

PROGETTO ESECUTIVO

CUP C39B18000060006

CIG 7690329440

RIF. PERIZIA

P.3062

TITOLO PROGETTO








NUOVA DIGA FORANEA DEL PORTO DI GENOVA AMBITO BACINO SAMPIERDARENA

DISCIPLINA	DESCRIZIONE
AM	STUDI AMBIENTALI

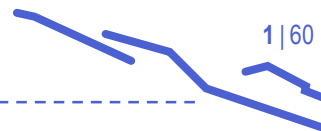
ELAB. N°	TITOLO ELABORATO	SCALA
G-0022	RELAZIONE DI SOSTENIBILITA'	-

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VISTO	APPROVATO
00	03/03/2023	PRIMA EMISSIONE	G.F. Cardamone	F.Mauro	P.Pucillo/D.Susanni
01	20/03/2023	EMISSIONE PER AGGIORNAMENTO	G.F. Cardamone	F.Mauro	P.Pucillo/D.Susanni
02	18/05/2023	EMISSIONE PER AGGIORNAMENTO	G.F. Cardamone	F.Mauro	P.Pucillo/D.Susanni

CODICE PROGETTO	CODICE ELABORATO	NOME FILE
P3062	E-AM-G-0022	P3062_E-AM-G-0022_02.doc

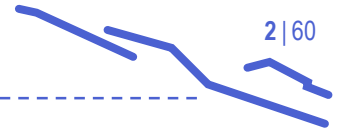
CONSORZIO IMPRESE	PROGETTISTI	PROGETTAZIONE	
 (Mandataria)  (Mandante)	 (Mandante)  (Mandante)	 (Mandataria)  (Mandante)	 ingegneria ing. Tommaso Tassi

D.E.C.	VERIFICATORE	PMC	R.U.P.
Ing. Alessandra Mariotti	ITS Controlli Tecnici SpA	RINA Consulting S.p.A.	Ing. Marco Vaccari
.....



Sommario

1	INTRODUZIONE	3
1.1	Descrizione sommaria dell'opera	3
1.2	Struttura del documento	6
2	OBIETTIVI DELLA RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ	7
3	VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ DELL'OPERA CON RIFERIMENTO A “LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DEL PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA DA PORRE A BASE DELL’AFFIDAMENTO DI CONTRATTI PUBBLICI DI LAVORI DEL PNRR E DEL PNC”	8
3.1	Rispetto del principio DNSH ed eleggibilità ai principi della tassonomia.....	8
3.1.1	Verifica delle attività economiche secondo il regolamento (UE) 2020/852	8
3.1.2	Verifica del rispetto dei criteri di vaglio tecnico secondo il regolamento (UE) 2020/852	9
3.2	Stima della Carbon Footprint e LCA	20
3.3	Analisi del consumo di energia dell'opera.	20
3.3.1	Impianto di betonaggio	20
3.3.2	Impianto mobile di trattamento materiali di demolizione (frantumazione e vagliatura).....	20
3.3.3	Uso dei mezzi navali.....	21
3.3.4	Riepilogo dei consumi energetici relativi all'opera	22
3.4	Applicazione dei Criteri Ambientali Minimi	23
3.5	Misure per la tutela del lavoro dignitoso	30
3.6	Analisi di resilienza.....	31
4	EMISSIONI DI GAS SERRA (QUANTIFICAZIONE, RIDUZIONE, COMPENSAZIONE)	33
4.1	Norme tecniche di riferimento e Banche Dati utilizzati	34
4.2	Quantificazione delle emissioni di gas serra relative alla fase di cantiere	35
4.2.1	Confini del sistema di analisi	35
4.2.2	Fonti di informazioni dei dati di attività	35
4.2.3	Principali azioni di mitigazione delle emissioni di gas serra.....	36
4.2.4	Calcolo delle emissioni di gas serra	38
4.2.5	Confronto tra la quantificazione delle emissioni in presenza e in assenza delle azioni di mitigazione	47



4.3	Strategie di riduzione delle emissioni di gas serra.....	48
4.3.1	Fase 1: Progettazione	49
4.3.2	Fase 2 - Procurement / Acquisti	49
4.3.3	Fase 3 - Cantierizzazione e Realizzazione.....	50
4.4	Misure di compensazione delle emissioni residue dalla fase di cantiere.....	52

APPENDICE A – QUANTIFICAZIONE DELLE EMISSIONI DI GAS SERRA IN ASSENZA DI AZIONI DI MITIGAZIONE.....	53
--	-----------

1 INTRODUZIONE

Il presente documento rappresenta la Relazione di Sostenibilità relativa alla realizzazione della *Nuova diga foranea del Porto di Genova nell'ambito del bacino di Sampierdarena*, ed è stata elaborata nell'ambito di una più ampia strategia di perseguimento dei principi di economia circolare e di contenimento delle emissioni di gas serra derivanti dalle attività del progetto dell'opera.

Tale opera è inserita tra quelle del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) di cui al DL 77/21 convertito in Legge 108/21, noto come Decreto Semplificazioni bis; il progetto è quindi finanziato con fondi del PNRR e della Banca Europea per gli Investimenti.

Il presente documento - che ha preso a riferimento le indicazioni riportate nelle Linee guida¹ del Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili -, ha lo scopo di dare evidenza che l'opera determini un contributo significativo ad almeno uno degli obiettivi ambientali² e garantisca il principio di "non recare danni significativi all'ambiente", che sono obiettivi prioritari in ambito dell'Unione Europea, così come definiti dal Regolamento (UE) 2020/852 (cd. "Regolamento Tassonomia" degli investimenti sostenibili) e richiamati esplicitamente anche nel Regolamento (UE) 2021/241 che istituisce il dispositivo di ripresa e resilienza.

Al fine di effettuare una valutazione completa ed integrata della sostenibilità dell'opera è stato adottato un approccio — mutuato dalla disciplina del *Life Cycle Assessment* — di valutazione delle diverse fasi dell'opera; in quanto tale approccio evita che la risoluzione di problemi ambientali relativi ad una fase del ciclo di vita porti ad un trasferimento degli impatti ad altre parti del ciclo – un fenomeno noto come spostamento dei carichi ambientali (*shifting of burdens*).

La Relazione di Sostenibilità rientra tra i documenti necessari a gestire gli aspetti ambientali e di sostenibilità dell'opera sviluppati nell'ambito della progettazione. Sulla base di quanto già previsto nel PFTE e nel decreto di compatibilità ambientale (Decreto MiTE n. 45 del 04/05/2022, con relativi pareri e prescrizioni), sono affrontati in dettaglio tutti gli elementi richiesti per soddisfare e ottemperare alle prescrizioni ambientali, dando seguito a tutte le prescrizioni ambientali per accompagnare le Autorità nella verifica di ottemperanza a tutte le prescrizioni.

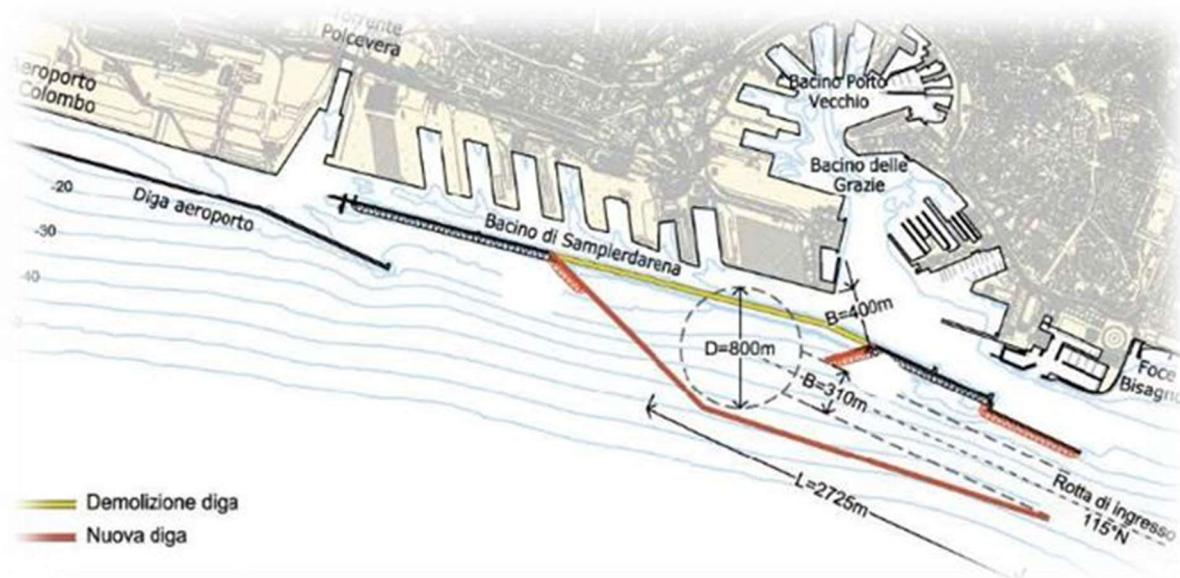
1.1 Descrizione sommaria dell'opera

L'obiettivo principale dell'opera è quello di consentire l'operatività portuale dei terminali del bacino di Sampierdarena in condizioni di sicurezza, in relazione all'accesso delle grandi navi. A tal proposito è stato elaborato un progetto che prevede la realizzazione della diga foranea ubicata su fondali fino a 50 m, allo scopo di ampliare le aree portuali di accesso e manovra così da consentire l'accesso al porto delle grandi navi di progetto in condizioni di sicurezza, mantenendo il canale di accesso esistente a levante per l'ingresso delle navi

¹ Linee guida per la redazione del progetto di fattibilità tecnica ed economica da porre a base dell'affidamento di contratti pubblici di lavori del PNRR e del PNC (Art. 48, comma 7, del decreto-legge 31 maggio 2021, n. 77, convertito nella legge 29 luglio 2021, n. 108) - Luglio 2021

² Mitigazione dei cambiamenti climatici, adattamento ai cambiamenti climatici, uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine, transizione verso un'economia circolare, prevenzione e riduzione dell'inquinamento, protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi).

da crociera e dei traghetti alle darsene del Porto Antico, ed a ponente mantenimento di un'imboccatura ai fini del transito delle imbarcazioni di servizio e delle navi commerciali di piccole-medie dimensioni. La nuova diga foranea presenta, nella sua configurazione finale, uno sviluppo longitudinale di circa 5900 m, da realizzare in due fasi funzionali di costruzione, di cui la Fase A è da realizzare nel presente appalto (estensione 4160 m). La tipologia costruttiva è costituita da un'opera a parete verticale in cassoni cellulari di differente altezza fino ad un massimo di 26 m, poggianti su uno scanno d'imbasamento in *tout-venant* di pezzatura 0-500 kg con rivestimento di protezione in massi naturali 2-5t lato mare e 300-1000 kg lato porto, sormontati da una sovrastruttura con muro paraonde in cemento armato, imbasata su fondali compresi tra 20 e 50 m. Il riempimento dei cassoni è previsto con materiale idoneo proveniente dalla demolizione dei tratti di diga esistente e dai dragaggi previsti dall'AdSP nelle aree dell'avamporto, del bacino di Sampierdarena e dall'escavo dei fondali per la cantierizzazione del parco impianti di prefabbricazione dei cassoni in adiacenza alla piattaforma portuale di Genova-Prà. Al piede dei cassoni lato mare è prevista la posa di massi guardiani in calcestruzzo forati al fine di limitare le sottopressioni agenti sul masso stesso. Considerate le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, è previsto il consolidamento mediante trattamento colonnare con inclusione di ghiaia secondo maglia e lunghezze stabilite in funzione dello spessore degli strati interessati (denominati LA e LS).

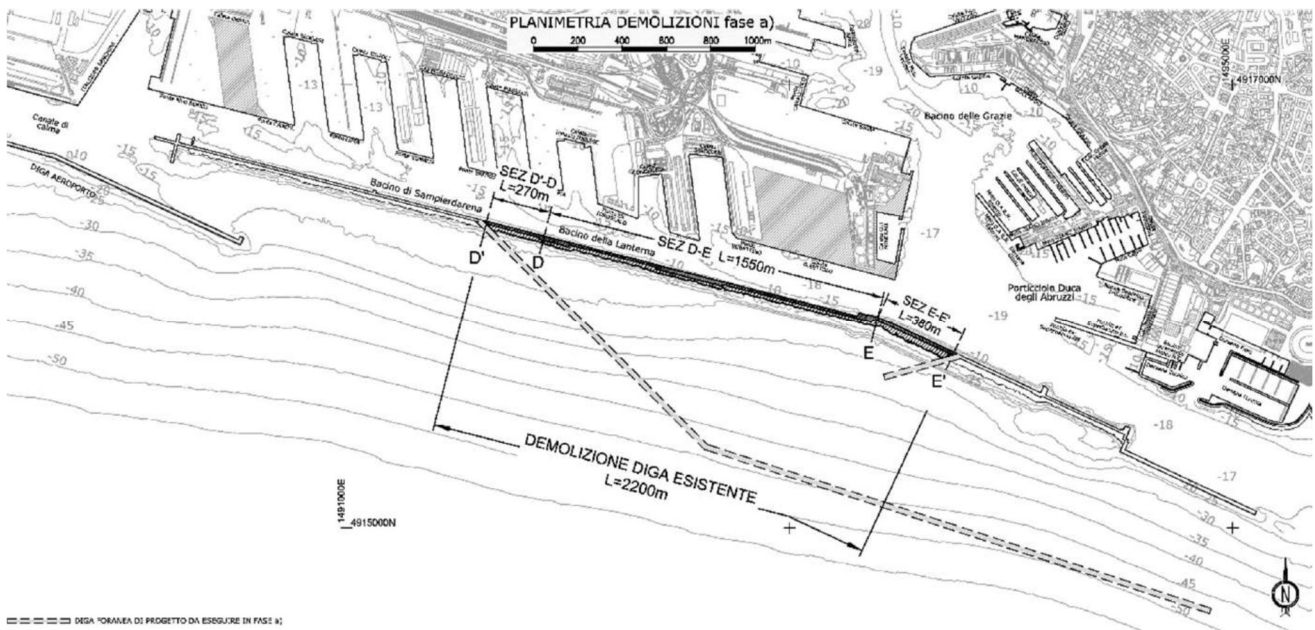


Planimetria con dettaglio del tratto di diga da demolire e la nuova diga

La configurazione della nuova diga foranea deve consentire le manovre di navigazione in sicurezza delle grandi navi, di lunghezza 400-450 m e larghezza 60-65 m ("navi di progetto"), con riferimento in particolare all'accesso e uscita dalle aree portuali, l'evoluzione nell'avamporto, l'accosto e la partenza dai terminali, il transito nel canale interno. La nuova diga, inoltre, deve consentire le operazioni ai terminali portuali in sicurezza in relazione allo scarico e carico delle merci e allo stesso tempo l'ormeggio alle banchine delle navi, proteggendo le aree portuali interne dall'azione del moto ondoso, in modo da limitare la condizione di non operatività. L'Autorità di Sistema ha previsto che l'iter realizzativo della nuova diga foranea sia organizzato in due fasi funzionali, in relazione a una prevedibile gradualità dei finanziamenti:

- Fase A: la prima fase di costruzione deve assicurare l'operatività del terminale di Calata Bettolo in condizioni di sicurezza, garantendo l'accesso alle navi più grandi di progetto nel breve termine, e migliorare l'operatività degli altri terminali più a ponente;
- Fase B: il completamento della costruzione deve assicurare l'operatività di tutti i terminali di Sampierdarena, anche di quelli più a ponente, garantendo l'accesso delle navi di progetto

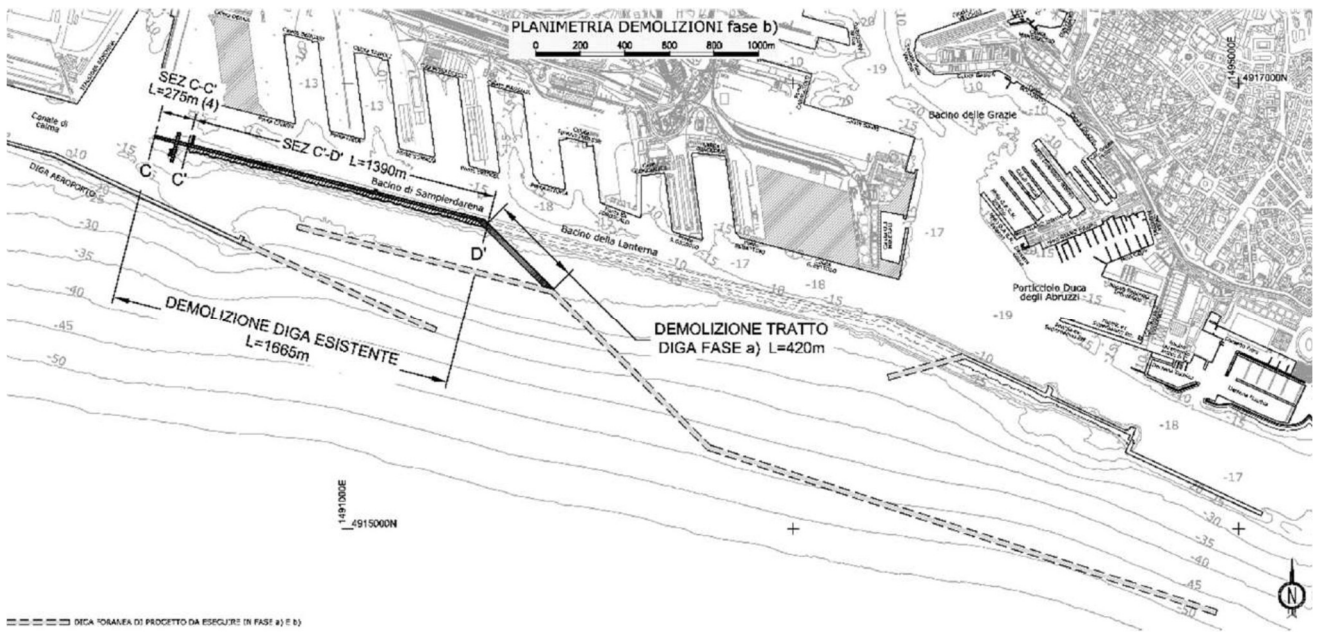
L'opera in progetto, in fase A, prevede la rimozione di un tratto della diga esistente una volta assunto il grado di sicurezza necessario all'operatività del porto di Genova. Il tratto in questione, di lunghezza pari a circa 2200 m, è a sua volta differenziata in altri n.3 tratti, funzione della tipologia costruttiva esistente.



Planimetria con individuazione del tratto di diga da rimuovere – Fase A

In particolare, è prevista la rimozione parziale del tratto C'-D (denominato tratto D'-D, L=270 m), totale del tratto D-E (L=1550 m), parziale del tratto più antico del molo duca di Galliera (tratto E-E', L=380 m).

In fase B verranno ultimati i salpamenti dei massi naturali e artificiali di protezione nonché la demolizione del corpo diga in calcestruzzo e salpamento del pietrame di imbasamento nel tratto C-C' e C-D'.



Planimetria con individuazione del tratto di diga da rimuovere – Fase B

1.2 Struttura del documento

La Relazione di Sostenibilità è stata predisposta prendendo a riferimento le “Linee Guida per la redazione del progetto di fattibilità tecnica ed economica da porre a base dell’affidamento di contratti pubblici di lavori del PNRR e del PNC” del Luglio 2021, ed è volta ad evidenziare e dettagliare le opportunità di sostenibilità, e contiene nei successivi capitoli:

- la descrizione degli obiettivi della Relazione di Sostenibilità – Capitolo 2;
- la valutazione della sostenibilità dell’opera con riferimento a “Linee guida per la redazione del progetto di fattibilità tecnica ed economica da porre a base dell’affidamento di contratti pubblici di lavori del PNRR e del PNC” – Capitolo 3;
- la descrizione delle attività di quantificazione, riduzione, compensazione delle emissioni di gas serra – Capitolo 4.

2 OBIETTIVI DELLA RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ

Come precedentemente argomentato, la relazione è stata predisposta prendendo a riferimento le “Linee Guida per la redazione del progetto di fattibilità tecnica ed economica da porre a base dell'affidamento di contratti pubblici di lavori del PNRR e del PNC” del Luglio 2021, ed è volta ad evidenziare e dettagliare le opportunità di sostenibilità.

