COMUNE DI DEIVA MARINA
PROVINCIA DELLA SPEZIA
REGIONE LIGURIA

CAVA DI MARMO ROSSO LEVANTO E SERPENTINO DENOMINATA "LA SFINGE"

PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE

R20

CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI E VALUTAZIONE ECONOMICA DELLE LAVORAZIONI

COMMITTENTE	**EDILSCAVI DI VOLPI FRANCO & C SAS**
TECNICO	**DOTT. GEOLOGO LUCA PIAGGI**



Data	**01/10/26**
Versione	**1,0**

STUDIO GEOLOGICO PIAGGI	
Indirizzo	Via Genova 442, La Spezia (19123)
Cellulare	(+39) 3299710732
E-mail	lucapiaggi@gmail.com
PEC	lucapiaggi@pec.epap.it

INDICE

1 — Oggetto della relazione e criterio di stima **3**

2 — Dati di base **3**

3 — Cronoprogramma dei lavori **4**

3.1 — Fasi, volumi e durate 4
3.2 — Vincoli stagionali e precedenze costruttive 4
3.3 — Diagramma temporale 5

4 — Computo estimativo delle lavorazioni **6**

4.1 — Regime di esecuzione e formazione dei prezzi unitari 6
4.2 — Lavorazioni principali 7
4.3 — Opere di mitigazione 9
4.4 — Oneri della sicurezza 10

5 — Costo del monitoraggio ambientale e geotecnico **10**

5.1 — Articolazione e stima 10

6 — Spese tecniche e generali **11**

7 — Quadro economico riepilogativo **12**

8 — Distribuzione temporale della spesa **13**

9 — Indicatori di costo **13**

10 — Sostenibilità economica dell'intervento **14**

10.1 — Impostazione dell'analisi 14
10.2 — Corrispettivo di pareggio 15
10.3 — Flusso di cassa e analisi di sensibilità 15
10.4 — Fattori di rischio del modello economico 16

11 — Condizioni di validità della stima **17**

12 — Conclusioni **18**

13 — Riferimenti **19**

1 — Oggetto della relazione e criterio di stima

La presente relazione definisce il cronoprogramma dei lavori del progetto di riqualificazione ambientale della cava "La Sfinge" in Comune di Deiva Marina e ne quantifica il costo, articolandolo per categoria di lavorazione e distribuendolo lungo la durata dell'intervento.

Il criterio di stima è quello del computo parametrico. Le quantità sono desunte dagli elaborati di progetto ove ivi determinate — i volumi di abbancamento dall'All. R1, la geometria e lo sviluppo delle opere idrauliche dagli All. R14 e R15 e dalle Tavv. D11 e D12, il programma di monitoraggio dall'All. R17 — e sono ricavate per via parametrica dalla geometria dell'area nei casi in cui l'elaborato grafico non ne riporti la misura diretta; in questi casi il criterio adottato è esplicitato in tabella. I prezzi unitari sono formati secondo quanto indicato al § 4.1.

La stima ha il grado di approssimazione proprio di un computo parametrico riferito a un progetto di riqualificazione, e non quello di un computo metrico estimativo di livello esecutivo: la banda di incertezza è dell'ordine di ± 15 %. Il capitolo 11 elenca le assunzioni che la sorreggono e indica quali grandezze, una volta determinate in fase esecutiva, ne restringono l'intervallo.

Una precisazione preliminare sulla natura economica dell'intervento. Il materiale di riempimento non è acquistato dal proponente ma conferito da terzi, che corrispondono un prezzo per il servizio di ricezione e sistemazione: il costo computato al § 4.2 non è quello della fornitura del materiale, bensì quello della sua movimentazione, stesa e compattazione in sito, che è la lavorazione effettivamente a carico dell'intervento. Poiché il ricavo è proporzionale al volume abbancato e il costo è in larga parte indipendente da esso, la verifica di sostenibilità economica dell'opera è parte integrante della valutazione ed è svolta al capitolo 10.

Una seconda precisazione riguarda il regime di esecuzione. Le lavorazioni non sono affidate in appalto a un'impresa terza ma sono eseguite direttamente dal soggetto che gestisce l'attività di recupero, con mezzi d'opera e personale già nella sua disponibilità e già presenti in sito per l'esercizio ordinario. La circostanza determina il criterio di formazione dei prezzi, che è esposto al § 4.1 e distingue, per ciascuna lavorazione, il prezzo di elenco — termine di congruità — dal costo interno di produzione, che è la grandezza economicamente pertinente e su cui è formato il quadro economico del capitolo 7.

2 — Dati di base

Grandezza	Valore	Fonte
Volume complessivo di abbancamento	209.276 m³	All. R1, Tabella 1
Ritmo di conferimento assunto	34.900 m³/anno	All. R1, cap. 6
Giorni lavorativi all'anno	220	All. R1, cap. 6
Durata complessiva dei lavori	7,0 anni	All. R1, Tabella 2
Durata del monitoraggio post operam	1 anno	All. R17, cap. 3
Superficie complessiva dell'area di intervento	≈ 16.000 m²	All. R2 § 9 e All. R4 § 9
Perimetro dell'area di intervento	≈ 500 m	medesima fonte
Vasche di sedimentazione	cinque, V1÷V5, volume utile complessivo 142,4 m³	All. R14
Condotte interrate di scarico al fosso	due, sviluppo 56,0 m ciascuna	All. R14
Condotta interrata di alimentazione dello Specchio acqueo E	48,0 m	All. R14
Livelli del drenaggio sotterraneo	tre, alle quote 125,00 — 143,00 — 152,00 m s.l.m.	Tav. D11
Tratto di pista di accesso da pavimentare	130 m, larghezza media 4,00 m	All. R12 § 5

Impianto di lavaggio ruote	automatico a passaggio, a ciclo chiuso	All. R15
Regime di esecuzione delle lavorazioni	in economia diretta, con mezzi e personale del gestore	§ 4.1

3 — Cronoprogramma dei lavori

3.1 — Fasi, volumi e durate

Il programma dei lavori è articolato in sei fasi. La durata di ciascuna discende dal volume da abbancare e dal ritmo di conferimento di 34.900 m³ all'anno; le fasi 0 e 5, prive di abbancamento, hanno durata fissata dalla natura delle lavorazioni che le compongono.

Fase	Contenuto	Volume abbancato	Durata	Inizio	Fine
0	Realizzazione dei due specchi acquei sostitutivi	—	0,5 anni	mese 1	mese 6
1	Colmamento della fossa fino a quota 125 m	59.787 m³	1,7 anni	mese 7	mese 26
2	Primo gradone fuori terra a quota 144 m	116.012 m³	3,3 anni	mese 27	mese 66
3	Secondo gradone a quota 152 m	21.122 m³	0,6 anni	mese 67	mese 73
4	Terzo gradone e pista fino a quota 172 m	12.355 m³	0,4 anni	mese 74	mese 78
5	Completamento del rinverdimento	—	0,5 anni	mese 79	mese 84
	Totale	209.276 m³	7,0 anni		

Il traffico indotto discende dal medesimo ritmo: assumendo un coefficiente di rigonfiamento dal volume abbancato al volume sciolto trasportato pari a 1,20 e una portata utile del mezzo di conferimento di 15 m³ sciolti, si ottengono 12,7 viaggi di andata e ritorno al giorno, pari a 25,4 transiti, con punte di 16 viaggi. Il dato è sostanzialmente costante nelle quattro fasi di abbancamento, perché è il ritmo di conferimento e non il volume della fase a determinarlo: le fasi si distinguono per durata, non per intensità.

Ne discende una conseguenza rilevante per la valutazione degli impatti, e va dichiarata: non esiste una fase di picco. Le pressioni su atmosfera, rumore e traffico sono costanti per l'intero settennio, e ciò che varia nel tempo è la geometria del sito — in particolare l'innalzamento del piano di lavoro, che riduce progressivamente l'effetto schermante del ciglio e sposta la condizione acusticamente più severa verso la fine dei lavori anziché verso l'inizio.

