



REGIONE TOSCANA

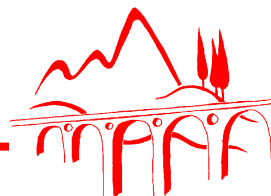
GIUNTA REGIONALE

PIANO REGIONALE CAVE

L.r. 25 marzo 2015 n.35

PR 15

**INDIRIZZI E MISURE DI
MITIGAZIONE PER LE CRITICITÀ
AMBIENTALI**



Il presente documento deriva dalla specifica collaborazione con l’Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale ARPAT finalizzata ad approfondire gli aspetti tecnici delle criticità ambientali connesse alle attività estrattive.

Il lavoro si articola in schede monotematiche di sintesi che approfondiscono quanto emerso nella fase ricognitiva svolta da ARPAT.

Le schede di sintesi indicano come linea di indirizzo le azioni che possono essere intraprese nella fase operativa di applicazione del PRC per il superamento delle criticità.

Vengono fornite quindi indicazioni ai comuni per attivare sia opportune prescrizioni, che specifiche azioni volte ad eliminare, ridurre o mitigare gli impatti connessi alle attività di cava.

Nella fase di pianificazione, progettazione ed autorizzazione del sito estrattivo il comune effettua una verifica relativamente alle criticità ambientali indotte dalla presenza del sito estrattivo con particolare riferimento alle tematiche di seguito elencate:

1. Acque meteoriche dilavanti	3
2. Vulnerabilità delle acque sotterranee in aree alluvionali	9
3. Emissioni in atmosfera	12
4. Produzione di rumore e vibrazioni	15
5. Estrazione di rocce ofiolitiche	17
6. Ripristino delle aree estrattive	20
7. Rifiuti diversi dai rifiuti di estrazione.....	23
8. Fanghi di decantazione	26
9. Acque superficiali e gestione dei sedimenti carbonatici – Marmettola.....	28
10. Acque sotterranee e gestione dei sedimenti carbonatici – Marmettola	33

1. Acque meteoriche dilavanti

La gestione delle acque meteoriche dilavanti (AMD) costituisce un aspetto centrale tra le problematiche ambientali indotte dall'attività relativa ai siti estrattivi. La non corretta regimazione, raccolta e trattamento delle AMD, infatti, può determinare un incremento del trasporto solido verso il reticolo idrico superficiale e sotterraneo .

La questione è quantomai rilevante per le aree estrattive localizzate in zone a pendenze più o meno accentuate (quali le cave di collina e di monte) nelle quali le acque di pioggia, seguendo la morfologia naturale e quella indotta dall'attività estrattiva, dilavano versanti, piazzali, piste e gradonature, stazionando nelle depressioni e confluendo, dove possibile, verso i corpi recettori del reticolo idrografico o infiltrandosi nel sottosuolo, qualora la permeabilità del substrato lo consenta. Lungo tale percorso, le acque non correttamente regimate possono generare fenomeni erosivi a carico dei depositi di materiale incontrato (depositi eluviali/colluviali, materiali stoccati, rifiuti di estrazione e sostanze connesse alle lavorazioni) ed eventualmente presente nelle aree di cava.

Per questo motivo tali acque raccolgono e trasportano un carico solido che richiede di affrontarne la gestione in termini di regimazione efficiente e di primo trattamento, normalmente di sedimentazione.

All'interno delle aree estrattive, infatti, si creano azioni di mobilitazione e trasporto di sedimenti di varia granulometria che, in base all'energia idrica di deflusso ed alle caratteristiche chimico-fisiche dei sedimenti, può avvenire per trascinalamento e/o in sospensione ed in soluzione.

Il primo effetto è un aumento della torbidità delle acque che affluiscono verso il reticolo naturale determinando la formazione di depositi in alveo che possono ridurre l'efficienza idraulica dei corsi d'acqua e dare luogo a scompensi nello sviluppo della vita acquatica di flora e fauna. Inoltre, a causa dell'elevata superficie specifica, i sedimenti possono assorbire e movimentare sostanze inquinanti organiche ed inorganiche compromettendo la qualità delle acque.

Le sostanze contaminanti che è possibile rilevare nei sedimenti dilavanti le aree di cava sono principalmente rappresentate da idrocarburi, grassi e oli minerali, metalli, tensioattivi.

La presenza di queste ultime è generalmente connessa all'impiego di particolari tecniche di scavo e taglio, al traffico veicolare, alle lavorazioni dei materiali estratti, alla non corretta gestione delle aree di cantiere, dei depositi e dei serbatoi, o allo sversamento accidentale.

Per tutti questi motivi le AMD necessitano di una corretta gestione che preveda una regimazione efficiente e un primo trattamento.

In presenza di contaminazione il trattamento delle acque dilavanti dovrà garantire la rimozione dei contaminanti presenti, ad esempio mediante un comparto di disoleatura delle acque.

In Toscana la tematica è specificamente disciplinata dal DPGR 8 settembre 2008 n.46/R, che all'art.40 riporta specifiche disposizioni sulle cave.

1.1. Elementi generali di criticità

In primo luogo è opportuno distinguere gli interventi da predisporre:

- nel perimetro **esterno** dell'area estrattiva, aventi l'obiettivo di regimare le acque di provenienza esterna evitando che vadano ad interessare l'area di cava;
- nel perimetro **interno** dell'area estrattiva e delle eventuali pertinenze.

Questi ultimi interventi sono finalizzati non solo a garantire un razionale governo delle acque che

interessano direttamente l'area di cava per minimizzare erosione, ristagni, trasporto solido e, in generale, per prevenire l'insorgenza di problematiche idrogeologiche, ma anche ad assicurare idonei trattamenti per le acque dilavanti in funzione delle attività svolte in cava e dei possibili contaminanti presenti nelle acque stesse.

L'obiettivo è quello di evitare che materiali in sospensione o eventuali contaminanti disciolti o in fase separata (quali ad esempio idrocarburi, grassi o oli provenienti dalle macchine operatrici, dai mezzi di trasporto, sostanze chimiche da siti di stoccaggio mal gestiti o da attività di lavorazione dei materiali estratti) raggiungano il suolo, si infiltrino nel sottosuolo o vengano veicolati nell'ambiente dalle acque dilavanti, confluendo nella rete di deflusso naturale, compromettendo la qualità dei corpi idrici recettori.

Importanza determinante assume quindi la corretta progettazione ed attuazione del “*Piano di gestione delle acque meteoriche dilavanti*” individuato dal DPGR 8 settembre 2008 n. 46/R quale parte integrante del progetto di coltivazione e soprattutto previsto dall'art.17 co.1.f della L.R. 35/2015.

Detto piano dovrà prevedere interventi differenziati, tenendo per lo più conto della necessità di trattare differientemente:

- l'intero sito estrattivo;
- l'area di coltivazione attiva;
- l'area impianti;
- l'area adibita all'accumulo o al deposito dei rifiuti di estrazione.

e della distinzione tra:

- le acque meteoriche di prima pioggia (**AMPP**)
- le acque meteoriche dilavanti contaminate (**AMDC**)
- le acque meteoriche dilavanti non contaminate (**AMDNC**).

Dovrà inoltre essere improntato a massimizzare il reimpiego delle acque trattate per i fabbisogni della cava stessa.

1.2. Dinamiche specifiche riscontrate sul territorio

Premesso che la criticità legata alla non corretta gestione delle acque meteoriche assume caratteri di particolare importanza nell'area apuana, per la quale si rimanda ad una trattazione specifica, essa interessa tuttavia ogni parte del territorio e tutti i tipi di attività estrattiva.

Gli aspetti disfunzionali più frequentemente rilevati o segnalati in proposito sono i seguenti:

- cave in cui la regimazione delle acque è correttamente prevista dal progetto ma non attuata in conformità a quanto autorizzato.
- cave di argilla a mezza costa con dilavamento e/o erosione incanalata dovuta al ruscellamento delle acque meteoriche, con dispersione ed accumulo di materiale fine al di fuori del perimetro della estrattivo.
- cave litoidi a gradoni multipli ed in fossa la cui gestione non corretta delle AMD porta ad interessare i piazzali di lavorazione, e in cui scarsa efficienza nella svuotatura delle vasche di sedimentazione porta fuoriuscita di acque torbide;
- cave con completa assenza di un'Area Impianti specificamente individuata e del relativo trattamento delle AMPP.

In tutti questi casi si viene a determinare lo scarico incontrollato delle AMPP al suolo, con i conseguenti fenomeni di intorpidimento dei corsi d'acqua.

Le cause hanno a che fare con:

- la cattiva ritenuta delle vasche di sedimentazione;

- la diffusione senza controllo di acque provenienti dalle vasche di chiarificazione degli impianti di frantumazione e lavaggio inerti o dai piazzali di cava, con commistione delle stesse.

Ancora più insidiose sono le conseguenze nelle cave di pianura, in cui sono coltivati materiali incoerenti come sabbie e ghiaie scavati con mezzi meccanici (pala meccanica e draga) con conseguente interessamento delle acque superficiali e sotterranee, in particolare laddove queste ultime sono affioranti.

1.3. Indicazioni gestionali/misure di mitigazione

Il comune anche avvalendosi di ARPAT, nell'atto autorizzativo prescrive, ove necessario:

- che in ogni fase della coltivazione e del ripristino dovrà essere mantenuto costantemente in efficienza il reticolo idraulico delle acque superficiali e sotterranee;
- che sia opportunamente inibito qualsiasi sversamento dei materiali fini, del limo e comunque del materiale escavato nel reticolo idraulico;
- le opere e le misure per la definizione e il monitoraggio idrochimico e idrodinamico delle acque di falda, la frequenza delle misure freatiche e delle analisi;
- i parametri idrochimici da rilevare
- nelle cave di sabbia e ghiaia la profondità massima di escavazione sia mantenuta sopra al massimo livello noto raggiunto dalla falda freatica nell'ultimo quinquennio o comunque nel periodo conosciuto;
- che sia assicurata l'assenza di trasformazioni irreversibili dell'assetto idrogeologico e delle falde idriche;
- le azioni che garantiscono il miglioramento o, quantomeno, il mantenimento dei livelli qualitativi e quantitativi delle acque di falda;
- il divieto di modificare la geometria di spessori di depositi inerti naturali che ospitano una falda acquifera permanente o comunque rilevante per l'ambiente e gli habitat, per tutto lo spessore di massima escursione freatica. A questo scopo, contestualmente al piano di coltivazione, dovrà essere predisposto specifico studio idrogeologico che chiarisca la configurazione geometrica e le caratteristiche idrauliche dei corpi acquiferi, indagando anche le variazioni e le escursioni stagionali che in essi si producono. Tali caratteristiche, oltre che la qualità delle acque, dovranno essere monitorate successivamente al rilascio dell'autorizzazione;
- al fine di assicurare la tutela delle acque superficiali e sotterranee dall'inquinamento, nella gestione dei materiali di cava, dei prodotti di dilavamento dalle superfici esposte dall'attività di escavazione e di sistemazione delle pertinenze del sito estrattivo, le azioni atte ad evitare che si verificano fenomeni di erosione diffusa o concentrata fin nelle fasi di primo ripristino.
- il riutilizzo delle acque nel ciclo produttivo, limitando allo stretto necessario gli attingimenti di acque superficiali e sotterranee;
- adottate misure di contenimento dei detriti, dei sedimenti, e di materiale derivante dal dilavamento di depositi e cumuli di materiale escavato, onde evitarne il deflusso nel reticolo idrografico;
- di evitare la formazione di ristagni d'acqua nelle aree di cava causati dall'eventuale accumulo di acque meteoriche e di scorrimento superficiale;
- che gli eventuali scarichi idrici prodotti dovranno essere oggetto di un opportuno trattamento che garantisca il perseguimento di elevati standard di qualità;
- l'escavazione ove possibile, per lotti organizzati in modo da mantenere delle "aree di non escavazione" tra lotti distinti e, laddove la qualità del terreno naturale sia tale da non garantire una adeguata permeabilità, la realizzazione di setti drenanti formati con materiale naturale, al fine di garantire il drenaggio delle acque e l'infiltrazione nel sottosuolo;

Ai sensi della normativa ambientale, l'abbandono, lo scarico, il deposito e lo smaltimento incontrollati dei residui derivanti dall'estrazione e dalle lavorazioni sul suolo, nel suolo e nelle acque superficiali e sotterranee e la dispersione di materiali solidi e fluidi, anche in fase liquida non acquosa, che possano contaminare le acque per dilavamento o/e percolazione sono vietati.