Gli obiettivi primari della Relazione di sostenibilità sono rappresentati da:

1. Verificare che l'opera determini contributi significativi ad almeno uno o più dei seguenti obiettivi ambientali (di cui al Regolamento della Tassonomia Europea³, tenendo in conto il ciclo di vita dell'opera):
 - a. mitigazione dei cambiamenti climatici;
 - b. adattamento ai cambiamenti climatici;
 - c. uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine;
 - d. transizione verso un'economia circolare;
 - e. prevenzione e riduzione dell'inquinamento;
 - f. protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi.
2. Verificare che l'opera rispetti il principio di "non arrecare un danno significativo" (*"Do No Significant Harm"* - DNSH), come definito dal Regolamento UE 852/2020, dal Regolamento (UE) 2021/241 e come esplicitato dalla Comunicazione della Commissione Europea COM (2021) 1054 (Orientamenti tecnici sull'applicazione del citato principio, a norma del regolamento sul dispositivo per la ripresa e la resilienza).
3. Fornire una stima del Carbon Footprint dell'opera e della valutazione del ciclo di vita dell'opera in ottica di economia circolare, con particolare riferimento alla definizione e all'utilizzo dei materiali da costruzione ovvero dell'identificazione dei processi che favoriscono il riutilizzo di materia prima e seconda riducendo gli impatti in termini di rifiuti generati.
4. Effettuare un'analisi del consumo di energia dell'opera;
5. Definire delle misure per ridurre le quantità degli approvvigionamenti esterni (riutilizzo interno all'opera) e delle opzioni di modalità di trasporto più sostenibili dei materiali verso/dal sito di produzione al cantiere;
6. Individuare delle misure di tutela del lavoro dignitoso, in relazione all'intera filiera societaria dell'appalto (subappalto); l'indicazione dei contratti collettivi nazionali e territoriali di settore stipulati dalle associazioni dei datori e dei prestatori di lavoro comparativamente più rappresentative sul piano nazionale di riferimento per le lavorazioni dell'opera.
7. Valutazione dell'utilizzo di soluzioni tecnologiche innovative;
8. Fornire un'analisi di resilienza, ovvero la capacità dell'infrastruttura di resistere e adattarsi con relativa tempestività alle mutevoli condizioni.

³ Art. 9 REG (UE) 2020/852 relativo all'istituzione di un quadro che favorisce gli interventi sostenibili e recante modifica del regolamento (UE) 2019/2088

3 VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ DELL'OPERA CON RIFERIMENTO A “LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DEL PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA DA PORRE A BASE DELL’AFFIDAMENTO DI CONTRATTI PUBBLICI DI LAVORI DEL PNRR E DEL PNC”

3.1 Rispetto del principio DNSH ed eleggibilità ai principi della tassonomia⁴

Al fine di verificare se l'opera è in linea con i principi della tassonomia si è proceduto a svolgere le seguenti attività:

A. Attività n. 1: Verificare se la realizzazione della Nuova diga foranea del Porto di Genova nell'ambito del bacino di Sampierdarena, rientra in una tra le attività economica per le quali il regolamento (UE) 2020/852 ha definito *criteri di vaglio tecnico che consentono di determinare se un'attività economica contribuisce in modo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici o all'adattamento ai cambiamenti climatici e non arreca un danno significativo a nessun altro obiettivo ambientale.*

B. Attività n. 2: Verificare se la realizzazione della nuova diga foranea di Genova rispetta i *criteri di vaglio tecnico che consentono di determinare se un'attività economica contribuisce in modo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici o all'adattamento ai cambiamenti climatici e non arreca un danno significativo a nessun altro obiettivo ambientale* relativamente all'attività economica individuata.

3.1.1 Verifica delle attività economiche secondo il regolamento (UE) 2020/852

Al fine di verificare se la realizzazione della nuova diga foranea di Genova rientra in una tra le attività economica per le quali il regolamento (UE) 2020/852 ha definito *criteri di vaglio tecnico* si è proceduto ad effettuare una disamina della lista delle attività economiche di cui agli Allegati I e II del Regolamento 2020/852, da cui è emerso che tale opera può rientrare esclusivamente tra quelle di cui al punto 6.16 Infrastrutture per il trasporto per vie d'acqua.

6.16. Infrastrutture per il trasporto per vie d'acqua

Descrizione dell'attività: Costruzione ammodernamento e gestione di vie navigabili, porti ed opere fluviali, porticcioli per imbarcazioni da diporto, chiuse, dighe e sbarramenti e altro, compresa la fornitura di servizi degli studi di architettura, di ingegneria, di stesura di progetti, di ispezione edile e i servizi di indagine e di mappatura e simili, nonché l'esecuzione di collaudi fisici, chimici o di prove analitiche di altro tipo di tutti i tipi di materiali e prodotti, ad esclusione delle attività di gestione dei progetti relativi alle opere di ingegneria civile.

Le attività economiche di questa categoria escludono i lavori di dragaggio delle vie navigabili.

⁴ La tassonomia è definita come *uno strumento di trasparenza basato su un sistema di classificazione comune, che traduce gli obiettivi climatici ed ambientali dell'UE in criteri specifici per attività economiche allo scopo di incentivare gli investimenti privati.* Fonte: Factsheet EU taxonomy accelerating sustainable investments – Commissione Europea 2022

Le attività economiche di questa categoria potrebbero essere associate a diversi codici NACE, in particolare ai codici F42.91, F71.1 o F71.20, conformemente alla classificazione statistica delle attività economiche definita dal regolamento (CE) n. 1893/2006.

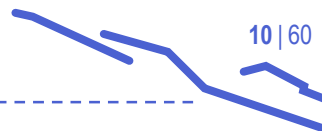
3.1.2 Verifica del rispetto dei criteri di vaglio tecnico secondo il regolamento (UE) 2020/852

Nel seguito è riportata una verifica puntuale circa il rispetto dei criteri di vaglio tecnico (che consentono di determinare se un'attività economica contribuisce in modo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici o all'adattamento ai cambiamenti climatici e non arreca un danno significativo a nessun altro obiettivo ambientale relativamente all'attività economica) della realizzazione della *Nuova diga foranea del Porto di Genova nell'ambito del bacino di Sampierdarena* con riferimento all'attività economica di cui al punto 6.16 *Infrastrutture per il trasporto per vie d'acqua*.

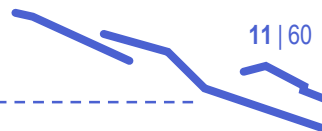
La verifica è riportata in forma tabellare ed include per ognuno degli obiettivi ambientali:

- Il testo dei criteri di vaglio tecnico di cui al REGOLAMENTO DELEGATO (UE) 2021/2139 DELLA COMMISSIONE del 4 giugno 2021;
- La valutazione della rispondenza dell'opera ai criteri di vaglio tecnico.

Attualmente, per il contributo sostanziale, sono stati emanati criteri di vaglio tecnico definitivi esclusivamente in relazione all'ambito clima (mitigazione e adattamento). Per gli altri ambiti interessati dalla Tassonomia (uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine, transizione verso un'economia circolare, prevenzione e riduzione dell'inquinamento, e protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi) i criteri di vaglio tecnico sono attualmente in fase di revisione da parte della Commissione UE e, pertanto, essi sono ad oggi allineati esclusivamente al principio DNSH.

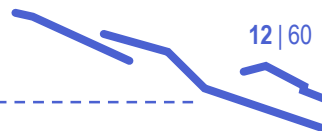


Attività di cui al punto 6.16	Infrastrutture per il trasporto per vie d'acqua	
Descrizione	<p>Costruzione, ammodernamento, gestione e manutenzione di infrastrutture necessarie per il funzionamento a zero emissioni di CO₂ dallo scarico di navi o per le operazioni proprie del porto, nonché di infrastrutture adibite al trasbordo.</p> <p>Le attività economiche di questa categoria potrebbero essere associate a diversi codici NACE, in particolare ai codici F42.91, F71.1 o F71.20, conformemente alla classificazione statistica delle attività economiche definita dal regolamento (CE) n. 1893/2006.</p> <p>Un'attività economica di questa categoria è un'attività abilitante a norma dell'articolo 10, paragrafo 1, lettera i), del regolamento (UE) 2020/852 se soddisfa i criteri di vaglio tecnico di cui alla presente sezione.</p>	
Obiettivo ambientale	Criteri di vaglio tecnico di cui al REGOLAMENTO DELEGATO (UE) 2021/2139 DELLA COMMISSIONE del 4 giugno 2021	Valutazione della rispondenza dell'opera ai criteri di vaglio tecnico
Obiettivo n. 1: mitigazione dei cambiamenti climatici		
Contributo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici	<p>1. L'attività soddisfa uno o più dei seguenti criteri:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) l'infrastruttura è dedicata alle navi con emissioni dirette (dallo scarico) di CO₂ pari a zero: ricarica elettrica, rifornimento di idrogeno; b) l'infrastruttura è adibita alla fornitura di energia elettrica da terra alle navi ormeggiate; c) l'infrastruttura è adibita allo svolgimento delle operazioni proprie del porto con emissioni dirette (dallo scarico) di CO₂ pari a zero; d) l'infrastruttura e gli impianti sono adibiti al trasbordo di merci tra le modalità: infrastrutture e sovrastrutture di terminali per il carico, lo scarico e il trasbordo di beni. <p>2. L'infrastruttura non è adibita al trasporto o allo stoccaggio di combustibili fossili.</p>	<p>L'attività rientra tra quelle di cui al punto 1.d) in quanto è adibita a trasbordo di merci tra le modalità: infrastrutture e sovrastrutture di terminali per il carico, lo scarico e il trasbordo di beni.</p> <p>L'attività rientra tra quelle di cui al punto 2 in quanto non è adibita al trasporto o allo stoccaggio di combustibili fossili.</p>
Non arrecare danno significativo («DNSH») alla mitigazione dei cambiamenti climatici	<p>L'infrastruttura non è adibita al trasporto o allo stoccaggio di combustibili fossili.</p> <p>Nel caso di una nuova infrastruttura o di una ristrutturazione importante, l'infrastruttura è stata resa a prova di clima conformemente a un'opportuna prassi che includa il calcolo dell'impronta di carbonio e il costo ombra del carbonio chiaramente definito. Il calcolo dell'impronta di carbonio interessa le emissioni dell'ambito 1-3 e dimostra che l'infrastruttura non comporta ulteriori emissioni relative di gas a effetto serra, calcolate sulla base di ipotesi, valori e procedure conservativi.</p>	<p>L'attività non è adibita al trasporto o allo stoccaggio di combustibili fossili.</p>

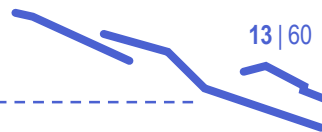


Obiettivo n. 2: adattamento ai cambiamenti climatici

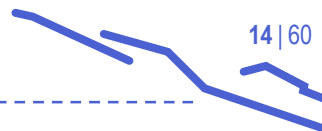
<p>Contributo sostanziale all'adattamento ai cambiamenti climatici</p>	<p>1. L'attività economica ha attuato soluzioni fisiche e non fisiche ("soluzioni di adattamento") che riducono in modo sostanziale i più importanti rischi climatici fisici che pesano su quell'attività.</p> <p>2. I rischi climatici fisici che pesano sull'attività sono stati identificati tra quelli elencati nell'appendice A del presente allegato, effettuando una solida valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità conformemente alla procedura che segue:</p> <p>(a) esame dell'attività per identificare quali rischi climatici fisici elencati nell'appendice A del presente allegato possono influenzare l'andamento dell'attività economica durante il ciclo di vita previsto;</p> <p>(b) se l'attività è considerata a rischio per uno o più rischi climatici fisici elencati nell'appendice A del presente allegato, una valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità per esaminare la rilevanza dei rischi climatici fisici per l'attività economica;</p> <p>(c) una valutazione delle soluzioni di adattamento che possono ridurre il rischio fisico climatico individuato.</p> <p>La valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità è proporzionata alla portata dell'attività e alla durata prevista, così che:</p> <p>(a) per le attività con una durata prevista inferiore a 10 anni, la valutazione è effettuata almeno ricorrendo a proiezioni climatiche sulla scala appropriata più ridotta possibile;</p> <p>(b) per tutte le altre attività, la valutazione è effettuata utilizzando proiezioni climatiche avanzate alla massima risoluzione disponibile nella serie esistente di scenari futuri (1) coerenti con la durata prevista dell'attività, inclusi, almeno, scenari di proiezioni climatiche da 10 a 30 anni per i grandi investimenti.</p> <p>3. Le proiezioni climatiche e la valutazione degli impatti si basano sulle migliori pratiche e sugli orientamenti disponibili e tengono conto delle più attuali conoscenze scientifiche per l'analisi della vulnerabilità e del rischio e delle relative metodologie in linea con le relazioni del Gruppo intergovernativo di esperti sul cambiamento climatico (2), le</p>	<p>L'opera è stata progettata adottando soluzioni che riducono in modo sostanziale i più importanti rischi climatici; a tal proposito il proponente ha condotto una valutazione di scenario idraulica-marittima dell'area oggetto dell'intervento con lo scopo di definire la soluzione progettuale meno vulnerabile e garantire un aumento della vita utile e un maggior soddisfacimento delle future esigenze delle comunità coinvolte.</p> <p>A tal proposito, nell'ambito della Progettazione Esecutiva delle opere marittime previste nella Fase A della realizzazione della Nuova Diga Foranea del Porto di Genova è stata redatta una relazione idraulica-marittima che include – tra le altre – una valutazione degli scenari di variazione del livello marino causati dal cambiamento climatico.</p> <p>Scopo di tale documento, è quello di definire i parametri di progetto dell'opera con riferimento a:</p> <ul style="list-style-type: none"> - moto ondoso; - livello del mare; - vento; - correnti. <p>Per ulteriori dettagli si rimanda a quanto riportato nella sezione "Non arrecare danno significativo («DNSH») all'adattamento ai cambiamenti climatici"</p>
--	--	--



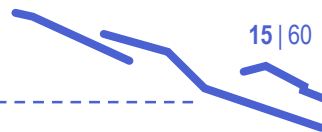
	<p>pubblicazioni scientifiche sottoposte ad esame inter pares e i modelli open source ⁽³⁾ o a pagamento più recenti.</p> <p>4. Le soluzioni di adattamento attuate:</p> <p>(a) non influiscono negativamente sugli sforzi di adattamento o sul livello di resilienza ai rischi climatici fisici di altre persone, della natura, del patrimonio culturale, dei beni e di altre attività economiche;</p> <p>(b) favoriscono le soluzioni basate sulla natura ⁽⁴⁾ o si basano, per quanto possibile, su infrastrutture blu o verdi ⁽⁵⁾;</p> <p>(c) sono coerenti con i piani e le strategie di adattamento locali, settoriali, regionali o nazionali;</p> <p>(d) sono monitorate e misurate in base a indicatori predefiniti e, nel caso in cui tali indicatori non siano soddisfatti, vengono prese in considerazione azioni correttive;</p> <p>(e) laddove la soluzione attuata sia fisica e consista in un'attività per la quale sono stati specificati criteri di vaglio tecnico nel presente allegato, la soluzione è conforme ai criteri di vaglio tecnico relativi a "non arrecare danno significativo" (DNSH) per tale attività.</p>	
<p>Non arrecare danno significativo («DNSH») all'adattamento ai cambiamenti climatici</p>	<p>I rischi climatici fisici che pesano sull'attività sono stati identificati tra quelli elencati nella tabella di cui alla sezione II dell'appendice A, effettuando una solida valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità conformemente alla procedura che segue:</p> <p>a) esame dell'attività per identificare quali rischi climatici fisici elencati nella sezione II della presente appendice possono influenzare l'andamento dell'attività economica durante il ciclo di vita previsto;</p> <p>b) se l'attività è considerata a rischio per uno o più rischi climatici fisici elencati nella sezione II della presente appendice, una valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità per esaminare la rilevanza dei rischi climatici fisici per l'attività economica;</p> <p>c) una valutazione delle soluzioni di adattamento che possono ridurre il rischio fisico climatico individuato.</p>	<p>Il Proponente – come riportato a pag. 95 e 96 del Parere n. 233 del 28 marzo 2022 del Ministero della Transizione Ecologica - ha predisposto un approfondimento relativo alle valutazioni effettuate nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica della nuova diga per tenere conto degli effetti dei cambiamenti climatici attesi nei decenni a venire, in un arco temporale che copre la vita utile dell'opera e giunge fino a fine secolo. Per stimare tali effetti si è fatto riferimento a fonti scientifiche di riconosciuta autorevolezza, provvedendo a contestualizzare al paraggio di Genova le previsioni disponibili. Con riferimento alle variazioni del livello marino, si evidenzia che il mareografo di Genova gestito dall'Istituto Idrografico della Marina ne consente la valutazione a partire dalla fine del 1800. Sono quindi note le variazioni storiche rilevate anche sul lungo periodo, peraltro associate ai soli fenomeni eustatici, non</p>



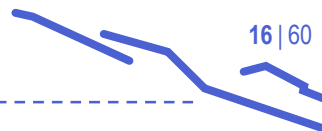
	<p>La valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità è proporzionata alla portata dell'attività e alla durata prevista, così che:</p> <ol style="list-style-type: none"> per le attività con una durata prevista inferiore a 10 anni, la valutazione è effettuata almeno ricorrendo a proiezioni climatiche sulla scala appropriata più ridotta possibile; per tutte le altre attività, la valutazione è effettuata utilizzando proiezioni climatiche avanzate alla massima risoluzione disponibile nella serie esistente di scenari futuri ⁽¹⁾ coerenti con la durata prevista dell'attività, inclusi, almeno, scenari di proiezioni climatiche da 10 a 30 anni per i grandi investimenti. <p>Le proiezioni climatiche e la valutazione degli impatti si basano sulle migliori pratiche e sugli orientamenti disponibili e tengono conto delle più attuali conoscenze scientifiche per l'analisi della vulnerabilità e del rischio e delle relative metodologie in linea con le relazioni del Gruppo intergovernativo di esperti sul cambiamento climatico ⁽²⁾, le pubblicazioni scientifiche sottoposte ad esame inter pares e i modelli open source ⁽³⁾ o a pagamento più recenti.</p> <p>Per le attività esistenti e le nuove attività che utilizzano beni fisici esistenti, l'operatore economico attua soluzioni fisiche e non fisiche («soluzioni di adattamento»), per un periodo massimo di cinque anni, che riducono i più importanti rischi climatici fisici individuati che pesano su tale attività. È elaborato di conseguenza un piano di adattamento per l'attuazione di tali soluzioni.</p> <p>Per le nuove attività e le attività esistenti che utilizzano beni fisici di nuova costruzione, l'operatore economico integra le soluzioni di adattamento che riducono i più importanti rischi climatici individuati che pesano su tale attività al momento della progettazione e della costruzione e provvede ad attuarle prima dell'inizio delle operazioni.</p> <p>Le soluzioni di adattamento attuate non influiscono negativamente sugli sforzi di adattamento o sul livello di resilienza ai rischi climatici fisici di altre persone, della natura, del patrimonio culturale, dei beni e di altre attività economiche; sono coerenti con i piani e le strategie di adattamento a livello locale, settoriale, regionale o nazionale; e prendono in considerazione il ricorso a soluzioni basate sulla natura ⁽⁴⁾ o si basano, per quanto possibile, su infrastrutture blu o verdi ⁽⁵⁾.</p>	<p>essendo l'area di Genova soggetta a fenomeni di subsidenza apprezzabili. Le analisi mareografiche hanno evidenziato nell'ultimo secolo un innalzamento del livello medio marino di circa 12 cm. Riguardo le previsioni future delle variazioni del livello del mare, il tasso di incremento atteso è sicuramente più elevato in relazione ai cambiamenti climatici in corso. La previsione dell'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), foro scientifico dell'ONU per lo studio dei cambiamenti climatici, dell'aumento del livello marino globale che potrebbe verificarsi entro la fine del secolo è piuttosto ampia, in relazione a un range di possibili scenari (più o meno pessimistici) di emissione di gas serra in atmosfera. Ai fini progettuali l'orizzonte temporale di interesse per le proiezioni è di circa 60 anni, considerando la vita tecnica dell'opera e gli anni necessari per la sua progettazione e costruzione. Le previsioni al 2080 dell'ultimo Report ufficiale dell'IPCC indicano un innalzamento medio globale del livello del mare compreso tra un minimo di 35 cm (variabile nel range 23-47 cm) per lo scenario più ottimista (RCP2.6) e un massimo di 51 cm (variabile nel range 37-66 cm) per lo scenario più pessimista (RCP8.5). Per quanto riguarda la tendenza specifica per il sito costiero di Genova, si può fare riferimento a un recente studio di Vecchio et al. (2019 - A. Vecchio, M. Anzidei, F. Serpelloni, F. Florindo: Natural variability and vertical land motion in the Mediterranean sea-level records over the last two centuries and projections for 2100. Water 2019, 11, 1480.). Lo studio consente di stimare per il 2080 un innalzamento del livello medio del mare compreso tra circa 25 cm e 40 cm in relazione ai suddetti scenari di emissione (RCP2.6 e RCP8.5). Considerando i limiti delle bande di confidenza (al 90%), il range di variabilità della previsione si estende da un minimo di circa 15 cm a un massimo di 55 cm. Ne deriva che a Genova il livello marino presenta una tendenza all'innalzamento più contenuta di quella stimata a livello globale. Ai fini della progettazione di fattibilità della nuova diga foranea si è fatto riferimento al limite superiore della previsione dell'aumento del livello</p>
--	--	--



