ING. GIACOMO DEL NERO
INGEGNERE CIVILE, AMBIENTALE ED EDILE
RSPP, CSP, CSE

Edilizia
Strutture
Idraulica
Geotecnica, miniere, cave
Impianti
Progettazione e direzioni lavori
Coordinamento della Sicurezza
Certificazioni Energetiche
Perizie
Pianificazione

Sede Legale:	Via Venezia,1 54033 Marina di Carrara (MS)	Sede Operativa:	Via Provinciale Carrara-Avenza, 34 54033 Carrara (MS)	tel. cel.	+39 0585.788459 +39 327 3750954	e-mail:	giacomo.delnero@mail.com giacomo.delnero@ngpec.eu

Progetto:

PIANO DI COLTIVAZIONE AI SENSI DELL'ART.17 L.R.35/15 E S.M.I. CAVA IL BACINO N°2 PIT/PPR ORTO DI DONNA-VALSERENAIA – COMUNE DI MINUCCIANO – PROVINCIA DI LUCCA – REGIONE TOSCANA

Titolo documento:

PIANO DI GESTIONE DELLE ACQUE INTERNE ALLA CAVA 2.0: INTEGRAZIONE NOVEMBRE 2021

ART.4 COMMA2 LETT.A DPGR 72/R (ART.17 COMMA 1 LETT. C) L.R. 35/15)

Committente:	BIANCO ROYAL SRL

Località:	*Comune/i:*	*Provincia:*
BACINO N°2 PIT/PPR 2015 ORTO DI DONNA VALSERENAIA	MINUCCIANO	LUCCA

Il Legale Rappresentate	**Il Progettista**
Sig. Giancarlo AGNESINI	Dott. Ing. Giacomo DEL NERO

BIANCO ROYAL SRL
SEDE LEGALE: V.le XX Settembre, 1
54033 CARRARA (MS)
Tel. 0585.841695 - Fax 0585.840223
Cod. SDI M5UXCR1
C.F. e P. IVA IT01279870453

ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI MASSA CARRARA
Giacomo Del Nero
SEZIONE A N° 917
Ingegnere civile ambientale ed edile

APRILE 2021

RELAZIONE TECNICA	Tipologia	Numero	Pagine:	Denominazione file:	Allegati:
	GEO	025-00-20	31	piano di gestione acque interne alla cava IL bis	Tavole Grafiche

SOMMARIO

SOMMARIO **3**

1. PREMESSA **5**

2. PIANO DI GESTIONE DELLE DIFFERENTI TIPOLOGIE DI ACQUE **5**

3. PIANO DI GESTIONE DELLE ACQUE REFLUE DI LAVORAZIONE **6**

3.1. GESTIONE ACQUE REFLUE DI LAVORAZIONE 7

3.2. GESTIONE DELLA MARMETTOLA 8

3.2.1.1. previsioni sulla produzione della marmettola 9

3.3. GESTIONE DEL GENERATORE 9

4. PIANO DI GESTIONE DELLE AMD **10**

4.1. ATTIVITÀ SVOLTE NELL'INSEDIAMENTO E NORMATIVE CONCORRENTI 10

4.2. CARATTERISTICHE SUPERFICI SCOLANTI 10

4.2.1. area servizi o impianti 11
4.2.2. area attiva di cava 12
4.2.3. area non attiva di cava 12
4.2.4. versante vergine 12
4.2.5. area deposito rifiuti estratti 12
4.2.6. calcolo delle superfici scolanti 12

4.3. CARATTERIZZAZIONE DELLE DIVERSE TIPOLOGIE DI AMD RISULTANTI DALLE SUPERFICI DILAVANTI 13

4.4. VOLUMI METEORICI E VOLUMI ANNUALI DI AMD E AMPP 13

4.5. MODALITÀ DI RACCOLTA E GESTIONE DELLE AMPP 18

4.5.1. gestione delle ampp interne alle aree attive di cava 18
4.5.2. gestione delle ampp interne all'area impianti 20
4.5.3. gestione delle ampp ricadenti su aree vergini 21
4.5.4. gestione delle ampp ricadenti su aree non attive 21
4.5.5. gestione delle ampp ricadenti nell'area rifiuti estrattivi 22

4.6. MODALITÀ DI RACCOLTA E GESTIONE DELLE AMD 22

4.6.1. gestione delle amd interne alle aree attive di cava 22
4.6.2. gestione delle amd interne all'area impianti 22
4.6.3. gestione delle amdnc ricadenti in aree vergini 23
4.6.4. gestione delle amdnc ricadenti nei piazzali non attivi di cava 23
4.6.5. gestione delle amd ricadenti nell'area rifiuti estrattivi 23

4.7. VALUTAZIONE RIMOZIONE INQUINANTI DA TRATTAMENTO 23

4.8. GESTIONE DELLA AMD A SEGUITO DEL PIANO DI RISISTEMAZIONE AMBIENTALE 24

5. PIANO DI PREVENZIONE E GESTIONE **25**

5.1. FREQUENZE E MODALITÀ OPERAZIONI PULIZIA LAVAGGIO SUPERIFICI SCOLANTI 25

5.2. PREVENZIONE INQUINAMENTO AMD 26

5.3. PROCEDURE INTERVENTO TRATTAMENTO PER SVERSAMENTI ACCIDENTALI 27

5.3.1. procedure 27
5.3.2. informazione e formazione 27

ALLEGATI **28**

1) NOTE ESPLICATIVE INERENTI LA NATURA, LA COSTRUZIONE E IL DIMENSIONAMENTO DEL CORDOLO PERIMETRALE ATTO A CONTENERE LE ACQUE METEORICHE ACCUMULATESI ALL'INTERNO DEL PIAZZALE. 28

5.3.2.1. Verifica di massima alla spinta idrodinamica 29

5.3.2.2. Verifica strutturale alla spinta idrostatica 29

5.3.2.3. verifica allo scorrimento 30

5.3.2.4. Verifica a ribaltamento 30

1. PREMESSA

Per incarico della Società Bianco Royal S.r.l, con sede in Viale XX Settembre n. 1 Carrara, è stato redatto il Piano di gestione delle acque meteoriche dilavanti e reflue interne alla cava IL, sita nel Bacino di Orto di Donna in Comune di Minucciano, in ottemperanza del DPGR 46/R e s.m.i, della L.R.T. n° 20 del 31.05.2006, della L.R. 35/15, del D.P.G.R. n° 72/R del 16.11.2015.

Il piano di gestione acque è parte integrante della "Piano di Coltivazione della Cava IL di Orto di Donna" e analizza la gestione delle varie tipologie di acque interne all'unità estrattiva; dove si prevede l'impiego di 8 addetti+ n. 1 Direttore Responsabile + n. 1 RSPP.

2. PIANO DI GESTIONE DELLE DIFFERENTI TIPOLOGIE DI ACQUE

Al momento l'unità estrattiva non è coltivata, pertanto la gestione delle acque avverrà dalla ripresa della coltivazione. Il piano è finalizzato alla gestione sia delle acque di lavorazione sia delle meteoriche ricadenti all'interno delle aree previste dal DPGR46/R.

In applicazione all'Art. 2 comma 1 punto d), e), j), della L.R. n. 20 del 31.05.2006, all'interno di un sito estrattivo attivo si possono distinguere acque di diversa natura:

1. acque reflue industriali o di lavorazione, sono quelle impiegate nella coltivazione della cava e utilizzate nel raffreddamento degli utensili da taglio e/o da perforazione;
2. acque meteoriche dilavanti (AMD), sono quelle che cadono all'interno del sito e/o vi affluiscono dalle aree circostanti e si distinguono:
    a. in acque meteoriche dilavanti contaminate (AMDC), che comportano un oggettivo rischio di trascinamento di sostanze pericolose o di sostanze in grado di determinare effettivi pregiudizi ambientali;
    b. in acque meteoriche dilavanti non contaminate (AMDNC), defluenti da superfici non interessate da attività produttive e che oggettivamente non comportano il rischio di trascinamento di sostanze pericolose o di sostanze in grado di determinare effettivi pregiudizi ambientali;
3. acque meteoriche di prima pioggia (AMPP), acque corrispondenti, per ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante (area impianti).

Allo scopo nell'unità estrattiva saranno gestite le Acque reflue (AR) e le AMD all'interno delle quali ricadono le AMDC, le AMPP e le AMDNC (o AMSP).

3. PIANO DI GESTIONE DELLE ACQUE REFLUE DI LAVORAZIONE

L'impianto di depurazione delle acque reflue di lavorazione, viene collocato indicativamente all'interno delle Tavv. 8 ed anche se viene realizzato all'interno di un sito i cui piazzali subiscono variazioni di quota ed estensione nell'arco del progetto l'impianto nel suo insieme continuerà a funzionare, anche se i vari componenti possono, nel tempo, subire variazione in numero e ubicazione durante le fasi lavorative.

Per questo la schematizzazione riportata in ciascuna tavola progettuale va interpretata come illustrativa della condizione di funzionamento dell'impianto, senza che questo rimanga condizionato alla localizzazione del singolo componente.

Nonostante che l'impianto sia del tipo a **ciclo chiuso, si possono avere** perdite idriche, connesse con l'evaporazione dovuta al raffreddamento degli utensili, l'evaporazione degli specchi d'acqua, ecc.; per cui può rendere necessario reintegrare le acque di lavorazione con le AMPP depurate ed in casi eccezionali con le AMDNC che ricadono all'interno dei piazzali di cava dopo l'evento dei 5 mm.

Durante le lavorazioni le acque reflue sono raccolte direttamente ai piedi del taglio e/o della perforazione, mediante punti di presa **(P)**, per poi essere inviate all'impianto di depurazione a sacchi filtranti **(S)** e da qui, una volta depurate, rinviate al taglio e/o stoccate negli appositi serbatoi di temporaneo stoccaggio **(D)**.

L'elaborazione dei dati geostrutturali rilevati in campagna ha permesso di redigere la tabella dei parametri fisico meccanici che caratterizza l'ammasso roccioso, Relazione geomeccanica, il cui stralcio è sotto riportato.

SISTEMA	disperse	K1		K2		K3				K4		K5b
SOTTOSISTEMA		K1a	K1b	K2a	K2b	K3b	K3c	K3d	K3e	K4a	K4b	
FREQUENZA	0.00%	14.75%	8.20%	9.02%	9.00%	27.05%	4.92%	2.46%	4.92%	3.28%	12.30%	3.28%
PERSISTENZA m	Minima	0.70	0.80	1.20	1.20	0.60	5.00	1.80	1.50	1.50	4.00	3.00
	Media mod.	1.61	5.31	3.35	3.55	3.34	8.75	2.33	6.30	2.25	4.88	4.33
	Max	5.00	10.00	5.00	5.00	10.00	15.00	2.80	10.00	2.50	5.00	5.00
APERTURA mm	Min.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	2.00	0.00	0.00
	Media mod.	8.66	7.16	8.64	2.00	4.98	3.75	0.00	18.00	9.00	2.75	6.67
	Max	esp	esp	30.00	5.00	50.00	10.00	-	50.00	esp	esp	esp

Dalla analisi risulta che nel sito sono presenti n. 4 sistemi principali e n. 1 secondario. Proprio i sistemi principali sono quelli che hanno il maggior numero di fratture del tipo "beante"; per cui ogni qualvolta si scopra all'interno della cava una frattura beante ascrivibile a uno di questi sistemi si interviene immediatamente cementandola, cosí da impedire l'eventuale infiltrazione delle acque.