Ai sensi delle norme in materia di concessione di derivazione di acque pubbliche e di gestione dei rifiuti di estrazione i bacini di raccolta funzionali alla conduzione dell'attività stessa ed alla prima lavorazione dei materiali coltivati dovranno essere oggetto di specifica progettazione.

A titolo non esaustivo, vengono di seguito indicate alcune modalità operative la cui applicazione è fondamentale nell'ottica della riduzione del rischio di inquinamento dei corpi idrici superficiali e sotterranei.

Le metodiche sottoriportate sono riferite a specifici ambiti di conduzione del cantiere estrattivo, ed in particolare:

Per la zona di coltivazione attiva (AMDNC), sarà opportuno provvedere a:

- progredire gradualmente nella scopertura del giacimento, e limitazione delle superfici denudate;
- prevedere e realizzare un fosso di guardia a monte del fronte di scavo, per limitare l'ingresso delle AMD all'interno della cava;
- realizzare i gradoni con adeguata contropendenza verso monte nella pedata;
- realizzare fossette al piede dei singoli gradoni, dotate di adeguata pendenza verso un fosso collettore dimensionato per ricevere gli afflussi prevedibili;
- prevedere pozzetti e vasche intermedie, per consentire la naturale decantazione dei solidi sedimentabili;
- contenere le acque di lavorazione al piede del taglio;
- pulire regolarmente i piazzali e le aree di lavorazione;
- contenere le acque meteoriche all'esterno dell'area di cava, ad evitare la contaminazione delle medesime nel passaggio nelle zone di lavorazione e nell'area impianti;
- ricorrere, ove possibile, alle lavorazioni "a secco";
- gestire correttamente i carburanti e dei rifiuti di cava (oli, filtri, marmettola., ecc.);
- segnalare tempestivamente le nuove emergenze carsiche e/o fratture beanti dell'ammasso roccioso con conseguente sospensione delle attività di estrazione;
- proteggere i depositi di detrito dagli agenti atmosferici;
- adottare sistemi di contenimento e/o abbattimento delle polveri;
- prevedere una procedura da attuarsi in caso di sversamenti accidentali;
- eseguire manutenzione dei macchinari di cava;
- addestrare il personale alla corretta gestione delle macchine, ad operare nel caso di sversamenti accidentali e alla salvaguardia delle acque dalla contaminazione.

Per le aree di stoccaggio dei materiali lavorati e dei rifiuti di estrazione, sarà opportuno provvedere a:

- realizzare canalette perimetrali all'area di stoccaggio;
- eventuale protezione dei cumuli ;
- convogliare le acque verso sistemi di trattamento (sedimentazione) correttamente dimensionati sulla base degli afflussi prevedibili e di quantità e qualità dei solidi sedimentabili;
- inerbire i cumuli (specie per stoccaggi di terre non inquinate da utilizzare per il ripristino) in caso di stoccaggi prolungati (superiore ad anni 1).

Per le aree in risistemazione ambientale, sarà opportuno provvedere a:

- mantenere contestualità fra coltivazione e ripristino;

- procurare l'inerbimento rapido delle superfici già coltivate per ridurre i fenomeni di erosione e trasporto solido e facilitare la rinaturalizzazione;
- ricorrere preferibilmente a tecniche di ingegneria naturalistica per interventi di stabilizzazione dei riporti, prevenzione dell'erosione, regimazione dei deflussi superficiali, ricostituzione della copertura vegetale;
- effettuare la manutenzione periodica delle opere di regimazione idraulica.

In generale, per i sistemi di trattamento delle AMD, sarà opportuno provvedere a:

- creare appositi sistemi di trattamento sulla base delle superfici drenate opportunamente dimensionati sia per il trattamento delle AMC ;
- dimensionare correttamente i sistemi di trattamento sulla base delle superfici drenate, degli afflussi massimi prevedibili e delle caratteristiche delle acque da trattare;
- verificare la tenuta e garantire la manutenzione delle vasche di sedimentazione delle acque;
- corretta regimazione delle AMD sui piazzali di lavorazione ;
- individuare le aree ad effettivo rischio di contaminazione delle AMD (AMC), sezionando l'area di cava sulla base della destinazione d'uso (coltivazione, ripristino, lavorazione materiali, lavorazioni complementari, servizi, officine, stoccaggi materiali, rifiuti di estrazione, rifiuti diversi da quelli di estrazione);
- prevedere la separazione delle AMPP e della eventuale quota di acque di seconda pioggia da sottoporre a trattamento per le aree a maggior rischio di contaminazione;
- selezionare i sistemi di trattamento più opportuni sulla base delle caratteristiche dei potenziali contaminanti o dei materiali trascinati dalle AMD (disoleazione per AMD, flottazione per materiali leggeri, sedimentazione per elevato trasporto solido in sospensione);
- riutilizzare preferenzialmente le AMD e le AMPP trattate, prevedendo bacini di stoccaggio anche dislocati in punti diversi della cava.

1.4. Criteri progettuali

Il Progetto di Gestione delle Acque meteoriche dilavanti (AMD), parte integrante della documentazione finalizzata ad Autorizzazione alla coltivazione, darà dettagliatamente conto della effettiva regimazione dell'area coinvolta, secondo i seguenti criteri:

Contenuti minimi di Progetto

- *cronoprogramma* attestante la graduale progressione dei lavori di scopertura del giacimento, in modo da minimizzare le superfici denudate e la contestualità fra coltivazione e ripristino;
- individuazione della separazione delle AMPP e della eventuale quota di acque di seconda pioggia (da sottoporre a trattamento per le aree a maggior rischio di contaminazione);
- individuazione delle aree ad effettivo rischio di contaminazione delle AMD (AMC) sezionando l'area di cava sulla base della destinazione d'uso (coltivazione, ripristino, lavorazione materiali, lavorazioni complementari, servizi, officine, stoccaggi materiali, rifiuti di estrazione, rifiuti diversi da quelli di estrazione);
- corretta regimazione delle AMD sui piazzali di lavorazione ;
- individuazione di appositi sistemi di trattamento (opportunamente dimensionati) delle AMC, sulla base delle caratteristiche dei potenziali contaminanti o dei materiali trascinati dalle AMD (disoleazione per AMD, flottazione per materiali leggeri, sedimentazione per elevato trasporto solido in sospensione);
- corretto dimensionamento dei sistemi di trattamento, sulla base delle superfici drenate, degli afflussi massimi prevedibili e delle caratteristiche delle acque da trattare;
- riutilizzo per l'uso del cantiere delle AMD e le AMPP trattate, prevedendo bacini di stoccaggio anche dislocati in punti diversi della cava.

Zone di coltivazione attiva (AMDNC)

- previsione di un fosso di guardia, a monte del fronte di scavo, per limitare l'ingresso all'interno della cava delle AMD;
- realizzazione delle pedate dei gradoni con adeguata contropendenza verso monte;
- realizzazione di fossette di regimazione al piede dei singoli gradoni dotate di adeguata pendenza verso un fosso collettore dimensionato per ricevere gli afflussi prevedibili;
- realizzazione di pozzetti e vasche intermedie per consentire la naturale decantazione dei solidi sedimentabili;
- regimazione delle acque meteoriche al fine di evitarne la contaminazione nel passaggio nelle zone di cava e nell'area impianti;
- fare ricorso, quanto più possibile, alle lavorazioni *a secco* ed in ogni caso contenere le acque di lavorazione al piede del taglio;
- corretta gestione di carburanti e dei rifiuti di cava (oli, filtri, marmettola., ecc.);
- previsione di sistemi per il contenimento e/o abbattimento delle polveri;
- previsione di una procedura in caso di sversamenti accidentali;

Aree di stoccaggio dei materiali lavorati e dei rifiuti di estrazione

- previsione di canalette perimetrali all'area di stoccaggio;
- protezione dei cumuli dagli agenti atmosferici (acqua, vento ecc.) ;
- previsione di convogliamento delle acque verso sistemi di trattamento (sedimentazione) correttamente dimensionati sulla base degli afflussi prevedibili e di quantità e qualità dei solidi sedimentabili;
- previsione di inerbimento dei cumuli (specie per stoccaggi di terre non inquinate da utilizzare per il ripristino) in caso di stoccaggi prolungati (superiore ad anni 1).

Aree in risistemazione ambientale

- previsione di inerbimento rapido delle superfici già coltivate, a ridurre i fenomeni di erosione e trasporto solido e facilitare la rinaturalizzazione;
- previsione del ricorso (preferibilmente con tecniche di ingegneria naturalistica) ad interventi di stabilizzazione dei riporti, della prevenzione dell'erosione, della regimazione dei deflussi superficiali, e della ricostituzione della copertura vegetale;
- previsione di periodica manutenzione delle opere di regimazione idraulica.

Per la corretta gestione del cantiere, il progetto potrà prevedere le seguenti attività:

- verifica della tenuta e la manutenzione delle vasche di sedimentazione delle acque;
- corretta manutenzione dei macchinari di cava;
- addestramento del personale al fine della corretta gestione delle macchine, e degli adempimenti nel caso di sversamenti accidentali e per la salvaguardia delle acque dalla contaminazione.
- costante pulizia dei piazzali e delle aree di lavorazione;
- modalità utili alla tempestiva segnalazione di nuove emergenze carsiche e/o fratture beanti dell'ammasso roccioso e conseguente sospensione delle attività di estrazione;

In tutti quei casi in cui, date le specificità del cantiere, non si ritenga possibile attendere fedelmente ai dettami di cui sopra, sarà necessario motivarne adeguatamente le cause all'interno del medesimo progetto (di gestione delle AMD) e fare chiarezza sulle modalità alternative individuate.

2. Vulnerabilità delle acque sotterranee in aree alluvionali

La criticità consiste nella possibile interferenza tra l'attività estrattiva e le acque sotterranee in aree di pianura alluvionale (conoide), nelle pertinenze fluviali e nelle aree ad elevata vulnerabilità idrogeologica, sia sotto falda che sopra falda.

I siti estrattivi ubicati in aree alluvionali, in particolare in vicinanza dei corsi d'acqua, sono in genere destinati allo sfruttamento di depositi grossolani quali sabbie, ghiaie e ciottolami, in genere utilizzati come inerti aggregati per la miscelazione del calcestruzzo o la produzione di miscele bituminose o di granulati stradali.

In questi casi è frequente l'interessamento, da parte del cavo estrattivo, della zona insatura e/o satura dell'acquifero.

2.1. Elementi generali di criticità

La problematica connessa alla gestione di queste aree riguarda l'estrema vulnerabilità del sistema idrogeologico.

Nei casi in cui il cavo estrattivo interessa il non saturo e vi sono le condizioni di scarsa soggiacenza della falda, l'elevata permeabilità del terreno può consentire una veloce infiltrazione e il raggiungimento delle acque sotterranee da parte di un contaminante idroveicolato.

Nei casi in cui le acque di falda affiorano all'interno del cavo estrattivo il rischio di contaminazione delle stesse risulta grandemente amplificato, in particolare ove non si abbia piena e continua applicazione di adeguate cautele nella gestione dell'attività.

Tra i fattori di rischio da considerare in tali contesti: sversamenti di oli/gasoli, dispersione di polveri, ritombamenti con rifiuti o con materiale non idoneo, utilizzo dei cavi estrattivi per la laminazione di piene fluviali ed anche utilizzo di sostanze chimiche per il lavaggio degli inerti.

2.2. Indicazioni gestionali /criteri progettuali/misure di mitigazione

Lo strumento per la valutazione di eventuali impatti a carico delle acque sotterranee è rappresentato dal **monitoraggio idrogeologico** da condurre mediante il periodico campionamento ed analisi e la misura dei livelli statici delle acque sotterranee in piezometri appositamente realizzati.

Attraverso il monitoraggio è possibile individuare la presenza di eventuale contaminazione connessa all'attività in esercizio, valutando lo stato qualitativo e quantitativo delle acque in fase *ante operam* e seguendone la sua evoluzione nel tempo.

A tal fine risulta opportuno, in concomitanza alla programmazione di una nuova attività estrattiva, procedere alla realizzazione di un piano di monitoraggio con acquisizione dei dati conoscitivi esistenti (ad esempio studi redatti nell'ambito degli atti di governo del territorio comunali, etc.) in cui il periodo d'indagine sia avviato con adeguato anticipo rispetto alla data di inizio della coltivazione, affinché sia acquisita una base di dati circa i livelli di escursione della falda, i parametri idrodinamici e idrochimici delle acque sotterranee.

