tale da suddividere il prodotto in classi dimensionali omogenee.

Il materiale, scaricato all'interno della tramoggia di alimentazione del frantoio, viene disgregato attraverso l'azione di due piastre metalliche (ganasce/mascelle) che, con movimento reciproco, schiacciano il materiale roccioso frantumandolo. Da qui il materiale viene inviato per mezzo di nastri trasportatori sui vibro-vagli dove è sottoposto ad una prima selezione.

Il materiale destinato a pezzature più minute è convogliato ad un frantoio secondario per una successiva fase di macinazione e vagliatura per poi essere stoccato in cumuli o in silos.

Occorre sottolineare come il procedimento di frantumazione degli inerti ofiolitici, effettuato di norma a secco, produce ingenti quantità di polvere e di particelle fini e per tale motivo la maggior parte dei frantoi fissi e alcuni degli impianti temporanei (quelli di dimensioni maggiori) sono dotati di opportuni impianti di abbattimento delle polveri tramite circolazione d'acqua o aspirazione.



Foto 30 – Cava in attività: escavazione, frantumazione e caricamento



Foto 31 – Vagliatura meccanica statica (griglie)
(C. Pedroni)



Foto 32 – Frantoio fisso e cumuli di materiale selezionato



Foto 33 – Frantoio mobile



Foto 34 – Frantoio mobile e cumuli di materiale selezionato

Carico sugli automezzi e trasporto ai siti di utilizzo

La fase finale della lavorazione prevede il carico su automezzi idonei al trasporto di tali materiali.

Questa fase è generalmente eseguita da pale meccaniche che provvedono a conferire l'inerte frantumato e selezionato sugli autocarri adibiti al trasporto sulla viabilità ordinaria, verso le zone di utilizzo finale.

In alcuni frantoi il caricamento degli automezzi viene effettuato direttamente dai silos di stoccaggio o per mezzo di nastri trasportatori.

Va sottolineato che i mezzi di trasporto degli inerti estratti e/o trattati, dovendo circolare sulla viabilità ordinaria, devono essere caricati in maniera opportuna e, ove possibile, essere dotati di idonei dispositivi, quali teloni, in grado di evitare la perdita di materiali durante il trasporto e ridurre al minimo l'emissione di polveri.

Sistemazione finale

La sistemazione finale rappresenta, in genere, l'ultima fase di attività di una cava.

Durante questa fase vengono attuati una serie di interventi di messa in sicurezza dei fronti di scavo e di rimodellamento morfologico delle scarpate e/o dei piazzali di stoccaggio, finalizzati a restituire l'area di escavazione alla destinazione d'uso successiva.



Foto 35/36 – Esempio di recupero morfologico e naturalistico (C. Pedroni)

Tali interventi (che potranno essere attuati anche contestualmente alla fase estrattiva, per lotti successivi), specie quelli che comportano la movimentazione di inerti per la ricostituzione del suolo asportato, vengono realizzati con l'ausilio dei mezzi di cava e provocano ancora la formazione di polveri.

Le modalità con cui è attuato il recupero finale dell'area di cava, al termine dell'attività estrattiva, sono parte integrante del progetto di coltivazione autorizzato, in quanto influenzano in maniera sostanziale l'esito e la qualità del recupero stesso.

Nelle cave di ofioliti le problematiche connesse al recupero finale presentano aspetti tipici, per le particolari caratteristiche paesaggistiche, geologiche, ambientali e vegetazionali di questi ammassi rocciosi.

È noto infatti che oltre alle caratteristiche litologiche e mineralogiche che le rendono uniche nel paesaggio geologico in cui sono inserite, queste aree presentano delle peculiarità sotto il profilo ecologico che le differenziano dal territorio circostante.

I progetti di riqualificazione ambientale devono quindi tenere conto di questi importanti aspetti e devono altresì considerare le problematiche di messa in sicurezza dei luoghi anche sulla base delle tematiche e delle indicazioni espresse in questo lavoro.

Il profilo del comparto

Le operazioni di cava sopra descritte sono eseguite da diversi addetti, ma nella maggior parte dei casi, trattandosi di imprese di piccole dimensioni o addirittura a conduzione diretta da parte del titolare, ogni lavoratore/imprenditore svolge più mansioni nella stessa giornata, alternandosi alle varie macchine operatrici.

Dalla tabella seguente si evidenzia la relativa esiguità degli addetti al settore estrattivo, anche se è da tenere presente che, trattandosi di attività strettamente correlate all'andamento del comparto produttivo (edilizia, opere infrastrutturali, ecc.), sono soggette a marcate differenze sia temporali, legate alla durata della cava, che stagionali, legate alla richiesta di inerti.

PROVINCIA	N. IMPRESE	N. ADDETTI
PC	1	2
PR	9	28
MO	2	12
Totale (anno 2003)	12	42

La tabella riporta solo gli addetti al settore in esame, come dichiarato dagli esercenti all'atto dei sopralluoghi e con l'esclusione quindi degli addetti occupati nel settore industriale del trattamento degli inerti (frantoi fissi), nonché di quelli impiegati nel trasporto (aziende di autotrasporto).

Il frantoio, temporaneo o mobile, è presente in 9 dei 13 siti attivi considerati; un solo sito è dotato di frantoio fisso.

Nel corso del progetto in tutte le cave attive sono state effettuate le valutazioni di rischio, come previsto dalla normativa in materia di esposizione ad amianto (D.Lgs. 277/91).

Ad integrazione dei dati sopra riportati, sono stati presi in esame quelli risultanti dalle statistiche minerarie relative ai consumi energetici, capacità produttiva e infortunistica che ciascun esercente è tenuto a trasmettere all'ISTAT (ex R.D.L. 19 ottobre 1927, n. 1923 e R.D. 18 dicembre 1927, n. 2717) e preliminarmente raccolti dalle Province e dalla Regione.

I dati essenziali, riferiti alla sola Provincia di Parma presa come esempio, sono riportati nelle tabelle seguenti.

ANNO 2000 Numero di cave di ofioliti censite: 7

Numero occupati (cave a cielo aperto)			Numero di ore lavorate dal personale operaio ed apprendista	
	Imprenditori impiegati	Operai apprendisti	Totale	
			23.940	
I trimestre	6	12	18	
II trimestre	7	12	19	
III trimestre	5	14	19	
IV trimestre	6	13	19	
MEDIA	6	12,75	18,75	
Consumi annui	gasolio (q.li) 3.975	energia elettrica (kWh) 228.000		
			Infortuni in cave a cielo aperto	
			> 30 giorni	≤ 30 giorni
			0	1
			Produzione annua (in tonnellate)	
			in massi	pietrischi
			23.200	350.000

ANNO 2001 Numero di cave di ofioliti censite: 8

Numero occupati (cave a cielo aperto)			Numero di ore lavorate dal personale operaio ed apprendista	
	Imprenditori impiegati	Operai Apprendisti	Totale	
			28.540	
I trimestre	6	14	20	
II trimestre	7	16	23	
III trimestre	5	16	21	
IV trimestre	6	16	22	
MEDIA	6	15,5	21,5	
Consumi annui	gasolio (q.li) 3.504	energia elettrica (kWh) 328.500		
			Infortuni in cave a cielo aperto	
			> 30 giorni	≤ 30 giorni
			0	1
			Produzione annua (in tonnellate)	
			in massi	pietrischi
			13.900	235.000

ANNO 2002 Numero di cave di ofioliti censite: 8

Numero occupati (cave a cielo aperto)			Numero di ore lavorate dal personale operaio ed apprendista		
	Imprenditori Impiegati	Operai Apprendisti	Totale		
I trimestre	8	15	23	31.270	
II trimestre	5	15	20	Infortunati in cave a cielo aperto	
III trimestre	5	18	23	> 30 giorni	≤ 30 giorni
IV trimestre	6	17	23	0	0
MEDIA	6	16,25	22,25	Produzione annua (in tonnellate)	
Consumi annui	gasolio (q.li) 3.865	energia elettrica (kWh) 353.000		in massi 6.900	pietrischi 171.000

Come in precedenza evidenziato, i dati sopra esposti non tengono in debito conto delle attività correlate all'attività estrattiva, dal momento che non sono considerate le attività subappaltate non direttamente riferibili alla cava, come il trasporto degli inerti estratti.

I dati di comparto sono sostanzialmente equiparabili a quelli rilevati all'atto dei sopralluoghi effettuati nell'ambito della presente ricerca, si può tuttavia evidenziare:

- la gestione del comparto in esame è sostanzialmente artigianale, in quanto il datore di lavoro/imprenditore è anche il primo lavoratore nella cava, coadiuvato in genere da 1 o 2 operai;
- la gestione diretta del lavoro da parte dell'esercente dell'attività estrattiva evidenzia aspetti favorevoli in termini di sicurezza del lavoro (basso o nullo numero di infortuni), nonostante l'alto numero di ore lavorative;
- il rapporto tra ore lavorate e produzione annua è piuttosto basso (nelle cave di ghiaia è, ad esempio, quasi il triplo), e ciò è indice della difficoltà di estrazione e di lavorazione dei materiali ofiolitici;
- i dati sulla produzione annua privilegiano la produzione di pietrischi, ottenuti con l'impiego di frantoi fissi e mobili, rispetto a quella di massi, i quali hanno peraltro utilizzi più pregiati (per scogliere, opere di sostegno, ecc.), ma meno mercato a livello locale;
- il largo utilizzo della frantumazione per la produzione dei pietrischi è evidenziato dagli alti consumi di energia elettrica per il funzionamento dei frantoi e di gasolio per i generatori dei frantoi mobili, oltre che per i consumi delle macchine di cava;
- l'attività di cava è spesso esercitata in maniera discontinua, in funzione delle richieste di mercato e della possibilità di esportare i prodotti al di fuori del contesto locale.

4 PROCEDIMENTI ANALITICI

4.1. PREMESSA

Le caratteristiche proprie delle rocce serpentinitiche risultano di particolare interesse non solo dal punto di vista mineralogico, ma anche da quello chimico-analitico, sia per l'analisi sui materiali tal quali che per il particolato aerodisperso.

Nella principale norma sulle pietre verdi (Decreto Ministeriale 14.05.96), viene riportata la classificazione dei materiali per litotipo (riprodotta integralmente nella tabella seguente) e viene richiesta la ricerca delle fibre di amianto sui materiali e in aria.

LITOTIPO	MINERALI PRINCIPALI
"serpentiniti" s.l.	antigorite, <u>crisotilo</u> , olivina, pirosseni orto e clino, anfibolo <u>tremolite</u> , talco, dolomite, granato, spinelli, cromite e magnetite
prasiniti	feldspato albite, epidoti, anfiboli <u>tremolite</u> - <u>actinolite</u> , <u>glaucofane</u> , pirosseni clino e mica bianca
eclogiti	pirosseno monoclinico, granato, rutilo, anfibolo <u>glaucofane</u>
amfiboliti	orneblenda, plagioclasio, zoisite, clorite, <u>antofillite</u> - <u>gedrite</u>
scisti actinolitici	<u>actinolite</u> , talco, clorite, epidoto, olivina
scisti cloritici, talcosi e serpentinosi	talco, clorite, dolomite, <u>tremolite</u> , <u>actinolite</u> , serpentino <u>crisotilo</u> , rutilo, titanite, granato
oficalciti	talco, antigorite, <u>crisotilo</u> , <u>tremolite</u> , dolomite, calcite, olivina

Nell'Appennino emiliano i componenti minerali prevalenti, come riferito nel Cap. 1, sono **lizardite**, **crisotilo** e, in misura minore, **antigorite**. Nei siti visitati le rocce si presentano con:

- scarsa evidenza di filoni;

- diversa compattezza e diversi colori (nero, verde scuro, verde chiaro, rossastro);
- evidenza più o meno accentuata di strutture colonnari;
- presenza di pirite, strati di calcite ed a volte prenite; in alcune cave di particolare interesse vi è presenza di datolite.



Foto 37 – Detrito ofiolitico

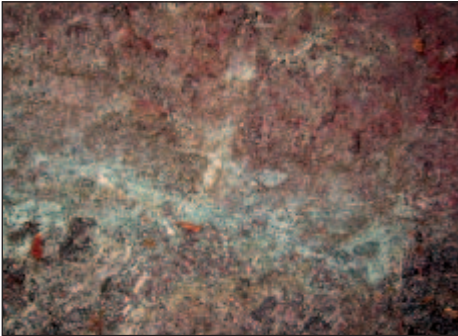


Foto 38 – Alterazioni ofiolitiche



Foto 39 – Particolare di strutture colonnari

La scarsa presenza di filoni nell'Appennino emiliano comporta difficoltà nell'applicazione delle procedure di prevenzione indicate dal D.M. 14.05.96. Infatti tale Decreto appare meglio applicabile alle realtà alpine rispetto a quelle appenniniche, in relazione alla differente evoluzione geologica e petrografica che ha caratterizzato le due catene montuose. Inoltre, è singolare che la lizardite, pur essendo un minerale del serpentino, abbondantemente presente in Appennino, non sia menzionata nel sopra citato Decreto.

La peculiarità delle rocce appenniniche, soprattutto in riferimento alla scarsa compattezza e l'assenza di precise indicazioni analitiche, hanno portato il gruppo di lavoro a suggerire riflessioni sulla applicabilità del Decreto così come scritto ed a formulare una proposta pratica di procedimento di analisi.

La letteratura riporta indicazioni per la differenziazione fra amianti fibrosi e rocce non fibrose in funzione della morfologia e della composizione chimica: l'amianto crisotilo presenta un abito fibroso cristallino (foto 40-44), a differenza di antigorite e lizardite che presentano un aspetto compatto e prismatico generalmente visibile al microscopio elettronico SEM (foto 45-49); inoltre, confrontati con il crisotilo, l'antigorite presenta un eccesso di Si rispetto al Mg e nella lizardite è possibile una presenza in eccesso di Fe ed Al (Figg. 6-8).

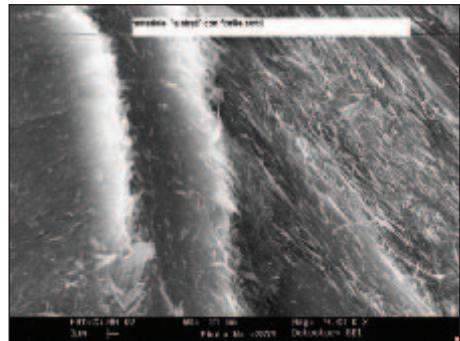
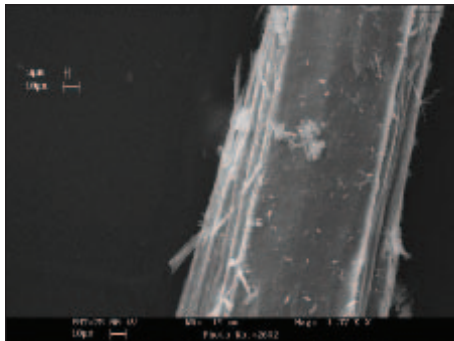
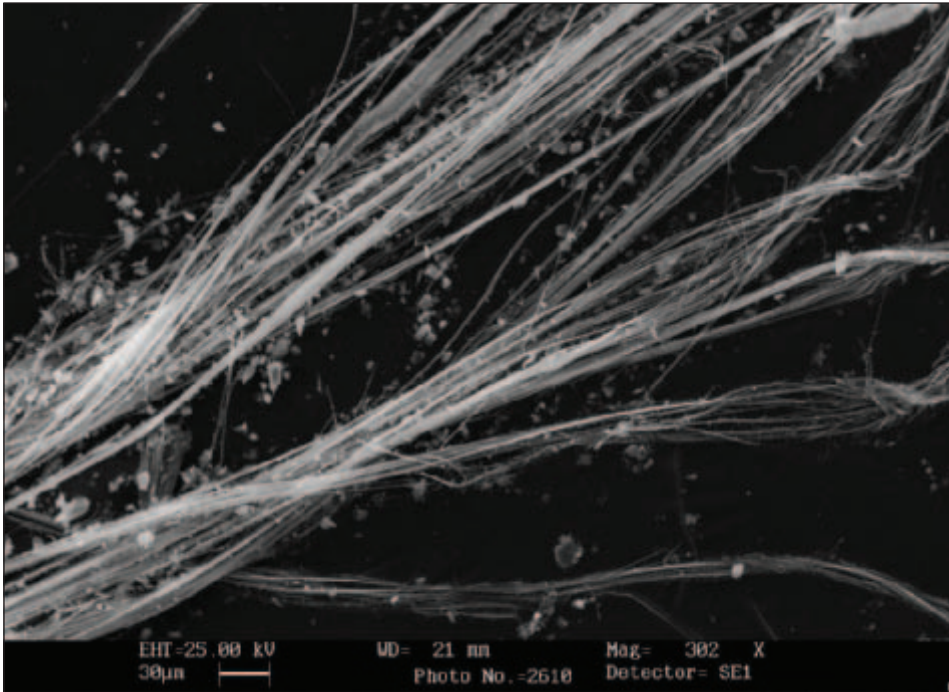
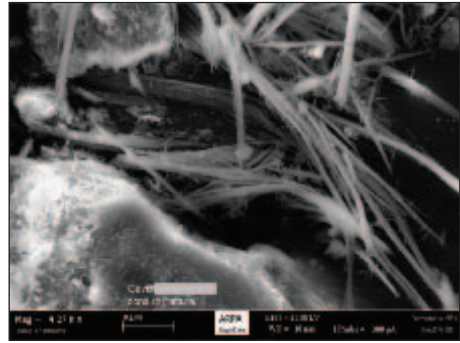
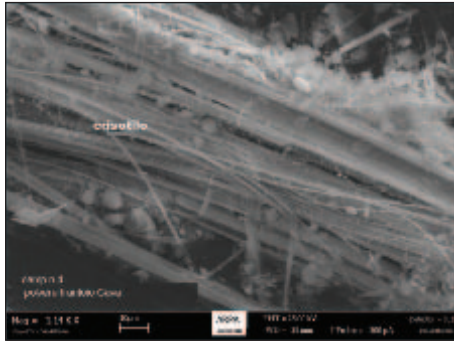


Foto 40/44 – Immagini al microscopio elettronico (SEM) di fibre di crisotilo in alcuni campioni analizzati

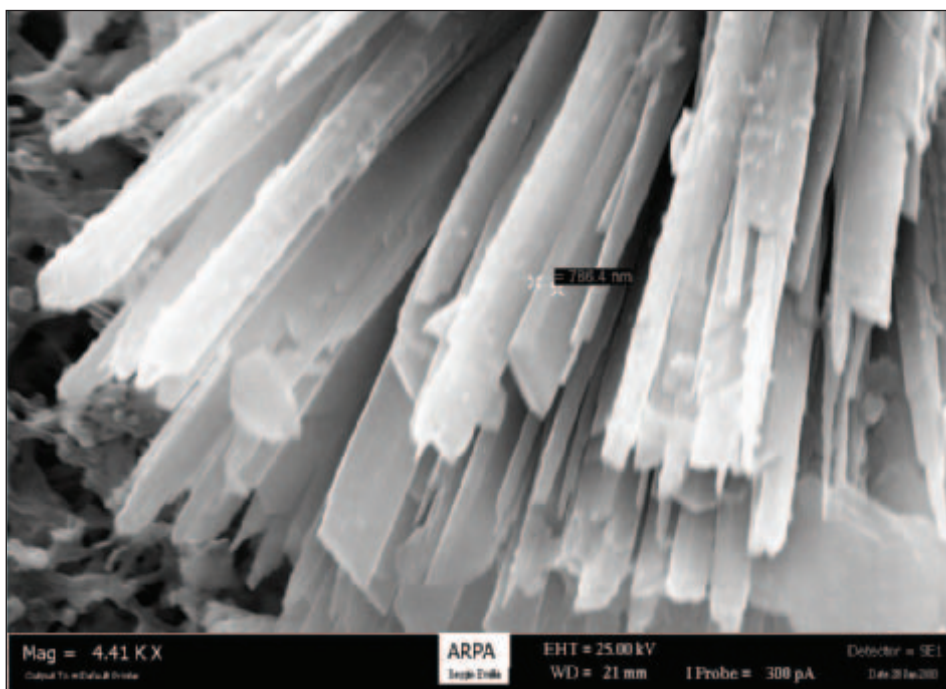
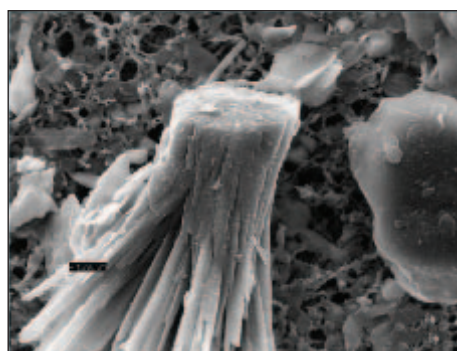
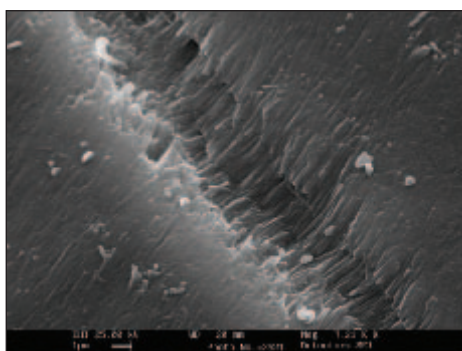
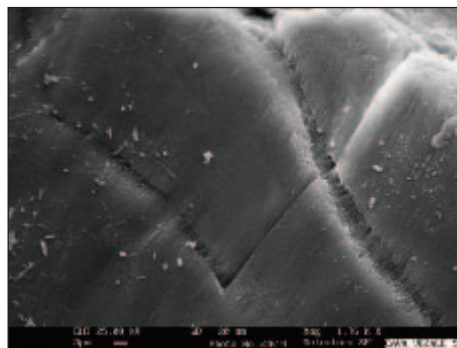
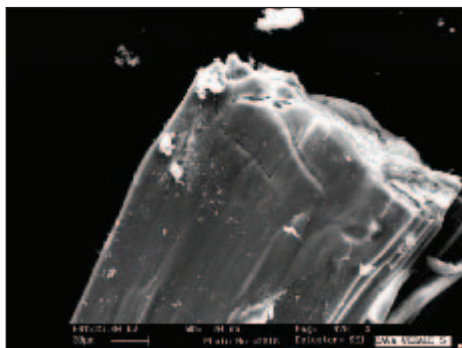


Foto 45/49 – Immagini al microscopio elettronico (SEM) di strutture lamellari/prismatiche in alcuni campioni

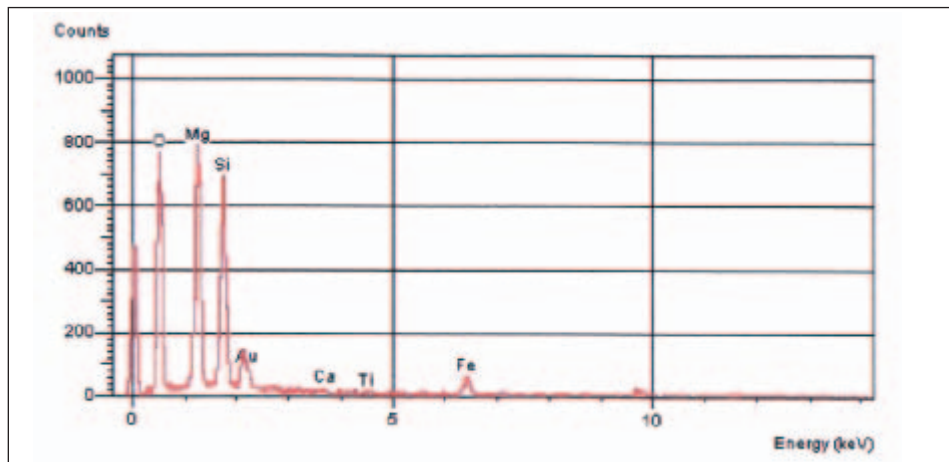


Fig. 6 – Spettro EDX crisotile

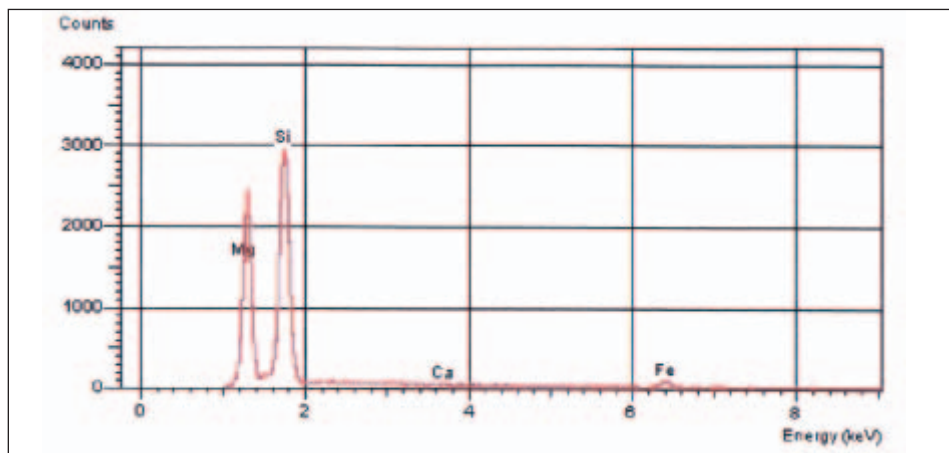


Fig. 7 – Spettro EDX antigorite

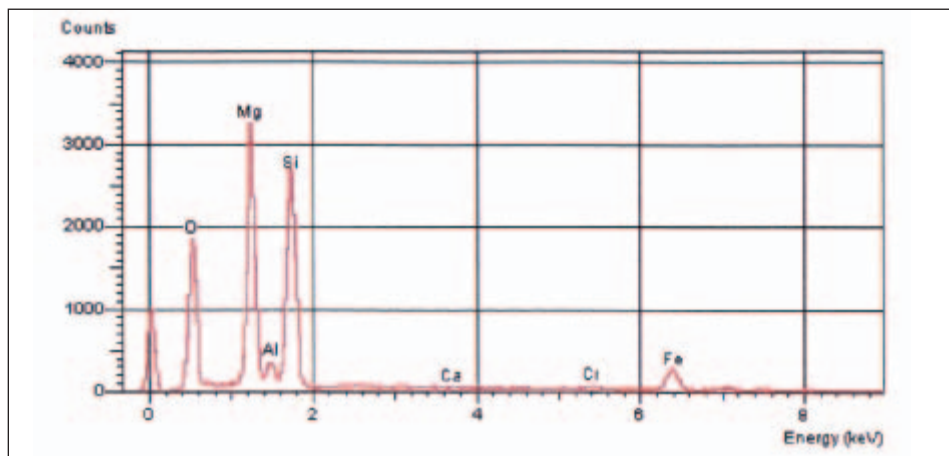


Fig. 8 – Spettro EDX lizardite

Nella pratica, occorre mettere in campo più di una osservazione per riuscire a cogliere tutte le informazioni utili alla determinazione quali-quantitativa delle fibre di amianto presenti, sia nei campioni massivi che disperse nell'aria.

Il D.M. 14 Maggio 1996 prevede:

[...]

“A - Valutazione del contenuto di amianto nel giacimento e controlli durante l'attività estrattiva (rilevamenti petrografici e controlli con prelievo di particolato aerodisperso ed analisi mediante microscopia ottica - MOCF o elettronica - SEM)”

per verificare rispettivamente la presenza e l'entità del rischio di inalazione di fibre di amianto.

“B - Valutazione del contenuto di amianto nei materiali estratti. La valutazione del contenuto di amianto nei materiali ottenuti dall'attività estrattiva deve essere eseguita con metodi che permettano la misura media del contenuto di fibre “liberabili” dal materiale [...]. La misura deve quindi tendere ad ottenere un indice che determini la sua pericolosità [...].”

ed indica le analisi quantitative in Infrarosso - IR e SEM per calcolare l'indice di rilascio.

