



COMUNE DI NAPOLI



Ministero delle infrastrutture e della
mobilità sostenibile



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Comune di Napoli Napoli, Italia

Progettazione di Fattibilità Tecnico- Economica relativa all'intervento di “Estensione della rete ciclabile cittadina: ambito Nord-Occidentale”

Relazione di Sostenibilità dell'opera

Doc. No. 02_R13_P0024384-1-H15 Rev.0 – Novembre 2022

Rev.	Descrizione	Preparato da	Controllato da	Approvato da	Data
0	Prima Emissione	Luca Esposito	Alessio Bado	Andrea Del Grosso	Novembre 2022

INDICE

	Pag.
LISTA DELLE FIGURE	3
INTRODUZIONE	4
1 OBIETTIVI PRIMARI DELL'OPERA	5
2 IL PRINCIPIO DI "NON ARRECARE UN DANNO SIGNIFICATIVO"	6
3 CONTRIBUTI AL RAGGIUNGIMENTI DEGLI OBIETTIVI AMBIENTALI	7
3.1 MITIGAZIONE DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI	7
3.2 ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI	7
3.3 USO SOSTENIBILE E PROTEZIONE DELLE ACQUE E DELLE RISORSE MARINE	7
3.4 TRANSIZIONE VERSO UN'ECONOMIA CIRCOLARE	8
3.5 PREVENZIONE E RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO	8
3.6 PROTEZIONE E RIPRISTINO DELLA BIODIVERSITÀ E DEGLI ECOSISTEMI	8
4 CARBON FOOTPRINT DELL'OPERA	9
5 LIFE CYCLE ASSESSMENT – LCA	12
6 CONSUMO COMPLESSIVO DI ENERGIA	14
7 MISURE PER RIDURRE LE QUANTITÀ DEGLI APPROVVIGIONAMENTI ESTERNI	15
7.1 RIFERIMENTI ALLE PRESTAZIONI AMBIENTALI E SOLUZIONI PROGETTUALI PROPOSTE IN MERITO ALLA SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE (A)	15
7.2 TECNICHE E TECNOLOGIE RIFERIBILI ALL'ADOZIONE ED AL RISPETTO DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI CHE SI DEVONO IMPIEGARE NELLA PREDISPOSIZIONE DEL PROGETTO DEFINITO ED ESECUTIVO	16
7.3 MISURE PER GARANTIRE LA PROTEZIONE DEL SUOLO E DEL SOTTOSUOLO	17
7.4 ASPETTI DI SOSTENIBILITÀ DEL CANTIERE - CAM	17
8 IMPATTI SOCIO-ECONOMICI DELL'OPERA	20
9 MISURE DI TUTELA DEL LAVORO DIGNITOSO	22
10 UTILIZZO DI SOLUZIONI TECNOLOGICHE INNOVATIVE	23
11 ANALISI DI RESILIENZA	24
REFERENZE	25