3.1. GESTIONE ACQUE REFLUE DI LAVORAZIONE

L'impianto atto per gestire la depurazione delle acque di lavorazione è per definizione di "tipo mobile"; in quanto i punti di captazione delle acque reflue sono di volta in volta realizzati nelle vicinanze del taglio, per poi essere smantellato e spostato nel nuovo punto dove si è in procinto di eseguire un nuovo taglio e/o perforazione.

Il trattamento delle acque di lavorazione nei pressi delle zone di lavoro e/o l'invio delle stesse all'impianto a sacchi filtranti, associato alla raccolta della marmettola a granulometria più grossolana direttamente nei sacchi filtranti, impedisce la dispersione dei fanghi sui piazzali di cava.

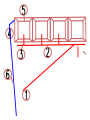
Sommariamente l'impianto funziona secondo il seguente schema:

1. l'acqua di lavorazione defluisce, seguendo le pendenze del piazzale, verso il punto di presa "**P**" collocato nei pressi dell'area di taglio. Il punto di presa è delimitato da cordoli impermeabili di natura limo-argillosa provenienti dall'operazione di grigliatura del materiale detritico di cava. I cordoli sono resi ulteriormente impermeabili per costipamento da parte dei mezzi meccanici. L'acqua reflua che affluisce al punto di captazione sedimenta il suo carico solido ed è pompata tramite tubazione, linee e frecce rosse Tav. 1-5, all'interno del vicino impianto a sacchi filtranti;
2. l'acqua reflua immessa nell'impianto di depurazione percola, all'esterno dei sacchi, depurata e si concentra nella sottostante vasca, da cui è pompata e convogliata, mediante tubazione, direttamente sul taglio o all'interno di un piccolo serbatoio, 3.5 mc, per poi farla cadere per gravità sul taglio, linee e frecce celeste;
3. terminato il taglio viene smantellato il cordolo terroso impermeabile, raccolta e insaccata la marmettola che possa essersi depositata sul piazzale, dove, prima di collocare la tagliatrice, sono state sigillate le eventuali fratture aperte.

La riquadratura dei blocchi è di volta in volta realizzata all'interno dello stesso piazzale in cui è escavato il fronte; previa predisposizione dei punti 1.,2. e 3.

Per la morfologia e logistica dell'unità estrattiva, si prevede comunque di posizionare una postazione di riquadratura fissa degli elementi lapidei in corrispondenza dell'angolo piazzale di q. 1'208.5 m s.l.m. già a partire dall'inizio della prima fase.

Tale area oltre ad essere collocata su ammasso roccioso, la cui impermeabilità sarà garantita cementando le fratture beanti e le fasce cataclastiche eventualmente presenti, permetterà di avere una postazione di lavoro a distanza dalle aree di cantiere attive e circoscritta fisicamente dallo sprone roccioso orientale sul quale è ubicata l'area impianti/servizi.

	punto di captazione acque reflue localizzato ai piedi del taglio o nelle immediate vicinanze;
	cordolo impermeabile di materiale fine limo-argilloso compattato artificialmente che circoscrive il punto di captazione;
S 	**impianto sacchi filtranti:** **1-Tubazione di mandata acque di lavorazione;** **2-Tubazione di raccordo acque di lavorazione;** **3-Tubazione distribuzione acque lavorazione;** **4-Vasca acqua contenimento acque depurate;** **5-Sacchi filtranti;** **6-Tubazione mandata serbatoi acque depurate.**
	tubazione di mandata acque di lavorazione dal punto di presa all'impianto sacchi filtranti;
	tubazione aerea di mandata acque depurate da sacchi filtranti in cava e/o deposito temporaneo;
	tubazione aerea di invio ai serbatoi di stoccaggio e ridistribuzione in cava della acque meteoriche depurate per sedimentazione all'interno del punto di presa;

3.2. GESTIONE DELLA MARMETTOLA

La marmettola è il fango che si produce durante il ciclo di lavoro, ossia ogni qualvolta si eseguono tagli e/o perforazioni e che è separato dalle acque di lavorazione dall'impianto di depurazione riciclo posto nelle vicinanze del taglio stesso.

In relazione alla granulometria, la marmettola subisce due differenti cicli di recupero nel caso in cui:

- la marmettola di grossolana granulometria, quindi direttamente palabile, come per la fanghiglia derivante dalle perforazioni e/o dai tagli della tagliatrice a catena viene direttamente palata ed insaccata all'interno del sacco filtrante collocato nei pressi della macchina;
- la marmettola di granulometria fine, quindi non direttamente palabile, che si produce con i tagli a filo diamantato è raccolta al punto di presa, posto nelle vicinanze del taglio e circoscritto da cordolo impermeabile, e pompata all'interno dell'impianto a sacchi filtranti, dove avviene la depurazione e riciclo delle acque, che, generalmente, sono direttamente inviate al taglio. Il minimo residuo che può rimanere sul pavimento al termine del taglio è direttamente palato all'interno dei sacchi filtranti.

Per quanto riguarda i depositi pulverulenti che si possono formare ai margini dei piazzali nei periodi particolarmente siccitosi, la Ditta intende rimuoverli ponendoli all'interno di sacchi e smaltendoli insieme alla marmettola.

La Società afferma che la marmettola prodotta, a meno di ulteriori possibilità commerciali, sarà gestita come rifiuto e normalmente consegnata a Ditte specializzate nel suo recupero o messa a dimora in discarica.

3.2.1.1. PREVISIONI SULLA PRODUZIONE DELLA MARMETTOLA

Si evidenzia che, la produzione di marmettola derivante dalla coltivazione di una cava di marmo è difficilmente determinabile a priori, nonostante che si possa disporre, anche, di un dettagliato progetto di coltivazione, perché dipende sia dall'intensità di fratturazione del sito sia del livello di riquadratura che si ricerca in relazione al valore del materiale da riquadrare.

Premesso ciò, nel"*l'indicazione per la classificazione dei derivati di estrazione e dei rifiuti prodotti nelle coltivazione delle cave nel distretto apuo-versiliese*" redatto da ARPAT è stata predisposta una tabella ove si indicano le seguenti ripartizioni percentuali rispetto allo scavato totale:

- MATERIALE ESTRATTO TOTALE = 100%
    - MATERIALE DA TAGLIO (LR 35/15) = 23.16%
    - DERIVATI MATERIALE DA TAGLIO (LR 35/15) = 76.84% di cui:
    - RESIDUO DI CAVA (detrito) = 72.56%
    - SFRIDO DI LAVORAZIONE =2.78%;
    - SFRIDO DI TAGLIO = 1.51%.

Dalle percentuali sopra riportate si nota che la marmettola (ovvero lo sfrido) rappresenterebbe il 1.51% del totale scavato per una cava avente percentuale di materiale produttivo del 23.16%.

Nonostante si ritiene che la Cava IL possa avere una resa uguale o superiore al 25%, a scopo cautelativo si stima che durante la coltivazione si possano ottenere tra le 410-425ton di marmettola, in relazione alla produzione annuale.

3.3. GESTIONE DEL GENERATORE

Vista la presenza di una cabina elettrica attiva all'interno dell'area in disponibilità l'impiego di un generatore non dovrebbe essere necessario. Nel caso in cui, per ragioni logistiche/operative dovesse essere necessario un suo impiego sarà utilizzato un generatore alimentato a DIESEL di potenza termica inferiore a 1 MW, ovvero non sottoposto ad autorizzazione ai sensi dell'Art.269 Comma 14 lett.A

L'impianto, se installato, sarà ubicato nell'area impianti (12) all'interno di piattaforma cementizia cordolata, con al suo interno punto di presa connesso ad impianto di depurazione e tubazione di convoglio delle acque depurate al serbatoio di temporaneo stoccaggio.

4. PIANO DI GESTIONE DELLE AMD

4.1. ATTIVITÀ SVOLTE NELL'INSEDIAMENTO E NORMATIVE CONCORRENTI

All'interno della Cava IL si prevede la coltivazione mediante tagli a secco (verticali con tagliatrice a catena) e tagli raffreddati ad acqua (orizzontali/verticali o riquadratura con tagliatrice a filo diamantato). La movimentazione del materiale da taglio prodotto e del suo materiale derivato avviene con pala gommata ed escavatore cingolato, che provvedono a stoccarli temporaneamente in distinte ed apposite aree. Successivamente il materiale viene allontanato per la commercializzazione.

4.2. CARATTERISTICHE SUPERFICI SCOLANTI

Allo scopo di ottemperare all'Art. 40 del DPGR 46/R/08 l'unità estrattiva è stata suddivisa in:

1. **area di coltivazione attiva**, corrispondente alle superfici dei piazzali dove si svolge l'escavazione, la movimentazione e ed il prelievo del materiale estratto (definita con lettera A-C nelle tavole allegate);
2. **area impianti**, rappresentata dalla viabilità interna alla cava e dall'area servizi della Cava F (già autorizzata e definita con lettere S nelle tavole allegate);

Inoltre si chiarisce fin da ora che:

- visto l'andamento geometrico e l'ubicazione della viabilità, l'acqua ivi ricadente sarà "direzionata" verso le zone attive di cava e da qui gestita insieme alle altre acque (AMPP o AMD) ivi ricadenti.
- nel presente progetto della Cava IL non è prevista alcuna area adibita all'accumulo o al deposito di rifiuti d'estrazione.

A queste aree si devono aggiungere:

I. l'**area di cava non attiva**, , corrispondente a quelle zone nelle quali durante le fasi di coltivazione non saranno svolte attività di coltivazione (definita con lettera D durante le fasi di coltivazione ed E nelle tavole allegate) ed ove non è presente attività da oltre un decennio e pertanto non si ritiene probabile il rischio di trascinamento di inquinanti;

3. l'**area di versante indisturbato e/o di monte vergine**, corrispondenti alle zone vergini scolanti verso l'unità estrattiva per acclività morfologica e non interessate da alcun tipo di lavorazione; rappresentate dal versante compreso tra l'unità estrattiva e la soprastante viabilità d'accesso alla Cava H. Quest'ultima di fatto svolge la funzione di opera di canalizzazione ed allontanamento delle acque meteoriche defluenti dai versanti ad essa soprastanti. Anche in queste aree non si ritiene possibile il potenziale trascinamento di inquinanti.

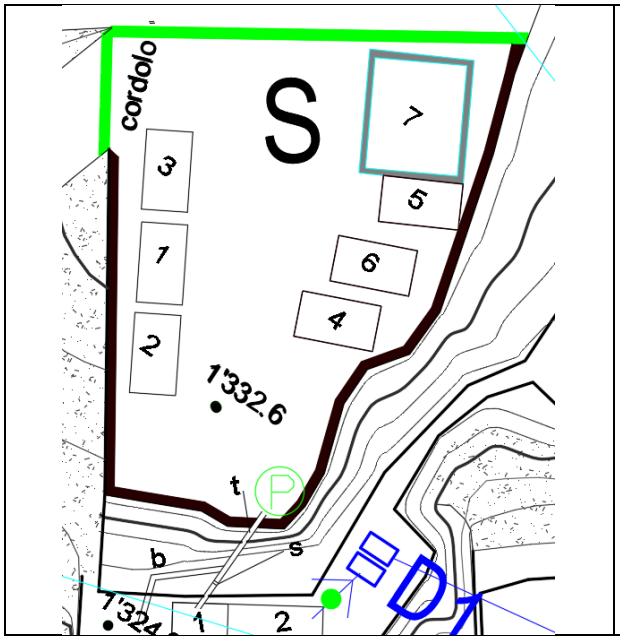
Anche se le aree di cava non attiva e le aree di versante indisturbato e/o monte vergine non rientrano nelle superfici scolanti di cui al Capo 1 Comma 1 dell'Allegato 5 del DPGR 46/R queste sono comunque state esaminate e valutate a scopo cautelativo.