3.2 — Vincoli stagionali e precedenze costruttive

Il cronoprogramma non è una semplice successione di durate: è vincolato da precedenze costruttive e da finestre stagionali che ne determinano la sequenza. Le si elenca perché sono i vincoli che, se disattesi in fase esecutiva, comportano il rifacimento di lavorazioni o la perdita di efficacia delle misure di mitigazione.

- Campagna di caratterizzazione ante operam prima dell'apertura del cantiere, della durata di 30 giorni consecutivi per le misure strumentali e di una stagione completa aprile-ottobre per la chirotterofauna. È il vincolo che determina la data di avvio effettivo.
- Realizzazione dei due specchi acquei sostitutivi (Fase 0) prima dell'interramento del bacino originario, con mantenimento di quest'ultimo per l'intero periodo di attività trofica dei chirotteri, da aprile a ottobre. Ne discende che la Fase 0 si colloca nella stagione invernale e che l'interramento del bacino originario, in Fase 1, non può

iniziare prima della conclusione della stagione di compresenza.

- Interventi sul bacino originario e sui rifugi per la chirotterofauna eseguiti esclusivamente al di fuori del periodo di attività trofica. Nella stagione di compresenza sono eseguiti soltanto il completamento della pavimentazione della pista di accesso, l'installazione dell'impianto lavaruote, la realizzazione della vasca V4 e gli abbancamenti esterni al perimetro del bacino originario.
- Completamento della pavimentazione della pista di accesso e installazione dell'impianto di lavaggio ruote prima dell'avvio dei conferimenti: sono le due misure che governano le emissioni diffuse di polveri e l'imbrattamento della viabilità pubblica, e non hanno senso se realizzate a conferimenti già iniziati.
- Realizzazione di ciascun livello del drenaggio sotterraneo sul piano finito della fase corrispondente, prima della messa in opera del rilevato soprastante. È una precedenza rigida: il livello non è realizzabile a posteriori, e la sua mancanza compromette la condizione drenata assunta nelle verifiche di stabilità.
- Realizzazione delle vasche di sedimentazione in progressione con l'avanzamento delle fasi, in modo che la superficie scolante servita non ecceda in alcun momento quella di dimensionamento: la prima vasca è realizzata in Fase 1, contestualmente al colmamento della fossa.
- Rinverdimento progressivo dei ripiani e delle scarpate man mano che raggiungono la quota di progetto, con semine collocate nelle finestre di fine estate e inizio primavera. L'anticipazione del rinverdimento sulle scarpate rivolte verso i recettori è misura di mitigazione visiva e acustica oltre che di stabilità superficiale.

3.3 — Diagramma temporale

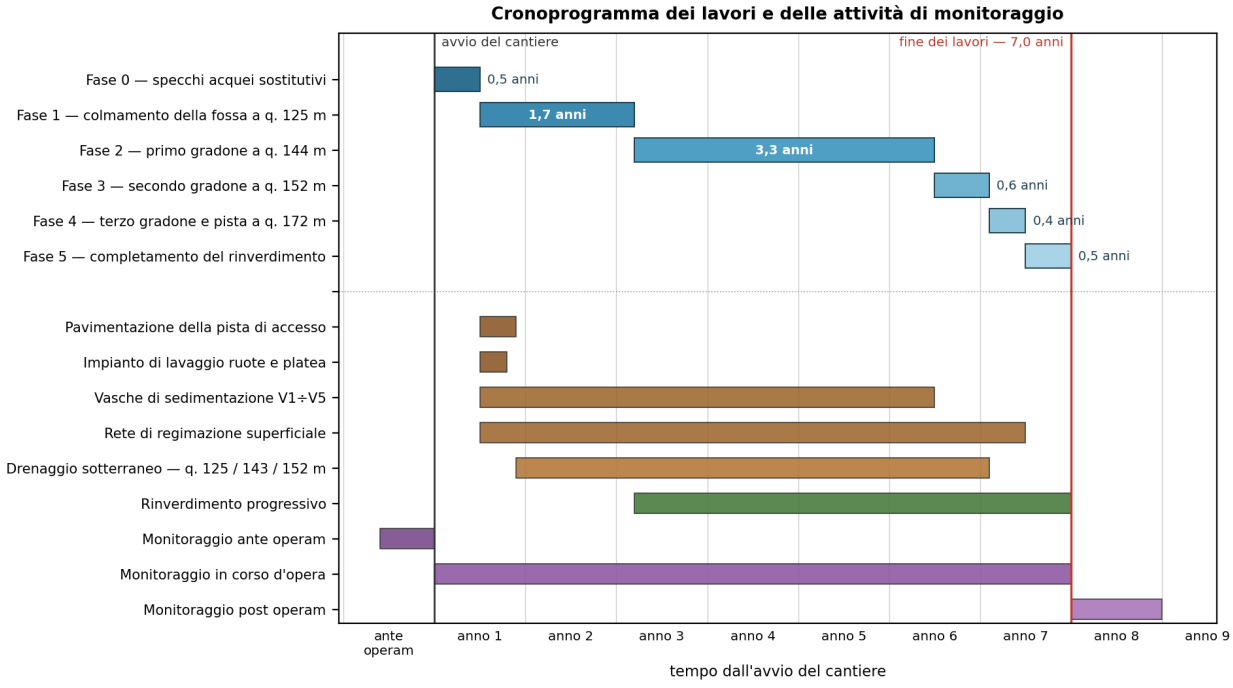


Fig. 1 — Cronoprogramma dei lavori, delle opere accessorie e delle attività di monitoraggio. La campagna di caratterizzazione ante operam precede l'apertura del cantiere; il monitoraggio post operam prosegue per un anno oltre la fine dei lavori, per una durata complessiva dell'impegno di otto anni.

4 — Computo estimativo delle lavorazioni

4.1 — Regime di esecuzione e formazione dei prezzi unitari

Il prezzo di elenco di un prezzario si forma sommando manodopera, materiali e noli e applicando alla somma le spese generali e l'utile d'impresa. La misura convenzionale, fissata dall'art. 32, comma 2, del D.P.R. 207/2010 e mantenuta nella disciplina vigente in materia di prezzari, è di spese generali comprese fra il 13 e il 17 % e utile d'impresa del 10 %: assumendo il valore centrale, il prezzo di elenco vale 1,15 × 1,10 = 1,265 volte il costo tecnico della lavorazione.

In esecuzione diretta l'utile d'impresa non è un costo dell'intervento. Il soggetto che esegue è lo stesso che sostiene l'onere del ripristino e che percepisce il corrispettivo di conferimento: non vi è un margine da riconoscere a un terzo, e computarlo significherebbe imputare all'opera un utile che l'operatore riconoscerebbe a sé stesso. Le spese generali, al contrario, non si annullano — restano le assicurazioni, la struttura di cantiere, la direzione tecnica interna, gli oneri amministrativi e di contabilità — e si assumono nella misura dell'8 %. Il rapporto fra costo interno e prezzo di elenco vale quindi:

> k = 1,08 / 1,265 = 0,85

Il medesimo risultato si ottiene con la seguente metodologia di calcolo:

1. Si toglie l'utile: × 1/1,10 = 0,909.
2. Si ottiene 1,15 C, cioè il prezzo senza utile ma ancora con le spese generali al 15 %.
3. Si sostituiscono le spese generali del prezzario (15 %) con quelle interne (8 %): × 1,08/1,15 = 0,939.

k = 0,909 × 0,939 = 0,85

A questa riduzione se ne somma una seconda, limitata alle lavorazioni a prevalente impiego di macchine. Il nolo a caldo di un prezzario remunera l'ammortamento del mezzo calcolato sul valore a nuovo, il fermo macchina e il margine del noleggiatore. I mezzi impiegati — escavatore cingolato, pala gommata, rullo vibrante, autocarri di servizio — sono di proprietà del gestore, già ammortizzati: la loro disponibilità non costituisce un costo incrementale dell'intervento. Resta a carico dell'opera il solo costo marginale di esercizio — carburante, lubrificanti, usura e manutenzione proporzionale all'impiego — oltre alla manodopera effettivamente occupata.

