

PROVINCIA DI MODENA COMUNE DI MODENA

Settore Ambiente e Protezione Civile
Ufficio Attività Estrattive

OGGETTO

**ATTUAZIONE DEL PIANO DELLE ATTIVITÀ
ESTRATTIVE DEL COMUNE DI MODENA.
POLO ESTRATTIVO INTERCOMUNALE N. 5
PEDERZONA - FASE A.**

DATA EMISSIONE

DATA RILIEVO

FILENAME

REV. N.

IN DATA

13-115-112-C-R5i_comp.pdf

0

02/01/2015

PROGETTO

STUDIO IMPATTO AMBIENTALE

**PIANO DI COLTIVAZIONE E
SISTEMAZIONE CAVA DI GHIAIA
E SABBIA "AREA-I12"**

TITOLO

NOTA INTEGRATIVA

ELAB.

SCALA

PROPRIETÀ

BETONROSSI S.P.A.

Via Caorsana, 11 - 29122 Piacenza (PC)

ESERCENTE

BETONROSSI S.P.A.

Via Caorsana, 11 - 29122 Piacenza (PC)

PROGETTISTA

Dott. Geol. Stefano Cavallini

GEODES s.r.l.

Via Michelangelo, 1 - 41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Tel: 059-536629 - Fax: 059-5331612
e-mail: geodes.srl@tiscali.it
PEC: geodes@pec.geodes-srl.it

Reg. Impr. Modena n° 02625920364
Cap. Soc. 10.200 euro i.v.
C. F. e P. IVA: 02625920364

COLLABORATORI

Ing. Lorenza Cuoghi

Dott. Geol. Mara Damiani

CONSULENZE SPECIALISTICHE

Studio Geologico Associato

DOLCINI - CAVALLINI

Via Michelangelo, 1 - 41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Tel: 059-535499 - Fax: 059-5331612
e-mail: sgado@tiscali.it
PEC: geodes@pec.geodes-srl.it
C. F. e P. IVA: 02350480360

A norma di legge ci riserviamo la proprietà dell'elaborato con divieto di riprodurlo o renderlo noto a terzi o Ditte concorrenti senza nostra autorizzazione scritta

PROCEDURA DI V.I.A. (L.R. 9/99) PROGETTO DI COLTIVAZIONE E SISTEMAZIONE DELLA CAVA DI GHIAIA E SABBIA DENOMINATA "AREA-I12"

NOTA INTEGRATIVA (02/01/2015)

1. PREMESSA

Per conto della ditta BETONROSSI S.P.A., proponente la procedura di V.I.A. (L.R. 9/99) relativa al Progetto di coltivazione e sistemazione della cava di ghiaia e sabbia denominata "AREA-I12", sita nel territorio comunale di Modena all'interno del Polo estrattivo intercomunale n. 5 "Pederzona", si è redatta la presente NOTA INTEGRATIVA in risposta alla richiesta di integrazioni del Comune di Modena formulate con lettera del 05/12/2014 prot. 157819/2014.

Di seguito vengono riportate punto per punto le risposte le integrazioni e/o modifiche relative alle osservazioni e richieste formulate, all'uopo integrate nei fascicoli e tavole di progetto che saranno sostituiti/e integralmente.

2. NOTE INTEGRATIVE

Indicazione del volume utile sotteso dalla scarpata di rilascio del Lotto 2 (volume vincolato dal rilascio dell'autorizzazione della confinante cava Area I17).

Il progetto di coltivazione ipotizza e prevede l'escavazione in continuità con l'adiacente cava AREA-I17, di proprietà della ditta La Modenese S.C.a r.l., e in tal senso si prevede l'abbattimento della eventuale scarpata e/o setto di confine (Tav. CT5i). Qualora non si verificassero le condizioni di ulteriore avanzamento degli scavi verso ovest, per mancata attivazione della cava AREA-I17, verrà rilasciata in corrispondenza del confine ovest tra le due proprietà la scarpata con morfologia di "fine scavo". Conseguentemente a ciò si avrebbe una riduzione dei volumi di scavo utile di ghiaia e un residuo di circa 5'400 mc, sotteso al lotto 2.

Mancano timbro e firma, o delega, sul corrispondente Fascicolo redatto dal consulente Dott. Agr. Mondani .

Il Dott. Agr. Giovanni Mondani non ha posto la firma autografa sui fascicoli da lui stesso redatti in quanto ha posto l'equivalente firma digitale olografa sui file inviati digitalmente il 01/08/2014 prot. 97491/2014.

Occorre inserire il mappale 154, su cui è in parte posizionata la recinzione , nel progetto in oggetto;

La superficie d'intervento della cava AREA-I12 comprende tutte le aree, all'interno dello sviluppo del progetto in esame, sulle quali vengono effettuate modificazione più o meno consistenti della morfologia e delle infrastrutture. In quest'ottica sono stati considerati come facenti parte delle aree di intervento i mappali 151 parte e 155 del Foglio 228 dell'NCT del Comune di Modena.

Sul mappale 154 del Foglio 228 NCT Comune di Modena, confinante sul fronte est con la cava AREA-12, è presente fin dall'autorizzazione dell'adiacente cava Gazzuoli-MO – 1° Ampliamento e Variante – 1° Fase, sia una recinzione dotata di cartelli monitori ogni 40 m, recanti l'avviso della presenza di scavi a cielo aperto, sia il fosso di guardia. Per tali opere esistenti, comunque funzionanti e funzionali al progetto in esame e oggetto di sola manutenzione ordinaria, non si era ritenuto necessario inserire il mappale 154 Foglio 228 tra le aree di intervento.

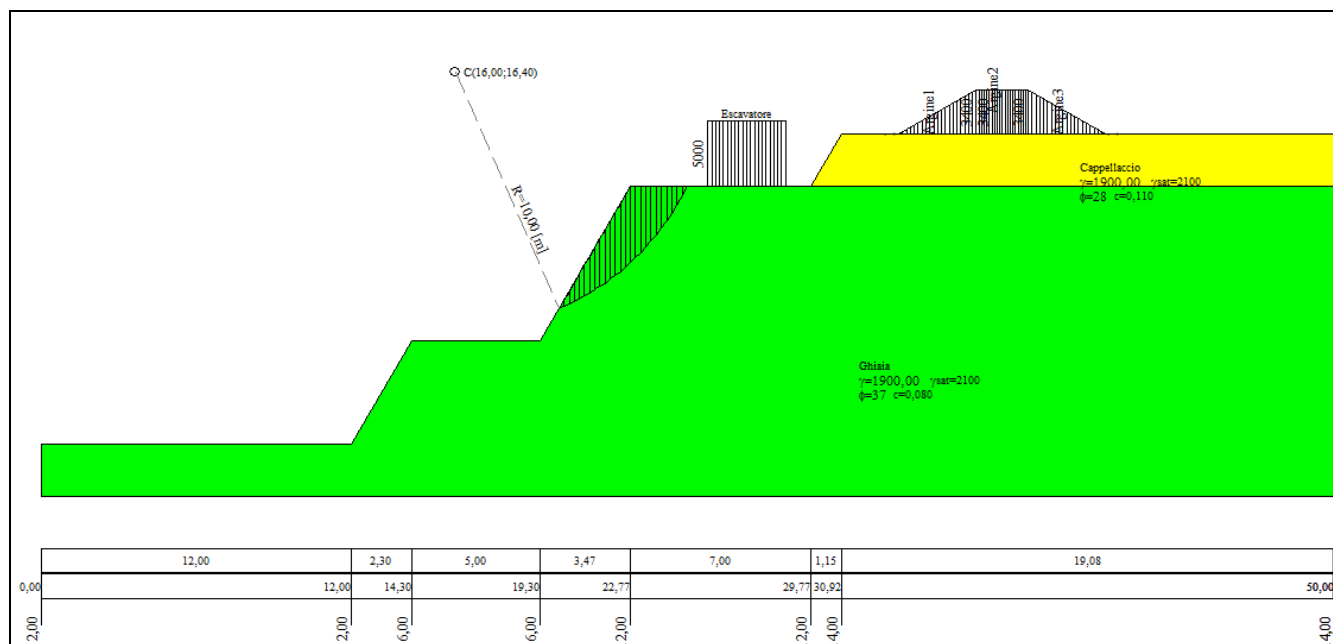
Si precisa che la porzione di mappale 154 Foglio 228 sottesa dalla recinzione esistente assomma a circa 1'555 mq, che comporta, nel caso, un aumento della "superficie di intervento" da 63'944 mq a 65'499 mq (vedi §4.2 e §4.3 del fascicolo C03 "Relazione Tecnica del Piano di Coltivazione e Sistemazione"). Tale superficie "aggiuntiva" non incide ne sulle aree di scavo ne su quelle di sistemazione.

Occorre integrare le verifiche di stabilità comprendendo la presenza dell'argine, oltre all'escavatore

Vengono fornite nuove verifiche di stabilità riguardanti un fronte in avanzamento con le seguenti caratteristiche: pendio interrotto da banca intermedia larga 5 m, alzata massima di 8 m, con inclinazione massima di 60°, con carico distribuito sulla porzione superiore dell'alzata di 8 m (assimilabile ad uno scavatore in funzione sul tetto delle ghiaie) e un carico distribuito a piano campagna (assimilabile ad un argine perimetrale).

Tale condizione considerata peggiorativa rispetto all'ipotesi in cui lo scavatore agisce sulla banca larga 5 m situata indicativamente a metà pendio, in virtù dell'altezza dell'alzata, viene presa a riferimento come rappresentativa della situazione più sfavorevole alla stabilità del fronte in avanzamento, soprattutto in condizioni dinamiche dovute a sisma.

Figura 1: Geometria di verifica fronte in avanzamento con carico assimilabile allo scavatore su tetto delle ghiaie e argine sul perimetro esterno.



Anche in questo caso, le verifiche di stabilità effettuate sul fronte in avanzamento, ed in particolare nell'ipotesi della presenza di uno scavatore al di sopra del tetto delle ghiaie e dell'argine di protezione a piano campagna (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**), sono verificate con fattore di sicurezza minimo pari a $F_s=1.104$ in condizioni sismiche solamente se il mezzo d'opera si trova ad una distanza minima di circa 3 m dal ciglio di scavo. Per operare in sicurezza, durante l'avanzamento degli scavi con la geometria descritta, sarà necessario rispettare tale condizione.

In allegato 1 alla presente nota, il rapporto di calcolo del fattore di sicurezza.

Inoltre, in allegato 1, viene fornito il rapporto di calcolo delle verifiche effettuate sul fronte di scavo in avanzamento continuo in presenza di uno scavatore, di seguito descritto.

Con "fronte di scavo in avanzamento continuo" viene rappresentata una frequente modalità di coltivazione dei fronti di scavo in ghiaia nell'areale del Polo 5, in cui lo spessore dello strato ghiaioso utile da "lavorare/coltivare" è generalmente inferiore ai 9 metri dal fondo cava (per 12 m di profondità dal p.c.); una volta asportato il terreno di copertura nei fronti già attivi e in avanzamento, l'escavatore opera su un ampio gradone (>6 m di larghezza) posto a circa 3.0/3.5 m di altezza rispetto al fondo cava, dal quale procede allo scavo dell'intero fronte in un'unica "passata". Dapprima abbattendo la scarpata a monte e successivamente asportando il gradone dietro di sé; il materiale scavato/estratto viene immediatamente caricato sugli autocarri che "sostano" sul fondo cava in prossimità del gradone (distanza >2.0 m). In tal caso si verifica che la pendenza dell'alzata del gradone basale è generalmente superiore ai 60°-70°, ciò dovuto alla posizione di scavo dell'escavatore, che deve mantenersi parallelo al fronte e a distanza di

sicurezza dal ciglio del gradone, oltre a dover mantenere gli autocarri in caricamento ad una distanza operativa dettata dalla lunghezza del braccio.

Tale modalità di coltivazione consente una ottimizzazione delle manovre dei mezzi d'opera (escavatore e autocarri) durante lo scavo, senza interferenze fra gli stessi (operano su livelli diversi), con notevoli vantaggi economici e ambientali (maggiore produttività e minori consumi).

Pertanto, si è proceduto alla verifica di questo "fronte di scavo in avanzamento continuo", **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, per valutare la stabilità del profilo di scavo provvisorio ad alto angolo nel gradone basale, che rappresenta il fronte di avanzamento in continua evoluzione sulla cui banca insiste un escavatore. Per la verifica di stabilità si sono considerate condizioni limite di operabilità: gradone di altezza +3.5 m dal fondo cava e larghezza di 6 m, inclinazione della scarpata esterna del gradone di 85°, inclinazione della scarpata interna del gradone di 45° con altezza di 6.0 m, sovraccarico distribuito sul gradone (escavatore) in posizione intermedia allo stesso.

La superficie critica generata va ad interessare un volume di terreno sul quale insiste l'escavatore stesso, mantenendo comunque un fattore di sicurezza accettabile e superiore a quello richiesto da normativa ($F=1.103$). Superfici critiche subverticali, che interessano volumi infinitesimi di terreni e con fattore di sicurezza inferiore a quello richiesto da normativa, possono comparire in maniera marginale sul fronte ad alto angolo, senza interferire con i mezzi d'opera in azione sulla banca. Tali fenomeni non coinvolgono volumetrie significative, e sono assimilabili a dinamiche di ruscellamento superficiale in depositi leggermente cementati e/o cedevoli per erosione.