4.2.1. AREA SERVIZI O IMPIANTI

L'area servizi S è collocata nel piazzale di q. 1.332,60 m s.l.m. all'interno della Cava F, dove si trova:

- n.1 prefabbricato civile adibito a spogliatoio (1);
- n.1 prefabbricato civile suddiviso in tre vani: uno adibito a mensa, uno ad archivio, uno a WC chimico (2);
- n.1 cassone coperto da telo carrabile per lo stoccaggio temporaneo della marmettola CER 010413 (3);
- n. 3 container in ferro utilizzati come magazzino per minuteria di cava (4);
- n.1 cassone coperto da telo carrabile per lo stoccaggio temporaneo di rifiuti metallici;
- n.1 bidone per lo stoccaggio temporaneo di materiale plastico ed imballaggio;
- n.1 bidone per la raccolta giornaliera del rifiuto solido urbano;
- n.1 magazzino olio vergine e esausto sopra piattaforma di cemento munita di cordolo perimetrale. L'olio è contenuto in serbatoi con sottostante vasca di raccolta e contenimento (5)
- n.1 serbatoio del gasolio, costituito da una cisterna interna a una vasca chiusa contente il 110%, munito di pistola erogatrice, con piattaforma cementizia e con cordolo perimetrale di contenimento (6)
- n.1 piattaforma cementizia (7) con cordolo perimetrale dove eseguire la manutenzione dei mezzi.

L'ubicazione delle aree e delle infrastrutture è riportata negli allegati grafici e nello stralcio allegato non in scala di Fig. A.



1) Spogliatoio
2) WC chimico
3) Mensa
4) Magazzino per minuteria da cava
5) Scarrabile per stoccaggio marmettola
6) Cassone raccolta materiali metallici
7) Cassone raccolta imballaggi/plastica
8) Bidone raccolta r.s.u.
9) Area manutenzione mezzi con cordolo di contenimento
10) Serbatoio carburante EMILIANA SERBATOI, contenuta in vasca al 110%
11) Generatore (eventuale)
12) Magazzino olio sopra piattaforma di cemento munita da cordolo perimetrale. Olio esausto contenuto in serbatoi con sottostante vasca di raccolta e contenimento.

Fig. A Stralcio non in scala area servizi della Cava F utilizzata anche per la Cava IL

4.2.2. AREA ATTIVA DI CAVA

All'interno dell'area attiva di cava si prevedono le normali attività di coltivazione e con esse la produzione di sfrido di lavorazione durante la fase di taglio e si presentano con un coefficiente di deflusso unitario.

4.2.3. AREA NON ATTIVA DI CAVA

Sono rappresentate da aree di cava non coltivate non produttive e da gradoni residuali, quest'ultimi abbandonati durante la coltivazione. Tali aree, costituite prettamente da ammasso roccioso, si presenteranno con un coefficiente di deflusso unitario.

4.2.4. VERSANTE VERGINE

Il versante vergine è costituito da aree indisturbate caratterizzate da copertura vegetale e/o da roccia affiorante costituita dal livello di cappellaccio; dove l'elevata frequenza di essenze vegetali, da luogo a fenomeni di assorbimento non trascurabili, e l'alterazione della roccia consente a buona parte dell'acqua meteorica di infiltrarsi nel sottosuolo. In questo modo si può ritenere che il coefficiente di deflusso di tali aree sia compreso tra 0.15 delle coperture boschive e 0.4 della roccia affiorante alterata. Tuttavia, al fine di ottemperare alla normativa, si utilizzerà di seguito il valore 0.3 per ambedue le aree.

4.2.5. AREA DEPOSITO RIFIUTI ESTRATTI

Non sono presenti aree di deposito rifiuti estrattivi ai sensi del DLgs 117/08.

4.2.6. CALCOLO DELLE SUPERFICI SCOLANTI

Di seguito si riportano le superfici delle varie aree affluenti durante le quattro fasi di coltivazione con indicati i coefficienti di deflusso previsti all'Art.38 del DPGR 46/R/08:

PRIMA FASE	SUPERFICIE	COEFF. DEFLUSSO	NOTE
versante vergine*	**321'523.0**	**0.3**	AREA COPERTURA VEGETALE E NUDA ROCCIA
cava attiva	**8'960.0**	**1.0**	MARMO
area impianti**	**445.0**	**1.0**	MARMO/SUP.CEMENTATE
cava non attiva	**23'570.0**	**0.3-1.0**	MARMO/DETRITO
rifiuti estrattivi	**0.0**	**1.0**	MARMO

SECONDA FASE	SUPERFICIE	COEFF. DEFLUSSO	NOTE
versante vergine*	**321'523.0**	**0.3**	AREA COPERTURA VEGETALE E NUDA ROCCIA
cava attiva	**12'650.0**	**1**	MARMO
area impianti**	**445.0**	**1**	MARMO/SUP.CEMENTATE
cava non attiva	**19'880.0**	**0.3-1.0**	MARMO/DETRITO
rifiuti estrattivi	**0.0**	**1**	MARMO

** il versante vergine è comprensivo di aree esterne alla concessione ma in posizione morfologica tale da generare deflussi interferenti.*
***l'area impianti è riferita alla Cava F (autorizzata ed in attività).*

4.3. CARATTERIZZAZIONE DELLE DIVERSE TIPOLOGIE DI AMD RISULTANTI DALLE SUPERFICI DILAVANTI

Le AMD ricadenti sulle superfici di cava attiva presentano la possibilità di trasportare residui solidi di lavorazione, ovvero la marmettola, mentre il rischio di trasporto di idrocarburi come conseguenza di perdite di olio da pala e/o escavatore, data l'elevata tecnologia raggiunta in dette macchine, e la periodica manutenzione a cui sono sottoposte, è assente.

Gli sversamenti accidentali di olio dovuti a rottura di tubi oleodinamici sono regolamenti da apposita procedura, della quale il personale è stato edotto.

Tale procedura rimane valida su tutta l'area di cava, con **particolare riferimento all'area impianti** (Cava F) dove è presente il deposito carburante e oli. In quest'area le AMPP ricadenti, circa 2.22mc, sono convogliate all'interno della vasca metallica suddivisa da un setto in due sottovasche;

- sottovasca 1), con capacità di circa di 8.0mc, in cui si deposita il carico solido trasportato dalle AMPP;
- sottovasca 2), con capacità di circa 12.0mc, in cui si stoccano le acque depurate. La elevata capacità della sottovasca fa si che rimane un franco di circa 8.0mc per immagazzinare altra acqua oltre alle AMPP.

Tutte le acque affluenti alla vasca metallica attraversano, successivamente, un sistema di disoleazione che le depura, per poi essere convogliate ai serbatoi della stazione D1 della Cava F, con capacità di circa 27 mc.

Per le aree non attive di cava e per le zone affluenti di monte vergine non sussistono problematiche legate all'eventuale trasporto di sostanze inquinanti. Le prime, al momento della loro dismissione, saranno opportunamente ripulite da tutto il residuo solido e da quant'altro; mentre nelle seconde le acque ivi ricadenti saranno opportunamente deviate tramite un cordolo di guardia posto lungo il limite residuo della cava. L'eventuale intrusione di queste acque all'interno dei piazzali di cava, dovuto al danneggiamento del cordolo per cause naturali eccezionali, comporterà che le stesse saranno affrontate con la stessa metodologia di gestione delle AMD ricadenti all'interno della cava.

4.4. VOLUMI METEORICI E VOLUMI ANNUALI DI AMD E AMPP

Il volume delle AMPP ai sensi dell'Art.38 della L.R. 20/2006 sono stati calcolati considerando gli eventi meteorici aventi precipitazioni di 5 mm in 15 minuti uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante (S).

$$V_{AMPP} = 5\,mm \sum \mathrm{S}$$

Il volume delle AMD, è stato valutato considerato le acque meteoriche di seconda pioggia, ovvero le AMSP, effettivamente scolanti sulle superfici di arrivo, attraverso la seguente formula

$$Q_{AMD} = C\,H_{AMSP} \sum \mathrm{S}$$

Dove: C è il coefficiente di deflusso adimensionale (1 o 0.3);

H_{AMSP} è la precipitazione cumulata di seconda pioggia data dalla precipitazione cumulata totale depurata dalle acque meteoriche di prima pioggia

S è la superficie scolante.

Al fine di definire le AMD ricadenti all'interno del sito estrattivo sono stati reperiti gli annali idrologici riferiti al pluviometro di Orto di Donna, gestito dall'Autorità di Bacino del Fiume Serchio.

Attraverso l'elaborazione statistica dei dati disponibili dal 1997 al 2018 è stato possibile definire:

- le giornate piovose mensili ed annuali;
- le "piovose" mensili ed annuali con precipitazioni eccedenti le AMPP, ovvero le AMSP;
- le precipitazioni mensili ed annuali;
- le precipitazioni mensili ed annuali eccedenti le AMPP, ovvero le AMSP.

In relazione all'ubicazione dell'unità estrattiva si prevede che la stessa rimanga chiusa nel periodo invernale a causa di neve e ghiaccio.

Per tale ragione sono stati determinati anche i valori riferiti al periodo di chiusura (dicembre-febbraio TOT stop) ed al periodo di apertura (marzo-novembre TOT open).

Di seguito si riportano le tabelle ottenute dalla trattazione statistica dei dati che hanno permesso di definire i valori medi ed i valori annuali di giornate piovose e di cumulate di pioggia.

GIORNATE PIOVOSE															
ANNO/MESE	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	TOT	TOT stop	TOT open
1997	16	9	6	5	11	12	11	3	11	12	21	16	133	41	92
1998	16	4	10	21	12	8	3	13	6	19	14	17	143	37	106
1999	16	7	16	17	11	9	5	14	13	16	16	17	157	40	117
2000	11	7	13	22	11	7	14	10	2	22	24	21	164	39	125
2001	26	12	26	17	17	7	2	15	2	16	12	9	161	47	114
2002	7	10	8	18	14	11	11	18	11	16	23	21	168	38	130
2003	20	2	5	14	7	8	5	13	8	20	15	18	135	40	95
2004	20	14	23	16	15	11	5	9	9	25	13	16	176	50	126
2005	8	7	18	14	8	8	11	14	10	17	17	19	151	34	117
2006	9	15	16	15	10	5	7	11	19	13	18	13	151	37	114
2007	16	13	15	5	13	11	4	7	11	8	7	9	119	38	81
2008	16	10	22	20	15	13	5	12	6	18	24	17	178	43	135
2009	22	10	14	21	8	12	7	9	5	11	15	19	153	51	102
2010	15	13	14	14	17	9	6	15	13	20	27	17	180	45	135
2011	14	13	15	8	5	10	13	7	1	10	10	17	123	44	79
2012	8	6	7	24	14	5	3	12	2	22	22	16	141	30	111
2013	20	17	23	20	21	10	9	9	6	21	20	13	189	50	139
2014	23	23	12	13	16	13	19	14	13	17	23	16	202	62	140
2015	17	20	12	10	12	8	5	8	8	17	6	13	136	50	86
2016	18	25	14	10	21	17	8	12	6	22	18	5	176	48	128
2017	8	13	15	10	10	8	6	19	1	7	15	21	133	42	91
2018	18	20	24	13	24	9	7	9	8	14	21	18	185	56	129
MEDIA	16	12	15	15	13	10	8	12	8	17	17	16	157	44	113

Tabella 1: Giornate piovose mensili ed annuali riferite al pluviometro di Orto di Donna.