2.3. Criteri progettuali

Piano di Monitoraggio

Il Progetto di Autorizzazione alla coltivazione, nei casi di possibile vulnerabilità delle acque sotterranee, darà conto dettagliatamente della effettiva istituzione di un *Piano di monitoraggio*, secondo i seguenti contenuti:

Contenuti minimi del Piano di Monitoraggio:

installazione dei piezometri e misurazione dei livelli di falda:

- il Piano di monitoraggio, impostato sull'acquisizione di dati conoscitivi esistenti (ad

esempio studi redatti nell'ambito degli strumenti per il governo del territorio comunali, etc.) sarà avviato con adeguato anticipo rispetto all'inizio della coltivazione per acquisire una base di dati riguardo ai livelli di escursione della falda, i parametri idrodinamici e idrochimici delle acque sotterranee;

- il Piano di monitoraggio procederà per misure almeno stagionali dello *stato quantitativo* (cadenza trimestrale/quadrimestrale) e misure semestrali dello *stato qualitativo*. Potrebbe risultare opportuno provvedere a delle misurazioni aggiuntive successivamente ai periodi di piogge intense e di magra prolungata;
- la misurazione si baserà sulla rilevazione di almeno due piezometri ubicati in maniera da consentire il monitoraggio nella posizione idrogeologica di monte (sopraflusso) e di valle (sottoflusso);
- gli strumenti dovranno essere spinti ad una quota adeguata, sotto il livello piezometrico della prima falda ed avere diametro tale da consentire il campionamento delle acque con pompa ad immersione.
- indicativamente, per siti estrattivi importanti (>10 ettari) dovranno essere previsti almeno 4 piezometri;
- l'ubicazione dei piezometri dovrà essere prescelta in analogia alle ricostruzioni della piezometria locale, basate su misure in pozzi ubicati nell'area intorno al sito estrattivo e dai dati conoscitivi risultanti dagli studi redatti nell'ambito degli strumenti urbanistici;
- il monitoraggio potrà essere proseguito per un periodo adeguato¹ anche successivamente al completamento del ripristino; il progetto ne darà atto e motiverà la durata;
- ciascuna misura freaticometrica va riferita a boccapozzo ed al piano campagna, la cui quota deve essere determinata con precisione centimetrica e rapportata al livello del mare;
- la posizione di ogni piezometro deve essere georeferenziata.

Analisi della qualità delle acque sotterranee:

- il monitoraggio degli aspetti qualitativi fa uso degli stessi piezometri utilizzati per la misura dei livelli di falda e si attua prelevando campioni di acqua dopo un idoneo spurgo e con utilizzo di pompa a basso flusso per campionamento di tipo dinamico o con *bailer* nel caso di campionamento di tipo statico.
- I campioni prelevati, conservati e trasportati secondo le norme tecniche e leggi vigenti saranno analizzati da laboratori accreditati.
- I parametri base indicativamente da prendere in considerazione sono:
 - conducibilità e pH
 - idrocarburi totali
 - metalli: Zn, Cr tot, Ni, Fe, Cd, Pb
 - altre sostanze scelte in base all'esercizio dell'attività specifica o di attività pregresse (ritombamenti, interramenti, bonifiche...).
- I risultati oltre che fare riferimento al non superamento delle CSC di cui alla tab.2 all.5 parte IV Dlgs 152/2006 s.m.i. (riferite a verde pubblico, privato, o residenziale eccetto che per i siti con destinazione a riutilizzo industriale), devono essere anche utilizzati al fine di evidenziare trend evolutivi dello stato qualitativo delle acque in modo da consentire di individuarne le cause e porre in atto le adeguate misure d'intervento.

Attività di gestione e finalità del monitoraggio:

Per la corretta conduzione del cantiere, ai fini della criticità legata al rischio d'inquinamento dei corpi idrici, il progetto dovrà porre opportuna attenzione sui seguenti fattori:

- possibili abbassamenti del livello piezometrico, conseguenti all'attività di cava, che

¹ In relazione ai tempi di risposta per la rilevazione di effetti alle postazioni di monitoraggio, da valutarsi tenendo conto del comportamento degli inquinanti eventualmente attesi e delle caratteristiche idrodinamiche dell'acquifero

- inneschino la consolidazione dei sedimenti e cedimenti di manufatti ed edifici circostanti;
- definizione di un franco tra il massimo livello di falda e la minima quota di escavazione;
 - introduzione di sistemi di gestione idonei ad evitare sversamenti e rischio di contaminazione della falda;
 - effettuare il ricovero mezzi e il rifornimento degli stessi in aree dedicate, possibilmente lontane dalla risorsa idrica, con piattaforme impermeabilizzate e canalette perimetrali di raccolta delle acque dilavanti;
 - in fase post ripristino, caratterizzare i materiali di ritombamento/riporto o rifiuti già presenti nel sito di cava (sondaggi con campionamento e analisi chimica, eventuali indagini con georadar per accertare l'assenza di materiali interrati);
 - nel caso di utilizzo di acrilammide come additivo flocculante per i limi di lavaggio inerti, provvedere affinché il ciclo di gestione delle acque venga ad essere completamente isolato dalle matrici ambientali² ;
 - prevedere, in caso di presenza di impianti di lavorazione ad umido, la corretta gestione dei limi di decantazione; in particolare per prevenire il rischio di contaminazione delle acque di falda nelle aree di ricollocazione dei limi, prima del loro utilizzo deve essere effettuato il test di cessione sul limo stesso al fine di accertare che l'acrilammide risulti inferiore a 0,1 ug/L³;
 - stoccaggio dei limi prodotti al coperto, o su platea impermeabile con raccolta delle acque meteoriche dilavanti e loro reimmissione nel ciclo delle acque di processo, per tutto il tempo antecedente l'accertamento della conformità al test di cessione;
 - stoccaggio dei carburanti in serbatoi fissi a norma e sostituzione dei serbatoi interrati non rispondenti alle normative vigenti;
 - impermeabilizzazione delle piazzole adibite al rifornimento carburante dei mezzi, loro ubicazione in posizione adiacente al serbatoio di stoccaggio e dotazione di sistemi per il contenimento di eventuali sversamenti;
 - divieto di utilizzo di serbatoi mobili installati su automezzi per il rifornimento carburante;
 - adozione di una procedura operativa scritta, da mettere in atto in caso di eventi accidentali (es. sversamenti carburanti o oli lubrificanti), che prevedano la pronta disponibilità di mezzi assorbenti da utilizzare per mitigare gli effetti;
 - individuazione di aree dedicate al deposito temporaneo dei rifiuti diversi da quelli estrattivi, organizzate con contenitori a tenuta di adeguata capacità e resistenza per ogni categoria omogenea di rifiuti prodotti, con caratteristiche adeguate in relazione allo stato fisico ed alle eventuali caratteristiche di pericolosità;
 - definizione di cronoprogramma che preveda la coltivazione in fasi consequenziali di limitata ampiezza e durata, che proceda di pari passo con una risistemazione ambientale più veloce e contestuale all'avanzamento della coltivazione stessa;
 - in caso di utilizzo, per le operazioni di risistemazione ambientale, di materiali da scavo di provenienza esterna, richiedere conformità alle CSC di Col. A della tabella 1 dell'All. 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.lgs. 152/06 per le analisi sul TQ e alle CSC per acque sotterranee per il test di cessione secondo DM 186/06.

² *eventuali lagunaggi di acque di processo possono essere condotti esclusivamente in bacini impermeabilizzati artificialmente e a condizione che risulti possibile condurre le attività di rimozione dei fanghi senza pregiudicare l'integrità dell'impermeabilizzazione .*

³ *Limite di tabella 2 allegato 5 alla parte IV del D.Lgs 152/2006*

3. Emissioni in atmosfera

Questa criticità ambientale, se non controllata, può essere all'origine di altre criticità quali ad esempio la torbidità delle acque superficiali e/o sotterranee.

In un sito estrattivo i principali fattori che influenzano la dispersione delle polveri sono i seguenti:

- topografia;
- caratteristiche climatiche e meteorologiche;
- tipologia di vegetazione presente nell'intorno del sito estrattivo;
- tipologia e quantitativo di materiale estratto;
- metodi di coltivazione;
- lavorazioni effettuate sui materiali estratti e tipologia di impianti utilizzati;
- caratteristiche degli stoccaggi dei materiali (quantità, qualità, giacitura e posizione);
- efficacia delle misure di contenimento adottate per le polveri.

3.1. Elementi generali di criticità

Sul territorio regionale, le problematiche connesse alle emissioni in atmosfera di polveri provengono in special modo da cave che estraggono:

- argille/sabbie/ghiaie/conglomerati per la produzione di materiali per usi industriali e costruzioni;
- marmo, soprattutto nel comprensorio apuano (Massa Carrara e Lucca)

Questi impatti si originano nelle fasi di lavorazione dei materiali, ed in particolare:

- nella movimentazione del materiale scavato, soprattutto per via del transito dei mezzi che sollevano le polveri depositate sui piazzali di lavorazione e sulle strade interne/esterne di cava;
- per l'erosione del vento dai cumuli;
- per le attività di lavorazione del materiale scavato, frantumazione e vagliatura;
- per lo sbancamento del materiale superficiale (scotico e/o materiale detritico);
- per la formazione e lo stoccaggio di cumuli;
- perforazione per caricamento esplosivo per volate;
- per l'uso di mine ed esplosivi.

Le emissioni sopra elencate nascono non convogliate e si definiscono "emissioni diffuse"; si distinguono dalle emissioni di polveri "convogliate", che principalmente sono originate dalla captazione delle polveri prodotte negli impianti di frantumazione e dei fumi dei generatori elettrici.

3.2. Dinamiche specifiche riscontrate sul territorio

La criticità in oggetto è comunemente riscontrata nell'ambito dell'esercizio delle attività estrattive presenti sul territorio regionale, in modo particolare interessa tutti i bacini estrattivi apuani ed è anche segnalata come criticità diffusa per le cave presenti nel territorio comunale di Laterina (AR).

Nelle altre province tale criticità è presente ma in maniera più puntuale e riguarda le singole cave.

La diffusione di polveri è particolarmente evidente negli impianti di lavorazione, nella viabilità, sia interna al sito estrattivo che di collegamento, interessata dal transito dei mezzi e nelle operazioni di carico/scarico dei materiali lavorati ed è dovuta principalmente alla mancata o inadeguata attuazione dei sistemi di mitigazione (ad esempio nebulizzatori sugli impianti e irrigatori sulla viabilità) o al mancato rispetto di corrette procedure di lavoro.

In generale ricorre una non soddisfacente applicazione delle misure di mitigazione e/o indicazioni prescrittive già previste nel progetto autorizzato.

3.3. Indicazioni gestionali/misure di mitigazione

A fronte di quanto sopra evidenziato si riporta un elenco di indicazioni gestionali che possono essere assunte come prescrizioni per la gestione delle criticità:

- valutazione previsionale delle polveri diffuse da condursi secondo le indicazioni di cui alle *“Linee Guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti”* elaborate da ARPAT- Dipartimento di Firenze e recepite con Delibera Giunta Provincia di Firenze n. 213 del 03/11/2009.
- piano di contenimento delle polveri, da redigere in fase di richiesta di autorizzazione facendo riferimento alle disposizioni contenute alla parte I dell'allegato V alla parte V del D.Lgs. 152/06, e da inserire all'interno dell'atto autorizzativo dell'attività estrattiva e delle emissioni di polveri in atmosfera. Tale piano, laddove tecnicamente possibile, economicamente sostenibile e compatibilmente con altre problematiche (ad esempio impatto paesaggistico), potrà prevedere quanto segue:

Per gli impianti di lavorazione:

- incapsulamento dei macchinari ed utilizzo di dispositivi di raccolta polveri da applicare agli strumenti utilizzati;
- captazione polveri nei punti critici (carico e scarico frantoi, vagliatura materiali fini, scarico dai nastri, sistema di aspirazione localizzata su tagliatrice a catena e a filo) e convogliamento ad impianti di abbattimento (filtri a maniche o sistemi equivalenti) prima dell'emissione in atmosfera;
- installazione di nebulizzatori d'acqua nei punti maggiormente soggetti alla diffusione di polveri;
- contenimento della quota di caduta dei materiali nelle tramogge di carico di vagli e frantoi e nelle operazioni di movimentazione dei materiali in cava;
- protezione dei nastri trasportatori (installazione "gonnellini");
- sostituzione (ove possibile) dei nastri trasportatori con coclee o altri sistemi di trasporto che assicurino maggiore protezione dei materiali dallo spolverio;
- pulizia e lavaggio puntuali dei pianali di carico dei camion;
- razionalizzazione delle zone di carico dei materiali, finalizzata a minimizzare lo spostamento degli stessi all'interno della cava;

Per la viabilità interna e i piazzali di lavorazione:

- predisposizione un dispositivo di bagnatura (irrigatori o autobotti) nelle zone di transito mezzi, del carico/scarico materiale e di lavorazione, da attivarsi almeno una volta al giorno durante la lavorazione, in assenza di precipitazioni e comunque quando necessario (frequenza e quantitativi d'acqua da utilizzare sono determinate dall'applicazione delle sopraccitate linee guida);
- annotazione su apposito registro dei consumi di acqua e dei tempi di bagnatura, a disposizione degli Enti di controllo;
- utilizzo di camion con chiusura del carico tramite copertura telonata durante le movimentazioni, a seconda del tipo di materiale trasportato;
- periodica manutenzione delle massicciate stradali;
- pulitura dei piazzali di carico/scarico, facendo ricorso, ove possibile, a spazzatrici;
- predisposizione un sistema di lavaggio delle ruote e dei pianali degli automezzi in uscita, con idoneo sistema di raccolta e trattamento delle acque di lavaggio.