Nessuna riduzione si applica invece a due categorie di voci. La prima sono le forniture, che sono acquisti a prezzo di mercato indipendenti dal regime di esecuzione: tubazioni, geocompositi ed elementi prefabbricati, impianti, materiale vegetale, conglomerati. La seconda sono le prestazioni che l'impresa non può eseguire in proprio perché richiedono attrezzature specialistiche o abilitazioni: la stesa del conglomerato bituminoso, l'idrosemina e l'intera parte del monitoraggio che richiede laboratori accreditati o tecnici abilitati. Nelle voci composte la riduzione è applicata alla sola quota di manodopera e noli, e il prezzo risultante è quindi ridotto in misura variabile a seconda dell'incidenza della fornitura.

Il computo del § 4.2 riporta perciò due colonne di prezzo. La prima è il prezzo di elenco, che resta il termine di congruità verificabile dall'Amministrazione e il riferimento per l'eventuale commisurazione delle garanzie finanziarie. La seconda è il costo interno di produzione, che è la grandezza che l'intervento effettivamente comporta e sulla quale sono formati il quadro economico del capitolo 7 e la valutazione di sostenibilità del capitolo 10.

Per la lavorazione prevalente — la stesa e la compattazione del materiale conferito — il prezzo è ricavato per analisi diretta. La squadra tipo è composta da escavatore cingolato, pala gommata e rullo vibrante semovente da 10 t, con due operatori: il secondo conduce alternativamente la pala e il rullo, che operano su strati successivi e non simultaneamente.

Risorsa della squadra tipo	Costo orario marginale
Escavatore cingolato — carburante, lubrificanti, usura e manutenzione proporzionale	34,00 €/h
Pala gommata — medesime voci	24,00 €/h
Rullo vibrante semovente 10 t — medesime voci	12,00 €/h
Operatore escavatore, operaio specializzato, costo orario per l'impresa	30,00 €/h
Operatore pala e rullo, operaio specializzato, costo orario per l'impresa	30,00 €/h
Totale orario della squadra	130,00 €/h

La produttività della squadra nella stesa e compattazione di materiale già scaricato a piè d'opera, in strati di spessore non superiore a 0,50 m, è assunta in 140 m³/h. È un valore contenuto rispetto alla capacità teorica dei mezzi ed è determinato dal ciclo di compattazione, che richiede sei passaggi del rullo su ciascuno strato. Ne discende un costo di stesa di 130,00 / 140 = 0,93 €/m³, cui si aggiungono una maggiorazione del 10 % per i tempi di avviamento e di attesa non altrimenti imputabili e 0,13 €/m³ per la formazione e la manutenzione delle piste di servizio e per le prove di compattazione a carico dell'esecutore, che sono parte del ciclo e non sono computate in alcuna altra voce del presente elaborato. Al costo tecnico così ottenuto si applicano le spese generali dell'8 %, come per ogni altra voce del computo:

> (0,93 × 1,10 + 0,13) × 1,08 = 1,153 × 1,08 = 1,25 €/m³

Il valore corrisponde al 78 % del prezzo di elenco di 1,60 €/m³. È la voce sulla quale il regime di esecuzione produce l'effetto maggiore, perché è integralmente costituita da macchine e manodopera e non contiene alcuna componente di fornitura.

Si osserva, come nella formazione del prezzo di elenco, che la produttività della squadra è largamente superiore al ritmo che il conferimento comporta — 158,5 m³ al giorno, poco più di un'ora di lavoro effettivo: la squadra non è impegnata a tempo pieno sulla stesa, e il prezzo unitario riflette questa condizione senza addebitare all'operazione i tempi morti, che l'esercizio ordinario del sito assorbe.

4.2 — Lavorazioni principali

Il costo interno di ciascuna voce è ricavato dal prezzo di elenco applicando uno o più dei criteri seguenti, indicati nella colonna «Criterio».

C1 — Esclusione dell'utile d'impresa e spese generali ridotte all'8 %. Il prezzo di elenco vale 1,265 volte il costo tecnico; in esecuzione diretta il costo interno ne vale 1,08. Il coefficiente k = 1,08 / 1,265 = 0,854 si applica a tutte le voci, forniture comprese, ed è la riduzione minima.

C2 — Mezzi propri. Del nolo a caldo resta il solo costo di esercizio — carburante, lubrificanti, usura, manutenzione — con la manodopera di conduzione; la riduzione è proporzionale alla quota di lavoro meccanico della voce.

C3 — Materiale lapideo di provenienza interna. Massi ofiolitici e inerte selezionato ricavati in sito, senza onere di fornitura; il criterio è subordinato all'esito favorevole della caratterizzazione dell'amianto naturale in ante operam.

T — Quota eseguita da terzi, computata al prezzo di elenco.

Il rapporto complessivo fra costo interno e prezzo di elenco è 0,75. Lo scarto rispetto a k deriva dai criteri C2 e C3, che interessano le voci a prevalente componente di movimento terra e di muratura.

Descrizione della lavorazione	U. m.	Quantità	Prezzo di elenco €	Costo interno €	Rapporto	Criterio	Importo a elenco €	Importo a costo interno €
Stesa, livellamento e compattazione a strati di spessore non superiore a 0,50 m del materiale conferito, comprese la formazione e la manutenzione delle piste di servizio e le prove di compattazione	m³	209.276	1,60	1,25	0,78	C1 + C2 (analisi di prezzo)	334.842	261.595
Canalette di raccolta e di collegamento fra le vasche: mezzo tubo DN 500 in acciaio zincato ondulato su letto di sabbia, con traversi di rinforzo, sui tratti con pendenza superiore al 4 %, e canaletta trapezia in geocomposito antierosivo sui tratti meno acclivi, computate cautelativamente al prezzo del mezzo tubo, compresi scavo, rinfianco e raccordi	m	900	55,00	44,00	0,80	C1 + C2	49.500	39.600
Griglie di raccolta trasversali alla pista, con pozzetto e raccordo	n	2	1.200,00	950,00	0,79	C1 + C2	2.400	1.900
Vasche V1÷V5 — scavo di sbancamento e in sezione obbligata	m³	900	12,00	7,50	0,63	C1 + C2	10.800	6.750
Vasche V1÷V5 — muratura di massi squadrati e semisquadrati di litologia ofiolitica di provenienza interna, allettati e stilati con malta M10, spessore 1,20 m	m³	216	180,00	95,00	0,53	C1 + C2 + C3	38.880	20.520
Vasche V1÷V5 — platea di fondo dello spessore di 0,30 m nella medesima tecnica	m³	21,4	200,00	115,00	0,58	C1 + C2 + C3	4.280	2.461
Vasche V1÷V5 — impermeabilizzazione con geocomposito bentonitico e geotessili di protezione, con posa dei rotoli mediante escavatore e bilancino	m²	251	28,00	23,00	0,82	C1 + C2	7.028	5.773
Vasche V1÷V5 — dreno di tergo, soglia sfiorante in elementi lapidei, scarico di fondo con paratoia di regolazione e cestello	n	5	1.800,00	1.300,00	0,72	C1 + C2 + C3	9.000	6.500
Condotte interrate in calcestruzzo di diametro interno 600 mm a parete piena, con giunto a bicchiere e guarnizione — scarico della vasca V4 al fosso (56,0 m), scarico della vasca V5 (5,8 m) e tubo guaina dell'attraversamento stradale della condotta di alimentazione dello Specchio acqueo W (8,0 m), compresi scavo, letto e rinfianco, rinterro e ripristino	m	69,8	170,00	117,00	0,69	C1 + C2	11.866	8.167
Condotte interrate di alimentazione degli Specchi acquei E (48,0 m) e W (41,8 m) e tubazioni di troppo pieno (20 m, quantità parametrica), DN/ID 250 a parete strutturata non forata, SN 8, in opera	m	110	60,00	41,00	0,68	C1 + C2	6.600	4.510
Pozzetti prefabbricati di testa e di ispezione, diametro interno 1.000 mm, con chiusino carrabile	n	12	650,00	520,00	0,80	C1 + C2	7.800	6.240