Figura 2: Sezione Schematica - Geometria del fronte di avanzamento. Scala Grafica

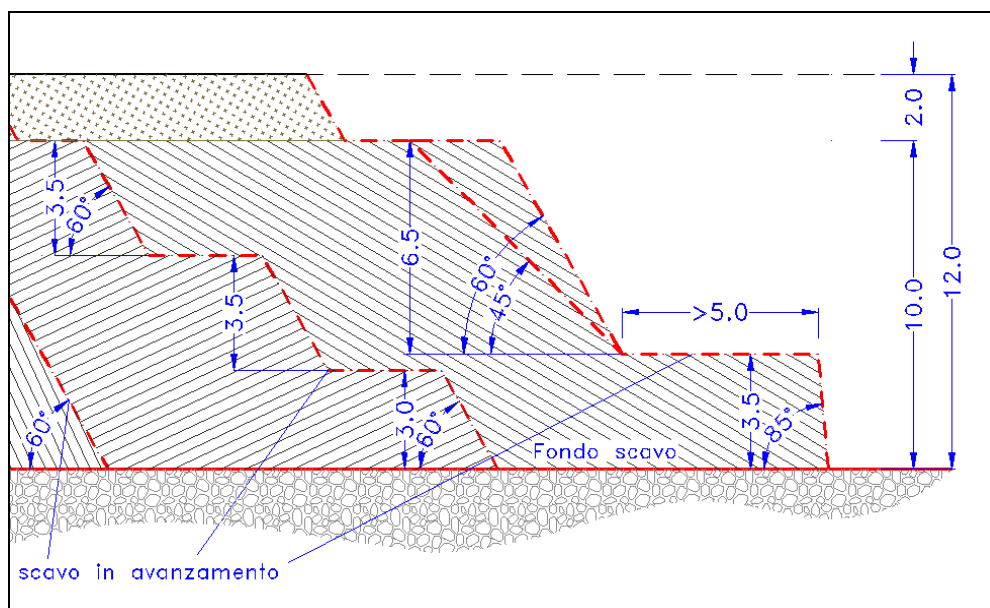
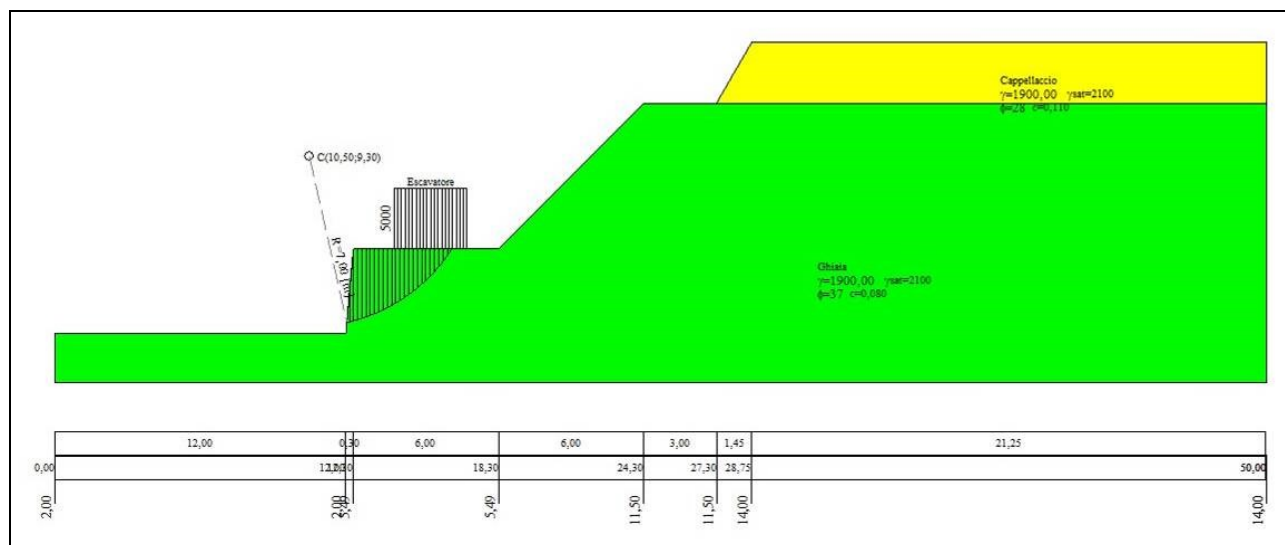


Figura 3: Geometria di verifica fronte in avanzamento continuo (Fattore di sicurezza minimo $F_s=1.103$)



Occorre integrare la cartografia della tav. CT2-SdF con il sistema di regimazione delle acque meteoriche per i fossi di guardia posti a Nord dei lotti 1B e 1C.

Nella tavola CT2 "Stato di Fatto", l'adiacente cava "GAZZUOLI-MO 1° Ampliamento" è stata rappresentata schematicamente con la morfologia del progetto di sistemazione, con particolare riferimento allo spessore del riporto sul fondo cava. È stata omessa l'ubicazione dei fossi di guardia fronte nord dei lotti 1b e 1c, in quanto non ancora avviati i lavori per la realizzazione degli stessi al momento della redazione della carta dello stato di fatto. Già a partire della tavola CT6 di sistemazione morfologica essi sono rappresentati poiché facenti parte della rete di regimazione delle acque del comparto in oggetto.

Pertanto, viene ripresentata la tavola CT2i "Stato di Fatto" integrata con la rete di regimazione idrica, la quale può quindi essere presa a riferimento per le successive tavole che rappresentano le planimetria di scavo (Tav. CT4 e CT5).

Occorre venga precisato come avviene l'accesso alla viabilità pubblica in caso vengano scelti impianti esterni al Polo 5 per il conferimento dei materiali in uscita.

L'accessibilità all'area d'intervento avviene da nord, a partire dalla Nuova Pederzona, percorrendo verso sud la strada asfaltata del comparto estrattivo est fino all'impianto n° 5 della ditta proponente; da qui si procede verso est su pista carrabile e, oltrepassato il rilevato della Fossa dei Gazzuoli, si scende entro la cava Gazzuoli-MO per proseguire verso sud fino all'area di cava (AREA-I12) (Tav. 1). Il tratto compreso tra la strada Pederzona e il rilevato della Fossa Gazzuoli è dotato di impianto idrico a pioggia per l'abbattimento delle polveri.

Occorre prevedere le soluzioni diverse conseguenti alla effettiva possibilità di scavare in deroga o in assenza della linea telefonica con una revisione più precisa dei relativi volumi di scavo.

Al fine di garantire la possibilità di esaurire le potenzialità estrattive assegnate al settore I12, è previsto lo spostamento della linea telefonica presente in prossimità del confine meridionale della cava. Tale operazione permetterà la coltivazione di 15'093 mc di ghiaie utili commercializzabili altrimenti vincolate ai sensi dell'art. 104 del DPR 128/59. Nel caso in cui non vi fossero le condizioni necessarie allo spostamento della linea telefonica, è intenzione della ditta richiedere l'autorizzazione agli scavi in deroga alle distanze di cui all'art. 104 del DPR 128/59 per una superficie complessiva di 2'283 mq, in modo che sia possibile scavare gli stessi 15'093 mc di ghiaie.

Correggere in tavola CT7 ("Progetto - Sistemazione vegetazionale - scala 1:1000) un refuso, in quanto il particolare della sezione non coincide con le indicazioni date nel piano di coltivazione per l'angolo della scarpata provvisoria, si indicano infatti 30°, invece di 27°.

Trattasi di una sezione tipo, tratta dalla tavola 2.2.i.1 del Piano di Coordinamento di Modena (appr. DGC n. 304 del 16/07/2013), che inserita nella tavola CT7 "Progetto – Planimetria di sistemazione vegetazionale" ha il solo scopo di rappresentare schematicamente la tipologia di recupero ambientale e la distribuzione della vegetazione negli ambiti morfologici tipici di un vaso di cava soggetto a ripristino (fondo cava, scarpate definitive e non, aree umide dei bacini idrici). Mentre, nelle tavole CT6 "Progetto – Planimetria di sistemazione morfologica" e CT8 "Sezioni 1-2-3 – stato di fatto – coltivazione - sistemazione morfologica e vegetazionale" sono correttamente rappresentati i rapporti dimensionali degli elementi morfologici di sistemazione (scarpate definitive e provvisorie).

Comunque, come richiesto, viene presentata la tavola CT7i "Progetto – Planimetria di sistemazione vegetazionale" corretta nei valori dimensionali della scarpata di sistemazione provvisoria della "sezione tipo" a sostituzione della omologa CT7.

Occorre rivedere conteggi e dichiarazioni del computo metrico estimativo:

- **i monitoraggi sono previsti per la sola durata dell'attività di cava: mancano i 2 anni successivi;**

Viene apportata la modifica nel nuovo fascicolo C05i "Programma economico finanziario – Computo metrico estimativo", che sostituisce integralmente l'omologo CR5, prolungando il monitoraggio dei piezometri per ulteriori due anni oltre ai 4 di effettiva attività estrattiva e sistemazione.

- **i relativi 25.600 euro sono da inserire nell'importo di fidejussione**

L'importo dei monitoraggi non è stato inserito in fidejussione In analogia alle convenzioni già stipulate dal Comune di Modena per le cave AREA-E1, AREA-I4I7, e AREA-I10, inserite nell'ambito del Polo n. 5 "Pederzona" nonché attuative del Piano di Coordinamento (appr. con DGC n° 304 del 16/07/2013). Non si ritiene opportuno "ora" applicare trattamenti differenziati, ai soggetti attuatori dello stesso Accordo di Piano di Coordinamento del Polo 5, su "argomenti di valenza generale", quali nello specifico i monitoraggi delle acque sotterranee, che comportano oneri finanziari aggiuntivi se non già previsti per altri attuatori già convenzionati. Ciò va a discapito della libera e leale concorrenza economica dei soggetti imprenditori che attuano l'Accordo per la 1° Fase del Piano di Coordinamento del Polo 5.

La bozza di convenzione (fascicolo C08), redatta in analogia a quella dei soggetti attuatori il Polo 5 già convenzionati con il comune di Modena, già prevede obblighi in tal senso: l'art. 11bis specifica le modalità di svolgimento dei monitoraggi, compreso dei due anni ulteriori dopo la completa ultimazione dei lavori di ripristino; l'art. 25 ribadisce che *"Il mancato rispetto della convenzione comporta la sospensione dell'autorizzazione estrattiva..."*; l'art. 30 riferisce sui rischi emergenti; l'art. 31 determina responsabilità ed indennizzi circa i danni all'ambiente; l'art. 38 *"Svincolo delle garanzie per gli obblighi della convenzione di cui agli articoli 36 e 37"* specifica che *"gli oneri per le eventuali spese tecniche quali rilievi topografici, della rumorosità, indagini geotecniche e chimiche che il Comune ritenga necessarie e funzionali all'accertamento della regolare esecuzione delle opere realizzate saranno a carico della Ditta"*.

Si ritiene pertanto che il Comune di Modena sia già in possesso degli strumenti legali e finanziari necessari a vigilare sulla buona pratica di coltivazione nella cava AREA-I12.

- **Quadro d): fossi, mancano indicativamente 400 m di rete fossi (nel PdC vengono presi in esame solo quelli perimetrali)**

Per quanto riguarda i 400 m di rete di fossi mancanti, si specifica che corrispondono ai 390 m indicati nel quadro d) sotto la voce "sistema di fossi di guardia perimetrali", descrizione che risulta errata in quanto refuso di una precedente indicazione. Si sostituisce pertanto la descrizione esistente con: *"scoline sul fondo cava e alla base delle scarpate"*. Tale modifica è

riportata nel nuovo fascicolo C05i "Programma economico finanziario – Computo metrico estimativo".

- **l'indicazione sulle pendenze delle scarpate provvisorie e' di 30° invece che 27°**

Si riconferma l'intenzione di effettuare la sistemazione delle scarpate provvisorie a pendio unico a pendenza 27°, come specificato nel paragrafo 5.3 "Fase di Sistemazione" della Relazione Tecnica del Piano di Coltivazione e Sistemazione, fascicolo C03.

- **Quadro e) rivegetazione scarpate definitive (1° voce): vengono definite distanze medie tra le piante di 1-1,5 m, invece che 1 m;**

Viene sostituita la dicitura "distanze medie tra le piante di 1-1,5 m" con "*distanze di circa 1 m*". La modifica viene riportata nel nuovo fascicolo C05i "Programma economico finanziario – Computo metrico estimativo".

- **manutenzione (1° voce): non sono riportate le indicazioni delle unità di misura; la periodicità deve essere di tre anni continui;**

Viene indicata l'unità di misura della prestazione di manutenzione (che consiste in euro all'ettaro per tre anni); parallelamente si rettificano quantità e superfici con i valori corretti. La modifica viene riportata nel nuovo fascicolo C05i "Programma economico finanziario – Computo metrico estimativo".

- **mancano i controlli parassiti e fitopatologie nonché irrigazioni (da fare sempre per 3 annualità consecutive).**

Vengono inserite le voci riguardante la manutenzione dell'impianto di irrigazione ed i controlli delle fitopatologie e dei parassiti. La modifica viene riportata nel nuovo fascicolo C05i "Programma economico finanziario – Computo metrico estimativo".

Correggere in Relazione C3 (Fascicolo C3 - Relazione tecnica, Piano di coltivazione e sistemazione, pag 19) il refuso sui Volumi di Progetto da deroghe 104; si riportano 25.347 invece di 25.247 mc (10.154 + 15.093 mc indicati nella stessa pagina)

Si riporta un estratto del paragrafo 4.4 della relazione C03 – Relazione Tecnica, Piano di Coltivazione e Sistemazione con l'indicazione corretta dei volumi sottesi dalla fascia di rispetto:

"I quantitativi sopra espressi fanno riferimento al completo sfruttamento delle aree a disposizione (Tav. 5), compresa la fascia di rispetto alla linea telefonica a sud, per la quale si prevede la ricollocazione; la fascia di rispetto, compresa nel lotto 2 (Tav. 3, 4), sottende circa 25'247 mc di materiali di cui circa 10'154 mc di cappellaccio e spurghi e circa 15'093 mc di ghiaia utile. Qualora non avvenisse l'abbattimento della linea, per la coltivazione della fascia di rispetto, normata dall'art. 104 del D.P.R. n. 128/59, dovrà essere richiesto specifico decreto autorizzativo per derogare le distanze di rispetto (cfr. § 4.6)."

Aspetti riguardanti il quadro ambientale

• ACQUE SOTTERRANEE

Nella tavola CT2 "Stato di Fatto", l'adiacente cava "GAZZUOLI-MO 1° Ampliamento" è stata rappresentata schematicamente con la morfologia del progetto di sistemazione, con particolare riferimento allo spessore del riporto sul fondo cava. È stata omessa l'ubicazione dei fossi di guardia fronte nord dei lotti 1b e 1c, in quanto non ancora avviati i lavori per la realizzazione degli stessi al momento della redazione della carta dello stato di fatto. Già a partire della tavola CT6 di sistemazione morfologica essi sono rappresentati poiché facenti parte della rete di regimazione delle acque del comparto in oggetto.

Pertanto, viene ripresentata la tavola CT2i "Stato di Fatto" integrata con la rete di regimazione idrica, la quale può quindi essere presa a riferimento per le successive tavole che rappresentano le planimetrie di scavo (Tav. CT4 e CT5).

Per quanto riguarda *"L'inserimento di un nuovo piezometro CM3_B da realizzarsi in prossimità del piezometro esistente CM3 captante la falda profonda (acquifero A1), ..."* ci si avvale del diritto di analogia con i soggetti attuatori già convenzionati per l'attuazione dell'Accordo per il Piano di Coordinamento della 1° Fase del Polo 5 (appr. con DGC n. 304 del 16/07/2013), e nello specifico con la confinante cava AREA-I10 per la quale non è stato osservato e previsto nulla di ciò, benché già adiacente al piezometro CM3 e con problematiche ambientali potenzialmente più rilevanti (vedi importazione terreni, vasca decantazione limi), rispetto all'attività puramente estrattiva e di recupero naturalistico previsto per la cava AREA-I12.

Il piano di monitoraggio ambientale del Polo 5 (acque sotterranee, rumore, aria, ecc.) è stato sottoposto alla valutazione di compatibilità/conformità degli enti preposti (ARPA, Comune, Provincia) già in sede di stesura e approvazione del Piano di Coordinamento del Polo 5, successivamente confermato dalle valutazioni/osservazioni in sede di procedura di screening per 4 delle 6 aree estrattive che definiscono la 1° Fase attuativa in comune di Modena, nonché 3 di queste già convenzionate e autorizzate senza ulteriori prescrizioni accessorie.

Si ritiene che, per quanto l'osservazione possa anche essere pertinente, essa ha una "valenza generale" e non riguarda specificatamente la nuova cava AREA-I12 ma, bensì, tutto il comparto orientale del Polo 5 e quindi più soggetti attuatori l'Accordo nonché altri soggetti imprenditoriali ed altre attività esterne all'Accordo. Pertanto, in quanto opera di carattere generale nell'abito del Polo 5, si ritiene debba essere rivalutata ed eventualmente prescritta nelle opportuni sedi di Accordo.