Ulteriori indicazioni:

- limitare l'utilizzo di materiale fine come legante per i sottofondi nella realizzazione delle strade interne/esterne di cava;
- realizzare schermature mediante terrapieni, siepi e barriere a verde di alto fusto;

- effettuare la manutenzione dei sistemi di mitigazione polveri (filtri, nebulizzatori, barriere frangivento ecc.);
- limitare la velocità di transito dei mezzi (per es. max 10 km/h) in entrata ed uscita dalla cava e in movimentazione interna (piste di cava);
- limitare e ottimizzare l'uso di volate con esplosivo;
- procedere all'immediato inerbimento delle zone in ripristino morfologico;
- attuare il monitoraggio qualità aria (polveri totali o PM10) ai recettori sensibili;
- valutare la possibilità di asfaltatura dei tratti di collegamento fra aree di cava e/o impianti e viabilità principale.

4. Produzione di rumore e vibrazioni

L'attività estrattiva richiede tecniche di scavo e trasporto che fanno uso di macchine che generano rumore e vibrazioni in varia entità.

Le principali attività quotidianamente svolte sono legate all'uso di esplosivo, martellone o ripper, tagliatrici, perforatrici e mezzi meccanici di escavazione, oltre ad indurre movimentazione e trasporto con pale e camion, impianti di sollevamento, gru, idrovore, macchine per la lavorazione e frantumazione/selezione/lavaggio.

4.1. Elementi generali di criticità

Rumore:

La problematica indotta da questo tipo di attività, oltre ad essere legata al rumore generato dai mezzi (ovvero al livello di potenza sonora) e alla durata e distribuzione giornaliera dei lavori, è funzione della presenza e distanza di recettori rappresentati da centri abitati e residenziali o luoghi pubblici che possono essere, in maniera maggiore o minore, protetti da barriere naturali e/o artificiali.

L'inquinamento acustico comporta effetti negativi sulla salute umana a carico dell'apparato uditivo e del sistema nervoso oltre a provocare disturbo alla fauna.

Vibrazioni:

Fenomeni di natura vibratoria sono invece dovuti alla propagazione in mezzi solidi di onde elastiche e sono in gran parte connessi all'uso di esplosivi per l'abbattimento degli ammassi rocciosi con produzione di onde di pressione di notevole intensità e breve durata.

Per gli aspetti che attengono alle vibrazioni come disturbo alle persone non esistono, tra l'altro, norme che stabiliscano limiti in senso ambientale.

4.2. Dinamiche specifiche riscontrate sul territorio

Sebbene la maggior parte delle attività estrattive generi impatti acustici, alcune cave sul territorio regionale sono state oggetto di misure fonometriche o di particolare approfondimento sulla tematica dell'impatto acustico.

E' risultato che le maggiori criticità sono connesse a:

- particolare localizzazione vicino a centri abitati o in posizione dominante rispetto alle aree circostanti;
- tipologia di attività svolta (uso esplosivo, rilevante quantità di materiali estratti e lavorati in cava, intenso traffico indotto).

In questi casi si è evidenziato un impatto acustico per la presenza di impianti di prima lavorazione con segazione, frantumazione e vagliatura a umido e a secco e di seconda lavorazione con betonaggio in cave di argilla, sabbie e ghiaie alluvionali, sabbie e conglomerati pliocenici ed anche rocce poste in vicinanza di recettori sensibili quali case sparse e centri abitati.

In altri casi l'impatto acustico è connesso all'uso di impianti mobili di frantumazione in cave di calcare massiccio e di taglio/trasporto della roccia e frantumazione/lavorazione/trasporto dei detriti in cave di travertino.

Il traffico pesante di mezzi utilizzati per il trasporto dei materiali cavati crea problemi di rumore e polveri in particolare quando per l'accesso alle aree estrattive si fa uso della viabilità ordinaria che può anche interessare centro abitati.

4.3. Indicazioni gestionali/misure di mitigazione

Indicazioni per la **pianificazione** comunale

- privilegiare siti estrattivi distanti da aree abitate;
- indurre una regolamentazione dell'orario di lavoro che collochi le operazioni più rumorose nei momenti in cui sono più tollerabili evitando, per esempio, le ore di maggiore quiete o destinate al riposo;
- privilegiare l'utilizzo di mezzi meccanici e impianti fissi e mobili a basse emissioni sonore;
- indurre l'ubicazione delle lavorazioni e degli impianti fissi più rumorosi alla massima distanza dai ricettori esterni, preferendo posizioni depresse e/o riparate rispetto ai recettori;
- indurre all'attuazione di interventi di insonorizzazione sugli impianti fissi e mobili ad emissioni sonore maggiormente significative e insonorizzazione degli scarichi delle macchine;
- indurre all'elaborazione della valutazione previsionale di impatto acustico alla scala dell'intero comparto estrattivo;
- indurre all'attuazione del monitoraggio periodico del rumore rispetto ai recettori sensibili per verifica efficacia interventi.

Indicazioni per la **conduzione del cantiere**

- sostituzione di macchine obsolete con altre che comportino minore impatto;
- puntualità nella manutenzione periodica delle macchine e delle attrezzature utilizzate, comprensiva della registrazione degli stessi interventi di manutenzione, con particolare riguardo ai sistemi di scarico dei gas di combustione degli automezzi (pale meccaniche, camion, ecc.);
- relegare le operazioni di carico dei materiali inerti in zone dedicate sfruttando, ove possibile, anche tecniche di convogliamento e di stoccaggio diverse dalle macchine di movimento terra, quali nastri trasportatori, tramogge, ecc.;
- individuare e delimitare i percorsi destinati ai mezzi, in ingresso e in uscita dalla cava, in maniera da minimizzare l'esposizione al rumore dei ricettori, ed ottimizzare la movimentazione di cantiere di materiali in entrata ed uscita, con l'obiettivo di minimizzare l'impiego di viabilità pubblica;
- realizzare barriere acustiche (setti/rilevati in terra o materiali detritici) opportunamente posizionate rispetto ai recettori più esposti;
- limitare l'uso di martelloni;
- limitare l'uso di volate con esplosivo;
- monitorare periodicamente il rumore ai recettori sensibili per la verifica dell'efficacia degli interventi;

5. Estrazione di rocce ofiolitiche

La Toscana è interessata da molti affioramenti ofiolitici costituiti da rocce di origine magmatica basica/ultrabasica con un certo grado di metamorfismo note anche come “rocce verdi”. I litotipi sono costituiti da peridotiti, gabbri, basalti, oficalciti e brecce ofiolitiche, metabasiti e serpentiniti. Queste rocce sono costituite prevalentemente da olivina (peridoto) e pirosseno, un silicato di magnesio e ferro, e serpentino, un minerale di derivazione metamorfica dell'olivina e del pirosseno. Non tutte queste litologie contengono minerali asbestiformi quali il crisotilo e la tremolite. Tali minerali sono infatti presenti nelle serpentiniti sia in forma diffusa nella massa sia concentrati in filoni. Nelle altre litologie ofiolitiche la presenza di amianto è limitata ai soli filoni e vene.

5.1. Elementi generali di criticità

L'estrazione e la lavorazione con metodi meccanici di rocce ofiolitiche contenenti minerali di amianto ne determina la frammentazione e lo sgretolamento, favorendo l'isolamento delle fibre e la dispersione nell'ambiente.

Le fibre respirabili sono responsabili di malattie dell'apparato respiratorio e considerate come agente cancerogeno certo.

Le matrici interessate sono primariamente l'aria e secondariamente le acque dilavanti che raccolgono le fibre veicolandole nell'ambiente.

L'entità della criticità è funzione della quantità di amianto presente nel sito estrattivo, delle lavorazioni che lo rendono disponibile nell'ambiente e della distanza del sito dai recettori.

5.2. Dinamiche specifiche riscontrate sul territorio

In Toscana si è fatto un largo utilizzo di queste rocce in passato per fini ornamentali; in particolare le serpentiniti (cd. “marmo verde” e varietà “ranocchiaia”) sono state utilizzate in molti edifici e monumenti storici quali le cattedrali delle città toscane.

In questi casi i materiali venivano cavati nel Monteferrato (PO), nella zona di Murlo (SI) e nei Monti Rognosi (AR). Ancora oggi può quindi ravvisarsi la necessità di reperire questi materiali per interventi di restauro architettonico/storico. Altri usi sono quelli legati al settore delle costruzioni e delle infrastrutture. Tra le rocce ofiolitiche vi sono materiali quali i basalti caratterizzati da caratteristiche di grande resistenza meccanica, durezza e resistenti all'usura. Tali peculiarità le rendono particolarmente richieste per la produzione di calcestruzzi ad alta resistenza, ballast e materiali granulari di pregio.

Serpentiniti e gabbri hanno caratteristiche tecniche di minor pregio ma sono utilizzati come aggregati e blocchi meno qualificati per rilevati, scogliere e riempimenti.

La pericolosità dell'amianto è legata alla possibilità che le sue fibre siano disperse nell'ambiente circostante per effetto di sollecitazione meccanica, azione eolica, stress termico o per dilavamento dell'acqua piovana e che queste possano poi essere inalate.

Nel caso di attività estrattive che interessano le ofioliti, il rischio è essenzialmente connesso alla possibilità di incontrare rocce serpentinosi particolarmente alterate e/o friabili in grado di generare polveri durante le fasi di coltivazione del giacimento con mezzi meccanici e/o esplosivo, carico sui vettori di trasporto del “*tout venant*”, vagliatura e/o frantumazione con impianti fissi o mobili per la selezione dei vari fusi granulometrici sui piazzali di cava. Condizioni meteo-climatiche secche e ventose concorrono ad incrementare l'entità del rischio. In definitiva l'azione antropica determina l'amplificazione di un rischio naturale connesso alla presenza di minerali asbestiformi in determinate tipologie di rocce.

Sebbene le rocce ofiolitiche siano presenti in molte zone della regione e siano state estratte nel passato nella maggior parte delle province, le criticità attualmente sono segnalate in provincia di

Firenze, di Pisa e di Livorno (in quest'ultimo caso, limitatamente alla riattivazione di cave dismesse). Generalmente si tratta di coltivazioni di serpentiniti e basalti. Da indagini in sito sono state rilevate fibre di crisotilo.

Un'ulteriore criticità è connessa all'utilizzo dei materiali da costruzione costituiti da rocce ofiolitiche contenenti minerali asbestiformi, in conseguenza del quale si verifica una diffusione della presenza di tali litologie e dei minerali asbestiformi ad esse eventualmente associati (e, quindi, delle problematiche connesse alla potenziale esposizione alle fibre) anche in aree non interessate da un loro affioramento naturale.

Paradossalmente queste problematiche possono verificarsi anche nel caso in cui l'utilizzo dei materiali da costruzione sia avvenuto in conformità alla normativa che ne disciplina la commercializzazione e l'impiego, nonché a quella in materia urbanistico-edilizia.

Per ultima si segnala la criticità connessa con la mancanza di metodi di campionamento ed analisi di riferimento delle fibre di amianto aerodisperse in ambiente outdoor finalizzati al monitoraggio ambientale dei siti, in quanto i metodi definiti dalla legislazione vigente (DM 06/09/94) si riferiscono al solo ambiente indoor. In assenza di indicazioni specifiche per l'ambiente outdoor si rende indispensabile mutuare dai metodi definiti dalla norma per l'ambiente indoor, con l'applicazione di particolari accorgimenti pratici, o ricorrere alla possibilità, ancora da indagare, di utilizzare metodologie innovative quale la valutazione previsionale della concentrazione di fibre in atmosfera; queste ultime se da un lato cercano di colmare vuoti normativi, dall'altro aprono l'orizzonte verso metodi di approccio alla problematica "non convenzionali".