GIORNATE PIOVOSE > 5mm															
ANNO/MESE	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	TOT	TOT INV	TOT LAV
1997	9	5	3	4	4	6	6	1	5	5	10	9	67	23	44
1998	8	1	2	10	4	3	0	9	1	12	4	4	58	13	45
1999	7	4	11	12	2	2	1	6	5	8	10	10	78	21	57
2000	2	1	7	9	2	5	3	4	2	12	20	11	78	14	64
2001	16	4	15	11	6	2	1	11	1	7	10	4	88	24	64
2002	2	5	1	8	7	6	5	8	6	11	16	9	84	16	68
2003	5	1	3	8	0	4	1	5	3	12	12	11	65	17	48
2004	5	10	15	9	8	7	2	5	1	11	6	9	88	24	64
2005	2	1	7	11	1	2	5	4	5	8	9	10	65	13	52
2006	6	11	12	3	3	0	3	5	8	6	7	8	72	25	47
2007	11	7	9	1	7	4	2	5	7	6	6	6	71	24	47
2008	9	7	14	13	9	8	3	3	1	9	10	11	97	27	70
2009	11	8	7	12	2	3	4	5	1	4	10	14	81	33	48
2010	7	9	6	9	13	7	4	11	6	6	16	11	105	27	78
2011	5	9	10	3	2	6	3	4	1	6	4	12	65	26	39
2012	2	4	3	17	7	3	0	6	1	9	8	9	69	15	54
2013	5	7	19	14	14	4	4	7	4	11	13	7	109	19	90
2014	12	18	4	5	8	4	10	5	5	8	16	5	100	35	65
2015	6	10	6	5	4	3	1	4	8	13	3	0	63	16	47
2016	13	19	7	3	12	9	2	5	3	6	10	2	91	34	57
2017	4	7	8	6	7	1	1	10	1	1	8	13	67	24	43
2018	8	13	19	9	11	5	3	4	4	7	9	6	98	27	71
MEDIA	7	7	9	8	6	4	3	6	4	8	10	8	80	23	57

Tabella 2: Piovose mensili con precipitazioni superiore a 5 mm riferite al pluv. di Orto di Donna.

PRECIPITAZIONI CUMULATE MENSILI/ANNUALI															
ANNO/MESE	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	TOT	TOT INV	TOT LAV
1997	468.7	55	52	145.4	54	177.7	84.8	30.8	111.8	81.1	695.3	565.2	2521.8	1088.9	1432.9
1998	400.7	74.8	28.2	474.7	111.4	57.9	4.2	325.6	21	452	226.8	60.6	2237.9	536.1	1701.8
1999	234.5	188.6	377.1	361.7	43.2	43	21.6	280.4	115.3	433.3	277.1	513.1	2888.9	936.2	1952.7
2000	32.6	17	492.2	226.4	37.2	95.6	66	120.8	50.2	560.2	966.6	367.4	3032.2	417	2615.2
2001	496.6	99.8	799.6	224.4	104.6	30	8.6	311.6	12.6	203.8	251.4	100	2643	696.4	1946.6
2002	76.6	162.8	18	159.4	223.6	238.2	107.4	180	135	340.2	534.2	267.4	2442.8	506.8	1936
2003	208.6	149.2	53.8	265.2	16	78.8	17.8	388.6	77.4	383.6	551	429.8	2619.8	787.6	1832.2
2004	231.6	366.2	211.4	211.8	298.8	84.2	32	233.6	142	435.8	176.6	147.6	2571.6	745.4	1826.2
2005	84.4	16.6	94.4	288.2	59.8	28.8	86.2	134.6	138.6	212.2	231	389	1763.8	490	1273.8
2006	278.4	266.4	457.2	65.8	49.8	6.2	46.4	206.8	134	122.8	198.2	248.8	2080.8	793.6	1287.2
2007	344.6	416.4	186	18.8	177.2	60.4	25.8	143	99.6	122.8	195.2	125.8	1915.6	886.8	1028.8
2008	338.8	171.6	286	404.8	120.6	155.8	50.2	57	12.4	396.8	507	699.2	3200.2	1209.6	1990.6
2009	583.2	268	401.2	241.2	18	222	66.4	149.4	28.6	212.6	329.2	1020	3539.8	1871.2	1668.6
2010	253.4	431.6	105.2	130.6	372.4	352.6	95.2	274.8	158.6	421.2	818.6	725.8	4140	1410.8	2729.2
2011	243.2	152.8	275.8	40.8	24.4	256.8	59.8	310.4	7.8	389	151.2	392.2	2304.2	788.2	1516
2012	111.8	63	41.8	589.4	148.8	80.6	4.2	118.4	90.8	423	756.2	399.2	2827.2	574	2253.2
2013	315.2	166.2	845.6	371	417.2	69.8	60.2	184.6	68.6	252.2	301.8	422	3474.4	903.4	2571
2014	1143.8	608.8	198.4	81.2	139.4	118.6	262.2	99.4	76	225	663.8	140.6	3757.2	1893.2	1864
2015	232.8	211	95.2	136.2	71.2	70.6	22.6	130	98.6	490.8	61.4	14.2	1634.6	458	1176.6
2016	522.4	670.4	160.4	59.6	283.8	258	39.8	92.2	113.2	264.2	404.4	18.8	2887.2	1211.6	1675.6
2017	199.6	497.2	239.6	165	217.6	51.8	23	233.4	5.2	22.8	200.8	917.2	2773.2	1614	1159.2
2018	195.6	254.4	626	250.4	206	85.8	24.8	76	72.2	262.4	237.2	133.8	2424.6	583.8	1840.8
MEDIA	318	241	275	223	145	119	55	186	80	305	397	368	2713	927	1785

Tabella 3: Precipitazioni mensili riferite al pluviometro di Orto di Donna.

PRECIPITAZIONE CUMULATE MENSILI/ANNUALI > 5 MM															
ANNO/MESE	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	TOT	TOT INV	TOT LAV
1997	367.7	3.6	22	104	8.6	111.9	21.4	19.8	58	31.7	580.7	459	1788.4	830.3	958.1
1998	306.9	57.4	0.8	353.5	62.8	19.8	0	235.2	3.4	326.9	179.6	19.6	1565.9	383.9	1182
1999	162.9	146	267.9	240.9	13	11.4	5.4	210.8	64.3	342.8	175.1	403.9	2044.4	712.8	1331.6
2000	5	1.6	410.6	113.6	4.6	51.6	28.2	73.6	30.2	431.2	761.8	244	2156	250.6	1905.4
2001	324.2	52.2	642.8	109.2	34.2	1.8	0	200.6	2.4	131.8	151.6	51.6	1702.4	428	1274.4
2002	52.8	107	0	68.8	142.2	168	50.8	85.8	71	228.2	359	153.2	1486.8	313	1173.8
2003	138.6	136	25.2	182.8	0	40.6	2.4	333.4	41.8	259.6	431.2	319.4	1911	594	1317
2004	155	272	71.4	116.4	215.4	21.4	9.6	186.4	125.2	318.2	106.4	58.8	1656.2	485.8	1170.4
2005	63.4	0	18.4	186.6	35.2	8.6	27.2	81.4	86.4	114.8	140.6	291.8	1054.4	355.2	699.2
2006	217.2	153.8	347.6	17	10.4	0	6.6	150.8	48	61.6	108	163.6	1284.6	534.6	750
2007	225.4	334.2	88.2	0	96	16.4	3	91.4	34	61	140.6	62.8	1153	622.4	530.6
2008	243.4	107.2	148	267.2	29.6	79	19.4	22	1	304	392	584.4	2197.2	935	1262.2
2009	458	186.8	318.8	117.4	0	177.4	27.4	98.2	12.4	165.8	224.8	876.2	2663.2	1521	1142.2
2010	176	337.6	41.6	38	243.4	291.2	62.2	168.4	95.6	345.2	659.4	607.4	3066	1121	1945
2011	185	70.6	172.6	10.6	3.8	194	16.4	268.8	0	328	111.4	269.4	1630.6	525	1105.6
2012	83.4	21.4	8.6	409.8	77.6	43.6	0	48	80.6	328.6	665.6	300.2	2067.4	405	1662.4
2013	229	77.8	656	232.4	270.6	29	14.4	113.2	31.4	137	170	343	2303.8	649.8	1654
2014	1003.6	434.8	145	16.2	45	67	163.6	43	17.8	147	501.4	79	2663.4	1517.4	1146
2015	160.8	87.8	28.6	80.8	17.6	35	3	92.6	25.6	357.4	25.6	0	914.8	248.6	666.2
2016	395.8	483.4	81.8	15.6	162.8	157.6	11.2	39	78.2	176.4	294.2	0	1896	879.2	1016.8
2017	161.6	416.4	157	114.6	146.6	26.8	6.2	119.4	0	5.6	117.2	781.2	2052.6	1359.2	693.4
2018	106.4	133.6	428.8	157.8	83	40.4	0	35.4	21.6	188.6	139.4	59.4	1394.4	299.4	1095
MEDIA	237	165	186	134	77	72	22	124	42	218	293	279	1848	681	1167

Tabella 4: Precipitazioni cumulate mensili superiori a 5 mm riferite al pluviometro di Orto di Donna.

La distribuzione dei dati del campione ventennale, come evidenziato dai sottostanti grafici, fa ritenere che non sia presente una deriva di variabilità a medio-lungo termine.

D'altronde, l'elaborazione delle linee di tendenza, anche se evidenzia un lieve aumento nelle cumulate totali ed invernali, fortemente influenzate dai bienni anomali 2009-2010 e 2013-2014, nell'ultimo triennio i valori sono in linea con la prima decade del campione.

Il trend delle cumulate mensili e delle cumulate superiori a 5 mm presentano un calo rispetto al valor medio del campione.

Si ritiene pertanto che per il campione analizzato il dato di riferimento possa essere, senza commette eccessivi errori, il valor medio.