L'indice di rilascio (I.r.), da determinare a cura del gestore, viene indicato come discriminante di materiale pericoloso o non pericoloso e deve essere calcolato secondo la formula:

$$I.r. = \frac{\% \text{ amianto liberata}}{\% \text{ densità relativa}}$$

Il valore limite per la prosecuzione dell'attività di scavo è fissato in I.r. < 0,1. Il superamento di tale valore comporta l'adozione di diverse modalità di coltivazione e di controllo del fronte di cava da parte dei gestori.

La specificità degli affioramenti ofiolitici appenninici e la valutazione del rischio basata sulla “liberabilità” delle fibre di amianto, nonché della loro possibile diffusione in aria, portano a considerazioni critiche sulle indicazioni dell'I.r. del D.M. 14.05.96.

Un valore limite come quello proposto è più idoneo per classificare un rifiuto o un residuo, il cui destino è la discarica o un terreno vincolato, quindi una sistemazione in sicurezza. Differente è la vita del materiale di cava, che dopo l'estrazione viene accatastato, vagliato, a volte frantumato, caricato su mezzi

di trasporto e ulteriormente lavorato prima del suo utilizzo in luoghi anche distanti da quello di estrazione.

Si ritiene pertanto inadeguato il sistema di valutazione mediante l'Indice di rilascio, così come citato, sia perchè il fattore principale di rischio sono le fibre di amianto che si liberano nelle diverse fasi lavorative, sia perchè la descrizione della procedura analitica è poco definita.

Per affrontare quindi puntualmente gli aspetti critici dell'analisi delle fibre di amianto nelle pietre verdi (morfologici, mineralogici e di analisi quantitativa dell'amianto) vengono riportati i risultati conseguiti dalle diverse osservazioni ed analisi di campioni di materiale estratto e di particolato aerodisperso.

Verrà inoltre trattata a parte una proposta di differente metodo di analisi per il calcolo dell'I.r.

4.2. ANALISI DEL PIETRISCO DI CAVA: MATERIALI E METODI

Presso il Laboratorio ARPA di Reggio Emilia sono stati analizzati un numero complessivo di 60 campioni prelevati durante i sopralluoghi nelle diverse cave, sia dal fronte di scavo che dai cumuli di "prelavorato".

Per alcuni di essi sono stati effettuati approfondimenti presso l'Università di Bologna, Dipartimento G. Ciamician.

Il lavoro è stato sviluppato seguendo contemporaneamente due percorsi:

- uno come ricerca di base con l'Università di Bologna per la differenziazione crisotilo/lizardite e determinazione quantitativa del crisotilo;
- uno pratico-operativo per impostare le procedure di analisi routinarie per la stima della liberabilità delle fibre di amianto.

Le tecniche analitiche impiegate sono state Microscopia Ottica in Luce Polarizzata (MOLP) e Microscopia Elettronica a Scansione con Microanalisi EDX (SEM); sono in corso approfondimenti in Diffrazione di Raggi X (DRX) e Spettroscopia FT-IR.

I campioni tal quali sono stati osservati allo stereomicroscopio, per una prima *descrizione morfologica* e, dopo comminuzione (da cui si ottiene un polverino), sono stati analizzati sotto l'aspetto chimico-mineralogico con osservazioni:

- del polverino al **MOLP** (500x) con liquidi di Cargille a diversi indici di rifrazione, come da Allegato 3 del D.M. 06.09.94, per il riscontro diretto della presenza delle fibre di amianto: liquido 1,550 per il crisotilo, liquido 1,580 per la tremolite;
- del polverino e di frammenti grossolani al microscopio elettronico (SEM)

dopo metallizzazione (Au o grafite) per il perfezionamento della caratterizzazione morfologica e chimica a più elevati ingrandimenti.

Per la *determinazione quantitativa* delle fibre di amianto liberate dal materiale tal quale sono state impiegate le tecniche indicate dal D.M. 06.09.94:

- **DRX**: Allegato 1, paragrafo A), con specifica ricerca sui picchi secondari

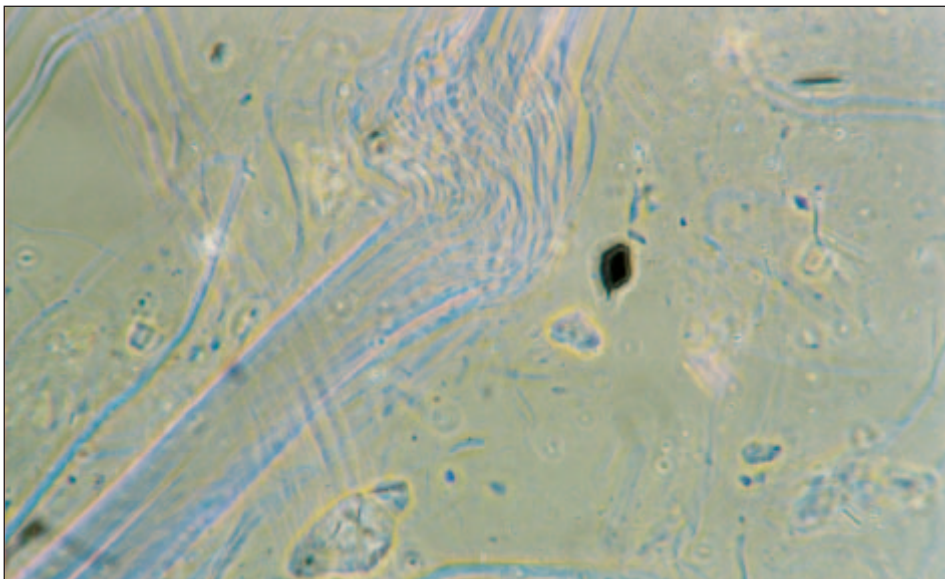


Foto 50 – Fibre di crisotilo - MOLP: 1,550



Foto 51 – Fibre di tremolite - MOLP: 1,580

poichè lizardite e antigorite ... “[...] costituiscono un’interferenza non eliminabile”.

Allo scopo sono stati effettuati, presso l’Università di Bologna, confronti fra gli spettri DRX di alcuni campioni di cava e gli spettri di crisotilo e lizardite puri di sintesi, da cui si conferma la contemporanea presenza dei minerali di serpentino nei pietrischi di scavo; sono in corso verifiche per l’elaborazione di una possibile curva di calibrazione.

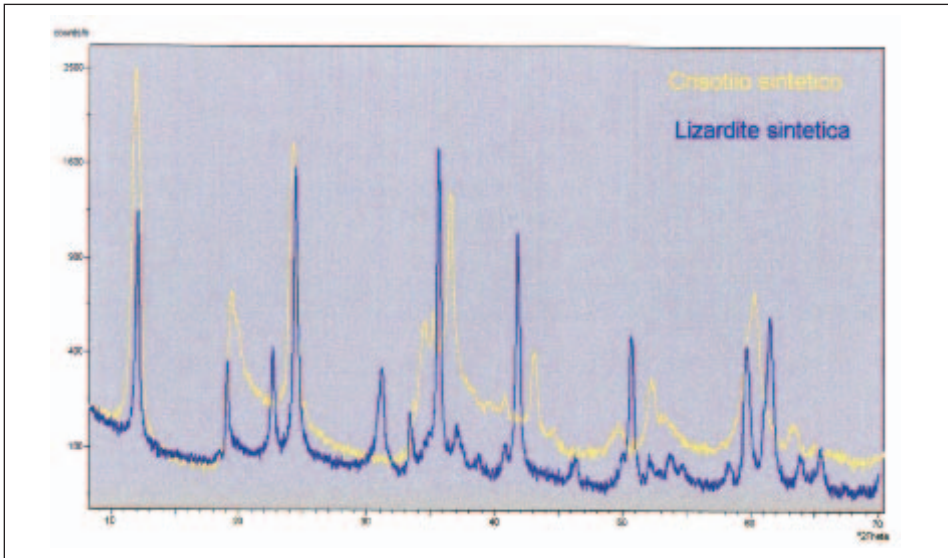


Fig. 9 – Spettri DRX di crisotilo e lizardite sintetici (Università Bologna)

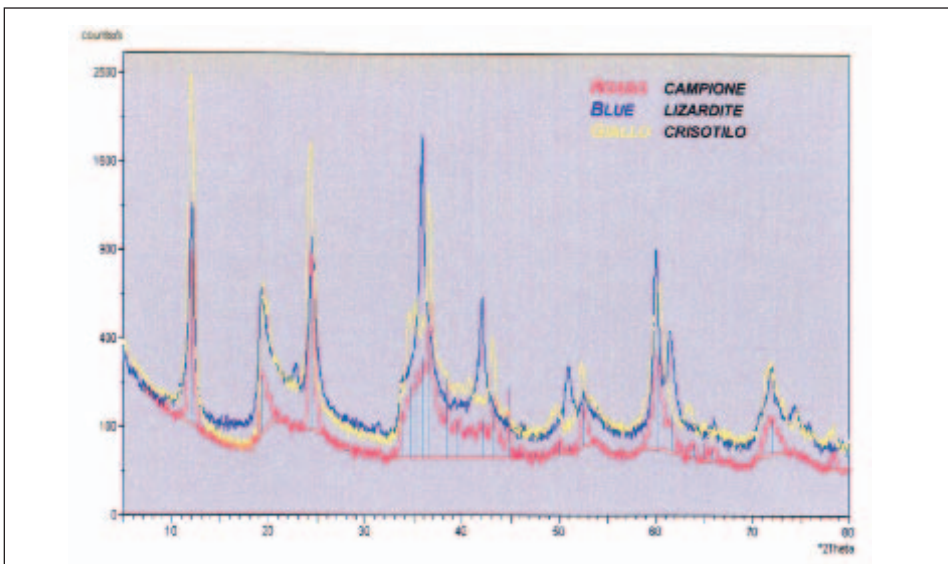


Fig. 10 – Confronto tra spettri DRX di materiale di cava e crisotilo/lizardite sintetici (Università Bologna)

- SEM: Allegato 1, paragrafo B), “Microscopia elettronica analitica a Scansione (per percentuali di amianto comprese fra 100 ppm e l’1%)”.

Per il calcolo della concentrazione C di amianto nel campione (espressa in ppm) viene indicata la formula:

$$C = \frac{A \cdot (p_c + p_a)}{n \cdot a \cdot P} \cdot 10^{-6}$$

Dall’applicazione pratica del calcolo si è reso necessario modificare il segno nell’esponente.

La formula da noi ritenuta corretta e applicata per le analisi è la seguente:

$$C = \frac{A \cdot (p_c + p_a)}{n \cdot a \cdot P} \cdot 10^6$$

dove:

- | | | | |
|------|---|------|---|
| A : | area effettiva del filtro (mm ²); | dc : | densità del crisotilo (gr/cm ³ = mg/mm ³) 2,6 |
| a : | area del campo di lettura (mm ²); | vi : | volume dell’i-esima fibra di crisotilo (mm ³) |
| n : | numero campi di lettura | pa : | da · Σ vj= peso totale fibre di anfibolo (mg) |
| P : | peso totale del campione depositato sul filtro (mg) | da : | densità degli anfiboli (gr/cm ³ = mg/mm ³) 3,0 |
| pc : | dc · Σ vi = peso totale fibre di crisotilo (mg) | vj : | volume dell’i-esima fibra di anfibolo (mm ³) |

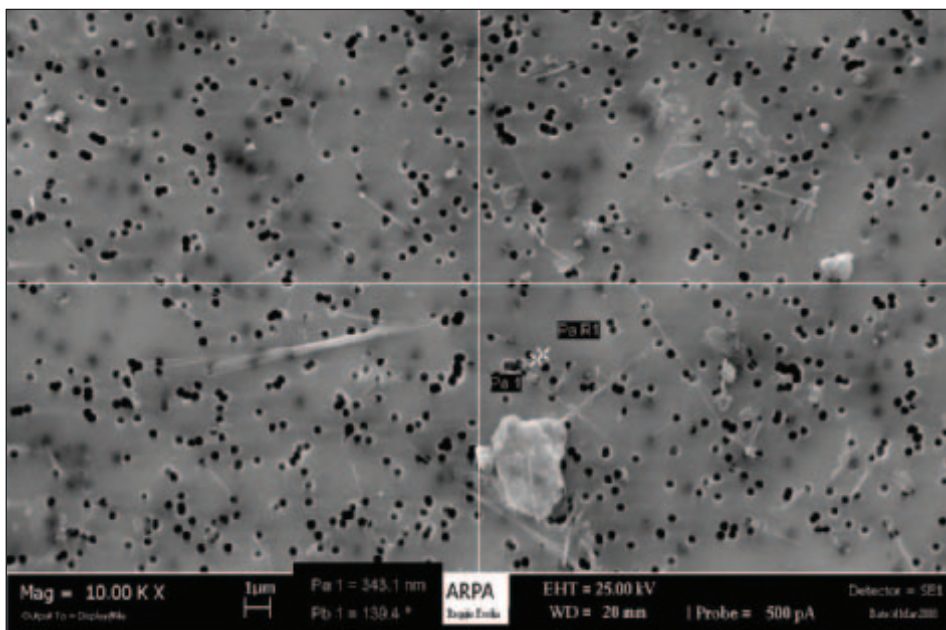


Foto 52 – Esempio di campo di lettura per il conteggio delle fibre al microscopio elettronico (SEM)

4.2.1. MICROSCOPIA OTTICA IN LUCE POLARIZZATA (MOLP): RISULTATI E CONSIDERAZIONI

L'analisi del polverino con tecnica MOLP non ha consentito di individuare fibre singole con morfologia e colori caratteristici del crisotilo (Foto 50), tranne in due casi in cui, già dall'osservazione allo stereomicroscopio, era evidente materiale bianco fibroso.



Foto 53 – Evidenze di crisotilo in campione

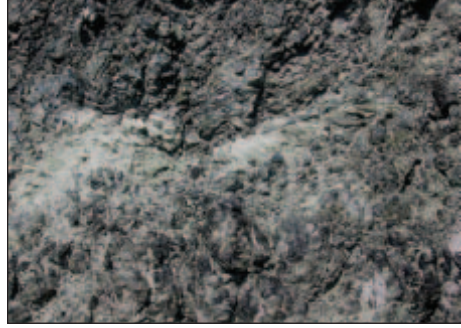


Foto 54 – Filone di materiale fibroso in sito

In un altro caso sono state riscontrate fibre di tremolite, dalla caratteristica morfologia aghiforme degli anfiboli e dai tipici colori (Foto 51), confermate in DRX e SEM.

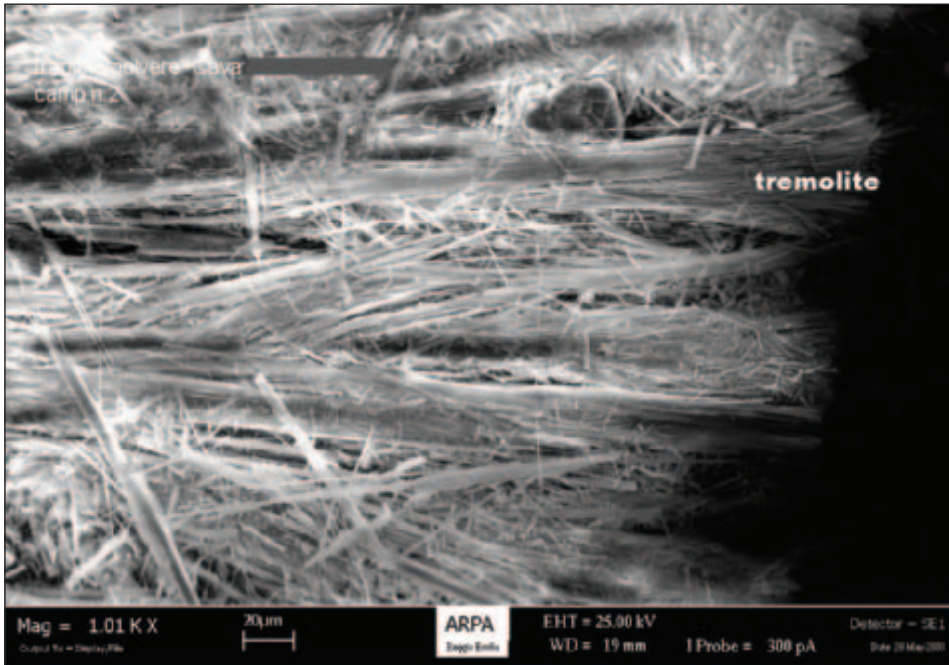


Foto 55 – Campione di tremolite al microscopio elettronico (SEM)

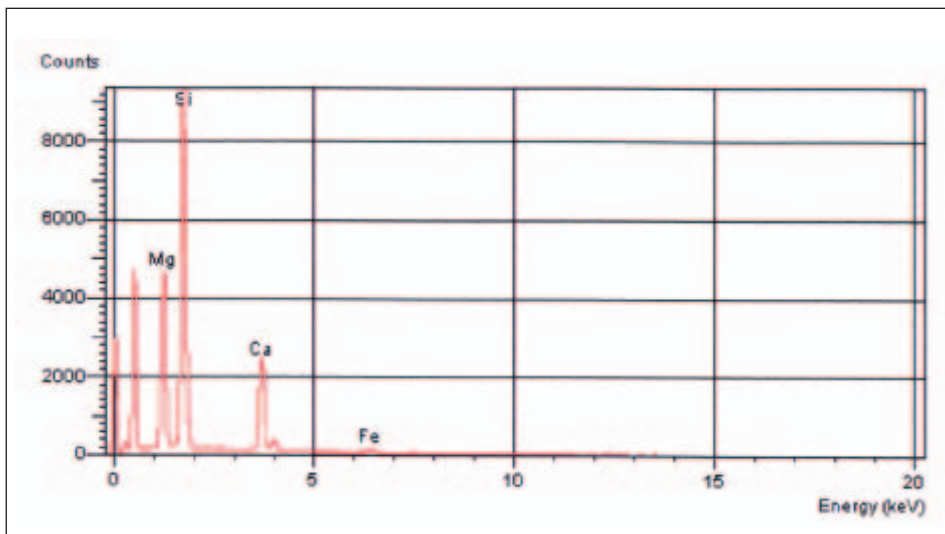


Fig. 11 – Micro-analisi EDX del campione di tremolite

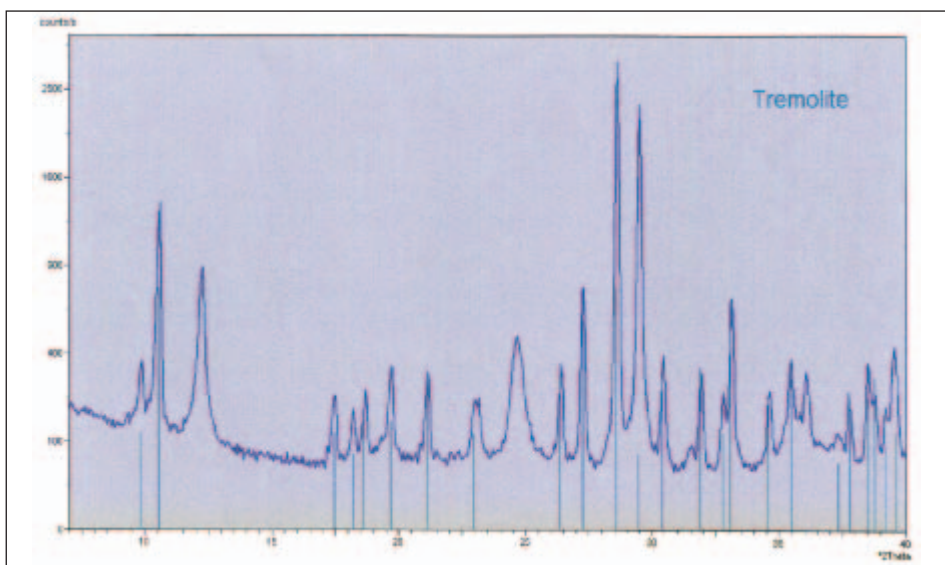


Fig 12 – Spettro DRX del campione confrontato con i riferimenti della tremolite (Università Bologna)

Si ritiene che la tecnica MOLP, a causa della presenza di lizardite e antigorite (con indice di rifrazione prossimo al crisotilo), non sempre offra informazioni sufficienti a discriminare la presenza di crisotilo. Può essere invece utilmente applicata in caso di materiale proveniente da filoni con evidenza già ad occhio nudo di materiale fibroso. Resta comunque la necessità di conferma con altre tecniche (DRX, FT-IR, in particolare la SEM risulta di notevole ausilio per un'efficace descrizione morfologica e chimica).

4.2.2. MICROSCOPIA ELETTRONICA A SCANSIONE (SEM) - ANALISI QUANTITATIVA : VALUTAZIONE DEL RILASCIO DI FIBRE DI AMIANTO

4.2.2.1. MATERIALI E METODI

In relazione alle considerazioni già riportate sull'Indice di rilascio, è stato ritenuto più efficace un criterio metodologico per la valutazione della pericolosità dei materiali simile a quello per la classificazione dei rifiuti per il conferimento in discarica (metodo IRSA-CNR marzo 1996: quantificazione in mg/Kg di polvere e fibre libere di amianto) e l'utilizzo, come riferimento guida, del valore di 1000 mg/Kg riportato nel D.M. 471/99.

Allo scopo è stato ipotizzato il procedimento di calcolo, che tiene conto del peso iniziale del campione (P_1), del peso della frazione fine dopo automacinazione (P_2) e della percentuale di amianto contenuto in quest'ultima. In questo modo è facilmente valutabile la pericolosità del materiale in funzione delle fibre di amianto rilasciate, ossia del suo indice di rilascio.

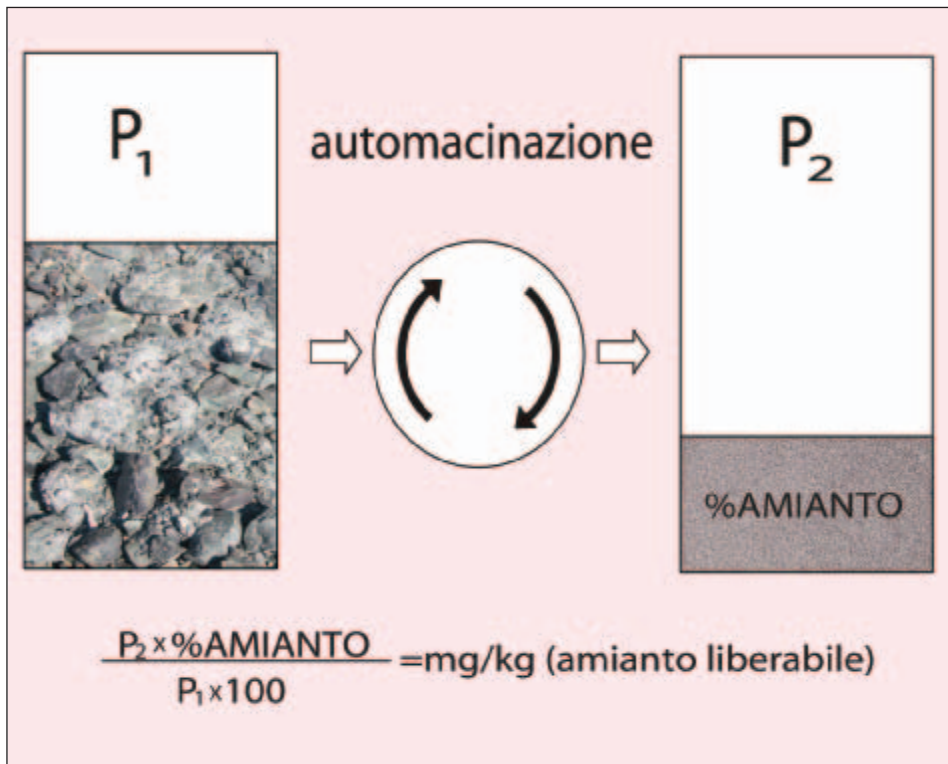


Fig. 13 – Schema di procedura di analisi

E' stata approntata la seguente procedura di preparazione:

- a) determinazione del peso del campione P_1 (Kg);
- b) automacinazione in cilindro rotante;
- c) raccolta della frazione fine: vagliatura (setaccio: 10 maglie per cm) e lavaggio della frazione grossolana, eventuale separazione manuale dei fasci fibrosi rimasti sulle maglie del setaccio, conseguente determinazione del peso totale della frazione fine P_2 (mg);



Foto 56 – Prima vagliatura



Foto 57/58 – Lavaggio frazione grossolana

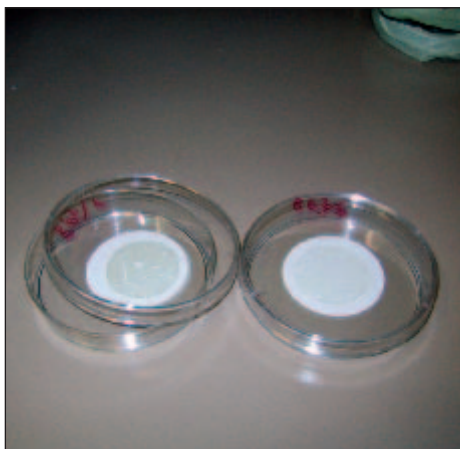


Foto 59 – Deposizione aliquota nota su membrana

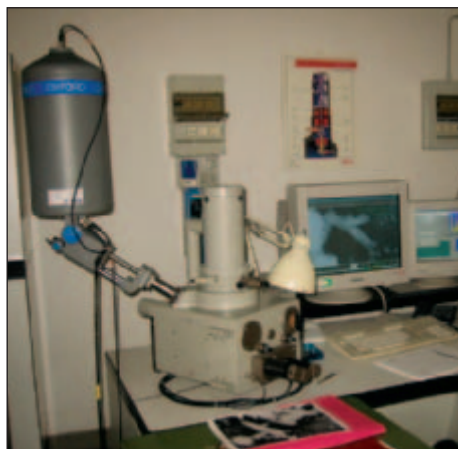


Foto 60 – Lettura al microscopio elettronico (SEM)

d) deposizione su membrana di una aliquota nota di P_2 e determinazione al microscopio elettronico (SEM) della **% di amianto**, secondo la formula precedentemente indicata;

e) calcolo del rilascio di fibre libere di amianto come per la determinazione delle polveri prevista dal metodo IRSA – CNR, marzo 1996 per la classificazione dei rifiuti, come riportato in Fig. 13.

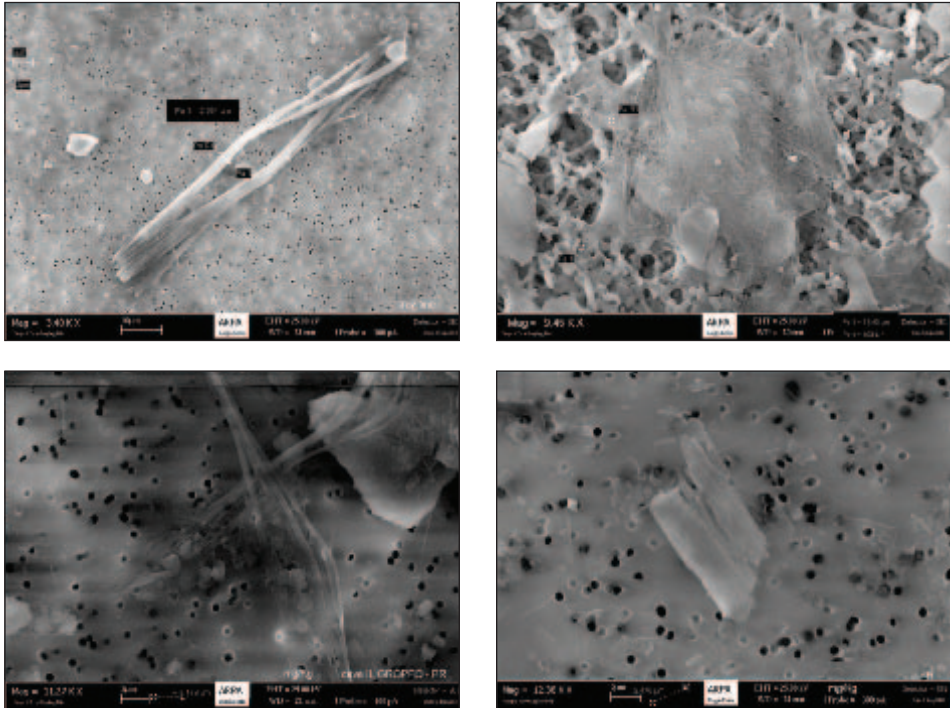


Foto 61/64 – Immagini al microscopio elettronico (SEM) di frazione fine

4.2.2.2. RISULTATI E CONSIDERAZIONI

Su 10 campioni di materiali provenienti da 6 cave sono state eseguite analisi conoscitive per la stima del rilascio di fibre di amianto (mg/Kg), utilizzando il procedimento e la tecnica SEM quantitativa precedentemente descritti.