- **ARIA**

Di seguito si riporta una descrizione del metodo utilizzato per la verifica dell'impatto da diffusione delle polveri, in cui è possibile riconoscere gli algoritmi di calcolo utilizzati per le singole componenti:

“La stima preventiva dei potenziali impatti sulla componente atmosfera associati all'ampliamento del Polo Estrattivo 5 può essere condotta solo attraverso l'applicazione di un opportuno modello di dispersione degli inquinanti.

Una sostanza, infatti, una volta immessa nell'atmosfera, per effetto di numerosi fenomeni come il trasporto dovuto all'azione del vento, la dispersione ad opera dei moti turbolenti dei bassi strati dell'atmosfera, la deposizione ecc., si distribuisce nell'ambiente circostante, diluendosi in un volume di aria di dimensioni più o meno grandi in funzione delle particolari condizioni atmosferiche presenti. Ciò significa, in altri termini, che se una sostanza viene immessa nell'atmosfera in un determinato punto del territorio (sorgente) ad un dato istante e con determinate modalità di emissione, è possibile ritrovarla in altri punti del territorio dopo un tempo più o meno lungo, con un diverso valore di concentrazione in funzione della diluizione che ha subito lungo il suo tragitto.

Se si ipotizzasse che l'unico mezzo conoscitivo sia la misura diretta delle concentrazioni, in pratica il controllo della qualità dell'aria potrebbe essere effettuato solo a posteriori ed in un numero finito di punti coincidenti con le postazioni di misura delle varie reti di rilevamento presenti sul territorio nazionale. Tale numero, estremamente esiguo, non consente certo di ottenere una fotografia, anche se approssimata, della distribuzione spazio-temporale della concentrazione dei vari inquinanti di interesse. Per poter fare un passo in avanti è necessario l'impiego di modelli matematici di simulazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera.

In generale un modello è uno strumento matematico/informatico che persegue l'obiettivo di ricostruire il più fedelmente possibile lo stato della concentrazione dei vari inquinanti in un dominio di calcolo spazio-temporale d'interesse, ossia di prevedere l'evoluzione nel tempo del loro campo di concentrazione $C(x,y,z;t)$. Di per sé esso non ha limitazioni nel fornire indicazioni in ogni punto del territorio, tuttavia il problema sta in quanto la previsione del modello sia realistica. È evidente che il modello, in quanto tale, costituirà sempre un'approssimazione della realtà associata alle assunzioni, alle semplificazioni e alle

schematizzazioni adottate, pertanto le sue previsioni saranno sempre in un certo qual modo in disaccordo con quanto eventualmente misurato.

Nel complesso, comunque, la modellazione rappresenta uno strumento efficace per comprendere le relazioni tra emissioni ed immissioni, stimare in via preventiva i contributi delle diverse sorgenti alle concentrazioni in una determinata area ed indirizzare le azioni e valutare l'efficacia delle misure di contenimento delle emissioni in atmosfera.

Nel caso specifico si è scelto di utilizzare il modello di dispersione AERMOD, consigliato e raccomandato dall'agenzia statunitense EPA (Environmental Protection Agency). Si tratta di un modello stazionario gaussiano in grado di descrivere la dispersione degli inquinanti in atmosfera simulando l'effetto di sorgenti sia al suolo che in quota e su terreni semplici o complessi. In particolare, come tutti i modelli stazionari, opera per stati quasi-stazionari, cioè ipotizza che l'evoluzione temporale del fenomeno di dispersione sia il risultato di una sequenza continua e discreta di scenari temporali di durata sufficiente a rendere rappresentativa la stima del valor medio della concentrazione.

Si è scelto di far calcolare al programma i valori di concentrazione media annuale di PM_{10} in tutti i punti del dominio, definito nella sezione del file di input dedicata ai recettori, nell'ipotesi, assunta per semplicità, di terreno piano.

Non si sono calcolati i flussi di deposizione associati ai fenomeni di rimozione umida e secca del particolato atmosferico, nonostante tali fenomeni non siano stati esclusi dal processo di calcolo delle concentrazioni. Per il processo di deposizione secca del particolato si è utilizzato il metodo 2 proposto dal software, utilizzabile quando la distribuzione granulometrica delle particelle non è perfettamente nota e la frazione di particelle con un diametro di circa $10\ \mu m$ è inferiore al 10% in massa, specificando per ogni sorgente la percentuale di $PM_{2.5}$ all'interno del PM_{10} (60%) ed il diametro aerodinamico medio dello stesso.

Non si è considerata la componente secondaria delle polveri fini, ossia quella quantità di PM_{10} che non viene immessa direttamente nell'ambiente dalle sorgenti locali, ma che deriva da solfati e nitrati presenti in aria a seguito di modificazioni di tipo chimico/fisico spesso coinvolgenti l'ossigeno atmosferico, la luce e particelle provenienti da zone esterne all'area di studio. Non si è considerata nemmeno la frazione di PM_{10} detta "coarse particulate", costituita dal particolato proveniente da suoli, polveri, sale marino e particelle biologiche.

Infine i periodi di mediazione sono stati scelti in modo da poter confrontare direttamente i risultati delle simulazioni, opportunamente incrementati del valore della concentrazione di fondo per il PM_{10} nell'area considerata, con i valori limite di legge fissati per tale inquinante, dal D.L. 13 agosto 2010 n. 155.

SORGENTI EMISSIVE E PARAMETRI DI EMISSIONE

Il modello è in grado di trattare diverse tipologie di sorgenti emissive: puntuali, areali, volumetriche e lineari, considerando queste ultime come particolari sorgenti areali con una dimensione molto più sviluppata dell'altra.

La semplificazione introdotta attraverso tali schematizzazioni, che prevedono in generale la riconduzione di sorgenti emissive di forma irregolare ad altre equivalenti di forma regolare, è senz'altro ingente, ma costituisce l'unica possibilità per l'applicazione del modello alla realtà complessa del sito.

Le sorgenti presenti all'interno del Polo 5 e considerate nello studio preliminare, otto in totale, sono localizzate essenzialmente in due settori, uno ad est ed uno ad ovest dell'area. In ciascuno di essi si sono individuate le seguenti sorgenti di emissione: un'area di cava in cui viene svolta l'attività estrattiva, un impianto, rispettivamente di produzione di conglomerati cementizi nel comparto ovest e di produzione di calcestruzzo preconfezionato (betonaggio) nel comparto est, un'area circostante gli impianti presenti nei due settori in cui avvengono operazioni di movimentazione del materiale ed una strada provvisoria bianca (Fig. 4).

Si è scelto di utilizzare per le simulazioni un sistema di riferimento locale avente origine nell'angolo in basso a sinistra della sorgente cava di tipo areale situata nel comparto ovest (CAVA_O); tutte le altre sorgenti sono state localizzate di conseguenza, specificando le coordinate di un vertice o di un punto centrale a seconda del tipo di sorgente stessa.

Si sono ipotizzati due scenari: il primo, relativo alle emissioni associate al primo anno di coltivazione del Polo, considera la rimozione del 50% del totale del cappellaccio, di un quinto della ghiaia totale ed il funzionamento degli impianti al massimo della loro potenzialità; il secondo, relativo alle emissioni associate ai restanti quattro anni di coltivazione, considera per ciascun anno la rimozione di un quarto del restante 50% di cappellaccio e di un quinto della ghiaia totale, oltre al funzionamento degli impianti al massimo della loro funzionalità.

I due scenari, quindi, differiscono tra loro per le emissioni associate alle attività di cava, mentre risultano identici dal punto di vista delle emissioni associate agli impianti, alle attività svolte nelle loro pertinenze e alle strade bianche interne al Polo.

Figura 4: Zone di localizzazione delle sorgenti all'interno dell'area del Polo (comparto ovest e comparto est).

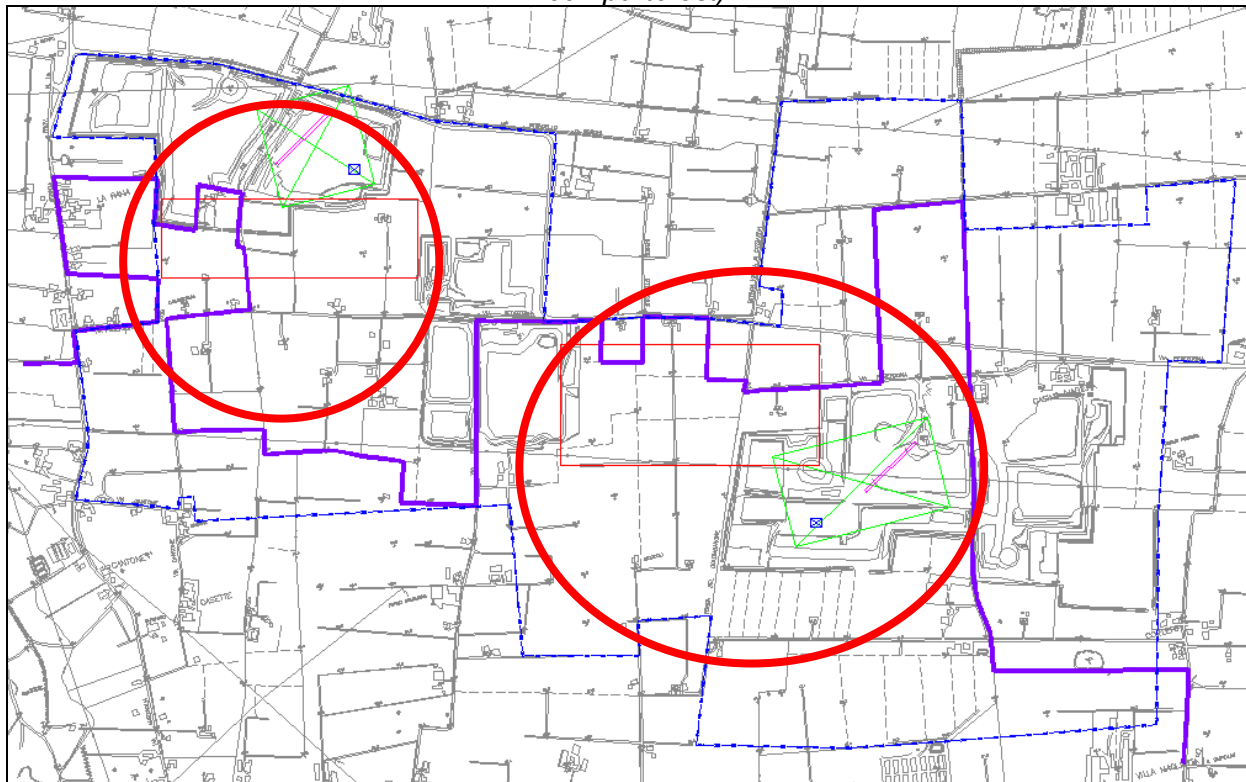


Tabella 1: Quantitativi annui di materiale scavato.

Area Cava Ovest		Superficie (m ²)	167'305
Area Cava Est		Superficie (m ²)	260'355
Ghiaia utile [m ³]	4'152'009		
Spurgo [%]	4		
Ghiaia totale [m ³]	4'325'009	Prof. Scavo [m]	10.5
Cappellaccio [m ³]	617'858	Prof. Scavo [m]	1.5
Scavo totale [m ³]	4'942'868	Prof. Scavo [m]	12
CAPPELLACCIO			
Cappellaccio totale [m ³]	617'858		
50% Cappellaccio [m ³] tolti il primo anno	308'929		
Anni rimanenti	4		
Cappellaccio tolto ogni altro anno [m ³ /anno]	77'232		

GHIAIA			
Ghiaia totale [m ³]	4'325'009		
Anni	5		
Ghiaia all'anno [m ³ /anno]	865'002		

Le emissioni provenienti dalle sorgenti individuate sono state considerate attive per 220 giorni lavorativi/anno in maniera non continuativa sulle 24 ore, e specificatamente nulle nelle ore notturne e pari ad un valore opportunamente stimato per 9 ore lavorative/giorno.

Nello specifico si è assunto di processare solamente la situazione più sfavorevole coincidente con il primo scenario, in cui le maggiori quantità di materiali coltivate la fanno divenire l'ipotesi peggiorativa.

SORGENTI AREALI

Con questo tipo di sorgente si sono schematizzate le aree di cava previste per la Fase A del progetto di ampliamento del Polo 5 e le strade provvisorie bianche interne al Polo interessate dal transito di automezzi.

AREE DI CAVA

Le aree di cava previste per la Fase A del progetto di ampliamento del Polo 5 sono state schematizzate come due sorgenti areali (CAVA_O, CAVA_E) di forma rettangolare, caratterizzate da un particolare angolo di rotazione rispetto al Nord, individuato in relazione al vertice utilizzato per indicare al programma la localizzazione di ciascuna delle due sorgenti.

L'altezza media di rilascio è stata posta pari a 0.0 m nelle simulazioni relative ad entrambi gli scenari.

Per la stima delle emissioni associate a questa tipologia di sorgente si è fatto riferimento alle "Linee Guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti", costituenti l'allegato 1 della DPG 213-09 della Regione Toscana. Tale documento schematizza le varie attività di cava e riporta per ognuna di esse i fattori di emissione caratteristici del processo e dell'eventuale tipologia di impianto esaminato, individuati in una pubblicazione dell'EPA (AP-42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume I, Fifth Edition) e ritenuti validamente impiegabili in fase di valutazione preventiva degli impatti. Tali fattori di emissione esprimono la quantità di inquinanti emessi per attività unitaria; in generale reperibili nella letteratura specializzata, essi sono continuamente

aggiornati in accordo con le materie prime ed i cicli tecnologici adottati industrialmente. A ciascuna attività è inoltre associato un codice identificativo univoco (SCC: Source Classification Code) che facilita la ricerca dei fattori di emissione nelle fonti bibliografiche, in particolare nel database informatico FIRE (The Factor Information REtrieval data system).

Si osserva che tali fattori e le relative formule di calcolo sono stati ricavati sperimentalmente analizzando numerosi studi, effettuati nella maggior parte dei casi in condizioni molto diverse da quelle del presente caso; per questo motivo, quindi, i risultati ottenuti vanno considerati con le dovute cautele. Si consideri anche che l'EPA stessa classifica come elevato il livello di incertezza associato alle attività che provocano emissioni diffuse come quelle qui considerate.

Le attività svolte e considerate nelle aree di escavazione consistono nella "scopertura del cappellaccio" o materiale superficiale non produttivo, nel suo allontanamento e stoccaggio in cumuli, nell'estrazione del materiale da avviare all'impianto di produzione e nel suo trasporto.

Le emissioni associate ad ogni attività sono state sommate ed il totale è stato successivamente diviso per la superficie dell'area di cava in cui le attività sono svolte (167305 m² per CAVA_O nel comparto ovest e 260355 m² per CAVA_E nel comparto est), in modo da ottenere un'emissione in g/(s·m²) come richiesto in input dal programma per questo tipo di sorgente.