Descrizione della lavorazione	U. m.	Quantità	Prezzo di elenco €	Costo interno €	Rapporto	Criterio	Importo a elenco €	Importo a costo interno €
Drenaggio sotterraneo — trincea drenante centrale, larghezza in testa 2,50 m e profondità 2,00 m, con tubazione in calcestruzzo microfessurato Ø 600, nucleo in inerte selezionato e geotessile, su tre livelli, sviluppo misurato sulla Tav. D11	m	152	200,00	148,00	0,74	C1 + C2 + C3	30.400	22.496
Drenaggio sotterraneo — tombini di collegamento verticale fra i livelli, in anelli prefabbricati di calcestruzzo di diametro interno 1.000 mm sopraelevati con il procedere dell'abbancamento, con fondo sagomato, gradini e chiusino	m	27	350,00	260,00	0,74	C1 + C2	9.450	7.020
Drenaggio sotterraneo — trincee drenanti secondarie, larghezza in testa 2,00 m e profondità 1,50 m, con tubazione microfessurata DN/ID 250 a parete strutturata SN 8, su tre livelli, sviluppo misurato sulla Tav. D11	m	570	86,00	60,00	0,70	C1 + C2 + C3	49.020	34.200
Completamento della pavimentazione della pista di accesso nel tratto in fondo naturale, larghezza media 4,00 m	m²	520	45,00	40,00	0,89	C1 + C2 + T	23.400	20.800
Platea pavimentata per l'impianto di lavaggio ruote e zona di gocciolamento, con cordolo e raccolta perimetrale	m²	200	60,00	48,00	0,80	C1 + C2	12.000	9.600
Totale					**0,75**		**607.266**	**458.132**

Due voci meritano una nota. La muratura delle vasche e la platea di fondo sono computate con massi ofiolitici di provenienza interna: il fronte di cava e gli accumuli di detrito presenti in sito ne rendono disponibile la quantità occorrente, e viene meno la fornitura, che nel prezzo di elenco incide per circa 70 €/m³, restando a carico la sola selezione, movimentazione, allettamento e stilatura. Il medesimo criterio è applicato all'inerte selezionato del nucleo delle trincee drenanti, ricavabile per vagliatura del detrito ofiolitico. In entrambi i casi l'impiego è subordinato all'esito favorevole della caratterizzazione dell'amianto naturale prevista in ante operam, condotta secondo l'allegato 4 del D.M. 14 maggio 1996 sulle pietre verdi: un Indice di Rilascio superiore alla soglia esclude il reimpiego e riporta le voci al prezzo di elenco, con un maggior costo di circa 30.000 €.

L'impermeabilizzazione delle vasche è computata con posa dei rotoli di geocomposito bentonitico mediante escavatore munito di bilancino, con mezzi propri, data la massa dei rotoli, dell'ordine della tonnellata: la voce è perciò interessata, oltre che dal coefficiente k, dalla riduzione sul lavoro meccanico, e il suo rapporto si colloca poco al di sotto di k.

4.3 — Opere di mitigazione

Sono computate separatamente le opere che non attengono alla ricomposizione morfologica ma alla mitigazione degli impatti e alla compensazione ecologica, perché costituiscono una voce autonoma del quadro economico e perché la loro esecuzione è condizione posta dal procedimento.

Descrizione della lavorazione	U.m.	Quantità	Prezzo di elenco	Costo interno	Importo
Realizzazione dei due specchi acquei sostitutivi — scavo, modellazione delle sponde, impermeabilizzazione e rivestimento in pietrame	a corpo	1	18.000,00	12.000,00	12.000
Fornitura e posa dell'impianto di lavaggio ruote a ciclo chiuso, comprensivo di vasca di trattamento, stazione di dosaggio del flocculante ed estrazione dei fanghi	a corpo	1	35.000,00	32.000,00	32.000
Idrosemina potenziata con miscela di specie erbacee e arbustive antierosione	m²	20.000	1,50	1,30	26.000
Messa a dimora di specie arbustive autoctone, compresi scavo, ammendante e tutoraggio	n	1.500	6,00	4,50	6.750
Messa a dimora di specie arboree autoctone in zolla, compresi scavo, ammendante, tutoraggio e irrigazione di impianto	n	200	35,00	27,00	5.400
Rifugi artificiali per la chirotterofauna e adeguamento del fabbricato ex uffici a rifugio	a corpo	1	6.000,00	4.500,00	4.500
Trapianto di Chara cfr. polyacantha e finiture ecologiche degli invasi	a corpo	1	3.000,00	2.500,00	2.500
			108.000	**Totale**	**89.150**

La riduzione complessiva su questo capitolo è del 17,5 %, inferiore a quella delle lavorazioni principali perché due terzi dell'importo sono forniture e prestazioni specialistiche: l'impianto di lavaggio ruote è un acquisto, l'idrosemina richiede idroseminatrice e miscela preparata, il materiale vegetale è approvvigionato in vivaio e il trapianto di Chara richiede assistenza specialistica. La riduzione si concentra sullo scavo e sulla modellazione degli specchi acquei e sulla messa a dimora, che sono eseguibili con mezzi e personale propri.

La superficie da rinverdire è assunta in 20.000 m², pari alla superficie dell'area di intervento maggiorata del 25 % per tenere conto dello sviluppo inclinato delle scarpate. Il numero degli esemplari arbustivi e arborei è quello coerente con le densità di impianto ordinarie per il rinverdimento di superfici di cava, pari a circa un arbusto ogni 13 m² e un albero ogni 100 m² sulle sole superfici destinate a copertura arborea.

4.4 — Oneri della sicurezza

Gli oneri della sicurezza non soggetti a ribasso sono assunti in 20.000 € e non sono interessati dal coefficiente del § 4.1, per due ragioni distinte. La prima è di metodo: gli oneri della sicurezza si stimano analiticamente sugli apprestamenti, sui dispositivi e sulle procedure previsti dal piano di sicurezza, secondo l'allegato XV del D.Lgs. 81/2008, e non come percentuale dell'importo dei lavori, e non contengono utile d'impresa. La seconda è sostanziale: l'esecuzione in economia diretta non attenua alcuno degli obblighi del D.Lgs. 81/2008 e del D.Lgs. 624/1996, e la recinzione perimetrale, la segnaletica, i presidi antisversamento e la formazione del personale hanno lo stesso costo qualunque sia il soggetto che esegue. L'incidenza sull'importo delle lavorazioni principali è del 4,5 %, entro l'intervallo del 2 ÷ 5 % che l'esperienza assegna a lavori di movimento terra in area estrattiva.

5 — Costo del monitoraggio ambientale e geotecnico

5.1 — Articolazione e stima

Il programma di monitoraggio definito nell'All. R17 si estende per otto anni: la caratterizzazione ante operam, i sette anni di corso d'opera e l'anno di post operam. La stima che segue traduce in costo le frequenze e le metodiche ivi prescritte, con il protocollo graduato descritto nel seguito del § 5.1.