In Tabella 1 si riportano i risultati relativi alle fibre di amianto liberatesi dalle rocce, calcolati secondo la formula:

$$mg / Kg = \frac{P_2 \times \% \text{ amianto}}{P_1 \times 100}$$

inoltre vengono riportate le % di amianto presenti nella frazione fine e il rapporto R ($mg \times 10^{-6}/Kg$) fra la frazione fine P_2 e il peso iniziale del campione P_1 .

Camp./ risultati	n.1 °	n.2 *	n.3 *	n.4 *	n.5 *	n.6 °	n.7 °	n.8 °	n.9 °	n.10 °	media (min - max)
mg/Kg	470	250	320	410	880	1168	27	495	361	327	471 (27 - 1168)
% amianto nella fraz. fine (P ₂)	0,18	0,11	0,10	0,28	0,30	0,48	0,05	1,33	0,53	0,37	0,37 (0,05 - 1,33)
R	0,26	0,23	0,32	0,15	0,29	0,24	0,05	0,04	0,07	0,09	0,17 (0,04 - 0,32)

NOTE: ° materiale medio di fronte cava - * materiale prelaborato ("stabilizzato")
I campioni 1-2-3-4-5 si riferiscono ad un'unica cava

Tabella 1 – Analisi campioni di pietrisco/breccia

Il metodo è ancora in fase di validazione, tuttavia i primi risultati confermerebbero quanto atteso:

- concentrazioni di amianto molto modeste e significativa variabilità fra i materiali analizzati, sia per provenienza che per diverso grado di lavorazione;
- granulometrie differenti dei pietrischi comportano risultati variabili; dal pietrisco frantumato (o in modo naturale o come risultato della lavorazione meccanica), indipendentemente dalla concentrazione di amianto, si possono liberare quantità di fibre più o meno significative; il rapporto R evidenzia le differenze che si possono riscontrare fra cava e cava e fra i materiali variamente lavorati;
- il conteggio al microscopio elettronico (SEM) evidenzia la necessità di discriminare le fibre di amianto dalle lamelle/prismetti di serpentino non fibroso.

A gennaio 2003 è stato sottoposto alla Commissione Nazionale Amianto uno specifico quesito su questa ipotesi di metodo per la valutazione della pericolosità dei materiali estratti, ma a tutt'oggi non vi è stato alcun riscontro.

4.3. FIBRE DI AMIANTO AERODISPERSE

4.3.1. MATERIALI E METODI

Il D.Lgs. 277/91 richiede, per la valutazione del rischio dei lavoratori esposti, il conteggio delle fibre aerodisperse di dimensione regolamentata (Lunghezza- $L > 5\mu\text{m}$, Diametro- $D < 3\mu\text{m}$, $L/D > 3:1$) in Microscopia Ottica in Contrasto di Fase (MOCF).

Il D.M. 06.09.94 richiede conteggi delle fibre di amianto di dimensione regolamentata con SEM solo nel caso della restituibilità dei locali bonificati da materiali contenenti amianto in matrice friabile.

Nel caso del monitoraggio ambientale degli edifici per la valutazione del rischio, il D.M. 06.09.94 indica indifferentemente le due tecniche, MOCF e SEM, con la sola differenza dei limiti di riferimento.

Viste le peculiarità dei serpentini e le problematiche relative al loro riconoscimento, si è ritenuto utile effettuare le analisi del particolato aerodisperso (campionamenti ambientali in cava e di esposizione dei lavoratori) esclusivamente alla SEM, per verificare la possibilità di distinguere le fibre di amianto dalle lamelle/prismetti di serpentino non fibroso, e solo in alcuni casi con tecnica MOCF.

I campionamenti sono stati eseguiti, per la durata di un turno lavorativo, utilizzando pompe portatili tarate ad un flusso di 1 L/min per i prelievi personali e 2 L/min per i prelievi ambientali.

Le teste di campionamento, indossate dai lavoratori o in postazione fissa, sono state corredate da membrane filtranti di diametro 25 mm in policarbonato per



Foto 65 – Sistema per il prelievo dell'aria



Foto 66 – Prelievi ambientali

le letture in SEM o in esteri di cellulosa per le letture in MOCF. I conteggi sono stati eseguiti seguendo i criteri del D.M. 06.09.94 Allegato 2, punto A) per la MOCF, e punto B) per la SEM.

4.3.2. RISULTATI E CONSIDERAZIONI

Nelle Tabelle 2 e 3 sono sintetizzati i risultati delle due indagini eseguite direttamente da ARPA e dai Servizi di Prevenzione delle Aziende USL territoriali, riferiti rispettivamente all'esposizione professionale degli addetti ed all'inquinamento ambientale.

I dati in SEM sono riferiti ai conteggi ottenuti dall'osservazione morfologica delle fibre di crisotilo e delle lamelle/prismetti di serpentino, tutti con dimensione regolamentata ($L > 5\mu\text{m}$, $D < 3\mu\text{m}$, $L/D > 3:1$).

	S.E.M. fibre regolamentate/cc crisotilo	S.E.M. lamelle regolamentate/cc serpentino	M.O.C.F ff totali/cc
Addetto carico vagliatura CAVA N°1	0.05	0.01	-
	0.06	0.02	-
Addetto frantoio mobile CAVA N°1	0.02	0.01	-
	0.02	0.01	-
Addetto ruspa CAVA N°1	0.02	0.03	-
	0.02	0.01	0.05
Addetto ruspa, ufficio CAVA N°2	< 0.01	0.01	-
	0	0.01	-
Addetto ruspa, silos CAVA N°2	0.06	0.07	-
	0.01	0.01	-
MAX	0.06	0.07	-
MIN	0	0.01	-
MEDIANA	0.02	0.01	-

Tabella 2 – Esposizione professionale (estate 2002)

Il confronto con i valori limite fissati dal D.Lgs. 277/91 consente di affermare che per gli addetti esiste una condizione di modesta esposizione lavorativa, molto inferiore al valore limite di esposizione di 0.6 ff/cc (anche considerando il totale degli oggetti fibrosi conteggiati in SEM); i valori sono sempre inferiori anche al valore limite di azione di 0,1 ff/cc, tuttavia per alcune operazioni i risultati sono prossimi a questo valore, segnale quindi di una esposizione comunque da non trascurare.

	S.E.M. fibre regolamentate/L crisotilo	S.E.M. lamelle regolamentate/L serpentino	M.O.C.F ff totali/L
Lato sx strada CAVA N°1	27	13	-
	15	7	-
Piazzale interno vagliatura CAVA N°1	19	12	-
	18	23	-
Piazzale interno vagliatura CAVA N°1	31	17	48
	21	12	39
Sotto silos CAVA N°2	33	28	-
	39	65	-
Nastro trasportatore lato dx CAVA N°2	32	32	-
	16	17	-
Nastro tras. Frantumazione CAVA N°2	Illeggibile/eccesso polvere	Illeggibile/eccesso polvere	-
	52	99	-
MAX	52	99	
MIN	15	7	
MEDIANA	21	17	

Tabella 3 – Campionamento ambientale (estate 2002)

I dati ambientali, in generale, risultano significativi ed indicativi per le azioni di prevenzione necessarie alla riduzione del rischio.

Nel caso specifico, vengono individuate come cause principali di dispersione della polvere:

- la movimentazione di materiali di scavo;
- la movimentazione dei mezzi di trasporto;
- la lavorazione al frantoio, che risulta la fase più critica.

Il conteggio delle fibre in aria per le valutazioni della dispersione ambientale come per la esposizione dei lavoratori, risulta complesso a causa della compresenza di oggetti fibrosi di dimensioni regolamentate, come già riscontrato nei materiali, che non sempre sono distinguibili fra fibre e prismetti/lamelle, soprattutto quando le dimensioni sono molto ridotte (es. $D < 1\mu\text{m}$).

I conteggi eseguiti in MOCF sono confrontabili con quelli eseguiti in SEM solo nel caso in cui il dato venga espresso come fibre totali regolamentate. L'osservazione alla SEM mette in risalto la possibile differenza morfologica fra fibre e prismetti /lamelle.

Le letture in MOCF, sufficienti per l'applicazione del D.Lgs. 277/91 per la valutazione del rischio degli addetti, possono essere integrate da letture in SEM per un approfondimento qualitativo-morfologico delle fibre aerodisperse.

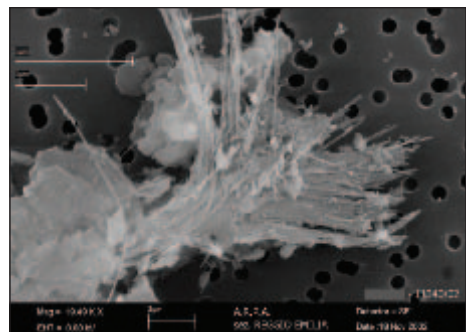
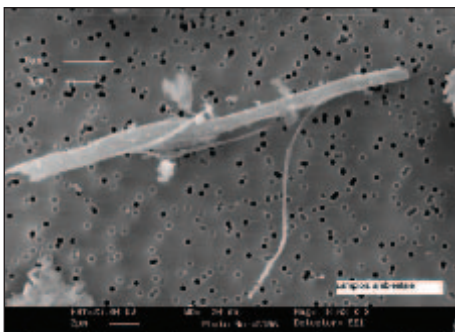
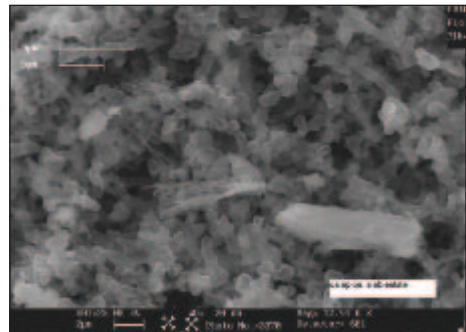
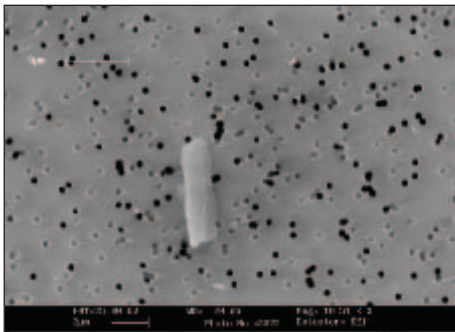
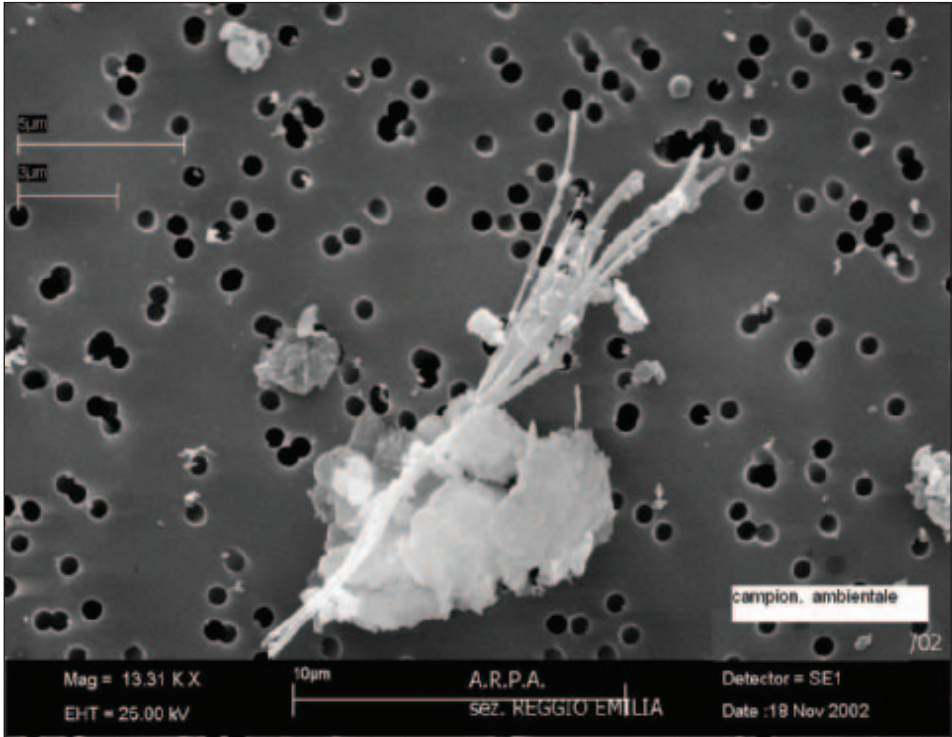


Foto 67/71 – Immagini al microscopio elettronico (SEM) delle membrane analizzate

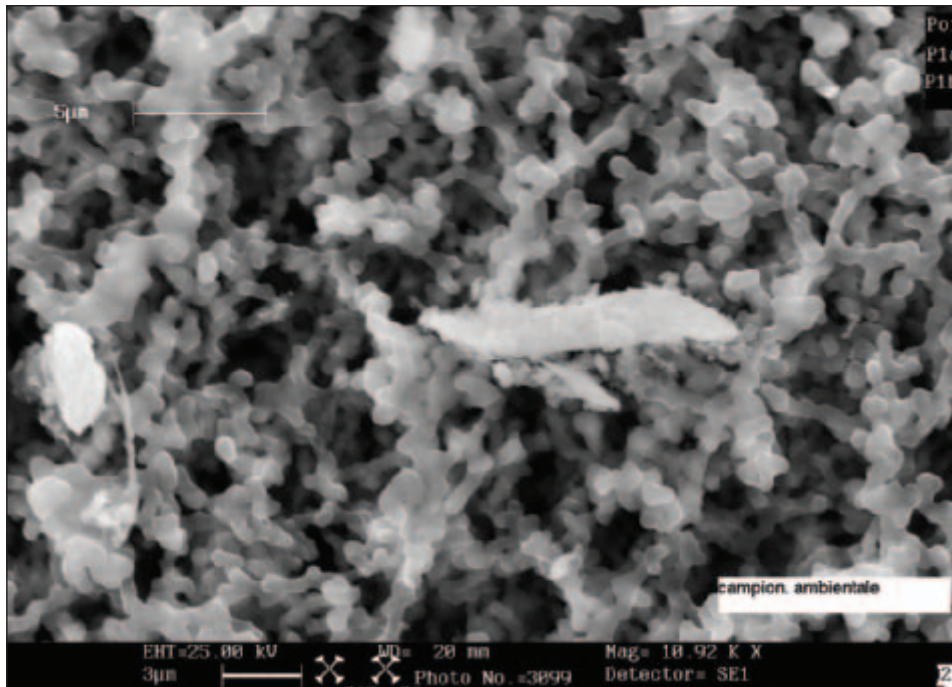
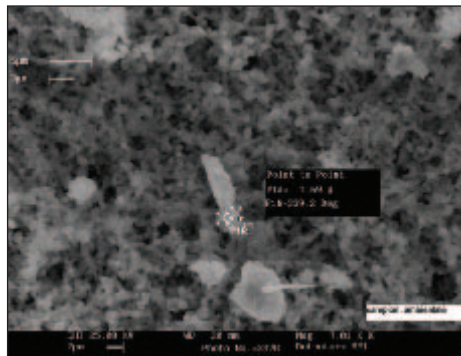
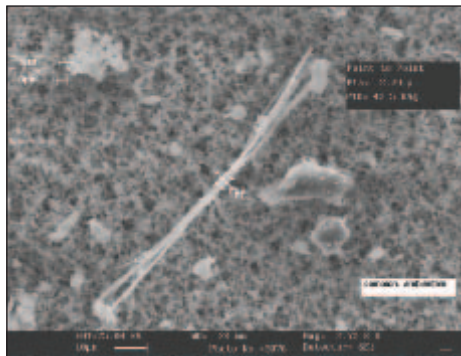
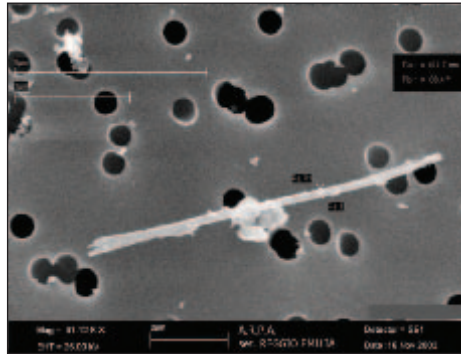
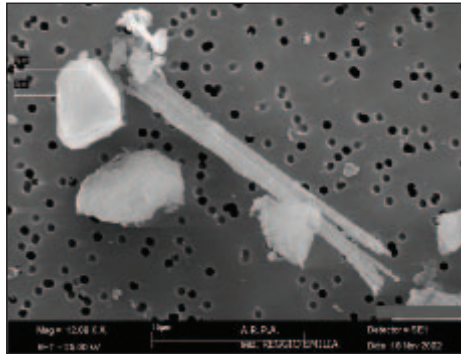


Foto 72/76 – Immagini al microscopio elettronico (SEM) delle membrane analizzate

La letteratura riporta dati di analisi al Microscopio Elettronico a Trasmissione (TEM), tecnica che potrebbe essere di ausilio nella distinzione delle fasi crisotilo-lizardite-antigorite; per la sua complessità e onerosità, non può tuttavia essere considerata di applicazione routinaria, soprattutto nel caso di fibre aerodisperse (esperienze dell'Università di Siena).

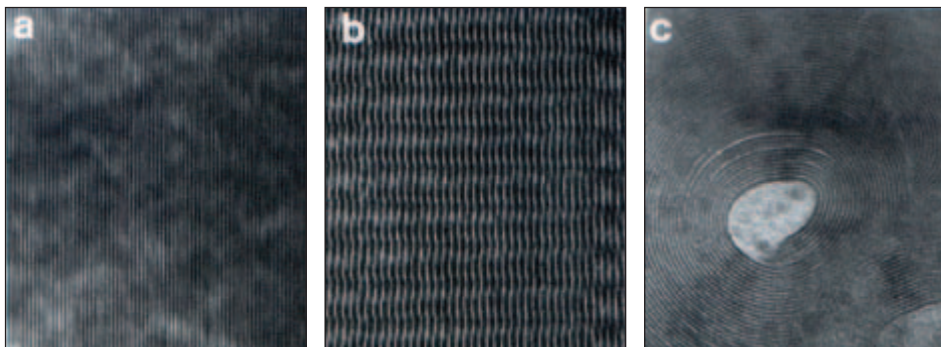


Foto 77/79 – a) Lizardite: successione ordinata dei piani (001), caratterizzati da una periodicità di circa 7 Å. b) Antigorite: piani (001) corrugati. c) Fibra di crisotilo, tagliata ortogonalmente all'asse di fibra. I piani (001) a 7 Å sono arrotolati attorno al foro centrale (da Viti C., 2001)

5 RILEVANZA SANITARIA DEGLI AFFIORAMENTI DI PIETRE VERDI

In merito alla realtà pietre verdi, si rende necessario verificare se costituisce rischio per la salute della popolazione la vicinanza con gli affioramenti, il loro uso quali materiali inerti nell'edilizia e nella viabilità, la loro presenza all'esterno ed all'interno delle abitazioni.

La molteplicità dei materiali presenti sul territorio della nostra Regione, il vario uso passato e presente quali pietre da taglio o brecce da inerti ed infine la diversa ed in parte sconosciuta capacità dei singoli materiali di rilasciare fibre, comportano ed hanno comportato sicuramente una grande variabilità del tipo e del livello di esposizione della popolazione lavorativa e generale.

Deve essere quindi discriminato se l'esposizione a questi materiali, ed in specifico alle fibre di amianto in essi contenute, comporti un aumento della incidenza di patologie correlate o se, al contrario, l'incidenza nelle popolazioni esposte sia la stessa della popolazione generale e quindi non si evidenzino differenze significative.

Va ricordato infatti che anche la popolazione non esposta a particolari fonti di rischio non è esente da patologie quali il Mesotelioma Maligno, in quanto purtroppo esiste un livello di fondo di fibre inalabili, conseguente alla fase economica e sociale tipica dell'epoca che viviamo. Infine non si può escludere che una quota di mesoteliomi possa insorgere anche in assenza di esposizione ad amianto.

La individuazione nella nostra Regione di tutti i siti attivi ed inattivi di escavazione di pietre verdi ha permesso la definizione della popolazione esposta a rischio teorico.

PROVINCIA	COMUNE
Piacenza	Bobbio, Cerignale, Coli, Travo
Parma	Bardi, Bedonia, Berceto, Borgo Val di Taro, Fornovo di Taro, Pellegrino Parmense, Salsomaggiore Terme, Terenzo, Tornolo, Valmozzola, Varano de' Melegari, Varsi
Reggio Emilia	Busana, Canossa, Ramiseto, Villa Minozzo
Modena	Frassinoro, Montefiorino, Montese, Palagano, Pavullo, Polinago, Sestola

L'obiettivo di valutare se questa popolazione presenti una incidenza di mesotelioma significativamente superiore alle popolazioni non esposte, passa attraverso l'esame degli studi epidemiologici oggi disponibili.

Per analizzare il problema, si possono utilizzare una serie di indagini epidemiologiche prodotte dall'Istituto Superiore di Sanità, che ha studiato i dati di mortalità per mesotelioma in Italia con un dettaglio riferito al territorio dei singoli Comuni.

Il periodo studiato è quello del decennio '88-'97 ed in merito va fatta una prima considerazione importante: i casi di mesotelioma individuati in questo lasso temporale sono rappresentativi di esposizioni avvenute nell'arco di circa 20-30 anni prima (tempo di sviluppo del mesotelioma), per cui negli anni '60 e '70. In quegli anni possiamo immaginare ci fosse un maggior utilizzo delle pietre verdi come materiale da costruzione (malte, pietre da taglio) costituenti degli ambienti domestici e come coperture per le viabilità minori. Pertanto ci dovremmo trovare di fronte all'esito di una esposizione probabile e di intensità rappresentativa.

I dati degli studi di mortalità citati sono in prima analisi rassicuranti: nessuno dei Comuni emiliani in cui è storico l'uso di pietre verdi emerge per evidenza di danno da esposizione rilevante ad amianto. Altre aree ed altri Comuni emiliano-romagnoli purtroppo evidenziano un incremento di mortalità da mesotelioma, riconducibile ad esposizioni di origine industriale.

Va segnalata, peraltro, la validità e sensibilità degli studi in esame, che sono stati in grado di individuare nel Comune di Biancavilla (Catania) un raggruppamento di casi di mesotelioma, imputabili alla presenza di cave di pietrisco utilizzato ampiamente in edilizia e costituito da un minerale fibroso simile all'amianto (fluoroedenite).

Un'importante mole di dati è inoltre fornita dal Registro Mesoteliomi della Regione Emilia-Romagna (ReM), registro tumori specializzato nello studio dell'incidenza e della eziologia del mesotelioma maligno.



Il ReM è attivo all'interno del Dipartimento di Sanità Pubblica di Reggio Emilia e rileva tutti i casi di mesotelioma maligno insorti nella Regione

Emilia-Romagna dal 1 gennaio 1996 ad oggi; nel triennio precedente 1993-1995 il Registro operava nell'ambito della sola Provincia di Reggio Emilia. Il ReM è in grado di fornire dati specifici dei singoli casi di mesotelioma con distribuzioni per anno, sesso, età ed attribuzione eziologica.

Nelle tabelle 3 e 4 si forniscono i dati di mortalità per mesotelioma nei nati e/o residenti nei Comuni dove insistono cave attive o dismesse di pietre verdi e i dati di qualifica professionale individuati per possibile contatto con tali materiali.

PROV	COMUNE	N° MM Tot.	CASI		PLEURA	ALTRE SEDI
			Maschi	Femm.		
PC	BOBBIO	1	1		1	
PC	CERIGNALE	0				
PC	COLI	0				
PC	TRAVO	0				
Tot. Pr. PC		1	1	0	1	0
PR	BARDI	2	1	1	2	
PR	BEDONIA	1	1		1	
PR	BERCETO	3	1	2	2	1
PR	BORGO VAL DI TARO	2		2	1	1
PR	FORNOVO DI TARO	2	1	1	2	
PR	PELLEGRINO P.SE	2	2		2	
PR	SALSOMAGGIORE	2	2		2	
PR	TERENZO	0				
PR	TORNOLO	0				
PR	VALMOZZOLA	2	2		2	
PR	VARANO MELEGARI	1		1	1	
PR	VARSÌ	1	1		1	
Tot. Pr. PR		18	11	7	16	2
RE	BUSANA	1	1		1	
RE	CANOSSA	1	1			1
RE	RAMISETO	0				
RE	VILLA MINOZZO	2	2		2	
Tot. Pr. RE		4	4		3	1
MO	FRASSINORO	0				
MO	MONTEFIORINO	2	1	1	1	1
MO	MONTESE	1	1		1	
MO	PALAGANO	1		1		1
MO	PAVULLO	2	2		2	
MO	POLINAGO	0				
MO	SESTOLA	1		1	1	
Tot. Pr. MO		7	4	3	5	2
TOTALE		30	20	10	25	5

Tabella 4 – Casi di mesotelioma maligno (MM) incidenti in comuni sede di affioramenti ofiolitici (dati aggiornati al 31/03/2004)

Per 24 dei 30 casi di mesotelioma, incidenti nei Comuni sopra elencati, sono state raccolte informazioni espositive: 10 soggetti sono risultati professionalmente esposti ad amianto, 1 soggetto ha avuto esposizione domestica per avere vissuto con un familiare esposto, mentre per 13 l'esposizione è stata giudicata improbabile.



Foto 80 – Attività di cava

Da questi dati non si possono, allo stato attuale, trarre conclusioni sulla presenza di un aumentato rischio mesotelioma in questi territori; infatti le popolazioni dei Comuni considerati sono numericamente esigue e l'evento mesotelioma risulta raro.

Nei casi di soggetti con esposizione professionale all'amianto (v. tabella seguente) non si evidenzia alcun mesotelioma nella categoria degli addetti all'estrazione o lavorazione di lapidei.

COD. ISTAT	DESCRIZIONE ATTIVITA'	N° CASI MM
14.10.0	Estrazione di pietra	0
14.11.0	Estrazione di pietre per l'edilizia	0
14.11.2	Estrazione di altre pietre da costruzione	0
14.12.0	Estrazione di pietre per calce, pietra da gesso e creta	0
14.12.1	Estrazione di pietra da gesso e di anidride	0
14.12.2	Estrazione di pietre per calce e cementi e di dolomite	0
26.70.0	Taglio, modellatura e finitura della pietra	0
26.70.1	Segagione e lavorazione delle pietre e del marmo	0
26.70.2	Lavorazione artistica del marmo e di altre pietre affini; lavori in mosaico	0
26.70.3	Frantumazione di pietre e minerali vari fuori della cava	0
60.10.0	Trasporti ferroviari	1
60.25.0	Trasporto di merci su strada	2
Totale		3

Tab. 5 – Casi di MM insorti in persone esposte nei seguenti settori di attività economica (dati aggiornati al 31/03/2004)

NB: Il caso riferito al settore dei trasporti ferroviari riguarda un macchinista/manovratore di locomotori; uno dei due casi relativi al trasporto merci su strada è stato considerato professionalmente esposto perchè addetto al trasporto, nonché carico e scarico, di manufatti in cemento-amianto.