Nelle tabelle seguenti si riportano per simulazione, area per area e fase per fase i calcoli relativi alla stima quantitativa delle emissioni delle due sorgenti cava considerate:

Tabella 2: Calcoli relativi alla quantificazione delle emissioni di PM₁₀ da parte della sorgente di tipo areale CAVA_O durante il primo anno di coltivazione del Polo.

1) SCOTICO DEL MATERIALE SUPERFICIALE

50% Cappellaccio rimosso il primo anno nel totale delle due aree [m ³]	308'929
Area afferente all'impianto Donnini/Area totale	0.4
Cappellaccio rimosso il primo anno nell'area afferente all'impianto Donnini [m ³]	120'856
Giorni/anno	220
Ore/giorno	9
Cappellaccio rimosso all'ora [m ³ /h]	61
Profondità scavo [m]	1.5
Larghezza escavatore [m]	2.5
Lunghezza tratto lineare [m/h]	16
Fattore emissione "Scrapers removing topsoil" (capitolo 13.2.3 "Heavy construction operations" AP-42) [kg _{PTS} /km]	5.7
Frazione PM10 nelle PTS	0.6
Fattore emissione "Scrapers removing topsoil" [kg _{PM10} /km]	3.42

Emissione oraria stimata [g/h]	56
Emissione [g/s]	0.0155
2) CARICO MATERIALE SUPERFICIALE SU CAMION	
Fattore emissione "Truck Loading: Overburden" (SCC 3-05-010-37) [lb/t]	0.015
Fattore emissione "Truck Loading: Overburden" (SCC 3-05-010-37) [kg/t]	0.00675
Densità cappellaccio [t/m ³]	1.5
Cappellaccio rimosso all'ora [t/h]	92
Emissione oraria stimata [g/h]	618
Emissione [g/s]	0.1717
3) TRASPORTO DEL MATERIALE SUPERFICIALE	
Lunghezza media pista non pavimentata [m]	150
Contenuto di silt del materiale che costituisce la pista	0.05
Peso a vuoto camion [t]	10
Carico portabile da un camion [t]	28
Peso medio durante il trasporto [t]	19
Carichi necessari per smaltire il materiale all'ora [carichi/ora]	4.82
Fattore emissione lineare per transito su strade non asfaltate (par. 13.2.2 AP-42) [kg/km]	0.441
Emissione oraria stimata per viaggio [g/(h·viaggio)]	132
Emissione oraria stimata [g/h]	638
Emissione [g/s]	0.1773
4) SCARICO DEL MATERIALE SUPERFICIALE	
Fattore emissione "Truck Unloading: Bottom Dump - Overburden" (SCC 3-05-010-42) [kg/t]	0.00045
Emissione oraria stimata [g/h]	41
Emissione [g/s]	0.0114
5) EROSIONE DEL VENTO DAI MUCCHI DI MATERIALE SUPERFICIALE	
Il materiale viene scaricato in cumuli; si ipotizza che l'altezza massima di ogni cumulo sia pari a 3 m e che l'angolo di riposo del materiale, quindi l'angolo alla base del cumulo, sia di 28°. Da ciò consegue che il diametro minimo del cumulo è pari a 11.3 m. Il volume di tale cumulo risulta di 113 m ³ ; poichè ogni scarico è di 18.67 m ³ , per fare un cumulo di questo tipo serviranno 5.4 camion.	
Materiale scaricato da ogni camion [t]	28
Materiale scaricato da ogni camion [m ³]	18.67
Altezza cumulo [m]	3
Forma cumulo	Conica
Angolo massimo alla base del cumulo [°]	28
Raggio minimo del cumulo [m]	5.6
Diametro minimo del cumulo [m]	11.3
Volume del cumulo [m ³]	100
Rapporto tra altezza e diametro del cumulo	0.3
Fattore emissione areale del PM10 per cumuli alti (EF) [kg/m ²]	0.0000079
Superficie dell'area movimentata [m ²]	0
Numero di camion necessari per fare un cumulo	113
Numero di movimentazioni/ora	5.4
Emissione oraria stimata [g/h]	0.90
Emissione [g/s]	0.80
	0.0002
6) SBANCAMENTO DEL MATERIALE DI PRODUZIONE	
Ghiaia rimossa all'anno nel totale delle due aree [m ³ /anno]	865'002

Area afferente all'impianto Donnini/Area totale	0.4
Ghiaia rimossa nell'area afferente all'impianto Donnini [m ³ /anno]	338398
Giorni/anno	220
Ore/giorno	9
Ghiaia rimossa all'ora [m ³ /h]	171
Fattore emissione "Industrial Sand and Gravel - Sand Handling, Transfer and Storage" (SCC 3-05-027-60) [lb _{PTS} /t]	0.0013
Fattore emissione "Industrial Sand and Gravel - Sand Handling, Transfer and Storage" (SCC 3-05-027-60) [kg _{PTS} /t]	0.000585
Fattore emissione "Industrial Sand and Gravel - Sand Handling, Transfer and Storage" (SCC 3-05-027-60) [kg _{PM10} /t]	0.000351
Densità ghiaia [t/m ³]	2.1
Ghiaia rimossa all'ora [t/h]	359
Emissione oraria stimata[g/h]	126
Emissione [g/s]	0.0350

7) CARICO DEL MATERIALE DI PRODUZIONE

Fattore emissione "Construction Sand and Gravel: Bulk loading" (SCC 3-05-025-06) [lb/t]	0.0024
Fattore emissione "Construction Sand and Gravel: Bulk loading" (SCC 3-05-025-06) [kg/t]	0.00108
Emissione oraria stimata[g/h]	388
Emissione [g/s]	0.1077

8) TRASPORTO DEL MATERIALE DI PRODUZIONE

Lunghezza media pista non pavimentata [m]	360
Contenuto di silt del materiale che costituisce la pista	0.05
Peso a vuoto camion [t]	10
Carico portabile da un camion [t]	28
Peso medio durante il trasporto [t]	19
Carichi necessari per smaltire il materiale all'ora [carichi/ora]	18.89
Fattore emissione lineare per transito su strade non asfaltate (par. 13.2.2 AP-42) [kg/km]	0.441
Emissione oraria stimata per viaggio [g/(h·viaggio)]	318
Emissione oraria stimata[g/h]	6004
Emissione [g/s]	1.6678

EMISSIONE TOTALE [g/s] **2.1865**

EMISSIONE TOTALE [g/(sm²)] **1.31E-05**

Tabella 3: Calcoli relativi alla quantificazione delle emissioni di PM₁₀ da parte della sorgente di tipo areale CAVA E durante il primo anno di coltivazione del Polo.

1) SCOTICO DEL MATERIALE SUPERFICIALE

50% Cappellaccio rimosso il primo anno nel totale delle due aree [m ³]	308'929
Area afferente all'impianto Inerti/Area totale	0.6
Cappellaccio rimosso il primo anno nell'area afferente all'impianto Inerti [m ³]	188'073
Giorni/anno	220
Ore/giorno	9
Cappellaccio rimosso all'ora [m ³ /h]	95
Profondità scavo [m]	1.5
Larghezza escavatore [m]	2.5
Lunghezza tratto lineare [m/h]	25
Fattore emissione "Scrapers removing topsoil" (capitolo 13.2.3 "Heavy construction operations" AP-42) [kg _{PTS} /km]	5.7
Frazione PM10 nelle PTS	0.6
Fattore emissione "Scrapers removing topsoil" [kg _{PM10} /km]	3.42

Emissione oraria stimata [g/h]	87
Emissione [g/s]	0.0241
2) CARICO MATERIALE SUPERFICIALE SU CAMION	
Fattore emissione "Truck Loading: Overburden" (SCC 3-05-010-37) [lb/t]	0.015
Fattore emissione "Truck Loading: Overburden" (SCC 3-05-010-37) [kg/t]	0.00675
Densità cappellaccio [t/m ³]	1.5
Cappellaccio rimosso all'ora [t/h]	142
Emissione oraria stimata [g/h]	962
Emissione [g/s]	0.2671
3) TRASPORTO DEL MATERIALE SUPERFICIALE	
Lunghezza media pista non pavimentata [m]	150
Contenuto di silt del materiale che costituisce la pista	0.05
Peso a vuoto camion [t]	10
Carico portabile da un camion [t]	28
Peso medio durante il trasporto [t]	19
Carichi necessari per smaltire il materiale all'ora [carichi/ora]	7.50
Fattore emissione lineare per transito su strade non asfaltate (par. 13.2.2 AP-42) [kg/km]	0.441
Emissione oraria stimata per viaggio [g/(h·viaggio)]	132
Emissione oraria stimata [g/h]	993
Emissione [g/s]	0.2759
5) EROSIONE DEL VENTO DAI MUCCHI DI MATERIALE SUPERFICIALE	
Il materiale viene scaricato in cumuli; si ipotizza che l'altezza massima di ogni cumulo sia pari a 3 m e che l'angolo di riposo del materiale, quindi l'angolo alla base del cumulo, sia di 28°. Da ciò consegue che il diametro minimo del cumulo è pari a 11.3 m. Il volume di tale cumulo risulta di 113 m ³ ; poichè ogni scarico è di 18.67 m ³ , per fare un cumulo di questo tipo serviranno 5.4 camion.	
Materiale scaricato da ogni camion [t]	28
Materiale scaricato da ogni camion [m ³]	18.67
Altezza cumulo [m]	3
Forma cumulo	Conica
Angolo massimo alla base del cumulo [°]	28
Raggio minimo del cumulo [m]	5.6
Diametro minimo del cumulo [m]	11.3
Volume del cumulo [m ³]	100
Rapporto tra altezza e diametro del cumulo	0.3
Fattore emissione areale del PM10 per cumuli alti (EF) [kg/m ²]	0.00000790
Superficie dell'area movimentata [m ²]	113
Numero di camion necessari per fare un cumulo	5.4
Numero di movimentazioni/ora	1.40
Emissione oraria stimata [g/h]	1.25
Emissione [g/s]	0.0003
6) SBANCAMENTO DEL MATERIALE DI PRODUZIONE	
Ghiaia rimossa all'anno nel totale delle due aree [m ³ /anno]	865'002
Area afferente all'impianto Inerti/Area totale	0.6
Ghiaia rimossa nell'area afferente all'impianto Inerti [m ³ /anno]	526604
Giorni/anno	220
Ore/giorno	9
Ghiaia rimossa all'ora [m ³ /h]	266

Fattore emissione "Industrial Sand and Gravel - Sand Handling, Transfer and Storage" (SCC 3-05-027-60) [lb _{PTS} /t]	0.0013
Fattore emissione "Industrial Sand and Gravel - Sand Handling, Transfer and Storage" (SCC 3-05-027-60) [kg _{PTS} /t]	0.000585
Fattore emissione "Industrial Sand and Gravel - Sand Handling, Transfer and Storage" (SCC 3-05-027-60) [kg _{PM10} /t]	0.000351
Densità ghiaia [t/m ³]	2.1
Ghiaia rimossa all'ora [t/h]	559
Emissione oraria stimata[g/h]	196
Emissione [g/s]	0.0545

7) CARICO DEL MATERIALE DI PRODUZIONE

Fattore emissione "Construction Sand and Gravel: Bulk loading" (SCC 3-05-025-06) [lb/t]	0.0024
Fattore emissione "Construction Sand and Gravel: Bulk loading" (SCC 3-05-025-06) [kg/t]	0.00108
Emissione oraria stimata[g/h]	603
Emissione [g/s]	0.1676

8) TRASPORTO DEL MATERIALE DI PRODUZIONE

Lunghezza media pista non pavimentata [m]	495
Contenuto di silt del materiale che costituisce la pista	0.05
Peso a vuoto camion [t]	10
Carico portabile da un camion [t]	28
Peso medio durante il trasporto [t]	19
Carichi necessari per smaltire il materiale all'ora [carichi/ora]	29.40
Fattore emissione lineare per transito su strade non asfaltate (par. 13.2.2 AP-42) [kg/km]	0.441
Emissione oraria stimata per viaggio [g/(h·viaggio)]	437
Emissione oraria stimata[g/h]	12847
Emissione [g/s]	3.5686

EMISSIONE TOTALE [g/s]	4.3581
-------------------------------	---------------

EMISSIONE TOTALE [g/(sm²)]	1.67E-05
--	-----------------

STRADE PROVVISORIE BIANCHE

Per le strade provvisorie bianche interne al Polo ed in particolare poste in prossimità dei piazzali degli impianti di entrambi i settori est ed ovest si è deciso di tener conto del risollevarimento della polvere del manto stradale dovuto al passaggio di camion.

Poiché il software Aermod non contempla il caso di sorgenti lineari, tali tratti stradali sono stati schematizzati come sorgenti areali (STRADA2, STRADA4) dotate di una dimensione molto maggiore dell'altra; nello specifico per entrambi i tratti considerati si è ipotizzata una larghezza di 1 m ed una lunghezza di 200 m. L'altezza media di rilascio degli inquinanti in atmosfera è stata posta uguale a 0.0 m, ossia coincidente col piano stradale.

I valori di emissione sono stati calcolati come riportato in tabella, facendo riferimento al fattore di emissione per le strade bianche interne a siti industriali riportato nella pubblicazione AP-42, par. 13.2.2.

Tabella 4: Calcoli relativi alla quantificazione delle emissioni di PM_{10} da parte della sorgente di tipo areale STRADA2.

TRASPORTO DEL MATERIALE LAVORATO DAI FRANTOI	
Lunghezza media pista non pavimentata [m]	200
Contenuto di silt del materiale che costituisce la pista	0.05
Peso a vuoto camion [t]	10
Carico portabile da un camion [t]	28
Peso medio durante il trasporto [t]	19
Transiti all'anno	15000
transiti all'ora	7.58
Fattore emissione lineare per transito su strade non asfaltate (par. 13.2.2 AP-42) [kg/km]	0.603
Emissione oraria stimata per viaggio [g/(viaggio)]	120.6
Emissione oraria stimata[g/h]	914
Emissione totale [g/s]	0.25
Emissione totale al m^2 [g/sm²]	0.001269

Tabella 5: Calcoli relativi alla quantificazione delle emissioni di PM_{10} da parte della sorgente di tipo areale STRADA4.

TRASPORTO DEL MATERIALE LAVORATO DAI FRANTOI	
Lunghezza media pista non pavimentata [m]	200
Contenuto di silt del materiale che costituisce la pista	0.05
Peso a vuoto camion [t]	10
Carico portabile da un camion [t]	28
Peso medio durante il trasporto [t]	19
Transiti all'anno	11500
transiti all'ora	5.81
Fattore emissione lineare per transito su strade non asfaltate (par. 13.2.2 AP-42) [kg/km]	0.603
Emissione oraria stimata per viaggio [g/(viaggio)]	120.6
Emissione oraria stimata[g/h]	701
Emissione totale [g/s]	0.19
Emissione totale al m^2 [g/sm²]	0.000973

SORGENTI VOLUMETRICHE

Con questa tipologia di sorgente si sono schematizzate le attività di stoccaggio del materiale in cumuli e le operazioni di carico-scarico dei camion effettuate nelle aree delle lavorazioni, ossia nelle pertinenze dell'impianto 2 nell'area ovest (MOVIM_O) e nelle pertinenze degli impianti 4 e 5 nell'area est (MOVIM_E), come individuate in figura 2. Tali sorgenti sono state considerate appoggiate al suolo, con uno sviluppo in altezza pari a 10 m, per cui come altezza di rilascio degli inquinanti si è assunta la quota di 5 m, pari alla metà dell'altezza del volume stesso, come richiesto dal software.