5.3. Indicazioni gestionali/misure di mitigazione

In fase autorizzativa:

- caratterizzare opportunamente l'ammasso roccioso alla scala dell'area di cava, al fine di individuare disomogeneità litologiche, strutturali, geomorfologiche etc. che possano influenzare la presenza di fibre di amianto;
- supportare la caratterizzazione dell'ammasso roccioso con campionamenti ed analisi - in numero adeguato rispetto all'estensione dell'area ed alle evidenze scaturite dal rilevamento preliminare – finalizzate alla determinazione del contenuto di amianto totale nelle rocce e dell'Indice di rilascio;
- indicare chiaramente su cartografia le aree oggetto di campionamenti e misure, nonché la posizione degli affioramenti di amianto individuati, riportando possibilmente la direzione e immersione dei filoni o degli strati che contengono amianto. Tali studi dovranno costituire il supporto per elaborare un piano di coltivazione che minimizzi l'insorgenza di problematiche connesse alla presenza di amianto in rapporto all'avanzamento dei fronti di scavo;
- progettare le opere/misure di mitigazione, contenimento del rischio amianto descritte nella successiva fase operativa e definire i relativi programmi di monitoraggio e controllo.

Misure da prevedere in fase operativa:

- verificare il contenuto e l'effettivo rilascio di fibre mediante:
 - rilevamento geologico-strutturale di dettaglio con individuazione di filoni/vene che possono contenere amianto;
 - campionamenti da effettuare sul fronte di scavo e sugli accumuli di materiale di risulta per valutare la presenza di fibre di amianto (determinazione contenuto di amianto sul materiale tal quale finalizzato alla classificazione di pericolosità) ed eseguire la prova di automacinazione (determinazione dell'indice di rilascio).
- realizzazione di opere per impedire, mitigare, contenere la dispersione degli inquinanti a seguito della loro liberazione dalla condizione naturale, secondo quanto previsto dalla Legge

27 marzo 1992, n. 257 e dal DM 14/05/1996 e nel progetto autorizzato, ed in particolare:

- bagnatura sistematica dei fronti di scavo e dei piazzali/strade di accesso e piste interne;
 - eventuale messa in opera di idonei manti e strati antipolvere;
 - nel caso di utilizzo di esplosivi per l'avanzamento dei fronti di scavo, bagnatura delle superfici limitrofe all'area interessata dalla volata (gradoni sovrastanti e sottostanti a quelli in coltivazione), prima e dopo l'esplosione;
 - eseguire le operazioni di carico e scarico dei materiali con la minima altezza possibile;
- trasporto con mezzi d'opera provvisti di telone di copertura;
 - limitazione della velocità di transito dei mezzi (per es. max. 10 km/h);

Per gli impianti di lavorazione:

- bagnatura preventiva del materiale per nebulizzazione d'acqua nei punti critici, captazione e convogliamento ad impianto di trattamento delle polveri generate, eventuale segregazione in ambiente chiuso dell'impianto con captazione e trattamento dell'aria interna;
- predisposizione di barriere di limitazione delle polveri verso l'esterno del cantiere (arboree, terrapieni, schermi in materiali sintetici) progettate sulla base della direzione e intensità dei venti prevalenti;
- raccolta delle AMD e loro convogliamento a bacini di sedimentazione;
- periodica manutenzione dei bacini di sedimentazione AMD: svuotamento dai fanghi depositati, loro deposito temporaneo in condizioni di sicurezza (prevedere copertura anche con teli movibili), caratterizzazione e classificazione ai fini della loro successiva corretta gestione come rifiuti;
- asfaltatura o misura antipolvere equivalente di un tratto congruo (per esempio, 100 m o oltre in caso di vicinanza a centro abitato) della strada di collegamento alla viabilità pubblica;
- installazione di postazione fissa con anemometro con segnalazione acustica e visiva del superamento della velocità del vento secondo limiti specifici (per es. 6 m/s), oltre la quale sospendere temporaneamente i lavori.

Potranno inoltre essere previste:

- procedure di monitoraggio inserite nelle autorizzazioni, calibrate in funzione dell'entità dell'impatto previsto (vicinanza recettori, estensione della cava, presenza esposti e attività comitati, etc.);
- sopralluoghi con eventuale contraddittorio sulla determinazione dell'indice di rilascio.

Nel caso di ripristino morfologico-vegetazionale dell'area estrattiva, si opererà senza ulteriore escavazione e possibilmente senza rimobilizzazione del materiale di risulta della coltivazione nel sito o adottando una serie di misure prescrittive atte a verificare l'effettiva presenza di amianto (rilievi geologici, campionamenti della roccia e sui cumuli campionamenti delle acque superficiali) e al contenimento delle fibre (bagnatura piazzali, cumuli, piste e fronti).

6. Ripristino delle aree estrattive

6.1. Elementi generali di criticità

In ciascun sito, al termine dell'attività estrattiva, devono essere attuati una serie di interventi finalizzati a ripristinare la piena fruibilità dell'area, in conformità a quanto previsto dal progetto autorizzato, migliorando le condizioni ambientali laddove degradate dall'attività estrattiva.

Di norma tali interventi sono finalizzati, per quanto possibile, alla ricostruzione dello stato del sito ante operam, sia per le componenti ambientali interessate, sia per il paesaggio.

A tal fine i vuoti prodotti in fase di coltivazione sono in tutto o in parte colmati ricollocando in sito il materiale rimosso in fase di scavo ed eventualmente aggiungendo ulteriore materiale quali limi di lavaggio inerti o di provenienza esterna quali terre e rocce da scavo.

Uno degli obiettivi primari degli interventi di ripristino riguarda il riassetto morfologico, da realizzare mediante scavi, riporti, riprofilature e livellamenti del terreno, interventi volti a garantire la stabilità dei pendii e la protezione dall'erosione del suolo.

Questi aspetti devono essere garantiti anche attraverso il controllo e la regimazione delle acque di deflusso superficiale con opportuni drenaggi, fossi, canalette e tombini di raccolta.

Il terreno vegetale di copertura, generalmente accantonato nella fase iniziale della coltivazione, dovrebbe essere riutilizzato, previa eventuali opportune operazioni di correzione (ammendamento e concimazione).

La sistemazione finale prevede di norma la piantumazione di idonee specie vegetali ed il rinverdimento delle scarpate. Il tutto con il duplice scopo di perseguire un rapido inserimento paesaggistico ed evitare così l'instaurarsi di processi erosivi.

In alcuni casi, come ad esempio per le cave di pianura dove si prevede la realizzazione di aree umide, si dovrà ricostruire l'habitat idoneo cercando il giusto equilibrio tra modellazione morfologica e gestione della biodiversità anche in funzione di una valorizzazione naturalistica e di una potenziale fruizione futura dell'area.

6.2. Dinamiche specifiche riscontrate sul territorio

Gli elementi di criticità riscontrati possono essere sintetizzati nei seguenti punti:

- svolgimento dei lavori di ripristino in difformità al progetto;
- modifica della permeabilità del sottosuolo per l'uso di terreni o materiali, quali fanghi di segazione e fanghi di lavaggio inerti, non idonei o non correttamente utilizzati per il ritombamento/ripristino;
- eccessiva durata dei lavori di ripristino;
- non corretta gestione dei materiali da scavo utilizzati per il ripristino in base alla futura destinazione d'uso urbanistica del sito
- presenza di vuoti estrattivi abbandonati con fenomeni di erosione concentrata e diffusa dei versanti e instabilità dei riporti, falda in affioramento;

6.3. Indicazioni gestionali/misure di mitigazione

Un aspetto importante nella gestione dei ripristini delle attività estrattive riguarda la necessità di introdurre azioni mirate alla effettiva ed efficace esecuzione dei lavori. Sono infatti ricorrenti i casi in cui non si procede alla adeguata progettazione o i lavori progettati non vengono realizzati o solo parzialmente eseguiti, prolungandosi talvolta per periodi di molti anni che ne rendono inefficace la stessa progettazione e attuazione. Tali aree, che sulla carta sono oggetto di ripristino, risultano di fatto abbandonate e conseguentemente soggette ad erosione dei versanti e altri fenomeni potenzialmente dannosi per l'ambiente.

In base a quanto sopra, si dà indicazione a perseguire i seguenti comportamenti.

6.4. Criteri progettuali

- progettare con cura gli interventi di messa in sicurezza dei fronti di scavo e di corretto riassetto geomorfologico al fine di limitare l'erosione idrometeorica;
- definire in dettaglio i requisiti ambientali e prestazionali per i materiali da utilizzare per il ripristino, in riferimento alla tipologia di intervento, alla destinazione d'uso finale del sito, al contesto ambientale (vulnerabilità e sensibilità del sito), anche riguardo alla presenza di additivi nel caso di fanghi di lavaggio inerti; valutare la possibilità di introdurre come requisito ambientale il rispetto delle CSC delle acque sotterranee nell'eluato del test di cessione, in analogia a quanto richiesto per la matrice "materiali di riporto";
- valutare la possibilità di approvvigionamento di materiali di provenienza esterna da utilizzare per il ripristino, considerando anche la distanza dei siti di provenienza e prediligere flussi omogenei di materiali, sia come qualità che come siti di provenienza;
- considerare la necessità di ripristinare le aree, nei casi di cave di pianura, in modo da ricostruire condizioni che consentano un tasso di infiltrazione e di connessione idrogeologica simile a quello originario, prevedendo operazioni di miscelazione di limi e terre in proporzioni adeguate;
- per un efficace controllo delle attività di ripristino mediante allocamento di materiali di provenienza esterna al sito estrattivo, prevedendo all'inizio di ogni anno di attività, delle relazioni sullo stato di avanzamento dei lavori predisposte con sufficiente dettaglio riportando le seguenti informazioni: quantitativi (tonnellate e metri cubi) suddivisi per aggregati riciclati, terre e rocce da scavo e materiale di scarto proveniente dall'attività estrattiva (compresi i limi di segazione e/o di lavaggio inerti); rispettivi luoghi di provenienza, conferitori e trasportatori e luoghi di conferimento;
- tenere a disposizione dei controlli la documentazione tecnica comprovante quanto sintetizzato nella relazione sullo stato di avanzamento dei lavori;
- ai fini del controllo dei materiali allocati per il ripristino, valutare l'opportunità di prevedere per il gestore la predisposizione di un programma annuale preventivo di attività, da aggiornare annualmente o per variazioni significative che indichi i quantitativi previsti ed i luoghi di provenienza;
- operare la massima contestualità possibile fra coltivazione e ripristino, ripartendo a tale scopo il progetto complessivo in lotti e sotto fasi d'intervento;
- definire procedure dettagliate di accettazione dei materiali (adottare un registro in cava dei materiali in ingresso con quantitativi, provenienza e destinazione, analisi granulometriche e chimiche...);
- prediligere il ricorso a tecniche di ingegneria naturalistica per interventi di stabilizzazione dei riporti, prevenzione dell'erosione, regimazione dei deflussi superficiali, ricostituzione della copertura vegetale;
- prevedere inerbimento rapido per riduzione erosione e spolverio;
- prevedere misure di mitigazione per diffusione polveri e rumore (bagnatura viabilità interna e cumuli, setti e/o terrapieni, corretto posizionamento zone di scarico dei materiali rispetto ai recettori, fasce alberate ecc.);
- proteggere adeguatamente da ogni danneggiamento la vegetazione esistente che dovrà restare in loco;
- garantire un substrato di coltivazione che costituisca un idoneo ambiente di crescita per le diverse specie di piante, arbusti e manto erboso; in fase di ricollocazione del terreno vegetale potrà eventualmente rendersi necessaria una sua miscelazione con materiali minerali/vegetali idonei ;
- curare la fase di messa a dimora e attecchimento, quest'ultimo si intende avvenuto quando, al termine di un anno a decorrere dalla messa a dimora, le piante si presentino sane e in buono stato vegetativo, sostituendo le eventuali fallanze.

Piano di Monitoraggio

In fase di monitoraggio, si dà indicazione per la predisposizione di un monitoraggio dei seguenti aspetti:

- corretta progressione delle operazioni di ripristino morfologico rispetto a quanto previsto dal progetto autorizzato;
- qualità dei materiali in ingresso (requisiti ambientali e prestazionali);
- qualità acque sotterranee e superficiali;
- rumore;
- aspetti vegetazionali.