Voce	Articolazione	Importo
PM_{10}, campagna di caratterizzazione	ante operam	1.500
Polveri sedimentabili, tre postazioni e bianco sopravvento	ante operam	600
Acquisizione ed elaborazione dei dati della stazione ARPAL di Framura	ante operam	500
Rumore: 24 ore su due punti, misure spot su cinque punti, SEL del transito	ante operam	3.000
Chirotterofauna: stagione di verifica a integrazione degli All. R8 e R10	ante operam	4.500
Fornitura di tre rilevatori bioacustici passivi, in luogo del noleggio ricorrente	ante operam	2.400
Acque: bianco di riferimento a monte e a valle	ante operam	600
Amianto naturale: SEM-EDS e Indice di Rilascio su quattro campioni	ante operam	3.000
Rapporto di caratterizzazione ante operam	ante operam	2.000
PM_{10}: due campagne all'anno da 7 giorni	7 anni × 1.800	12.600
Polveri sedimentabili: due sessioni semestrali su tre postazioni e bianco	7 anni × 450	3.150
Fibre aerodisperse in SEM-EDS	7 anni × 800	5.600
Carico di silt sul tratto pavimentato, su segnalazione	7 anni × 200	1.400
Acque: SST, torbidità e pH semestrali; idrocarburi e metalli annuali su due punti	7 anni × 1.200	8.400
Rumore: verifica al termine di ciascuna fase	5 verifiche × 1.600	8.000
Chirotterofauna: bioacustica, campagne intensive, catture e controllo dei rifugi, con protocollo pieno nel triennio iniziale e ridotto dal quarto anno	3 × 4.800 + 4 × 3.000	26.400
Altre componenti naturalistiche: habitat 3140, anfibi, Gufo reale, flora protetta, specie aliene	3 × 2.500 + 4 × 1.500	13.500
Geotecnica: letture piezometriche e rilievi topografici di fine fase	7 anni × 1.500	10.500
Coordinamento e rapporti, annuali, compreso post opera	8 x 1650	13.200
Chirotterofauna e altre componenti naturalistiche	post operam	6.500
Rumore, acque e specchi acquei, letture piezometriche	post operam	3.000
Relazione conclusiva di monitoraggio	post operam	2.500
Totale del monitoraggio		**132.850**

Il monitoraggio costa 132.850 €, pari al 16,7 % del valore complessivo dell'opera. È la seconda voce di costo dopo l'abbancamento e supera ancora l'insieme delle opere di mitigazione: la ragione non è la costosità delle singole prestazioni ma la durata ottennale del programma, che moltiplica anche le voci di importo modesto. Le componenti che pesano di più sono la chirotterofauna, con 37.800 € pari al 28 % del totale, la componente atmosfera, con 24.850 € pari al 19 %, e il coordinamento con la redazione dei rapporti, con 17.700 € pari al 13 %.

6 — Spese tecniche e generali

Le spese tecniche comprendono la progettazione, le attività preliminari, il coordinamento della sicurezza in fase di progettazione e di esecuzione, la direzione dei lavori, l'assistenza giornaliera e la contabilità, per l'intera durata settennale dell'intervento; a esse si aggiungono la consulenza e il supporto tecnico specialistico, i collaudi, gli oneri di legge sulle spese tecniche, gli imprevisti e le spese varie.

Le spese tecniche non sono ridotte per effetto del regime di esecuzione: sono prestazioni professionali esterne, e l'esecuzione in economia diretta non le diminuisce, semmai ne accentua la necessità, perché la funzione di controllo tecnico non può coincidere con quella di esecuzione. Gli imprevisti sono assunti pari al 5 % dell'importo delle lavorazioni principali — **22.900 €** — misura contenuta e giustificata dal fatto che l'incertezza maggiore del progetto non è di natura geotecnica, essendo il substrato noto e indagato, ma attiene allo sviluppo effettivo delle reti di regimazione superficiale, quantificato per via parametrica al § 4.2.

7 — Quadro economico riepilogativo

Voce	Descrizione	Imponibile	IVA 22 %	Totale
A.1	Interventi previsti	458.132	100.789	558.921
A.2	Oneri della sicurezza	20.000	4.400	24.400
A.3	Opere di mitigazione	89.150	19.613	108.763
A.4	Studi ambientali e progetto di monitoraggio ambientale	15.000	3.300	18.300
	Totale A — costo dei lavori	582.282	128.102	710.384
B.1	Spese tecniche di progettazione, direzione lavori e coordinamento della sicurezza	15.000	3.300	18.300
B.2	Consulenza e supporto tecnico	5.000	1.100	6.100
B.3	Collaudi	5.000	1.100	6.100
B.4	Rilievi, accertamenti, prove di laboratorio e attività di monitoraggio ambientale	132.850	29.227	162.077
B.5	Oneri di legge sulle spese tecniche	3.160	695	3.855
B.6	Imprevisti	22.900	5.038	27.938
B.7	Spese varie	10.000	2.200	12.200
	Totale B — spese generali	193.910	42.660	236.570
	Valore complessivo dell'opera	**776.192**	**170.762**	**946.954**

Gli importi sono espressi in euro e l'aliquota IVA è assunta pari al 22 % su tutte le voci. Il medesimo quadro formato sui prezzi di elenco, cioè nell'ipotesi di affidamento delle lavorazioni in appalto a terzi, darebbe un imponibile di 951.676 €: il regime di esecuzione in economia diretta vale quindi 175.484 €, pari al 18,4 % del valore dell'opera a prezzi di elenco. Le voci non interessate dal regime di esecuzione — oneri della sicurezza, monitoraggio, spese tecniche — sono identiche nelle due ipotesi.

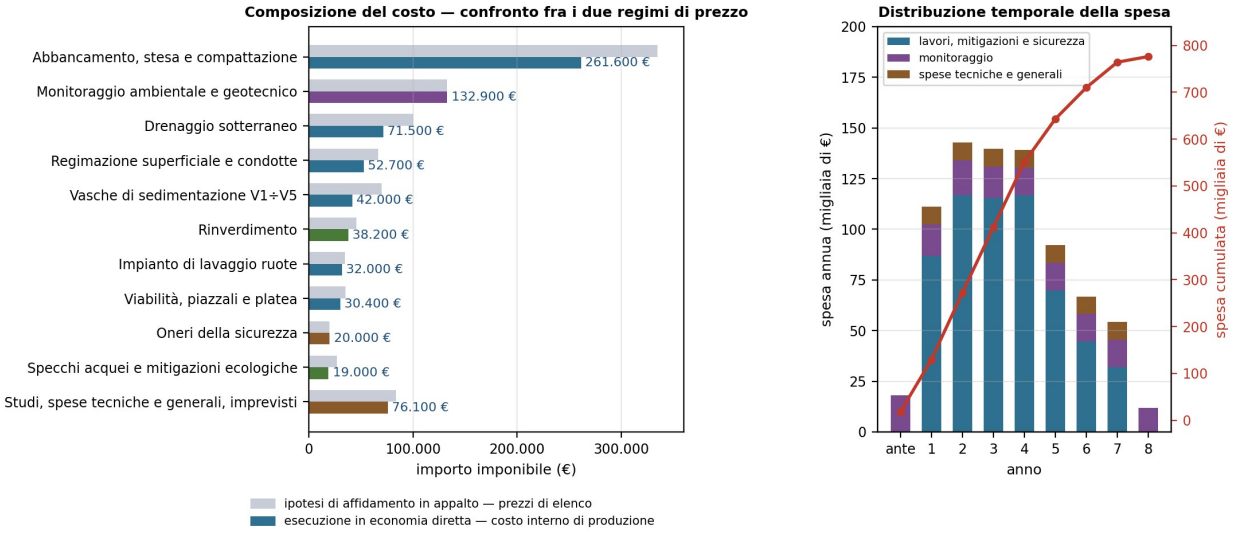


Fig. 2 — A sinistra, composizione del costo per categoria, con il confronto fra il costo interno di produzione e il corrispondente importo a prezzi di elenco. A destra, distribuzione annua della spesa e curva cumulata, con la caratterizzazione ante operam collocata prima dell'apertura del cantiere e il monitoraggio post operam nell'ottavo anno.

8 — Distribuzione temporale della spesa

La spesa non si distribuisce uniformemente lungo i sette anni. Il primo anno concentra le opere di avvio — pavimentazione della pista, impianto di lavaggio ruote, prima vasca di sedimentazione, primo livello di drenaggio — mentre gli anni centrali, corrispondenti alla Fase 2, sono quelli di massima attività di abbancamento; l'ultimo biennio è dominato dal rinverdimento e dal monitoraggio, il cui peso relativo cresce proprio quando le lavorazioni si riducono.