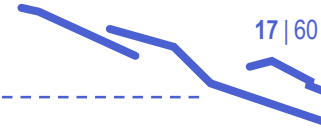
		<p>medio del mare a Genova al 2080. Tale valore è stato approssimato in via prudenziale a 60 cm, considerato che il trend dell'innalzamento a Genova alla fine del secolo (2100) indica un valore di ca. 58 cm. Ai fini del dimensionamento dell'opera si è considerato un livello di progetto complessivo più elevato, pari a 109 cm, tenendo conto anche dell'incidenza ai fini del sovrizzo delle componenti di marea astronomica e meteorologica. Anche per le altezze d'onda è stata fatta una valutazione delle possibili variazioni a lungo termine per effetto dei mutamenti climatici. Per quanto riguarda il mar Mediterraneo e il mar Ligure in particolare, il tema è stato trattato recentemente a livello scientifico in uno studio di Besio et al. (2019-G. Besio, L. Mentaschi & F. DeLeo: Trends and variability of waves under scenario RCP8.5 in the Mediterranean sea. 2nd International Workshop on Waves, Storm Surges and Coastal Hazards 2019. Melbourne, Australia). Lo studio presenta proiezioni fino al 2100 variazioni delle altezze d'onda stimate in relazione allo scenario climatico maggiormente penalizzante (RCP8.5). Al largo di Genova i risultati mostrano un trend di sostanziale stabilità del regime ondometrico nel tempo, con una lieve riduzione (dell'ordine dei 15-20 cm) dell'altezza d'onda significativa estrema. Le condizioni d'onda considerate per la progettazione della nuova diga si dimostrano pertanto adeguate e attendibili anche nei confronti dei cambiamenti climatici attesi.</p>
<p>Obiettivo n. 3: uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine</p>		
<p>Non arrecare danno significativo («DNSH») all'uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine</p>	<p>L'attività è conforme alle disposizioni della direttiva 2000/60/CE, in particolare a tutti i requisiti di cui all'articolo 4 di detta direttiva. A norma dell'articolo 4 della direttiva 2000/60/CE, in particolare del paragrafo 7, prima della costruzione/riqualificazione è effettuata una valutazione d'impatto del progetto per valutarne tutti i potenziali impatti sullo stato dei corpi idrici all'interno dello stesso bacino idrografico e sugli habitat e sulle specie protetti che dipendono direttamente dall'ambiente acquatico, tenendo</p>	<p>L'opera è stata sottoposta alla procedura di valutazione d'impatto del progetto, in cui è stata effettuata una valutazione di tutti i potenziali impatti sullo stato dei corpi idrici all'interno dello stesso bacino idrografico e sugli habitat e sulle specie protetti che dipendono direttamente dall'ambiente acquatico, tenendo conto in particolare dei corridoi di migrazione, dei fiumi a corrente libera o degli ecosistemi prossimi alle condizioni inalterate.</p>



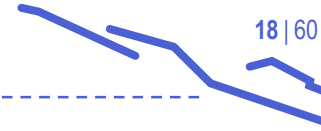
	<p>conto in particolare dei corridoi di migrazione, dei fiumi a corrente libera o degli ecosistemi prossimi alle condizioni inalterate.</p> <p>La valutazione si basa su dati recenti, completi e accurati, compresi i dati di monitoraggio degli elementi di qualità biologica specificamente sensibili alle alterazioni idromorfologiche, e sullo stato atteso del corpo idrico a seguito delle nuove attività, rispetto a quello attuale.</p> <p>Essa valuta in particolare gli impatti cumulati di questo nuovo progetto con altre infrastrutture del bacino idrografico esistenti o previste. Sulla base di tale valutazione d'impatto è stato stabilito che il progetto è concepito, per progettazione, ubicazione e misure di mitigazione, in modo da rispettare uno dei seguenti requisiti:</p> <ul style="list-style-type: none"> (a) il progetto non comporta alcun deterioramento né compromette il conseguimento di un buono stato o potenziale dello specifico corpo idrico cui è collegato; (b) qualora il progetto rischi di deteriorare o compromettere il conseguimento di un buono stato/potenziale dello specifico corpo idrico cui è collegato, tale deterioramento non è significativo ed è giustificato da una dettagliata valutazione costi-benefici che dimostri entrambi i seguenti elementi: <ul style="list-style-type: none"> i) i motivi di interesse pubblico prevalente o il fatto che i benefici attesi dal progetto dell'infrastruttura di navigazione prevista in termini di benefici per la mitigazione/adattamento ai cambiamenti climatici superino i costi derivanti dal deterioramento dello stato delle acque che si ripercuotono sull'ambiente e sulla società; ii) il fatto che l'interesse pubblico prevalente o i benefici attesi dall'attività non possano, per ragioni di fattibilità tecnica o di costi sproporzionati, essere conseguiti con altri mezzi che porterebbero a esiti ambientali migliori (come una soluzione basata sulla natura, un'ubicazione alternativa, il ripristino/la riqualificazione delle infrastrutture esistenti o l'utilizzo di tecnologie che non interrompano la continuità fluviale). <p>Sono attuate tutte le misure di mitigazione tecnicamente fattibili ed ecologicamente rilevanti per ridurre gli impatti negativi sulle acque e sugli habitat e sulle specie protetti che dipendono direttamente dall'ambiente acquatico.</p>	<p>L'opera ha ottenuto giudizio positivo sulla compatibilità ambientale del progetto "Realizzazione della nuova diga foranea del porto di Genova – ambito bacino di Sampierdarena (P. 3062)", presentato dal Commissario Straordinario Realizzazione Nuova Diga foranea di Genova, con Decreto del Ministero della Transizione Ecologica n. 45 del 04/05/2022.</p>
--	---	--



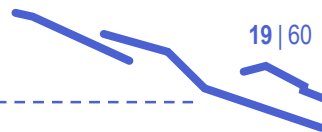
	<p>Le misure di mitigazione comprendono, se del caso e a seconda degli ecosistemi naturalmente presenti nei corpi idrici interessati:</p> <ul style="list-style-type: none"> (a) misure volte a garantire condizioni il più possibile prossime alla continuità indisturbata (incluse misure per garantire la continuità longitudinale e laterale, il flusso ecologico e il flusso di sedimenti minimi); (b) misure volte a proteggere o migliorare le condizioni morfologiche e gli habitat delle specie acquatiche; (c) misure volte a ridurre gli impatti negativi sull'eutrofizzazione. <p>L'efficacia di tali misure è monitorata nel contesto dell'autorizzazione o del permesso che stabilisce le condizioni volte a raggiungere il buono stato o il buon potenziale del corpo idrico interessato.</p> <p>Il progetto non compromette in modo permanente il raggiungimento del buono stato/potenziale dei corpi idrici dello stesso distretto idrografico.</p> <p>Oltre alle misure di mitigazione di cui sopra e ove opportuno, sono attuate misure compensative per garantire che il progetto non comporti un deterioramento generale dello stato dei corpi idrici nello stesso distretto idrografico. Questo obiettivo è raggiunto ripristinando la continuità (longitudinale o laterale) all'interno dello stesso distretto idrografico in misura tale da compensare l'interruzione della continuità che il progetto dell'infrastruttura di navigazione prevista potrebbe causare. La compensazione inizia prima dell'esecuzione del progetto.</p>	
<p>Obiettivo n. 4: transizione verso un'economia circolare</p>		
<p>Non arrecare danno significativo («DNSH») alla transizione verso un'economia circolare</p>	<p>Almeno il 70 % (in termini di peso) dei rifiuti da costruzione e demolizione non pericolosi (escluso il materiale allo stato naturale definito alla voce 17 05 04 dell'elenco europeo dei rifiuti istituito dalla decisione 2000/532/CE) prodotti in cantiere è preparato per il riutilizzo, il riciclaggio e altri tipi di recupero di materiale, incluse operazioni di riempimento che utilizzano i rifiuti in sostituzione di altri materiali, conformemente alla gerarchia dei rifiuti e al protocollo UE per la gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione ⁽⁶⁾. I gestori limitano la produzione di rifiuti nei processi di costruzione e demolizione, conformemente al protocollo UE per la gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione, tenendo conto delle migliori tecniche disponibili e utilizzando la</p>	<p>Il progetto prevede la demolizione/ smantellamento selettivo della diga esistente (parziale), allo scopo di rimuovere e trattamento sicuro delle eventuali sostanze pericolose.</p> <p>Inoltre, è previsto – tra le altre attività di cantiere – l'esercizio “in sito” di un impianto di recupero dei rifiuti/residui non pericolosi derivanti dalla demolizione/ smantellamento selettivo della diga esistente (parziale).</p> <p>Come riportato al capitolo 5, il progetto prevede che il 97% del volume dei rifiuti costituiti dalla struttura emersa e dal corpo della diga verrà avviato a fasi di recupero in un impianto mobile e successivamente</p>



	<p>demolizione selettiva onde consentire la rimozione e il trattamento sicuro delle sostanze pericolose, e facilitano il riutilizzo e il riciclaggio di alta qualità tramite la rimozione selettiva dei materiali, avvalendosi dei sistemi di cernita dei rifiuti da costruzione e demolizione disponibili.</p>	<p>recuperato per il riempimento dei cassoni; inoltre, il materiale costituente il pietrame, i nuclei, i massi naturali e i massi artificiali in calcestruzzo sarà completamente riutilizzato nell'ambito del progetto della nuova diga.</p>
<p>Obiettivo n. 5: prevenzione e riduzione dell'inquinamento</p>		
<p>Non arrecare danno significativo («DNSH») alla prevenzione e riduzione dell'inquinamento</p>	<p>Sono adottate misure per ridurre il rumore, le vibrazioni, le polveri e le emissioni inquinanti durante i lavori di costruzione o manutenzione.</p>	<p>Rumore L'opera è stata sottoposta alla procedura di valutazione d'impatto, ed in tale ambito si è proceduto ad effettuare una valutazione previsionale di impatto acustico della fase di cantiere. A tal proposito, a pag. 70 del Parere n. 233 del 28 marzo 2022 del Ministero della Transizione Ecologica è riportato quanto segue: <i>[...] I livelli massimi calcolati sono nel complesso abbastanza contenuti; tuttavia, in alcune aree, i valori risultano prossimi ai valori limite del Piano di Classificazione Acustica del Comune di Genova e talvolta li possono superare, come nel caso, ad esempio, dello scenario 4. Per tenere sotto controllo il fenomeno, nella successiva fase progettuale dovranno essere introdotte barriere fonoassorbenti mobili, che costituiscono tipiche misure di mitigazione di cantiere, attorno alla zona dell'impianto di betonaggio e di frantumazione e vagliatura. [...]</i></p> <p>Vibrazioni Per quanto concerne le vibrazioni, si rimanda a quanto riportato a pag 75 del Parere n. 233 del 28 marzo 2022 del Ministero della Transizione Ecologica <i>[...] la realizzazione della nuova diga avverrà tra 400 e 800 m dall'attuale linea di costa, la quasi totalità delle lavorazioni sarà eseguita da mare e non saranno interessate aree a terra prossime a strutture (edifici, ecc.) e recettori. [...]</i></p> <p>Polveri L'opera è stata sottoposta alla procedura di valutazione d'impatto, ed in tale ambito si è proceduto ad effettuare una valutazione previsionale</p>



		<p>anche delle emissioni di polveri ed ha elaborato un piano di Mitigazioni in fase di cantiere, che è riportato a pag 64 del Parere n. 233 del 28 marzo 2022 del Ministero della Transizione Ecologica</p> <p><i>[...] Il Proponente intende massimizzare l'approvvigionamento dei materiali via mare ed evitare il deposito temporaneo dei materiali, con riferimento, in particolare, ai significativi volumi di massi naturali da mettere in opera per la formazione degli scanni di imbasamento dei cassoni. Il materiale proveniente dalle demolizioni della diga esistente, invece, sarà depositato temporaneamente nell'area di cantiere nel porto di Voltri, ai fini della sua selezione in termini di caratteristiche fisiche e ambientali e alla successiva ricollocazione per la formazione degli scanni d'imbasamento dei cassoni e/o il riempimento degli stessi. Il Proponente evidenzia che dalle valutazioni effettuate nello SIA per i vari scenari durante la fase di cantiere per queste lavorazioni non si verificano impatti in termini di qualità dell'aria sui ricettori sensibili. [...]</i></p>
<p>Obiettivo n. 6: protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi</p>		
<p>Non arrecare danno significativo («DNSH») alla protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi</p>	<p>Si è proceduto a una valutazione dell'impatto ambientale (VIA) o a un esame (7) conformemente alla direttiva 2011/92/UE (8).</p> <p>Qualora sia stata effettuata una VIA, sono attuate le necessarie misure di mitigazione e di compensazione per la protezione dell'ambiente.</p> <p>Per i siti/le operazioni situati in aree sensibili sotto il profilo della biodiversità o in prossimità di esse (compresi la rete Natura 2000 di aree protette, i siti del patrimonio mondiale dell'UNESCO e le principali aree di biodiversità, nonché altre aree protette) è stata condotta, ove applicabile, un'opportuna valutazione (9) e, sulla base delle relative conclusioni, sono attuate le necessarie misure di mitigazione (10).</p>	<p>L'opera ha ottenuto giudizio positivo sulla compatibilità ambientale del progetto "Realizzazione della nuova diga foranea del porto di Genova – ambito bacino di Sampierdarena (P. 3062)", presentato dal Commissario Straordinario Realizzazione Nuova Diga foranea di Genova, con Decreto del Ministero della Transizione Ecologica n. 45 del 04/05/2022. Il proponente, attuerà tutte le necessarie misure di mitigazione e di compensazione per la protezione dell'ambiente, le quali – tra le altre - sono oggetto di verifica di ottemperanza.</p>
<p>Note:</p> <p>(1) Gli scenari futuri comprendono i percorsi di concentrazione rappresentativi (RCP, Representative Concentration Pathways) del Gruppo intergovernativo di esperti sul cambiamento climatico RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 e RCP8.5.</p> <p>(2) Relazioni di valutazione sui cambiamenti climatici relative a impatti, adattamento e vulnerabilità, pubblicati periodicamente dal Gruppo intergovernativo di esperti sul cambiamento climatico (IPCC), l'organismo delle Nazioni Unite per la valutazione delle informazioni scientifiche prodotte relativamente al cambiamento climatico, https://www.ipcc.ch/reports/.</p>		



(3) Come i servizi Copernicus gestiti dalla Commissione europea.

(4) Le soluzioni basate sulla natura si definiscono come "soluzioni che sono ispirate alla natura e da essa supportate, che sono convenienti, forniscono al contempo benefici ambientali, sociali ed economici e contribuiscono a creare resilienza. Tali soluzioni apportano una presenza maggiore, e più diversificata, della natura nonché delle caratteristiche e dei processi naturali nelle città e nei paesaggi terrestri e marini, tramite interventi sistemici adattati localmente ed efficienti sotto il profilo delle risorse". Pertanto, le soluzioni basate sulla natura favoriscono la biodiversità e sostengono la fornitura di una serie di servizi ecosistemici (versione del 4.6.2021: https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/research-area/environment/nature-based-solutions_it).

(5) Cfr. la comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni "Infrastrutture verdi – Rafforzare il capitale naturale in Europa" (COM(2013) 249 final).

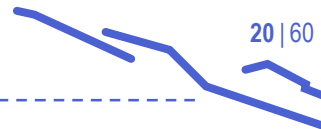
(6) Protocollo UE per la gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione (versione del 4.6.2021: https://ec.europa.eu/growth/content/eu-construction-and-demolition-waste-protocol-0_it).

(7) La procedura attraverso la quale l'autorità competente determina se i progetti elencati nell'allegato II della direttiva 2011/92/UE debbano essere sottoposti a una valutazione dell'impatto ambientale (di cui all'articolo 4, paragrafo 2, di tale direttiva).

(8) Per le attività in paesi terzi, conformemente alla legislazione nazionale applicabile equivalente o alle norme internazionali che richiedono il completamento di una VIA o di un esame, ad esempio lo standard di prestazione 1 dell'IFC: valutazione e gestione dei rischi ambientali e sociali.

(9) Conformemente alle direttive 2009/147/CE e 92/43/CEE. Per le attività situate in paesi terzi, conformemente alla legislazione nazionale applicabile o a norme internazionali equivalenti, che mirano alla conservazione degli habitat naturali, della fauna e della flora selvatiche e che richiedono di condurre 1) una procedura di esame per determinare se, per una determinata attività, sia necessaria una valutazione adeguata dei possibili impatti su habitat e specie protetti; 2) un'opportuna valutazione qualora l'esame ne accerti la necessità, ad esempio lo standard di prestazione 6 dell'IFC: conservazione della biodiversità e gestione sostenibile delle risorse naturali vive.

(10) Tali misure sono state individuate per garantire che il progetto, il piano o l'attività non abbia effetti significativi sugli obiettivi di conservazione dell'area protetta.



3.2 Stima della Carbon Footprint e LCA

Per il dettaglio e la quantificazione delle emissioni di gas serra, nonché delle strategie adottate per la riduzione e la compensazione di gas a effetto serra, si rimanda al capitolo 4 del presente documento.

3.3 Analisi del consumo di energia dell'opera.

In questo capitolo è riportata l'analisi del consumo di energia dell'opera associato alle diverse operazioni previste nelle fasi di cantiere per la realizzazione dell'opera:

- produzione di calcestruzzo presso l'impianto di betonaggio per la prefabbricazione dei cassoni (consumo di energia elettrica da rete nazionale);
- trattamento (frantumazione e vagliatura) tramite impianto mobile del materiale inerte proveniente dalla demolizione della diga esistente (consumo di diesel con relativa emissione di CO₂ dalla combustione);
- operazioni di cantiere con mezzi navali (consumo di carburante con relativa emissione di CO₂ dalla combustione).

3.3.1 Impianto di betonaggio

Per questa operazione è stato assunto un consumo specifico di energia elettrica pari a 2,6 kWh/m³ di calcestruzzo indicato come consumo medio degli impianti produttivi italiani nell'anno 2021 (Federbeton, 2022⁵). Nell'arco della realizzazione dell'opera è prevista la produzione di 1.244.446 m³ di calcestruzzo. I risultati sono riportati nella tabella seguente.

Operazione	Quantità di calcestruzzo da produrre [m ³]	Consumo specifico di elettricità [kWh/m ³]	Richiesta elettrica complessiva [kWh]
Betonaggio	1.244.446	2,6-	3.235.560

3.3.2 Impianto mobile di trattamento materiali di demolizione (frantumazione e vagliatura)

Per l'operazione di frantumazione e vagliatura in un impianto mobile che tratta rifiuti da costruzione e demolizione è stato assunto un consumo di diesel pari a 0,64 litri (22,8 MJ) per 1 tonnellata di materiale da trattare (Borghetti et al., 2017⁶).

⁵ Federbeton CONFINDUSTRIA (2022) - *Rapporto di sostenibilità 2021* - Disponibile online [qui](#)

⁶ Borghetti G., Pantini S., Rigamonti L. (2017) - *Analisi LCA a supporto della pianificazione della gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione non pericolosi in Lombardia* - Ingegneria dell'Ambiente Vol. 4 n.4/2017, pp. 313-328. DOI: [dx.doi.org/10.14672/ida.v4i4.1218](https://doi.org/10.14672/ida.v4i4.1218)

In accordo con i dati da Progetto Esecutivo, il volume da demolire e da trattare con una riduzione in volume e una vagliatura è di 464,039 metri cubi (1,16 milioni di tonnellate assumendo un peso specifico di 2,5 t/m³ in accordo con i dati dei progettisti). Il calcolo dell'impatto associato alla produzione di diesel e alla sua combustione per il funzionamento dell'impianto mobile è riportato nella tabella seguente.

Operazione	Quantità materiali da trattare [t]	Richiesta di energia specifica [MJ/t]	Richiesta di energia complessiva [GJ]	Richiesta di gasolio [L] ⁷
Impianto mobile di frantumazione e vagliatura	1.160.098	22,8	26.450	738.922

3.3.3 Uso dei mezzi navali

Per il calcolo del consumo di carburante di ciascun mezzo navale sono stati definiti i seguenti dati primari: tipologia di imbarcazione, potenza del motore principale e del motore ausiliario e tempi delle fasi di manovra e di stazionamento nell'arco della durata del cantiere (la fase di crociera non è prevista in quanto relativa solo alle operazioni in mare aperto).

A partire dai seguenti dati, il consumo di carburante legato all'uso dei diversi mezzi navali per la durata del cantiere è stato stimato seguendo la metodologia per il traffico navale contenuta nell'*Emission Inventory Guidebook* (EMEP/EEA, 2019⁸), utilizzando la seguente formula:

$$C_{nave} = \sum_p \left[T_P \sum_e (P_e * LF_{e,p} * CS_{e,j,m,p}) \right]$$

dove:

- C_{nave} = consumo di carburante di una specifica tipologia di nave, nel corso dell'intera durata del cantiere (tonnellate);
- C_s = consumo specifico di carburante espresso in g/kWh (Tabella 3-15 del report EMEP/EEA, 2019), riportati di seguito;
- LF = fattore di carico del motore espresso in termini percentuali (Tabella 3-20 del report EMEP/EEA, 2019), riportati di seguito;
- P = potenza nominale del motore (kW);
- T = tempo (ore);
- e = categoria del motore (principale, ausiliario);
- j = tipo di motore (diesel a bassa, media e alta velocità);

⁷ Ipotesi: densità del gasolio pari a 0,835 kg/l; e PCI pari a 42,873 GJ/t (Fonte: Tabella parametri standard nazionali, ISPRA 2023).