Gestione dei ravaneti

Dalla esperienza maturata in particolare nel settore apuano risulta che i ravaneti storici, stabilizzatisi nel tempo, costituiscono un buon sistema di drenaggio delle acque meteoriche in quanto, soprattutto in concomitanza di eventi particolarmente intensi, in parte contribuiscono ad assorbire e drenare le acque piovane impedendo loro un deflusso incontrollato. Di contro i ravaneti più recenti, contenendo notevoli quantità di materiali fini, possono contribuire all'inquinamento delle acque superficiali e sotterranee a causa del trascinarsi di tali materiali ad opera delle piogge.

Salvo casi particolari (ad esempio i ravaneti storici), potrebbero essere previsti nei piani di gestione dei ravaneti che ne prevedano il loro progressivo smantellamento, preceduto da una fase di messa in sicurezza rispetto alla stabilità; successivamente il versante del monte interessato dal ravaneto asportato dovrà essere ricondotto possibilmente alle condizioni originarie (rimodellamento, piantumazione, ecc.).

I materiali che formano i ravaneti possono essere soggetti a dilavamento ed erosione e contribuire così al riempimento dei corsi d'acqua superficiali.

Nel settore Apuano sono presenti molti ravaneti che in alcuni casi sono già oggetto di interventi di rimozione.

In senso più generale il tema deve essere affrontato attraverso una programmazione in grado di garantire una progressiva asportazione dei ravaneti e/o depositi potenzialmente pericolosi dal punto di vista ambientale. Questo tipo di intervento ha un duplice effetto "positivo" dal punto di vista ambientale, in quanto si rimuove un elemento che crea un impatto visivo sul paesaggio e si recupera materiale inerte (peraltro in genere di qualità "buona") evitando il prelievo da altri siti.

7. Rifiuti diversi dai rifiuti di estrazione

7.1. Elementi generali di criticità

La gestione non corretta dei rifiuti, all'interno dei siti estrattivi costituisce una criticità ambientale, che può dare luogo ad ulteriori criticità, quali contaminazione delle matrici ambientali, problematiche idrogeologiche, perturbazione degli ecosistemi e impatti di tipo paesaggistico.

In particolare può accadere di rinvenire depositi incontrollati di rifiuti speciali pericolosi e non pericolosi sul suolo; sono inoltre stati accertati veri e propri casi di smaltimento abusivo di rifiuti per occultamento nel suolo.

I rifiuti riscontrati nelle attività di cava possono essere distinti in rifiuti di estrazione, soggetti alla disciplina del D.Lgs. 117/08 e rifiuti diversi da quelli di estrazione, soggetti al D.Lgs. 152/06.

La presente sezione tratta quest'ultima tipologia di rifiuti, che possono a loro volta essere raggruppati nelle seguenti categorie:

1. rifiuti prodotti dall'attività di cava, quali: rifiuti di ferro e acciaio, rifiuti da imballaggio, serbatoi e cisterne fuori uso, spezzoni di tubazioni, pneumatici fuori uso, rifiuti di plastica e gomma, macchinari obsoleti, oli esausti, filtri olio, batterie usate, rifiuti assimilabili agli urbani;
2. rifiuti non generati dalle attività di cava ma conferiti all'interno dei siti estrattivi dal gestore della cava o più spesso da soggetti diversi che utilizzano il sito come luogo di abbandono dei rifiuti. Rientrano in questa fattispecie in particolare i veicoli fuori uso e loro parti, i detriti da demolizione, rifiuti in cemento amianto, rifiuti urbani ingombranti;
3. rifiuti utilizzati per operazioni di recupero ambientale (R10) nell'ambito degli interventi di risistemazione morfologica della cave stabiliti dal progetto e secondo quanto specificamente autorizzato ai sensi della parte IV del D.Lgs. 152/06.

Un caso particolare è rappresentato dai fanghi di decantazione delle acque di lavaggio degli inerti contenenti sostanze pericolose che, per le specificità del tema, è stato affrontato in un paragrafo dedicato (*Analisi delle criticità legate alla gestione dei fanghi di decantazione*).

7.2. Dinamiche specifiche riscontrate sul territorio

La criticità in oggetto non è specifica di particolari settori estrattivi o ambiti territoriali ma interessa tutti i bacini estrattivi e le varie tipologie di cave ed è da mettere in relazione con la cattiva gestione delle attività svolte. In particolare possono essere riscontrate le seguenti casistiche, sulla base di quanto segnalato da ARPAT:

1. mancata o non corretta catalogazione (attribuzione del CER) e/o classificazione (pericoloso/non pericoloso) dei rifiuti prodotti;
2. irregolarità nel deposito temporaneo, che possono essere connesse a:
 - mancata individuazione di una specifica area destinata a deposito temporaneo dei rifiuti prodotti;
 - area adibita a deposito temporaneo che presenta caratteristiche inadeguate, così che non è impedita la dispersione di contaminanti nelle matrici ambientali;
 - mancata identificazione delle tipologie di rifiuti depositati;
 - stoccaggio alla rinfusa di tipologie non omogenee;
 - superamento delle soglie quantitative o temporali prima dell'avvio a recupero/smaltimento secondo quanto stabilito dalla disciplina del "deposito temporaneo".
3. Irregolarità amministrative connesse a:
 - mancata o non corretta tenuta dei registri di carico e scarico;
 - mancata o non corretta compilazione e tenuta dei formulari;
 - mancato adempimento degli obblighi SISTRI;
 - mancata presentazione MUD nei termini previsti o sua non corretta compilazione.

4. Irregolarità nelle operazioni di recupero rifiuti finalizzate alla risistemazione morfologica della cava:
 - utilizzo di tipologie di rifiuti diverse da quelle autorizzate;
 - mancato rispetto limiti (test di cessione e/o CSC di riferimento);
 - utilizzo secondo modalità diverse da quelle autorizzate (es. mancato rispetto dei rapporti di miscelazione con terre vergini autorizzati);
 - caratteristiche tecnico-prestazionali non conformi alle specifiche di progetto e comunque inadeguate a garantire il buon esito dell'intervento nel medio lungo periodo.
5. Smaltimento illecito/ abbandono di rifiuti sulla superficie di cava o per interrimento.

Le suddette criticità possono avere come conseguenza la contaminazione di suolo, sottosuolo e acque sotterranee. I parametri più frequentemente interessati sono i seguenti: metalli pesanti, idrocarburi, composti organoalogenati.

7.3. Indicazioni gestionali/misure di mitigazione

A fronte di quanto sopra evidenziato si riportano indicazioni di cui tenere conto nella gestione delle criticità nella fase progettuale ed autorizzativa:

- adottare procedure operative finalizzate alla corretta gestione dei rifiuti prodotti;
- adottare una procedura operativa mirata alla gestione delle criticità connesse a sversamenti o contaminazioni accidentali, compresa la casistica connessa allo stoccaggio e movimentazione rifiuti nell'area di cava;
- assolvere agli adempimenti amministrativi previsti dalla parte IV del D.Lgs 152/06: catalogare e classificare i rifiuti prodotti; corretta tenuta dei registri di carico e scarico integrati con i F.I.R., compilare il MUD secondo le scadenze previste, assolvere agli obblighi SISTRI;
- individuare nell'ambito del progetto di coltivazione, una o più aree adibite al deposito temporaneo dei rifiuti prodotti, distinti per categoria omogenea ed adeguatamente identificati;
- evitare le aree esondabili, instabili e alluvionabili;
- le aree di deposito temporaneo dei rifiuti saranno chiaramente separate da quelle utilizzate per lo stoccaggio dei materiali escavati;
- disporre, per ogni categoria omogenea di rifiuto prodotto, contenitori a tenuta di adeguata capacità, resistenza ed idoneità rispetto allo stato fisico ed alle eventuali caratteristiche di pericolosità dei rifiuti da contenere (es. cassoni scarrabili muniti di sistema di copertura, serbatoi e vasche a norma, cumuli poggianti su adeguato basamento e protetti dal dilavamento e dall'erosione eolica); le caratteristiche dell'area di deposito temporaneo saranno adeguatamente descritte nella relazione progettuale e rappresentate negli elaborati grafici e fotografici;
- condurre verifiche periodiche dell'integrità della recinzione delle aree di cava al fine di scongiurare o quantomeno sfavorire gli abbandoni di rifiuti;
- prevedere la raccolta delle AMD che interessano l'area di deposito temporaneo rifiuti, in quanto parte dell'area impianti; separare le AMPP e il loro collettamento ad impianto di trattamento.

7.4. Criteri progettuali

Nel caso di utilizzo di rifiuti per le operazioni di risistemazione ambientale della cava:

- effettuare una verifica preliminare della compatibilità dei rifiuti con le caratteristiche chimico-fisiche, idrogeologiche e geomorfologiche dell'area di cava da risistemare;
- valutare la compatibilità ambientale (composizione e test di cessione) e tecnico-prestazionale dei rifiuti in riferimento al sito di destinazione e alle modalità di utilizzo proposte;

- definire in dettaglio modalità d'impiego dei rifiuti e attività di monitoraggio e controllo sia in fase operativa e a ripristino ultimato.

In fase operativa:

- applicare la procedura di accettazione, eventuale messa in riserva ed impiego dei rifiuti autorizzati per recupero ambientale;
- eseguire gli autocontrolli sui rifiuti conferiti e le attività di monitoraggio previste nel piano definito in fase progettuale.

8. Fanghi di decantazione

8.1. Elementi generali di criticità

Una tipologia specifica di rifiuti comunemente presente all'interno di siti estrattivi di materiali alluvionali è rappresentata dai fanghi derivanti dalla decantazione delle acque di lavaggio degli inerti. Il processo, attraverso il quale si determina la separazione fra acqua di lavaggio e solidi in sospensione, qualora condotto senza aggiunta di agenti flocculanti, risulta molto lento e richiede l'utilizzo di ampie superfici. A tali esigenze è da ricondurre la pratica, non infrequente, di realizzare bacini di decantazione in aree esterne al perimetro individuato negli atti autorizzativi, determinando anche, occasionalmente rilasci incontrollati sul suolo. Al fine di velocizzare il processo di separazione solido-liquido viene spesso utilizzato un additivo a base di poliacrilammide, il quale tuttavia può determinare impatti sul suolo e sulle acque in ragione della presenza in esso di acrilammide come impurezza, sostanza classificata come pericolosa ai sensi del CLP (Regolamento CE) 1272/2008.

8.2. Dinamiche specifiche riscontrate sul territorio

La criticità in oggetto non è specifica di particolari settori estrattivi o ambiti territoriali ma può interessare varie tipologie di cave ed è da mettere in relazione con la cattiva gestione delle attività svolte.

La gestione dei fanghi accumulati nelle vasche di sedimentazione, per le acque utilizzate nell'impianto di frantumazione e lavaggio inerti o di trattamento delle AMD, in alcuni casi può essere condotta in difformità da quanto autorizzato, determinando depositi incontrollati di fanghi. Ciò principalmente in conseguenza del mancato ripristino delle volumetrie delle vasche mediante rimozione dei fanghi in esse accumulati. E' quindi opportuno imporre, come prescrizione nell'atto autorizzativo, di svuotare le vasche con regolarità consentendone così il mantenimento della piena funzionalità.

Un caso particolare è costituito dall'eventuale uso di flocculante a base di poliacrilammide, nel ciclo di lavaggio degli inerti, in considerazione del rischio di inquinamento delle acque superficiali e/o sotterranee che ne potrebbe conseguire.

L'utilizzo in sicurezza di additivi a base di poliacrilammide dovrebbe essere condotto all'interno di cicli di lavorazione completamente confinati, con totale ricircolo delle acque e senza contatto con le matrici ambientali. A tal fine, la decantazione delle acque di lavaggio degli inerti in bacini di calma necessita di essere sostituita con operazioni di centrifugazione o filtropressatura, così da consentire di ottenere fanghi palabili e acque da reimmettere direttamente in ciclo.