I dati raccolti potranno essere di riferimento per più approfonditi studi epidemiologici.

Un'ulteriore fonte di dati è fornita dal CNR nello studio AMOS. Lo studio ha prodotto un'anagrafe aziendale degli esposti ad amianto a livello nazionale ed ha in particolare indagato sull'esistenza di una possibile influenza sulla contaminazione ambientale provocata dalla presenza di cave di pietre verdi sul territorio.

Infatti, il rischio di dispersione di fibre di amianto nell'atmosfera può derivare dalla movimentazione dei litotipi che le contengono, da fenomeni naturali di erosione o da opere di antropizzazione del territorio (sbancamenti, costruzione di strade, attività estrattive).

Per lo studio sono stati utilizzati strumenti statistici che hanno correlato queste variabili, giungendo alla conclusione che il numero di cave in un sito non risulta determinante nel provocare la mortalità per mesotelioma e confermando che l'ipotesi di relazione fra numero di cave e mortalità in un territorio debba essere negata.

Anche dai dati relativi a questa ricerca in ambito regionale, non emerge in maniera significativa la presenza di un incremento di rischio mesotelioma per la popolazione, legato alla presenza nell'ambiente di vita di cave di pietre verdi o all'utilizzo in edilizia di questi materiali.

Non si può escludere però che, ad un livello più approfondito di dettaglio e di studio, attualmente non disponibile, differenze di rischio possano emergere.



Foto 81 – Centri abitati in zona con affioramenti ofiolitici

6 CONCLUSIONI E PROPOSTE

A tre anni dall'inizio dei lavori del gruppo regionale e a sette anni dalla prima indagine, le conoscenze mineralogiche, chimiche, epidemiologiche acquisite, consentono di disegnare un più preciso quadro dell'entità e dell'impatto delle attività di estrazione e lavorazione delle pietre verdi, come esposto di seguito.

A) La **localizzazione** geografica dei **siti estrattivi** ofiolitici risulta differente fra le varie Province emiliane; la maggiore concentrazione di cave è localizzata nella Provincia di Parma (n. 10 siti), mentre se ne individuano n. 2 in Provincia di Modena e n. 1 sito nella Provincia di Piacenza.

Questa distribuzione riflette non solo la diversa estensione degli affioramenti ofiolitici nei territori provinciali considerati, ma anche il diverso significato che tali inerti hanno rivestito in passato nello sviluppo delle realtà socio-economiche locali. In Provincia di Parma, specie nell'alta e media Val Taro, le ofioliti costituiscono da sempre uno dei materiali principali per le attività antropiche, sia per le loro qualità intrinseche (durevolezza, resistenza, durezza), che per la loro più agevole reperibilità e lavorabilità rispetto ad altri inerti. A questo proposito si pensi che interi centri storici, fortezze e castelli sono stati realizzati utilizzando rocce ofiolitiche.

Alcune zone di affioramento dei siti ofiolitici sono inserite in riserve naturali di rango regionale (Monte Prinzerà-PR, Rupe di Campotrera-RE).

B) I sopralluoghi e le analisi dei materiali hanno portato ad una puntuale caratterizzazione dei diversi siti ofiolitici dell'Appennino emiliano. E' risultato evidente che **ciascun sito presenta caratteristiche giacimentologiche e mineralogiche peculiari e difficilmente estendibili a quelli limitrofi.**

Questa singolarità è dovuta alle diverse modalità di azione dei fattori geologici che hanno determinato l'attuale assetto degli affioramenti ofiolitici, influenzandone anche i diversi aspetti che li caratterizzano.

In particolare, uno degli elementi che condiziona maggiormente la presenza di amianto all'interno delle ofioliti è il grado di fratturazione e di alterazione dell'ammasso roccioso. I dati analitici di ogni singola cava denotano tendenzialmente un aumento della presenza di minerali dell'amianto con l'aumentare del grado di fratturazione che, a sua volta, appare diverso per ogni sito ofiolitico. Pertanto, **non può essere stabilito un "livello di pericolosità" a priori**: questo dovrà essere definito sito per sito e con l'avanzamento del fronte

di scavo, con l'avvertenza che dovrà essere posta maggiore attenzione laddove si è in presenza di un ammasso roccioso fortemente fratturato e cataclasato. Questa constatazione è riconducibile alla natura petrografica e geologica delle ofioliti, in cui sono i processi di serpentinizzazione successivi alla litogenesi a determinare la trasformazione di alcuni minerali originari in altri, tra cui anche l'amianto. Tale minerale, in virtù della sua forma allungata, risulta presente in misura maggiore in corrispondenza delle zone fratturate in associazione con altri minerali del serpentino, come ad esempio l'antigorite.

I filoni di solo amianto (crisotilo e/o tremolite) sono rari e non sempre di facile riconoscimento: talora possono essere individuati come riempimento di discontinuità o di fratture di dimensioni anche molto piccole (millimetriche). Proprio la discontinuità delle fratturazioni, più o meno spinte e variamente diffuse, ha confermato la complessità e la difficoltà ad applicare il D.M. 14.05.1996 che, così come scritto, appare meglio applicabile alle realtà alpine rispetto a quelle appenniniche, in relazione all'evidente evoluzione geologica e petrografica che ha caratterizzato e distingue le due catene montuose.

C) I sopralluoghi e le indagini strumentali eseguite hanno portato alla formulazione di prescrizioni da parte degli organi di vigilanza in materia di attività estrattive, con il **richiamo alla applicazione del D.Lgs. 277/91**. Tutti gli esercenti di cava coinvolti nel presente studio hanno effettuato la valutazione del rischio, che comporta anche la sorveglianza sanitaria e l'obbligo di informazione sui rischi ai lavoratori.

D) Le analisi dei materiali tal quali prelevati casualmente, pur con le problematiche analitiche evidenziate nel presente lavoro, sono state utili a cogliere le particolarità dei diversi siti ed a suggerire la necessità di **adottare specifici livelli di attenzione nel controllo del fronte di scavo, soprattutto in presenza di venature bianco-verdastre con evidenti elementi fibrosi**.

Dal punto di vista operativo, il fronte di cava deve essere monitorato attentamente, a partire dal riconoscimento geologico-petrografico del tipo di ofiolite per arrivare, durante le fasi di scavo (avanzamento del fronte), al puntuale riconoscimento del suo aspetto strutturale e geomeccanico. Ciò agevola l'identificazione preventiva e tempestiva delle zone maggiormente a rischio per la possibile presenza di amianto.

E) Nei materiali analizzati, **la quantità di amianto è risultata modesta:** rispetto alla massa complessiva del materiale, sono stati riscontrati rilasci di qualche decina, a volte centinaia, di mg/Kg di fibre di amianto libere.

La ricerca quantitativa dell'amianto liberabile dai pietrischi ofiolitici ha

suggerito di impostare e validare un metodo analitico quantitativo (con la SEM come da D.M. 06.09.94) su campioni con tenore di amianto molto basso e di approfondire stime quantitative anche in DRX e FT-IR.

I risultati analitici confermano le differenze fra sito e sito e, conseguentemente, il differente “livello di pericolosità” in dipendenza dal tipo di fratturazione dell’ammasso roccioso; sono inoltre confermati livelli diversi di rilascio di fibre in relazione al grado di lavorazione del materiale scavato.

F) I livelli di contaminazione ambientale da fibre di amianto riscontrati dalle indagini svolte nell’ambito di questo studio, oltre che da quelle effettuate da altri ricercatori (AUSL Toscana, progetto ISPEL-AUSL Parma), **risultano:**

a) contenuti rispetto al valore limite di esposizione (0,6 o 0,2 ff/cc), ma significativi rispetto alle 0,1 ff/cc, valore che definisce il livello di azione ai sensi del D.Lgs. 277/91 (conteggi MOCF);

b) di attenzione rispetto alle diverse lavorazioni.

La presenza di fibre di amianto appare numericamente più rilevante e sensibile nelle fasi di movimentazione del materiale, anche se relativamente umido, e soprattutto in quelle di lavorazione dello stesso. I frantoi, infatti, riducono il materiale in pezzatura fine e ovviamente facilitano e/o favoriscono la liberazione di fibre di amianto dalle rocce trattate.

Le modalità di coltivazione del giacimento ofiolitico (con esplosivo o con semplice scavo dei detriti) e le tipologie di lavorazione dei materiali estratti (vagliatura e frantumazione più o meno spinte) determinano situazioni ambientali specifiche e assai diversificate.

Le considerazioni vanno quindi effettuate cava per cava e con il procedere degli scavi, per attivare le conseguenti misure di cautela previste dalla vigente normativa di settore.

I risultati acquisiti rappresentano i primi riscontri per ulteriori e futuri approfondimenti utili anche per una corretta programmazione, pianificazione e gestione degli interventi estrattivi da parte degli Enti competenti.

G) La individuazione nella nostra Regione di tutti i siti di escavazione di pietre verdi ha permesso la definizione della **popolazione esposta** a rischio. Il Registro Mesoteliomi della Regione Emilia-Romagna, gestito dal Dipartimento di Sanità Pubblica di Reggio Emilia, ha fornito i dati di mortalità per mesotelioma, per il periodo dal 1 gennaio 1996 al 31 marzo 2004, nei Comuni emiliani interessati dalla presenza di pietre verdi.

Nei casi di soggetti con riconosciuta esposizione professionale all’amianto non è stato evidenziato alcun caso di mesotelioma ricadente nella categoria degli addetti alla estrazione o lavorazione di lapidei. Sono stati esaminati i

risultati degli studi di mortalità per mesotelioma in Italia nel decennio 1988-1997, effettuati dall'Istituto Superiore di Sanità con un dettaglio che giunge al territorio dei singoli Comuni.

Infine sono state acquisite le risultanze dello studio AMOS effettuato dal CNR che ha evidenziato come il numero di cave in un sito non risulta determinante nel provocare la mortalità per mesotelioma, rafforzando l'ipotesi che la relazione fra numero di cave e mortalità in un territorio non sussista. I dati degli studi di mortalità citati sono in prima analisi rassicuranti: **nelle popolazioni** di aree in cui sono utilizzate pietre verdi **non vi sono**



Foto 82 – Passeggiata sulle ofioliti

evidenze di danno da esposizione rilevante ad amianto.

Allo stato dei fatti per giungere ad interpretazioni più approfondite, si rende però necessario valutare la possibilità di passare dall'esame di studi descrittivi, già in nostro possesso, alla impostazione di studi epidemiologici analitici che interessino la coorte dei lavoratori esposti o mettano a confronto popolazioni con caratteristiche si-

mili, esposte o non esposte alle pietre verdi.

La rarità dell'evento mesotelioma e la esiguità delle popolazioni interessate rendono più complessi gli studi epidemiologici ed il raggiungimento di un livello di significatività del dato statistico; tuttavia ipotesi di fattibilità andranno esaminate con impegno ed attenzione allo scopo di raggiungere una consapevolezza sempre più approfondita degli effetti sulla Salute Pubblica, legati alla presenza nell'ambiente delle pietre verdi e per indirizzare, se necessario, interventi di tutela.

H) L'assenza di risposta alla Regione Emilia-Romagna da parte della Commissione Nazionale Amianto circa l'applicazione pratica del D.M. 14.05.1996, riferita alla valutazione del rischio attraverso il calcolo dell'Indice di rilascio (I.r.), lascia purtroppo invariati tutti i dubbi sulla concreta applicabilità del Decreto alle realtà dell'Appennino emiliano, sia rispetto alle "azioni preventive", sia rispetto alla valutazione del rischio.

Per le realtà studiate, "l'incapsulamento" risulta sicuramente problematico oltre che apparire tecnicamente improponibile. E' preferibile attuare misure di prevenzione orientate a modificare le metodologie di lavoro, a favorire l'impiego di macchine e impianti che limitino l'esposizione a polveri e al

corretto uso dei dispositivi di protezione individuale.

I) Durante le fasi di ricerca che hanno portato a confronti con colleghi di altre Regioni, caratterizzate da problematiche analoghe, si è evidenziata la necessità di **attivare forme di coordinamento e collaborazione condivise** per cercare orientamenti comuni per la gestione ed il controllo delle attività di estrazione e utilizzo delle pietre verdi.

In particolare risulta indispensabile per i servizi di vigilanza, per i gestori delle cave, per le Amministrazioni Pubbliche, chiarire gli ambiti di intervento, i campi di applicazione ed i protocolli specifici da adottare non solo per i lavori in cava, ma anche per l'utilizzo del materiale estratto e per gli interventi successivi alla posa dei materiali stessi.

E' auspicabile che gli sviluppi metodologici su questo argomento avvengano in tempi brevi, sia per i correlati risvolti giuridico-amministrativi nel rispetto delle vigenti norme, sia per una più estesa conoscenza dei siti ofiolitici. Quest'ultima esigenza si rende evidente soprattutto in quanto questi siti presentano, oltre che un interesse economico e sanitario, anche un notevole interesse naturalistico. Peraltro non va trascurato anche il dibattito in corso sull'individuazione di **zone ofiolitiche protette**.

A questo proposito si segnala la recente iniziativa intrapresa dalla Riserva Naturale Monte Prinzerà, riguardante la stipulazione di un "Protocollo d'intesa per la costituzione di un coordinamento fra aree protette italiane caratterizzate



Foto 83 – Passeggiata sulle ofioliti (C. Pedroni)

da territori con substrato ofiolitico”. A tale iniziativa hanno aderito 9 aree naturali protette di Valle d’Aosta, Piemonte, Liguria, Toscana ed Emilia-Romagna, con l’intento di costituire un sistema italiano di “area vasta” di territori con substrato ofiolitico, creare un punto di riferimento collegiale permanente sulle tematiche inerenti ai territori ofiolitici ed individuare, documentare, proporre iniziative di tutela, studio, gestione di aree non protette nelle quali si riconoscono affioramenti ofiolitici.



SCHEDE DI DETTAGLIO

N.B.: I dati sono riferiti allo stato di attività al 31.12.2003

Provincia	PIACENZA
Comune	COLI
Località	FORNI DI SOTTO (PC)
Denominazione cava	FORNI DI SOTTO
Sezione C.T.R. di rif.	179140 MEZZANO SCOTTI



Cava attiva	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no
Quantitativi estraibili/autorizzati	m ³ 12.200
Scadenza autorizzazione	16 febbraio 2003
Tutele ambientali	
Tipologia del materiale estratto	ofoliti e pietrisco ofolítico (100% materiale inerte)
Aspetto visivo del giacimento ofolítico	massivo <input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no fratturato <input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no cataclasato <input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no alterato <input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no

PC 1

Destinazione	Comune e provincia
Utilizzo del materiale	Sottofondi stradali, riempimenti, drenaggi e componenti per rivestimento di edifici
Presenza di amianto	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no
Varietà	Crisotilo
Addetti Mansioni principali	n. 2 operai escavazione, trasporto
Indagini ambientali	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no
Centri abitati più vicini	Forni di Sotto, ad una distanza di circa 600 m

NOTE: L'attività è stata sospesa e successivamente ripresa il 16.07.2001. Dal settembre 2003 la cava non è più attiva. La ditta ha presentato un progetto di ampliamento della medesima da sottoporre a screening. Tale procedura, al momento, non è ancora stata attivata.

Foto dei materiali al microscopio elettronico (SEM)

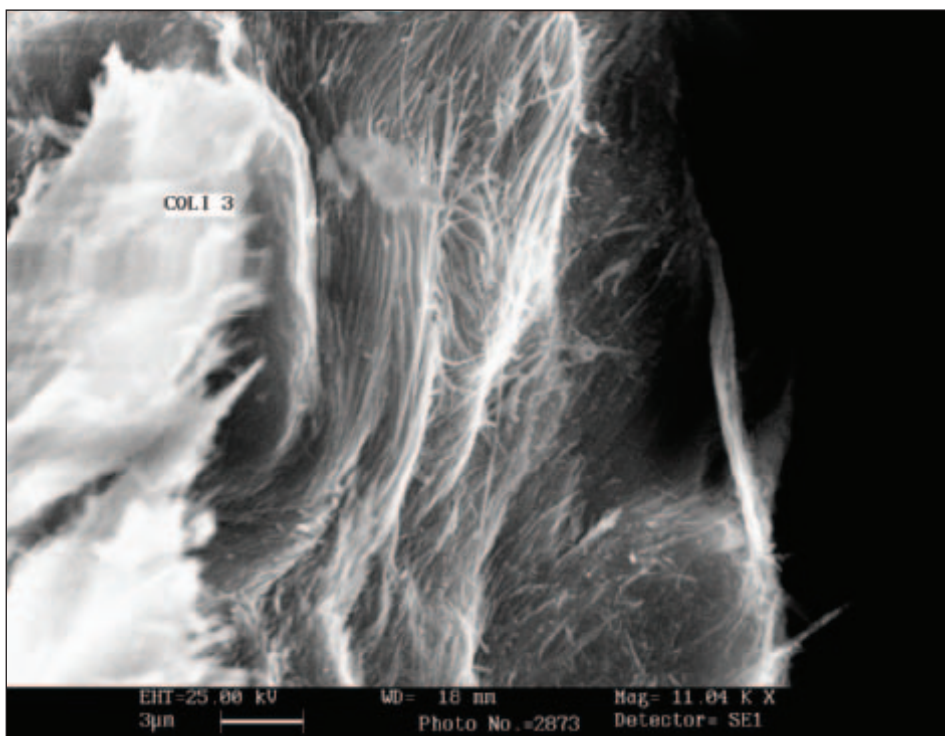
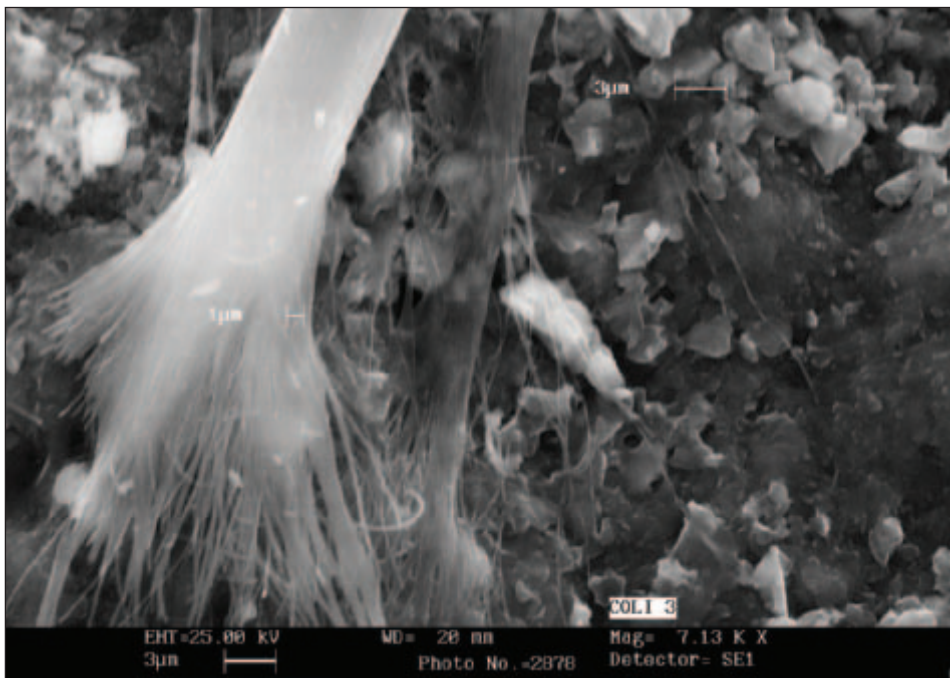
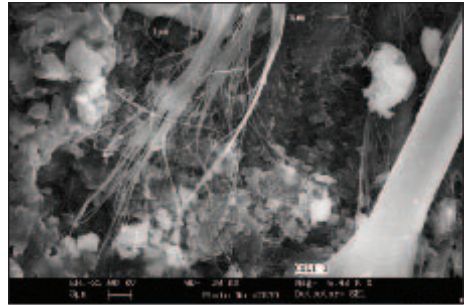
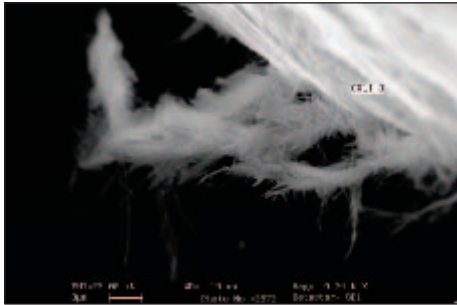
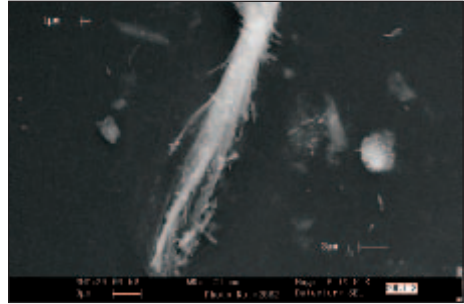
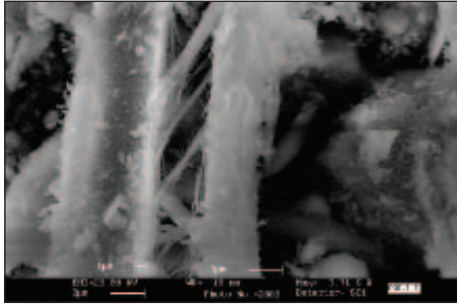


Foto dei materiali al microscopio elettronico (SEM)



PC 1

Immagini della cava



Provincia	PIACENZA
Comune	COLI
Località	MONTE MANGIAPANE
Denominazione cava	MONTE MANGIAPANE
Sezione C.T.R. di rif.	197020 COLI



Cava attiva	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no
Quantitativi estraibili/autorizzati	m ³ 158.600
Scadenza autorizzazione	29 dicembre 2002
Tutele ambientali	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no

Tipologia del materiale estratto	ofioliti e pietrisco ofiolitico (100% materiale inerte)
Aspetto visivo del giacimento ofiolitico	massivo <input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no fratturato <input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no cataclasato <input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no alterato <input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no

PC 2

Destinazione

Utilizzo del materiale

Presenza di amianto

si no

Varietà

Crisotilo

Addetti

Mansioni principali

Indagini ambientali

si no

Centri abitati più vicini

Coli ad una distanza di circa 2,5 Km e una casa a circa 500 m

NOTE: L'attività di scavo è terminata. Attualmente si sta procedendo al ripristino vegetazionale consistente nella messa a dimora di specie arboree ed arbustive. Le indagini sulla presenza di amianto sono state eseguite in passato dal gestore.

Immagini della cava



Provincia	PARMA
Comune	FORNOVO DI TARO
Località	ROCCA GALGANA
Denominazione cava	PIETRA MACINATA
Sezione C.T.R. di rif.	199130 CITERNA



Cava attiva	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no
Quantitativi estraibili/autorizzati	m ³ 150.000
Scadenza autorizzazione	aprile 2004
Tutele ambientali	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no
Tipologia del materiale estratto	ofoliti e pietrisco ofolítico (90% materiale inerte, 10% in blocchi)
Aspetto visivo del giacimento ofolítico	massivo <input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no fratturato <input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no cataclasato <input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no alterato <input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no

PR 1

Destinazione	Comune e provincia per materiali grossolani, interprovinciale per materiali fini
Utilizzo del materiale	Fondi stradali, riempimenti, drenaggi, componenti per rivestimento edifici e per collanti
Presenza di amianto	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no
Varietà	Crisotilo
Addetti Mansioni principali	n. 7 operai escavazione, trasporto, frantoio
Indagini ambientali	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no 2002 (ARPA Reggio Emilia), 2003 (progetto ISPESL)
Centri abitati più vicini	Citerna a 1 Km

Foto dei materiali al microscopio elettronico (SEM)

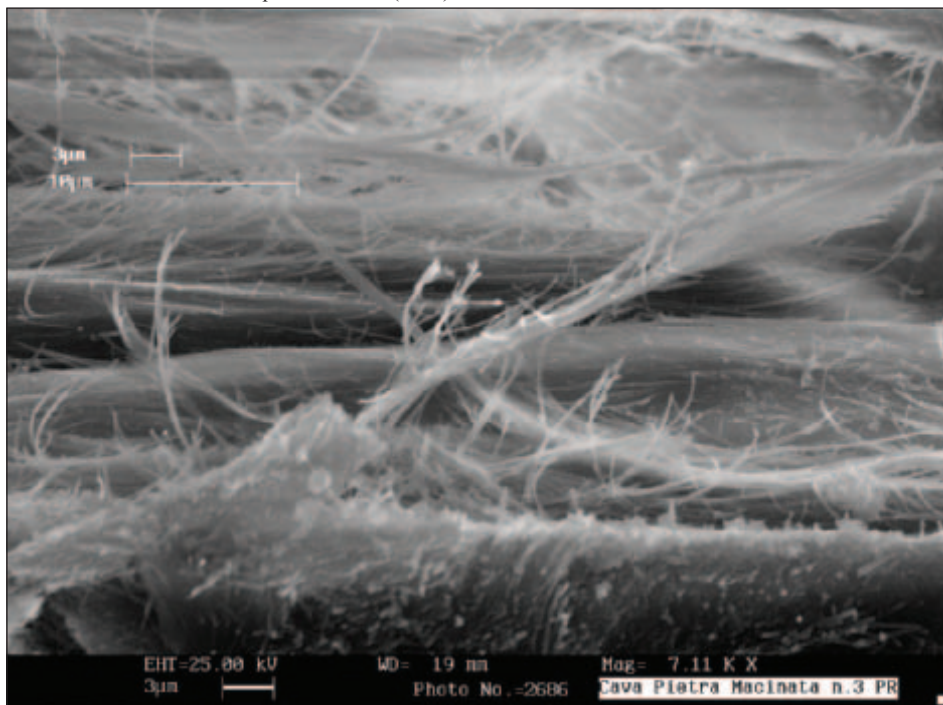
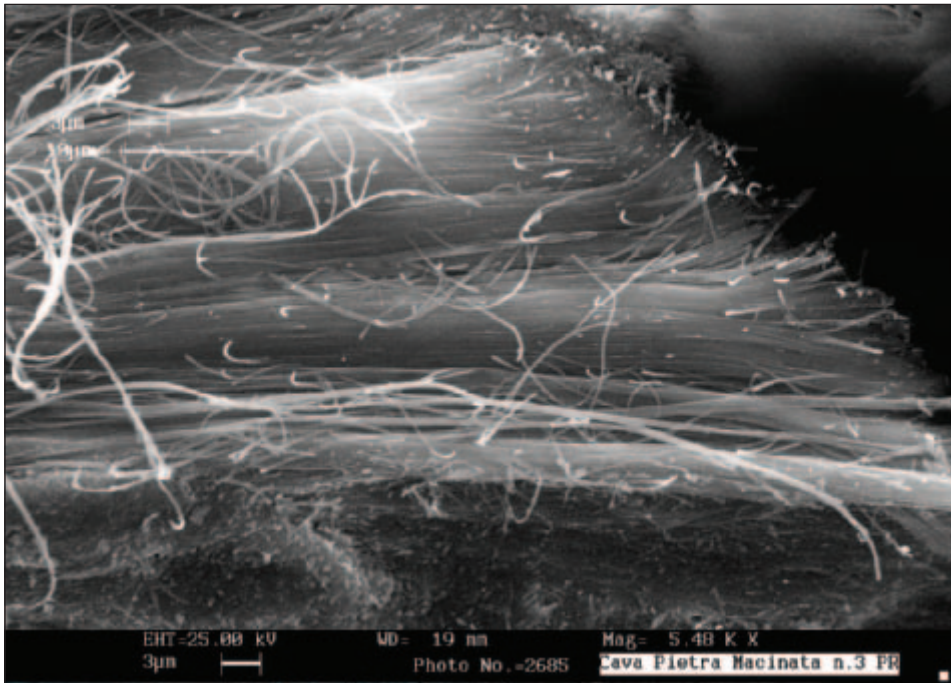
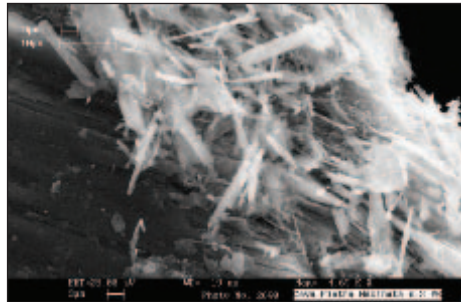
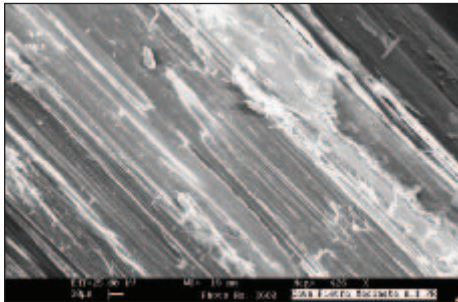
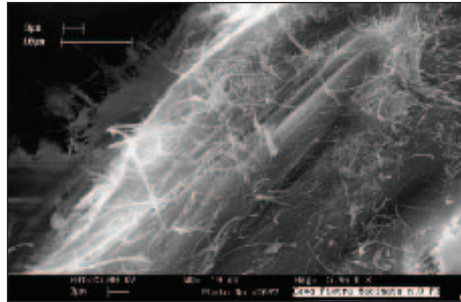
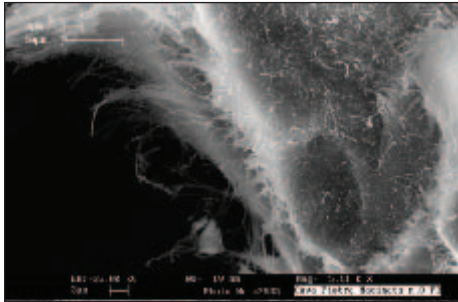


Foto dei materiali al microscopio elettronico (SEM)



PR 1

Immagini della cava



Provincia	PARMA
Comune	VARANO MELEGARI
Località	VIAZZANO
Denominazione cava	RIO BARGOLO
Sezione C.T.R. di rif.	199050 ROCCALANZONA



Cava attiva	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no												
Quantitativi estraibili/autorizzati	m ³ 80.000												
Scadenza autorizzazione	agosto 2005												
Tutele ambientali	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no												
Tipologia del materiale estratto	ofioliti e pietrisco ofiolitico (80% materiale inerte, 20% in blocchi)												
Aspetto visivo del giacimento ofiolitico	<table border="0"> <tr> <td>massivo</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> si</td> <td><input type="checkbox"/> no</td> </tr> <tr> <td>fratturato</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> si</td> <td><input type="checkbox"/> no</td> </tr> <tr> <td>cataclasato</td> <td><input type="checkbox"/> si</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> no</td> </tr> <tr> <td>alterato</td> <td><input type="checkbox"/> si</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> no</td> </tr> </table>	massivo	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no	fratturato	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no	cataclasato	<input type="checkbox"/> si	<input checked="" type="checkbox"/> no	alterato	<input type="checkbox"/> si	<input checked="" type="checkbox"/> no
massivo	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no											
fratturato	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no											
cataclasato	<input type="checkbox"/> si	<input checked="" type="checkbox"/> no											
alterato	<input type="checkbox"/> si	<input checked="" type="checkbox"/> no											

PR 2

Destinazione	Comune e provincia
Utilizzo del materiale	Fondi stradali, riempimenti e rilevati, drenaggi, opere idrauliche
Presenza di amianto	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no
Varietà	Crisotilo
Addetti Mansioni principali	n. 4 operai escavazione, trasporto, frantoio
Indagini ambientali	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no 2003 (progetto ISPESL)
Centri abitati più vicini	Viazzano a 2 Km

NOTE: Utilizzo di esplosivo in parte della coltivazione.

