Copia di lavoro con segnatura di protocollo

esagon s.a.s.
Topografia & Fotogrammetria
Servizi per l'ingegneria e l'architettura
Via Nicomede Bianchi 65 - 10146 Torino
Tel. - Fax. 011-751855
E-mail: info@esagonservizi.it

CAVA C.NA PROVVIDENZA
Comune di COLLEGNO (TO)

Esercenti : Soc. CAVE DRUENTO SRL
Soc. ES.CO.GE SRL

DOCUMENTO - INT K01

RELAZIONE INTEGRATIVA SUL DIMENSIONAMENTO, SUI CRITERI E LE CARATTERISTICHE DEI CILINDRI DRENANTI PREVISTI PER LA REGIMAZIONE IDRAULICA DELL'AREA DI CAVA

OTTOBRE 2026

Arrivo: AOO CMTO, N. Prot. 00144401 del 13/10/2026

Copia di lavoro con segnatura di protocollo

Arrivo: AOO CMTO, N. Prot. 00144401 del 13/10/2026

Sommario

PREMESSA 1

RICHIESTA PUNTO 3 - CITTA' METROPOLITANA DI TORINO 1

DIMENSIONAMENTO DEI CILINDRI DRENANTI 2

Regimazione delle acque superficiali 2

Idrologia 2

Valutazione delle portate 3

Dimensionamento del sistema di pozzi disperdenti 4

Considerazioni sul ruolo dei pozzi 5

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E COSTRUTTIVE DELLE OPERE 7

MODALITÀ DI CONTROLLO DELLA CORRETTA REALIZZAZIONE E FUNZIONALITÀ DELLE OPERE NEL TEMPO 8

VERIFICA DELLA PERMEABILITÀ COMPLESSIVA DEL CORPO DI RITOMBAMENTO 9

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA 10

Copia di lavoro con segnatura di protocollo

Arrivo: AOO CMTO, N. Prot. 00144401 del 13/10/2026

PREMESSA

La presente relazione è redatta per conto delle Soc. CAVE DRUENTO SRL e Soc. ESCOGE SRL nell'ambito dell'istruttoria per l'autorizzazione del progetto di rinnovo e ampliamento della coltivazione mineraria con successivo recupero ambientale dell'attività estrattiva sita in località CASCINA PROVVIDENZA del Comune di COLLEGNO (TO) ai sensi della L. R. 23/2016 a riscontro della richiesta di chiarimenti e integrazioni pervenuta con nota prot. 00105232 del 22/7/2026 del Dipartimento Ambiente e Sviluppo Sostenibile, Valutazioni Ambientali – nucleo V.A.S. e V.I.A. della città Metropolitana di Torino contenente anche le richieste e osservazioni dal comune di Collegno (TO) e dalla Regione Piemonte – Settore Polizia mineraria, Cave e miniere.

Nello specifico la presente relazione mira a ottemperare al punto 3 delle richieste della citta metropolitana di Torino di seguito riportata:

RICHIESTA PUNTO 3 - CITTA' METROPOLITANA DI TORINO

Dalla documentazione esaminata si rileva che i cilindri drenanti rappresentano un elemento fondamentale per la gestione delle acque meteoriche, la prevenzione dei ristagni e il recupero agricolo delle aree ritombate. Tuttavia, non risultano adeguatamente descritti il dimensionamento, le caratteristiche costruttive e le verifiche idrauliche a supporto della loro efficacia.

Si richiede pertanto di integrare la documentazione con una relazione tecnica che specifichi:

- criteri di progettazione e dimensionamento dei cilindri drenanti;
- caratteristiche geometriche e costruttive delle opere (numero, ubicazione, diametro, profondità, interasse e distribuzione areale, caratteristiche dei materiali utilizzati);
- verifiche idrauliche e capacità drenante del sistema, nonché la sua efficacia nel prevenire fenomeni di ristagno;
- modalità di controllo della corretta realizzazione e funzionalità delle opere nel tempo.
- chiarire come il sistema proposto garantisca il mantenimento delle condizioni di drenaggio necessarie al recupero agricolo dell'area e come venga verificata la permeabilità complessiva del corpo di ritombamento, considerata l'elevata volumetria di materiali conferiti e la loro potenziale eterogeneità