L'emissione in g/s è stata calcolata moltiplicando il fattore di emissione "Aggregate Handling And Storage Piles – Drop Operations", tratto dalla pubblicazione EPA AP-42, par. 13.2.4 e valutato imponendo una velocità media di 1.931 m/s (valor medio della velocità desunto dai dati meteo) ed un'umidità percentuale del materiale di 1.4 (pari alla media dei valori tipici di una cava riportati nella tabella 13.2.4-1 della stessa pubblicazione), per il quantitativo di materiale annuo lavorato in ciascuna area dagli impianti presenti, ipotizzando il funzionamento degli impianti stessi al massimo della loro potenzialità. Nello specifico gli impianti considerati sono stati il n.2 per l'area ovest e i n. 4 e 5 per l'area est.

Tabella 6: Calcoli relativi alla quantificazione delle emissioni di PM_{10} da parte della sorgente di tipo volumetrico MOVIM_O e MOVIM_E.

Sviluppo in altezza sorgente volumetrica [m]	10
k_{PM10} [adim]	0.35
U [m/s]	1.931
M [%]	1.4
Fattore emissione "Aggregate Handling And Storage Piles" (paragrafo 13.2.4 "Heavy construction operations" AP-42) [kg/t]	0.0008
Fattore emissione "Aggregate Handling And Storage Piles" (paragrafo 13.2.4 "Heavy construction operations" AP-42) [g/t]	0.7788
COMPARTO OVEST	
IMPIANTO 2	
Impianto frantumazione/selezione	
Potenzialità massima [m ³ /anno]	350000
Potenzialità massima [m ³ /giorno]	1591
Potenzialità massima [m ³ /ora]	177
Potenzialità massima [m ³ /s]	0.0491
Potenzialità massima [t/s]	0.1031
Emissione [g/s]	0.0803
Impianto produzione conglomerati cementizi	
Potenzialità massima [m ³ /anno]	100000
Potenzialità massima [m ³ /giorno]	455
Potenzialità massima [m ³ /ora]	51
Potenzialità massima [m ³ /s]	0.0140
Potenzialità massima [t/s]	0.0295
Emissione [g/s]	0.0229
TOTALE COMPARTO OVEST [g/s]	0.1032
COMPARTO EST	

IMPIANTO 4	
Impianto frantumazione/selezione	
Potenzialità massima [m ³ /anno]	250000
Potenzialità massima [m ³ /giorno]	1136
Potenzialità massima [m ³ /ora]	126
Potenzialità massima [m ³ /s]	0.0351
Potenzialità massima [t/s]	0.0737
Emissione [g/s]	0.0574
Impianto di riciclaggio inerti	
Potenzialità massima [m ³ /anno]	120000
Potenzialità massima [m ³ /giorno]	545
Potenzialità massima [m ³ /ora]	61
Potenzialità massima [m ³ /s]	0.0168
Potenzialità massima [t/s]	0.0354
Emissione [g/s]	0.0275
IMPIANTO 5	
Impianto di produzione calcestruzzo preconfezionato (betonaggio)	
Potenzialità massima [m ³ /anno]	120000
Potenzialità massima [m ³ /giorno]	545
Potenzialità massima [m ³ /ora]	61
Potenzialità massima [m ³ /s]	0.0168
Potenzialità massima [t/s]	0.0354
Emissione [g/s]	0.0275
TOTALE COMPARTO EST [g/s]	0.1124

Il software di simulazione assimila le sorgenti volumetriche a sorgenti puntiformi con un pennacchio allargato già all'origine. Per fare ciò ipotizza in realtà che ogni sorgente volumetrica sia il risultato di una sorgente puntiforme ideale priva di galleggiamento e di flusso di quantità di moto (con plume rise nullo, quindi) posta ad una distanza sopravvento al volume che, nel punto in cui è localizzato il baricentro del volume, presenti un pennacchio di una dimensione proporzionale al volume stesso. È quindi necessario fornire al software:

- i parametri di dispersione iniziali del pennacchio della sorgente virtuale, proporzionali alle dimensioni della sorgente volume;
- le distanze sopravvento di tale sorgente virtuale.

SORGENTI PUNTUALI

Con tale tipologia di sorgente, per la quale il codice Aermod è stato specificatamente sviluppato, si sono schematizzati gli impianti con emissione convogliata in atmosfera.

Nel caso considerato le emissioni dovute ai frantoi installati in entrambi i settori e all'impianto di riciclaggio di materiali inerti presente nel comparto est sono state ritenute trascurabili; infatti, per esempio, nel caso dei frantoi il materiale che viene movimentato su nastro viene bagnato con acqua, la selezione meccanica del tout-venant avviene per via umida e così pure le principali vagliature avvengono con l'ausilio di acqua. Non si è quindi considerata alcuna sorgente puntiforme di inquinanti in corrispondenza di tali impianti.

Si sono invece considerati l'impianto di produzione di conglomerati cementizi nell'area ovest (IMP2) e l'impianto di produzione di calcestruzzo preconfezionato (betonaggio) nell'area est (IMP5): in entrambi il cemento, stoccato in appositi silos a tenuta stagna (tutte le emissioni sono collegate a filtri a maniche autopulenti) viene prelevato con un sistema di coclee stagne e dosato insieme agli inerti (ghiaia e sabbia) nel mescolatore che procede all'impasto del calcestruzzo; eventuali dispersioni di polveri vengono intercettate da una cappa aspirante collegata ad un filtro a tasche. La periodica manutenzione dei filtri assicura emissioni di bassa entità.

Nelle tabelle seguenti sono riportate le principali caratteristiche degli impianti considerati ed i valori delle emissioni inseriti nei calcoli. Si osserva che i valori di emissione, estratti dalla Determinazione della Provincia di Modena n. 732 del 28/07/2005 "Progetto per la definizione del piano di monitoraggio e controllo degli aspetti quali-quantitativi delle matrici acqua – aria - rumore del polo estrattivo 5.1 - Progetti nuovi impianti di lavorazione materiali lapidei", derivano dall'aver considerato per ciascun impianto un'emissione in mg/Nm^3 di particolato pari al valore massimo autorizzato dal CRIAER per le attività in gioco (Settore dei prodotti per l'edilizia – Carico, scarico, movimentazione, frantumazione e conservazione materie prime), ossia $20 \text{ mg}/\text{Nm}^3$. Tale valore, riferito al materiale particellare totale, è stato considerato valido, in via cautelativa, anche per la frazione corrispondente al PM10; questa scelta comporta una sovrastima degli impianti nella valutazione delle ricadute relative alle polveri fini quindi consente di fare valutazioni in favore di sicurezza.

Non è stato possibile, relativamente a queste sorgenti puntuali, seguire la procedura per la determinazione delle emissioni proposta nelle "Linee Guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti", costituenti l'allegato 1 della DPG 213-09 della Regione Toscana, già usate in merito alle sorgenti cava; poiché le pezzature del materiale frantumato ed i quantitativi di ogni pezzatura dipendono dalle richieste periodiche del

mercato, non è stato infatti possibile determinare i flussi di ghiaia da inviare a frantumazione primaria e secondaria in ciascun impianto, pertanto determinare i rispettivi fattori di emissione ed in ultimo le emissioni totali degli impianti.

Tabella 7: Calcoli relativi alla quantificazione delle emissioni annue di PM_{10} da parte della sorgente di tipo puntuale IMP2 – Impianto di produzione di conglomerati cementizi.

Potenzialità massima [$m^3/anno$]	100000
Portata [Nm^3/h]	8000
Inquinante	Polveri
Concentrazioni CRIAER [mg/Nm^3]	20
Altezza del camino [m]	6
Temperatura di uscita delle emissioni fredde [$^{\circ}C$]	14
Temperatura di uscita delle emissioni fredde [K]	287
Diametro del camino [m]	0.3
Velocità di uscita dei fumi [m/s]	15
Emissione E [g/s]	0.0444

Tabella 8: Calcoli relativi alla quantificazione delle emissioni annue di PM_{10} da parte della sorgente di tipo puntuale IMP5 – Impianto di produzione di conglomerati cementizi.

Potenzialità massima [$m^3/anno$]	120000
Portata [Nm^3/h]	8000
Inquinante	Polveri
Concentrazioni CRIAER [mg/Nm^3]	20
Altezza del camino [m]	6
Temperatura di uscita delle emissioni fredde [$^{\circ}C$]	14
Temperatura di uscita delle emissioni fredde [K]	287
Diametro del camino [m]	0.3
Velocità di uscita dei fumi [m/s]	15
Emissione E [g/s]	0.0444

I valori di emissioni ottenuti sorgente per sorgente in g/s sono così riassunti:

- sorgente areale cava ovest= 2.1865 g/s (7871 g/h)
- sorgente areale cava est=4.3581 g/s (15689 g/h)
- sorgente areale strada 2= 0.25 g/s (900 g/h)
- sorgente areale strada 4= 0.19 g/s (684 g/h)
- sorgente volumetrica ovest= 0.1032 g/s (371.52 g/h)
- sorgente volumetrica est= 0.1124 g/s (404.64 g/h)
- sorgente puntuale IMP2= 0.0444 g/s (159,84 g/h)
- sorgente puntuale IMP5= 0.0444 g/s (159.84 g/h)

Nell'ipotesi di considerare tutte le sorgenti funzionanti contemporaneamente per 220 gg all'anno alla presenza di ricettori posti a distanze comprese tra 50 e 100 m dalla sorgente, solamente le sorgenti puntiformi starebbero al di sotto delle soglie assolute di emissione PM10 fissate dalle tabelle 13 e 16 delle "Linee Guida ARPAT", pur rimanendo al di sotto della soglia per cui nessuna azione sarebbe necessaria (174 g/h).

Risulta pertanto necessario ed imprescindibile fare alcune considerazioni riguardo alla schematizzazione delle sorgenti, con particolare riferimento all'estensione reale delle sorgenti, sulla quale deve essere ripartita l'emissione in g/h ottenuta con gli algoritmi di calcolo. Basti pensare al fatto che, ad esempio, l'emissione calcolata per la sorgente areale denominata "cava est" considera l'emissione per la coltivazione, il trasporto e lo stoccaggio di materiali terrosi e ghiaiosi che è possibile estrarre da un'area equivalente di circa 260'000 mq.

Per unità di superficie si hanno pertanto i seguenti fattori di emissione (utilizzati come dati di INPUT in AERMOD):

- sorgente areale cava ovest= $1.31E-05 \text{ g/sm}^2$ (0.04716 g/hm²)
- sorgente areale cava est= $1.67E-05 \text{ g/sm}^2$ (0.06012 g/hm²)
- sorgente areale strada 2= 0.001269 g/sm^2 (4,5684 g/hm²)
- sorgente areale strada 4= 0.000973 g/sm^2 (3.5028 g/hm²)

In quest'ottica, i valori ottenuti rimangono al di sotto delle soglie fissate dalle "Linee Guida – APAT".

Nell'ipotesi in cui si volessero assimilare le emissioni calcolate come dovute a sorgenti puntiformi posizionate di volta in volta a distanze comprese tra 50 e 100 m, per un periodo di attività di 220 gg, sicuramente si ricadrebbe, secondo la tabella 16 delle Linee guida, nel campo della Non Compatibilità (*fermo restando che in ogni caso è possibile effettuare una valutazione modellistica che produca una quantificazione dell'impatto da confrontare con i valori di legge per la qualità dell'aria e che quindi eventualmente dimostri la compatibilità ambientale dell'emissione).*

A tal proposito in fase di studio di impatto ambientale per la cava AREA-I12, si è voluto entrare ancor più nello specifico, effettuando una modellazione con AERMOD considerando solamente i contributi derivanti dall'attività estrattiva nella cava in oggetto ed in quella adiacente (AREA-I17), ancorché comprese nella simulazione complessiva effettuata per l'analisi del Piano di Coordinamento del Polo 5 di Modena.

Per il calcolo dei fattori di emissione, oltre alla cava AREA-I17 nella sua interezza, si è considerata la cava AREA-I12 come suddivisa in 3 sorgenti areali differenti, così definite:

- AREA-I12N corrispondente al lotto 1a, a confine con la cava AREA-I10;

- AREA-I12S corrispondente ai lotti 1b, 1c e 2 a confine con la cava AREA-I17
- AREA-I12-stoc-tot corrispondente all'area di stoccaggio presente sulla porzione orientale della cava.

I fattori di emissione utilizzati come valori di INPUT in AERMOD sono stati calcolati utilizzando la medesima metodologia precedentemente descritta e di seguito riportata:

AREA-I12N	
Identificativo area TOTALE	Superficie [m ²] 3'290
1) SCOTICO DEL MATERIALE SUPERFICIALE	
50% Cappellaccio rimosso il primo anno [m ³]	11'712
Giorni/anno	220
Ore/giorno	9
Cappellaccio rimosso all'ora [m ³ /h]	6
Profondità scavo [m]	3,56
Larghezza escavatore [m]	2,5
Lunghezza tratto lineare [m/h]	1
Fattore emissione "Scrapers removing topsoil" (capitolo 13.2.3 "Heavy construction operations" AP-42) [kg _{PTS} /km]	5,7
Frazione PM10 nelle PTS	0,6
Fattore emissione "Scrapers removing topsoil" [kg _{PM10} /km]	3,42
Emissione oraria stimata [g/h]	2
Emissione [g/s]	0,0006
2) CARICO MATERIALE SUPERFICIALE SU CAMION	
Fattore emissione "Truck Loading: Overburden" (SCC 3-05-010-37) [lb/t]	0,015
Fattore emissione "Truck Loading: Overburden" (SCC 3-05-010-37) [kg/t]	0,00675
Densità cappellaccio [t/m ³]	1,5
Cappellaccio rimosso all'ora [t/h]	9
Emissione oraria stimata [g/h]	60
Emissione [g/s]	0,0166
3) TRASPORTO DEL MATERIALE SUPERFICIALE	
Lunghezza media pista non pavimentata [m]	80
Contenuto di silt del materiale che costituisce la pista	0,05
Peso a vuoto camion [t]	10
Carico portabile da un camion [t]	28
Peso medio camion durante il trasporto [t]	24
Carichi necessari per smaltire il materiale all'ora [carichi/ora]	0,32
Fattore emissione lineare per transito su strade non asfaltate (par. 13.2.2 AP-42) [kg/km]	0,490
Emissione oraria stimata per viaggio [g/(h·viaggio)]	78
Emissione oraria stimata [g/h]	25
Emissione [g/s]	0,0069
4) SCARICO DEL MATERIALE SUPERFICIALE	
Fattore emissione "Truck Unloading: Bottom Dump - Overburden" (SCC 3-05-010-42) [kg/t]	0,00045

Emissione oraria stimata[g/h]	4
Emissione [g/s]	0,0011

5) EROSIONE DEL VENTO DAI MUCCHI DI MATERIALE SUPERFICIALE

Il materiale viene scaricato in cumuli; si ipotizza che l'altezza massima di ogni cumulo sia pari a 3 m e che l'angolo di riposo del materiale, quindi l'angolo alla base del cumulo, sia di 28°. Da ciò consegue che il diametro minimo del cumulo è pari a 11.3 m. Il volume di tale cumulo risulta di 113 m³; poichè ogni scarico è di 18.67 m³, per fare un cumulo di questo tipo serviranno 5.4 camion.