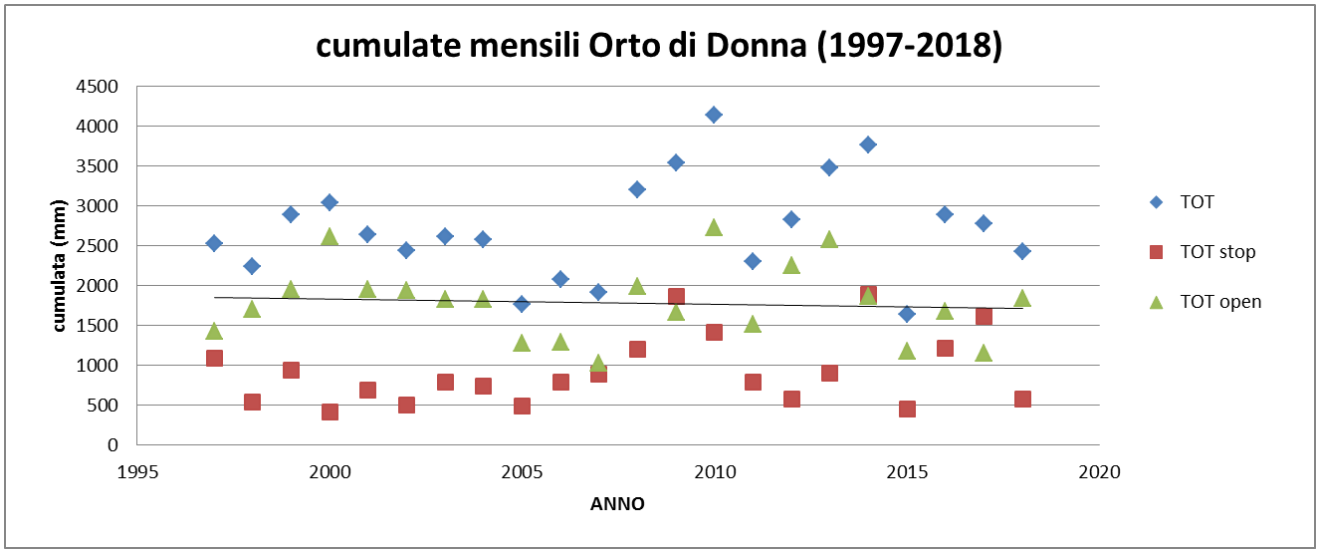


Figura 1: rappresentazione delle cumulate mensili del campione ed elaborazione delle LDT.

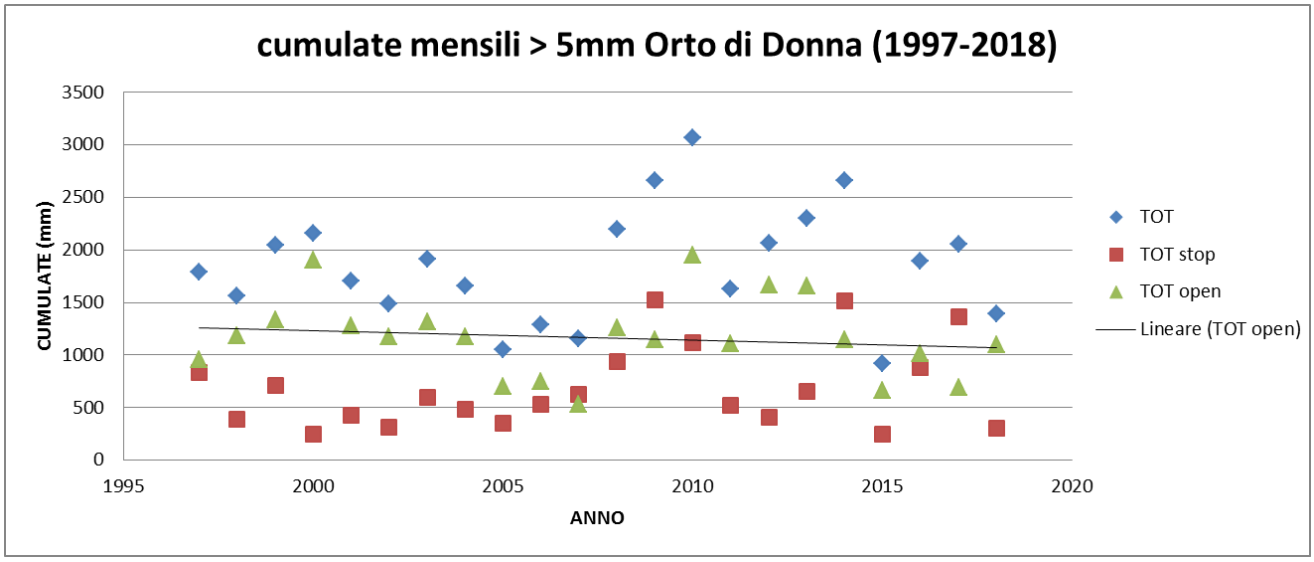


Figura 2: rappresentazione delle cumulate mensili del campione ed elaborazione delle LDT.

Le giornate piovose medie annuali risultano essere 157 ripartite in 44 per il periodo invernale di chiusura e 113 nel periodo di apertura della cava.

Tra queste le giornate piovose con cumulate tali da generare AMD sono mediamente 80 ripartite in 23 nel periodo invernale e 57 nel periodo di lavorazione.

La cumulata annuale media del periodo di riferimento risultano essere 2'713 mm ripartite in 927 mm nel periodo di chiusura e 1'785 mm nel periodo di lavorazione.

La cumulata annuale media successiva ai primi 5 mm (AMPP) risulta essere 1'848 mm di cui 681 mm nel periodo invernale di chiusura e 1'167 mm nel periodo di lavorazione.

In riferimento ai valori medi ottenuti è stato possibile stimare le volumetrie di AMPP e AMD ricadenti all'interno delle varie tipologie di superfici scolanti.

Di seguito si riporta per ogni fase i volumi ottenuti per le diverse superfici dilavate ed il volume totale di AMPP e di AMD.

Nel calcolo del volume annuale di AMPP, AMSP e AMD non è stata conteggiata l'area di posizionamento dei rifiuti estrattivi prevista per l'eventuale risistemazione ambientale intermedia o finale, dal momento che sarà alternativa all'area di cava e l'acqua ricadente nel versante vergine dal momento che la predisposizione di una cordolatura perimetrale atta ad impedire alle AMD ricadenti all'esterno del perimetro estrattivo di entrarvi.

PRIMA FASE	VOLUME AMPP EVENTO (mc)	VOLUME AMPP ANNUALE (mc)	VOLUME AMSP (AMD) ANNUALE (mc)	VOLUME TOTALE AMD ANNUALE (mc)
versante vergine*	482.28	27'490.22	112'565.20	140'055.42
cava attiva	44.80	2'553.60	10'456.32	13'009.92
area impianti	2.23	126.83	519.32	646.14
cava non attiva	117.85	6'717.45	16'503.71	23'221.16
rifiuti estr.	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTALE	**164.88**	**9'397.88**	**27'479.35**	**36'877.22**

SECONDA FASE	VOLUME AMPP EVENTO (mc)	VOLUME AMPP ANNUALE (mc)	VOLUME AMSP (AMD) ANNUALE (mc)	VOLUME TOTALE AMD ANNUALE (mc)
versante vergine*	482.28	27'490.22	112'565.20	140'055.42
cava attiva	63.25	3'605.25	14'762.55	18'367.80
area impianti	2.23	126.83	519.32	646.14
cava non attiva	99.40	5'665.80	13'919.98	19'585.78
rifiuti estr.	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTALE	**164.88**	**9'397.88**	**29'201.84**	**38'599.72**

** non conteggiate nel volume totale poiché ricadenti all'esterno dell'area di cava e convogliate al fine di non entrarvi.*

Il volume stimato di AMD che annualmente (marzo-novembre) ricadere all'interno del sito estrattivo durante l'arco progettuale risulta compreso tra 36'800-38'600 mc di cui:

- circa 9'400 mc di AMPP dei quali circa 2'500-3'600 mc ricadenti all'interno di aree attive di cava e 127 mc nelle aree impianti (Cava F).
- circa 27'500-29'200 mc di AMSP (AMDNC).

In relazione alla conformazione dell'unità estrattiva e per una corretta gestione delle AMD ivi ricadenti, sono state calcolate le superfici dei cantieri attivi (12, 13 e 28) e delle aree non attive di cave per ogni fase progettata.

PRIMA FASE	Settore	Superficie (mq)	VOLUME AMPP EVENTO (mc)	VOLUME AMPP ANNUALE (mc)	VOLUME AMSP (AMD) ANNUALE (mc)
Cantiere 12	A	1'820.00	9.1	518.7	2123.9
Cantiere 13	B	2'565.00	12.8	731.0	2993.4
Cantiere 28	C	3'775.00	18.9	1075.9	4405.4
Cantiere 28 detrito	D	800.00	4.0	228.0	933.6
TOTALE AREE ATTIVE		**8'960.0**	**44.8**	**2'553.6**	**10'456.3**
aree non attive	N	23'570.00	**117.9**	**6'717.5**	**16'503.7**
TOTALE AREE NON ATTIVE		**23'570.00**	**117.85**	**6'717.45**	**16'503.71**

SECONDA FASE	Settore	Superficie (mq)	VOLUME AMPP EVENTO (mc)	VOLUME AMPP ANNUALE (mc)	VOLUME AMSP (AMD) ANNUALE (mc)
Cantiere 12	A	4'630.00	23.15	1'319.55	5'403.21
Cantiere 13	B	2'565.00	12.825	731.03	2'993.36
Cantiere 28	C	4'655.00	23.275	1'326.68	5'432.39
Cantiere 28 detrito	D	800.00	4	228.00	933.60
TOTALE AREE ATTIVE		**12'650.00**	**63.25**	**3'605.25**	**14'762.55**
aree non attive	N	19'880.00	**99.4**	5'665.80	13'919.98
TOTALE AREE NON ATTIVE		**19'880.00**	**99.40**	**5'665.80**	**13'919.98**

4.5. MODALITÀ DI RACCOLTA E GESTIONE DELLE AMPP

4.5.1. GESTIONE DELLE AMPP INTERNE ALLE AREE ATTIVE DI CAVA

Va premesso che dall'analisi geostrutturale del sito risulta che la deformazione rigida rimane costituita da n. 4 sistemi principali e n. 1 secondario. Esiste la possibilità che i sistemi principali presentino fratture del tipo "beante"; per cui ogni qualvolta si scopra all'interno della cava una frattura beante ascrivibile a uno di questi sistemi si interviene immediatamente cementandola, in modo da impedire l'infiltrazione delle AMPP ricadenti sui piazzali attivi, rendendoli di fatto impermeabili.

Al fine di raccogliere e trattare le AMPP che ricadono sulle superfici scolanti all'interno dell'unità estrattiva ed impedire che si infiltrino e/o defluiscano liberamente all'esterno della cava la Società, come illustrato nelle Tavv.9 (a-b), ha provveduto a:

- evitare la dispersione nel sottosuolo di eventuali sostanze presenti nelle aree attive, come sopra;
- realizzare una serie di cordoli impermeabili perimetrali ai vari piazzali;
- realizzare dei dossi sormontabili in corrispondenza delle rampe interne;
- allestire dei punti di presa (P) per le AMPP ricadenti nei punti morfologicamente più bassi dei piazzali attivi.

Il punto di presa, circondato dalla "riesta" terrosa impermeabile o dalla cordolatura detritica cementata, ha lo scopo di impedire la diffusione incontrollata delle AMD all'esterno del sito ed in subordine di far sedimentare l'eventuale carico solido trasportato. La penuria di acqua in cava, determinata all'assenza nelle vicinanze di una sorgente da cui caparla, fa sí che difficilmente si abbia un eccesso della stessa da farla evaporare in loco e/o farla defluire all'esterno della cava lungo un limitrofo impluvio. Una volta seccata l'acqua attorno il punto di presa si procede alla rimozione del carco solido eventualmente ivi depositato. A tal fine si pone un impianto a sacchi filtranti all'interno del punto di presa e si riempie il sacco di marmettola. L'acqua contenuta in essa defluirà dal sacco e si accumulerà all'interno del punto di presa stesso, cosí da poterla poi pompare verso la vasca metallica dove sarà depurata.