APPENDICE A: STUDY REPORT – CARBON FOOTPRINT	2
11.1 INTRODUZIONE	2
11.2 ORGANIZZAZIONE DEL DOCUMENTO	2
11.3 OGGETTO DELLO STUDIO	2
11.4 NOME E DESCRIZIONE DEL PRODOTTO	2
11.5 TIPO E FORMATO DI CARBON FOOTPRINT	2
11.6 UNITÀ FUNZIONALE DEL SISTEMA PRODOTTO	2
11.7 PCR – PRODUCT CATEGORY RULES	3
11.8 CONFINI DEL SISTEMA	3
11.9 DESCRIZIONE DEI DATI	3
11.10 VALIDAZIONE DEI DATI	4
11.11 CRITERI DI CUT-OFF	4
11.12 CRITERI DI ALLOCAZIONE	4
11.13 IPOTESI SULL'ENERGIA ELETTRICA	5
11.14 ESCLUSIONE DI RESPONSABILITÀ SULLE RILEVANTI LIMITAZIONI DEI VARI USI POTENZIALI, IN ACCORDO CON L'ALLEGATO B DELLA ISO 14067	5
12 INVENTARIO	6
13 ANALISI DEGLI IMPATTI	7
13.1 EMISSIONI E RIMOZIONI DI GHG	7
13.2 EMISSIONI E RIMOZIONI DI GHG DA CO ₂ FOSSILE	7
13.3 EMISSIONI E RIMOZIONI DI GHG DA CO ₂ BIOGENICA	8
13.4 EMISSIONI E RIMOZIONI DI GHG DA DLUC, SOIL CARBON CHANGE E CARBON STORAGE	9
13.5 EMISSIONI DI GHG DA TRASPORTO AEREO	9
13.6 EMISSIONI E RIMOZIONI DI GHG COLLEGATE ALLE FASI DEL CICLO DI VITA IN CUI AVVENGONO, INCLUSO IL CONTRIBUTO RELATIVO ED ASSOLUTO DI CIASCUNA FASE DEL CICLO DI VITA	9
14 INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI	10
14.1 ANALISI DELL'INCERTEZZA	11
14.2 ANALISI DI COMPLETEZZA, CONSISTENZA E SENSITIVITÀ	12
14.3 RACCOMANDAZIONI PER IL MIGLIORAMENTO FUTURO	12
15 PRINCIPALI RIFERIMENTI	13

LISTA DELLE FIGURE

Figura 1.1:	Esempio di Sezione Trasversale di Progetto	5
Figura 2.1:	Criteri del DNSH	6
Figura 3.1:	Obiettivi Ambientali	7
Figura 4.1:	Diagramma a Blocchi dei Processi Realizzato su Software Sphera GaBi	9
Figura 4.2:	Ripartizione delle Emissioni di GHG tra i Processi del Ciclo di Vita	10
Figura 4.3:	Ripartizione delle Emissioni di GHG per Utilizzo di Materia/Energia	11
Figura 7.1:	Gerarchia documentale del Sistemi di Gestione Ambientale	19
Figura 8.1:	Impatti Socio-Economici dell'Opera	20
Figura 9.1:	Misure di Tutela del Lavoro Dignitoso	22
Figura 10.1:	Soluzioni Tecnologiche Innovative	23

LISTA DELLE FIGURE - APPENDICE A

Figura 1.1:	Confini del Sistema secondo la PCR "Highways, Streets and Roads"	3
Figura 2.1:	Diagramma a Blocchi dei Processi Realizzato su Software Sphera GaBi	6
Figura 4.1:	Ripartizione delle Emissioni di GHG tra i Processi del Ciclo di Vita	10
Figura 4.2:	Ripartizione delle Emissioni di GHG tra le Fasi del Ciclo di Vita	10
Figura 4.3:	Ripartizione delle Emissioni di GHG per Utilizzo di Materia/Energia	11
Figura 4.4:	CFP con Barre d'Errore	11

INTRODUZIONE

Con Determina Dirigenziale n. K1079_301220_003 del 30 dicembre 2020 veniva affidato il Servizio di Progettazione di Fattibilità Tecnico-Economica relativo all'intervento di "Estensione della rete ciclabile cittadina: ambito Nord-Occidentale" del Comune di Napoli, a valere sulle risorse stanziato nell'ambito del Fondo per la progettazione di fattibilità delle infrastrutture e degli insediamenti prioritari per lo sviluppo del Paese, nonché per la project review delle infrastrutture già finanziate di cui al decreto n. 16578/2019 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Il Documento di Indirizzo alla Progettazione approvato con la deliberazione di giunta comunale n.446/2020, contiene le indicazioni per sviluppare il servizio di progettazione di fattibilità tecnico-economica, in coerenza con gli strumenti urbanistici vigenti e gli obiettivi strategici di cui al livello direttore del Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS) del Comune di Napoli.

Gli interventi previsti nell'ambito del progetto di "Estensione della rete ciclabile cittadina: ambito nord occidentale" sono indirizzati al raggiungimento dei seguenti obiettivi primari:

- ✓ Implementazione della rete ciclabile cittadina;
- ✓ Collegamento di tratti esistenti o programmati della rete ciclabile tra loro;
- ✓ Connessione con i parcheggi di interscambio con le stazioni del trasporto pubblico, con particolare riferimento alle stazioni della linea metropolitana;
- ✓ Realizzazione a supporto del sistema ciclabile di rastrelliere e, ove necessario, di alcune velostazioni attrezzate.