⁸ EMEP/EEA (2021) - *International maritime navigation, international inland navigation, national navigation (shipping), national fishing, military (shipping), and recreational boats* - In: Air pollutant emission inventory guidebook 2019, chapter 1.A.3.d

- m = tipo di carburante (olio combustibile, diesel marino/gasolio marino);
- p = diversa fase del viaggio (crociera, stazionamento, manovra).

Tipologia di motore	Consumo specifico di carburante [g/kWh]	Fattore di carico fase di manovra [%]	Tempo con motore principale in funzione in fase di manovra [%]	Fattore di carico fase di stazionamento [%]	Tempo con motore principale in funzione in fase di stazionamento [%]
Motore principale	263	20	100	20	5
Motore secondario	194	50	-	40	-

Tipologia di nave	Classificazione EMEP/EEA (2019)	Potenza motore principale [kW]	Potenza motore ausiliario [kW]	Tempo di stazionamento complessivo [h]	Tempo di manovra complessivo [h]
Bettolina	Rimorchiatore	30	30	1.008	2.016
Motonave	Altro mezzo	5.968	2.089	21.462	-
Motopontone	Altro mezzo	882	46,5	140.868	-
Rimorchiatore	Rimorchiatore	350	4	34.849	2.447

Dai calcoli deriva un consumo di carburante (diesel) pari a 4.751 t (equivalenti a 5.690.340 litri) per le operazioni navali coinvolte nell'intera durata del cantiere.

3.3.4 Riepilogo dei consumi energetici relativi all'opera

La tabella seguente riporta il riepilogo dei consumi energetici relativi all'opera nelle fasi di:

- betonaggio;
- utilizzo impianto mobile di trattamento materiali di demolizione (frantumazione e vagliatura);
- uso dei mezzi navali.

Operazione	Richiesta energia complessiva
Betonaggio	11.648 GJ
Impianto mobile di frantumazione e vagliatura	26.450 GJ

Uso dei mezzi navali	203.708 GJ
----------------------	------------

3.4 Applicazione dei Criteri Ambientali Minimi

I Criteri Ambientali Minimi (CAM) sono i requisiti ambientali ed ecologici definiti dal Ministero dell'Ambiente volti ad indirizzare le Pubbliche Amministrazioni verso una razionalizzazione dei consumi e degli acquisti fornendo indicazioni per l'individuazione di soluzioni progettuali, prodotti o servizi migliori sotto il profilo ambientale. Essi sono i requisiti ambientali definiti per le varie fasi del processo di acquisto, volti a individuare la soluzione progettuale, il prodotto o il servizio migliore sotto il profilo ambientale lungo il ciclo di vita, tenuto conto della disponibilità di mercato.

L' applicazione sistematica ed omogenea dei CAM consente di diffondere le tecnologie ambientali e i prodotti ambientalmente preferibili e produce un effetto leva sul mercato, inducendo gli operatori economici meno virtuosi ad adeguarsi alle nuove richieste della pubblica amministrazione.

In Italia, l'efficacia dei CAM è stata assicurata grazie all'art. 18 della L. 221/2015 e, successivamente, all'art. 34 recante "Criteri di sostenibilità energetica e ambientale" del D.Lgs. 50/2016 "Codice degli appalti" (modificato dal D.Lgs 56/2017), che ne hanno reso obbligatoria l'applicazione da parte di tutte le stazioni appaltanti.

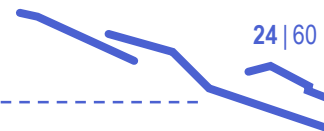
Ad ora sono stati adottata CAM per 18 categorie di forniture ed affidamenti, tra cui quelli relativi all' **affidamento del servizio di progettazione ed esecuzione dei lavori di interventi edilizi** di cui al DM 23/06/2022, di interesse per l'opera in oggetto.

In particolare, sono stati presi a riferimento – in quanto gli unici potenzialmente applicabili - i CAM relativi a:

- Disassemblaggio e fine vita, sebbene si riferisca ad edifici e non ad opere;
- Calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati
- Prodotti prefabbricati in calcestruzzo, in calcestruzzo aerato autoclavato e in calcestruzzo vibrocompresso
- Acciaio
- Materiali rinnovabili
- Utilizzo di materiali e prodotti da costruzione prodotti in impianti appartenenti a Paesi ricadenti in ambito EU/ETS (Emission Trading System)
- Demolizione selettiva, recupero e riciclo
- Prestazioni ambientali
- Personale di cantiere
- Inserimento naturalistico e paesaggistico
- Macchine operatrici.

La verifica del rispetto dei CAM è riportata in forma tabellare ed include per ognuno dei CAM:

- Il testo del criterio ambientale minimo (di cui al DM 23 GIUGNO 2022)
- La valutazione della rispondenza dell'opera ai CAM.



Testo del CAM applicabile di cui al DM 23 giugno 2022		Valutazione della rispondenza dell'opera ai CAM
Disassemblaggio e fine vita	<p>Il progetto relativo a edifici di nuova costruzione, inclusi gli interventi di demolizione e ricostruzione e ristrutturazione edilizia, prevede che almeno il 70% peso/peso dei componenti edilizi e degli elementi prefabbricati utilizzati nel progetto, esclusi gli impianti, sia sottoponibile, a fine vita, a disassemblaggio o demolizione selettiva (decostruzione) per essere poi sottoposto a preparazione per il riutilizzo, riciclaggio o altre operazioni di recupero. L'aggiudicatario redige il piano per il disassemblaggio e la demolizione selettiva, sulla base della norma ISO 20887.</p>	<p>Sebbene il progetto non si riferisca alla costruzione di nuovi edifici, ed è invece dedicato alla realizzazione di un'opera lineare, tale CAM è rispettato.</p> <p>Il progetto prevede la demolizione/smantellamento selettivo della diga esistente (parziale), allo scopo di rimuovere e trattamento sicuro delle eventuali sostanze pericolose.</p> <p>Inoltre, è previsto – tra le altre attività di cantiere – l'esercizio "in sito" di un impianto di recupero dei rifiuti/residui non pericolosi derivanti demolizione/smantellamento selettivo della diga esistente (parziale).</p> <p>Come riportato al capitolo 4, il progetto prevede che il 97% del volume dei rifiuti costituiti dalla struttura emersa e dal corpo della diga verrà avviato a fasi di recupero in un impianto mobile e successivamente recuperato per il riempimento dei cassoni; inoltre, il materiale costituente il pietrame, i nuclei, i massi naturali e i massi artificiali in calcestruzzo sarà completamente riutilizzato nell'ambito del progetto della nuova diga.</p>
Calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati	<p>I calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati hanno un contenuto di materie riciclate, ovvero recuperate, ovvero di sottoprodotti, di almeno il 5% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni. Tale percentuale è calcolata come rapporto tra il peso secco delle materie riciclate, recuperate e dei sottoprodotti e il peso del calcestruzzo al netto dell'acqua (acqua efficace e acqua di assorbimento). Al fine del calcolo della massa di materiale riciclato, recuperato o sottoprodotto, va considerata la quantità che rimane effettivamente nel prodotto finale. La percentuale indicata si intende come somma dei contributi dati dalle singole frazioni utilizzate.</p>	<p>I calcestruzzi che saranno confezionati in cantiere e preconfezionati avranno un contenuto di materie riciclate, ovvero recuperate, ovvero di sottoprodotti, di almeno il 5% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni.</p>
Prodotti prefabbricati in calcestruzzo, in calcestruzzo aerato autoclavato e in calcestruzzo vibrocompresso	<p>I prodotti prefabbricati in calcestruzzo sono prodotti con un contenuto di materia recuperata, ovvero riciclata, ovvero di sottoprodotti di almeno il 5% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni. I blocchi per muratura in calcestruzzo aerato autoclavato sono prodotti con un contenuto di materie riciclate, ovvero recuperate, ovvero di sottoprodotti di almeno il 7,5% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni. Le percentuali indicate si intendono come somma dei contributi dati dalle singole frazioni utilizzate.</p>	<p>I prodotti prefabbricati in calcestruzzo approvvigionati saranno prodotti con un contenuto di materia recuperata, ovvero riciclata, ovvero di sottoprodotti di almeno il 5% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni.</p>
Acciaio	<p>Per gli usi strutturali è utilizzato acciaio prodotto con un contenuto minimo di materia recuperata, ovvero riciclata, ovvero di sottoprodotti, inteso come somma delle tre frazioni, come di seguito specificato:</p> <ul style="list-style-type: none"> - acciaio da forno elettrico non legato, contenuto minimo pari al 75% - acciaio da forno elettrico legato, contenuto minimo pari al 60%; 	<p>La progettazione esecutiva è stata realizzata minimizzando il contenuto di acciaio.</p> <p>Inoltre, in fase di acquisto, l'appaltatore dovrà impegnarsi ad approvvigionarsi di</p>

	<p>- acciaio da ciclo integrale, contenuto minimo pari al 12%.</p> <p>Per gli usi non strutturali è utilizzato acciaio prodotto con un contenuto minimo di materie riciclate ovvero recuperate ovvero di sottoprodotti come di seguito specificato:</p> <ul style="list-style-type: none"> - acciaio da forno elettrico non legato, contenuto minimo pari al 65%; - acciaio da forno elettrico legato, contenuto minimo pari al 60%; - acciaio da ciclo integrale, contenuto minimo pari al 12%. <p>Con il termine “acciaio da forno elettrico legato” si intendono gli “acciai inossidabili” e gli “altri acciai legati” ai sensi della norma tecnica UNI EN 10020, e gli “acciai alto legati da EAF” ai sensi del Regolamento delegato (UE) 2019/331 della Commissione. Le percentuali indicate si intendono come somma dei contributi dati dalle singole frazioni utilizzate.</p>	acciaio nel rispetto ai requisiti del presente CAM.
Materiali rinnovabili	Utilizzo di prodotti da costruzione derivati da materie prime rinnovabili per almeno il 20%, calcolata sul peso dei prodotti da costruzione permanentemente incorporati all'interno dell'opera, sul totale dell'edificio, escluse le strutture portanti. Se il materiale usato è costituito da una miscela di materiali rinnovabili e non rinnovabili al fine del calcolo in peso verrà considerata solo la parte di materiale da fonte rinnovabile.	L'opera utilizzerà prodotti da costruzione derivati da materie prime rinnovabili per almeno il 20%, calcolata sul peso dei prodotti da costruzione permanentemente incorporati all'interno dell'opera.
Utilizzo di materiali e prodotti da costruzione prodotti in impianti appartenenti a Paesi ricadenti in ambito EU/ETS (Emission Trading System)	<p>Approvvigionamento di:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Prodotti da costruzione in acciaio, realizzati con acciaio prodotto al 100% da impianti appartenenti a Paesi ricadenti in ambito EU/ETS. b. Calce prodotta per il 100% da un impianto appartenente ad un Paese ricadente in ambito EU/ETS. c. Cartongesso prodotto per il 100% da un impianto appartenente ad un Paese ricadente in ambito EU/ETS. d. Cemento e di materiali a base cementizia contenenti cemento prodotti in un impianto in cui si utilizza clinker prodotto per almeno il 90% da un impianto appartenente ad un Paese ricadente in ambito EU/ETS. e. Prodotti ceramici prodotti per almeno il 90% da un impianto appartenente ad un Paese ricadente in ambito EU/ETS. f. Vetro piano per edilizia prodotto per almeno il 90% da un impianto appartenente ad un Paese ricadente in ambito EU/ETS. 	In fase di acquisto, l'appaltatore dovrà impegnarsi ad approvvigionarsi di materiali da costruzione prodotti in impianti appartenenti a Paesi ricadenti in ambito EU/ETS.
Demolizione selettiva, recupero e riciclo	<p>Fermo restando il rispetto di tutte le norme vigenti, la demolizione degli edifici viene eseguita in modo da massimizzare il recupero delle diverse frazioni di materiale. Nei casi di ristrutturazione, manutenzione e demolizione, il progetto prevede, a tal fine, che, almeno il 70% in peso dei rifiuti non pericolosi generati in cantiere, ed escludendo gli scavi, venga avviato a operazioni di preparazione per il riutilizzo, riciclaggio o altre operazioni di recupero, secondo la gerarchia di gestione dei rifiuti di cui all'art. 179 del decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152. Il progetto stima la quota parte di rifiuti che potrà essere avviato a preparazione per il riutilizzo, riciclaggio o altre operazioni di recupero. A tal fine può essere fatto riferimento ai seguenti documenti: “Orientamenti per le verifiche dei rifiuti prima dei lavori di demolizione e di ristrutturazione degli edifici” della Commissione Europea, 2018; raccomandazioni del Sistema nazionale della Protezione dell'Ambiente (SNPA) “Criteri ed indirizzi tecnici condivisi per il recupero dei rifiuti inerti” del 2016; UNI/PdR 75 “Decostruzione selettiva – Metodologia per la decostruzione selettiva e il recupero dei rifiuti in un'ottica di economia circolare”. Tale stima include le seguenti:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. valutazione delle caratteristiche dell'edificio; 	<p>Sebbene il progetto non si riferisca alla costruzione di nuovi edifici, ed è invece dedicato alla realizzazione di un'opera lineare, tale CAM è rispettato.</p> <p>Il progetto prevede la demolizione/ smantellamento selettivo della diga esistente (parziale), allo scopo di rimuovere e trattamento sicuro delle eventuali sostanze pericolose.</p> <p>Inoltre, è previsto – tra le altre attività di cantiere – l'esercizio “in sito” di un impianto di recupero dei rifiuti/residui non pericolosi derivanti demolizione/ smantellamento selettivo della diga esistente (parziale).</p> <p>Come riportato al capitolo 4, il progetto prevede che il 97% del volume dei rifiuti costituiti dalla struttura emersa e dal corpo della diga verrà avviato a fasi di</p>

	<p>b. individuazione e valutazione dei rischi connessi a eventuali rifiuti pericolosi e alle emissioni che possono sorgere durante la demolizione;</p> <p>c. stima delle quantità di rifiuti che saranno prodotti con ripartizione tra le diverse frazioni di materiale;</p> <p>d. stima della percentuale di rifiuti da avviare a preparazione per il riutilizzo e a riciclo, rispetto al totale dei rifiuti prodotti, sulla base dei sistemi di selezione proposti per il processo di demolizione.</p> <p>Alla luce di tale stima, il progetto comprende le valutazioni e le previsioni riguardo a:</p> <p>a. rimozione dei rifiuti, materiali o componenti pericolosi;</p> <p>b. rimozione dei rifiuti, materiali o componenti riutilizzabili, riciclabili e recuperabili.</p> <p>In caso di edifici storici per fare la valutazione del materiale da demolire o recuperare è fondamentale effettuare preliminarmente una campagna di analisi conoscitiva dell'edificio e dei materiali costitutivi per determinarne, tipologia, epoca e stato di conservazione.</p> <p>Il progetto individua le seguenti categorie di rifiuti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - rifiuti suddivisi per frazioni monomateriali (codici EER 170101, 170102, 170103, 170201, 170202, 170203, 170401, 170402, 170403, 170404, 170405, 170406, 170504, 170604, 170802) da avviare a operazioni di preparazione per il riutilizzo, impiegati nello stesso cantiere oppure, ove non fosse possibile, impiegati in altri cantieri; - rifiuti suddivisi per frazioni monomateriali (codici EER 170101, 170102, 170103, 170201, 170202, 170203, 170401, 170402, 170403, 170404, 170405, 170406, 170504, 170604, 170802) da avviare a operazioni di riciclo o ad altre forme di recupero; - le frazioni miste di inerti e rifiuti (codice EER 170107 e 170904) derivanti dalle demolizioni di opere per le quali non è possibile lo smontaggio e la demolizione selettiva, che sono avviati ad impianti per la produzione di aggregati riciclati. <p>In considerazione del fatto che, in fase di demolizione selettiva, potrebbero rinvenirsi categorie di rifiuti differenti da quelle indicate (dovute ai diversi sistemi costruttivi e materiali ovvero componenti impiegati nell'edificio), è sempre suggerita l'adozione di tutte le precauzioni e gli accorgimenti atti ad avviare il maggior quantitativo di materiali non pericolosi a riciclo e ad altre operazioni di recupero.</p>	<p>recupero in un impianto mobile e successivamente recuperato per il riempimento dei cassoni; inoltre, il materiale costituente il pietrame, i nuclei, i massi naturali e i massi artificiali in calcestruzzo sarà completamente riutilizzato nell'ambito del progetto della nuova diga.</p>
<p>Prestazioni ambientali</p>	<p>Le attività di preparazione e conduzione del cantiere prevedono le seguenti azioni:</p> <p>a) individuazione delle possibili criticità legate all'impatto nell'area di cantiere e alle emissioni di inquinanti sull'ambiente circostante, e delle misure previste per la loro eliminazione o riduzione.</p> <p>b) definizione delle misure da adottare per la protezione delle risorse naturali, paesistiche e storicoculturali presenti nell'area del cantiere quali la recinzione e protezione degli ambiti interessati da fossi e torrenti (fasce ripariali) e da filari o altre formazioni vegetazionali autoctone. Qualora l'area di cantiere ricada in siti tutelati ai sensi delle norme del piano paesistico si applicano le misure previste;</p> <p>c) rimozione delle specie arboree e arbustive alloctone invasive (in particolare, <i>Ailanthus altissima</i> e <i>Robinia pseudoacacia</i>), comprese radici e ceppaie. Per l'individuazione delle specie alloctone si dovrà fare riferimento alla "Watch-list della flora alloctona d'Italia" (Ministero</p>	<p>L'opera è stata sottoposta alla procedura di valutazione d'impatto del progetto, in cui è stata effettuata – tra le altre - una valutazione degli impatti della fase di cantiere sui diversi comparti ambientali riportati nel presente CAM.</p> <p>L'opera ha ottenuto giudizio positivo sulla compatibilità ambientale del progetto "Realizzazione della nuova diga foranea del porto di Genova – ambito bacino di Sampierdarena (P. 3062)", presentato dal Commissario Straordinario Realizzazione Nuova</p>

	<p>dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Carlo Blasi, Francesca Pretto & Laura Celesti-Grapow);</p> <p>d) protezione delle specie arboree e arbustive autoctone. Gli alberi nel cantiere devono essere protetti con materiali idonei, per escludere danni alle radici, al tronco e alla chioma. Non è ammesso usare gli alberi per l'infissione di chiodi, appoggi e per l'installazione di corpi illuminanti, cavi elettrici etc.;</p> <p>e) disposizione dei depositi di materiali di cantiere non in prossimità delle preesistenze arboree e arbustive autoctone (è garantita almeno una fascia di rispetto di dieci metri);</p> <p>f) definizione delle misure adottate per aumentare l'efficienza nell'uso dell'energia nel cantiere e per minimizzare le emissioni di inquinanti e gas climalteranti, con particolare riferimento all'uso di tecnologie a basso impatto ambientale (lampade a scarica di gas a basso consumo energetico o a led, generatori di corrente eco-diesel con silenziatore, pannelli solari per l'acqua calda ecc.);</p> <p>g) fermo restando l'elaborazione di una valutazione previsionale di impatto acustico ai sensi della legge 26 ottobre 1995, n. 447, "Legge quadro sull'inquinamento acustico", definizione di misure per l'abbattimento del rumore e delle vibrazioni, dovute alle operazioni di scavo, di carico e scarico dei materiali, di taglio dei materiali, di impasto del cemento e di disarmo ecc, e l'eventuale installazione di schermature/coperture antirumore (fisse o mobili) nelle aree più critiche e nelle aree di lavorazione più rumorose, con particolare riferimento alla disponibilità ad utilizzare gruppi elettrogeni super silenziati e compressori a ridotta emissione acustica;</p> <p>h) definizione delle misure per l'abbattimento delle emissioni gassose inquinanti con riferimento alle attività di lavoro delle macchine operatrici e da cantiere che saranno impiegate, tenendo conto delle "fasi minime impiegabili": fase III A minimo a decorrere da gennaio 2022. Fase IV minimo a decorrere dal gennaio 2024 e la V dal gennaio 2026 (le fasi dei motori per macchine mobili non stradali sono definite dal regolamento UE 1628/2016 modificato dal regolamento UE 2020/1040);</p> <p>i) definizione delle misure atte a garantire il risparmio idrico e la gestione delle acque reflue nel cantiere e l'uso delle acque piovane e quelle di lavorazione degli inerti, prevedendo opportune reti di drenaggio e scarico delle acque;</p> <p>j) definizione delle misure per l'abbattimento delle polveri e fumi anche attraverso periodici interventi di irrorazione delle aree di lavorazione con l'acqua o altre tecniche di contenimento del fenomeno del sollevamento della polvere;</p> <p>k) definizione delle misure per garantire la protezione del suolo e del sottosuolo, impedendo la diminuzione di materia organica, il calo della biodiversità nei diversi strati, la contaminazione locale o diffusa, la salinizzazione, l'erosione etc., anche attraverso la verifica continua degli sversamenti accidentali di sostanze e materiali inquinanti e la previsione dei relativi interventi di estrazione e smaltimento del suolo contaminato;</p> <p>l) definizione delle misure a tutela delle acque superficiali e sotterranee, quali l'impermeabilizzazione di eventuali aree di deposito temporaneo di rifiuti non inerti e depurazione delle acque di dilavamento prima di essere convogliate verso i recapiti idrici finali;</p>	<p>Diga foranea di Genova, con Decreto del Ministero della Transizione Ecologica n. 45 del 04/05/2022.</p> <p>Tutti i soci del Consorzio costruttore possiedono un Sistema di Gestione Integrato per Qualità, Sicurezza e Ambiente certificato secondo gli standard ISO 9001, ISO 45001 e ISO 14001. Il Consorzio, durante l'esecuzione del contratto, dovrà adottare un sistema di gestione ambientale conforme ai criteri della norma UNI EN ISO 14001:2015.</p>
--	---	--