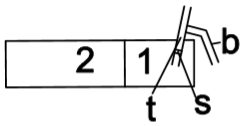
Le acque captate al punto di presa (P) saranno convogliate per caduta, tramite una tubazione all'interno di vasca metallica collocata a quota inferiore e di capacità tale da contenere gli afflussi determinati sulla base della quantità di AMPP ricadenti all'interno del piazzale.

La tubazione di afflusso sarà munita di biforcazione, a monte della vasca, che, una volta chiusa per raggiungimento della capacità della vasca di contenere le AMPP, permetterà la fuoriuscita delle AMSP (acque meteoriche di seconda pioggia) lungo il versante, per proseguire il deflusso naturale. Queste seconde acque sono da considerarsi AMDNC, perché il rischio di contaminazione da parte di idrocarburi dovuti a perdite dalle pale e/o escavatore è assente; in quanto vanificata dall'elevata tecnologia raggiunta in dette macchine e dalla periodica manutenzione a cui sono sottoposte.

La capacità delle vasche è stata definita in funzione dei volumi di prima pioggia (5mm*area servita) ricadenti all'interno del piazzale considerato. La capacità è tale da contenere il volume liquido previsto più una quota parte per un'eventuale trasporto solido (+10%).

Una volta raggiunto il livello di colmo il galleggiante nella vasca azionerà la saracinesca per far defluire, attraverso il by-pass, le AMD verso il naturale deflusso superficiale.

SCHEMA INDICATIVO VASCHE AMPP



Vasca metallica (12-50mc) suddivisa in due setti per ricezione e depurazione AMPP e dispersione AMSP tramite by-pass

1) sottovasca di ricezione AMPP e sedimentazione carico solido
2) sottovasca di ricezione AMPP depurate da setto per invio a stoccaggio
t) tubazione raccolta AMD verso sottovasca
s) saracinesca separazione AMPP/AMSP(AMDNC)
b) by-pass per AMDNC

Le vasche saranno suddivise da un setto in due comparti, al fine di permettere una prima depurazione per sedimentazione del carico solido trasportato.

Entro le 48 ore dall'evento meteoriche le vasche saranno svuotate sia delle AMPP che dell'eventuale residuo solido che sarà gestito come "marmettola", cosí da poter disporre della effettiva capacità di contenimento in caso di ripetuto evento piovoso.

Allo scopo di definire la massima estensione della superficie scolante esistente a monte della cava, si è tenuta in considerazione anche l'esistenza delle strade d'arroccamento che, caratterizzate da sedi stradali inclinate verso l'interno incanalano l'acqua meteorica lungo tale lato, in modo che i deflussi siano condizionati e incanalati verso punti esterni alla cava altrimenti non raggiungibili.

PRIMA FASE	Settore	VOLUME AMPP EVENTO (mc)	VOLUME VASCA AMPP (mc)
Cantiere 12	A	9.1	10
Cantiere 13	B	12.8	15
Cantiere 28	C	18.9	25
Cantiere 28 detrito	D	4.0	5
TOTALE		40.8	55.0
SECONDA FASE	Settore	VOLUME AMPP EVENTO (mc)	VOLUME VASCA AMPP (mc)
Cantiere 12	A	23.2	25
Cantiere 13	B	12.8	15
Cantiere 28	C	23.3	25
Cantiere 28 detrito	D	4.0	5
TOTALE		59.3	65.0

Si ricorda comunque che l'ubicazione del singolo punto di presa all'interno della fase, e di qualsiasi altro componente l'impianto di raccolta e depurazione acque, non è da considerarsi assoluta; in quanto la stessa può subire modificazioni, sia all'inizio che durante la fase, dovute a cause di natura morfologica, logistica e/o di pendenza assunta dai piazzali nella loro realizzazione, rispetto al progettato.

4.5.2. GESTIONE DELLE AMPP INTERNE ALL'AREA IMPIANTI

Si ricorda che nella Cava IL non è presente un'area servizi e sarà pertanto utilizzata quella della Cava F attiva e già autorizzata. La superficie delle strade invece è stata conteggiata all'interno delle superfici delle area attive di cava (A, B e C) o in alternativa delle aree non attive (N) e l'acqua ricadente segue la medesima gestione prevista per le AMPP e le AMD ivi ricadenti. Si ricorda che le AMD ricadenti sulla viabilità, come quelle ricadenti nelle superfici di cava attiva presentano la possibilità di trasportare residui solidi, mentre il rischio di trasporto di idrocarburi, come conseguenza di potenziali perdite di olio da pala e/o escavatore, data l'elevata tecnologia raggiunta in dette macchine, e la periodica manutenzione a cui sono sottoposte, è assente.

L'ordinaria manutenzione dei mezzi meccanici, che avviene non prima di aver raggiunto le 500 ore lavorative, è svolta, una o al massimo due volte l'anno, all'interno della piazzola (9), cementata e cordolata, dell'area servizi di q. 1'332.50 m s.l.m.. Se per rottura del mezzo, tale che lo stesso non possa essere spostato, la manutenzione straordinaria potrà avvenire solamente in cava; e, se possibile, sarà svolta in un'area marginale al piazzale o

dove la macchina si è rotta. Il manutentore la condurrà seguendo le sotto indicate metodologie operative, che rimarranno sempre controllate dall'addetto del mezzo meccanico di cava:

- collocamento al di sotto della macchina di serbatoio atto a contenere tutto l'olio esausto da sostituire, contenuto a sua volta in un serbatoio con capacità superiore al primo;
- inserimento all'interno del predetto serbatoio di una pompa elettrica che consente, tramite tubazione, di trasferire l'olio esausto all'interno del contenitore collocato nel furgone del manutentore;
- rimozione del serbatoio sottostante il mezzo solo dopo che lo stesso sia completamente vuoto;
- inserimento dell'olio vergine all'interno del mezzo;
- rimozione dei contenitori di olio vergine ed esausto vuoti, delle attrezzature e di quanto sia stato servito per la manutenzione.

Inoltre, l'area dei servizi è limitata da un cordolatura con punto di presa (P), atto a raccogliere i primi 5 mm di pioggia. Le AMPP che si accumula al punto di presa (P) defluisce all'interno della vasca metallica, sita a q. 1'325.0 m s.l.m, suddivisa in due sottovasche, con capacità complessiva di 20mc. La sedimentazione avviene all'interno della sottovasca 1 poi l'acqua sfiora, attraverso il setto, nella sottovasca 2 e quando il livello raggiunge il tubo di troppo pieno defluisce verso il disoleatore

4.5.3. GESTIONE DELLE AMPP RICADENTI SU AREE VERGINI

Al fine di impedire all'acqua ricadente a monte della viabilità o dell'area attiva di defluire in cava si prevede la realizzazione di un cordolo posto lungo i gradoni residuali perimetrali o a monte della viabilità di arroccamento (fosso di guardia). In questo modo l'acqua meteorica priva di inquinanti potrà seguire un deflusso superficiale senza entrare in zone potenzialmente contaminate.

4.5.4. GESTIONE DELLE AMPP RICADENTI SU AREE NON ATTIVE

Come precedentemente calcolato le AMPP ricadenti in aree non attive (N), ivi compresa la viabilità interna, viene stimata tra 100-118 mc nell'arco progettuale.

La morfologia dell'unità estrattiva fa si che l'acqua ricadente all'interno di queste zone vada ad accumularsi all'interno del piazzale basale del Cantiere 12, posto a q.1'274.0m s.l.m., impermeabile per caratteristiche fisiche/morfologiche poiché:

- l'ammasso roccioso che ne costituisce il fondo è abbandonato da decenni e l'impermeabilizzazione delle fratture beanti è avvenuta mediante l'infiltrazione di materiale terrigeno in sospensione durante gli eventi meteorici.

- l'area rimane circoscritta dai fronti residuali e comunque il fondo si presenta in depressione rispetto alla viabilità di comparto.

In questo modo l'area sarà adibita a bacino di sedimentazione/decantazione avente capacità superiore a 250mc, ovvero più che doppia rispetto alle esigenze volumetriche. Si procederà inoltre a realizzare uno sfioro a circa 0.50m da terra al fine di permettere alle acque decantate di proseguire il naturale deflusso per mezzo di canalizzazione di raccordo.

Le acque sedimentate entro 48 ore dall'evento l'area saranno esaminata ed eventualmente svuotata mediante impianto di pompaggio (P) . In caso di fratture beanti non impermeabilizzate "naturalmente" si procederà a cementazione.

4.5.5. GESTIONE DELLE AMPP RICADENTI NELL'AREA RIFIUTI ESTRATTIVI

Non sono presenti aree destinate all'accumulo di rifiuti di estrazione.

4.6. MODALITÀ DI RACCOLTA E GESTIONE DELLE AMD

4.6.1. GESTIONE DELLE AMD INTERNE ALLE AREE ATTIVE DI CAVA

Premesso che, per la gestione delle AMD ricadenti all'interno delle aree attive di cava, vale quanto sopra esposto per gli interventi da eseguirsi sulle fratture beanti e per gli escavatori e le pale, le AMD saranno gestite secondo il seguente criterio.

Le AMDSP, scorrendo su un piazzale già percorso dalle acque AMPP, si possono considerare come AMDNC, in quanto il carico solido giacente sui piazzali è già stato asportato dalle prime. Il ciclo di gestione delle AMDSP prevede che affluiscano al punto di presa e da questo si incanalino all'interno della condotta fino a raggiungere la saracinesca, dove trovandola sbarrata, perché nella vasca metallica, di capacità dimensionata, si sé già accumulata la quantità di AMPP corrispondente ai 5 mm ricadenti sulla superficie sottesa, il flusso idrico è deviato dal by-pass all'esterno e si disperde nel pendio naturale.

Per lo stoccaggio delle AMD ricadenti all'interno delle aree di cava si prevede l'installazione ex-novo di serbatoi metallici che consento di accumulare circa 50mc ed il collegamento alle stazioni idriche già presenti per la Cava F

Nel dettaglio le nuove stazioni idriche (la cui posizione in planimetria è indicativa) potranno accumulare:

D1 acque depurate cantiere 12 stoccate in serbatoio/i da 10 mc;

D2+D3 acque depurate cantiere 28 stoccate in serbatoio/i da 30 mc;

D4 acque depurate cantiere 13 stoccate in serbatoio/i da 10 mc.

4.6.2. GESTIONE DELLE AMD INTERNE ALL'AREA IMPIANTI

Le AMD che cadono all'interno dell'area impianti saranno trattate come le AMPP descritte nel paragrafo 4.5.1. In particolare, queste si accumuleranno al punto di presa P, per poi defluire nella sottostante vasca metallica, capacità complessiva di 20mc, dove subiscono una prima depurazione del carico solido (sottovasca 1 e in subordine sottovasca 2), per poi essere ulteriormente depurate dagli eventuali idrocarburi, impianto di disoleatore, che possono acquisire nel tragitto interno all'area impianti.

Le acque depurate sono convogliate nei serbatoi della Stazione D1(F), capacità totale 27mc, e successivamente possono affluire al serbatoio della Stazione D2(F), capacità 12mc, e ancora ai 2 serbatoi della Stazione D3(F), capacità totale 25mc, secondo lo schema riportato nella Tav. 9a-b.