8.3. Indicazioni gestionali/misure di mitigazione

A fronte di quanto sopra evidenziato si riporta un elenco di indicazioni di cui tenere conto, ai fini di una efficace gestione delle criticità, sia in fase di pianificazione comunale che in quella di rilascio degli atti autorizzativi:

- stoccare in area coperta i rifiuti prodotti o comunque con modalità tali da impedirne il dilavamento e la dispersione in ambiente;
- assicurare la presenza in cava del registro dei rifiuti dove annotare le tipologie e i quantitativi di rifiuti prodotti con le modalità stabilite dall'art. 190 del DLgs 152/06;
- prevedere la svuotatura periodica dei bacini dai fanghi e la corretta gestione degli stessi;
- svolgere una corretta progettazione, realizzazione e gestione delle vasche di trattamento delle AMD al fine di evitare il trascinarsi e la dispersione nell'ambiente dei materiali fini;
- incentivazione al riutilizzo delle AMD nel ciclo produttivo;
- nel caso di utilizzo di additivi flocculanti, prescrivere l'obbligo di fornitura delle

caratteristiche tecniche, della relativa scheda di sicurezza e previsione di una specifica procedura finalizzata alla gestione in sicurezza del prodotto e alla minimizzazione dei quantitativi da utilizzare;

- prediligere l'utilizzo di flocculanti diversi dalla poliacrilammide e comunque privi di sostanze pericolose.

Relativamente al ciclo di lavaggio nel caso di utilizzo di flocculanti a base di poliacrilammide:

- adottare un ciclo di gestione delle acque di lavaggio degli inerti chiuso e completamente isolato dalle matrici ambientali;
- controllare periodicamente il contenuto di acrilammide nelle acque di lavaggio riciclate al fine di verificare che non si determinino processi di accumulo progressivo della sostanza.

Per i fanghi di decantazione del lavaggio inerti si prevedono le seguenti indicazioni:

- effettuare il test di cessione sui limi, effettuando, in caso di utilizzo di additivi a base di poliacrilammide, anche la ricerca del parametro acrilammide. Ciò in particolare, in caso di riutilizzo degli stessi per interventi di ripristino ambientale;
- prevedere la marcatura CE nel caso di utilizzo come "filler" (frazione granulometrica finissima $<200 \mu\text{m}$) e relativa caratterizzazione dei parametri geotecnici;
- procedere alla verifica dell'effettiva rispondenza ai requisiti di cui all'art. 184-bis nel caso di utilizzo come sottoprodotto;
- realizzare una adeguata progettazione dei depositi e limitazione degli stoccaggi in cumuli;
- prevedere ove possibile lo stoccaggio al coperto per favorirne l'asciugatura nel caso di successivi utilizzi nonché per evitare il dilavamento e il trasporto solido;
- nel caso di stoccaggio all'aperto, regimazione AMD al perimetro dei cumuli prevedendone il riutilizzo in ciclo qualora siano stati utilizzati additivi;
- valutare l'idoneità prestazionale, previa caratterizzazione geotecnica, in caso di proposta di utilizzo per ripristino morfologico.

9. Acque superficiali e gestione dei sedimenti carbonatici – Marmettola

La problematica della gestione delle acque dilavanti è specifica ed estremamente diffusa per tutti i bacini estrattivi ubicati nell'area apuana e dedicati all'estrazione delle diverse varietà di rocce metamorfiche a composizione carbonatica genericamente indicate come "marmi". Si tratta di molteplici bacini estrattivi compresi tra le province di Massa Carrara e Lucca, con oltre un centinaio di cave attive, spesso confinanti e con caratteristiche comuni e peculiari. Le tecniche di taglio utilizzano acqua e producono materiali fini carbonatici in grande quantità, con la consistenza di polvere, se secchi, e di fango in presenza di acqua.

Comunemente a questi materiali viene dato il nome di "marmettola".

Data la diffusione dell'attività estrattiva nei bacini apuani vi sono quindi ampie superfici di cava interessate dalla presenza di questi materiali, oltre ad interi versanti occupati da ravaneti che includono materiali che comprendono la frazione fine insieme a blocchi e frammenti litoidi di varia granulometria.

È da considerare che i fenomeni tipici dell'erosione in aree carbonatiche sono legati alla dissoluzione dei carbonati secondo la nota reazione di equilibrio: $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$.

Esiste una frazione carbonatica fine che trae origine dalla disgregazione delle rocce carbonatiche per fenomeni vari (ad esempio per i cicli di gelo-disgelo giorno-notte e stagionali) ma è molto ridotta in quanto interessa principalmente rocce dolomitiche (carbonati di magnesio) ed è distinguibile con indagini di laboratorio. Di fatto il suolo tipico delle aree carbonatiche è costituito dalle "terre rosse", ovvero dei terreni residuali formati da minerali argillosi presenti come impurità nella roccia e in genere ricca di ferro.

Pertanto si può affermare che la marmettola sia quasi interamente di origine antropica.

Nell'area apuana la morfologia del rilievo e il regime di pioggia locale sono tali da concentrare, in presenza di eventi di pioggia intensa, deflussi superficiali incanalati e non di notevole energia erosiva e capacità di trasporto. Per questo i materiali calcarei si diffondono ampiamente nel reticolo idrografico percorrendo anche lunghe distanze sino al litorale e fermandosi, laddove favorito dalla morfologia, in zone di accumulo.

Questi caratteri fanno attribuire una particolare specificità all'area estrattiva apuana compresa nelle province di Massa Carrara e Lucca. Per questo è stata prodotta una specifica trattazione.

9.1. Elementi generali di criticità

L'area estrattiva apuana ha come denominatore comune, oltre alle caratteristiche delle litologie estratte, anche la morfologia dei luoghi che è caratterizzata da una elevata energia del rilievo con ripidi versanti, valli strette, marcate creste rocciose, dislivelli considerevoli e cime con forme tipicamente alpine. La fisiografia dei bacini idrografici è influenzata da questi fattori con i rilievi che si connettono al fondovalle e poi alla piana costiera senza la gradualità conferita da un territorio a morfologia collinare; ciò crea le condizioni per un deflusso molto rapido delle acque ed i principali corsi d'acqua hanno un regime marcatamente torrentizio. I tempi di corrivazione sono molto brevi, la concentrazione dei deflussi di piena avviene a breve distanza di tempo dai massimi afflussi meteorici. Le piogge inoltre sono ricorrenti e di elevata intensità assumendo in questo territorio caratteri di eccezionalità per l'intera Toscana e per l'Appennino settentrionale.

Altro aspetto specifico di cui tener conto è dato dalle tecniche estrattive utilizzate nel settore apuano con riquadratura e taglio che fanno largo uso del filo diamantato e della tagliatrice a catena. Il taglio con filo diamantato utilizza un cavo metallico di circa un centimetro di diametro con incluse delle perline diamantate. Il filo diamantato, inserito in fori appositamente realizzati, forma un cappio intorno al blocco da segare, che viene mosso in modo da esercitare un'azione abrasiva con utilizzo di acqua per il raffreddamento. La tagliatrice a catena è costituita da una macchina il cui motore muove una catena di circa 4 cm di spessore con utensili taglienti. La catena scorre al margine di un

braccio metallico e gli utensili anch'essi metallici sono al carbonio-tungsteno e/o con parti diamantate che richiedono l'uso di grasso lubrificante. Anche in questo caso il sistema necessita di acqua per il raffreddamento e l'allontanamento dei detriti, che deve essere raccolta e trattata. Altri mezzi utilizzati in cava sono il martello pneumatico, le perforatrici ad acqua, le pale gommate e i mezzi di movimentazione e trasporto gommati e cingolati.

In molti casi sono presenti in cava attrezzature rudimentali utilizzate per il vaglio dei materiali fini. Si tratta di griglie appoggiate a sassi, su cui viene rovesciato il materiale: la frazione fine cade sotto la griglia mentre il sopravaglio viene recuperato. Questo comporta la formazione e lo stazionamento di cumuli, di varia granulometria, sui piazzali di cava in attesa di essere commercializzati o riutilizzati per il ripristino morfologico.

Le tecniche di escavazione attuali prevedono una produzione di ingenti quantitativi di detrito di varia granulometria. Indicativamente per la tagliatrice con filo diamantato si producono circa 5 m³/giorno di acqua sporca di cui 0,24 m³ di solido; per la tagliatrice a catena 8,8 m³/giorno di acqua sporca di cui 0,456 m³ di solido. La granulometria di questo materiale chiamato "marmettola" è paragonabile alla classe dei limi con subordinata frazione sabbiosa o ghiaia fine (dimensioni centimetriche). Questo materiale può accumularsi, in forma di fango fluido o polvere, nelle aree di lavorazione e sui piazzali di cava. Per la marmettola prodotta durante il taglio con il filo o con la tagliatrice a catena, il residuo prodotto può presentare una contaminazione da oli e grassi e da metalli. La marmettola prodotta dalla semplice azione meccanica sui frammenti litoidi di piste e piazzali ad esempio per schiacciamento con ruote dei mezzi, la riduzione volumetrica con martelloni e/o la caduta lungo i pendii, solitamente non presentano contaminazione. In generale la presenza di questi sedimenti fa sì che si registrino alterazioni dei parametri chimico-fisici (pH, torbidità, presenza di contaminanti) a carico delle acque superficiali. In molte aree estrattive della zona apuana è in uso l'utilizzo dei materiali di risulta dell'estrazione/lavorazione, con granulometria varia, per il rimodellamento e lo spianamento dei piazzali e per realizzare piste di arroccamento e strade di accesso. È stato inoltre diffuso in passato l'uso di riversare questi materiali lungo i pendii ai margini dei piazzali di cava, andando a formare i cosiddetti ravaneti. La superficie dei ravaneti, in particolare nei bacini estrattivi carraresi, è tale da ricoprire ampie porzioni del territorio. Il trasporto di questo materiale, da parte delle acque dilavanti, avviene con facilità lungo i pendii e per deflusso incanalato. Conseguentemente si produce un suo accumulo nelle depressioni morfologiche e negli alvei di torrenti, con locali riduzioni della sezione d'alveo. Queste condizioni influiscono sull'efficienza del reticolo idrografico e, a seguito di forti precipitazioni, si manifestano casi di sovralluvionamento con riduzione della sezione idraulica dei corsi d'acqua che possono generare o intensificare problematiche di tipo idraulico (esondazione, sifonamento).

L'alterazione della qualità delle acque superficiali si trasmette sino al litorale apuano. Anche in assenza di contaminazione associata, la marmettola, esercita un'azione meccanica riempiendo gli interstizi tra i ciottoli d'alveo cementandoli e portando all'impermeabilizzazione del fondo fluviale, impedendo di conseguenza i naturali rapporti falda/fiume e incrementando quantità e velocità del deflusso superficiale nonché eliminando di fatto gli habitat di specie animali e vegetali. Ulteriore aspetto è connesso al trasporto in sospensione delle particelle carbonatiche che non consente gli usi irrigui ed idropotabili delle acque, se non trattate.

9.2. Indicazioni gestionali/misure di mitigazione

A fronte di quanto sopra evidenziato si riporta un elenco di indicazioni di cui tener conto per la gestione delle criticità, nonché da avviarsi per un miglioramento delle condizioni dei bacini estrattivi apuani.

La rispondenza a tali indicazioni può essere messa a punto già all'interno del progetto finalizzato all'autorizzazione all'escavazione.