L'intervento in oggetto prevede la progettazione di una rete ciclabile a servizio di una porzione di territorio compresa nell'ambito nord-occidentale del Comune di Napoli, ovvero nei quartieri di Soccavo e Fuorigrotta. La nuova rete ciclabile, oltre a raggiungere punti di particolare importanza di connessione con altri sistemi di trasporto locale, quali le stazioni della Metropolitana, della Circumflegrea e della Cumana, va a saldarsi con la rete ciclabile esistente nel quartiere di Fuorigrotta.

Il presente documento contiene le risultanze relative alla Relazione di Sostenibilità sviluppata secondo le Linee Guida del MIMS (Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili) e dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, 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.

Come da linee guida, il documento è articolato in 11 capitoli:

- ✓ obiettivi primari dell'opera (Capitolo 1);
- ✓ il principio di "non arrecare un danno significativo" (Capitolo 1);
- ✓ contributi al raggiungimenti degli obiettivi ambientali (Capitolo 3);
- ✓ Carbon Footprint dell'opera (Capitolo 4);
- ✓ Life Cycle Assessment (LCA), (Capitolo 5);
- ✓ consumo complessivo di energia (Capitolo 6);
- ✓ misure per ridurre le quantità degli approvvigionamenti esterni (Capitolo 0);
- ✓ impatti socio-economici dell'opera (Capitolo 8);
- ✓ misure di tutela del lavoro dignitoso (Capitolo 9);
- ✓ utilizzo di soluzioni tecnologiche innovative (Capitolo 10);
- ✓ l'analisi di resilienza (Capitolo 11).

1 OBIETTIVI PRIMARI DELL'OPERA

Gli obiettivi primari dell'opera di "Estensione della rete ciclabile cittadina: ambito nord occidentale" sono i seguenti:

- ✓ Implementazione della rete ciclabile cittadina;
- ✓ Collegamento di tratti esistenti o programmati della rete ciclabile tra loro;
- ✓ Connessione con i parcheggi di interscambio con le stazioni del trasporto pubblico, con particolare riferimento alle stazioni della linea metropolitana;
- ✓ Realizzazione a supporto del sistema ciclabile di rastrelliere e, ove necessario, di alcune velostazioni attrezzate.

Nello specifico, la rete ciclabile di progetto si sviluppa nei quartieri Soccavo e Fuorigrotta, attraversando viale Traiano, via Adriano, via Servio Tullio, via Antonino Pio, via Cassiodoro, via Terracina, via Mario Gigante, via Claudio, Piazzale Tecchio, viale John Fitzgerald Kennedy, via Giulio Cesare e Piazza Leopardi. La rete è costituita da piste ciclabili in sede propria, piste ciclabili in corsia riservata, in parte in carreggiata e in parte sul marciapiede, e corsie ciclabili.

La rete consente di collegare i poli di Monte Sant'Angelo, via Claudio e Piazzale Tecchio dell'Università di Napoli Federico II nonché attrattori significativi quali la Mostra d'Oltremare, lo stadio Maradona e il Centro Polifunzionale di Soccavo. Inoltre, la nuova rete ciclabile promuove l'intermodalità bici-ferro, collegando le stazioni della Metropolitana di Napoli Campi Flegrei (linea 2), Cavalleggeri d'Aosta (linea 2) Piazza Leopardi (linea 2), Mostra (linea 6) e Monte Sant'Angelo (linea 7) e le stazioni Mostra della Cumana e Soccavo della Circumflegrea.

Un esempio di sezione trasversale di progetto è riportato in Figura 1.1.