4.6.3. GESTIONE DELLE AMDNC RICADENTI IN AREE VERGINI

A questa categoria sono ascritte tutte le acque meteoriche che cadono nell'area esterna alla cava, Tav. 9a-b e che la cordolatura posta lungo il perimetro di cava impedisce alle stesse di affluirvi dentro.

Queste acque scorrono in parte su una morfologia rocciosa, coefficiente di deflusso del Grezzone 50%, e su una vasta area boschiva dove la natura compatta del suolo e la vegetazione, nonostante la morfologia abbia valori di acclività ≥10%, impedisce di fatto alle acque defluenti di caricarsi di particelle solide terrigene.

La vastità delle aree vergini ammonta a circa 26'361.0mq, che genera un flusso idrico di circa 162.0mc, applicando un coefficiente di deflusso di 0.3 come prevede l'Allegato 5 del DPGR 46/R; in quanto detta area non è impermeabile.

4.6.4. GESTIONE DELLE AMDNC RICADENTI NEI PIAZZALI NON ATTIVI DI CAVA

Fin dall'inizio della prima fase esistono aree di cava dismesse dove non avviene alcun tipo di operazione. In considerazione di ciò, le acque che ricadono all'interno di queste zone sono da considerarsi AMDNC, per cui si possono direttamente scaricare lungo il versante e/ o farle convogliarle all'interno dei serbatoi delle stazioni idriche, nel caso ci sia penuria di acqua. Vista la conformazione dell'unità estrattiva, che permette di raccogliere queste acque all'interno del piazzale non coltivato di q. 1'275.0 m s.l.m. si prevede di posizionare all'interno di questo piazzale un bacino di decantazione/sedimentazione avente capacità superiore a 250.0mc dotato di sfioro a circa 0.5m dal piano di calpestio, che permetta il deflusso naturale delle acque una volta sedimentate, e di punto di presa (P) che possa essere connesso alla tubazione di distribuzione delle acque depurate.

4.6.5. GESTIONE DELLE AMD RICADENTI NELL'AREA RIFIUTI ESTRATTIVI

Non sono presenti aree destinate all'accumulo di rifiuti di estrazione.

4.7. VALUTAZIONE RIMOZIONE INQUINANTI DA TRATTAMENTO

Come già detto, la rimozione degli inquinati rappresentati dal:

1) carico solido che le acque acquisiscono durante il loro deflusso nelle aree di cava avviene:
   a) direttamente ai piedi del taglio e/o perforazione mediante impianto sacchi filtranti, per le granulometrie più fini, e/o mediante insaccamento per le granulometrie più grossolane;

b) attraverso la sedimentazione all'interno di vasche metalliche suddivise da un setto;

2) carico di idrocarburi avviene facendo depurare le AMPP di prima pioggia dell'area impianti da un disoleatore.

Il materiale solido depurato sarà temporaneamente stoccato in cava e poi conferito a Ditta Specilizzata nel suo trattamento; mentre l'olio derivante dalla depurazione delle acque dell'area impianti sarà consegnato al relativo Consorzio di Recupero.

4.8. GESTIONE DELLA AMD A SEGUITO DEL PIANO DI RISISTEMAZIONE AMBIENTALE

Si premette che il piano di risistemazione ambientale non prevede la realizzazione di aree di accumulo di rifiuti estrattivi permanenti ma che tutto il materiale derivato dalla coltivazione verrà allontanato. Pertanto non saranno necessari impianti di gestione delle AMD. Ciò nonostante verrà mantenuto il Bacino di Sedimentazione/Decantazione a q. 1'275.0m s.l.m. nel Cantiere 12 ove potranno convogliare le acque provenienti dalla viabilità, dalle aree non attive di cava e dalle ex-aree attive di cava. In modo speditivo all'interno delle aree sopracitate si stima l'arrivo di circa 160-165mc di AMPP per evento; la struttura, avente volume superiore a 250mc,rimane idonea alla gestione delle AMPP e mediante sfioro a circa 0.5m dal piano di calpestio permette il naturale deflusso delle acque depurate del carico solido.

5. PIANO DI PREVENZIONE E GESTIONE

5.1. FREQUENZE E MODALITÀ OPERAZIONI PULIZIA LAVAGGIO SUPERIFICI SCOLANTI

All'interno del sito estrattivo sono state distinte le superfici scolanti ascrivibili al versante vergine, alle aree di cava non attiva ed alle aree di cava attiva/impianti.

Le aree di versante vergine per il solo fatto che si presentano allo stato naturale vengono considerate indisturbate; le aree di cava non attiva, invece, sono aree dove si è sviluppata precedentemente l'azione antropica, ma tuttavia si presenteranno, terminate le attività prive di potenziali sostanze inquinanti.

Pertanto le attività di pulizia e lavaggio delle superfici scolanti sono da riferirsi alle sole aree di cava attiva ed aree servizi/impianti con le seguenti modalità.

Durante le attività di taglio al monte e riquadratura saranno adottati gli accorgimenti precedentemente illustrati al fine di evitare la dispersione nel piazzale dello sfrido di lavorazione.

Durante le attività a secco (tagliatrice a catena) lo sfrido prodotto verrà direttamente palato all'interno di sacchi da avviare a recupero una volta riempiti;

Durante le attività che necessitano di raffreddamento liquido (taglio con filo diamantato) si provvederà a cordolare l'area di lavoro al fine di contenere la marmettola in aree circoscritte nei pressi del taglio. Durante la lavorazione la stessa sarà pompata ad un sacco filtrante che permetterà una prima separazione della fase liquida da quella solida sviluppando un ciclo chiuso durante l'attività. Terminate le operazioni di taglio si procederà a rimuovere il cordolo ed a rimuovere la marmettola residua sul piazzale mediante l'impiego dei mezzi meccanici (bobcat e pala gommata). Il materiale raccolto sarà stoccato all'interno del cassone predisposto e successivamente avviato a riciclo come rifiuto attraverso conferimento a ditta autorizzata.

La pulizia/lavaggio delle superfici scolanti sarà eseguita ogni volta si presenti una delle attività viste sopra e comunque almeno una volta a settimana sarà eseguita la completa pulizia dei piazzali attivi di cava.

Di seguito si riportano le attività tipo, che saranno illustrate agli addetti e che potranno essere annotate all'interno del REGISTRO DI PULIZIA da tenere presso gli uffici della cava:

ATTIVITA' GIORNALIERA

- raccolta manuale materiale fine (pala);
- raccolta materiale fine con mezzi meccanici (pala gommata – bobcat);
- controllo livello idrico vasche AMPP;
- controllo livello idrico depositi idrici D;
- verifica quantitativi marmettola stoccata nel cassone;
- verifica eventuali sversamenti idrocarburi;

- verifica ed eventuale rifacimento cordoli contenimento;
- verifica delle componenti elettriche/meccaniche degli impianti di raccolta (pompe, saracinesche, galleggianti);

ATTIVITA' SETTIMANALE

- pulizia generale dei piazzali con mezzi meccanici (pala gommata – bobcat);

ATTIVITA' ECCEZIONALE

- svuotamento completo delle vasche AMPP verso depositi di stoccaggio delle acque chiarificate da riutizzare in cava ed eventuale pulizia del residuo solido dopo ogni evento meteorico inteso;
- verifica della piazzola di manutenzione dei mezzi ad ogni manutenzione ordinaria o straordinaria dello stesso;

5.2. PREVENZIONE INQUINAMENTO AMD

Si premette che:

- tutte le fratture beanti e le fasce cataclastiche che dovessero presentarsi nei piazzali attivi di cava saranno sigillate al fine di impedire la dispersione nel sottosuolo delle acque ivi scolanti;
- l'attività di coltivazione viene sospesa in caso di precipitazioni abbondanti;
- l'attività di coltivazione viene sospesa nel periodo invernale per ghiaccio e neve.

Tali accorgimenti da soli limitando l'attività di cava limitano di fatto anche il potenziale inquinamento delle AMD scolanti all'interno del sito estrattivo.

Durante il periodo di apertura della cava, almeno una volta a settimana, e prima di eventi meteorici significativi, i piazzali saranno ripuliti dai residui della lavorazione mediante l'impiego dei mezzi meccanici ed il materiale raccolto sarà stoccato all'interno del cassone adibito predisposto e successivamente avviato a riciclo come rifiuto attraverso conferimento a ditta autorizzata. In questo modo le AMD si limita la possibilità che le AMD scolanti sulle superfici attive possano attivare trasporto solido di materiale di sfrido.

Successivamente, allo scopo di abbattere ulteriormente la probabilità di inquinamento, ad ogni evento meteorico le AMPP che ricadono sui piazzali di cava vengono separate dalle AMSP (AMDNC) e raccolte in vasche opportunamente dimensionate che permettono la sedimentazione dell'eventuale frazione solida trasportata. Le AMPP stesse, una volta depurate, vengono inviate ai depositi di stoccaggio per essere reimpiegate all'interno del ciclo di lavorazione e pertanto separate definitivamente dalla AMSP (AMDNC) che riprendono il naturale deflusso.

Nell'area impianti, ove sussiste una limitata possibilità di sversamenti di idrocarburi verranno raccolte e trattate sia le AMPP che le AMSP, che una volta depurate saranno avviate ai depositi di stoccaggio per reintegrare il ciclo chiuso di lavorazione.

5.3. PROCEDURE INTERVENTO TRATTAMENTO PER SVERSAMENTI ACCIDENTALI

Tale procedura ha lo scopo di individuare una serie di interventi atti a ridurre/ evitare la probabilità che, nell'ambito delle attività di coltivazione della cava, sostanze inquinanti entrino in contatto con le acque meteoriche dilavanti.

Tali sostanze possono essere oli esausti, filtri, batterie, carburante e lubrificanti.

Per quanto riguarda oli esausti, filtri e batterie queste vengono conservati all'interno di contenitori metallici posti all'interno di un container con pavimentazione impermeabile e vengono smaltiti, all'occorrenza, da ditta autorizzata.

Il carburante è conservato all'interno di un serbatoi a norma di legge;

I lubrificanti sono conservati nel container ad uso officina/magazzino.

5.3.1. PROCEDURE

Nel caso di sversamento si prevede l'impiego di prodotti assorbenti gli idrocarburi conservati all'interno del container adibito a magazzino. Il prodotto, una volta assolta la sua funzione deve essere raccolto in sacchi impermeabili e smaltito da ditta autorizzata.

Nel caso in cui lo sversamento avvenga su piazzale di cava, premesso che la sigillatura delle geostrutture aperte impedisce un deflusso sotterraneo, l'idrocarburo viene raccolto in sacco impermeabile, insieme allo sfrido di taglio contaminato, e smaltito da ditta autorizzata separatamente dalla marmettola generalmente raccolta per le normali attività di taglio. Le attività di rifornimento carburante e manutenzione ordinaria/straordinaria dei mezzi meccanici vengono eseguiti su piattaforma cementizia impermeabilizzata posta a lato del deposito carburante. In caso di accidentale guasto in cava ed impossibilità di movimentare il mezzo si procederà pulendo l'eventuale idrocarburo sversato nelle modalità descritte precedentemente e successivamente apponendo sotto alla macchina un telo impermeabile al fine di circoscrivere l'eventuale perdita fino all'intervento di personale specializzato.

5.3.2. INFORMAZIONE E FORMAZIONE

Le procedure sopra descritte volte a prevenire e mitigare saranno efficaci solo con il coinvolgimento attivo di tutto il personale di cava.