	<p>m) definizione delle misure idonee per ridurre l'impatto visivo del cantiere, anche attraverso schermature e sistemazione a verde, soprattutto in presenza di abitazioni contigue e habitat con presenza di specie particolarmente sensibili alla presenza umana;</p> <p>n) misure per realizzare la demolizione selettiva individuando gli spazi per la raccolta dei materiali da avviare a preparazione per il riutilizzo, recupero e riciclo;</p> <p>o) misure per implementare la raccolta differenziata nel cantiere (imballaggi, rifiuti pericolosi e speciali etc.) individuando le aree da adibire a deposito temporaneo, gli spazi opportunamente attrezzati (con idonei cassonetti/contenitori carrellabili opportunamente etichettati per la raccolta differenziata etc.).</p>	
Personale di cantiere	<p>Il personale impiegato con compiti di coordinamento (caposquadra, capocantiere ecc.) è adeguatamente formato sulle procedure e tecniche per la riduzione degli impatti ambientali del cantiere con particolare riguardo alla gestione degli scarichi, dei rifiuti e delle polveri.</p>	<p>L'appaltatore dovrà impegnarsi ad utilizzare personale impiegato con compiti di coordinamento (caposquadra, capocantiere ecc.) adeguatamente formato sulle procedure e tecniche per la riduzione degli impatti ambientali del cantiere con particolare riguardo alla gestione degli scarichi, dei rifiuti e delle polveri.</p>
Inserimento naturalistico e paesaggistico	<p>Il progetto di interventi di nuova costruzione garantisce la conservazione degli habitat presenti nell'area di intervento quali ad esempio torrenti e fossi, anche se non contenuti negli elenchi provinciali, e la relativa vegetazione ripariale, boschi, arbusteti, cespuglieti e prati in evoluzione, siepi, filari arborei, muri a secco, vegetazione ruderale, impianti arborei artificiali legati all'agroecosistema (noci, pini, tigli, gelso, ecc.), seminativi arborati. Tali habitat devono essere il più possibile interconnessi fisicamente ad habitat esterni all'area di intervento, esistenti o previsti da piani e programmi (reti ecologiche regionali, interregionali, provinciali e locali) e interconnessi anche fra di loro all'interno dell'area di progetto. Il progetto, inoltre, garantisce il mantenimento dei profili morfologici esistenti, salvo quanto previsto nei piani di difesa del suolo. Il progetto di interventi di nuova costruzione e di ristrutturazione urbanistica che prevedano la realizzazione o riqualificazione di aree verdi è conforme ai criteri previsti dal decreto ministeriale 10 marzo 2020 n. 63 "Servizio di gestione del verde pubblico e fornitura prodotti per la cura del verde".</p>	<p>L'opera è stata sottoposta alla procedura di valutazione d'impatto del progetto, in cui è stata effettuata – tra le altre – una valutazione dell'inserimento naturalistico e paesaggistico come richiesto dal presente CAM.</p> <p>La procedura di Valutazione di Impatto Ambientale ha compreso anche la valutazione di incidenza ambientale di cui all'art. 5 del DPR 357 /1997, in quanto il progetto è potenzialmente interferente (solo indirettamente) con i seguenti siti appartenenti alla Rete Natura 2000:</p> <ul style="list-style-type: none"> • IT1332576 "Fondali Boccadasse - Nervi" • IT1332575 "Fondali Nervi - Sori" • IT1331615 "Monte Gazzo" • IT1331606 "Torre Quezzi". <p>Dall'analisi svolta è emerso che gli interventi per la realizzazione della diga foranea non comportano consumo di suolo nell'area dei siti Natura 2000.</p> <p>Inoltre, data la tipologia di intervento e tenuto conto delle distanze delle lavorazioni (in area marina) dai siti Natura 2000 terrestri, si ritiene che</p>

		<p>essi non determinano impatti significativi sugli habitat e sulle specie di interesse comunitario presenti nei siti IT1331615 e IT1331606 (Monte Gazzo e Torre Quezzi).</p> <p>Per quanto riguarda la possibile riduzione, in termini di struttura e funzioni, degli habitat Natura 2000 presenti nei due siti marini più vicini, non si prevedono variazioni visti i rilievi modellistici in termini di emissioni in atmosfera, variazioni dell'idrodinamica e dispersione della torbidità durante i lavori. Si segnala che la demolizione della vecchia diga comporterà l'eliminazione dell'habitat delle scogliere artificiali dove possono essere presenti specie di valore conservazionistico; tuttavia la realizzazione della nuova struttura ne consentirà il recupero, seppur lento, grazie al processo di colonizzazione delle nuove strutture. È anche verosimile che, essendo prevista la posa di quest'ultima poco più al largo, su fondale significativamente più profondo, ciò favorisca l'insediamento di più specie legate ai diversi domini bentonici e specie ittiche.</p> <p>Per quanto riguarda i possibili effetti dell'inquinamento atmosferico durante la costruzione e l'esercizio, i valori delle emissioni totali prodotte durante la costruzione sono risultati inferiori ai limiti normativi attualmente in vigore di cui al D.Lgs. 155/2010. I bassi valori di concentrazione stimati fanno ipotizzare un deposito di suolo che interesserà le aree portuali senza lambire i siti Natura 2000.</p> <p>Per quanto riguarda l'impatto del rumore sull'avifauna nell'area di valutazione, si ritiene che il rumore durante la fase di costruzione e produzione sarà irrilevante per le specie di comunità.</p> <p>L'opera ha ottenuto giudizio positivo sulla compatibilità ambientale del</p>
--	--	--

		progetto “Realizzazione della nuova diga foranea del porto di Genova – ambito bacino di Sampierdarena (P. 3062)”, presentato dal Commissario Straordinario Realizzazione Nuova Diga foranea di Genova, con Decreto del Ministero della Transizione Ecologica n. 45 del 04/05/2022.
Macchine operatrici	Impiegare motori termici delle macchine operatrici di fase III A minimo, a decorrere da gennaio 2024. La fase minima impiegabile in cantiere sarà la fase IV a decorrere dal gennaio 2026, e la fase V (le fasi dei motori per macchine mobili non stradali sono definite dal regolamento UE 1628/2016 modificato dal regolamento UE 2020/1040) a decorrere dal gennaio 2028.	L'appaltatore dovrà impegnarsi ad utilizzare motori termici in conformità al presente CAM.

3.5 Misure per la tutela del lavoro dignitoso

L'appaltatore deve rispettare i principi di responsabilità sociale assumendo impegni relativi alla conformità a standard sociali minimi e al monitoraggio degli stessi. L'appaltatore deve aver applicato le Linee Guida adottate con decreto ministeriale 6 giugno 2012 «Guida per l'integrazione degli aspetti sociali negli appalti pubblici», volte a favorire il rispetto di standard sociali riconosciuti a livello internazionale e definiti dalle seguenti Convenzioni internazionali:

- le otto Convenzioni fondamentali dell'ILO n. 29, 87, 98, 100, 105, 111, 138 e 182;
- la Convenzione ILO n. 155 sulla salute e la sicurezza nei luoghi di lavoro;
- la Convenzione ILO n. 131 sulla definizione del «salario minimo»;
- la Convenzione ILO n. 1 sulla durata del lavoro (industria);
- la Convenzione ILO n. 102 sulla sicurezza sociale (norma minima);
- la «Dichiarazione universale dei diritti umani»;
- art. n. 32 della «Convenzione sui diritti del fanciullo»;

Con riferimento ai paesi dove si svolgono le fasi della lavorazione, anche nei vari livelli della propria catena di fornitura (fornitori, subfornitori), l'appaltatore deve dimostrare il rispetto della legislazione nazionale o, se appartenente ad altro stato membro, la legislazione nazionale conforme alle norme comunitarie vigenti in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro, salario minimo vitale, adeguato orario di lavoro e sicurezza sociale (previdenza e assistenza). L'appaltatore deve anche avere efficacemente attuato modelli organizzativi e gestionali adeguati a prevenire condotte irresponsabili contro la personalità individuale e condotte di intermediazione illecita o sfruttamento del lavoro.

Verifica: l'offerente può dimostrare la conformità al criterio presentando la documentazione delle etichette che dimostrino il rispetto dei diritti oggetto delle Convenzioni internazionali dell'ILO sopra richiamate, lungo la catena di fornitura, quale la certificazione SA 8000:2014 o equivalente, (quali, ad esempio, la certificazione BSCI, la Social Footprint), in alternativa, devono dimostrare di aver dato seguito a quanto indicato nella Linea Guida adottata con decreto ministeriale 6 giugno 2012 «Guida per l'integrazione degli aspetti sociali negli appalti pubblici». Tale linea guida prevede la realizzazione di un «dialogo strutturato» lungo la catena di fornitura

attraverso l'invio di questionari volti a raccogliere informazioni in merito alle condizioni di lavoro, con particolare riguardo al rispetto dei profili specifici contenuti nelle citate convenzioni, da parte dei fornitori e subfornitori. L'efficace attuazione di modelli organizzativi e gestionali adeguati a prevenire condotte irresponsabili contro la personalità individuale e condotte di intermediazione illecita o sfruttamento del lavoro si può dimostrare anche attraverso la delibera, da parte dell'organo di controllo, di adozione dei modelli organizzativi e gestionali ai sensi del decreto legislativo 231/01, assieme a:

- presenza della valutazione dei rischi in merito alle condotte di cui all'art. 25-quinquies del decreto legislativo 231/01 e art. 603 bis del Codice penale e legge 199/2016; nomina di un organismo di vigilanza, di cui all'art. 6 del decreto legislativo 231/01;
- conservazione della sua relazione annuale, contenente paragrafi relativi ad audit e controlli in materia di prevenzione dei delitti contro la personalità individuale e intermediazione illecita e sfruttamento del lavoro (o caporalato)."

3.6 Analisi di resilienza

Il Proponente – come riportato a pag. 95 e 96 del Parere n. 233 del 28 marzo 2022 del Ministero della Transizione Ecologica – ha, predisposto un approfondimento relativo alle valutazioni effettuate nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica della nuova diga per tenere conto degli effetti dei cambiamenti climatici attesi nei decenni a venire, in un arco temporale che copre la vita utile dell'opera e giunge fino a fine secolo. Per stimare tali effetti si è fatto riferimento a fonti scientifiche di riconosciuta autorevolezza, provvedendo a contestualizzare al paraggio di Genova le previsioni disponibili. Con riferimento alle variazioni del livello marino, si evidenzia che il mareografo di Genova gestito dall'Istituto Idrografico della Marina ne consente la valutazione a partire dalla fine del 1800. Sono quindi note le variazioni storiche rilevate anche sul lungo periodo, peraltro associate ai soli fenomeni eustatici, non essendo l'area di Genova soggetta a fenomeni di subsidenza apprezzabili. Le analisi mareografiche hanno evidenziato nell'ultimo secolo un innalzamento del livello medio marino di circa 12 cm. Riguardo le previsioni future delle variazioni del livello del mare, il tasso di incremento atteso è sicuramente più elevato in relazione ai cambiamenti climatici in corso. La previsione dell'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), foro scientifico dell'ONU per lo studio dei cambiamenti climatici, dell'aumento del livello marino globale che potrebbe verificarsi entro la fine del secolo è piuttosto ampia, in relazione a un range di possibili scenari (più o meno pessimistici) di emissione di gas serra in atmosfera. Ai fini progettuali l'orizzonte temporale di interesse per le proiezioni è di circa 60 anni, considerando la vita tecnica dell'opera e gli anni necessari per la sua progettazione e costruzione. Le previsioni al 2080 dell'IPCC (IPCC's Sixth Assessment Report - AR6, 2021) indicano un innalzamento medio globale del livello del mare compreso tra un minimo di 35 cm (variabile nel range 23-47 cm) per lo scenario più ottimista (RCP2.6) e un massimo di 51 cm (variabile nel range 37-66 cm) per lo scenario più pessimista (RCP8.5). Per quanto riguarda la tendenza specifica per il sito costiero di Genova, si può fare riferimento a un recente studio di Vecchio et al. (2019 - A. Vecchio, M. Anzidei, F. Serpelloni, F. Florindo: Natural variability and vertical land motion in the Mediterranean sea-level records over the last two centuries and projections for 2100. *Water* 2019, 11, 1480.). Lo studio consente di stimare per il 2080 un innalzamento del livello medio del mare compreso tra circa 25 cm e 40 cm in relazione ai suddetti scenari di emissione (RCP2.6 e

RCP8.5). Considerando i limiti delle bande di confidenza (al 90%), il range di variabilità della previsione si estende da un minimo di circa 15 cm a un massimo di 55 cm. Ne deriva che a Genova il livello marino presenta una tendenza all'innalzamento più contenuta di quella stimata a livello globale. Ai fini della progettazione di fattibilità della nuova diga foranea si è fatto riferimento al limite superiore della previsione dell'aumento del livello medio del mare a Genova al 2080. Tale valore è stato approssimato in via prudenziale a 60 cm, considerato che il trend dell'innalzamento a Genova alla fine del secolo (2100) indica un valore di ca. 58 cm. Ai fini del dimensionamento dell'opera si è considerato un livello di progetto complessivo più elevato, pari a 109 cm, tenendo conto anche dell'incidenza ai fini del sovrizzo delle componenti di marea astronomica e meteorologica. Anche per le altezze d'onda è stata fatta una valutazione delle possibili variazioni a lungo termine per effetto dei mutamenti climatici. Per quanto riguarda il mar Mediterraneo e il mar Ligure in particolare, il tema è stato trattato recentemente a livello scientifico in uno studio di Besio et al. (2019-G. Besio, L. Mentaschi & F. DeLeo: Trends and variability of waves under scenario RCP8.5 in the Mediterranean sea. 2nd International Workshop on Waves, Storm Surges and Coastal Hazards 2019. Melbourne, Australia). Lo studio presenta proiezioni fino al 2100 variazioni delle altezze d'onda stimate in relazione allo scenario climatico maggiormente penalizzante (RCP8.5). Al largo di Genova i risultati mostrano un trend di sostanziale stabilità del regime ondometrico nel tempo, con una lieve riduzione (dell'ordine dei 15-20 cm) dell'altezza d'onda significativa estrema. Le condizioni d'onda considerate per la progettazione della nuova diga si dimostrano pertanto adeguate e attendibili anche nei confronti dei cambiamenti climatici attesi.

4 EMISSIONI DI GAS SERRA (QUANTIFICAZIONE, RIDUZIONE, COMPENSAZIONE)

Nel seguito del presente capitolo è riportata la quantificazione delle emissioni di gas serra relative alla Fase A del cantiere relativo alla realizzazione della *Nuova diga foranea del Porto di Genova nell'ambito del bacino di Sampierdarena*, e valutati gli effetti delle principali azioni di mitigazione previste nelle differenti fasi dello sviluppo del progetto.

La quantificazione è stata elaborata prendendo a riferimento l'approccio di cui al documento allegato H PFTE CAP. 17.1 – EMISSIONI DI CO₂, e includendo:

1. Integrazione metodologiche necessarie per dar seguito alla prescrizione *lettera c della Condizione ambientale n. 8 del parere MITE - CTVA - VIA e VAS n. 233 del 28/03/2022*.

“l'adeguamento della Carbon Footprint in accordo alla norma ISO 14067:2018 - Carbon footprint of products includendo nei confini del sistema il trasporto e il trattamento dei rifiuti dalla demolizione della diga esistente in modo da quantificare le emissioni di CO₂ eq. relative al progetto definitivo”.

In merito a tale prescrizione, si segnala che non è possibile applicare *tout court* la norma ISO 14067 alla realizzazione della *Nuova diga foranea del Porto di Genova nell'ambito del bacino di Sampierdarena*, in quanto l'ambito di applicazione della norma è rappresentato esclusivamente da prodotti (e non opere). Tuttavia, la valutazione condotta ha utilizzato i principi ispiratori della norma ISO 14067, quantificando le emissioni di gas serra dovute a tutti i contributi relativi alla fase di cantiere (fase di produzione/estrazione materiali di nuova fornitura, fase di trasporto dei materiali di nuova fornitura al cantiere, fasi di cantiere, fase di trasporto dei rifiuti dalla demolizione della diga esistente agli impianti di trattamento, e fase di trattamento dei rifiuti della demolizione dalla diga esistente) in un'ottica completa di ciclo di vita del cantiere.

Di conseguenza, quantificazione delle emissioni di gas serra relative alla fase di cantiere di seguito riportata include oltre a tutte le fasi già considerate precedentemente anche il trasporto e trattamento dei rifiuti dalla demolizione della diga esistente, così come richiesto dalla prescrizione precedentemente menzionata.

2. Aggiornamento dei fattori emissivi utilizzati, e in particolare:

- a. Utilizzo della più recente versione della banca dati Ecoinvent⁹ (versione 3.9.1); la valutazione riportata nell'allegato H PFTE CAP. 17.1 – EMISSIONI DI CO₂ faceva riferimento alla versione 3.7 di Ecoinvent.

⁹ I valori numerici dei fattori di emissione utilizzati per la quantificazione delle emissioni di gas serra sono riportati come “confidential data” alla luce delle restrizioni di utilizzo riportate nel documento *End User Licence Agreement (EULA)* di Ecoinvent, secondo cui it is not allowed “to publish or otherwise disclose, internally for own use or externally to third parties, any Licensed Data”.

- b. Utilizzo della più recente metodologia di calcolo della Carbon Footprint (IPCC, 2021, con Global Warming Potential a 100 anni), aggiornando la precedente versione che faceva riferimento alla metodologia IPCC, 2013.

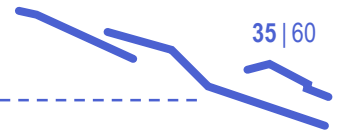
Tale aggiornamento è in accordo con quanto richiesto dalla norma tecnica UNI EN ISO 14067:2018, nonché alla più ampia metodologia di calcolo *Environmental Footprint* 3.1 della Commissione Europea, che per la stima delle emissioni di gas a effetto serra fa riferimento proprio alla metodologia IPCC, 2021.

3. Utilizzo delle più aggiornate fonti di informazioni (riportate nel paragrafo seguente).

4.1 Norme tecniche di riferimento e Banche Dati utilizzati

Di seguito sono elencati le norme tecniche di riferimento e le banche dati utilizzati per la contabilizzazione delle emissioni di gas serra:

- UNI EN ISO 14040:2021. *Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento*
- UNI EN ISO 14044:2021. *Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Requisiti e linee guida*
- UNI EN ISO 14064-1:2019. *Gas ad effetto serra - Parte 1: Specifiche e guida, al livello dell'organizzazione, per la quantificazione e la rendicontazione delle emissioni di gas ad effetto serra e della loro rimozione*
- UNI EN ISO 14067:2018 - *Gas ad effetto serra - Impronta climatica dei prodotti (Carbon footprint dei prodotti) - Requisiti e linee guida per la quantificazione*
- Fonti di letteratura:
 - Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC (2021) - *Anthropogenic and Natural Radiative Forcing* - In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA [fonte citata nel testo come 1]
 - Federbeton CONFINDUSTRIA (2022) - *Rapporto di sostenibilità 2021* - Disponibile online [qui](#) [2]
 - Borghi G., Pantini S., Rigamonti L. (2017) - *Analisi LCA a supporto della pianificazione della gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione non pericolosi in Lombardia* - *Ingegneria dell'Ambiente* Vol. 4 n.4/2017, pp. 313-328. DOI: [dx.doi.org/10.14672/ida.v4i4.1218](https://doi.org/10.14672/ida.v4i4.1218) [3]
 - EMEP/EEA (2021) - *International maritime navigation, international inland navigation, national navigation (shipping), national fishing, military (shipping), and recreational boats* - In: *Air pollutant emission inventory guidebook 2019*, chapter 1.A.3.d [4]
- Banca dati internazionale Ecoinvent (versione 3.9.1). <https://ecoinvent.org/the-ecoinvent-database/data-releases/ecoinvent-3-9-1/>



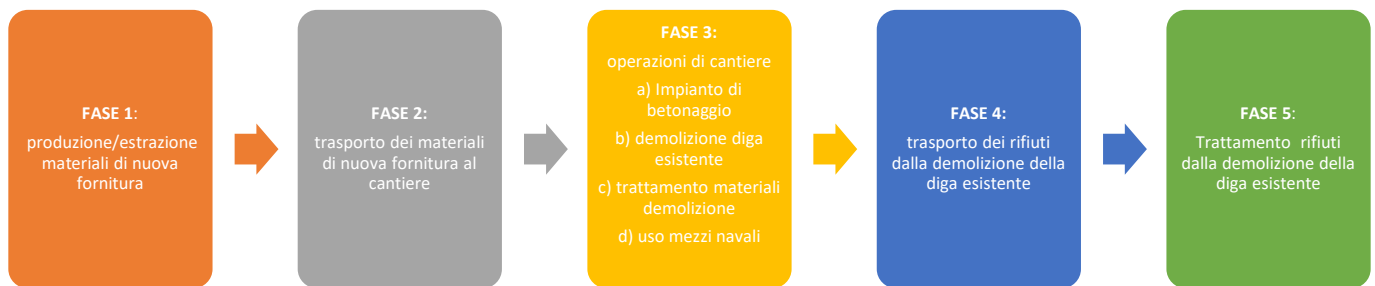
4.2 Quantificazione delle emissioni di gas serra relative alla fase di cantiere

4.2.1 Confini del sistema di analisi

Lo scopo di questa analisi è la quantificazione, in un'ottica di ciclo di vita, delle emissioni di gas ad effetto serra derivanti dalle attività di cantiere della realizzazione della nuova diga foranea nel porto di Genova.