Copia di lavoro con segnatura di protocollo

Arrivo: AOO CMTO, N. Prot. 00144401 del 13/10/2026

DIMENSIONAMENTO DEI CILINDRI DRENANTI

Regimazione delle acque superficiali

Il sistema di raccolta e smaltimento delle acque superficiali all'interno del piazzale di cava, si basa sulla naturale infiltrazione nel suolo che ospita la coltivazione mineraria. Al fine di favorire tale processo e guidare l'accumulo di acqua in caso di eventi eccezionali, nei quali intensità di pioggia supera la capacità di infiltrazione del terreno, si procede a dare una pendenza al piano di calpestio in modo tale che l'acqua venga convogliata in un angolo del piazzale senza allagarlo interamente. Tale strategia viene mantenuta anche per la fase di riempimento, il quale però, data la diversa origine dei terreni depositati, potrebbe essere maggiormente disomogeneo rispetto al giacimento alluvionale. Pertanto, con la finalità di mantenere efficace la capacità filtrante della parte ritombata, si è proposta la realizzazione di pozzi drenanti/disperdenti, da realizzarsi a salire man mano che si deposita il materiale da riempimento.

Nel seguito vengono illustrate le procedure adottate per la determinazione delle portate delle acque superficiali e per il dimensionamento dei pozzi di infiltrazione.

Idrologia

Al fine di determinare la portata defluita dalla superficie del piazzale di cava, è stata effettuata una valutazione sulla pluviometria dell'area.

Dal punto di visto idrologico, sono stati utilizzati i dati statistici forniti dall'Autorità di Bacino, relativi alla Direttiva Piene, forniti mediante discretizzazione dei parametri *"a"* ed *"n"* della curva di massima possibilità pluviometrica per precipitazioni brevi ed intense (basata sui procedimenti di regolarizzazione statistica, a partire dai dati pluviometrici degli eventi diversa durata, su reticolo geografico definito).

Nella tabella seguente sono riportati i valori dei coefficienti *"a"* ed *"n"*, relativi ai tempi di ritorno di 20,100,200,500 anni inerenti la più vicina stazione di misura situata in Venaria Reale parco La Mandria (cod.1363). Conforme alla durata prevista per l'attività in esame si è scelto di fare riferimento al tempo di ritorno pari a 20 anni.

Tabella 1: Parametri della curva di probabilità di pioggia per i diversi tempi di ritorno nella stazione considerata

Stazione di misura		**T= 20 anni**		**T= 100 anni**		**T= 200 anni**		**T= 500 anni**	
Cod.	**Nome**	**a**	**n**	**a**	**n**	**a**	**n**	**a**	**n**
1363	Venaria La Mandria	48,3	0,354	63,47	0,349	69,95	0,347	78,5	0,346

La curva di massima possibilità pluviometrica diventa:

$$i(t) = a \cdot t^{n-1} = 0.00266 \cdot t^{0.354-1}$$ (con conversione unità di misura di a)

Copia di lavoro con segnatura di protocollo

Arrivo: AOO CMTO, N. Prot. 00144401 del 13/10/2026

Valutazione delle portate

In base alla teoria dell'onda cinematica, è possibile dedurre la condizione di massimo deflusso da una superficie piana quando la durata della pioggia critica *"t_{pc}"* uguaglia il tempo d'equilibrio della superficie scolante *"t_e"*. E' possibile determinare il valore della massima portata per unità di larghezza, defluente da una superficie piana, secondo la relazione:

$$q_{max} = a \cdot t_{pc}^{n-1} \cdot L_0$$

dove:

q_{max} =portata massima defluente per unità di larghezza (m^3/sm)
a = coefficiente a della curva $h = at^n$
n = esponente n della curva $h = at^n$
t_{pc} = durata della pioggia critica (s)
L_0 = dimensione principale dell'area (m). Nel caso in esame si prende la distanza tra i cigli inferiori del massimo scavo in progetto da lato ovest a lato est, pari a 250 m

La durata di pioggia critica t_{pc} viene calcolata con la seguente relazione:

$$t_{pc} = \left(\frac{L_0}{\alpha \cdot a^{m-1}}\right)^{\frac{1}{n(m-1)+1}}$$

Dove:

$\alpha = k_s S_0^{1/2}$	per deflussi in regime turbolento
$m = 2$	per deflussi in regime di moto non univocamente definito
$S_0 = 0.50\%$	pendenza media dell'area, nel caso in esame 0.50%

L'applicazione di tale metodologia risulta possibile nel caso in esame, in quanto l'area può venire agevolmente assimilata ad una superficie di forma rettangolare, pianeggiante. Si escludono apporti dall'esterno, in fase di coltivazione ed in fase finale, in quanto si osserva che i terreni circostanti presentano tutti una pendenza ad andamento centrifugo, rispetto all'area estrattiva.