9.3. Criteri progettuali

Il piano di gestione delle AMD sarà orientato a:

- evitare l'afflusso e lo scorrimento all'interno dell'area di cava delle acque meteoriche di dilavamento provenienti dall'esterno dell'area estrattiva, per questo deve essere prevista la realizzazione di fossi di guardia che si raccordano con la rete esistente di deflusso delle acque di superficie naturale e/o artificiale;
- realizzare una rete di raccolta e scolo delle acque superficiali prevedendo vasche di decantazione delle acque meteoriche (AMD e AMPP) ricadenti all'interno dell'area di cava, delle acque di dilavamento dei piazzali di lavorazione e delle strade di servizio interne con separazione delle acque che provengono dall'area di coltivazione attiva da quelle dell'area impianti (AMC) secondo il DPGRT n. 46/R/2008 e smi. L'immissione delle acque raccolte da tale rete, nei corpi idrici superficiali, dovrà essere subordinata al passaggio dal sistema di vasche di decantazione e trattamento, opportunamente dimensionate, al fine di rispettare i limiti di torbidità o di eventuali altri contaminanti previsti dalla normativa vigente, o in base a criticità sitospecifiche. Qualora possibile in conformità a quanto previsto dalla norma, deve esserne previsto il riutilizzo. Il progetto della rete di raccolta e trattamento deve essere rappresentato e descritto nella documentazione e negli elaborati cartografici del piano di coltivazione.
- prevedere una corretta gestione delle vasche di sedimentazione e della rete di canalette di raccolta delle acque meteoriche dilavanti con svuotamento periodico e smaltimento dei materiali da valutare in sede autorizzativa;

il piano di gestione dei rifiuti da estrazione sarà orientato:

- alla raccolta e lo smaltimento del fango di depurazione, così come quella dei detriti per l'area di coltivazione attiva, deve avvenire nel regime dei rifiuti se non riutilizzati ai sensi del D.Lgs 117/2008 e in base ad indirizzi dati da ARPAT. La raccolta e lo smaltimento del fango di depurazione per l'area impianti deve avvenire nel regime dei rifiuti (parte IV del TUA);
- a proteggere i depositi di marmettola, detrito o terre, che devono essere temporanei, dal dilavamento e dagli effetti del vento, evitando l'esposizione dei rifiuti agli agenti atmosferici (pioggia e/o vento) coprendo i rifiuti stessi o ponendoli in contenitori chiusi, provvedendo a porre i contenitori su superficie impermeabile con sistema di raccolta e trattamento delle eventuali acque di dilavamento;
- ad individuare le aree di deposito temporaneo, delle terre e dei materiali fini, lontano dalle aree di transito dei mezzi e protette dal dilavamento anche utilizzando cassoni a tenuta e coperti con sistemi idonei ad evitare lo spolveramento; per le terre e il detrito, per i quali potrebbe essere prescritta, in fase di autorizzazione, l'istituzione di un apposito registro produzione/movimentazione/vendita;

il progetto di coltivazione sarà orientato a:

- chiarire, relativamente ai detriti e alle terre, i quantitativi, la destinazione prevista e le modalità di gestione;
- prevedere specifiche aree per la vagliatura e/o riduzione volumetrica dei materiali non direttamente trasportabili e di un'area attrezzata per la riquadratura dei blocchi;
- prevedere zone di lavaggio delle ruote dei mezzi in uscita all'interno delle quali predisporre gli impianti di trattamento delle acque, al fine di evitare sia l'ulteriore dispersione per trascinamento del materiale fine, sia il risollevarlo del materiale polverulento da parte degli automezzi che operano in cava e/o che trasportano il materiale fuori cava. In caso di percorsi lunghi, gli impianti di lavaggio possono in prossimità dell'inserzione nella strada asfaltata. Il sistema di lavaggio può servire più cave, specie in caso di strade di arroccamento consortili utilizzate da più siti di

- escavazione;
- prevedere la pulizia e, se necessario, il lavaggio dei pianali di carico dei camion e la copertura dei mezzi che trasportano materiale polverulento;
 - prevedere la costante pulizia dei piazzali e delle aree di lavorazione. Per la viabilità ordinaria potrà essere previsto l'uso di macchine spazzatrici;
 - evitare l'utilizzo di marmettola per la realizzazione di piste, strade, riempimenti, cordoli od altro; opere per le quali dovranno essere utilizzati materiali con granulometria tale da evitare il dilavamento dei materiali fini;
 - limitare la diffusione delle polveri con l'adozione di sistemi di contenimento e/o abbattimento, incentivando l'utilizzo di tecnologie che consentano l'aspirazione localizzata delle polveri e la riduzione dei quantitativi di acqua di raffreddamento/lubrificazione;
 - contenere il carburante di autotrazione in cisterne a tenuta a loro volta contenute in vasche che garantiscano da eventuali perdite. Il rifornimento dei mezzi deve essere effettuato in apposite aree impermeabilizzate. I fusti contenenti oli e grassi devono essere stoccati al coperto e su superficie impermeabilizzata. Oli esausti e carburanti per autotrazione devono essere correttamente gestiti per evitarne la diffusione nell'ambiente ed il contatto con sedimenti/marmettola e il loro dilavamento da parte delle piogge;
 - prevedere il collettamento di acque sorgive, eventualmente intercettate durante l'attività estrattiva, verso i recettori naturali e/o artificiali esterni, in modo da non avere commistioni con le acque meteoriche dilavanti l'area di cava ed eventuali aree di lavorazione presenti;
 - scegliere le tecnologie più evolute per la separazione dei blocchi, che permettano di ottenere rese medie superiori a quelle attualmente note in modo tale da poter scavare quantitativi minori e quindi ridurre i prodotti di scarto come marmettola e detrito;
 - predisporre, in prossimità del taglio a catena, del filo diamantato, di impianti di lavorazione e dei sistemi di vagliatura, sistemi di raccolta e contenimento delle acque reflue di lavorazione e prevedere l'allontanamento immediato delle acque raccolte e il loro invio ad idonei sistemi di trattamento utilizzando, per convogliare le acque, sacchi di tipo analogo a quelli utilizzati per le alluvioni;
 - prevedere l'utilizzo di tecniche di aspirazione e insaccamento della marmettola in sacchi direttamente al momento del taglio;
 - evitare di stoccare o rilasciare materiali detritici sul suolo, in corrispondenza di impluvi e lungo i versanti a formare ravaneti, ciò al fine di evitare la produzione di nuovi e impedire l'alimentazione degli esistenti;
 - prevedere una formazione specifica per responsabili ed addetti che introduca una conoscenza di base sugli aspetti ambientali della gestione del lavoro di cava e delle criticità connesse

Si ritiene inoltre che le seguenti attività comportino criticità intrinseche in varie componenti ambientali e sono autorizzabili in assenza di alternative e dietro specifica valutazione degli impatti sulle varie componenti ambientali:

- squadratura dei blocchi e la vagliatura dei derivati successivi all'estrazione all'interno del sito estrattivo;
- utilizzo della tecnica dello scivolo per l'allontanamento dei detriti;
- uso dell'esplosivo e del martellone o demolitore come tecnica di coltivazione dei materiali ornamentali.

Indicazioni ulteriori

La visione parcellizzata dell'attività estrattiva, in un comprensorio come quello apuano, dove spesso più ditte condividono accessi, piazzali, impianti e dove le caratteristiche di ampio sviluppo

dell'ambiente carsico rendono impensabile una separazione degli effetti della singola attività da quelle limitrofe, difficilmente consente di agire con efficacia attuando le attività di controllo a livello del singolo sito estrattivo autorizzato. Ciò richiede di indirizzare prescrizioni e azioni verso ambiti decisionali e territoriali che accorpino la razionale gestione di più realtà estrattive accomunate dalle stesse problematiche ambientali. Tali unità possono essere rappresentate da bacini estrattivi, bacini idrografici o idrogeologici in cui le singole ditte possono essere riunite in consorzi estrattivi.

10. Acque sotterranee e gestione dei sedimenti carbonatici – Marmettola

10.1. Elementi generali di criticità

L'interferenza tra attività estrattiva ed acque sotterranee, se da un lato interessa in generale molte tipologie di cave e vari territori della nostra regione, nell'area apuana assume caratteri così particolari da richiedere una trattazione specifica.

I bacini estrattivi apuani sono compresi tra le province di Massa Carrara e Lucca, includono oltre un centinaio di cave attive ed interessano diverse varietà di rocce metamorfiche. Gli ammassi rocciosi interessati dall'estrazione sono a permeabilità secondaria e per carsismo in quanto localmente interessati da discontinuità geologiche continue e di varia apertura e da un diffuso carsismo superficiale e profondo, tutti fattori che consentono l'infiltrazione di acque superficiali nel sottosuolo.

Le tecniche di taglio dei marmi utilizzano acqua e producono materiali fini carbonatici in grande quantità ai quali viene comunemente dato il nome di "marmettola". Nella vasta regione vocata alla estrazione marmifera vi è quindi un'ampia diffusione di questi sedimenti.

Questi caratteri fanno attribuire una particolare specificità all'area estrattiva apuana in particolare riguardo alla tipologia e produzione di sedimenti ed alla gestione delle acque di lavorazione e regimazione di quelle di dilavamento. A questi aspetti si unisce l'elevata vulnerabilità idrogeologica associata ad un'area interessata da un fenomeno carsico estremamente sviluppato e sensibile.

10.2. Dinamiche specifiche riscontrate sul territorio

Il massiccio metamorfico che dà luogo al rilievo apuano ha una natura litologica in prevalenza carbonatica ed ospita il "Corpo idrico significativo dell'acquifero carbonatico delle alpi Apuane" (CISS-AP) ed è sede di sistemi carsici ipogei di grande estensione e profondità e per questo di una certa notorietà trattandosi di un patrimonio speleologico di grande interesse scientifico/naturalistico. Il sistema carsico, nella sua parte geologicamente più recente, ospita falde idriche che alimentano importanti sorgenti.

La criticità idrogeologica ha quindi come elementi principali la presenza del carsismo che conferisce agli acquiferi un'elevata vulnerabilità, l'ampia estensione dei bacini idrogeologici che si sviluppano oltre i confini idrografici e la forte pressione antropica esercitata dalla presenza dell'attività estrattiva.

L'ampiezza dei sistemi idrogeologici implica l'interessamento di interi bacini estrattivi ed al contempo la difficoltà di individuare l'eventuale quota di responsabilità da attribuire alla singola cava. La percolazione delle acque meteoriche attraverso forme carsiche di superficie quali doline, inghiottitoi, fratture beanti e condotte che comunicano con le forme profonde e lungo le discontinuità aperte degli ammassi rocciosi, in particolare nelle aree di ricarica idrogeologica, può determinare che il sottosuolo non saturo e poi quello saturo vengano raggiunti da contaminanti occasionali e non, quali olii, idrocarburi e metalli legati all'attività estrattiva e dalla marmettola. La produzione di marmettola è legata alle modalità estrattive impiegate.

Infatti le tecniche estrattive utilizzate nel settore apuano fanno largo uso del filo diamantato e della tagliatrice a catena.

La produzione dei sedimenti che risultano dal taglio mischiati ad acqua è all'origine delle problematiche che interessano lo stato di qualità dei corpi idrici sotterranei e, di conseguenza, anche della risorsa idropotabile. La granulometria di questi materiali è paragonabile alla classe dei limi. I grani possono essere, trasportati in sospensione, o per trascinarsi dalle acque all'interno di aperture e fratture della roccia e/o cavità carsiche che connettono direttamente la superficie dell'area estrattiva con il sottosuolo, e costituiscono le vie di infiltrazione delle acque nel sottosuolo. Nell'area di Massa e Carrara, per l'intorbidamento delle sorgenti da marmettola è necessario un

trattamento spinto delle acque sotterranee per permetterne gli usi idropotabili. Potenziali criticità, connesse alla vulnerabilità dei corpi idrici sotterranei soggiacenti, sono riscontrabili anche in altri contesti territoriali, ugualmente caratterizzati dall'affioramento e coltivazione di litotipi prevalentemente carbonatici (es. Montagnola Senese, Dorsale Rapolano- M.te Cetona), ma con densità di siti estrattivi sensibilmente inferiore all'area apuana.

10.3. Indicazioni gestionali/misure di mitigazione

- In corrispondenza dei luoghi di lavorazione in cui si utilizzi acqua, dovrà essere realizzato un idoneo sistema di raccolta e convogliamento della medesima tramite canalette e tubazioni in materiale plastico, al fine di evitare infiltrazioni di marmettola nelle eventuali fratture presenti;
- per la realizzazione dei cordoli utilizzati per il convogliamento delle acque di lavorazione possono essere utilizzati i materiali fini purché siano racchiusi entro sacchi preferibilmente ad alta visibilità o tubi idonei a proteggerli dal dilavamento analoghi a quelli utilizzati in caso di piene;
- prevedere la sigillatura delle fratture beanti individuate nel corso delle lavorazioni utilizzando materiali adatti (es. cementazione con materiali elastici o con tendenza ad espandersi) ed evitando riempimenti con materiali terrosi quali argille che potrebbero avere la tendenza al dilavamento;
- prevedere la ripulitura costante dei piazzali, accumulando i materiali fini all'interno di aree pavimentate o impermeabili o all'interno di cassoni impermeabili;
- prevedere, nel caso in cui le coltivazioni portino alla luce una cavità carsica, la sospensione delle lavorazioni in quell'area e darne immediata comunicazione agli Enti competenti;
- privilegiare modalità di coltivazione per fasi con fronti di coltivazione di limitata ampiezza, in modo da consentire in tempi relativamente brevi la risistemazione morfologica;
- prevedere la realizzazione di uno studio approfondito per valutare eventuali connessioni tra l'attività estrattiva e le acque sotterranee;
- privilegiare tecniche e modalità di coltivazione che diminuiscano la produzione di materiali fini (marmettola) e rifiuti di estrazione;
- prevedere l'utilizzo di tecniche di aspirazione e insaccamento della marmettola in sacchi direttamente al momento del taglio;
- nelle aree estrattive che ricadono all'interno delle zone di alimentazione delle sorgenti, prevedere particolari misure da adottarsi in fase di ripristino morfologico finale, quali ad esempio la posa di tessuto non tessuto alla base del riempimento.