I confini del sistema dell'analisi effettuata comprendono:

- i) fase di produzione/estrazione materiali di nuova fornitura;
- ii) fase di trasporto dei materiali di nuova fornitura al cantiere;
- iii) operazioni di cantiere necessarie alla messa in opera del progetto, tra cui il recupero dei residui della diga esistente (consumo di carburante e di energia elettrica degli impianti e dei mezzi navali, consumo di esplosivo);
- iv) fase di trasporto dei rifiuti dalla demolizione della diga esistente agli impianti di trattamento;
- v) fase di trattamento dei rifiuti della demolizione dalla diga esistente.



4.2.2 Fonti di informazioni dei dati di attività

I dati primari utilizzati per la presente valutazione sono rappresentati da dati relativi al progetto esecutivo relativi ai seguenti aspetti:

- volume di materiale inerte di nuova fornitura (sabbia, ghiaia, pietrame, massi e calcestruzzo),
- quantità di acciaio,
- distanze percorse nelle diverse fasi di trasporto per l'approvvigionamento di tale materiale,
- volume di materiale di risulta dalla demolizione della diga esistente, caratteristiche e modalità d'uso dei mezzi navali per il cantiere,
- Fase di trasporto dei rifiuti dalla demolizione della diga esistente agli impianti di trattamento
- Fase di trattamento dei rifiuti dalla demolizione della diga esistente

I dati relativi ai consumi energetici e di carburante degli impianti/mezzi navali per il cantiere sono stati desunti da fonti di letteratura elencate nel paragrafo precedente e richiamate nei paragrafi successivi.

I fattori di emissione per singolo processo secondario produttivo/estrattivo e di trasporto sono stati calcolati a partire da inventari specifici del contesto europeo forniti dalla banca dati Ecoinvent (versione 3.9.1), riconosciuta a livello internazionale.

Il calcolo della Carbon Footprint è stato eseguito applicando il metodo IPCC, 2021, con Global Warming Potential a 100 anni [1], aggiornando la precedente versione che faceva riferimento alla metodologia IPCC, 2013, in accordo con quanto richiesto dalla norma tecnica UNI EN ISO 14067:2018, nonché alla più ampia metodologia di calcolo *Environmental Footprint* 3.1 della Commissione Europea, che per la stima delle emissioni di gas a effetto serra fa riferimento proprio alla metodologia IPCC, 2021.

I dettagli di calcolo e le ipotesi adottate per le singole fasi unitamente ai risultati dell'analisi (espressi in tonnellate di CO₂ equivalente) sono riportati nei capitoli che seguono.

Il calcolo delle emissioni di gas serra sarà aggiornato a valle delle effettive attività considerando le reali quantità ed attività eseguite.

4.2.3 Principali azioni di mitigazione delle emissioni di gas serra

La fase di progettazione esecutiva della *Nuova diga foranea del Porto di Genova nell'ambito del bacino di Sampierdarena* ha considerato numerose azioni di mitigazione delle emissioni di gas serra, che sono descritte in dettaglio al paragrafo 4.3. Le principali azioni di mitigazione delle emissioni di gas serra previste dal progetto sono rappresentate da:

1. **Azione #1:** Riutilizzo dei materiali dalla demolizione della diga esistente.

Tale azione determina:

- a. Evitata gestione come rifiuti dei materiali da demolizione diga esistente, tra cui:
 - i. evitato trasporto di tali materiali agli impianti di destino.
 - ii. evitato trattamento di tali materiali come rifiuti.
- b. Evitato utilizzo di un equivalente quantitativo di materiali vergini.
- c. Evitato trasporto di un equivalente quantitativo di materiali vergini.

d. **Azione #2:** Acquisto di cemento, privilegiando i prodotti caratterizzati da minori emissioni dichiarate. L'operatore economico aggiudicatario dei lavori può contare su rapporti stabili e consolidati con i più grandi produttori presenti sul mercato (Buzzi Unicem S.p.A., Italcementi, Holcim, ecc.), in grado di garantire le forniture secondo i quantitativi e le tempistiche previste in progetto.

Tale azione determina una significativa riduzione delle emissioni di gas serra rispetto all'utilizzo di tipologie "standard" di cemento (CEM I o cemento Portland, come definito da norma europea EN/197-1).

2. **Azione #4:** Approvvigionamento di energia elettrica da fonti rinnovabili.

Tale azione determina una significativa riduzione delle emissioni di gas serra rispetto all'utilizzo di energia elettrica da fonti fossili.

In linea con il mercato attuale dell'acciaio in Italia, si prevede l'acquisto di acciaio da produzione secondaria che utilizza forni elettrici. Tale azione determina una significativa riduzione delle emissioni di gas serra rispetto all'utilizzo di tipologie "standard" di acciaio¹¹.

La quantificazione delle emissioni di gas serra che include le azioni di mitigazioni proposte è presentata nel seguente paragrafo (4.2.4); al paragrafo 4.2.5 è presentato un confronto tra la quantificazione delle emissioni in presenza ed in assenza delle principali azioni di mitigazione proposte (in Appendice A è riportato il dettaglio della quantificazione delle emissioni di gas serra in assenza di azioni di mitigazione).

Non è possibile quantificare l'impatto in termini di differenza tra gli scenari con e senza azioni di mitigazione, di alcune azioni di mitigazione intrinsecamente considerate nel progetto esecutivo. Tra esse, le principali sono:

1. Ottimizzazione della produzione

Tale azione determina:

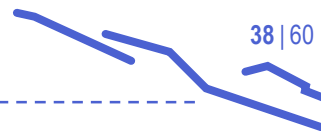
- a. Approvvigionamenti da fornitori con elevata percentuale di energia prodotta da fonti rinnovabili
- b. Approvvigionamenti da fornitori impegnati in programmi sostenibili come utilizzo materiali riciclati o adesione al Protocollo EPD (*Environmental Product Declaration*).

2. Ottimizzazione della logistica.

Tale azione determina:

- a. Minimizzazione delle distanze per gli approvvigionamenti più significativi, massimizzando al contempo opportunità per trasporto marittimo di materiali da costruzione.
- b. Minimizzare delle distanze di approvvigionamento e selezione di forme di trasporto a più basso impatto.
- c. Minimizzazione dell'impatto derivante dall'uso dei mezzi navali in fase di cantiere
- d. Monitoraggio Energetico
- e. Iniziative di riduzione consumi (PQL, building automation)
- f. *Power Quality Improvement*
- g. Manutenzione predittiva dei macchinari
- h. Utilizzo di alimentazione di cantiere da fornitori che prevedono quote di energia rinnovabile
- i. Massimizzazione di macchinari di cantiere (terrestre e marittimo) ad alimentazione elettrica e a basse emissioni.

¹¹ mix di acciaio da produzione secondaria che utilizza forni elettrici e di acciaio da produzione primaria che utilizza processo Linz-Donawitz



4.2.4 Calcolo delle emissioni di gas serra

Fase di produzione/estrazione dei materiali di nuova fornitura

I materiali di nuova fornitura richiesti per la realizzazione della nuova diga foranea sono rappresentati da inerti, calcestruzzo e acciaio di armatura.

In accordo con i dati del Progetto Esecutivo, è stato innanzitutto definito il fabbisogno (quantità in massa) di inerti di nuova fornitura, riportato nella tabella seguente.

Tipologia di inerte di nuova fornitura	Volume di progetto (inclusivo dei vuoti) [m ³]	Volume da riutilizzo [m ³]	Massa da acquisire [t]*
Pietrame da cava (per scanno) Porosità: 35%; Peso specifico (materiale saturo): 2,6 t/m ³	4.118.569	745.312	5.700.804
Massi naturali (0,3-1 t) Porosità: 40%; Peso specifico (materiale saturo): 2,65 t/m ³	123.269	0	195.998
Massi naturali (2-5 t) Porosità: 40%; Peso specifico (materiale saturo): 2,65 t/m ³	1.053.945	1.020.137	53.755
Sabbia fine (riempimento cassoni) Peso specifico (inclusivo di vuoti): 1,7 t/m ³	2.217.049	1.138.559	1.833.433
Ghiaia (consolidamento fondale) Peso specifico (inclusivo di vuoti): 1,5 t/m ³	417.184	0	625.775

*Tale quantitativo – costituita esclusivamente da materiali vergini da approvvigionare – non include la quota parte di materiali riutilizzati/recuperati dalla demolizione della diga esistente.

Oltre agli inerti, la costruzione della diga richiede la produzione di **1.244.446 m³ di calcestruzzo**, di cui:

- 915.949 m³ per i cassoni (sezioni T1-T1bis-T2-T3).
- 214.888 m³ per la sovrastruttura.
- 34.099 m³ per i massi artificiali.
- 79.510 m³ per le sezioni T4-T5.

A partire dal volume indicato sono state calcolate le quantità di inerti e cemento (si veda la tabella seguente), in accordo con la ricetta tipica di produzione del calcestruzzo armato di seguito riportata:

- 0,4 m³ di sabbia fine (0-4 mm) caratterizzata da un peso specifico, comprensivo di vuoti, pari a 1,7 t/m³;
- 0,8 m³ di ghiaia asciutta, caratterizzata da un peso specifico, comprensivo di vuoti, pari a 1,5 t/m³;
- 350 kg di cemento di tipo III di altoforno;
- 150 litri di acqua, supposta estratta da pozzo.

La realizzazione dei cassoni, della sovrastruttura e dei massi artificiali richiede inoltre 98.306 t di acciaio di armatura, valutato in base alle incidenze delle armature distintamente per cassoni e sovrastruttura¹². L'acciaio di armatura si è supposto prodotto tramite fusione in forni elettrici ad arco e successivamente laminazione a caldo.

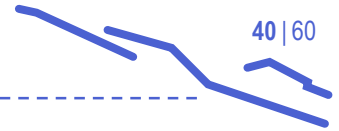
Materiali per produzione calcestruzzo (1.244.446 m ³)	Quantità richiesta [t]
Sabbia fine (0-4 mm) asciutta – peso specifico 1,7 t/m ³	846.223
Ghiaia asciutta – peso specifico 1,5 t/m ³	1.493.335
Cemento tipo III	435.556
Acqua da pozzo	186.667
Produzione acciaio (fusione + laminazione a caldo)	98.306

In accordo con i dati sopra esposti, sono state quindi ricavate le emissioni di gas serra (esprese in tonnellate di CO₂ equivalente) associate alla produzione di cemento III di altoforno, all'estrazione presso una cava di materiale inerte, all'estrazione di acqua da pozzo e alla produzione di acciaio d'armatura (si veda la tabella seguente).

I fattori di conversione (kgCO₂ equivalente/t materiale prodotto) delle attività indicate derivano da processi specifici della banca dati Ecoinvent (versione 3.9.1), relativi al contesto europeo.

Attività produttiva/estrattiva	Quantità richiesta [t]*	Data entry: banca dati Ecoinvent (versione 3.9.1)	Emissione GHG complessiva [tCO ₂ eq]**
Produzione cemento III di altoforno	435.556	Produzione di cemento, CEM III/A (<i>cement production, CEM III/A</i>)	330.922
Estrazione sabbia da cava	2.679.656	Estrazione di ghiaia e sabbia da cava (<i>gravel and sand quarry operation</i>)	
Estrazione pietrame da cava	5.700.804		
Estrazione ghiaia da cava	2.119.111		
Estrazione massi naturali	195.998		
Estrazione acqua da pozzo	186.667	Estrazione acqua da pozzo (<i>tap water production, artificial recharged wells</i>)	
Produzione acciaio (fusione + laminazione a caldo)	98.306	Produzione di acciaio a basso tenore di leghe in forno elettrico (<i>steel production, electric, low-alloyed</i>)***	
		Laminazione a caldo (<i>hot rolling, steel</i>)	

¹² Incidenza per i cassoni: 90 kg/m³; Incidenza per la sovrastruttura e per i massi artificiali: 35 kg/m³;



*Tale quantitativo – costituito esclusivamente da materiali vergini da approvvigionare – non include la quota parte di materiali riutilizzati/recuperati dalla demolizione della diga esistente.

**Tale valore si riferisce esclusivamente ai materiali vergini da approvvigionare – non include le emissioni derivanti dal trattamento dei materiali riutilizzati/recuperati dalla demolizione della diga esistente.

***Tale data entry si riferisce alla produzione secondaria di acciai e fa riferimento all'utilizzo prevalente di rottami (... *principally ferrous scrap*...)

Le emissioni di gas ad effetto serra associate alla produzione/estrazione dei materiali di nuova fornitura sono pari a **330.922** tonnellate di CO₂ equivalente.

Fase di trasporto del materiale di nuova fornitura al cantiere

Per la fase di trasporto del materiale dalla cava/cementificio al porto sono state definite delle modalità e delle percorrenze specifiche in accordo con la ricerca delle cave di prestito effettuata nel Progetto Esecutivo, PFTE e ripresa nel SIA.

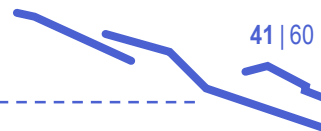
In relazione all'approvvigionamento del ferro d'armatura si è assunto invece il trasporto stradale su una distanza di 230 km.

Per il trasporto stradale è stato previsto l'uso di mezzi Euro6¹³. Per il trasporto navale, è stato preso come riferimento invece il trasporto con navi portarinfuse.

Le ipotesi assunte per il calcolo e i relativi fattori di emissione sono riportati nella tabella seguente. I calcoli effettuati tengono conto anche del viaggio di ritorno effettuato dal mezzo a vuoto.

Materiali	Quantità da trasportare [t]	Modalità di trasporto e distanza [km]	Data entry: banca dati Ecoinvent (versione 3.9.1)	Emissioni GHG complessive [tCO ₂ eq]
Cemento + sabbia + ghiaia	5.234.323	Stradale – 30 km	trasporto, autocarro >32 tonnellate, EURO5 (transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO5)	43.439
Pietrame + massi	5.950.557	Stradale – 25 km	trasporto, autocarro >32 tonnellate, EURO5 (transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO5)	
		Navale – 240 km	trasporto con navi portarinfuse (transport, freight, sea, bulk carrier for dry goods)	
Acciaio	98.306	Stradale – 230 km	trasporto, autocarro >32 tonnellate, EURO5 (transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO5)	

¹³ I mezzi Euro6 sono stati assunti come Euro5, poiché nella banca dati ecoinvent la classe Euro6 non è presente.



L'approvvigionamento del materiale di nuova costruzione comporta un impatto sul cambiamento climatico di **43.439** tonnellate di CO₂ equivalente.

Fasi di cantiere

In questa fase sono state calcolate le emissioni di gas serra associate alle diverse operazioni previste nelle fasi di cantiere per la realizzazione dell'opera:

- produzione di calcestruzzo presso l'impianto di betonaggio per la prefabbricazione dei cassoni (consumo di energia elettrica da rete nazionale);
- produzione di esplosivo per la demolizione delle componenti strutturali in calcestruzzo di peso elevato della diga esistente;
- trattamento (frantumazione e vagliatura) tramite impianto mobile del materiale inerte proveniente dalla demolizione della diga esistente (consumo di diesel con relativa emissione di CO₂ dalla combustione);
- operazioni di cantiere con mezzi navali (consumo di carburante con relativa emissione di CO₂ dalla combustione).

4.2.4.1.1 Impianto di betonaggio

Per questa operazione è stato assunto un consumo specifico di energia elettrica pari a 2.6 kWh/m³ di calcestruzzo indicato come consumo medio degli impianti produttivi italiani nell'anno 2021 (Federbeton, 2022 [2]). Nell'arco della realizzazione dell'opera è prevista la produzione di 1.244.446 m³ di calcestruzzo. I risultati sono riportati nella tabella seguente. Il fattore emissivo associato al consumo di energia elettrica è ottenuto dal database ecoinvent considerando un approvvigionamento energetico da fonti rinnovabili.

Operazione	Quantità di calcestruzzo da produrre [m ³]	Consumo specifico di elettricità [kWh/m ³]	Richiesta elettrica complessiva [kWh]	Data entry: banca dati Ecoinvent (versione 3.9.1)
Betonaggio	1.244.446	2.6-	3.235.560	Elettricità a bassa tensione da fonti rinnovabili (<i>market for electricity, low voltage, renewable energy products</i>)

4.2.4.1.2 Produzione di esplosivo per la demolizione della diga attuale

La demolizione della diga esistente prevede l'utilizzo di 267 grammi di esplosivo per ogni metro cubo di massa inerte da demolire (20 kg per 75 m³ di massa inerte). Il calcolo delle emissioni di gas serra legate alla produzione di tale esplosivo (si veda la tabella seguente) è stato effettuato considerando un volume calcestruzzo da demolire pari a 464.039 m³ da intendersi come la somma dei volumi della sovrastruttura emersa e della struttura del corpo diga (da dati da Progetto Esecutivo). Il fattore di emissione legato alla produzione dell'esplosivo deriva dalla banca dati ecoinvent (versione 3.9.1) ed è relativo all'esplosivo Tovex.

Operazione	Volume da demolire [m ³]	Richiesta di esplosivo specifica [g/m ³]	Richiesta di esplosivo complessiva [kg]	Data entry: banca dati Ecoinvent (versione 3.9.1)
Demolizione con esplosivo	464.039	267	123.898	Produzione di esplosivo Tovex (Explosive production, tovex)*
*Tale dataset di Ecoinvent è relativo alla produzione dell'esplosivo e non al suo utilizzo. Tuttavia, tale approccio semplificativo è necessario in assenza di dati specifici relativi alle emissioni associate all'utilizzo dell'esplosivo.				

4.2.4.1.3 Impianto mobile di trattamento materiali di demolizione (frantumazione e vagliatura)

Per l'operazione di frantumazione e vagliatura in un impianto mobile che tratta rifiuti da costruzione e demolizione è stato assunto un consumo di diesel pari a 0,64 litri (22,8 MJ¹⁴) per 1 tonnellata di materiale da trattare (Borghini et al., 2017; [3]).

In accordo con i dati da Progetto Esecutivo, il volume da demolire e da trattare con una riduzione in volume e una vagliatura è di 464,039 metri cubi (1,16 milioni di tonnellate assumendo un peso specifico di 2,5 t/m³ in accordo con i dati dei progettisti). Il calcolo dell'impatto associato alla produzione di diesel e alla sua combustione per il funzionamento dell'impianto mobile è riportato nella tabella seguente.

Operazione	Quantità materiali da trattare [t]	Richiesta di gasolio specifica [MJ/t]	Richiesta di gasolio complessiva [GJ]	Data entry: banca dati Ecoinvent (versione 3.9.1)
Impianto mobile di frantumazione e vagliatura	1.160.098	22.8	26.450	Gasolio, utilizzato in una macchina da cantiere (Diesel, burned in building machine)

4.2.4.1.4 Uso dei mezzi navali

In relazione alle operazioni di cantiere, sono state stimate le emissioni di gas ad effetto serra per la produzione e la combustione del carburante (diesel) che alimenta i mezzi navali nell'arco di tutta la durata della messa in opera. Per il calcolo del consumo di carburante di ciascun mezzo navale sono stati innanzitutto definiti i seguenti dati primari: tipologia di imbarcazione, potenza del motore principale e del motore ausiliario e tempi delle fasi di manovra e di stazionamento nell'arco della durata del cantiere (la fase di crociera non è prevista in quanto relativa solo alle operazioni in mare aperto).