Foto dei materiali al microscopio elettronico (SEM)

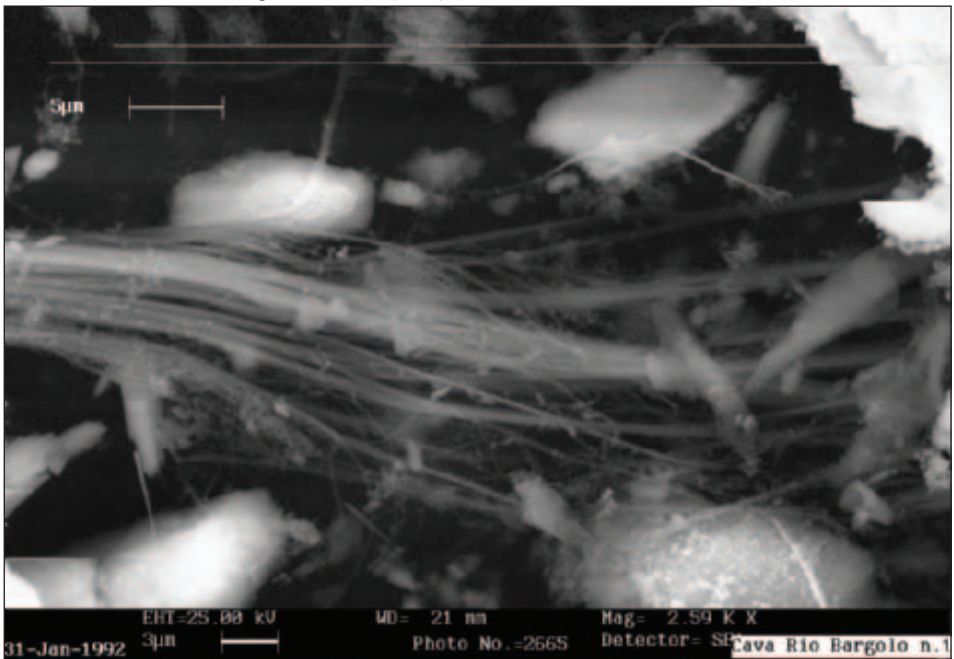
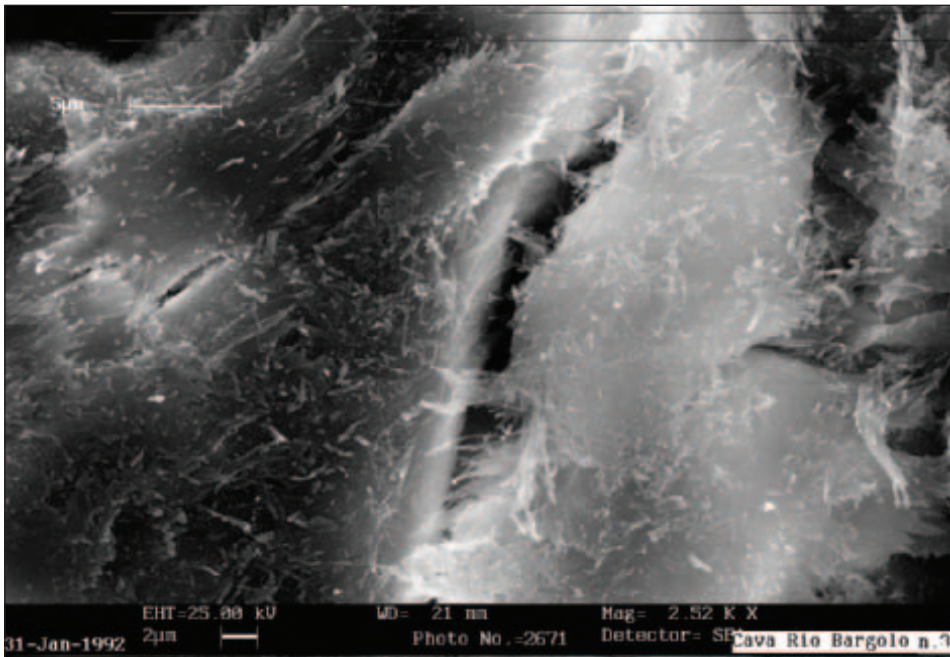
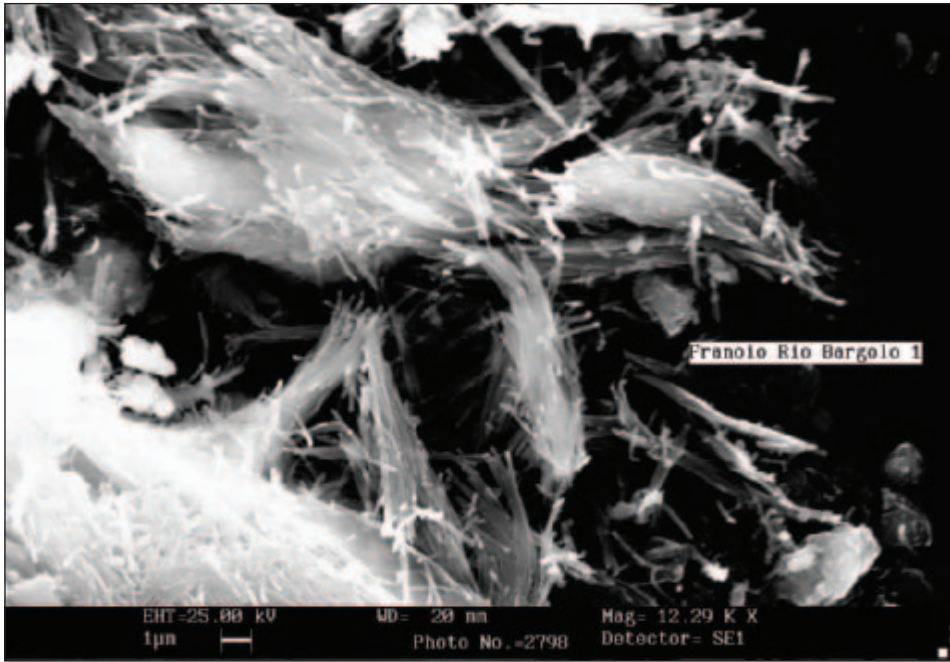


Foto dei materiali al microscopio elettronico (SEM)



PR 2

Immagini della cava



Provincia	PARMA
Comune	BARDI
Località	CAGNO DI GAZZO
Denominazione cava	GROppo DI GORA LOTTI 1 E 2
Sezione C.T.R. di rif.	198090 MONTE MENEGOSA

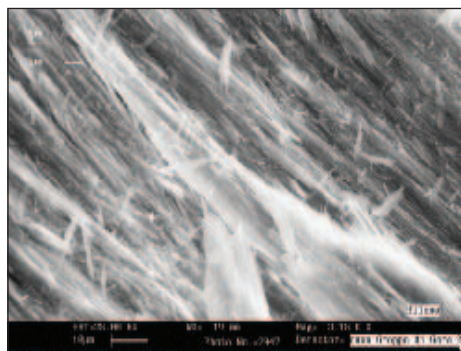
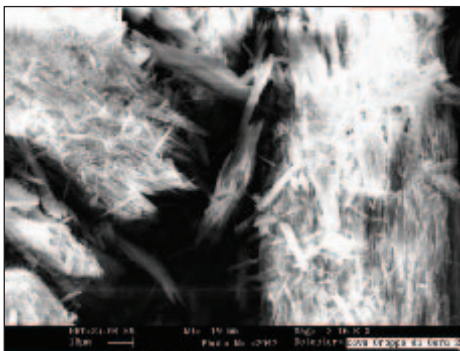


Cava attiva	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no												
Quantitativi estraibili/autorizzati	m ³ 25. 000 (lotto 1) + 25.000 (lotto 2)												
Scadenza autorizzazione	settembre/ottobre 2007												
Tutele ambientali	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no Art. 19 “Zone di particolare interesse paesaggistico – ambientale” del Piano Territoriale Paesistico Regionale (P.T.P.R.)												
Tipologia del materiale estratto	ofioliti e pietrisco ofiolitico (70% materiale inerte, 30% in blocchi)												
Aspetto visivo del giacimento ofiolitico	<table border="0"> <tr> <td>massivo</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> si</td> <td><input type="checkbox"/> no</td> </tr> <tr> <td>fratturato</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> si</td> <td><input type="checkbox"/> no</td> </tr> <tr> <td>cataclasato</td> <td><input type="checkbox"/> si</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> no</td> </tr> <tr> <td>alterato</td> <td><input type="checkbox"/> si</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> no</td> </tr> </table>	massivo	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no	fratturato	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no	cataclasato	<input type="checkbox"/> si	<input checked="" type="checkbox"/> no	alterato	<input type="checkbox"/> si	<input checked="" type="checkbox"/> no
massivo	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no											
fratturato	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no											
cataclasato	<input type="checkbox"/> si	<input checked="" type="checkbox"/> no											
alterato	<input type="checkbox"/> si	<input checked="" type="checkbox"/> no											

PR 3

Destinazione	Comune e provincia
Utilizzo del materiale	Fondi stradali, riempimenti e rilevati, drenaggi, opere idrauliche
Presenza di amianto	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no
Varietà	Crisotilo, fibrille rigide e sottili
Addetti Mansioni principali	n. 2 operai (lotto 1), n. 2 operai (lotto 2) escavazione, trasporto
Indagini ambientali	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no 2003 (progetto ISPESL)
Centri abitati più vicini	Gazzo a 1,5 Km

Foto dei materiali al microscopio elettronico (SEM)



Immagini della cava



Provincia	PARMA
Comune	VARSI
Località	PIANAZZA
Denominazione cava	PREDELLARA
Sezione C.T.R. di rif.	198140 Tosca



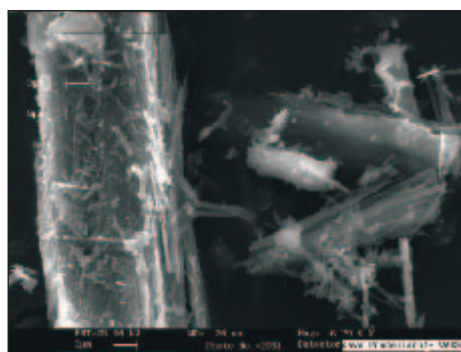
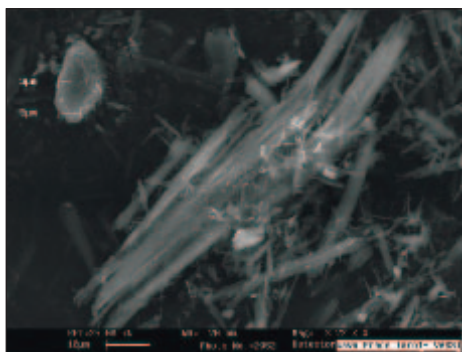
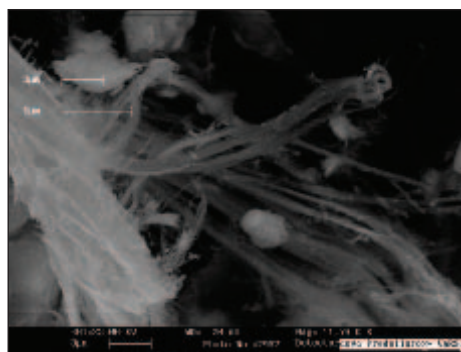
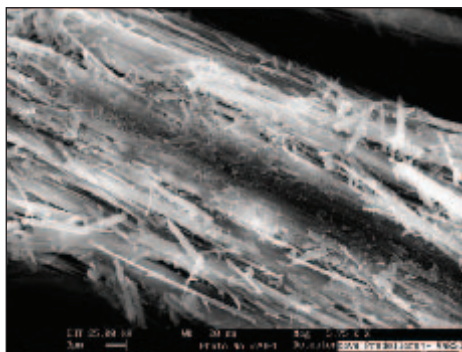
Cava attiva	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no
Quantitativi estraibili/autorizzati	m ³ 80.000	
Scadenza autorizzazione	luglio 2006	
Tutele ambientali	<input type="checkbox"/> si	<input checked="" type="checkbox"/> no

Tipologia del materiale estratto	ofioliti e pietrisco ofiolitico (70% materiale inerte, 30% in blocchi)	
Aspetto visivo del giacimento ofiolitico	massivo	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no
	fratturato	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no
	cataclasato	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no
	alterato	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no

PR 4

Destinazione	Comune e provincia
Utilizzo del materiale	Fondi stradali, riempimenti e rilevati, drenaggi, opere idrauliche, componenti per rivestimento edifici e per collanti
Presenza di amianto	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no
Varietà	Crisotilo
Addetti Mansioni principali	n. 2 operai escavazione, trasporto
Indagini ambientali	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no
Centri abitati più vicini	Tosca a circa 3 Km a sud - ovest

Foto dei materiali al microscopio elettronico (SEM)



Provincia	PARMA
Comune	BARDI
Località	PIETRANERA
Denominazione cava	LA ROCCA – IL GROppo
Sezione C.T.R. di rif.	198130 BARDI



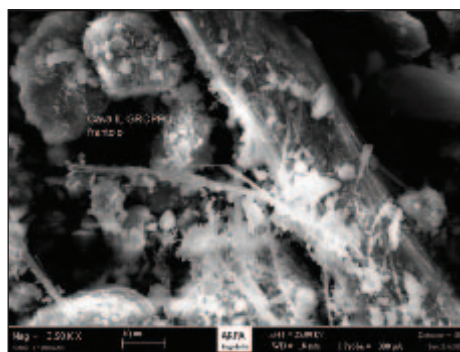
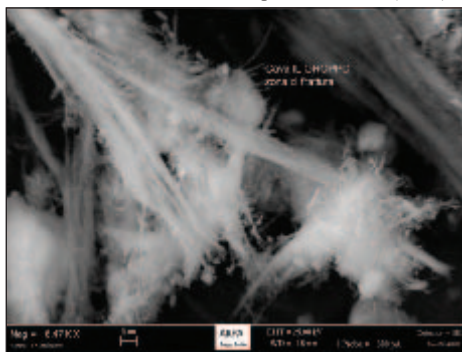
Cava attiva	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no
Quantitativi estraibili/autorizzati	m ³ 60.000	
Scadenza autorizzazione	luglio 2006	
Tutele ambientali	<input type="checkbox"/> si	<input checked="" type="checkbox"/> no

Tipologia del materiale estratto	ofoliti e pietrisco ofolítico (70% materiale inerte, 30% in blocchi)	
Aspetto visivo del giacimento ofolítico	massivo	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no
	fratturato	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no
	cataclasato	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no
	alterato	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no

PR 5

Destinazione	Comune e provincia
Utilizzo del materiale	Fondi stradali, riempimenti e rilevati, drenaggi, opere idrauliche
Presenza di amianto	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no
Varietà	Crisotilo
Addetti Mansioni principali	n. 2 operai escavazione, trasporto
Indagini ambientali	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no 2003 (progetto ISPESL)
Centri abitati più vicini	Dorbora a circa 1 Km a sud

Foto dei materiali al microscopio elettronico (SEM)



Immagini della cava



Provincia	PARMA
Comune	BORGO VAL DI TARO
Località	ROCCAMURATA
Denominazione cava	LE PREDELLE
Sezione C.T.R. di rif.	216070 OSTIA PARMENSE



Cava attiva	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no
Quantitativi estraibili/autorizzati	m ³ 110.000
Scadenza autorizzazione	luglio 2003
Tutele ambientali	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no

Tipologia del materiale estratto	ofoliti e pietrisco ofolítico (90% materiale inerte, 10% in blocchi)	
Aspetto visivo del giacimento ofolítico	massivo	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no
	fratturato	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no
	cataclasato	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no
	alterato	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no

PR 6

Destinazione	Comune e provincia
Utilizzo del materiale	Fondi stradali, riempimenti e rilevati, drenaggi, opere idrauliche
Presenza di amianto	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no
Varietà	Crisotilo e tremolite
Addetti Mansioni principali	n. 2 operai escavazione, trasporto, frantoio
Indagini ambientali	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no 2003 (progetto ISPESL)
Centri abitati più vicini	Dorbora a circa 1 Km a sud

Note: In attesa di nuova autorizzazione.

Foto dei materiali al microscopio elettronico (SEM)

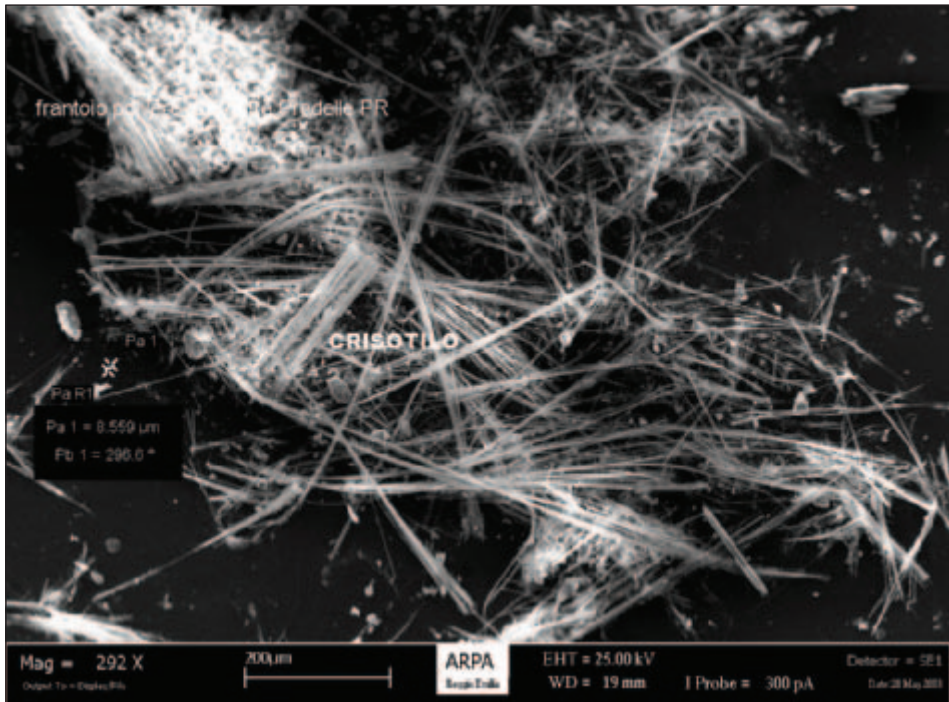
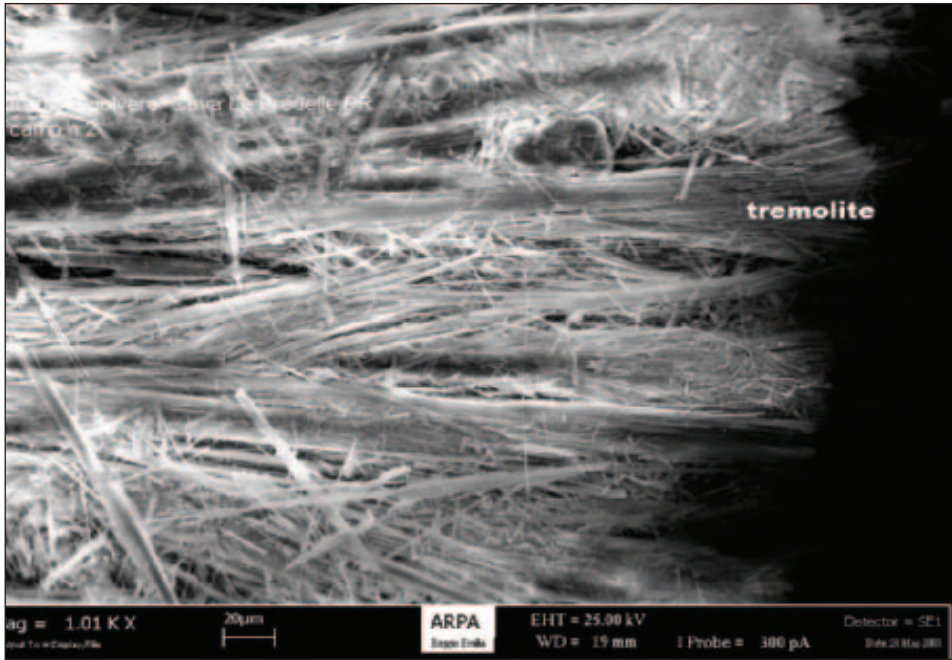


Foto dei materiali al microscopio elettronico (SEM)



PR 6

Immagini della cava



Provincia	PARMA
Comune	TERENZO
Località	CORNIANA
Denominazione cava	MONTE ZIRONE
Sezione C.T.R. di rif.	199130 CITERNA



Cava attiva	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no												
Quantitativi estraibili/autorizzati	m ³ 290. 000												
Scadenza autorizzazione	dicembre 2003												
Tutele ambientali	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no												
Tipologia del materiale estratto	ofioliti e pietrisco ofiolitico (80% materiale inerte, 20 % in blocchi)												
Aspetto visivo del giacimento ofiolitico	<table border="0"> <tr> <td>massivo</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> si</td> <td><input type="checkbox"/> no</td> </tr> <tr> <td>fratturato</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> si</td> <td><input type="checkbox"/> no</td> </tr> <tr> <td>cataclasato</td> <td><input type="checkbox"/> si</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> no</td> </tr> <tr> <td>alterato</td> <td><input type="checkbox"/> si</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> no</td> </tr> </table>	massivo	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no	fratturato	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no	cataclasato	<input type="checkbox"/> si	<input checked="" type="checkbox"/> no	alterato	<input type="checkbox"/> si	<input checked="" type="checkbox"/> no
massivo	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no											
fratturato	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no											
cataclasato	<input type="checkbox"/> si	<input checked="" type="checkbox"/> no											
alterato	<input type="checkbox"/> si	<input checked="" type="checkbox"/> no											

PR 7

Destinazione	Comune e provincia
Utilizzo del materiale	Fondi stradali, riempimenti e rilevati, drenaggi, opere idrauliche
Presenza di amianto	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no
Varietà	Crisotilo
Addetti Mansioni principali	n. 3 operai escavazione, trasporto, frantoio
Indagini ambientali	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no 2003 (progetto ISPESL)
Centri abitati più vicini	Corniana circa 1 Km a sud

Note: In attesa di nuova autorizzazione.