Materiale scaricato da ogni camion [t]	28
Materiale scaricato da ogni camion [m ³]	18,67
Altezza cumulo [m]	3
Forma cumulo	Conica
Angolo massimo alla base del cumulo [°]	28
Raggio minimo del cumulo [m]	5,6
Diametro minimo del cumulo [m]	11,3
Volume del cumulo [m ³]	100
Rapporto tra altezza e diametro del cumulo	0,3
Fattore emissione areale del PM10 per cumuli alti (EF) [kg/m ²]	0,00000790
Superficie dell'area movimentata [m ²]	113
Numero di camion necessari per fare un cumulo	5,4
Numero di movimentazioni/ora	0,06
Emissione oraria stimata[g/h]	0,05
Emissione [g/s]	0,0000

6) SBANCAMENTO DEL MATERIALE DI PRODUZIONE

Ghiaia rimossa all'anno [m ³ /anno]	12'496
Giorni/anno	220
Ore/giorno	9
Ghiaia rimossa all'ora [m ³ /h]	6
Fattore emissione "Industrial Sand and Gravel - Sand Handling, Transfer and Storage" (SCC 3-05-027-60) [lb _{PTS} /t]	0,0013
Fattore emissione "Industrial Sand and Gravel - Sand Handling, Transfer and Storage" (SCC 3-05-027-60) [kg _{PTS} /t]	0,000585
Fattore emissione "Industrial Sand and Gravel - Sand Handling, Transfer and Storage" (SCC 3-05-027-60) [kg _{PM10} /t]	0,000351
Densità ghiaia [t/m ³]	2,1
Ghiaia rimossa all'ora [t/h]	13
Emissione oraria stimata[g/h]	5
Emissione [g/s]	0,0013

7) CARICO DEL MATERIALE DI PRODUZIONE

Fattore emissione "Construction Sand and Gravel: Bulk loading" (SCC 3-05-025-06) [lb/t]	0,0024
Fattore emissione "Construction Sand and Gravel: Bulk loading" (SCC 3-05-025-06) [kg/t]	0,00108
Emissione oraria stimata[g/h]	14
Emissione [g/s]	0,0040

8) TRASPORTO DEL MATERIALE DI PRODUZIONE

Lunghezza media pista non pavimentata [m]	80
Contenuto di silt del materiale che costituisce la pista	0,05
Peso a vuoto camion [t]	10
Carico portabile da un camion [t]	28

Peso medio camion durante il trasporto [t]	24
Carichi necessari per smaltire il materiale all'ora [carichi/ora]	0,47
Fattore emissione lineare per transito su strade non asfaltate (par. 13.2.2 AP-42) [kg/km]	0,490
Emissione oraria stimata per viaggio [g/(h·viaggio)]	78
Emissione oraria stimata [g/h]	37
Emissione [g/s]	0,0103

EMISSIONE TOTALE [g/s] **0,0409**

EMISSIONE TOTALE [g/(sm²)] **0,000012**
1,24E-05

AREA-I12S

**Identificativo area
TOTALE**

**Superficie
[m²]
23'040**

1) SCOTICO DEL MATERIALE SUPERFICIALE

50% Cappellaccio rimosso il primo anno [m ³]	41'012
Giorni/anno	220
Ore/giorno	9
Cappellaccio rimosso all'ora [m ³ /h]	21
Profondità scavo [m]	3,56
Larghezza escavatore [m]	2,5
Lunghezza tratto lineare [m/h]	2
Fattore emissione "Scrapers removing topsoil" (capitolo 13.2.3 "Heavy construction operations" AP-42) [kg _{PTS} /km]	5,7
Frazione PM10 nelle PTS	0,6
Fattore emissione "Scrapers removing topsoil" [kg _{PM10} /km]	3,42
Emissione oraria stimata [g/h]	8
Emissione [g/s]	0,0022

2) CARICO MATERIALE SUPERFICIALE SU CAMION

Fattore emissione "Truck Loading: Overburden" (SCC 3-05-010-37) [lb/t]	0,015
Fattore emissione "Truck Loading: Overburden" (SCC 3-05-010-37) [kg/t]	0,00675
Densità cappellaccio [t/m ³]	1,5
Cappellaccio rimosso all'ora [t/h]	31
Emissione oraria stimata [g/h]	210
Emissione [g/s]	0,0583

3) TRASPORTO DEL MATERIALE SUPERFICIALE

Lunghezza media pista non pavimentata [m]	170
Contenuto di silt del materiale che costituisce la pista	0,05
Peso a vuoto camion [t]	10
Carico portabile da un camion [t]	28
Peso medio camion durante il trasporto [t]	24
Carichi necessari per smaltire il materiale all'ora [carichi/ora]	1,11
Fattore emissione lineare per transito su strade non asfaltate (par. 13.2.2 AP-42) [kg/km]	0,490
Emissione oraria stimata per viaggio [g/(h·viaggio)]	167
Emissione oraria stimata [g/h]	185
Emissione [g/s]	0,0514

4) SCARICO DEL MATERIALE SUPERFICIALE

Fattore emissione "Truck Unloading: Bottom Dump - Overburden" (SCC 3-05-010-42) [kg/t]	0,00045
Emissione oraria stimata[g/h]	14
Emissione [g/s]	0,0039

5) EROSIONE DEL VENTO DAI MUCCHI DI MATERIALE SUPERFICIALE

Il materiale viene scaricato in cumuli; si ipotizza che l'altezza massima di ogni cumulo sia pari a 3 m e che l'angolo di riposo del materiale, quindi l'angolo alla base del cumulo, sia di 28°. Da ciò consegue che il diametro minimo del cumulo è pari a 11.3 m. Il volume di tale cumulo risulta di 113 m³; poichè ogni scarico è di 18.67 m³, per fare un cumulo di questo tipo serviranno 5.4 camion.

Materiale scaricato da ogni camion [t]	28
Materiale scaricato da ogni camion [m ³]	18,67
Altezza cumulo [m]	3
Forma cumulo	Conica
Angolo massimo alla base del cumulo [°]	28
Raggio minimo del cumulo [m]	5,6
Diametro minimo del cumulo [m]	11,3
Volume del cumulo [m ³]	100
Rapporto tra altezza e diametro del cumulo	0,3
Fattore emissione areale del PM10 per cumuli alti (EF) [kg/m ²]	0,00000790
Superficie dell'area movimentata [m ²]	113
Numero di camion necessari per fare un cumulo	5,4
Numero di movimentazioni/ora	0,21
Emissione oraria stimata[g/h]	0,19
Emissione [g/s]	0,0001

6) SBANCAMENTO DEL MATERIALE DI PRODUZIONE

Ghiaia rimossa all'anno [m ³ /anno]	87'505
Giorni/anno	220
Ore/giorno	9
Ghiaia rimossa all'ora [m ³ /h]	44
Fattore emissione "Industrial Sand and Gravel - Sand Handling, Transfer and Storage" (SCC 3-05-027-60) [lb _{PTS} /t]	0,0013
Fattore emissione "Industrial Sand and Gravel - Sand Handling, Transfer and Storage" (SCC 3-05-027-60) [kg _{PTS} /t]	0,000585
Fattore emissione "Industrial Sand and Gravel - Sand Handling, Transfer and Storage" (SCC 3-05-027-60) [kg _{PM10} /t]	0,000351
Densità ghiaia [t/m ³]	2,1
Ghiaia rimossa all'ora [t/h]	93
Emissione oraria stimata[g/h]	33
Emissione [g/s]	0,0090

7) CARICO DEL MATERIALE DI PRODUZIONE

Fattore emissione "Construction Sand and Gravel: Bulk loading" (SCC 3-05-025-06) [lb/t]	0,0024
Fattore emissione "Construction Sand and Gravel: Bulk loading" (SCC 3-05-025-06) [kg/t]	0,00108
Emissione oraria stimata[g/h]	100
Emissione [g/s]	0,0278

8) TRASPORTO DEL MATERIALE DI PRODUZIONE

Lunghezza media pista non pavimentata [m]	170
---	-----

Contenuto di silt del materiale che costituisce la pista	0,05
Peso a vuoto camion [t]	10
Carico portabile da un camion [t]	28
Peso medio camion durante il trasporto [t]	24
Carichi necessari per smaltire il materiale all'ora [carichi/ora]	3,31
Fattore emissione lineare per transito su strade non asfaltate (par. 13.2.2 AP-42) [kg/km]	0,490
Emissione oraria stimata per viaggio [g/(h·viaggio)]	167
Emissione oraria stimata [g/h]	553
Emissione [g/s]	0,1535

EMISSIONE TOTALE [g/s] 0,3062

EMISSIONE TOTALE [g/(sm²)] 0,000013
1,33E-05

AREA-I12-stoc-tot

**Identificativo area
TOTALE**

**Superficie
[m²]
26'320**

1) SCOTICO DEL MATERIALE SUPERFICIALE

50% Cappellaccio rimosso il primo anno [m ³]	93'735
Giorni/anno	220
Ore/giorno	9
Cappellaccio rimosso all'ora [m ³ /h]	47
Profondità scavo [m]	3,56
Larghezza escavatore [m]	2,5
Lunghezza tratto lineare [m/h]	5
Fattore emissione "Scrapers removing topsoil" (capitolo 13.2.3 "Heavy construction operations" AP-42) [kg _{PTS} /km]	5,7
Frazione PM10 nelle PTS	0,6
Fattore emissione "Scrapers removing topsoil" [kg _{PM10} /km]	3,42
Emissione oraria stimata [g/h]	18
Emissione [g/s]	0,0000

2) CARICO MATERIALE SUPERFICIALE SU CAMION

Fattore emissione "Truck Loading: Overburden" (SCC 3-05-010-37) [lb/t]	0,015
Fattore emissione "Truck Loading: Overburden" (SCC 3-05-010-37) [kg/t]	0,00675
Densità cappellaccio [t/m ³]	1,5
Cappellaccio rimosso all'ora [t/h]	71
Emissione oraria stimata [g/h]	479
Emissione [g/s]	0,1331

3) TRASPORTO DEL MATERIALE SUPERFICIALE

Lunghezza media pista non pavimentata [m]	140
Contenuto di silt del materiale che costituisce la pista	0,05
Peso a vuoto camion [t]	10
Carico portabile da un camion [t]	28
Peso medio camion durante il trasporto [t]	24
Carichi necessari per smaltire il materiale all'ora [carichi/ora]	2,54
Fattore emissione lineare per transito su strade non asfaltate (par. 13.2.2 AP-42) [kg/km]	0,490
Emissione oraria stimata per viaggio [g/(h·viaggio)]	137
Emissione oraria stimata [g/h]	348

Emissione [g/s]	0,0967
-----------------	--------

4) SCARICO DEL MATERIALE SUPERFICIALE

Fattore emissione "Truck Unloading: Bottom Dump - Overburden" (SCC 3-05-010-42) [kg/t]	0,00045
Emissione oraria stimata[g/h]	32
Emissione [g/s]	0,0089

5) EROSIONE DEL VENTO DAI MUCCHI DI MATERIALE SUPERFICIALE

Il materiale viene scaricato in cumuli; si ipotizza che l'altezza massima di ogni cumulo sia pari a 3 m e che l'angolo di riposo del materiale, quindi l'angolo alla base del cumulo, sia di 28°. Da ciò consegue che il diametro minimo del cumulo è pari a 11.3 m. Il volume di tale cumulo risulta di 113 m³; poichè ogni scarico è di 18.67 m³, per fare un cumulo di questo tipo serviranno 5.4 camion.

Materiale scaricato da ogni camion [t]	28
Materiale scaricato da ogni camion [m ³]	18,67
Altezza cumulo [m]	3
Forma cumulo	Conica
Angolo massimo alla base del cumulo [°]	28
Raggio minimo del cumulo [m]	5,6
Diametro minimo del cumulo [m]	11,3
Volume del cumulo [m ³]	100
Rapporto tra altezza e diametro del cumulo	0,3
Fattore emissione areale del PM10 per cumuli alti (EF) [kg/m ²]	0,00000790
Superficie dell'area movimentata [m ²]	113
Numero di camion necessari per fare un cumulo	5,4
Numero di movimentazioni/ora	0,47
Emissione oraria stimata[g/h]	0,42
Emissione [g/s]	0,0001

6) SBANCAMENTO DEL MATERIALE DI PRODUZIONE

Ghiaia rimossa all'anno [m ³ /anno]	87'505
Giorni/anno	220
Ore/giorno	9
Ghiaia rimossa all'ora [m ³ /h]	44
Fattore emissione "Industrial Sand and Gravel - Sand Handling, Transfer and Storage" (SCC 3-05-027-60) [lb _{PT} /t]	0,0013
Fattore emissione "Industrial Sand and Gravel - Sand Handling, Transfer and Storage" (SCC 3-05-027-60) [kg _{PT} /t]	0,000585
Fattore emissione "Industrial Sand and Gravel - Sand Handling, Transfer and Storage" (SCC 3-05-027-60) [kg _{PM10} /t]	0,000351
Densità ghiaia [t/m ³]	2,1
Ghiaia rimossa all'ora [t/h]	93
Emissione oraria stimata[g/h]	33
Emissione [g/s]	0,0000

7) CARICO DEL MATERIALE DI PRODUZIONE

Fattore emissione "Construction Sand and Gravel: Bulk loading" (SCC 3-05-025-06) [lb/t]	0,0024
Fattore emissione "Construction Sand and Gravel: Bulk loading" (SCC 3-05-025-06) [kg/t]	0,00108
Emissione oraria stimata[g/h]	100
Emissione [g/s]	0,0000

8) TRASPORTO DEL MATERIALE DI PRODUZIONE

Lunghezza media pista non pavimentata [m]	170
Contenuto di silt del materiale che costituisce la pista	0,05
Peso a vuoto camion [t]	10
Carico portabile da un camion [t]	28
Peso medio camion durante il trasporto [t]	24
Carichi necessari per smaltire il materiale all'ora [carichi/ora]	3,31
Fattore emissione lineare per transito su strade non asfaltate (par. 13.2.2 AP-42) [kg/km]	0,490
Emissione oraria stimata per viaggio [g/(h·viaggio)]	167
Emissione oraria stimata [g/h]	553
Emissione [g/s]	0,0000

EMISSIONE TOTALE [g/s] 0,2389

EMISSIONE TOTALE [g/(sm²)] 0,000009
9,08E-06

AREA-I17

**Identificativo area
TOTALE**

**Superficie
[m²]
13'585**

1) SCOTICO DEL MATERIALE SUPERFICIALE

50% Cappellaccio rimosso il primo anno [m ³]	39'570
Giorni/anno	220
Ore/giorno	9
Cappellaccio rimosso all'ora [m ³ /h]	20
Profondità scavo [m]	2,91
Larghezza escavatore [m]	2,5
Lunghezza tratto lineare [m/h]	3
Fattore emissione "Scrapers removing topsoil" (capitolo 13.2.3 "Heavy construction operations" AP-42) [kg _{PTS} /km]	5,7
Frazione PM10 nelle PTS	0,6
Fattore emissione "Scrapers removing topsoil" [kg _{PM10} /km]	3,42
Emissione oraria stimata [g/h]	9
Emissione [g/s]	0,0026