Progetto

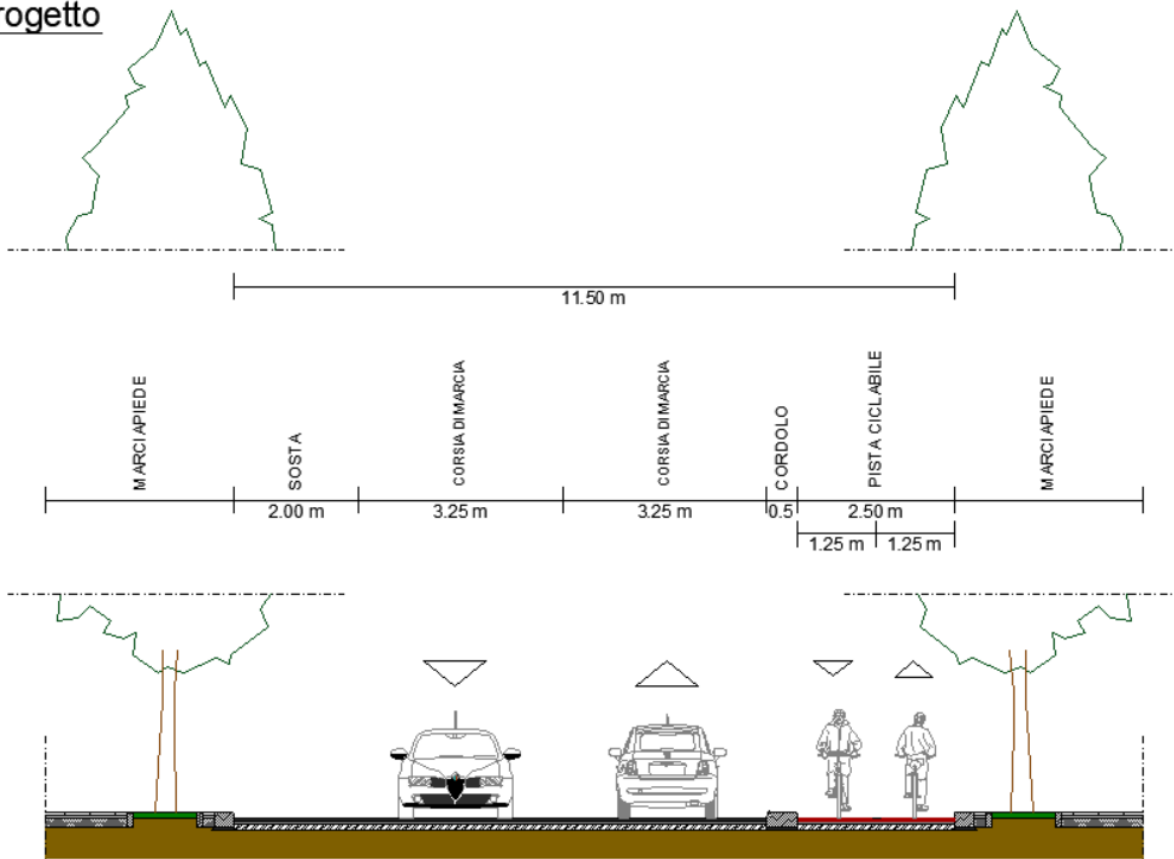


Figura 1.1: Esempio di Sezione Trasversale di Progetto

2 IL PRINCIPIO DI "NON ARRECARRE UN DANNO SIGNIFICATIVO"

"Il principio Do No Significant Harm (DNSH) prevede che gli interventi previsti dai PNRR nazionali non arrechino nessun danno significativo all'ambiente: questo principio è fondamentale per accedere ai finanziamenti del RRF. Inoltre, i piani devono includere interventi che concorrono per il 37% delle risorse alla transizione ecologica."[3].

Il Governo Italiano, basandosi sulle linee guida comunitarie ha individuato i sei criteri riportati nella figura seguente e dettagliati nel capitolo successivo.