Foto dei materiali al microscopio elettronico (SEM)

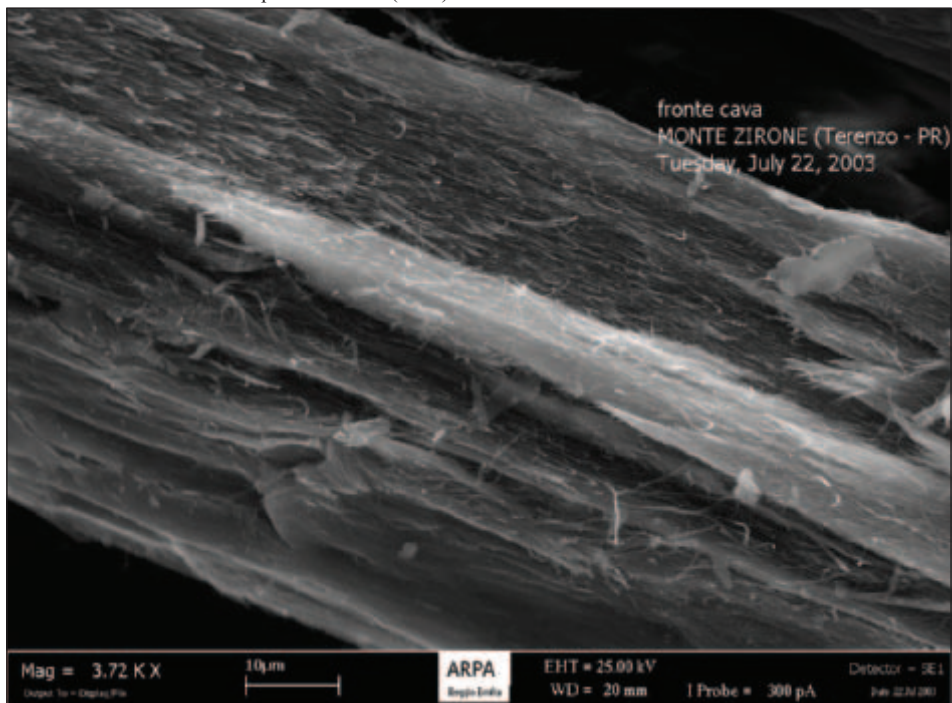
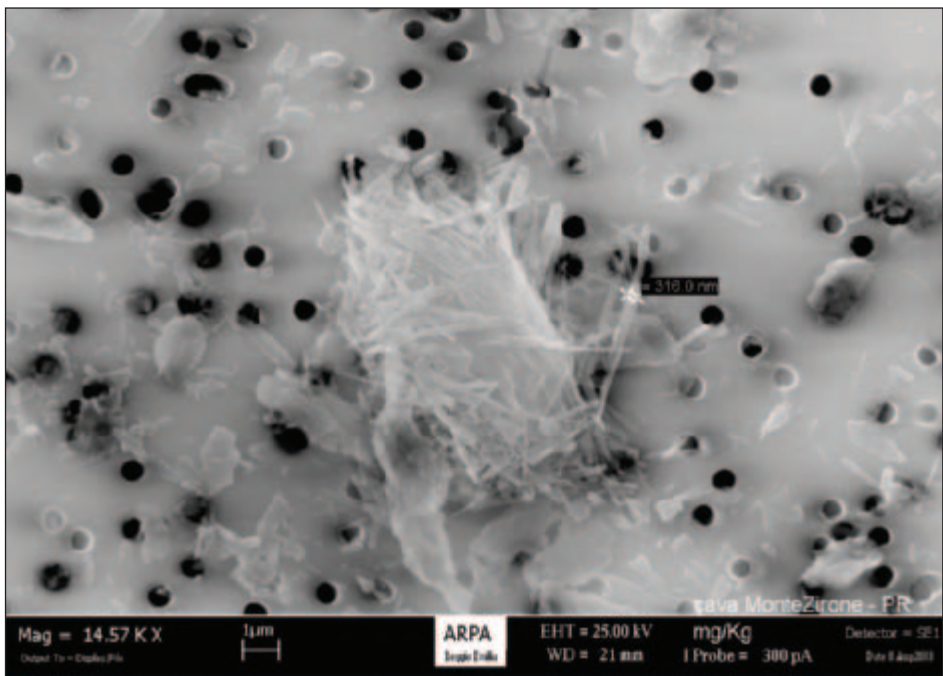
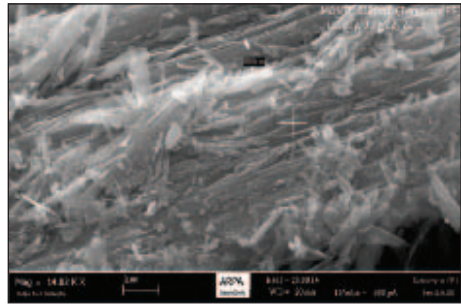
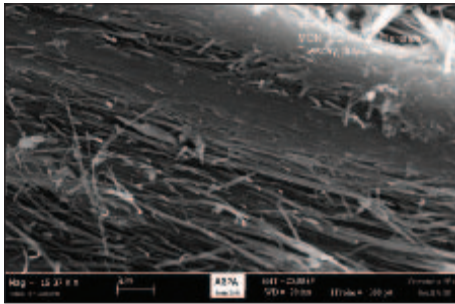
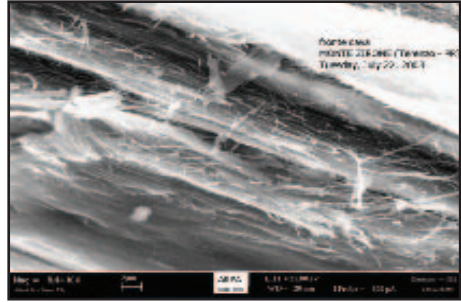
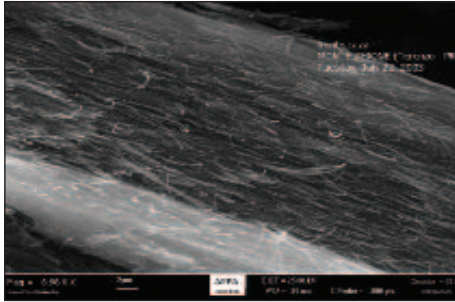


Foto dei materiali al microscopio elettronico (SEM)



PR 7

Immagini della cava



Provincia	PARMA
Comune	VALMOZZOLA
Località	GUSALIGGIO
Denominazione cava	LAGO DEL BRODO LOTTI 1 E 2
Sezione C.T.R. di rif.	216030 VALMOZZOLA



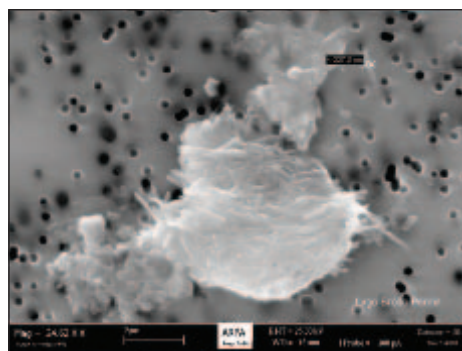
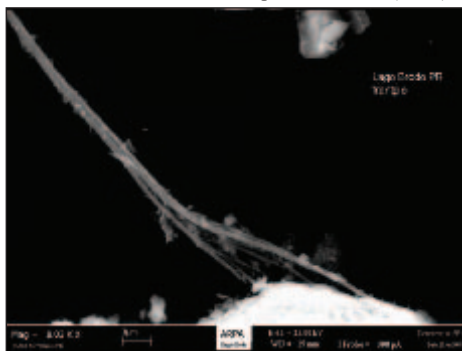
Cava attiva	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no												
Quantitativi estraibili/autorizzati	m ³ 110.000												
Scadenza autorizzazione													
Tutele ambientali	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no												
Tipologia del materiale estratto	ofioliti e pietrisco ofiolitico (100% materiale inerte)												
Aspetto visivo del giacimento ofiolitico	<table border="0"> <tr> <td>massivo</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> si</td> <td><input type="checkbox"/> no</td> </tr> <tr> <td>fratturato</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> si</td> <td><input type="checkbox"/> no</td> </tr> <tr> <td>cataclasato</td> <td><input type="checkbox"/> si</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> no</td> </tr> <tr> <td>alterato</td> <td><input type="checkbox"/> si</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> no</td> </tr> </table>	massivo	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no	fratturato	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no	cataclasato	<input type="checkbox"/> si	<input checked="" type="checkbox"/> no	alterato	<input type="checkbox"/> si	<input checked="" type="checkbox"/> no
massivo	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no											
fratturato	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no											
cataclasato	<input type="checkbox"/> si	<input checked="" type="checkbox"/> no											
alterato	<input type="checkbox"/> si	<input checked="" type="checkbox"/> no											

PR 8

Destinazione	Comune e provincia
Utilizzo del materiale	Fondi stradali, riempimenti e rilevati, drenaggi, opere idrauliche
Presenza di amianto	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no
Varietà	Crisotilo
Addetti Mansioni principali	n. 2 operai (lotto 1), n. 1 operaio (lotto 2) escavazione, trasporto, frantoio (lotto 1)
Indagini ambientali	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no
Centri abitati più vicini	Mormorola circa 1,5 Km a sud - est

Note: Nuova autorizzazione in fase di rilascio.

Foto dei materiali al microscopio elettronico (SEM)



Immagini della cava



Provincia	PARMA
Comune	TERENZO
Località	BOSCHI DI BARDONE
Denominazione cava	IL MONTALETTO
Sezione C.T.R. di rif.	199130 CITERNA



Cava attiva	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no												
Quantitativi estraibili/autorizzati	m ³ 110.000												
Scadenza autorizzazione													
Tutele ambientali	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no Proposta di Sito di Interesse Comunitario (pSIC) del Monte Prinzera												
Tipologia del materiale estratto	ofioliti e pietrisco ofiolitico (90% materiale inerte, 10 % in blocchi)												
Aspetto visivo del giacimento ofiolitico	<table border="0"> <tr> <td>massivo</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> si</td> <td><input type="checkbox"/> no</td> </tr> <tr> <td>fratturato</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> si</td> <td><input type="checkbox"/> no</td> </tr> <tr> <td>cataclasato</td> <td><input type="checkbox"/> si</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> no</td> </tr> <tr> <td>alterato</td> <td><input type="checkbox"/> si</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> no</td> </tr> </table>	massivo	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no	fratturato	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no	cataclasato	<input type="checkbox"/> si	<input checked="" type="checkbox"/> no	alterato	<input type="checkbox"/> si	<input checked="" type="checkbox"/> no
massivo	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no											
fratturato	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no											
cataclasato	<input type="checkbox"/> si	<input checked="" type="checkbox"/> no											
alterato	<input type="checkbox"/> si	<input checked="" type="checkbox"/> no											

PR 9

Destinazione

Utilizzo del materiale

Presenza di amianto si no

Varietà

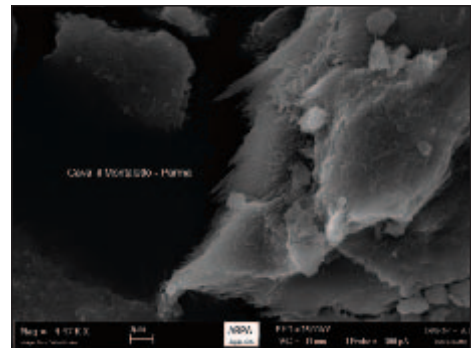
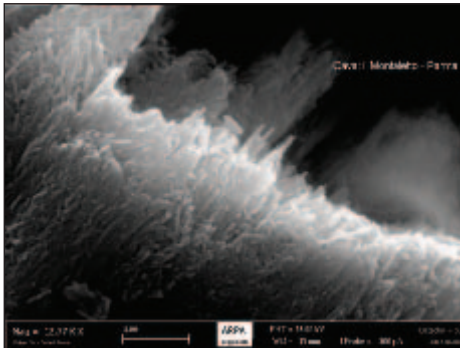
Addetti
Mansioni principali

Indagini ambientali si no

Centri abitati più vicini Boschi di Bardone circa 1 Km a ovest

Note: Autorizzazione in fase di rilascio.

Foto dei materiali al microscopio elettronico (SEM)



Immagini della cava



Provincia	PARMA
Comune	TORNOLO
Località	PIANAZZO
Denominazione cava	RAMAR
Sezione C.T.R. di rif.	215100 MONTE PENNA



Cava attiva	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no
Quantitativi estraibili/autorizzati	m ³ 70.000
Scadenza autorizzazione	
Tutele ambientali	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no Art. 19 "Zone di particolare interesse paesaggistico – ambientale" del P.T.P.R.
Tipologia del materiale estratto	depositi morenici con pietrisco ofiolitico (100% materiale inerte)
Aspetto visivo del giacimento ofiolitico	massivo <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no fratturato <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no cataclasato <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no alterato <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no

Provincia	REGGIO EMILIA
Comune	RAMISETO
Località	NIGONE
Denominazione cava	SABBIONARA
Sezione C.T.R. di rif.	217160 RAMISETO



Cava attiva	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no
Quantitativi estraibili/autorizzati	
Scadenza autorizzazione	
Tutele ambientali	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no Art. 21 “Zone di tutela naturalistica” e art. 27 “Zone vocate a Riserva naturalistica Regionale” del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.) della Provincia di Reggio Emilia
Tipologia del materiale estratto	ofioliti
Aspetto visivo del giacimento ofiolitico	massivo <input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no fratturato <input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no cataclasato <input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no alterato <input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no

RE 1

Destinazione	
Utilizzo del materiale	
Presenza di amianto	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no
Varietà	Crisotilo
Addetti Mansioni principali	
Indagini ambientali	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no
Centri abitati più vicini	Le Tegge a una distanza di 500 m

Immagini della cava



Provincia	REGGIO EMILIA
Comune	CANOSSA
Località	CAMPOTRERA
Denominazione cava	CAMPOTRERA
Sezione C.T.R. di rif.	218020 CASOLA CANOSSA



Cava attiva	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no												
Quantitativi estraibili/autorizzati													
Scadenza autorizzazione													
Tutele ambientali	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no Art. 21 "Zone di tutela naturalistica" e art. 27 "Zone vocate a Riserva naturalistica Regionale" del P.T.C.P. della Provincia di Reggio Emilia												
Tipologia del materiale estratto	ofioliti												
Aspetto visivo del giacimento ofiolitico	<table> <tr> <td>massivo</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> si</td> <td><input type="checkbox"/> no</td> </tr> <tr> <td>fratturato</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> si</td> <td><input type="checkbox"/> no</td> </tr> <tr> <td>cataclasato</td> <td><input type="checkbox"/> si</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> no</td> </tr> <tr> <td>alterato</td> <td><input type="checkbox"/> si</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> no</td> </tr> </table>	massivo	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no	fratturato	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no	cataclasato	<input type="checkbox"/> si	<input checked="" type="checkbox"/> no	alterato	<input type="checkbox"/> si	<input checked="" type="checkbox"/> no
massivo	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no											
fratturato	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no											
cataclasato	<input type="checkbox"/> si	<input checked="" type="checkbox"/> no											
alterato	<input type="checkbox"/> si	<input checked="" type="checkbox"/> no											

RE 2

Destinazione

Utilizzo del materiale

Presenza di amianto

Varietà

Addetti
Mansioni principali

Indagini ambientali

si no

Centri abitati più vicini

Cerezzola e Rossena a una distanza di 750 m

Immagini della cava



Provincia	REGGIO EMILIA
Comune	VILLA MINOZZO
Località	CÀ DE ZOBBI
Denominazione cava	BOTTACCIO
Sezione C.T.R. di rif.	235020 VILLA MINOZZO



Cava attiva si no

Quantitativi estraibili/autorizzati

Scadenza autorizzazione

Tutele ambientali si no

Tipologia del materiale estratto ofoliti

Aspetto visivo del giacimento ofiolitico	massivo	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no
	fratturato	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no
	cataclasato	<input type="checkbox"/> si	<input checked="" type="checkbox"/> no
	alterato	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no

RE 3

Destinazione

Utilizzo del materiale

Presenza di amianto

Varietà

Addetti

Mansioni principali

Indagini ambientali

si no

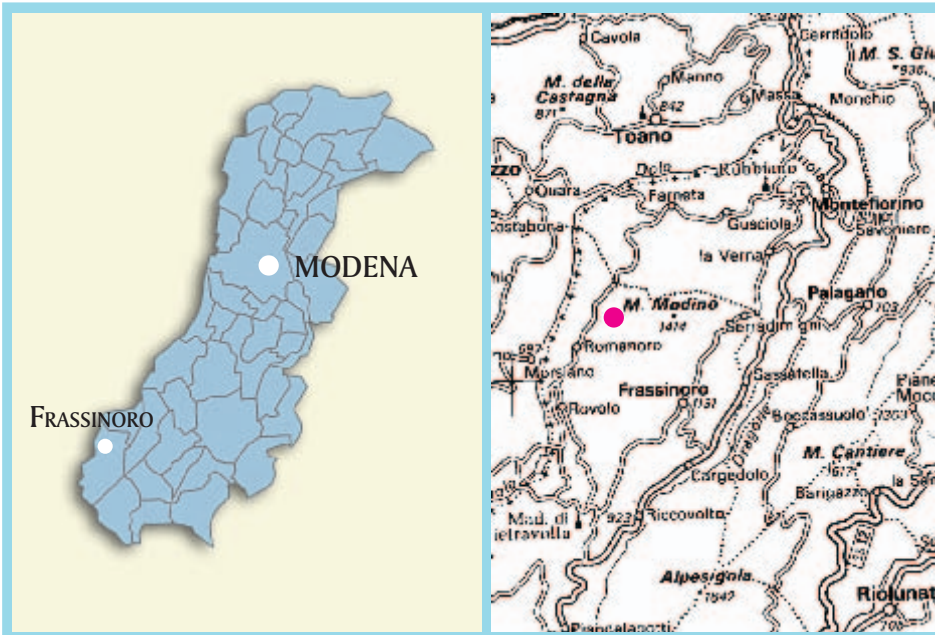
Centri abitati più vicini

Ca' de Zobbi a una distanza di 600 m

Immagini della cava



Provincia	MODENA
Comune	FRASSINORO
Località	FRASSINORO
Denominazione cava	LA MINIERA – MOLINO CAPPELETTI
Sezione C.T.R. di rif.	235070 ROMANORO



Cava attiva	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no												
Quantitativi estraibili/autorizzati													
Scadenza autorizzazione													
Tutele ambientali	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no Art. 26 e Tav. 3 – 4 “Area interessata da frane quiescenti e attive” del P.T.C.P. della Provincia di Modena												
Tipologia del materiale estratto	ofioliti												
Aspetto visivo del giacimento ofiolitico	<table border="0"> <tr> <td>massivo</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> si</td> <td><input type="checkbox"/> no</td> </tr> <tr> <td>fratturato</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> si</td> <td><input type="checkbox"/> no</td> </tr> <tr> <td>cataclasato</td> <td><input type="checkbox"/> si</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> no</td> </tr> <tr> <td>alterato</td> <td><input type="checkbox"/> si</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> no</td> </tr> </table>	massivo	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no	fratturato	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no	cataclasato	<input type="checkbox"/> si	<input checked="" type="checkbox"/> no	alterato	<input type="checkbox"/> si	<input checked="" type="checkbox"/> no
massivo	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no											
fratturato	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no											
cataclasato	<input type="checkbox"/> si	<input checked="" type="checkbox"/> no											
alterato	<input type="checkbox"/> si	<input checked="" type="checkbox"/> no											

MO 1

Destinazione

Utilizzo del materiale

Presenza di amianto si no

Varietà Crisotilo

Addetti
Mansioni principali

Indagini ambientali si no

Centri abitati più vicini A m 300 gruppo di tre case. Cerreto a 1 km

Note: I quantitativi autorizzati al 1988 erano 50.000 m³.

Immagine della cava



Provincia	MODENA
Comune	SESTOLA
Località	VESALE
Denominazione cava	VESALE
Sezione C.T.R. di rif.	236100 ACQUARIA



Cava attiva	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no
Quantitativi estraibili/autorizzati	m ³ 98.300
Scadenza autorizzazione	luglio 2004
Tutele ambientali	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no

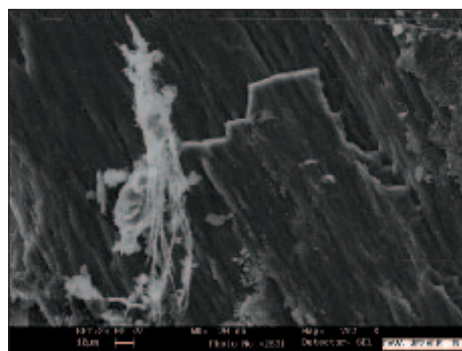
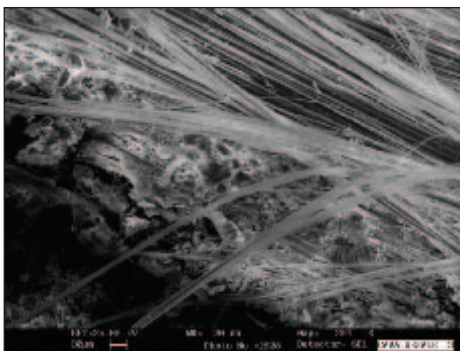
Tipologia del materiale estratto	ofioliti, pietrisco, materiale inerte	
Aspetto visivo del giacimento ofiolitico	massivo	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no
	fratturato	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no
	cataclasato	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no
	alterato	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no

MO 2

Destinazione	Uso locale, zona montana
Utilizzo del materiale	Piazzali, sottofondi stradali
Presenza di amianto	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no
Varietà	Crisotilo
Addetti Mansioni principali	n. 4 operai, n. 1 impiegato, n. 3 amministrativi scavo, alimentazione vaglio
Indagini ambientali	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no 2002 (ARPA Reggio Emilia)
Centri abitati più vicini	Case sparse a m 100 – 200, alcune disabitate.

Note: In cava operano anche n. 10 autotrasportatori autonomi.

Foto dei materiali al microscopio elettronico (SEM)



Immagini della cava



Provincia	MODENA
Comune	PALAGANO
Località	BOCCASSUOLO
Denominazione cava	CAVA DEI CINGHI
Sezione C.T.R. di rif.	235120 BOCCASSUOLO



Cava attiva	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no												
Quantitativi estraibili/autorizzati	m ³ 124.180												
Scadenza autorizzazione	giugno 2006												
Tutele ambientali	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no Art. 20c "Criminali minori" del P.T.C.P. della Provincia di Modena												
Tipologia del materiale estratto	Ofoliti, pietrisco, breccia												
Aspetto visivo del giacimento ofiolitico	<table border="0"> <tr> <td>massivo</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> si</td> <td><input type="checkbox"/> no</td> </tr> <tr> <td>fratturato</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> si</td> <td><input type="checkbox"/> no</td> </tr> <tr> <td>cataclasato</td> <td><input type="checkbox"/> si</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> no</td> </tr> <tr> <td>alterato</td> <td><input type="checkbox"/> si</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> no</td> </tr> </table>	massivo	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no	fratturato	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no	cataclasato	<input type="checkbox"/> si	<input checked="" type="checkbox"/> no	alterato	<input type="checkbox"/> si	<input checked="" type="checkbox"/> no
massivo	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no											
fratturato	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no											
cataclasato	<input type="checkbox"/> si	<input checked="" type="checkbox"/> no											
alterato	<input type="checkbox"/> si	<input checked="" type="checkbox"/> no											

MO 3

Destinazione

Utilizzo del materiale

Fondi stradali, riempimenti

Presenza di amianto

si no

Varietà

Addetti
Mansioni principali

n. 7 operai, n. 1 amministrativo
scavo, trasporto, frantoio

Indagini ambientali

si no

Centri abitati più vicini

A m 50 gruppo di tre case.
Boccasuolo a km 3

NOTE: Utilizzo di esplosivo in parte della coltivazione.

Immagini della cava





RIFERIMENTI NORMATIVI

Si riporta di seguito l'elenco, non esaustivo, delle principali norme che regolamentano la complessa materia delle “**attività estrattive**”, dividendo fra normativa statale e regionale.

NORME STATALI	OGGETTO DELLA NORMA	CONSIDERAZIONI
Regio Decreto 29 luglio 1927, n. 1443	Norme di carattere legislativo per disciplinare la ricerca e la coltivazione delle miniere nel Regno	E' l'unica normativa che regola il settore a livello nazionale e costituisce la fonte principale della disciplina giuridica delle cave e miniere, anche se antiquata. E' questo decreto a effettuare la distinzione tra cave e miniere, procedendo all'elencazione dei vari materiali pertinenti alle une ed alle altre. Il decreto fissa inoltre il principio per cui le cave sono lasciate alla disponibilità del proprietario e regolate da istituti privatistici, mentre le miniere rientrano nel patrimonio indisponibile dello Stato e possono essere date in concessione
Legge 4 marzo 1958, n. 198	Delega al potere esecutivo ad emanare norme in materia di polizia delle miniere e delle cave per la riforma del Consiglio superiore delle miniere	E' più un atto politico che un contributo alla regolamentazione del settore. La legge stabilisce comunque alcuni principi importanti, come l'applicazione delle norme di polizia mineraria agli impianti di lavorazione e gli importi sanzionatori
D.P.R. 9 aprile 1959, n. 128	Norme di polizia delle miniere e delle cave	E' la conseguenza della sopra citata legge e costituisce il riferimento fondamentale per la disciplina giuridica relativa alla sicurezza dei lavori sia di cava che di miniera nonché alla salute dei lavoratori e dei terzi. E' stato integrato dai DD. Lgs. n. 626/94 e 624/96
Legge 29 novembre 1971, n. 1097	Norme per la tutela delle bellezze ambientali e naturali e per le attività estrattive nel territorio dei Colli Euganei	E' la legge con cui lo Stato, per la prima volta, stabilisce la possibilità di porre dei limiti alla disponibilità della cava da parte del proprietario, in relazione alla necessità di tutelare le bellezze ambientali e naturali. Per tale motivo la legge impone la cessazione delle attività estrattive che stavano deturpando i Colli Euganei

D.P.R. 14 gennaio 1972, n. 2	Trasferimento alle Regioni a statuto ordinario delle funzioni amministrative statali in materia di acque minerali e termali, di cave e torbiere e di artigianato e del relativo personale	Si tratta di un atto politico – amministrativo da considerarsi come riferimento storico per il trasferimento alle Regioni delle competenze in materia di cave e torbiere; le miniere invece rimangono di competenza statale
Legge 22 luglio 1975, n. 382	Norme sull'ordinamento regionale e sull'organizzazione della pubblica amministrazione	Si tratta del completamento del trasferimento delle competenze dallo Stato alle Regioni
D.P.R. 24 luglio 1977, n. 616	Attuazione della delega di cui all'art. 1 della L. 382/75	E' il decreto che definisce ed attua dal punto di vista operativo il passaggio delle competenze dallo Stato alle Regioni di varie materie tra cui il settore estrattivo, limitatamente alle cave e torbiere
Legge 8 agosto 1985, n. 431	Conversione in legge del decreto-legge 22 giugno 1985 recante disposizioni urgenti per la tutela di zone di particolare interesse ambientale	E' la famosa "legge Galasso", che pone sotto tutela intere categorie di beni e rende impossibile transitoriamente ogni trasformazione del territorio, inibendovi quindi anche l'attività estrattiva, all'interno di zone di particolare interesse, fino all'adozione, da parte delle Regioni, dei piani paesistici che delimitino con maggior precisione le zone ambientalmente interessanti da salvaguardare. La Regione Emilia-Romagna ha approvato nel 1989 il proprio piano paesistico, che contiene una specifica disciplina per le attività estrattive
Legge 18 maggio 1989, n. 183	Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo	E' una legge importante che sancisce il principio per cui la difesa del suolo e la gestione del territorio devono essere attuate per mezzo della pianificazione di bacino. Per quanto attiene le attività estrattive, porta contributi a livello di pianificazione, in quanto afferma che i piani di bacino devono rapportarsi con il settore estrattivo, al fine di prevenire il dissesto del territorio

Legge 6 dicembre 1991, n. 394	Legge quadro sulle aree protette	La legge detta i principi per l'istituzione e la gestione delle aree naturali protette. Per quel che riguarda il settore estrattivo, la legge impone una serie di limitazioni alle attività che ricadono in parchi naturali
D.Lgs. 19 settembre 1994, n. 626	Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE, 90/679/CEE, riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro	E' un riferimento normativo fondamentale per la sicurezza dei lavoratori, che però trova solo parziale applicazione nel settore estrattivo e minerario: infatti l'art. 30 stabilisce che le disposizioni del titolo II non si applicano alle industrie estrattive
D.Lgs. 25 novembre 1996, n. 624	Attuazione della direttiva 92/91/CEE relativa alla sicurezza e salute dei lavoratori nelle industrie estrattive per trivellazione e della direttiva 92/104/CEE relativa alla sicurezza e salute dei lavoratori nelle industrie estrattive a cielo aperto e sotterranee	Costituisce un riferimento normativo di fondamentale importanza, in quanto aggiorna ed integra i contenuti del D.P.R. 128/59 in materia di sicurezza dei lavori sia di cava che di miniera nonché di salute dei lavoratori
D.Lgs. 31 marzo 1998, n. 112	Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dallo Stato alle Regioni e agli EE. LL. in attuazione del capo I della L. 15 marzo 1997 n. 59	E' il più corposo del pacchetto dei cosiddetti decreti Bassanini che determinano una serie di conferimenti di competenze agli Enti Locali, tra cui il conferimento alle Regioni di tutte le funzioni amministrative in materia di miniere e polizia mineraria. Si completa così in capo alle Regioni ed agli Enti Locali il governo di tutto il settore estrattivo, superando una divisione ventennale che aveva generato un doppio regime assai differenziato e a volte conflittuale
Legge costituzionale 18 ottobre 2001, n. 3	Modifiche al Titolo V della parte seconda della Costituzione	La legge intende consentire l'affermazione di un'organizzazione pubblica di tipo federalista nella quale allo Stato spettano solo i compiti essenziali che non possono essere svolti dagli EE.LL. Per quel che riguarda il settore estrattivo, conferisce alle Regioni la potestà in materia di miniere, conservando allo Stato i soli poteri di indirizzo e coordinamento