2) CARICO MATERIALE SUPERFICIALE SU CAMION

Fattore emissione "Truck Loading: Overburden" (SCC 3-05-010-37) [lb/t]	0,015
Fattore emissione "Truck Loading: Overburden" (SCC 3-05-010-37) [kg/t]	0,00675
Densità cappellaccio [t/m ³]	1,5
Cappellaccio rimosso all'ora [t/h]	30
Emissione oraria stimata [g/h]	202
Emissione [g/s]	0,0562

3) TRASPORTO DEL MATERIALE SUPERFICIALE

Lunghezza media pista non pavimentata [m]	200
Contenuto di silt del materiale che costituisce la pista	0,05
Peso a vuoto camion [t]	10
Carico portabile da un camion [t]	28
Peso medio camion durante il trasporto [t]	24
Carichi necessari per smaltire il materiale all'ora [carichi/ora]	1,07
Fattore emissione lineare per transito su strade non asfaltate (par. 13.2.2 AP-42) [kg/km]	0,490
Emissione oraria stimata per viaggio [g/(h·viaggio)]	196

Emissione oraria stimata [g/h]	210
Emissione [g/s]	0,0583

4) SCARICO DEL MATERIALE SUPERFICIALE

Fattore emissione "Truck Unloading: Bottom Dump - Overburden" (SCC 3-05-010-42) [kg/t]	0,00045
Emissione oraria stimata [g/h]	13
Emissione [g/s]	0,0037

5) EROSIONE DEL VENTO DAI MUCCHI DI MATERIALE SUPERFICIALE

Il materiale viene scaricato in cumuli; si ipotizza che l'altezza massima di ogni cumulo sia pari a 3 m e che l'angolo di riposo del materiale, quindi l'angolo alla base del cumulo, sia di 28°. Da ciò consegue che il diametro minimo del cumulo è pari a 11.3 m. Il volume di tale cumulo risulta di 113 m³; poichè ogni scarico è di 18.67 m³, per fare un cumulo di questo tipo serviranno 5.4 camion.

Materiale scaricato da ogni camion [t]	28
Materiale scaricato da ogni camion [m ³]	18,67
Altezza cumulo [m]	3
Forma cumulo	Conica
Angolo massimo alla base del cumulo [°]	28
Raggio minimo del cumulo [m]	5,6
Diametro minimo del cumulo [m]	11,3
Volume del cumulo [m ³]	100
Rapporto tra altezza e diametro del cumulo	0,3
Fattore emissione areale del PM10 per cumuli alti (EF) [kg/m ²]	0,00000790
Superficie dell'area movimentata [m ²]	113
Numero di camion necessari per fare un cumulo	5,4
Numero di movimentazioni/ora	0,20
Emissione oraria stimata [g/h]	0,18
Emissione [g/s]	0,0000

6) SBANCAMENTO DEL MATERIALE DI PRODUZIONE

Ghiaia rimossa all'anno [m ³ /anno]	47'578
Giorni/anno	220
Ore/giorno	9
Ghiaia rimossa all'ora [m ³ /h]	24
Fattore emissione "Industrial Sand and Gravel - Sand Handling, Transfer and Storage" (SCC 3-05-027-60) [lb _{PTS} /t]	0,0013
Fattore emissione "Industrial Sand and Gravel - Sand Handling, Transfer and Storage" (SCC 3-05-027-60) [kg _{PTS} /t]	0,000585
Fattore emissione "Industrial Sand and Gravel - Sand Handling, Transfer and Storage" (SCC 3-05-027-60) [kg _{PM10} /t]	0,000351
Densità ghiaia [t/m ³]	2,1
Ghiaia rimossa all'ora [t/h]	50
Emissione oraria stimata [g/h]	18
Emissione [g/s]	0,0049

7) CARICO DEL MATERIALE DI PRODUZIONE

Fattore emissione "Construction Sand and Gravel: Bulk loading" (SCC 3-05-025-06) [lb/t]	0,0024
Fattore emissione "Construction Sand and Gravel: Bulk loading" (SCC 3-05-025-06) [kg/t]	0,00108
Emissione oraria stimata [g/h]	54
Emissione [g/s]	0,0151

8) TRASPORTO DEL MATERIALE DI PRODUZIONE

Lunghezza media pista non pavimentata [m]	200
Contenuto di silt del materiale che costituisce la pista	0,05
Peso a vuoto camion [t]	10
Carico portabile da un camion [t]	28
Peso medio camion durante il trasporto [t]	24
Carichi necessari per smaltire il materiale all'ora [carichi/ora]	1,80
Fattore emissione lineare per transito su strade non asfaltate (par. 13.2.2 AP-42) [kg/km]	0,490
Emissione oraria stimata per viaggio [g/(h·viaggio)]	196
Emissione oraria stimata[g/h]	354
Emissione [g/s]	0,0982

EMISSIONE TOTALE [g/s] 0,2392

EMISSIONE TOTALE [g/(sm²)] 0,000018
1,76E-05

I fattori di emissione calcolati per le singole aree sono così riassunti:

- sorgente areale I12N= 0.0409 g/s (147,24 g/h);
- sorgente areale I12S= 0.3062 g/s (1'102.32 g/h);
- sorgente areale I12-stoc-tot= 0.2389 g/s (860.04 g/h);
- sorgente areale I17= 0.2392 g/s (860.04 g/h)

Ai sensi della tabella 16 delle Linee Guida – APAT, per il ricettore R3 preso a riferimento posto ad una distanza di circa 85 m dal ciglio di scavo dell'AREA-I12S, l'intervento risulterebbe non compatibile in quanto maggiore di 347 g/h.

Come precedentemente enunciato, rimane imprescindibile non discretizzare il dato, in considerazione dal fatto che:

- questo valore di emissione definito per l'AREA-I12S non viene emesso in maniera puntuale ma distribuito sull'area di intervento (in questo caso pari a circa 23'000 mq);
- le lavorazioni in quest'area entro i 150 m di distanza dal ricettore non avverranno per 220 gg giorni all'anno ma presumibilmente in un periodo pari ad 1/3 dell'anno (circa 80 giorni all'anno);
- solamente per un periodo dell'ordine delle poche decine di giorni le lavorazioni avverranno a piano campagna, mentre in un secondo momento si interverrà creando terrapieni di mitigazione in materiale terroso, e si procederà scavando in profondità lasciando che il fronte di avanzamento svolga la funzione di barriera naturale alla diffusione delle polveri.

Rimane il fatto che, per ovviare la difficoltà concettuale di ricondurre agli algoritmi presentati nelle linee guida dell'ARPAT una realtà di sito complessa come quella in oggetto, si è ritenuto opportuno procedere, in via preliminare, alla valutazione modellistica richiesta nel caso di "non compatibilità", al fine di restituire i valori che, in ultima analisi (paragrafo 3.6 Fascicolo B "Individuazione e valutazione degli impatti ambientali del progetto, descrizione dell'ambiente di riferimento e fattori sinergici"), permettono di dimostrare la compatibilità ambientale dell'emissione.

Inoltre, come specificato nel fascicolo E "Piano di Monitoraggio degli impatti ambientali", "è prevista l'esecuzione sul ricettore R3 di due campagne di monitoraggio della durata di 15 giorni, una prima dell'avvio dell'attività estrattiva ed una in corso d'opera entro il primo anno di esercizio in fase di rimozione del terreno di copertura, per la misura delle concentrazioni medie giornaliere dei parametri PM10 e PTS; contemporaneamente alle polveri saranno misurati i parametri meteorologici a frequenza oraria".

ALLEGATO 1

VERIFICHE DI STABILITA'

RAPPORTI DI CALCOLO

Progetto: Verifica Pendio Fronte in Avanzamento
Ditta:
Comune:
Progettista:
Direttore dei Lavori:
Impresa:

Normative di riferimento

- Legge nr. 64 del 02/02/1974.
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)
- Circolare 617 del 02/02/2009
Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

Descrizione metodo di calcolo

La verifica alla stabilità del pendio deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a **1.10**. Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. In particolare il programma esamina un numero di superfici che dipende dalle impostazioni fornite e che sono riportate nella corrispondente sezione. Il processo iterativo permette di determinare il coefficiente di sicurezza di tutte le superfici analizzate. Nella descrizione dei metodi di calcolo si adatterà la seguente simbologia:

l	lunghezza della base della striscia
α	angolo della base della striscia rispetto all'orizzontale
b	larghezza della striscia $b=l \times \cos(\alpha)$
ϕ	angolo di attrito lungo la base della striscia
c	coesione lungo la base della striscia
γ	peso di volume del terreno
u	pressione neutra
W	peso della striscia
N	sforzo normale alla base della striscia
T	sforzo di taglio alla base della striscia
E_s, E_d	forze normali di interstriscia a sinistra e a destra
X_s, X_d	forze tangenziali di interstriscia a sinistra e a destra
E_a, E_b	forze normali di interstriscia alla base ed alla sommità del pendio
ΔX	variazione delle forze tangenziali sulla striscia $\Delta X = X_d - X_s$
ΔE	variazione delle forze normali sulla striscia $\Delta E = E_d - E_s$

Metodo di Bishop

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di **Bishop semplificato** si esprime secondo la seguente formula:

$$F = \frac{\sum_i \left(\frac{c_i b_i + (N_i / \cos(\alpha_i) - u_i b_i) \operatorname{tg} \phi_i}{m} \right)}{\sum_i W_i \sin \alpha_i}$$

dove il termine m è espresso da

$$m = \left(1 + \frac{\operatorname{tg} \phi_i \operatorname{tg} \alpha_i}{F} \right) \cos \alpha_i$$

In questa espressione n è il numero delle strisce considerate, b_i e α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i_{esima} rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i_{esima} , c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed u_i è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di **Bishop semplificato** contiene al secondo membro il termine m che è funzione di F . Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per F da inserire nell'espressione di m ed iterare finquando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

Descrizione terreno

Simbologia adottata

<i>Nr.</i>	Indice del terreno
<i>Descrizione</i>	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in kg/mc
γ_w	Peso di volume saturo del terreno espresso in kg/mc
ϕ	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c	Coesione 'efficace' del terreno espressa in kg/cm ²
ϕ_u	Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
c_u	Coesione 'totale' del terreno espressa in kg/cm ²

Nr.	Descrizione	γ	γ_w	ϕ'	c'	ϕ_u	c_u
1	Ghiaia	1900	2100	37.00	0,080	0.00	0,400
2	Cappellaccio	1900	2100	28.00	0,110	0.00	0,400

Profilo del piano campagna

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

<i>Nr.</i>	Identificativo del punto
X	Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y	Ordinata del punto del profilo espressa in m

Nr.	X [m]	Y [m]
1	0,00	2,00
2	12,00	2,00
3	14,30	6,00
4	19,30	6,00
5	22,77	12,00
6	29,77	12,00
7	30,92	14,00
8	50,00	14,00

Descrizione stratigrafia

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito

Strato N° 1 costituito da terreno n° 1 (Ghiaia)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

N°	X[m]	Y[m]
1	29,77	12,00
2	22,77	12,00
3	19,30	6,00
4	14,30	6,00
5	12,00	2,00
6	0,00	2,00
7	0,00	0,00
8	50,00	0,00
9	50,00	12,00

Strato N° 2 costituito da terreno n° 2 (Cappellaccio)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

N°	X[m]	Y[m]
1	50,00	12,00
2	50,00	14,00

3	30,92	14,00
4	29,77	12,00

Carichi sul profilo

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra.

N° Identificativo del sovraccarico agente

Descrizione Descrizione carico

Carichi distribuiti

X_i, X_f Ascissa iniziale e finale del carico espressa in [m]

Vx_i, Vx_f, Vy_i, Vy_f Intensità del carico in direzione X e Y nei punti iniziale e finale, espresse in [kg/m]

CARICHI DISTRIBUITI

N°	Descrizione	X_i	X_f	Vy_i	Vy_f	Vx_i	Vx_f
1	Escavatore	25,77	28,77	5000	5000	0	0
2	Argine1	33,15	36,15	0	3400	1	0
3	Argine2	36,15	38,16	3400	3400	0	0
4	Argine3	38,15	41,15	3400	0	1	1

Risultati analisi

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo :
Metodo di BISHOP (B)

Impostazioni analisi

Normativa :

Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008

Coefficienti di partecipazione caso statico

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,30	1,00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,50	1,30

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1,00	1,00

Coefficienti di partecipazione caso sismico

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,00	1,00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,00	1,00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1,00	1,00

Sisma

Accelerazione al suolo $a_g =$	0.538 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S_s)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (S_t)	1.00
Coefficiente riduzione (β_s)	0.20
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_s * S_t * S) = 1.32$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 0.66$

Coefficiente di sicurezza richiesto 1.10

Le superfici sono state analizzate per i casi: [PC] [A2M2]

Sisma verticale: verso il basso - verso l'alto

Analisi condotta in termini di tensioni efficaci

Presenza di carichi distribuiti

Impostazioni delle superfici di rottura

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia [m]:	$X_0 = -2,00$	$Y_0 = 2,40$
Passo maglia [m]:	$dX = 2,00$	$dY = 2,00$
Numero passi :	$N_x = 22$	$N_y = 19$
Raggio [m]:	$R = 8,00$	

Si utilizza un raggio variabile con passo $dR=0,50$ [m] ed un numero di incrementi pari a 40

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a 1,00 m
- freccia inferiore a 0,50 m
- volume inferiore a 2,00 mc

Numero di superfici analizzate	9680
Coefficiente di sicurezza minimo	1.104
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS_{min}	S_{min}	FS_{max}	S_{max}
BISHOP	9680	1.104	1	-23.628	9680

Caratteristiche delle superfici analizzate*Simbologia adottata*

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

N° numero d'ordine della superficie cerchio

C_x ascissa x del centro [m]C_y ordinata y del centro [m]

R raggio del cerchio espresso in m

x_v, y_v ascissa e ordinata del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in mx_m, y_m ascissa e ordinata del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m

V volume interessato dalla superficie espresso [cmq]

C_s coefficiente di sicurezza

caso caso di calcolo

N°	C _x	C _y	R	x _v	y _v	x _m	y _m	V	C _s	caso
1	16,00	16,40	10,00	20,02	7,24	24,98	12,00	8,06	1.104 (B)	[A2M2]

Analisi della superficie critica

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Le strisce sono numerate da valle verso monte

N°	numero d'ordine della striscia
X _s	ascissa sinistra della striscia espressa in m
Y _{ss}	ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m
Y _{si}	ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m
X _g	ascissa del baricentro della striscia espressa in m
Y _g	ordinata del baricentro della striscia espressa in m
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)
φ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kg/cmq
L	sviluppo della base della striscia espressa in m(L=b/cosα)
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kg/cmq
W	peso della striscia espresso in kg
Q	carico applicato sulla striscia espresso in kg
N	sforzo normale alla base della striscia espresso in kg
T	sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kg
U	pressione neutra alla base della striscia espressa in kg
E _s , E _d	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
X _s , X _d	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
ID	Indice della superficie interessata dall'intervento