A partire dai seguenti dati, il consumo di carburante legato all'uso dei diversi mezzi navali per la durata del cantiere è stato stimato seguendo la metodologia per il traffico navale contenuta nell'*Emission Inventory Guidebook* (EMEP/EEA, 2019; [4]), utilizzando la seguente formula:

¹⁴ Ipotesi: densità del gasolio pari a 0,835 kg/l; e PCI pari a 42,873 GJ/t (Fonte: Tabella parametri standard nazionali, ISPRA 2023).

$$C_{nave} = \sum_p \left[T_p \sum_e (P_e * LF_{e,p} * CS_{e,j,m,p}) \right]$$

dove:

- C_{nave} = consumo di carburante di una specifica tipologia di nave, nel corso dell'intera durata del cantiere (tonnellate);
- C_s = consumo specifico di carburante espresso in g/kWh (Tabella 3-15 del report EMEP/EEA, 2019), riportati di seguito;
- LF = fattore di carico del motore espresso in termini percentuali (Tabella 3-20 del report EMEP/EEA, 2019), riportati di seguito;
- P = potenza nominale del motore (kW);
- T = tempo (ore);
- e = categoria del motore (principale, ausiliario);
- j = tipo di motore (diesel a bassa, media e alta velocità);
- m = tipo di carburante (olio combustibile, diesel marino/gasolio marino);
- p = diversa fase del viaggio (crociera, stazionamento, manovra).

Tipologia di motore	Consumo specifico di carburante [g/kWh]	Fattore di carico fase di manovra [%]	Tempo con motore principale in funzione in fase di manovra [%]	Fattore di carico fase di stazionamento [%]	Tempo con motore principale in funzione in fase di stazionamento [%]
Motore principale	263	20	100	20	5
Motore secondario	194	50	-	40	-

Tipologia di nave	Classificazione EMEP/EEA (2019)	Potenza motore principale [kW]	Potenza motore ausiliario [kW]	Tempo di stazionamento complessivo [h]	Tempo di manovra complessivo [h]
Bettolina	Rimorchiatore	30	30	1.008	2.016
Motonave	Altro mezzo	5.968	2.089	21.462	-
Motopontone	Altro mezzo	882	46,5	140.868	-
Rimorchiatore	Rimorchiatore	350	4	34.849	2.447

Dai calcoli deriva un consumo di carburante (diesel) pari a 4.751 t (equivalenti a 5690 litri) per le operazioni navali coinvolte nell'intera durata del cantiere.

4.2.4.1.5 Emissioni complessive di gas ad effetto serra della fase di cantiere

Sulla base di quanto riportato nei sottoparagrafi precedenti, si riporta la tabella complessiva per le emissioni di gas ad effetto serra della fase di cantiere.

Operazione	Data entry: banca dati Ecoinvent (versione 3.9.1)	Emissione GHG complessive [tCO ₂ eq]
Betonaggio	Elettricità a bassa tensione da fonti rinnovabili (<i>market for electricity, low voltage, renewable energy products</i>)	26.137
Demolizione con esplosivo	Produzione di esplosivo Tovex (<i>Explosive production, tovox</i>)	
Impianto mobile di frantumazione e vagliatura	Gasolio, utilizzato in una macchina da cantiere (<i>Diesel, burned in building machine</i>)	
Uso dei mezzi navali	Diesel utilizzato in un generatore da 10MW (<i>diesel, burned in diesel-electric generating set, 10MW</i>)*	
*Benché la taglia del generatore citato nel dataset di Ecoinvent non è rappresentativa della taglia reale dei generatori presenti a bordo dei mezzi navali utilizzati in cantiere, la scelta del presente dataset è giustificata da un approccio conservativo, nonché dall'assenza di dataset maggiormente rappresentativi.		

Fase di trasporto dei rifiuti dalla demolizione della diga esistente agli impianti di trattamento

In accordo con i dati da Progetto Esecutivo, la demolizione della diga genera le seguenti tipologie di rifiuti (da avviare a trattamento), come nel seguito descritte:

1. Quota parte del cemento dalla demolizione della diga esistente che si ipotizza non conforme (quindi non riutilizzabile per la nuova diga), stimato pari al 3% del totale demolito. Tale rifiuto, che è classificato preliminarmente con codice EER 17 01 01, ha un volume stimato pari a 13.921 m³ (equivalenti a 34.803 t assumendo un peso specifico di 2.5 t/m³).
2. Quota parte di pietrame da salpamento nuclei esistenti, non riutilizzabile, stimato pari all'1% del totale demolito. Tale rifiuto, che è classificato preliminarmente con codice EER 17 05 04, ha un volume stimato pari a 7.528 m³ (equivalenti a 12.722 t assumendo una porosità del 35% e un peso specifico (materiale saturo) di 2,6 t/m³).
3. Acciaio presente nel calcestruzzo da demolizione della diga esistente. Tale rifiuto, che è classificato preliminarmente con codice EER 17 04 05, ha un peso stimato pari a 1.253 tonnellate, assumendo un quantitativo medio nel calcestruzzo di 90 kg/m³.

La valutazione condotta ipotizza che i rifiuti di cemento e pietrame da salpamento siano smaltiti in discarica, mentre l'acciaio sia inviato ad operazioni di recupero di materia. Per la tipologia degli impianti di destino e le loro distanze dal cantiere, si è fatto riferimento al documento *Studio della cantierizzazione e localizzazione cave e discariche*. In tale documento, sono identificate cinque discariche, di cui due per rifiuti inerti e tre per rifiuti non pericolosi.

Nella presente Relazione di Sostenibilità, sono stati ipotizzati i conferimenti nelle seguenti discariche:

- per il cemento (rifiuto inerte), è stato ipotizzato il conferimento nella discarica denominata “Case Scofferi”, sita nel comune di San Bartolomeo al mare (IM), essendo quella – tra le discariche individuate per il conferimento di rifiuti inerti -, quella con il maggiore volume autorizzato e la maggiore distanza dal cantiere (ipotesi conservativa).
- per il pietrame da salpamento nuclei esistenti è stato ipotizzato il conferimento ad impianti in discarica denominata “Rio Ciapagni”, sita nel comune di Ventimiglia (IM), essendo quella – tra le discariche individuate per il conferimento di rifiuti non pericolosi -, quella con il maggiore volume autorizzato e la maggiore distanza dal cantiere (ipotesi conservativa).
- per l'acciaio ottenuto dalla demolizione del calcestruzzo (rifiuti non pericolosi), è stato ipotizzato il conferimento ad impianti di recupero localizzati ad una distanza di 230 km (ipotesi realistica).

Per il conferimento di tutti i rifiuti, è stato ipotizzato trasporto stradale tramite mezzi pesanti (peso medio del carico di 23 tonnellate), considerando per i calcoli mezzi Euro6¹⁵.

Tipo di rifiuto	Quantità da trasportare [t]	Modalità di trasporto e distanza [km]	Data entry: banca dati Ecoinvent (versione 3.9.1)	Emissione GHG complessiva [tCO ₂ eq]
Cemento	34.803	Stradale – 107 km	trasporto, autocarro >32 tonnellate, EURO5 (transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO5)	634
Pietrame	12.723	Stradale – 164 km		
Acciaio	1.253	Stradale – 230 km		

Fase di trattamento dei rifiuti dalla demolizione della diga esistente

Come già dettagliato al paragrafo precedente, in accordo con i dati da Progetto Esecutivo, sono tre le frazioni da avviare a trattamento, specificate di seguito:

1. Una parte di cemento dalla demolizione della diga esistente che si ipotizza non conforme, quindi non riutilizzabile per la nuova diga.
2. Una parte di pietrame da salpamento nuclei esistenti.
3. L'acciaio presente nel calcestruzzo da demolizione della diga esistente.

¹⁵ I mezzi Euro6 sono stati assunti come Euro5, poiché nella banca dati ecoinvent la classe Euro6 non è presente.

Tipo di rifiuto	Quantità da trattare [t]	Data entry: banca dati Ecoinvent (versione 3.9.1)	Emissione GHG complessiva [tCO ₂ eq]
Cemento	34.803	trattamento di rifiuti in calcestruzzo, scarica per inerti (<i>treatment of waste concrete, inert material landfill</i>)	439
Pietrame	12.723	trattamento di rifiuti inerti, scarica (<i>treatment of inert waste, sanitary landfill</i>)	
Acciaio	1.253	trattamento di rifiuti in acciaio di armatura, riciclo (<i>treatment of waste reinforcement steel, recycling</i>)	

Emissioni complessive di gas ad effetto serra

La tabella seguente riporta il valore di impatto ambientale complessivo legato all'emissione di gas ad effetto serra nelle fasi di:

- iv) produzione e approvvigionamento dei materiali di nuova fornitura (cemento, inerti e acciaio);
- v) operazioni di messa in opera effettuate in cantiere;
- vi) trasporto e trattamento dei rifiuti dalla demolizione della diga esistente

Fase	Emissioni di gas ad effetto serra [tCO ₂ eq]
Produzione materiali di nuova fornitura	330.922
Approvvigionamento materiali di nuova fornitura	43.439
Messa in opera cantiere	26.137
Trasporto rifiuti dalla demolizione a trattamento	634
Trattamento rifiuti dalla demolizione	439
Emissioni GHG totali	401.572

Emerge che le emissioni di gas ad effetto serra totali sono pari a **401.572** tonnellate di CO₂ equivalente.

4.2.5 Confronto tra la quantificazione delle emissioni in presenza e in assenza delle azioni di mitigazione

Come anticipato, la fase di progettazione esecutiva della *Nuova diga foranea del Porto di Genova nell'ambito del bacino di Sampierdarena* ha considerato numerose azioni di mitigazione delle emissioni di gas serra.

Allo scopo di quantificare gli effetti – in termini di riduzione delle emissioni di gas serra – delle principali azioni di mitigazioni considerate è riportato nel seguito il confronto fra le emissioni di gas serra di:

- Scenario 0: che considera il progetto senza azioni di mitigazione. Per maggiori dettagli circa il calcolo delle emissioni di gas serra si rimanda all'Appendice A;
- Scenario 1: che considera il progetto con le azioni di mitigazione previste dal progetto esecutivo. Per maggiori dettagli circa il calcolo delle emissioni di gas serra si rimanda paragrafo 4.2.4.

Confronto tra la quantificazione delle emissioni Scenario 0 (senza azioni di mitigazioni) e Scenario 1 (con azioni di mitigazione)

Fase	Emissioni di gas serra Scenario 0 [tCO ₂ eq.] SENZA azioni di mitigazione	Emissioni di gas serra Scenario 1 [tCO ₂ eq.] CON azioni di mitigazione	Differenza [tCO ₂ eq.]
Produzione materiali di nuova fornitura	610.635	330.922	279.713
Approvvigionamento materiali di nuova fornitura	61.469	43.439	18.030
Messa in opera cantiere	27.545	26.137	1.408
Trasporto rifiuti dalla demolizione a trattamento	34.900	634	34.266
Trattamento rifiuti dalla demolizione	22.252	439	21.813
Emissioni GHG totali	756.801	401.572	355.230

Come si evince da quanto riportato nella tabella precedente le principali azioni di mitigazione proposte dal progetto esecutivo della *Nuova diga foranea del Porto di Genova nell'ambito del bacino di Sampierdarena* determinano una riduzione delle emissioni di gas serra stimata in circa 360.000 tonnellate di CO₂eq., valore che è comparabile con le emissioni stimate dal progetto. Pertanto, in assenza di mitigazioni, il progetto avrebbe emissioni di gas serra pari a circa il doppio di quelle stimate.

Le principali riduzioni delle emissioni di gas serra sono dovute alle seguenti fasi del progetto:

- Produzione materiali di nuova fornitura. Tale riduzione è determinata principalmente dall' *Azione #2* (Acquisto di cemento CEM III) e *Azione #3* (Acquisto di acciaio da produzione secondaria che utilizza forni elettrici)
- Trasporto rifiuti dalla demolizione a trattamento, Trattamento rifiuti dalla demolizione e Approvvigionamento materiali di nuova fornitura. Tali riduzioni sono determinate principalmente dall' *Azione #1* (Riutilizzo dei materiali dalla demolizione della diga esistente).

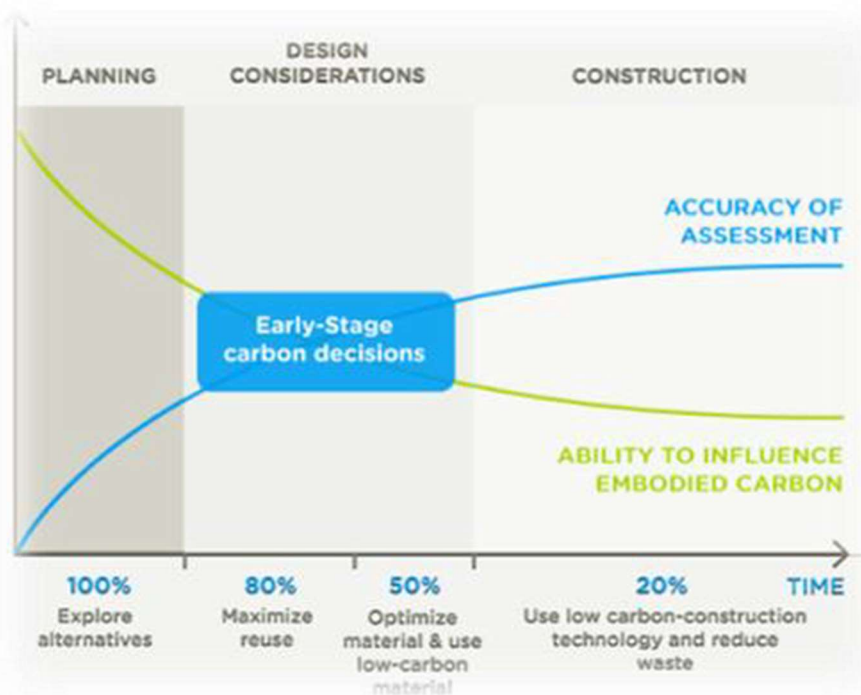
4.3 Strategie di riduzione delle emissioni di gas serra

Come già anticipato al fine di effettuare una valutazione completa ed integrata della sostenibilità dell'opera è stato adottato un approccio — mutuato dalla disciplina del *Life Cycle Assessment* — di valutare le diverse le fasi dell'opera in maniera integrata e coordinata; in quanto tale approccio evita che la risoluzione di problemi ambientali relativi ad una fase del ciclo di vita porti ad un trasferimento degli impatti ad altre parti del ciclo — un fenomeno noto come spostamento dei carichi ambientali (*shifting of burdens*).

Un approccio integrato di tutte le fasi di vita dell'opera — denominato *early-stage carbon decision* — come quello adottato può determinare, infatti una significativa riduzione delle emissioni di gas serra.

Tale approccio integrato ha considerato i seguenti aspetti:

- A. Valutazione delle alternative di progetto;
- B. Massimizzazione del riuso dei materiali;
- C. Ottimizzazione dell'uso delle risorse e utilizzo di materiali a basso tenore di carbonio;
- D. Utilizzo di tecnologie di costruzione a ridotte emissioni di carbonio e a ridotta produzione dei rifiuti.



Tali aspetti sono stati applicati alle seguenti fasi di realizzazione della *Nuova diga foranea del Porto di Genova nell'ambito del bacino di Sampierdarena*:

- Fase 1 – Progettazione;
- Fase 2 - Procurement: Acquisti / Approvvigionamenti;
- Fase 3 - Fase di Realizzazione, inclusa la fase di Cantierizzazione.

4.3.1 Fase 1: Progettazione

Per la Progettazione Definitiva ed Esecutiva si è adottato un approccio olistico basato su metodologie *Life Cycle Assessment* (LCA), che permette di valutare l'impatto del carbonio di materiali relativi a diverse soluzioni di progettazione. Oltre a considerazioni di costi e tempi, questo metodo permette di includere in modo rigoroso anche considerazioni di sostenibilità nelle scelte progettuali. Già in fase di gara è stata effettuata una verifica preliminare della analisi, con focus sugli aspetti della Progettazione che presentano il maggiore impatti di bilancio complessivo di carbonio di Progetto, confermando la valutazione fatta dalla Stazione Appaltante nello Studio di Impatto Ambientale (SIA):

- volume di materiale inerte di nuova fornitura (sabbia, ghiaia, pietrame, massi e calcestruzzo);
- quantità di acciaio;
- distanze percorse nelle diverse fasi di trasporto per l'approvvigionamento di tale materiale;
- volume di materiale di risulta dalla demolizione della diga esistente,
- caratteristiche e modalità d'uso dei mezzi navali.

Attraverso tale verifica sono state individuate aree che, sia in fase di costruzione che di esercizio, forniscono opportunità per ridurre ulteriormente le emissioni di CO₂, specialmente attraverso le fasi di Procurement e Realizzazione. Ulteriori dettagli sono inclusi nelle sotto- Sezioni relative a Fase di Procurement e Fase di Realizzazione. Si evidenzia che una riduzione delle emissioni complessive di carbonio dell'opera ha anche un impatto diretto sui costi, consentendo di ridurre le compensazioni necessarie.

Uno degli aspetti principali ha riguardato il riutilizzo materiali da demolizione diga esistente. Questo consente un doppio beneficio, vale a dire:

- Evitare di dover trasportare e trattare rifiuti
- Evitare di produrre nuovi materiali

Il dettaglio comprensivo della quantificazione di questi aspetti è riportato al paragrafo 4.2.3.

4.3.2 Fase 2 - Procurement / Acquisti

Già in questa fase di gara le scelte preliminari di approvvigionamento sono state indirizzate secondo le valutazioni e le indicazioni previste in SIA e PFTE e nel rispetto dei criteri dei CAM (Criteri Ambientali Minimi del DM 23/06/2022), di cui è riportata una valutazione nel paragrafo 3.4. Questo ha consentito di promuovere, per quanto possibile e compatibilmente con l'attuale mercato, l'approvvigionamento di materiale da costruzione basato su alte percentuali di materia prima riciclata, promuovere la circolarità nella filiera e l'utilizzo di materiale non nocivo per le persone e l'ambiente. Le scelte di Procurement sostenibile sono poi informate dalle valutazioni di dettaglio in termini di Analisi del Ciclo di Vita (LCA) e analisi del bilancio di carbonio descritto per la Fase di Progetto

I criteri principali su cui sono indirizzate le scelte di Procurement e definito il Piano di Acquisti di Progetto sono:

1. Includere materiale da fornitore che si è già impegnato in programmi sostenibili (catena di approvvigionamento delle materie prime, fabbricazione, ecc.), come il fornitore di calcestruzzo che ha intrapreso percorsi di utilizzo materiali riciclati nelle fasi di produzione e confezionamento e valutazione di carbonio incorporato, quali l'adesione al Protocollo EPD (*Environmental Product Declaration*), analisi del

ciclo di vita (LCA) previsto da normativa UNI EN ISO 14040 e le norme PCR specifiche (Regole di categoria di prodotto).

2. Includere nelle specifiche di acquisto dei requisiti dei Criteri Ambientali Minimi applicabili del DM 23/06/2022 e altre specifiche relative ad aspetti di sostenibilità, protezione dell'ambiente e responsabilità sociale (p.es. specifiche per emissioni veicoli di Progetto e contratti di Logistica, specifiche di efficienza energetica e acustica per mezzi e macchinari, specifiche di contenuto locale, ecc.);
3. Individuare gli elementi progettuali su cui calcolare il LCA applicabili agli oggetti progettati, per indirizzare le scelte di approvvigionamento verso fornitori di materiali a ridotto carbonio incorporato (embodied carbon);
4. Minimizzare le distanze per gli approvvigionamenti più significativi, massimizzando al contempo opportunità per trasporto marittimo di materiali da costruzione, riducendo sia la quantità di emissioni associate alla fase di approvvigionamento che l'impatto sulla viabilità portuale. La modalità scelta per il conferimento dei materiali è quella combinata multimodale terra-mare, in linea con uno dei principali obiettivi di sostenibilità di Progetto della Stazione Appaltante.
5. Minimizzare le distanze di approvvigionamento e selezione di forme di trasporto a più basso impatto: come già riportato in altre sezioni del presente documento, le scelte progettuali sono informate da principi di riduzione degli impatti ambientali e sostenibilità complessiva dell'opera, e considerano tra gli altri la minimizzazione delle distanze per gli approvvigionamenti più significativi, massimizzando al contempo opportunità per trasporto marittimo di materiali da costruzione, riducendo sia la quantità di emissioni associate alla fase di approvvigionamento che l'impatto sulla viabilità portuale.

Più in dettaglio, tra le diverse azioni proposte, alcune sono già state implementate e quindi già considerate nella quantificazione delle emissioni di gas serra, tra cui:

- Acquisto di prodotti a ridotto contenuto di carbonio, come cemento CEM III
- Acquisto di acciaio prodotto da forni elettrici con all'utilizzo prevalente di rottami
- Minimizzazione delle distanze di approvvigionamento e utilizzo di mezzi a basse emissioni (EURO6)
- Riutilizzo di calcestruzzo da demolizione diga esistente
- Riutilizzo sedimenti dragati
- Approvvigionamenti da fornitori con elevata percentuale di energia prodotta da fonti rinnovabili

4.3.3 Fase 3 - Cantierizzazione e Realizzazione

Si propone un approccio per la riduzione di emissioni climalteranti e in generale per migliorare la sostenibilità del cantiere adottato con successo dai suoi componenti in altri recenti progetti, che permette di affinare il percorso già ben dettagliato nel progetto a base gara e nei Criteri Ambientali Minimi applicabili del DM 23/06/2022 e per implementare efficacemente un cantiere sostenibile e a bassa impronta carbonica.