NORMA REGIONALE	OGGETTO DELLA NORMA	CONSIDERAZIONI
L.R. 28 aprile 1984, n. 21	Disciplina dell'applicazione delle sanzioni amministrative di competenza regionale	La legge detta le norme per l'applicazione delle sanzioni amministrative previste dalle leggi regionali e definisce le relative procedure, tra le quali devono intendersi anche le sanzioni del settore estrattivo derivanti dall'inosservanza della legge regionale preposta
L.R. 2 aprile 1988, n.11	Disciplina dei parchi regionali e delle riserve naturali	La legge detta i principi per l'istituzione e la gestione delle aree naturali protette in ambito regionale. Per quel che riguarda il settore estrattivo, la legge inibisce l'attività estrattiva in zona di parco, consentendola solo in quella di pre-parco
L.R. 18 luglio 1991, n. 17	Disciplina delle attività estrattive	E' la legge regionale di settore attualmente in vigore e che sostituisce la precedente del 1978, confermandone alcuni principi fondamentali quali la pianificazione delle attività estrattive, l'autorizzazione amministrativa all'esercizio dell'attività di cava e il controllo sulla stessa da parte della pubblica amministrazione. La legge introduce anche ulteriori importanti concetti, istituendo la pianificazione di livello provinciale, cui deve uniformarsi quella comunale già prevista dalla legge del '78, per una visione del settore più ampia, introducendo lo Studio di Bilancio Ambientale per la localizzazione dei siti e l'individuazione di misure di mitigazione degli impatti e imponendo il pagamento di un onere per ogni m ³ estratto da destinarsi ad interventi pubblici di recupero e valorizzazione
L.R. 23 novembre 1992, n. 42	Modifiche alla L.R. 18 luglio 1991, n. 17 Disciplina delle attività estrattive	Trattasi di modifiche alla legge di settore riguardanti la ripartizione degli oneri di escavazione tra gli EE.LL.
L.R. 13 maggio 1993, n. 23	Modificazioni ed integrazioni alla L.R. 18 luglio 1991, n. 17 Disciplina delle attività estrattive	Trattasi di modifiche alla legge di settore riguardanti le procedure relative alle sistemazioni idrauliche negli alvei dei corsi d'acqua

L.R. 20 dicembre 1993, n. 45	Modificazione della L.R. 18 luglio 1991, n. 17 Disciplina delle attività estrattive e successive modifiche	Trattasi di modifiche alla legge di settore riguardanti termini temporali relativi alla pianificazione
L.R. 21 aprile 1999, n. 3	Riforma del sistema regionale e locale	E' la legge che disciplina le competenze trasferite alle Regioni con i cosiddetti decreti Bassanini, tra le quali quelle relative al settore minerario, le cui funzioni amministrative sono delegate alle Province ed ai Comuni, in analogia con le cave. La legge inoltre conferisce le funzioni di polizia mineraria alle Province
L.R. 18 maggio 1999, n.9	Disciplina della procedura di valutazione dell'impatto ambientale	La legge detta criteri e procedure per l'effettuazione della VIA sui progetti relativi a varie categorie di opere ed interventi, tra cui anche cave e miniere. La legge impone l'obbligo della procedura di screening preliminare per le cave e torbiere e, a seconda del risultato, la successiva procedura di VIA, mentre quest'ultima risulta obbligatoria per le miniere e per le cave aventi più di 20 ha. di superficie o con estrazione superiore ai 500.000 m ³ annui
L.R. 24 marzo 2000, n. 20	Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio	Tale legge innova profondamente il sistema della pianificazione territoriale ed urbanistica regionale. Prevede un'attività di concertazione istituzionale, che si esplica attraverso la Conferenza di Pianificazione tra pubbliche amministrazioni per la valutazione preliminare dei piani e introduce la Valutazione di Sostenibilità Ambientale e Territoriale per valutare gli effetti della realizzazione dei piani, individuare gli interventi volti a garantirne la sostenibilità e monitorare gli effetti delle scelte. La legge afferma esplicitamente che tali nuove procedure si applicano anche per la pianificazione del settore estrattivo

Si riporta di seguito l'elenco, non esaustivo, delle principali norme che regolamentano la complessa materia “**amianto**” applicabili alle cave ed attività estrattive.

NORME STATALI E REGIONALI	OGGETTO DELLA NORMA	CONSIDERAZIONI
D.P.R. 30 giugno 1965, n. 1124	Testo Unico delle disposizioni per l'assicurazione obbligatoria contro gli infortuni sul lavoro e le malattie professionali	L'art. 1 del D.P.R. menzionato (Attività protette) sancisce l'obbligo della assicurazione contro gli infortuni sul lavoro delle persone le quali siano addette, tra le varie ipotesi previste, ai lavori delle miniere, cave e torbiere e saline, compresi il trattamento e la lavorazione delle materie estratte, anche se effettuati in luogo di deposito. Inoltre, secondo il disposto complessivo del Testo, la sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti ad amianto è obbligatoria, a cura e spese del datore di lavoro e ad opera di un medico competente nel campo della Medicina del lavoro, prima dell'esposizione alla mansione a rischio e, successivamente, con periodicità annuale
D.M. 18 aprile 1973	Elenco delle malattie per le quali è obbliga- toria la denuncia contro gli infortuni sul lavoro e le malattie professionali	Con questo D.M. viene approvato l'elenco di malattie professionali per le quali per ogni medico, che ne riconosca l'esistenza, è obbligatoria la denuncia, ai sensi e per gli effetti dell'art. 139 del D.P.R. n. 1124 del 30 giugno 1965 sopra richiamato
D.M. 16 ottobre 1986	Integrazione delle norme del D.P.R. 9 aprile 1959, n.128, in materia di controllo dell'aria ambiente nelle attività estrattive dell'amianto	Con questo D.M. vengono prescritti controlli ambientali periodici e vengono fissati: - valori limite differenziati per tipo di amianto ovvero in relazione alla presenza di anfiboli; - il registro dell'esposizione degli addetti all'estrazione dell'amianto
D.Lgs. 15 agosto 1991, n. 277	Attuazione delle direttive n. 80/1107/ CEE, n. 82/605/CEE, n. 83/477/CEE, n. 86/188/CEE e n. 88/642/CEE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro, a norma dell'art. 7 della Legge 30 luglio 1990, n. 212	Il Decreto Legislativo 277/91, capo III, detta norme da osservare nei luoghi di lavoro con presenza di amianto per la tutela della salute dei lavoratori. Tali norme si applicano in tutte le attività che comportano rischi di esposizione professionale ad amianto. Inoltre, si stabilisce l'obbligo, a carico del datore di lavoro, di valutazione del rischio amianto e di redazione di un apposito documento di valutazione, che deve descrivere le lavorazioni, l'entità dell'esposizione professionale dei lavoratori a fibre libere aerodisperse, il nome degli stessi e le procedure introdotte per ridurre al minimo

		<p>il rischio. In caso di esposizione ad amianto, il datore di lavoro deve mettere in atto una serie di adempimenti per ridurre al minimo gli effetti sulla salute: informare periodicamente i lavoratori, organizzare i lavori in modo da ridurre al minimo il rischio, fornire ai lavoratori idonei dispositivi di protezione individuale, pulire sistematicamente le aree di lavoro, incaricare un medico competente dell'esecuzione dei controlli sanitari</p>
<p>Legge 27 marzo 1992, n. 257</p>	<p>Norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto</p>	<p>All'articolo 1, comma 1, si dispone la dismissione dalla produzione e dal commercio, per la cessazione dell'estrazione, dell'importazione, dell'esportazione e dell'utilizzazione dell'amianto e dei prodotti che lo contengono. L'articolo 5, comma 1, lettera f), prevede che la Commissione Interministeriale, istituita con l'articolo 4, predisponga normative e metodologie tecniche per interventi di bonifica e per rendere innocuo l'amianto</p>
<p>D.P.R. 8 agosto 1994</p>	<p>Atto di indirizzo e coordinamento alle Regioni ed alle Province Autonome di Trento e di Bolzano per l'adozione di piani di protezione, di decontaminazione, di smaltimento e di bonifica dell'ambiente, ai fini della difesa dai pericoli derivanti dall'amianto</p>	<p>All'articolo 2 intitolato "Censimento dei siti interessati da attività di estrazione dell'amianto", si dispone che non esistendo siti interessati da attività di estrazione dei minerali finalizzata alla produzione di amianto, sono censiti soltanto i siti estrattivi di pietre verdi. I Piani Regionali, in particolare, devono prevedere i piani di risanamento e di vigilanza sulle attività a rischio (programmi per la dismissione dell'attività estrattiva dell'amianto e relativa bonifica dei siti, controllo delle condizioni di lavoro ai fini della protezione dei lavoratori addetti ad attività a rischio amianto)</p>
<p>D.M. Sanità del 6 settembre 1994</p>	<p>Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della Legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto</p>	<p>Normative e metodologie tecniche per la valutazione del rischio, il controllo, la manutenzione e la bonifica dei materiali contenenti amianto presenti nelle strutture edilizie. Il decreto, indica nel dettaglio i metodi analitici relativi alle determinazioni dell'amianto in aria (fibre aerodisperse) e nei materiali: Microscopia Ottica in Contrasto di Fase-MOCF, Microscopia Elettronica a Scansione-SEM, Diffrazione a Raggi X-DRX (Allegati 1 e 2)</p>

D.M. Sanità del 14 maggio 1996	Normative e metodologie tecniche per gli interventi di bonifica, ivi compresi quelli per rendere innocuo l'amianto, previsti dall'art. 5, comma 1, lettera f), della Legge 27 marzo 1992, n. 257, recante: "Norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto"	Nell'Allegato 4 vengono definiti i criteri relativi alla classificazione ed all' utilizzo delle pietre verdi in funzione del loro contenuto di amianto: nel giacimento e nei materiali estratti. Viene indicata la misura media del contenuto di fibre "liberabili" come valore (Indice di Rilascio) per determinarne la pericolosità del materiale estratto
Deliberazione del Consiglio della Regione Emilia-Romagna n. 497 dell' 11 dicembre 1996	Piano Regionale di protezione dell'ambiente, di decontaminazione, di smaltimento e di bonifica ai fini della difesa dai pericoli derivanti dall'amianto (Proposta della Giunta regionale in data 29 ottobre 1996, n. 2580)	Nell'ambito dello svolgimento del "Piano di protezione dall'amianto", alla Sezione Provinciale dell'ARPA di Reggio Emilia viene affidato il compito di eseguire il censimento dei siti estrattivi con presenza di pietre verdi, (punto 1.2.4. lettera a) ai fini della valutazione della entità del rischio amianto associata a tale attività estrattiva
D.M. Sanità del 20 agosto 1999	Ampliamento delle normative e delle metodologie tecniche per gli interventi di bonifica, ivi compresi quelli per rendere innocuo l'amianto, previsti dall'art. 5, comma 1, lettera f), della Legge 27 marzo 1992, n. 257, recante norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto	Nell'Allegato 3 "Criteri di scelta dei Dispositivi di protezione individuale per le vie respiratorie", si dispone che in tutte le lavorazioni durante le quali i rischi inerenti l'esposizione a polveri e fibre non possono essere evitati o sufficientemente limitati da misure tecniche di prevenzione o da mezzi di protezione collettiva, il datore di lavoro è tenuto a fornire ai lavoratori idonei dispositivi di protezione individuale per le vie respiratorie (apparecchi di protezione delle vie respiratorie o respiratori)
D.M. Ambiente del 18 marzo 2003, n. 101	Regolamento per la realizzazione di una mappatura delle zone del territorio nazionale interessate dalla presenza di amianto, ai sensi dell'articolo 20 della Legge 23 marzo 2001, n. 93	Viene prevista la realizzazione di una mappatura delle zone del territorio nazionale interessate dalla presenza di amianto. La mappatura ha come finalità quella di evidenziare i siti nei quali è riscontrata la presenza di amianto, o l'utilizzo di materiali che lo contengono: impianti industriali, edifici pubblici e privati, oltre ai siti nei quali la presenza di amianto è dovuta a cause naturali (affioramenti ofiolitici naturali con serpentinidi-pietre verdi)



**BREVI CENNI SUI PRINCIPALI
METODI ANALITICI IMPIEGATI
NELL'ANALISI DEGLI AMIANTI**

1. METODI OTTICI

Le fibre minerali presentano proprietà peculiari che permettono la loro identificazione per via ottica:

- *Dimensioni*: lunghezza, diametro o spessore
- *Morfologia*: forma delle fibre
- *Classificazione di associazione*: aggregati, geminazioni, ...
- *Proprietà fisiche varie*: frattura
- *Trasparenza*: radiazione visibile
- *Colore*: caratteristica non apprezzabile in fibre di piccole dimensioni
- *Indici di rifrazione*: medio, in luce naturale; massimo e minimo, in luce incidente polarizzata; il dato è di fondamentale importanza per l'identificazione e può essere misurato, in liquidi a indice noto, con la sensibilità alla terza cifra decimale
- *Birifrangenza*: differenza fra gli indici massimo e minimo nella sezione esaminata e (statisticamente) tra il massimo e il minimo assoluti, il dato è quantitativamente definibile in base allo studio dei colori d'interferenza quando il campione è posto tra polarizzatori incrociati, usando microscopio polarizzatore
- *Dispersione cromatica degli indici*: rilevabile, in via semiquantitativa, in base al riscontro di aloni e di colori interni, riscontro effettuato in Contrasto di Fase con obiettivi a filtrazione focale, nonché in campo scuro. Questa proprietà è utilizzata nella Microscopia Ottica in Luce Polarizzata (MOLP)
- *Segno ottico e tipo di simmetria*: rilevabile in base a misure da effettuarsi in luce conoscopica sulle fibre

Tutte le proprietà citate sono osservabili con il microscopio Ottico per fibre con diametro non inferiore a 0,5-1 μm ; fanno eccezione le caratteristiche dimensionali che possono essere rilevate con sensibilità maggiore usando la tecnica del Contrasto di Fase.

1.1 TECNICHE DI MICROSCOPIA OTTICA

Filtrazione focale: il fenomeno ottico su cui si basa questa tecnica è la valutazione dell'*indice di rifrazione* (n) dei materiali in funzione della lunghezza d'onda (λ) della luce che li attraversa (dispersione).

In generale n diminuisce con l'aumentare della lunghezza d'onda.

Sperimentalmente è stato osservato che la maggiore parte dei liquidi ha dispersione maggiore dei solidi ovvero che le curve $n(\lambda)$ relative ai liquidi hanno maggiore pendenza di quelle dei solidi.

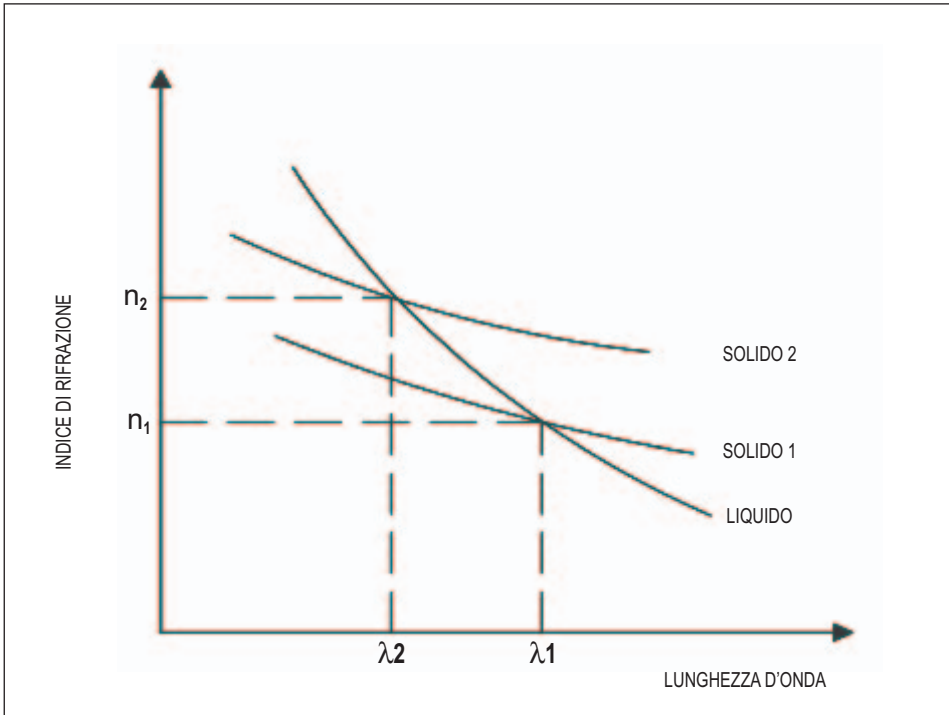


Fig. 1 - Curve di dispersione per un solido anisotropico

Il campione di polvere da esaminare al microscopio viene preparato immergendone una piccola quantità in un mezzo liquido. Per ogni minerale si può scegliere un liquido tale che le curve di dispersione del liquido e della particella o fibra si intersechino nella regione centrale dello spettro visibile (circa $\lambda=550$ nm).

Così, facendo passare luce bianca attraverso il solido immerso nel liquido, si hanno fenomeni di separazione cromatica tanto più marcati quanto più accentuata è la variazione tra gli indici di rifrazione dei due mezzi.

Ponendo uno schermo anulare o uno schermo centrale (Figura 1) nel piano focale posteriore dell'obiettivo del microscopio si intercettano rispettivamente i colori più diffratti o quelli che restano inalterati, si realizza in tal modo la "filtrazione focale".

Quanto sopra vale per le sostanze isotrope e per i minerali monorifrangenti che assumono un'unica colorazione, in un dato liquido, qualunque sia la loro orientazione rispetto alla direzione della luce che li attraversa.

Per gli amianti, che sono birifrangenti, per ovviare all'inconveniente di possibili sovrapposizioni cromatiche nel visibile e per evidenziare le colorazioni caratteristiche di ciascun tipo di fibra, occorre porre la direzione della luce polarizzata prima parallela (o quasi) alla lunghezza della fibra ($//$) e poi perpendicolare ad essa (\perp). La polarizzazione della luce \perp o $//$ si ottiene inserendo una lente (polaroid) da ruotare conseguentemente alla posizione della fibra nel preparato.

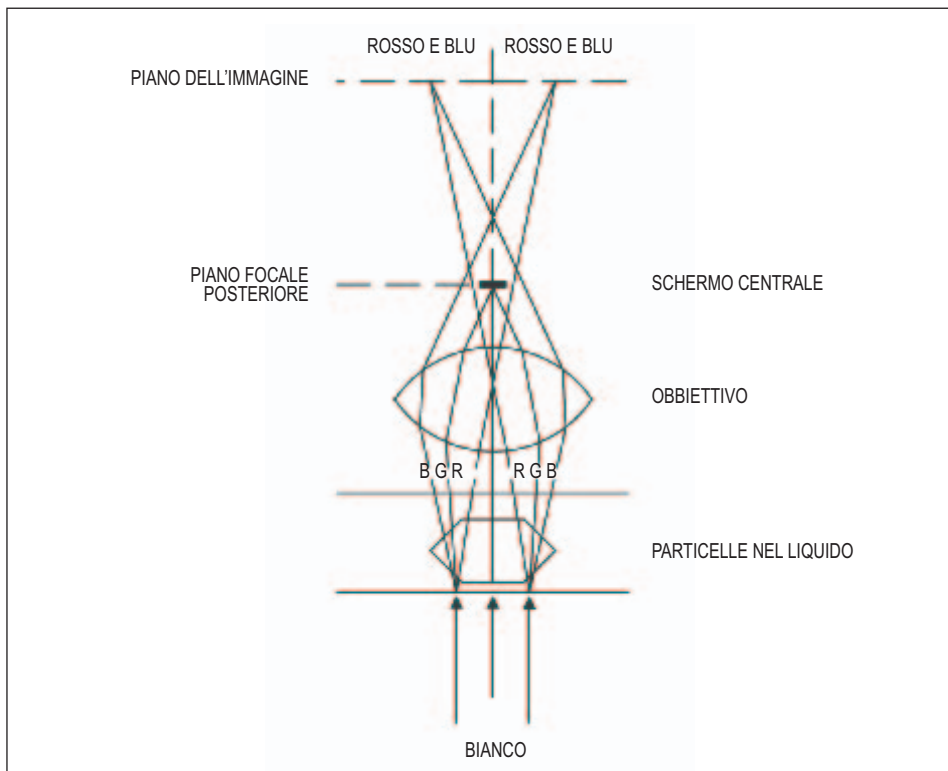


Fig. 2 - Schema del microscopio a filtrazione focale. E' illustrata la disposizione con inserito lo schermo centrale; sostituendo questo schermo con uno anulare si intercettano le radiazioni più diffratte.

Per utilizzare questa tecnica e quella del contrasto di fase è necessario disporre di liquidi di immersione che presentino una forte pendenza della curva di dispersione; ogni liquido è identificato dal valore dell'indice di rifrazione (n_D) che esso presenta in corrispondenza della riga gialla del sodio. In commercio esistono sia una serie di "liquidi Cargille" con un n_D fisso (fra 1,500 e 1,800) sia il "liquido del Thoulet" il cui n_D può essere modificato con l'aggiunta di opportune quantità di acqua.

Il diametro minimo delle fibre riconoscibili con la filtrazione focale è di circa 0,4 μm .

Contrasto di Fase: l'uso del Contrasto di Fase (CF), oltre a fornire informazioni attraverso i fenomeni di dispersione cromatica, permette di migliorare la visibilità delle fibre più sottili facilitandone l'individuazione fino a diametri minimi variabili in funzione della differenza tra gli indici di rifrazione dei due mezzi e della lunghezza d'onda della riga gialla del sodio (non deve superare $\pm 2/100$). La migliore visibilità della fibra si ottiene quando essa si presenta nera contro uno sfondo chiaro o viceversa e questo accade quando la differenza fra gli indici di rifrazione è molto elevata.

La tecnica microscopica del CF si basa sulla teoria di Abbe che, mediante una lente, permette la formazione dell'immagine di un oggetto illuminato come il risultato di un doppio processo di diffrazione: la diffrazione del fascio incidente da parte dell'oggetto e la diffrazione del fascio diffratto da parte dell'obiettivo. La caratteristica essenziale di questa tecnica è l'uso di una lamina (detta "lamina di fase" o "anelli di fase") posta nel piano in cui compare la figura di diffrazione generata dall'oggetto illuminato.

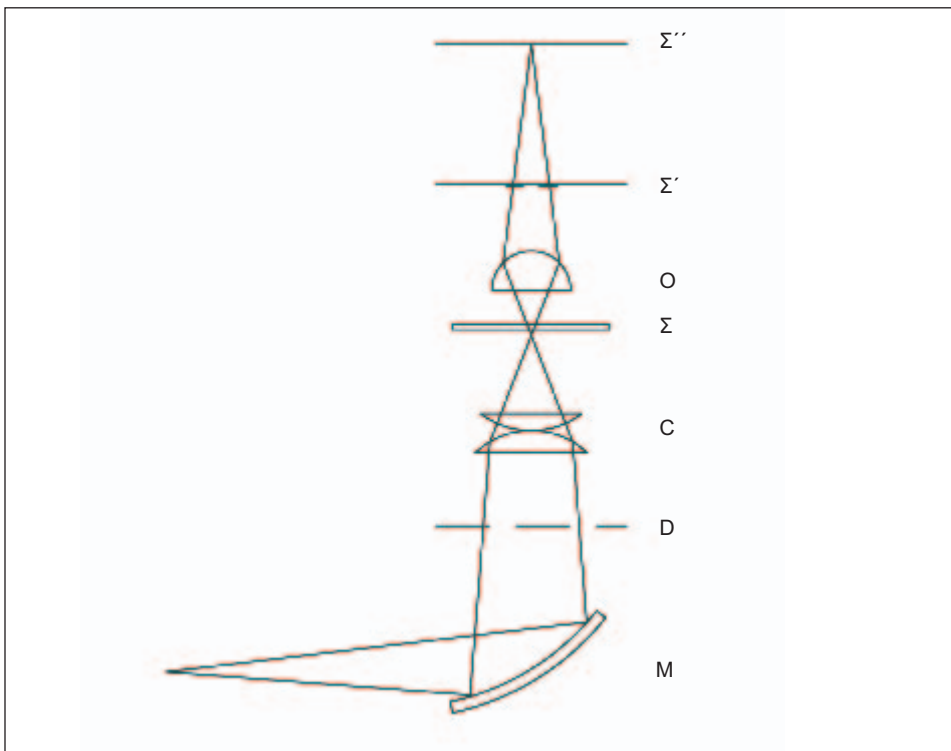


Fig. 3 - Schema del microscopio a contrasto di fase. Davanti al condensatore C di un microscopio ordinario viene posto un diaframma anulare D, consistente in una stretta apertura anulare praticata in uno schermo opaco. Questa apertura agisce da sorgente luminosa. Il campione da esaminare giace nel piano. L'obiettivo O forma un'immagine reale del campione nel piano Σ'' . Inoltre, il condensatore C e l'obiettivo O formano un'immagine di D sul piano Σ' dove è collocata la lamina di fase. Questa consiste solitamente in una lamina di vetro su cui è stato steso, mediante evaporazione, uno strato anulare di materiale trasparente. Le dimensioni dello strato sono tali da ricoprire esattamente l'immagine di D.

In sintesi il CF inserito nel Microscopio Ottico per mezzo degli anelli di fase, trasforma differenze di spessore e/o indice di rifrazione (ovvero differenze di cammino ottico), presenti nel campione non percepibili dall'occhio umano, in differenze di luminosità a cui invece è più sensibile. Il campo di applicazione è generalmente per ingrandimenti compresi fra $10-10^3$ (Figura 3).

La Microscopia Ottica in Luce Polarizzata (dispersione cromatica - MOLP) consente l'identificazione degli amianti attraverso colori e aloni caratteristici che assumono le fibre attraversate dalla luce polarizzata \perp o \parallel .



Microscopio ottico MOCF.

Il D.M. 6/9/94 riassume in una tabella i colori caratteristici associati ai vari tipi di amianto (amosite, antofillite, crocidolite, crisotilo, tremolite) per valori di n_D 25°C : 1,550 – 1,580 – 1,670 – 1,700.

La Microscopia Ottica in Contrasto di Fase (MOCF), senza l'impiego di luce polarizzata, è indicata quale metodo per conteggio delle fibre nelle principali norme che regolamentano i valori di riferimento per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori e la dispersione ambientale delle fibre (D.Lgs. 277/91 e D.M. 6/9/94).

2. MICROSCOPIA ELETTRONICA

La **Microscopia Elettronica a Scansione** (SEM) è una tecnica mediante la quale un fascio elettronico a elevata energia viene fatto interagire con il campione da analizzare.