Il valore di K_s, è dato dal parametro di resistenza per deflussi superficiali, determinato sulla base di quanto riportato nella letteratura specialistica. Tale valore dipende dalle condizioni del terreno e da tipo di vegetazione presente: nel caso in esame, sulla base delle caratteristiche attuali e di progetto il valore può essere assunto pari al valore minimo data l'irregolarità della superficie residua di coltivazione, corrispondente a 30 indicato per "limo e argilla", secondo la classificazione proposta da Woolhiser, 1977.

Tabella 2: Classificazione indice di resistenza allo scorrimento superficiale (Woolhiser,1977)

Tipo di superficie	**Ks ($m^{1/3}$/s)**
Cemento o asfalto	70 ÷ 100
Sabbia	60 ÷ 100
Ghiaia	30 ÷ 80

Copia di lavoro con segnatura di protocollo

Argilla o limo	30 ÷ 80
Vegetazione sparsa	20 ÷ 70
Prato con erba bassa	5 ÷ 10
Terreno incolto	2 ÷ 5

Di seguito si riassumono i risultati:

t_{pc} = 493s

q_{max} = 0.012 m^3 /s m

$i(t_{pc})$ = 174 mm/h

La massima portata attesa, per una durata di precipitazione almeno pari alla pioggia critica (t_{pc}), determinata come sopra descritto (pari a 493 s), defluente dalla superficie in esame, sarà quindi data da q_{max} moltiplicato per la larghezza dell'area:

$$q_{max} = 0{,}012\ m^3/s\ m \times 200\ m = 2.42\ m^3/s$$

Tale dato costituisce il parametro di input della successiva verifica del dimensionamento del sistema di smaltimento mediante pozzi disperdenti.

Dimensionamento del sistema di pozzi disperdenti

Il sistema di smaltimento previsto da progetto è costituito da un sistema di pozzi disperdenti, di diametro 5,0 m e profondità pari allo strato ritombato ca. 15,0 m.

Durante l'evento piovoso, le portate crescono progressivamente nel tempo, fino a raggiungere la massima portata al raggiungimento delle condizioni di saturazione totale dei vuoti ed all'instaurarsi di un regime stabile di filtrazione.

La portata smaltibile dal pozzo (capacità d'infiltrazione), in tali condizioni, può essere stimata in prima approssimazione con la legge di Darcy:

$$Q = k \cdot A \cdot i$$

dove:

Q: portata d'infiltrazione in m/s;
k: permeabilità (o coefficiente di permeabilità), in m/s;
i: cadente piezometrica;
A: superficie netta d'infiltrazione in m^2

Nel caso in esame, i valori di k per i materiali che costituiscono il sedime del pozzo (ghiaia grossolana e pietrisco) possono essere stimati pari a circa $1x10^{-2}$ m/s, la cadente piezometrica i può essere posta pari ad 1, nel caso in cui il tirante idrico sulla superficie filtrante sia trascurabile, rispetto all'altezza dello strato

Arrivo: AOO CMTO, N. Prot. 00144401 del 13/10/2026

Copia di lavoro con segnatura di protocollo

filtrante (che nel caso è pari a circa 15 m). La superficie filtrante risulta = 19.6 m^2 per un pozzo di diametro 5m.

Il valore di portata smaltibile dalla trincea risulta quindi pari a:

$$Q\ (m/s) = 1x10^{-2} \times 19.6 \times 1 = 0{,}196\ m^3/s$$

Per definire il numero di pozzi necessari a permettere l'infiltrazione dell'intero volume di acqua corrispondente all'evento estremo con T_r = 20 anni, semplificando in modo cautelativo, quindi senza considerare l'infiltrazione nella porzione di riempimento tra i pozzi, è necessario dividere la portata massima prima calcolata per la portata smaltibile dal pozzo:

$$n_{pozzi} = \frac{q_{max}}{Q_{pozzo}} = \frac{2.42}{0.196} = ca.12\ pozzi$$

Quindi, riassumendo, ne deriva che, per una superficie di 250m x 200m = 50.000m^2, equivalenti al piazzale di fondo scavo della fossa massima teoricamente raggiungibile dall'ampliamento, **saranno necessari n.12 pozzi**.