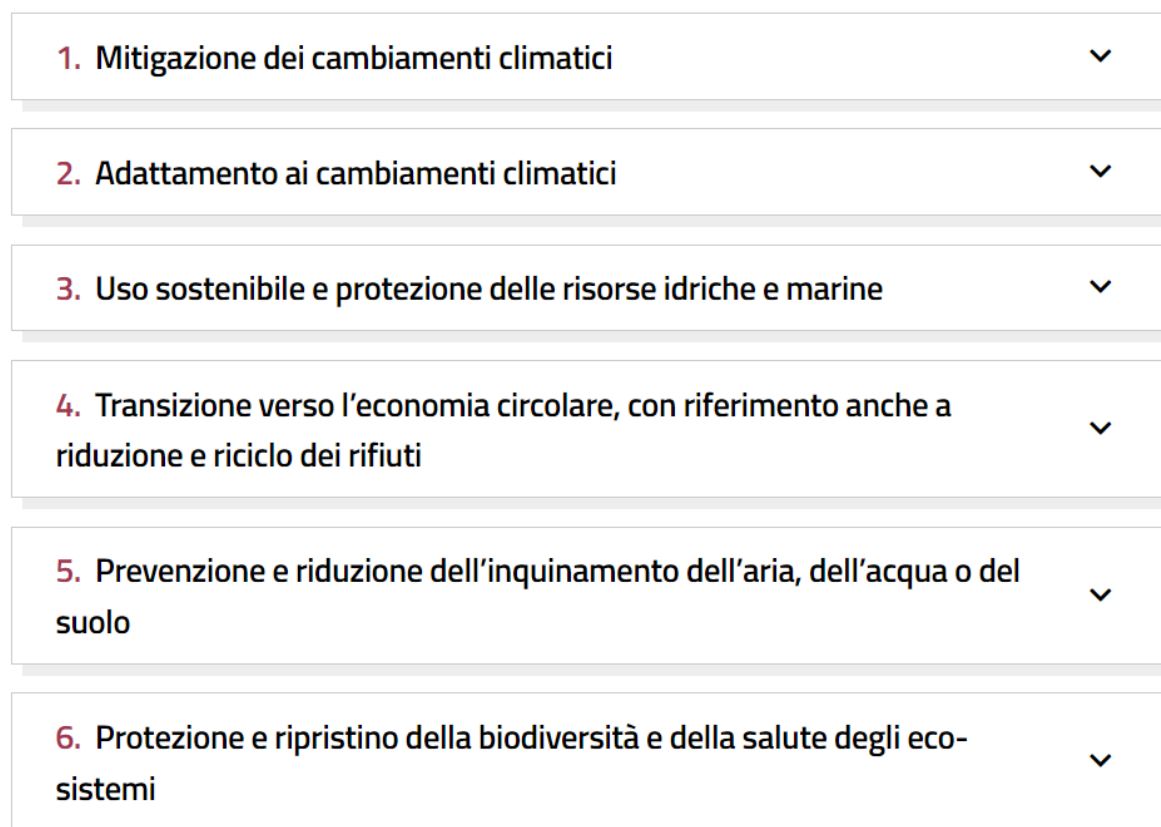
- 
- Il diagramma mostra sei criteri del DNSH elencati in un'elenco a cascata. Ogni criterio è contenuto in una scatola rettangolare con un'ombra sottile e un'icona di freccia rivolta verso il basso a destra. I criteri sono:
1. Mitigazione dei cambiamenti climatici
 2. Adattamento ai cambiamenti climatici
 3. Uso sostenibile e protezione delle risorse idriche e marine
 4. Transizione verso l'economia circolare, con riferimento anche a riduzione e riciclo dei rifiuti
 5. Prevenzione e riduzione dell'inquinamento dell'aria, dell'acqua o del suolo
 6. Protezione e ripristino della biodiversità e della salute degli ecosistemi

Figura 2.1: Criteri del DNSH

Per la descrizione e l'applicabilità dei suddetti principi si rimanda al capitolo successivo, che descrive i "contributi al raggiungimento degli Obiettivi Ambientali", che risultano declinati secondo i principi del DNSH.

3 CONTRIBUTI AL RAGGIUNGIMENTI DEGLI OBIETTIVI AMBIENTALI

Nel presente capitolo sono analizzati gli eventuali contributi significativi ad uno o più degli obiettivi ambientali (Figura 3.1), come definiti nell'ambito dei regolamenti specifici, tenendo in conto il ciclo di vita dell'opera.