L'individuazione delle opportunità di sostenibilità per la Fase di realizzazione è un processo che sistematicamente analizza le varie fasi lavorative in parallelo con l'attività di Progettazione Definitiva ed Esecutiva, per ciascuno degli aspetti ambientali e di sostenibilità applicabili. Ciascuno degli aspetti è valutato secondo specifici criteri in un'ottica di ciclo di vita dell'opera per determinarne la significatività. Di seguito le linee di azione migliorative prioritarie individuate:

- Monitoraggio Energetico
- Iniziative di riduzione consumi (PQL, building automation)
- *Power Quality Improvement*
- Manutenzione predittiva dei macchinari
- Utilizzo di alimentazione di cantiere da fornitori che prevedono quote di energia rinnovabile
- Massimizzazione di macchinari di cantiere (terrestre e marittimo) ad alimentazione elettrica e a basse emissioni.

Si sottolinea anche, con particolare riferimento ai punti 3 e 4 che i componenti del Consorzio che gestiscono e operano i mezzi navali proposti per l'attività di cantiere hanno iniziato già da tempo un percorso mirato alla riduzione delle emissioni climalteranti delle proprie attività che si è sempre più strutturato nel corso degli anni, promuovendo diversi approcci volti al contenimento dei propri consumi e delle relative emissioni in atmosfera e dell'efficientamento energetico degli asset. Inoltre, tutti i soci del Consorzio costruttore possiedono un Sistema di Gestione Integrato per Qualità, Sicurezza e Ambiente certificato secondo gli standard ISO 9001, ISO 45001 e ISO 14001. Il Consorzio, durante l'esecuzione del contratto, dovrà adottare un sistema di gestione ambientale conforme ai criteri della norma UNI EN ISO 14001:2015.

4.4 Misure di compensazione delle emissioni residue dalla fase di cantiere

Le emissioni di gas serra residue, quelle di cui al calcolo riportato al paragrafo 4.2.4 potranno essere compensate mediante l'acquisto di crediti di emissione (di tipo volontario) sviluppati secondo standard riconosciuti a livello nazionale ed internazionale per esempio V.E.R. (Verified Emission Reduction) e registrati su registri pubblici. In fase di compensazione delle emissioni, il Proponente farà riferimento a progetti con elevati standard di qualità che tengano in considerazione la certificazione del progetto di compensazione attraverso standard internazionali come Gold Standard¹⁶, VCS-Verra¹⁷, Plan Vivo¹⁸ o Climate Action Reserve¹⁹.

Tali progetti possono prevedere diverse azioni di compensazione, tra cui:

- Energie rinnovabili, infrastrutture per l'energia rinnovabile che contribuiscono alla decarbonizzazione della rete energetica locale.
- Efficienza energetica e *Fuel Switching*, misure di risparmio energetico che riducono le emissioni di CO₂ e sostituiscono i combustibili fossili con fonti di energia sostenibile.
- Agricoltura, pratiche agricole che sequestrano il carbonio nei suoli ripristinando la biodiversità e sviluppando nuove fonti di reddito per i piccoli proprietari terrieri.
- Silvicultura, progetti che proteggono e ripristinano le aree forestali esistenti minacciate dalla deforestazione.
- Gestione dei rifiuti, progetti di discarica creati per catturare il metano rilasciato dallo smaltimento dei rifiuti e trasformandolo in combustibile pulito.

Sulla base di una ricerca di mercato eseguita considerando l'attuale situazione di mercato, è stato calcolato un costo medio pari a 5,80 euro/ton di CO₂eq.

Considerando le quantità ad oggi previste 401.572 tonnellate CO₂eq, si stima un costo complessivo di circa 2,35 milioni di euro. Tale costo è incluso nella stima di spesa prevista dal Progetto.

Ovviamente la stima effettiva di emissioni verrà aggiornata al termine delle attività di costruzione, in base alle reali attività e quantità eseguite, considerando i fornitori coinvolti nelle varie fasi.

La compensazione finale ed il relativo costo finale saranno definiti sulla base del bilancio reale delle emissioni, che sarà finalizzato dopo il termine delle attività di costruzione, e sulla base dei progetti di compensazione prescelti.

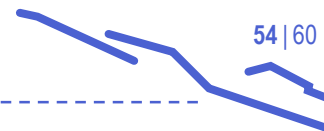
¹⁶ <https://www.goldstandard.org/>

¹⁷ <https://verra.org/project/vcs-program/>

¹⁸ <https://www.planvivo.org/our-team>

¹⁹ <http://www.climateactionreserve.org/>

APPENDICE A – Quantificazione delle emissioni di gas serra in assenza di azioni di mitigazione



Come anticipato al paragrafo 4.2.3, nel seguito viene riportata in dettaglio la quantificazione delle emissioni di gas serra relative allo Scenario 0: che considera il progetto senza azioni di mitigazione.

Fase di produzione/estrazione dei materiali di nuova fornitura

I materiali di nuova fornitura richiesti per la realizzazione della nuova diga foranea sono rappresentati da inerti, calcestruzzo e acciaio di armatura.

Si è definito il fabbisogno (quantità in massa) di inerti di nuova fornitura in assenza di azioni di mitigazione, vale a dire in assenza di riutilizzo di materiali dalla diga esistente. La quantificazione della massa da acquistare è riportata nella tabella seguente.

Tipologia di inerte di nuova fornitura	Volume di progetto (inclusivo dei vuoti) [m ³]	Volume da riutilizzo [m ³]	Massa da acquisire [t]
Pietrame da cava (per scanno) Porosità: 35%; Peso specifico (materiale saturo): 2,6 t/m ³	4.118.569	0	6.960.381
Massi naturali (0,3-1 t) Porosità: 40%; Peso specifico (materiale saturo): 2,65 t/m ³	123.269	0	195.998
Massi naturali (2-5 t) Porosità: 40%; Peso specifico (materiale saturo): 2,65 t/m ³	1.053.945	0	1.675.773
Sabbia fine (riempimento cassoni) Peso specifico (inclusivo di vuoti): 1,7 t/m ³	2.217.049	0	3.768.983
Ghiaia (consolidamento fondale) Peso specifico (inclusivo di vuoti): 1,5 t/m ³	417.184	0	625.775

Oltre agli inerti, la costruzione della diga richiede la produzione di **1.244.446 m³ di calcestruzzo**. Per i dettagli, si veda il paragrafo 4.2.4.

In assenza di azioni di mitigazione, è ipotizzabile l'utilizzo di tipologie "standard" di cemento (CEM I o cemento Portland, come definito da norma europea EN/197-1)

La realizzazione dei cassoni, della sovrastruttura e dei massi artificiali richiede inoltre 98.306 t di acciaio di armatura, valutato in base alle incidenze delle armature distintamente per cassoni e sovrastruttura²⁰. L'acciaio di armatura, qualora prodotto in assenza di azioni di mitigazione, si è supposto l'utilizzo di tipologie "standard" di acciaio prodotto²¹ e successivamente laminazione a caldo.

²⁰ Incidenza per i cassoni: 90 kg/m³; Incidenza per la sovrastruttura e per i massi artificiali: 35 kg/m³;

²¹ mix di acciaio da produzione secondaria che utilizza forni elettrici e di acciaio da produzione primaria che utilizza processo Linz-Donawitz.

Materiali per produzione calcestruzzo (1.244.446 m ³)	Quantità richiesta [t]
Sabbia fine (0-4 mm) asciutta - peso specifico 1,7 t/m ³	846.223
Ghiaia asciutta - peso specifico 1,5 t/m ³	1.493.335
Cemento tipo I	435.556
Acqua da pozzo	186.667
Produzione acciaio (fusione + laminazione a caldo)	98.306

In accordo con i dati sopra esposti, sono state quindi ricavate le emissioni di gas serra (esprese in tonnellate di CO₂ equivalente) associate alla produzione di cemento Portland (CEM I), all'estrazione presso una cava di materiale inerte, all'estrazione di acqua da pozzo e alla produzione di acciaio d'armatura "standard"²² (si veda la tabella seguente).

I fattori di conversione (kgCO₂ equivalente/t materiale prodotto) delle attività indicate derivano da processi specifici della banca dati Ecoinvent (versione 3.9.1), relativi al contesto europeo.

Attività produttiva/estrattiva	Quantità richiesta [t]	Data entry: banca dati Ecoinvent (versione 3.9.1)	Emissione GHG complessiva [tCO ₂ eq]
Produzione cemento I	435.556	Produzione di cemento, CEM I Portland (<i>cement production, CEM I Portland</i>)	610.635
Estrazione sabbia da cava	2.679.656	Estrazione di ghiaia e sabbia da cava (<i>gravel and sand quarry operation</i>)	
Estrazione pietrame da cava	5.700.804		
Estrazione ghiaia da cava	2.119.111		
Estrazione massi naturali	195.998		
Estrazione acqua da pozzo	186.667	Estrazione acqua da pozzo (<i>tap water production, artificial recharged wells</i>)	
Produzione acciaio (fusione + laminazione a caldo)	98.306	Produzione di acciaio d'armatura standard (<i>reinforcing steel production</i>)	

Le emissioni di gas ad effetto serra associate alla produzione/estrazione dei materiali di nuova fornitura sono pari a **641.942** tonnellate di CO₂ equivalente.

²² mix di acciaio da produzione secondaria che utilizza forni elettrici e di acciaio da produzione primaria che utilizza processo Linz-Donawitz.

Fase di trasporto del materiale di nuova fornitura al cantiere

Per la fase di trasporto del materiale dalla cava/cementificio al porto sono state definite delle modalità e delle percorrenze specifiche in accordo con la ricerca delle cave di prestito effettuata nel Progetto Esecutivo, PFTE e ripresa nel SIA.

In relazione all'approvvigionamento del ferro d'armatura si è assunto invece il trasporto stradale su una distanza di 230 km.

Per il trasporto stradale è stato previsto l'uso di mezzi Euro6²³. Per il trasporto navale, è stato preso come riferimento invece il trasporto con navi portarinfuse.

Le ipotesi assunte per il calcolo e i relativi fattori di emissione sono riportati nella tabella seguente. I calcoli effettuati tengono conto anche del viaggio di ritorno effettuato dal mezzo a vuoto.

Materiali	Quantità da trasportare [t]	Modalità di trasporto e distanza [km]	Data entry: banca dati Ecoinvent (versione 3.9.1)	Emissioni GHG complessive [tCO ₂ eq]
Cemento + sabbia + ghiaia	7.169.873	Stradale - 30 km	trasporto, autocarro >32 tonnellate, EURO5 (transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO5)	61.469
Pietrame + massi	8.832.152	Stradale - 25 km	trasporto, autocarro >32 tonnellate, EURO5 (transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO5)	
		Navale - 240 km	trasporto con navi portarinfuse (transport, freight, sea, bulk carrier for dry goods)	
Acciaio	98.306	Stradale - 230 km	trasporto, autocarro >32 tonnellate, EURO5 (transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO5)	

L'approvvigionamento del materiale di nuova costruzione comporta un impatto sul cambiamento climatico di **61.469** tonnellate di CO₂ equivalente.

²³ I mezzi Euro6 sono stati assunti come Euro5, poiché nella banca dati ecoinvent la classe Euro6 non è presente.

Fasi di cantiere

In questa fase sono state calcolate le emissioni di gas serra associate alle diverse operazioni previste nelle fasi di cantiere per la realizzazione dell'opera:

- produzione di calcestruzzo presso l'impianto di betonaggio per la prefabbricazione dei cassoni (consumo di energia elettrica da rete nazionale);
- produzione di esplosivo per la demolizione delle componenti strutturali in calcestruzzo di peso elevato della diga esistente;
- operazioni di cantiere con mezzi navali (consumo di carburante con relativa emissione di CO₂ dalla combustione).

A differenza di quanto evidenziato al paragrafo 4.2.4, manca il trattamento (frantumazione e vagliatura) tramite impianto mobile del materiale inerte proveniente dalla demolizione della diga esistente (e relativo consumo di diesel con emissione di CO₂ dalla combustione). Questo perché tale processo viene applicato ai materiali da riutilizzare provenienti dalla demolizione della diga esistente, che rappresenta una delle azioni di mitigazioni messe in atto e quindi esclusa dalla presente Appendice A.

Impianto di betonaggio

Per questa operazione è stato assunto un consumo specifico di energia elettrica pari a 2.6 kWh/m³ di calcestruzzo indicato come consumo medio degli impianti produttivi italiani nell'anno 2021 (Federbeton, 2022 [2]). Nell'arco della realizzazione dell'opera è prevista la produzione di 1.244.446 m³ di calcestruzzo. I risultati sono riportati nella tabella seguente. Il fattore emissivo associato al consumo di energia elettrica è ottenuto dal Mix Residuale Italiano (AIB, 2022)²⁴.

Operazione	Quantità di calcestruzzo da produrre [m ³]	Consumo specifico di elettricità [kWh/m ³]	Richiesta elettrica complessiva [kWh]	Fattore di emissione specifico [kgCO ₂ eq./kWh] (AIB, 2022)
Betonaggio	1.244.446	2.6	3.235.560	0.45657

Produzione di esplosivo per la demolizione della diga attuale

Sebbene il progetto consideri l'ottimizzazione dell'uso di esplosivo in tale fase (che corrisponde ad un'azione di mitigazione) non è possibile quantificare gli effetti di tale ottimizzazione in quanto ciò comporterebbe una modifica al progetto. Pertanto, per tale fase la quantificazione delle emissioni di gas serra viene considerata invariata rispetto alla quantificazione riportata al paragrafo 4.2.4. Si rimanda quindi a tale paragrafo per il dettaglio.

²⁴ <https://www.aib-net.org/facts/european-residual-mix/2021>

Uso dei mezzi navali

Sebbene il progetto consideri l'ottimizzazione delle caratteristiche e delle modalità d'uso dei mezzi navali (che corrisponde ad un'azione di mitigazione) non è possibile quantificare gli effetti di tale ottimizzazione in quanto ciò comporterebbe una modifica al progetto. Pertanto, per tale fase la quantificazione delle emissioni di gas serra viene considerata invariata rispetto alla quantificazione riportata al paragrafo 4.2.4. Si rimanda quindi a tale paragrafo per il dettaglio.

Emissioni complessive di gas ad effetto serra della fase di cantiere

Sulla base di quanto riportato nei sottoparagrafi precedenti, si riporta la tabella complessiva per le emissioni di gas ad effetto serra della fase di cantiere.

Operazione	Fonte fattore emissivo	Emissione GHG complessive [tCO ₂ eq]
Betonaggio	Elettricità da mix residuale italiano (AIB, 2022)	27.545
Demolizione con esplosivo	Produzione di esplosivo Tovex (<i>Explosive production, tovox</i>). Ecoinvent 3.9.1	
Uso dei mezzi navali	Diesel utilizzato in un generatore da 10MW (<i>diesel, burned in diesel-electric generating set, 10MW</i>)*. Ecoinvent 3.9.1	

*Benché la taglia del generatore citato nel dataset di Ecoinvent non è rappresentativa della taglia reale dei generatori presenti a bordo dei mezzi navali utilizzati in cantiere, la scelta del presente dataset è giustificata da un approccio conservativo, nonché dall'assenza di dataset maggiormente rappresentativi.

Fase di trasporto dei rifiuti dalla demolizione della diga esistente agli impianti di trattamento

In assenza di azioni di mitigazione, vale a dire in assenza di riutilizzo di materiali dalla demolizione della diga esistente, la quantificazione delle emissioni di gas serra da tale fase si applica all'intero quantitativo di materiali demoliti, come nel seguito descritto:

1. Cemento dalla demolizione della diga esistente. Tale rifiuto, che è classificato preliminarmente con codice EER 17 01 01, ha un volume stimato pari a 447.334 m³ (equivalenti a 1.118.334 t assumendo un peso specifico di 2.5 t/m³).
2. Pietrame da salpamento nuclei esistenti. Tale rifiuto, che è classificato preliminarmente con codice EER 17 05 04, ha un volume stimato pari a 745.312 m³ (equivalenti a 1.259.577 t assumendo una porosità del 35% e un peso specifico (materiale saturo) di 2,6 t/m³).
3. Acciaio presente nel calcestruzzo da demolizione della diga esistente. Tale rifiuto, che è classificato preliminarmente con codice EER 17 04 05, ha un peso stimato pari a 41.764 tonnellate, assumendo un quantitativo medio nel calcestruzzo di 90 kg/m³.

La valutazione condotta ipotizza che il pietrame da salpamento sia smaltito in discarica, mentre il cemento e l'acciaio siano inviati ad operazioni di recupero di materia. Per la tipologia degli impianti di destino e le loro distanze dal cantiere, si è fatto riferimento al documento *Studio della cantierizzazione e localizzazione cave e discariche*. In tale documento, sono identificate cinque discariche, di cui due per rifiuti inerti e tre per rifiuti non pericolosi.

Nella presente Relazione di Sostenibilità, sono stati ipotizzati i conferimenti nei seguenti impianti di trattamento:

- per il cemento (rifiuto inerte), è stato ipotizzato il conferimento ad impianti di recupero localizzati ad una distanza di 107 km (ipotesi conservativa).
- per il pietrame da salpamento nuclei esistenti è stato ipotizzato il conferimento ad impianti in discarica denominata “Rio Ciapagni”, sita nel comune di Ventimiglia (IM), essendo quella – tra le discariche individuate per il conferimento di rifiuti non pericolosi –, quella con il maggiore volume autorizzato e la maggiore distanza dal cantiere (ipotesi conservativa).
- per l'acciaio ottenuto dalla demolizione del calcestruzzo (rifiuti non pericolosi), è stato ipotizzato il conferimento ad impianti di recupero localizzati ad una distanza di 230 km (ipotesi realistica).

Per il conferimento di tutti i rifiuti, è stato ipotizzato trasporto stradale tramite mezzi pesanti (peso medio del carico di 23 tonnellate), considerando per i calcoli mezzi Euro6²⁵.

Tipo di rifiuto	Quantità da trasportare [t]	Modalità di trasporto e distanza [km]	Data entry: banca dati Ecoinvent (versione 3.9.1)	Emissione GHG complessiva [tCO ₂ eq]
Cemento	1.118.334	Stradale - 107 km	trasporto, autocarro >32 tonnellate, EURO5 (transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO5)	34.900
Pietrame	1.259.577	Stradale - 164 km		
Acciaio	41.764	Stradale - 230 km		

Fase di trattamento dei rifiuti dalla demolizione della diga esistente

Come già dettagliato al paragrafo precedente, sono tre le frazioni da avviare a trattamento, specificate di seguito:

1. Cemento dalla demolizione della diga esistente.
2. Pietrame da salpamento nuclei esistenti.
3. L'acciaio presente nel calcestruzzo da demolizione della diga esistente.
- 4.

²⁵ I mezzi Euro6 sono stati assunti come Euro5, poiché nella banca dati ecoinvent la classe Euro6 non è presente.

Tipo di rifiuto	Quantità da trattare [t]	Data entry: banca dati Ecoinvent (versione 3.9.1)	Emissione GHG complessiva [tCO ₂ eq]
Cemento	1.118.334	trattamento di rifiuti in calcestruzzo, riciclo (<i>treatment of waste concrete, not reinforced, recycling</i>)	22.252
Pietrame	1.259.577	trattamento di rifiuti inerti, discarica (<i>treatment of inert waste, sanitary landfill</i>)	
Acciaio	41.764	trattamento di rifiuti in acciaio di armatura, riciclo (<i>treatment of waste reinforcement steel, recycling</i>)	

Emissioni complessive di gas ad effetto serra in assenza di azioni di mitigazione

La tabella seguente riporta il valore di impatto ambientale complessivo legato all'emissione di gas ad effetto serra in assenza di azioni di mitigazione nelle fasi di:

- i) produzione e approvvigionamento dei materiali di nuova fornitura (cemento, inerti e acciaio);
- ii) operazioni di messa in opera effettuate in cantiere;
- iii) trasporto e trattamento dei rifiuti dalla demolizione della diga esistente

Fase	Emissioni di gas serra Scenario 0 [tCO ₂ eq.] SENZA azioni di mitigazione
Produzione materiali di nuova fornitura	610.635
Approvvigionamento materiali di nuova fornitura	61.469
Messa in opera cantiere	27.545
Trasporto rifiuti dalla demolizione a trattamento	34.900
Trattamento rifiuti dalla demolizione	22.252
Emissioni GHG totali	756.801

Emerge che le emissioni di gas ad effetto serra totali in assenza di azioni di mitigazione sono pari a **756.801** tonnellate di CO₂ equivalente.