Il Microscopio Elettronico a Scansione è costituito da una sorgente (filamento) che emette un fascio di elettroni (e^-), gli e^- sono focalizzati da un sistema di

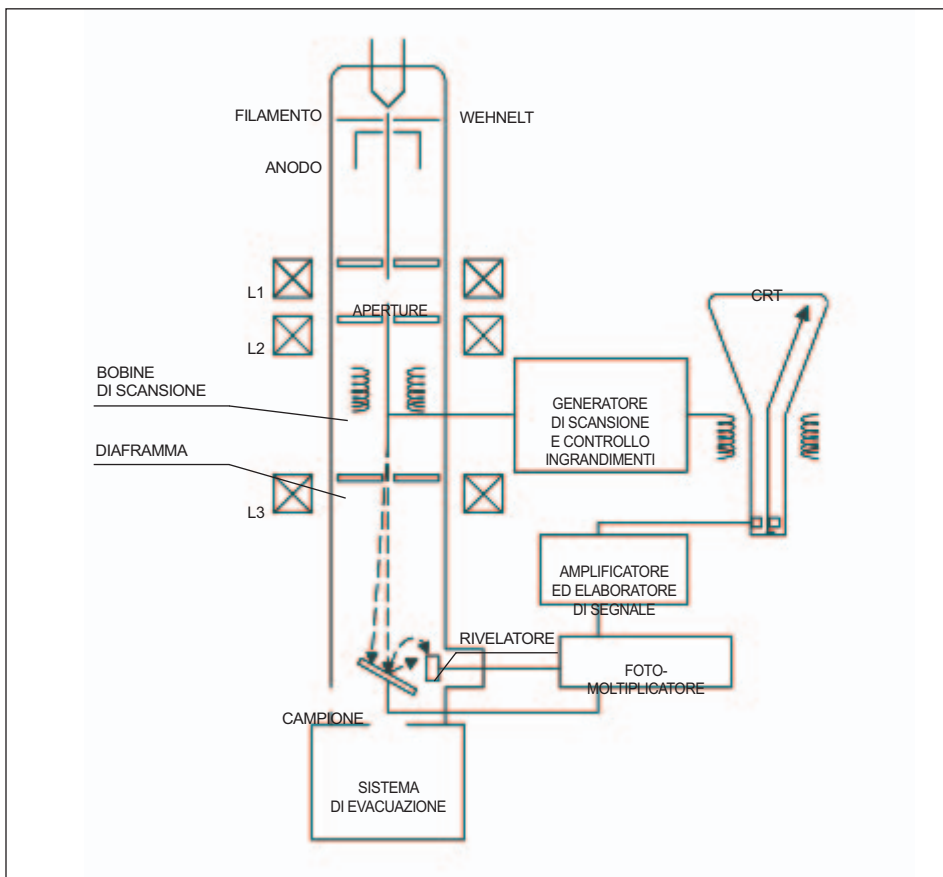


Fig. 4 - Schema a blocchi di un tipico SEM con colonna elettronica costituita da tre lenti elettromagnetiche L1, L2, L3. La figura riporta una configurazione adatta a fornire immagini di morfologia superficiale.

spire (che agiscono come lenti elettromagnetiche) e mandato ad esplorare punti e linee sequenziali del campione.

Dall'interazione tra gli elettroni del fascio e gli atomi presenti sulla superficie del campione si originano diversi segnali che possono essere utilizzati sia per uno studio morfologico (elettroni secondari-SE ed elettroni retro-diffusi-BS) sia per un'analisi della composizione chimica superficiale (raggi X).

I segnali raccolti dai diversi rivelatori (detector BS, detector SE) vengono trasformati in immagini su schermo a raggi catodici (CRT) osservabili dall'analista. Si ottengono così informazioni circa la topografia-morfologia della superficie del campione osservato. (Figura 4)

Il campo di applicazione generalmente è per ingrandimenti compresi fra 10^3 - 10^5 . La presenza nello strumento di un rivelatore a dispersione di energia che raccoglie i raggi X emessi dal materiale colpito dal fascio elettronico (i raggi X emessi sono caratteristici per ogni atomo e sono dovuti a transizioni elettroniche che coinvolgono gli orbitali atomici più interni), permette la microanalisi puntuale del campione (EDX energy-dispersive X-ray analysis).

3. DIFFRAZIONE A RAGGI X

La **Diffrazione dei Raggi X (DXR)** è ampiamente utilizzata per la determinazione della struttura di solidi cristallini e per il riconoscimento analitico di fasi cristalline.

I raggi X sono una radiazione elettromagnetica con lunghezza d'onda dell'ordine di 10^{-10} nm e sono prodotti dall'interazione di elettroni ad alta energia con un materiale ad alta densità elettronica (metallo). Quando un fascio collimato di raggi X colpisce un materiale cristallino, con un determinato angolo di incidenza, si ha il fenomeno della diffrazione che consiste nella formazione di un fascio di raggi X diffratto caratterizzato da un particolare angolo di diffrazione (θ). Il cristallo si comporta da reticolo di diffrazione in quanto la lunghezza d'onda dei raggi X e le distanze reticolari sono dello stesso ordine di grandezza. La radiazione viene diffusa da ogni punto reticolare del cristallo e affinché si abbia interferenza costruttiva, per una radiazione di lunghezza d'onda λ , deve valere la **legge di Bragg: $2d \sin\theta = n\lambda$** , ovvero la differenza del cammino tra le radiazioni diffratte da piani successivi deve essere multiplo intero della lunghezza d'onda.

d è la distanza tra due piani reticolari nella struttura cristallina, θ è l'angolo d'incidenza del fascio di raggi X sul campione, λ la lunghezza d'onda della radiazione incidente e n un numero intero (Figura 5).

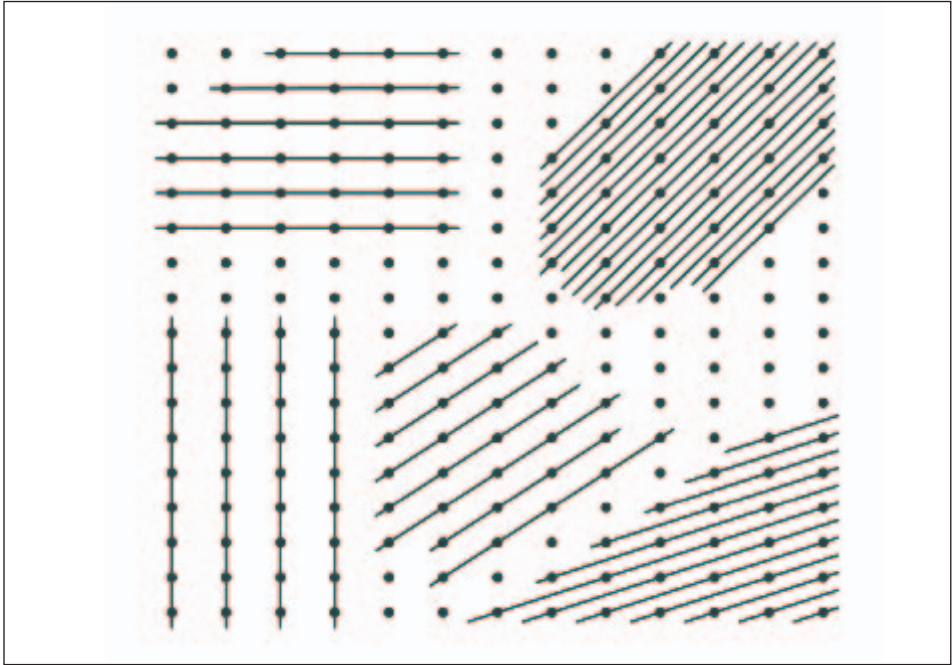


Fig. 5 - Tracce piani reticolari

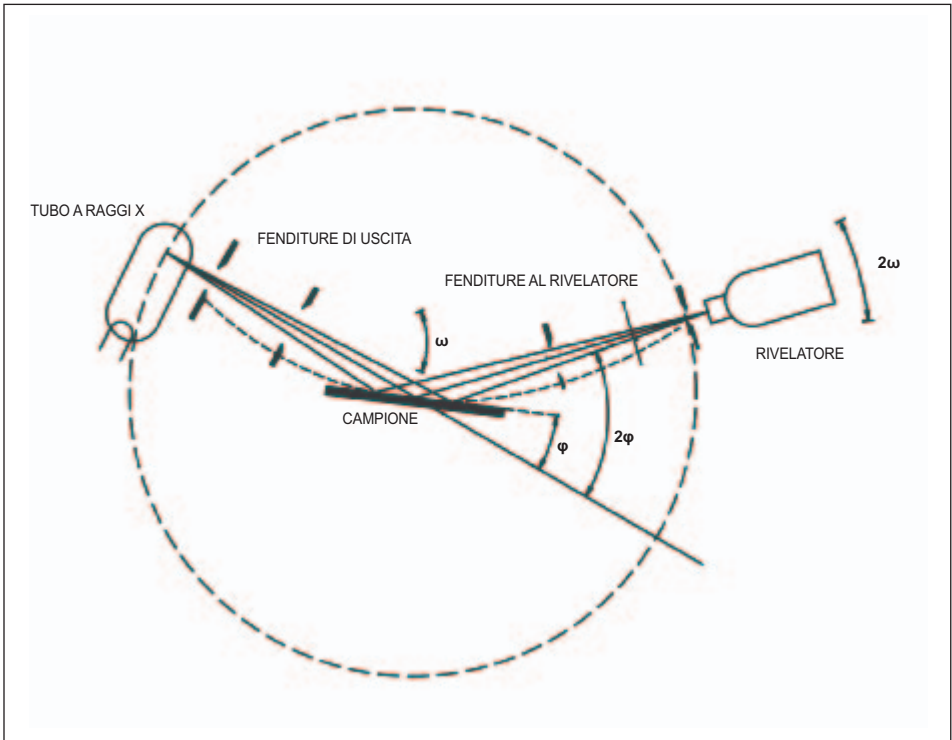


Fig. 6 - Schema di principio del montaggio Bragg-Brentano.

L'utilizzo del fenomeno della diffrazione dei raggi X (DRX) permette l'identificazione qualitativa e la determinazione quantitativa di sostanze cristalline.

Ogni composto è caratterizzato da un diagramma di diffrazione tipico, costituito da massimi di diffrazione, d'intensità relativa definita, che si trovano ad angoli 2θ , e quindi distanze interplanari, caratteristici per quel determinato composto. L'identificazione di una fase cristallina dal suo diffrattogramma di polveri è basata sul confronto dell'insieme dei valori delle distanze e delle intensità relative dei riflessi più intensi con quelli riportati in appositi database. Lo strumento che permette tale analisi è il diffrattometro per polveri: esso è costituito da un goniometro su cui viene posto il campione, un generatore di raggi X e un rivelatore di raggi X.

Il campione di polvere viene posto al centro del goniometro e fatto ruotare di un angolo θ rispetto alla direzione del fascio di raggi X incidenti su di esso. Il rivelatore contemporaneamente ruota di un angolo 2θ . In questo modo l'angolo fra il fascio primario e la normale alla superficie del campione è mantenuto in ogni istante uguale all'angolo fra tale normale e la fenditura del contatore/rivelatore (Figura 6).



Diffrattometro RX

4. SPETTROSCOPIA ALL'INFRAROSSO

La **spettroscopia infrarossa (IR)** è una tecnica capace di fornire, con rapidità e facile preparazione del campione, informazioni qualitative e quantitative sui gruppi funzionali presenti nel campione attraverso la valutazione delle vibrazioni dei legami tra gli atomi. Gli spettri di assorbimento della radiazione infrarossa da parte del campione sono costituiti da bande e picchi di assorbimento compresi tra i 4000 e i 400 cm^{-1} (medio infrarosso).

Per assorbire una radiazione infrarossa una molecola deve subire un netto cambiamento del momento dipolare, in seguito a un moto vibrazionale o rotazionale; si instaura così un campo elettrico che interagisce con quello associato alla radiazione. Ogni molecola avrà assorbimenti caratteristici, dovuti ai legami presenti in essa, che ne permettono il riconoscimento.

In uno spettrofotometro IR il fulcro è costituito dall'interferometro Michelson, nel quale la radiazione infrarossa proveniente da una sorgente continua incide su uno specchio semitrasparente. Questo specchio, costituito da un cristallo di KBr rivestito con germanio, trasmette il 50% della radiazione verso uno specchio fisso e il restante 50% verso uno specchio mobile. La luce che proviene dallo specchio fisso raggiunge il rivelatore (detector) percorrendo un cammino ottico costante e fisso.

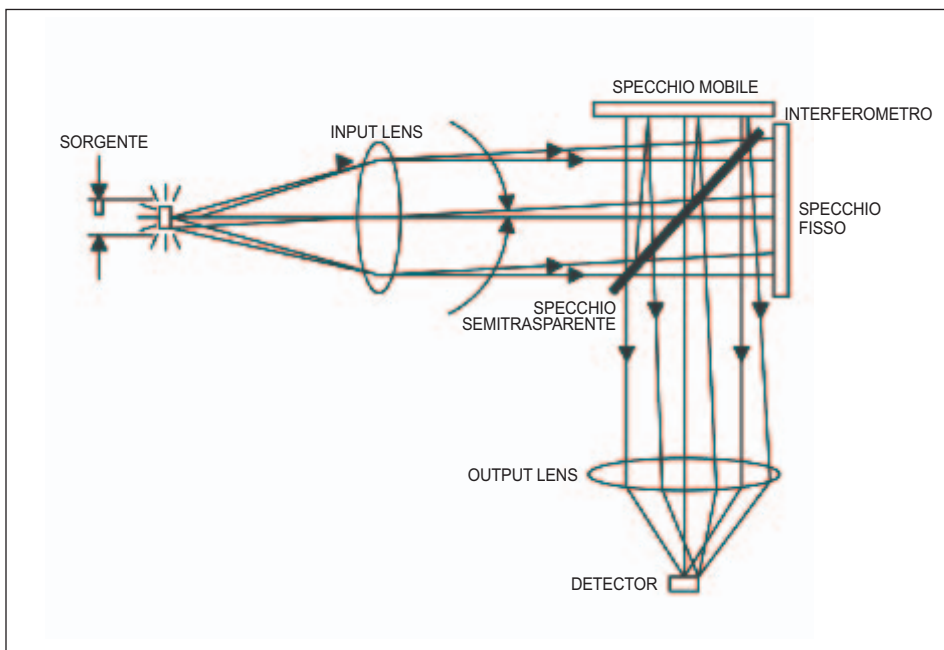


Fig. 7 - Schema di interferometro di Michelson.

Viceversa la radiazione proveniente dallo specchio mobile compie percorsi di lunghezza variabile in funzione del rapido spostamento dello specchio. Le radiazioni provenienti dai due specchi vengono ricombinate e poste in condizione di interferire fra loro. Se raggiungono il rivelatore in concordanza di fase si sommano, altrimenti si annullano. Il diagramma complessivo tracciato dall'interferometro rappresenta quindi la variazione dell'intensità della radiazione totale in arrivo, in conseguenza al movimento dello specchio. Per realizzare lo spettro IR di una sostanza si registra dapprima lo spettro di emissione del riferimento e in un secondo tempo, dopo aver posto la sostanza in esame all'uscita dell'interferometro, lo spettro di quest'ultima. Dal confronto dei due spettri viene elaborato lo spettro IR della sostanza in esame.

5. CONFRONTO FRA METODI: DIFFRATTOMETRIA A RAGGI X E SPETTROSCOPIA ALL'INFRAROSSO

Le informazioni che si ottengono con le due tecniche analitiche per la determinazione qualitativa dell'amianto non si differenziano sostanzialmente per quanto riguarda il limite di rivelabilità (1%) anche se per i raggi X si utilizzano le caratteristiche strutturali del campione e per la spettroscopia all'infrarosso quelle dei legami atomici.

Le tecniche sopraccitate presentano alcune limitazioni, nella determinazione qualitativa e quantitativa del composto analizzato, che possono derivare da un basso grado di cristallinità, una non opportuna granulometria e dalla presenza di fasi estranee.

Un'importante limitazione della DRX e della IR è poi l'impossibilità di determinare lo spettro granulometrico delle fibre di amianto contenute nel campione, limitazione particolarmente rilevante in quelle situazioni in cui l'amianto presente può esistere anche con veste cristallina e non fibrosa.

Per l'analisi DRX una parte del campione viene macinata, fino ad ottenere una granulometria opportuna, e posta in un apposito portacampioni concavo insieme a uno standard di riferimento o depositata su filtro d'argento con la funzione di supporto e standard di riferimento. La determinazione quantitativa dell'amianto è ottenuta mediante un confronto tra le intensità dei raggi diffratti dall'amianto e dallo standard interno.

Per la spettroscopia all'infrarosso il campione, portato ad una opportuna granulometria, viene miscelato e pressato con KBr (pasticca) per essere poi sottoposto all'indagine spettroscopica. La percentuale in peso di amianto è valutata utilizzando opportune curve di taratura precedentemente preparate.

Nella tabella seguente sono schematizzate, per le due tecniche analitiche DRX e IR, le relative procedure sperimentali:

- | | |
|----|--|
| 1. | Macinazione di una quantità nota del campione fino ad ottenere una granulometria inferiore, in genere, a 20-25 μm |
| | Deposizione del campione su filtro a membrana d'argento (DRX) |
| 2. | Miscelazione con una nota quantità di KBr e preparazione della "pasticca" (IR) |
| 3. | Riconoscimento del tipo di amianto presente mediante:
riflessi ad angoli caratteristici (DRX), bande di assorbimento caratteristiche (IR) |
| 4. | Valutazione della % di amianto utilizzando curve di tarature predeterminate. |



BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

CAPITOLO 1 E CAPITOLO 2

- ABBATE E., BORTOLOTTI V., PRINCIPI G. (1980) - *Apennine ophiolite: a peculiar oceanic crust*. *Ofioliti*, Sp. Issue on Tethyan Ophiolites, Western Area, pp. 59-96.
- ANDREOZZI M. e ZANZUCCHI G. (1999) - *Carta geologica della Val Baganza alla scala 1:50.000*. Grafiche STEP, Parma.
- BECCALUVAL., VENTURELLI G., ZANZUCCHI G. (1975) - *Dati geologici e geochimici sui basalti di associazione ofiolitica dell'Appennino ligure - emiliano*. Ateneo Parm., *Acta Nat.*, Vol. 11, pp. 789-802.
- BECCALUVA L., MACCIOTTA G., VENTURELLI G. (1976) - *Differenziazione e caratteri geochimici delle vulcaniti basaltiche oceaniche dell'Appennino ligure - emiliano*. *Ofioliti*, Vol. 1, pp. 33-65.
- BERNINI M., VESCOVI P., ZANZUCCHI G. (1997) - *Schema strutturale dell'Appennino nord - occidentale*. Ateneo Parm., *Acta Nat.*, Vol. 33 (nn. 3/4), pp. 43-54.
- CASNEDI R., GALBIATI B., VERNIA L., ZANZUCCHI G. (1993) - *Note descrittive della Carta geologica delle ofioliti del Gruppo di M. Penna e di M. Aione (Appennino ligure - emiliano)*. *Atti Tic. Sc. Terra*, Vol. 36, pp. 231-268.
- DE MARCHI A. (1980) *Nuova guida naturalistica del Parmense* - Ermanno Albertelli editore.
- ISTITUTO DI GEOLOGIA, UNIV. DI PARMA (1966) - *Carta Geologica della Provincia di Parma e zone limitrofe alla scala 1:100.000*. L.A.C., Firenze.
- PAGANI G., PAPANI G., RIO D., TORELLI L., ZANZUCCHI G., ZERBI M. (1972) - *Osservazioni sulla giacitura delle ofioliti nelle alte valli del T. Ceno e del F. Taro*. *Mem. Soc. Geol. It.*, Vol. 11, pp. 531-546.
- PICCARDO G.B. (1983) - *Genesi delle ofioliti dell'Appennino settentrionale*. *Mem. Soc. Geol. It.*, Vol. 25, pp. 75-89.
- PRESS F., SIEVER R. (1997) - *Capire la Terra*. Zanichelli Ed. S.p.A., Bologna.
- REGIONE EMILIA-ROMAGNA (1993) - *Le ofioliti dell'Appennino emiliano. A cura dell'Ass. Programmazione, Pianificazione ed Ambiente, U.F.A./Documentazione*.
- REGIONE EMILIA-ROMAGNA e COMUNITA' MONTANA DELLE VALLI DEL TARO E DEL CENO (1999) - *Itinerari geologico-ambientali nella Val Ceno alla scala 1:60.000*. S.E.L.C.A., Firenze.

- REGIONE EMILIA-ROMAGNA e RISERVA NATURALE DEL MONTE PRINZERA (2001) - *Le Ofoliti isole sulla terraferma Atti del Convegno*
A cura di Andrea Sacconi. Graphital, Parma.
- SCICLI A. (1972) - *L'attività estrattiva e le risorse minerarie della regione Emilia-Romagna*
- TERRANOVA R. e ZANZUCCHI G. (1982) - *Il gruppo ofiolitico dei monti Maggiorasca e Nero (Appennino ligure - emiliano): carta geologica e interpretazioni geodinamiche*. Mem. Soc. Geol. It., Vol. 24, pp. 127-138.
- ZANZUCCHI G. (1980) - *I lineamenti geologici dell'Appennino parmense (Note illustrative alla Carta e alle Sezioni geologiche della Provincia di Parma e zone limitrofe alla scala 1:100.000)*. In: *Volume dedicato a S. Venzo*, Ed. Grafiche STEP, Parma, pp. 201-233.

CAPITOLO 4

- BONAZZI A. (1973-74) - *I "serpentini" delle ultramafiti del monte Aiona - tesi di Laurea inedita*. Università degli Studi di Parma. - Istituto di Petrografia e Mineralogia.
- BERTOLANI M. e CAPEDE S. (1966) - *Le ofioliti nelle province di Modena e Reggio Emilia*. Società Tipografica Editrice Modenese MUCCHI.
- BONISSONI G. e RICCI BITTI R. (1988) - *La diffrattometria dei raggi X per materiali policristallini*. Tecniche Nuove
- CAPEDE S. e TOSCANI L. (2000) - *Subduction-Related (?) Ophiolitic Metabasalts from northern apennines (Modena province, Italy)* In: *Chemie der Erde* Vol.60, pp.111-128.
- CLERICI C., LAURIA E. e WOJTOWICZ M. (2002) - *Problemi legati alla caratterizzazione e classificazione dei materiali fibrosi presenti in natura*. Convegno CNR "L'Industria e l'amianto" Roma 26-28 novembre 2002.
- MELLINI M. (1986) - *Chrysotile and polygonal serpentine in the Balangero serpentinite*. In: *Mineralogical magazine*, Vol.50, pp. 301-306.
- PEDRONI C., PEDRELLI P., MAGNANIN N., MAGNANI F., SALA O. (2003) - *Progetto di ricerca ISPESL B86/DIL/02: Valutazione sistematica di un gruppo di cave dell'Appennino parmense per la valutazione della esposizione dei lavoratori a fibre di amianto eventualmente presenti nella roccia ofiolitica. - rapporto preliminare*.
- REGIONE LOMBARDIA - *"AMIANTO rischi, controllo e prevenzione"*
Manuale di indirizzo per le unità operative, servizi e presidi di

- prevenzione delle USSL della Regione Lombardia (1992)*
- SALA O. et al. - *Valutazione del rischio ambientale da fibre di amianto in siti dell'Appennino emiliano con affioramenti naturali di "pietre verdi": primi risultati e considerazioni* - Convegno CNR "L'Industria e l'amianto" Roma 26 - 28 novembre 2002. e Atti del 9° Convegno AIDII di Corvara, marzo 2003.
- TODESCO P. (2002-2003) - *Inquinamento da asbesto in relazione alla problematica delle ofioliti: sintesi e caratterizzazione chimico - fisica di lizardite* - tesi di Laurea inedita. Università degli Studi di Bologna - Dipartimento di Chimica G.Ciamician
- TRENTO T. - (2000-2001) *Caratterizzazione chimico - fisica di ofioliti. Nuovo metodo di determinazione quantitativa delle fibre libere di crisotilo* - tesi di Laurea inedita. Università degli Studi di Bologna - Dipartimento di Chimica G.Ciamician
- VENTURELLI G., CONTINI S., BONAZZI A. e MANGIA A. (1997) - *Weathering of ultramafic rocks and element mobility at Mt. Prinzer, northern apennines, Italy*. In: *Mineralogical magazine*, Vol. 61, pp. 765-778
- VINCENTINI M. et al. (2003) - *Esposizione ad amianto in due cave di serpentino nell'alta Val di Cecina: primi risultati - Convegno Nazionale: "I cancerogeni: la definizione dell'esposizione in ambienti di vita e di lavoro"*, Siena, 24 - 26.09.03 (in corso di pubblicazione)
- VITI C. e MELLINI M. (1997) *Contrasting chemical compositions in associated lizardite and chrysotile in veins from Elba, Italy*. In: *European Journal of Mineralogy*, Vol. 9, pp. 585-596.
- VITI C. e MELLINI M. (1998) *Mesh texture and bastites in the Elba retrograde serpentinites*. In: *European Journal of Mineralogy*, Vol. 10, pp. 1341-1359.
- VITI C. (febbraio 2001) - *Nanotessiture TEM dei minerali del serpentino*. In: *Bollettino della Società Italiana di Microscopia Elettronica*, anno 22 - n.1, pp. 36-44.
- WICKS F.J. e WITTAKER E.J.M (1988) - *Serpentine texture and serpentinization*. In: *Canadian Mineralogist*, Vol. 15, pp. 459-488.
- WITTAKER E.J.M e ZUSSMAN J. (1956) - *The characterization of serpentine minerals by X-ray diffraction*. In: *Mineralogical magazine* Vol.31, pp. 107-126
- WOJTOWICZ M., C. CAZZOLA, CLERICI C., e G. ZANETTI (2004) - *L'analisi del contenuto di amianto nelle rocce con metodi basati sulla microscopia ottica*. Convegno AIDII "Le giornate di Corvara" 31.03-02.04.2004 Corvara (BZ) marzo 2004.

CAPITOLO 5

- CNR (1999) - *Realizzazione di una mappa del rischio amianto mediante dati storici e monitoraggio di siti estrattivi ed industriali interessati.- Progetto Lifo 99/ENU/IT/000153.*
- FUBINI B. (1997) - *Ruolo della chimica di superficie nella patogenicità degli amianti da “L’amianto: dall’ambiente di lavoro all’ambiente di vita. Nuovi indicatori per futuri effetti”* a cura di C. Minoia, G. Scansetti, G. Piolatto, A Massola - Fondazione Salvatore Maugeri, IRCCS, Pavia 1997 - Documenti - 12.
- GORINI G., CHELLINI E., MERLER E., CACCIARINI V., SILVESTRI S., SENIORI A. (2003)- *Incidenza e mortalità in Toscana per mesotelioma pleurico nel periodo 1988-1999 - Epidemiologia e Prevenzione anno 27, gennaio febbraio 2003.*
- ISTITUTO SUPERIORE DI SANITA’ (2000) - *Esposizione ad amianto e mortalità per tumore maligno della pleura in Italia: 1988-1994 – Rapporti Istisan 00/9.*
- ISTITUTO SUPERIORE DI SANITA’(2002) - *La mortalità per tumore maligno della pleura nei comuni italiani :1988-1997 - Rapporti Istisan 02/12.*
- NESTI M. et al. (2003) - *“Linee Guida per la rilevazione e la definizione dei casi di mesotelioma maligno e la trasmissione delle informazioni all’ISPESL” da parte dei Centri Operativi Regionali;* II Edizione Ed. ISPESL di Roma - Roma, Maggio 2003.
- REGIONE EMILIA-ROMAGNA: <http://www.regione.emilia-romagna.it/sanita/amianto/>
- ROMANELLI A. et al. (2002) - *Il mesotelioma maligno in Emilia-Romagna: incidenza ed esposizione - Epidemiologia e Prevenzione, anno 26 (3), maggio-giugno 2002.*
- ROMANELLI A. et al. (2002) - *Il Registro Mesoteliomi dell’Emilia - Romagna: metodologia e risultati - European Journal of Oncology, Vol. 7, n°2 - 2002.*

Finito di stampare
nel mese di dicembre 2004
presso la
Siaca Arti Grafiche - Cento (FE)



CARTA REGIONALE
DEGLI AFFIORAMENTI OFIOLITICI

- Regione
- Pietre verdi
- Unità ofiolitiche
- Ofioliti