Anno	Lavori, mitigazioni e sicurezza	Monitoraggio	Spese tecniche e generali	Totale annuo	Cumulato
ante operam	—	18.100	—	18.100	18.100
1	86.811	15.650	8.723	111.184	129.284
2	116.900	17.250	8.723	142.873	272.157
3	115.414	15.650	8.723	139.787	411.944
4	116.790	13.550	8.723	139.063	551.007
5	69.830	13.550	8.723	92.103	643.110
6	44.600	13.550	8.723	66.873	709.983
7	31.930	13.550	8.723	54.203	764.186
8 — post operam	—	12.000	—	12.000	776.186

Gli importi annui dei lavori sono ripartiti in proporzione al volume abbancato nella fase e alla collocazione temporale delle opere accessorie; lo scostamento di sei euro fra il cumulato finale e il totale del quadro economico è dovuto agli arrotondamenti della ripartizione. La spesa media annua sui sette anni di cantiere è di circa 109.200 €, e il valore massimo, di circa 142.900 €, si colloca al secondo anno. Il profilo annuo del monitoraggio non è costante: decresce da 15.650 a 13.550 € per effetto della graduazione del § 5.1, e presenta un massimo di 17.250 € al secondo anno per la verifica acustica di fine Fase 1.

9 — Indicatori di costo

Indicatore	Valore
Costo complessivo dell'opera per metro cubo abbancato, al netto dell'IVA	3,71 €/m³
Costo dei soli lavori (Totale A) per metro cubo abbancato	2,78 €/m³
Costo della sola stesa e compattazione per metro cubo abbancato	1,25 €/m³
Incidenza dell'abbancamento sulle lavorazioni principali	57,1 %
Incidenza delle opere idrauliche, di superficie e sotterranee, sulle lavorazioni principali	36,3 %
Incidenza del monitoraggio sul valore complessivo dell'opera	17,1 %
Incidenza delle opere di mitigazione sul valore complessivo dell'opera	11,5 %
Costo complessivo per metro quadrato di superficie riqualificata	48,5 €/m²
Spesa media annua sui sette anni di cantiere	≈ 109.200 €/anno
Scostamento rispetto al medesimo quadro formato sui prezzi di elenco	− 18,4 %

L'indicatore di sintesi è il costo per metro cubo abbancato, pari a 3,71 € al netto dell'IVA. Il confronto con interventi analoghi va condotto con avvertenza, perché i costi pubblicati per la ricomposizione di cave con materiali conferiti da terzi sono di norma riferiti a lavorazioni appaltate: il termine omogeneo di raffronto è il valore a prezzi di elenco, pari a 4,55 €/m³, mentre i 3,71 €/m³ misurano il costo che l'intervento comporta per il soggetto che lo esegue con mezzi propri. La differenza fra i due valori non è un risparmio di risorse ma la mancata remunerazione di un'impresa terza.

10 — Sostenibilità economica dell'intervento

10.1 — Impostazione dell'analisi

L'intervento ha una struttura economica che lo distingue da un'opera ordinaria: il materiale di riempimento non è acquistato dal proponente ma conferito da terzi, che corrispondono un prezzo per il servizio di ricezione, sistemazione e messa in sicurezza del materiale. Il ricavo è quindi proporzionale al volume abbancato, mentre il costo, come mostra il capitolo 7, è solo per un terzo proporzionale al volume e per il resto dipende dalla durata e dalle opere fisse. Da questa asimmetria discende la necessità di una verifica esplicita: l'opera è sostenibile se il corrispettivo medio di conferimento supera una soglia determinabile, che questo capitolo calcola.

L'analisi assume quanto segue.

Volume complessivo abbancato 209.276 m³, distribuito sulle quattro fasi di conferimento secondo il cronoprogramma del capitolo 3 e ripartito per anno in proporzione ai mesi di ciascuna fase.

Costo complessivo dell'opera pari a 776.192 € al netto dell'IVA, con la distribuzione annua del capitolo 8. I costi sono assunti al costo interno di produzione del § 4.1, coerentemente con il fatto che l'esecutore delle opere e il percettore del corrispettivo sono il medesimo soggetto: assumere i prezzi di elenco significherebbe imputare all'intervento un utile d'impresa che l'operatore riconoscerebbe a sé stesso. Si ragiona su valori imponibili perché l'imposta è neutrale per il soggetto passivo.

Peso di volume del materiale in opera pari a 1,90 t/m³, valore corrente per inerti da recupero compattati a strati, da cui una massa complessiva di circa 397.600 t. Il dato serve unicamente alla conversione del corrispettivo da €/m³ a €/t, essendo i due riferimenti entrambi in uso.

Tasso di attualizzazione compreso fra il 3 e l'8 %, con convenzione di collocazione dei flussi a metà anno.

Restano fuori dall'analisi, e vanno dichiarati: gli oneri finanziari e le imposte sul reddito; i costi generali d'impresa non imputabili all'intervento; il valore residuo dell'area riqualificata al termine dei lavori; il costo-opportunità dell'impiego dei mezzi propri, che l'operatore sottrae

per sette anni ad altri possibili impieghi e che solo l'operatore è in grado di valutare. Ne discende che il risultato non è un piano economico-finanziario d'impresa ma una verifica di sostenibilità dell'opera: stabilisce la soglia di corrispettivo sotto la quale l'intervento non si sostiene, non il profitto dell'operatore.

Va infine richiamato il meccanismo che rende possibile il corrispettivo. Il produttore del rifiuto inerte ha come alternativa il conferimento in discarica, gravato dal costo di smaltimento, dal tributo speciale per il deposito in discarica di cui all'art. 3, commi 24÷40, della legge 28 dicembre 1995, n. 549, e da un trasporto mediamente più lungo. Il corrispettivo che il produttore è disposto a riconoscere al sito di recupero è limitato superiormente da quel costo alternativo: è la differenza fra i due a rendere il recupero conveniente per entrambe le parti, e a costituire il presupposto economico dell'intervento.

10.2 — Corrispettivo di pareggio

Il corrispettivo di pareggio è il valore che azzera il saldo fra ricavi e costi. Nella forma non attualizzata è il rapporto fra il costo complessivo e il volume:

> T_0 = 776.192 € / 209.276 m³ = 3,71 €/m³ = 1,95 €/t

Nella forma attualizzata si ottiene ponderando costi e volumi con il fattore di sconto:

> T(i) = Σ C_t (1+i)^−t / Σ V_t (1+i)^−t

Tasso di attualizzazione	Corrispettivo di pareggio (€/m³)	Corrispettivo di pareggio (€/t)
0 % — valori correnti	3,71	1,95
3 %	3,76	1,98
5 %	3,80	2,00
8 %	3,85	2,03

L'attualizzazione incide poco, e la ragione è istruttiva: costi e ricavi hanno profili temporali simili, perché entrambi seguono l'avanzamento delle fasi di abbancamento. Fra lo 0 e l'8 % la soglia si sposta di 14 centesimi al metro cubo, cioè del 3,8 %. Il risultato è quindi robusto rispetto all'ipotesi finanziaria, e la soglia di riferimento può essere assunta in 3,7 €/m³, pari a circa 2,0 €/t.

Diverso è l'effetto della durata. Nello scenario di riduzione del ritmo di conferimento del 20 %, con allungamento dei lavori da 7,0 a 8,4 anni, le voci di costo dipendenti dal tempo — monitoraggio e spese tecniche e generali, pari insieme a circa 20.800 € all'anno — aggiungono 29.100 € al costo complessivo, che sale a 805.300 €, e il corrispettivo di pareggio sale a 3,85 €/m³. Ogni anno di prolungamento del cantiere innalza la soglia di circa 0,10 €/m³.