Considerazioni sul ruolo dei pozzi

Si vuole precisare che, tali pozzi ricoprono la funzione di misura di mitigazione aggiuntiva nel rispetto dell'omogeneità del riempimento nei confronti della permeabilità verticale. Infatti, secondo il "*regolamento 3/R DPGR 25/03/2022*" sui vuoti di cava, e come già previsto dal piano di monitoraggio allegato alla proposta di ampliamento, è dovere dell'impresa garantire che il riempimento sia eseguito nel modo più omogeneo possibile, e che siano svolte delle prove di permeabilità in corso d'opera al fine di verificare che tale caratteristica non ecceda di 2 ordini di grandezza la permeabilità ante-operam.

A tale proposito si riporta nel seguito una analisi sull'infiltrazione naturale dell'acqua comparando la porzione già ritombata con la porzione vergine e il fondo scavo:

I dati derivanti dalle prove in sito, svolte sul ritombamento eseguito e nei sondaggi svolti nella porzione in ampliamento sono i seguenti:

Tabella 3:Coeff. di permeabilità misurato nel ritombamento

Ritombamento	
Prova	**Kv (m/s)**
Kv1 (Escoge)	1.04×10^{-5}
Kv2 (Escoge)	1.47×10^{-5}
Kv3 (Cave Druento)	1.65×10^{-6}
Kv4 (Cave Druento)	1.40×10^{-6}

Arrivo: AOO CMTO, N. Prot. 00144401 del 13/10/2026

Copia di lavoro con segnatura di protocollo

Arrivo: AOO CMTO, N. Prot. 00144401 del 13/10/2026

Tabella 4: Coeff. di permeabilità misurati ante-operam

Giacimento – sond. P1	
Prof. (m)	**Kv (m/s)**
4-5	9.34×10^{-7}
11-12	3.53×10^{-7}
14-15	3.24×10^{-6}

Dai coefficienti di permeabilità verticale si deriva la portata infiltrata mediante legge di Darcy (con gradiente pari a 1), sulla superficie di riferimento pari al fondo scavo (250m x 200m = 50.000m^2), e definendo il volume di acqua caduto nel tempo di pioggia critico si procede a dividerlo per la capacità infiltrante al fine di valutare il tempo necessario affinché tale portata venga infiltrata (semplificando il moto di filtrazione, senza considerare che la permeabilità del suolo dipende dal valore di umidità di fondo/iniziale e di conseguenza può variare nel tempo):

$$t_{infiltrazione} = \frac{Q_{max} \cdot t_{pc}}{Q_{infiltrante}} = \frac{Q_{max} \cdot t_{pc}}{Kv \cdot A \cdot i}$$

Dove:

Q_{max} = 2.42 m^3/s

t_{pc} = 493 s

Q_{max} x t_{pc} = 1195 m^3

Si riporta nel seguito la tabella riassuntiva dei risultati:

Tabella 5: Confronto tempi di infiltrazione nei diversi terreni

Stima del tempo di infiltrazione				
Prova	**Kv (m/s)**	**$Q_{infiltrante}$ (m^3/s)**	**$t_{infiltrazione}$ (s)**	**$t_{infiltrazione}$ (h)**
Ritombamento val medio	7.01×10^{-6}	0.35	3409	0.95
P1 prof. 4-5	9.34×10^{-7}	0.0467	25585	7.1
P1 prof. 11-12	3.53×10^{-7}	0.0177	67696	18.8
P1 prof. 14-15	3.24×10^{-6}	0.162	7373	2.05

Come si evince dai risultati ottenuti, l'infiltrazione teorica naturale per l'evento calcolato, secondo i dati di permeabilità disponibili sul ritombamento dei primi lotti già eseguito, non influisce negativamente rispetto ai valori ante operam del sito, anzi sembra essere più efficace, pertanto, si potrebbero ritenere superflui i pozzi disperdenti dimensionati.

Copia di lavoro con segnatura di protocollo

È vero che, il coefficiente di permeabilità può variare repentinamente all'interno del riempimento perché non è facile mantenere una perfetta omogeneità a causa delle diverse origini dei terreni in ingresso, però, attraverso i pozzi precedentemente dimensionati, tale problema viene superato.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E COSTRUTTIVE DELLE OPERE

Sulla base del dimensionamento svolto al capitolo precedente si definiscono indicativamente le seguenti caratteristiche costruttive:

Tabella 6: Caratteristiche costruttive dei pozzi drenanti

Numero	12
Ubicazione	Per quanto concerne l'ubicazione dei pozzi si può fare riferimento agli elaborati progettuali C10 e B10 "Planimetrie circuiti idraulici" allegati all'istanza. Si segnala però che in tali elaborati la quantità e le posizioni dei pozzi sono solamente indicative in quanto il dimensionamento e la posizione degli stessi può variare a seconda della reale porzione di lotto escavata e della sua quota parte ritombata.
Diametro	5 m
Profondità	Ca. 15m (concorde alla profondità di scavo ad esclusione della strato superficiale di recupero agricolo)
Interasse	Ca. 65m (superficie di riferimento per ogni pozzo 50.000m^2 / 12 = 4.167m^2 equivalenti ad un quadrato da 65m di lato)
Caratteristiche dei materiali	I materiali depositati nel cilindro drenante dovranno garantire una permeabilità dell'ordine del $1x10^{-2}$m/s, quindi, la minima dimensione dell'aggregato accettabile corrisponde alla classe di una sabbia grossolana ϕ>2mm, meglio ancora vagliata senza presenza di fini. Si può anche optare per la deposizione di granulometrie decrescenti partendo dal fondo del cilindro a salire in superficie.

Arrivo: AOO CMTO, N. Prot. 00144401 del 13/10/2026

Copia di lavoro con segnatura di protocollo

MODALITÀ DI CONTROLLO DELLA CORRETTA REALIZZAZIONE E FUNZIONALITÀ DELLE OPERE NEL TEMPO

Per quanto riguarda le modalità di controllo dell'esecuzione delle opere, in occasione dei sopralluoghi e dei monitoraggi/aggiornamenti topografici annuali si procederà ad un controllo qualitativo del materiale depositato e della corretta ubicazione delle opere man mano che evolvono i lavori.

Trattandosi di opere interrate realizzate interamente con materiali inerti di origine naturale, non sono previsti, né risultano tecnicamente applicabili specifici interventi di manutenzione ordinaria per il mantenimento della funzionalità nel tempo.
La durabilità e l'efficienza idraulica del sistema drenante sono garantite a monte, sia attraverso il dimensionamento cautelativo, sia mediante la corretta esecuzione geometrica e costruttiva dell'opera stessa.

Tali caratteristiche sono intrinseche alla scelta della classe granulometrica del materiale drenante e della geometria risultante del cilindro, al fine di scongiurare il riempimento degli interstizi mediante il trasporto di materiale fine raccolto in superficie (fenomeno che si riduce con il completamento del recupero ambientale, mediante ripristino della superficie ad uso agricolo).

Si allegano infine più avanti alcune foto esemplificative della realizzazione nelle aree già esaurite dei cilindri drenanti di cui alle precedenti pagine.

Arrivo: AOO CMTO, N. Prot. 00144401 del 13/10/2026

Copia di lavoro con segnatura di protocollo

VERIFICA DELLA PERMEABILITÀ COMPLESSIVA DEL CORPO DI RITOMBAMENTO

In fase di riempimento, prima del completamento del recupero ambientale, si dovranno tenere sotto controllo i ristagni superficiali sul piazzale ritombato, i quali, se eccessivi, sono indice di scarsa capacità filtrante.

In aggiunta, come già prevede il piano di monitoraggio delle componenti ambientali, si procederà a svolgere delle prove di permeabilità omogeneamente distribuite su tutta l'area riempita, dopo di che, collegando i risultati delle prove potrà dimostrarsi l'efficacia della permeabilità complessiva del corpo di ritombamento.

Arrivo: AOO CMTO, N. Prot. 00144401 del 13/10/2026

Copia di lavoro con segnatura di protocollo

Arrivo: AOO CMTO, N. Prot. 00144401 del 13/10/2026

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Copia di lavoro con segnatura di protocollo

VISTA DEL CILINDRO DRENANTE REALIZZATO NELL'AREA DI CAVA ESERCITA DALLA SOC. CAVE DRUENTO SRL ESAURITA E RITOMBATA SENZA AVER ANCORA RIPORTATO LO STRATO DEL TERENO VEGETALE PER IL RECUPERO AMBIENTALE





Arrivo: AOO CMTO, N. Prot. 00144401 del 13/10/2026

Copia di lavoro con segnatura di protocollo

Arrivo: AOO CMTO, N. Prot. 00144401 del 13/10/2026

VISTA DEL CILINDRO DRENANTE REALIZZATO NELL'AREA DI CAVA ESERCITA DALLA SOC. ESCOGE SRL ESAURITA E RITOMBATA SENZA AVER ANCORA RIPORTATO LO STRATO DEL TERENO VEGETALE PER IL RECUPERO AMBIENTALE