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso il basso

Numero di strisce	25	
Coordinate del centro	X[m]= 16,00	Y[m]= 16,40
Raggio del cerchio	R[m]= 10,00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 20,02	Y _v [m]= 7,24
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 24,98	Y _m [m]= 12,00
Coefficiente di sicurezza	C _s = 1.104	

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s	Y _{ss}	Y _{si}	X _d	Y _{ds}	Y _{di}	X _g	Y _g	L	α	φ	c
1	20,02	7,24	7,24	20,22	7,58	7,33	20,15	7,39	0,22	24,31	31.08	0,06
2	20,22	7,58	7,33	20,41	7,92	7,43	20,32	7,58	0,22	25,56	31.08	0,06
3	20,41	7,92	7,43	20,61	8,26	7,53	20,52	7,79	0,22	26,81	31.08	0,06
4	20,61	8,26	7,53	20,80	8,60	7,63	20,71	8,01	0,22	28,08	31.08	0,06
5	20,80	8,60	7,63	21,00	8,94	7,74	20,91	8,23	0,23	29,36	31.08	0,06
6	21,00	8,94	7,74	21,20	9,28	7,86	21,10	8,46	0,23	30,66	31.08	0,06
7	21,20	9,28	7,86	21,39	9,62	7,98	21,30	8,69	0,23	31,98	31.08	0,06
8	21,39	9,62	7,98	21,59	9,96	8,11	21,49	8,92	0,24	33,32	31.08	0,06
9	21,59	9,96	8,11	21,79	10,30	8,24	21,69	9,16	0,24	34,68	31.08	0,06
10	21,79	10,30	8,24	21,98	10,64	8,39	21,89	9,40	0,24	36,06	31.08	0,06
11	21,98	10,64	8,39	22,18	10,98	8,54	22,08	9,64	0,25	37,46	31.08	0,06
12	22,18	10,98	8,54	22,38	11,32	8,70	22,28	9,89	0,25	38,90	31.08	0,06
13	22,38	11,32	8,70	22,57	11,66	8,86	22,48	10,14	0,26	40,36	31.08	0,06
14	22,57	11,66	8,86	22,77	12,00	9,04	22,67	10,39	0,26	41,85	31.08	0,06
15	22,77	12,00	9,04	22,97	12,00	9,23	22,87	10,57	0,28	43,40	31.08	0,06
16	22,97	12,00	9,23	23,17	12,00	9,43	23,07	10,66	0,28	45,01	31.08	0,06
17	23,17	12,00	9,43	23,37	12,00	9,64	23,27	10,77	0,29	46,66	31.08	0,06
18	23,37	12,00	9,64	23,57	12,00	9,87	23,47	10,88	0,30	48,37	31.08	0,06
19	23,57	12,00	9,87	23,77	12,00	10,11	23,67	10,99	0,31	50,13	31.08	0,06

20	23,77	12,00	10,11	23,98	12,00	10,37	23,87	11,12	0,33	51,96	31.08	0,06
21	23,98	12,00	10,37	24,18	12,00	10,64	24,07	11,25	0,34	53,87	31.08	0,06
22	24,18	12,00	10,64	24,38	12,00	10,94	24,27	11,39	0,36	55,87	31.08	0,06
23	24,38	12,00	10,94	24,58	12,00	11,26	24,47	11,55	0,38	57,99	31.08	0,06
24	24,58	12,00	11,26	24,78	12,00	11,61	24,67	11,71	0,40	60,23	31.08	0,06
25	24,78	12,00	11,61	24,98	12,00	12,00	24,85	11,87	0,44	62,64	31.08	0,06

Forze applicate sulle strisce [BISHOP]

N°	W	Q	N	T	U	E _s	E _d	X _s	X _d
1	47	0	-4	123	0	0	113	0	0
2	140	0	76	168	0	113	230	0	0
3	230	0	153	211	0	230	346	0	0
4	319	0	229	254	0	346	458	0	0
5	406	0	302	296	0	458	562	0	0
6	490	0	374	337	0	562	654	0	0
7	572	0	444	377	0	654	731	0	0
8	652	0	512	416	0	731	789	0	0
9	730	0	579	454	0	789	823	0	0
10	804	0	643	492	0	823	832	0	0
11	876	0	706	529	0	832	811	0	0
12	946	0	767	565	0	811	756	0	0
13	1012	0	826	600	0	756	665	0	0
14	1075	0	883	635	0	665	535	0	0
15	1094	0	899	651	0	535	375	0	0
16	1019	0	832	619	0	375	211	0	0
17	940	0	760	584	0	211	47	0	0
18	856	0	682	547	0	47	-110	0	0
19	767	0	597	507	0	-110	-253	0	0
20	672	0	505	464	0	-253	-373	0	0
21	571	0	403	417	0	-373	-460	0	0
22	462	0	289	365	0	-460	-500	0	0
23	344	0	161	307	0	-500	-478	0	0
24	215	0	14	242	0	-478	-373	0	0
25	74	0	-159	166	0	-373	-156	0	0

Verifica fronte di avanzamento operativo con escavatore su banca intermedia

Descrizione terreno

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in kg/mc
γ_w	Peso di volume saturo del terreno espresso in kg/mc
ϕ	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c	Coesione 'efficace' del terreno espressa in kg/cm ²
ϕ_u	Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
c_u	Coesione 'totale' del terreno espressa in kg/cm ²

Nr.	Descrizione	γ	γ_w	ϕ'	c'	ϕ_u	c_u
1	Ghiaia	1900	2100	37.00	0,080	0.00	0,400
2	Cappellaccio	1900	2100	28.00	0,110	0.00	0,400

Profilo del piano campagna

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

Nr.	Identificativo del punto
X	Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y	Ordinata del punto del profilo espressa in m

Nr.	X [m]	Y [m]
1	0,00	2,00
2	12,00	2,00
3	12,30	5,49
4	18,30	5,49
5	24,30	11,50
6	27,30	11,50
7	28,75	14,00
8	50,00	14,00

Descrizione stratigrafia

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito

Strato N° 1 costituito da terreno n° 1 (Ghiaia)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

N°	X[m]	Y[m]
1	27,30	11,50
2	24,30	11,50
3	18,30	5,49

4	12,30	5,49
5	12,00	2,00
6	0,00	2,00
7	0,00	0,00
8	50,00	0,00
9	50,00	11,50

Strato N° 2 costituito da terreno n° 2 (Cappellaccio)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

N°	X[m]	Y[m]
1	50,00	11,50
2	50,00	14,00
3	28,75	14,00
4	27,30	11,50

Carichi sul profilo

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra.

N° Identificativo del sovraccarico agente

Descrizione Descrizione carico

Carichi distribuiti

X_i , X_f Ascissa iniziale e finale del carico espressa in [m]

Vx_i , Vx_f , Vy_i , Vy_f Intensità del carico in direzione X e Y nei punti iniziale e finale, espresse in [kg/m]

CARICHI DISTRIBUITI

N°	Descrizione	X_i	X_f	Vy_i	Vy_f	Vx_i	Vx_f
1	Escavatore	14,00	17,01	5000	5000	0	0

Risultati analisi

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo :
Metodo di BISHOP (B)

Impostazioni analisi

Normativa :

Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008

Coefficienti di partecipazione caso statico

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,30	1,00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,50	1,30

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1,00	1,00

Coefficienti di partecipazione caso sismico

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,00	1,00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,00	1,00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1,00	1,00

Sisma

Accelerazione al suolo a_g =	0.596 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S_s)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (S_t)	1.00
Coefficiente riduzione (β_s)	0.20
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento) $k_h=(a_g/g*\beta_s*S_t*S) = 1.46$	
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) $k_v=0.50 * k_h = 0.73$	
Coefficiente di sicurezza richiesto	1.10

Le superfici sono state analizzate per i casi: [PC] [A2M2]

Sisma verticale: verso il basso - verso l'alto

Analisi condotta in termini di tensioni efficaci

Presenza di carichi distribuiti

Impostazioni delle superfici di rottura

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia [m]:	$X_0 = -12,00$	$Y_0 = 1,80$
Passo maglia [m]:	$dX = 1,50$	$dY = 1,50$
Numero passi :	$N_x = 33$	$N_y = 21$
Raggio [m]:	$R = 1,00$	

Si utilizza un raggio variabile con passo $dR=0,50$ [m] ed un numero di incrementi pari a 80

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a 1,00 m
- freccia inferiore a 0,50 m
- volume inferiore a 2,00 mc

Numero di superfici analizzate	17688
Coefficiente di sicurezza minimo	1.135
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS_{min}	S_{min}	FS_{max}	S_{max}
BISHOP	17688	1.135	1	-4.069	17784

Caratteristiche delle superfici analizzate*Simbologia adottata*

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

N° numero d'ordine della superficie cerchio

C_x ascissa x del centro [m]

C_y ordinata y del centro [m]

R raggio del cerchio espresso in m

x_v, y_v ascissa e ordinata del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m

x_m, y_m ascissa e ordinata del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m

V volume interessato dalla superficie espresso [cmq]

C_s coefficiente di sicurezza

caso caso di calcolo

N°	C _x	C _y	R	x _v	y _v	x _m	y _m	V	C _s	caso
1	10,50	9,30	7,00	12,04	2,47	16,37	5,49	7,95	1.135	(B) [A2M2]

Analisi della superficie critica

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Le strisce sono numerate da valle verso monte

N°	numero d'ordine della striscia
X _s	ascissa sinistra della striscia espressa in m
Y _{ss}	ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m
Y _{si}	ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m
X _g	ascissa del baricentro della striscia espressa in m
Y _g	ordinata del baricentro della striscia espressa in m
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)
φ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kg/cmq
L	sviluppo della base della striscia espressa in m($L=b/\cos\alpha$)
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kg/cmq
W	peso della striscia espresso in kg
Q	carico applicato sulla striscia espresso in kg
N	sforzo normale alla base della striscia espresso in kg
T	sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kg
U	pressione neutra alla base della striscia espressa in kg
E _s , E _d	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
X _s , X _d	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
ID	Indice della superficie interessata dall'intervento

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso il basso

Numero di strisce	25		
Coordinate del centro	X[m]= 10,50	Y[m]= 9,30	
Raggio del cerchio	R[m]= 7,00		
Intersezione a valle con il profilo topografico		X _v [m]=	12,04
	Y _v [m]= 2,47		
Intersezione a monte con il profilo topografico		X _m [m]=	16,37
	Y _m [m]= 5,49		
Coefficiente di sicurezza	C _s = 1.135		

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s	Y _{ss}	Y _{si}	X _d	Y _{ds}	Y _{di}	X _g	Y _g	L	α	φ	c
1	12,04	2,47	2,47	12,17	3,98	2,50	12,13	2,98	0,14	13,27	31.08	0,06
2	12,17	3,98	2,50	12,30	5,49	2,54	12,25	3,67	0,14	14,39	31.08	0,06
3	12,30	5,49	2,54	12,48	5,49	2,59	12,39	4,02	0,18	15,69	31.08	0,06
4	12,48	5,49	2,59	12,66	5,49	2,64	12,57	4,05	0,19	17,20	31.08	0,06
5	12,66	5,49	2,64	12,84	5,49	2,70	12,75	4,08	0,19	18,72	31.08	0,06
6	12,84	5,49	2,70	13,01	5,49	2,77	12,92	4,11	0,19	20,26	31.08	0,06
7	13,01	5,49	2,77	13,19	5,49	2,84	13,10	4,14	0,19	21,81	31.08	0,06
8	13,19	5,49	2,84	13,37	5,49	2,91	13,28	4,18	0,19	23,38	31.08	0,06
9	13,37	5,49	2,91	13,54	5,49	3,00	13,45	4,22	0,19	24,96	31.08	0,06
10	13,54	5,49	3,00	13,72	5,49	3,08	13,63	4,26	0,20	26,57	31.08	0,06
11	13,72	5,49	3,08	13,90	5,49	3,18	13,81	4,31	0,20	28,20	31.08	0,06
12	13,90	5,49	3,18	14,07	5,49	3,28	13,98	4,36	0,20	29,85	31.08	0,06
13	14,07	5,49	3,28	14,25	5,49	3,39	14,16	4,41	0,21	31,54	31.08	0,06
14	14,25	5,49	3,39	14,43	5,49	3,50	14,34	4,47	0,21	33,25	31.08	0,06
15	14,43	5,49	3,50	14,60	5,49	3,63	14,51	4,53	0,22	35,00	31.08	0,06
16	14,60	5,49	3,63	14,78	5,49	3,76	14,69	4,59	0,22	36,78	31.08	0,06

17	14,78	5,49	3,76	14,96	5,49	3,90	14,87	4,66	0,23	38,61	31.08	0,06
18	14,96	5,49	3,90	15,13	5,49	4,05	15,04	4,73	0,23	40,49	31.08	0,06
19	15,13	5,49	4,05	15,31	5,49	4,21	15,22	4,81	0,24	42,42	31.08	0,06
20	15,31	5,49	4,21	15,49	5,49	4,39	15,40	4,89	0,25	44,41	31.08	0,06
21	15,49	5,49	4,39	15,66	5,49	4,57	15,57	4,98	0,26	46,48	31.08	0,06
22	15,66	5,49	4,57	15,84	5,49	4,77	15,75	5,08	0,27	48,62	31.08	0,06
23	15,84	5,49	4,77	16,02	5,49	4,99	15,92	5,18	0,28	50,86	31.08	0,06
24	16,02	5,49	4,99	16,19	5,49	5,23	16,10	5,29	0,30	53,22	31.08	0,06
25	16,19	5,49	5,23	16,37	5,49	5,49	16,25	5,40	0,31	55,71	31.08	0,06

Forze applicate sulle strisce [BISHOP]

N°	W	Q	N	T	U	E _s	E _d	X _s	X _d
1	185	0	154	158	0	0	116	0	0
2	554	0	490	337	0	116	312	0	0
3	982	0	869	565	0	312	607	0	0
4	965	0	846	554	0	607	871	0	0
5	946	0	822	542	0	871	1107	0	0
6	925	0	797	530	0	1107	1314	0	0
7	902	0	771	517	0	1314	1494	0	0
8	877	0	745	504	0	1494	1649	0	0
9	850	0	717	490	0	1649	1778	0	0
10	822	0	687	476	0	1778	1885	0	0
11	791	0	656	462	0	1885	1970	0	0
12	758	362	947	618	0	1970	2018	0	0
13	723	884	1378	849	0	2018	1997	0	0
14	685	884	1344	833	0	1997	1934	0	0
15	645	884	1308	816	0	1934	1830	0	0
16	602	884	1271	799	0	1830	1688	0	0
17	556	884	1232	782	0	1688	1509	0	0
18	507	884	1190	763	0	1509	1296	0	0
19	454	884	1146	744	0	1296	1052	0	0
20	398	884	1099	723	0	1052	781	0	0
21	338	884	1048	701	0	781	486	0	0
22	273	884	993	678	0	486	172	0	0
23	203	884	932	653	0	172	-155	0	0
24	127	884	864	625	0	-155	-487	0	0
25	44	884	786	594	0	-487	-815	0	0