Il confronto fra i due regimi di prezzo misura l'effetto economico dell'esecuzione in economia diretta. Nell'ipotesi di affidamento delle lavorazioni in appalto a terzi, con il medesimo programma di monitoraggio e le medesime quantità, il costo complessivo sarebbe di 951.676 € e la soglia di pareggio salirebbe a 4,55 €/m³: la differenza di 0,84 €/m³ è il margine che l'esecuzione con mezzi propri rende disponibile a parità di corrispettivo praticato, ed è anche la misura di ciò che si perde qualora quel regime venga meno.

10.3 — Flusso di cassa e analisi di sensibilità

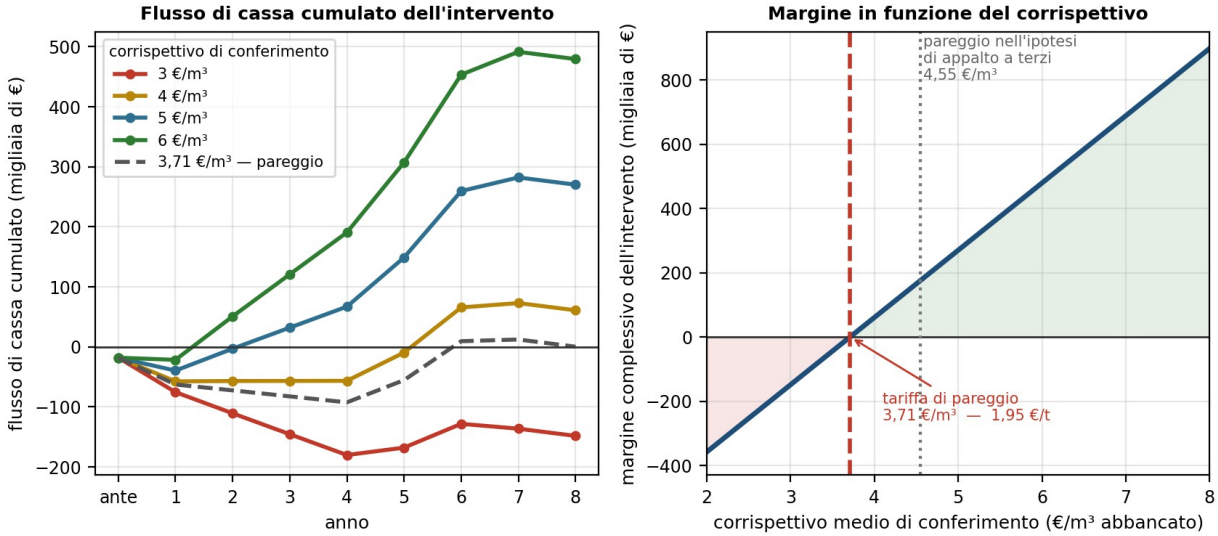


Fig. 3 — A sinistra, flusso di cassa cumulato dell'intervento per quattro livelli di corrispettivo, con la curva di pareggio. A destra, margine complessivo in funzione del corrispettivo medio, con l'indicazione della soglia di pareggio e, per confronto, della soglia che discenderebbe dai prezzi di elenco.

Corrispettivo	Ricavo complessivo	Margine complessivo	Valore attuale netto al 5 %	Anno di pareggio di cassa	Esposizione massima di cassa
3,00 €/m³	627.828 €	− 148.364 €	− 141.379 €	mai	180.200 €
3,71 €/m³	776.414 €	+ 222 €	− 15.398 €	anno 6	92.500 €
4,00 €/m³	837.104 €	+ 60.912 €	+ 36.059 €	anno 6	57.500 €
5,00 €/m³	1.046.380 €	+ 270.188 €	+ 213.496 €	anno 3	39.600 €
6,00 €/m³	1.255.656 €	+ 479.464 €	+ 390.934 €	anno 2	21.700 €
8,00 €/m³	1.674.208 €	+ 898.016 €	+ 745.809 €	anno 1	18.100 €

Il flusso di cassa cumulato è negativo nei primi anni negli scenari prossimi alla soglia, perché il primo anno concentra le opere di avvio — pavimentazione della pista, impianto di lavaggio ruote, prima vasca, primo livello di drenaggio — a fronte del volume conferito più basso dell'intero programma, pari a 17.936 m³. L'esposizione massima vale circa 92.500 € al corrispettivo di pareggio e si colloca al quarto anno; sale a 180.000 € a 3,00 €/m³ e si riduce a 57.500 € a 4,00 €/m³. A 6,00 €/m³ scende a 21.700 €, e da 8,00 €/m³ in su l'unica esposizione residua è quella della caratterizzazione ante operam, pari a 18.100 €, che precede necessariamente qualunque ricavo.

È l'esposizione iniziale, più della soglia di pareggio, la condizione pratica di fattibilità di un ripristino per riempimento, nel quale le opere idrauliche e di accesso precedono necessariamente il conferimento che le remunera. Il fabbisogno finanziario da coprire nei primi anni è dell'ordine di grandezza delle risorse correnti di un esercizio di cava, e non di un investimento straordinario, purché il corrispettivo praticato si collochi al di sopra di 4,00 €/m³.

Si osserva infine che la sensibilità del margine al corrispettivo è elevata e lineare: ogni euro al metro cubo vale 209.276 € sul risultato complessivo, cioè il 27 % del costo dell'opera. La variabile economicamente più influente non è quindi alcuna delle voci di costo, ma il prezzo praticato al conferimento.

10.4 — Fattori di rischio del modello economico

Fattore	Effetto	Presidio
Venir meno del regime di esecuzione in economia diretta	il ricorso a noli esterni o a un'impresa terza, per indisponibilità dei mezzi, fermo macchina o scelta organizzativa, riporta le voci interessate al prezzo di elenco; il differenziale fra i due regimi vale 167.984 € sulle lavorazioni e sulle opere di mitigazione, pari a 0,80 €/m³ sulla soglia di pareggio	programmazione della manutenzione dei mezzi, verifica annuale del regime di esecuzione in sede di relazione consuntiva e aggiornamento del quadro economico in caso di variazione
Esito sfavorevole della caratterizzazione dell'amianto naturale	esclude il reimpiego dei materiali lapidei e dell'inerte drenante di provenienza interna, con un maggior costo di circa 30.000 €, e può comportare l'estensione del campionamento delle fibre aerodisperse per circa 12.000 €	caratterizzazione in ante operam secondo l'allegato 4 del D.M. 14 maggio 1996, prima dell'avvio delle opere che ne dipendono
Disponibilità di materiale conferibile nel comprensorio	non riduce il ricavo complessivo ma lo differisce, allungando il cantiere e aumentando i costi a tempo di circa 20.800 € all'anno; la soglia di pareggio sale di 0,10 €/m³ per anno	monitoraggio del ritmo di conferimento rispetto ai 34.900 m³/anno di progetto, con verifica annuale in sede di relazione consuntiva
Variazione del corrispettivo di mercato	ogni euro al metro cubo vale 209.276 € sul risultato	contrattualizzazione pluriennale dei conferimenti con i principali produttori
Non conformità dei materiali conferiti	rifiuto del carico, oneri di caratterizzazione e, nei casi gravi, rimozione	sistema di verifica documentale e analitica della D.G.R. 672/2019 e registro dei materiali abbancati, che hanno funzione di tutela economica oltre che ambientale
Revisione dei prezzi su orizzonte settennale	incide sui costi delle lavorazioni, non sui ricavi, che seguono il mercato del conferimento; in economia diretta l'esposizione si concentra sul costo del carburante e su quello della manodopera	aggiornamento periodico dell'analisi di prezzo del § 4.1 e adeguamento contrattuale dei corrispettivi di conferimento
Rigidità del costo del monitoraggio	è l'unica voce del tutto indipendente dal volume, e il margine di ottimizzazione residuo è esaurito: il nucleo incomprimibile vale 50.350 €	rispetto del ritmo di conferimento, unica leva residua sul costo del monitoraggio
Esposizione di cassa iniziale	fino a 180.000 € a 3,00 €/m³ e 57.500 € a 4,00 €/m³, concentrata nei primi quattro anni	programmazione finanziaria delle opere di avvio e loro eventuale scaglionamento compatibile con le precedenze costruttive del § 3.2

11 — Condizioni di validità della stima

La stima è condotta su un insieme definito di assunzioni, il cui mantenimento è la condizione di validità del risultato.