Allo scopo di aumentare la sensibilizzazione degli addetti verso una maggior tutela dell'ambiente ed in particolare delle risorse idriche si procederà ad integrare la riunione periodica prevista dal D.Lgs624/96 con interventi di formazione ed informazione mirati.

Carrara, 19.11.2021

Il Legale Rappresentante
Sig. Giancarlo AGNESINI

BIANCO ROYAL SRL
SEDE LEGALE: Via XX Settembre, 1
54033 CARRARA (MS)
Tel. 0585.841695 - Fax 0585.840223
Cod. SDI M5UXCR1
C.F. e P. IVA IT01279870453

Il Tecnico
Dott. Ing. Giacomo DEL NERO

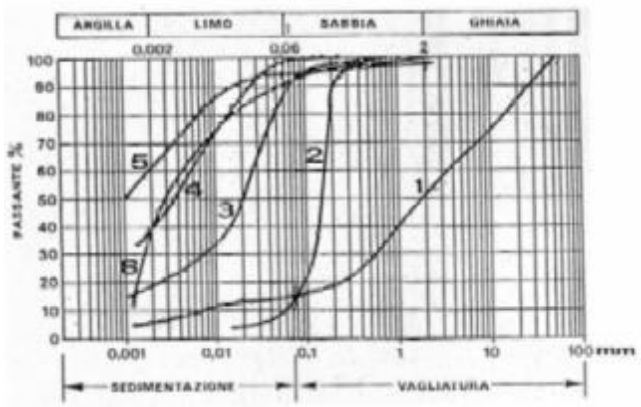
ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI MASSA CARRARA
Giacomo Del Nero
SEZIONE A N° 917
Ingegnere civile ambientale ed edile

ALLEGATI

1) NOTE ESPLICATIVE INERENTI LA NATURA, LA COSTRUZIONE E IL DIMENSIONAMENTO DEL CORDOLO PERIMETRALE ATTO A CONTENERE LE ACQUE METEORICHE ACCUMULATESI ALL'INTERNO DEL PIAZZALE.

Va sottolineato che il materiale utilizzato per la costruzione dei cordoli di contenimento sia delle acque reflue che delle AMD è costituito da limo-argilloso, all'interno della quale si trova una frazione più grossolana costituita da elementi litoidi con diametro da millimetrico a centimetrico.

Il primo litotipo possiede una granulometria compresa nell'intervallo 3,90-62,5 µm, quindi una granulometria che lo colloca naturalmente all'interno della classe "terreni impermeabili", mentre il secondo litotipo che forma lo scheletro del materiale, è costituito da elementi litoidi con granulometria compresa nell'intervallo 2<ϕ<40 mm, quindi classificabile nel range "ghiaia-ghiaia molto fine", vedi diagrammi.



1.GHIAIA CON SABBIA DEBOLMENTE LIMOSA	Terreno non coesivo, ben classato
2. SABBIA DEBOLMENTE LIMOSA	Terreno monogranulare; U = D60/D10 ≥3
3.LIMO ARGILLOSO DEBOLMENTE SABBIOSO, di bassa plasticità (ML), non attivo	wl = 32; wp = 26; Ip = 6; A = 0,3
4.LIMO CON ARGILLA, di bassa plasticità (CL) non attivo	wl = 45; wp = 25; Ip = 20; A = 0,5
5.LIMO CON ARGILLA, altamente plastico (CH) attivo	wl = 80; wp = 30; Ip = 50; A = 1,2 La curva granulometrica e, quindi, il contenuto argilloso è analogo al precedente, ma essendo maggiori o più attivi i minerali argillosi i limiti sono diversi
5. ARGILLA CON LIMO, altamente plastica (CH), non attiva	wl = 62; wp = 24; Ip = 8; A = 0,6 Inattivo pur essendo CF maggiore del caso precedente (diversi minerali argillosi)
6. ARGILLA TORBOSA (OH), organica	wl = 154; wp = 53; Ip = 101; A = 0,28 Per contenuti organici elevati la definizione granulometrica, trattandosi di elementi vegetali, frustoli, perde significato.

Intervallo dimensionale (metrico)	Classi granulometriche (Wentworth)[1]
> 256 mm	Massi (Boulder)
256 - 64 mm	Ciottoli (Cobble)
64 - 4 mm	Ghiaia (Pebble)
4 - 2 mm	Ghiaia molto fine (Granule)
2 - 1 mm	Sabbia molto grossolana (Very coarse sand)
1 - 1/2 mm	Sabbia grossolana (Coarse sand)
1/2 - 1/4 mm	Sabbia media (Medium sand)
1/4 - 1/8 mm	Sabbia fine (Fine sand grain)
1/8 – 1/16 mm	Sabbia molto fine (Very fine sand grain)
1/16 – 1/256 mm	Silt (Silt)
< 1/256 mm	Argilla (Clay particle)

Inoltre, il compattamento meccanico, mediante i mezzi da cava lo rende maggiormente impermeabile riducendonei già minimi vuoti presenti nella naturale struttura.

Il cordolo costruito ha forma prismatica triangolare, con sezione isoscele, con altezza 1 m, cosí da conferire ai lati della struttura una pendenza di 45°.

In relazione alla natura, alla granulometria, alla dimensione, alla forma e al costipamento subito il cordolo oltre a svolgere la funzione di arginatura impermeabile

sviluppa, anche una funzione di arginatura strutturale alla caduta delle persone verso il vuoto.

Si ricorda che la miscela tra limo e argilla è il materiale naturale comunemente utilizzato negli invasi al fine di renderne impermeabile il fondo.

5.3.2.1. VERIFICA DI MASSIMA ALLA SPINTA IDRODINAMICA

In relazione a quanto enunciato, per ragioni cautelative, il cordolo può essere assimilato ad una briglia in terra soggetta a una spinta idrodinamica normale.

Da formulazione empirica (Manuale degli Ingegneri Civili ed Ambientali) lo spessore minimo della soglia (in metri) risulta:

$$s > \frac{u^2}{9}$$

dove: u= velocità della corrente idrica (m/s)
s= lo spessore della "briglia" in questo caso 2.00 m.
9 = coefficiente

Noto lo spessore del cordolo, invertendo la formula vista sopra, si ottiene la velocità massima della corrente idrica a cui può essere sottoposto il cordolo:

$$u < 3\sqrt{s} = 3 \text{ m/s}$$

In considerazione che l'acqua ricadente all'interno dei piazzali ha energia cinetica E_c=0 nel momento successivo all'impatto, la stessa possiede velocità nulla; per cui percorrendo i piazzali suborizzontali non potrà mai raggiungere il valore di 3 m/sec necessario a danneggiare il cordolo.

5.3.2.2. VERIFICA STRUTTURALE ALLA SPINTA IDROSTATICA

La condizione di funzionalità del cordolo posto ai bordi del piazzale di cava, a carattere prettamente sub-orizzontale, consente di ipotizzare senza grosse approssimazioni che: sia durante i normali eventi piovosi, sia durante il manifestarsi di eventi alluvionali, l'acqua possa raggiungere la struttura a velocità pressoché trascurabile e pertanto si può ritenere che l'opera sarà soggetta unicamente a una spinta di natura idrostatica.

L'energia (velocità) di eventuali venute d'acqua che cade sul piazzale e/o proveniente dalle soprastanti bancate e versanti sarà inizialmente annullata con al caduta sul piazzale di cava, per poi essere mitigata dalla pendenza suborizzontali dello stesso.

Il cordolo, di spessore medio 1.00 m e altezza di circa 1.00 m, sarà verificato a scorrimento e ribaltamento ad opera della pressione idrostatica dovuta ad una colonna d'acqua di pari all'altezza.

5.3.2.3. VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

La resistenza allo scorrimento è data dalla seguente formulazione:

$$R = F_R = \left(V - S_{V_v}\right) tan\,\varphi = \mathbf{9.9\ KN/m}$$

dove: V = P * A = 1800 Kg/mc * 1.00 m*2.00 m/2.00= 1800 Kg/mc = 17.7 KN/m è il peso dell'arginatura per unità di lunghezza dato dal peso specifico della miscela granulometrica costituente il cordolo per la sezione media;

$$S_{V_v} = K_v \mathrm{V} = 0.53\ \mathrm{KN/m}$$

è l'inerzia sismica verticale dovuta al peso proprio dell'argine;

φ= 30° è l'angolo di attrito interno argine-base di fondazione;

Le azioni destabilizzanti previste sono invece dovute al carico idrostatico dell'acqua, nonché per estensione al caso sismico, alle azioni derivanti dall'inerzia del deposito detritico e dell'opera di sostegno.

Per calcolare le spinte attive è stato ipotizzato un'altezza idrostatica di 1,00 metro dal piano di calpestio del piazzale.

Di conseguenza il cordolo risulta sollecitato dalla spinta idrostatica, nonché dai contributi orizzontali dell'inerzia sismica.

$S = F_I = P_{a_w} + S_{P_{a_w}} =$ **5.5 KN/m**

$P_{a_w} = \frac{1}{2}\gamma_w {H_w}^2$=4.91 KN/m è la spinta idrostatica,

dove:

γ_w=9.81 KN/m^3 è il peso specifico del fluido;

H_w=1.00 m è l'altezza idrostatica dal piano di posa.

$S_{P_{a_w}} = K_h P_{a_w}$= 0.59 KN/m è l'inerzia sismica orizzontale dovuta alla spinta idrostatica;

La verifica effettuata risulta soddisfatta con un Fattore di Sicurezza:

FS = 1.8

5.3.2.4. VERIFICA A RIBALTAMENTO

La verifica al ribaltamento consiste nell'imporre l'equilibrio alla rotazione intorno al punto di valle con quota inferiore del cordolo, valutando le azioni ribaltanti e quelle stabilizzanti. Per ipotesi un eventuale ribaltamento dell'opera, può avvenire per rotazione attorno allo spigolo di valle della base dell'argine.

In generale la spinta che l'acqua esercita sul cordolo è data dalla forza ribaltante P_a, e dai contributi inerziali orizzontali S_h dovuti al peso proprio del cordolo; la forza stabilizzante è rappresentata invece dal peso proprio del cordolo V e dal contributo inerziale verticale S_v dovuto al peso dello stesso elemento di sostegno (positivo o negativo in funzione della direzione del sisma). Chiamati b_{ji} le braccia delle forze i-

esime lungo l'asse j-esimo rispetto ad O, e considerando positivi i momenti in senso antiorario, vengono definiti il Momento Resistente R ed il Momento Sollecitante S:

$$R = M_R = \left(V - S_{V_v}\right) b_{Vx} = \mathbf{17.12\ KN\ m/m}$$
$$S = M_S = \left(P_{a_w} + S_{P_{a_w}}\right) b_{Py} + S_{V_h} b_{Vy} = \mathbf{2.16\ KN\ m/m}$$

La verifica $R_d \geq S_d$ effettuata agli stati limite risulta soddisfatta con un Fattore di Sicurezza

FS=7.9

La scelta di utilizzare nella realizzazione dei cordoli il materiale limo-argilloso proveniente dalla grigliatura del detrito prodotto in cava, oltre che motivata dalla sua natura è dovuta alla facile reperibilità in cava. Soluzioni alternative come la costruzione di cordoli in cemento alti 1 m causerebbero la produzione di "rifiuti" ogni qualvolta si apra un nuovo ribasso, oltre che non garantire la perfetta impermeabilità nei pressi della discontinuità marmo-cemento a causa della irregolarità del fondo di cava.