Esecuzione delle lavorazioni in economia diretta da parte del gestore, con i mezzi e il personale indicati al § 4.1 disponibili per l'intera durata dell'intervento. È la condizione più stringente fra quelle qui elencate: il differenziale rispetto all'affidamento in appalto vale 167.984 € sulle voci A.1 e A.3, pari al 22 % del valore complessivo dell'opera e a 0,80 €/m³ sulla soglia di pareggio.

Provenienza interna dei massi ofiolitici per la muratura delle vasche e dell'inerte selezionato per il nucleo delle trincee drenanti, subordinata all'esito favorevole della caratterizzazione dell'amianto naturale condotta in ante operam secondo l'allegato 4 del D.M. 14 maggio 1996. In caso di esito non favorevole i materiali vanno approvvigionati dall'esterno, con un maggior

costo di circa 30.000 €.

Volume complessivo di abbancamento pari a 209.276 m³ e ritmo di conferimento di 34.900 m³ all'anno. Un ritmo inferiore allunga la durata del cantiere senza ridurre il costo delle lavorazioni, ma aumenta proporzionalmente il costo del monitoraggio e delle spese tecniche, che sono funzione del tempo e non della quantità: una riduzione del ritmo del 20 % allunga i lavori a 8,4 anni e comporta un incremento di circa 29.100 € delle voci a tempo.

Sviluppo delle reti di regimazione superficiale pari alle quantità parametriche del § 4.2, e del drenaggio sotterraneo pari a quello misurato sulla Tav. D11. La principale fonte di incertezza residua sulle quantità è lo sviluppo delle canalette: una variazione del 30 % su questa voce sposta il totale di circa 12.000 €, pari all'1,5 % del valore complessivo.

Superficie da rinverdire pari a 20.000 m² e densità di impianto indicate al § 4.3.

Prezzi di elenco riferiti al Prezzario Regionale della Liguria nell'edizione vigente alla data della presente relazione, al netto dell'IVA, e costo interno di produzione derivato secondo i criteri del § 4.1. Su un orizzonte settennale la revisione dei prezzi è un fattore non trascurabile e non è computata nel presente quadro.

Programma di monitoraggio con le frequenze e le metodiche dell'All. R17 e con la graduazione del § 5.1. La riduzione del protocollo naturalistico dal quarto anno è condizionata all'assenza di scostamenti rilevati nel triennio iniziale: in caso contrario il protocollo pieno riprende, con un maggior costo fino a 11.200 €.

Aliquota IVA del 22 % su tutte le voci.

12 — Conclusioni

Il programma dei lavori si sviluppa in sei fasi per una durata complessiva di 7,0 anni, determinata dal ritmo di conferimento di 34.900 m³ all'anno applicato ai 209.276 m³ da abbancare, cui si aggiunge un anno di monitoraggio post operam. Il traffico indotto è costante lungo l'intero settennio, pari a 12,7 viaggi di andata e ritorno al giorno: non esiste una fase di picco, e ciò che varia nel tempo è la geometria del sito, non l'intensità delle lavorazioni.

Le lavorazioni sono eseguite in economia diretta dal gestore dell'attività di recupero, con mezzi e personale già nella sua disponibilità. Il computo è perciò formato su due colonne: il prezzo di elenco, che resta il termine di congruità, e il costo interno di produzione, che è la grandezza economicamente pertinente. Il valore complessivo dell'opera è stimato in 776.192 € al netto dell'IVA, pari a 946.954 € comprensivi di IVA al 22 %; il medesimo quadro a prezzi di elenco, cioè nell'ipotesi di affidamento in appalto a terzi, darebbe 951.676 €, e la differenza di 175.484 € non è un risparmio di risorse ma la mancata remunerazione di un'impresa terza.

Il costo dei lavori, comprensivo degli oneri della sicurezza e delle opere di mitigazione, ammonta a 582.282 €; le spese generali, nelle quali ricade l'esecuzione del monitoraggio ambientale e geotecnico, a 193.910 €. Tre elementi della composizione meritano di essere dichiarati. Il primo è che la stesa e la compattazione del materiale, pur essendo la lavorazione quantitativamente dominante, pesano per il 34 % del valore complessivo: le opere idrauliche e il monitoraggio, insieme, pesano di più. Il secondo è che il monitoraggio, con 132.850 €, è la seconda voce di costo dell'intera opera, e la ragione è la durata ottennale del programma più che la costosità delle singole prestazioni; il nucleo incomprimibile, costituito da analisi di laboratorio accreditato e da misure di tecnico abilitato, vale 50.350 €. Il terzo è che le opere di mitigazione, con 89.150 €, hanno un peso dell'11,5 %, superiore a quello che il termine "mitigazione" suggerirebbe: la maggior parte di esse — specchi acquei sostitutivi, impianto di lavaggio ruote, rinverdimento — non è un accessorio dell'intervento ma la sua finalità.

L'intervento è economicamente sostenibile a condizione che il corrispettivo medio di conferimento superi 3,71 € per metro cubo abbancato in valori correnti, pari a 1,95 € per tonnellata, ovvero 3,80 €/m³ attualizzando al 5 %. La soglia è robusta rispetto all'ipotesi

finanziaria — fra lo 0 e l'8 % si sposta del 3,8 % — ma sensibile alla durata: ogni anno di prolungamento del cantiere la innalza di circa 0,10 €/m³. Al di sopra della soglia il margine cresce linearmente di 209.276 € per ogni euro al metro cubo, cioè del 27 % del costo dell'opera. Il confronto con i corrispettivi effettivamente praticati nel comprensorio compete al proponente; il presente elaborato ne fissa il termine di riferimento.

Va segnalata una caratteristica strutturale dell'intervento, indipendente dal livello del corrispettivo: il flusso di cassa cumulato è negativo nei primi anni, perché le opere idrauliche e di accesso precedono necessariamente il conferimento che le remunera. L'esposizione massima vale 92.500 € alla soglia di pareggio e 57.500 € a 4,00 €/m³, importi dell'ordine di grandezza delle risorse correnti di un esercizio di cava: la programmazione finanziaria di quella fase resta la condizione pratica di fattibilità dell'opera, ma non richiede un impegno di natura straordinaria.

13 — Riferimenti

- Regione Liguria — Prezzario delle opere edili e impiantistiche e prezzario delle opere a verde, edizione vigente.
- D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207, art. 32, comma 2 — Misura convenzionale delle spese generali e dell'utile d'impresa nella formazione dei prezzi.
- D.Lgs. 31 marzo 2023, n. 36 — Codice dei contratti pubblici, Allegato I.14 — Criteri di formazione e aggiornamento dei prezzari.
- D.Lgs. 25 novembre 1996, n. 624 — Sicurezza e salute dei lavoratori nelle industrie estrattive.
- D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e allegato XV — Tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro; stima analitica degli oneri della sicurezza.
- D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 — Norme in materia ambientale.
- Legge 28 dicembre 1995, n. 549, art. 3, commi 24÷40 — Tributo speciale per il deposito in discarica dei rifiuti solidi.
- D.M. 14 maggio 1996, allegato 4 — Criteri relativi alla classificazione e all'utilizzo delle pietre verdi; determinazione dell'Indice di Rilascio.
- Legge 26 ottobre 1995, n. 447, art. 2, e D.Lgs. 17 febbraio 2017, n. 42 — Tecnico competente in acustica ambientale.
- UNI CEI EN ISO/IEC 17025 — Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e taratura.
- D.G.R. Regione Liguria n. 671 e n. 672 del 26 luglio 2019.