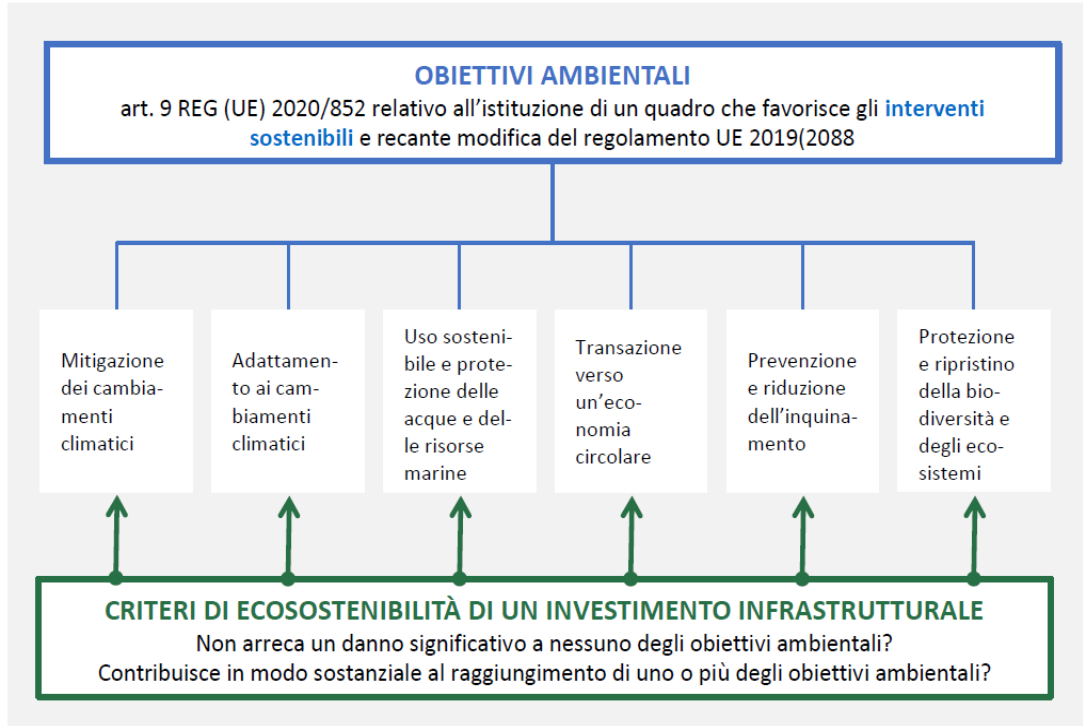


Figura 3.1: Obiettivi Ambientali

3.1 MITIGAZIONE DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Dal momento che una delle principali finalità dell'intervento, come già descritto, è lo sviluppo di una forma di mobilità sostenibile, quella ciclabile, riducendo i consumi di carburante di veicoli alternativi quali ciclomotori, motoveicoli e autoveicoli, risulta evidente che l'intervento fornisca un contributo in termini di mitigazione dei cambiamenti climatici.

Una delle principali finalità dell'intervento, come già descritto, è la fluidificazione e la messa in sicurezza del traffico. La suddetta fluidificazione del traffico contribuisce alla mitigazione dei cambiamenti climatici. Sempre in questo ambito va menzionata la realizzazione del percorso ciclo pedonale, che oltre ad avere una valenza turistica permetterà di aver un collegamento sicuro ed ad impatto nullo, tra i le diverse stazioni della metropolitana di Napoli.

3.2 ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Negli ultimi anni si stanno manifestando significativi cambiamenti climatici, che provocano tra gli altri anche fenomeni temporaleschi di notevole intensità che in alcuni casi provocano allagamenti ed alluvioni. L'intervento prevede il pieno rispetto dei criteri idraulici di progettazione, contribuendo in questo modo all'adattamento ai cambiamenti climatici.

3.3 USO SOSTENIBILE E PROTEZIONE DELLE ACQUE E DELLE RISORSE MARINE

Come già descritto nel paragrafo precedente l'opera rispetta i criteri e le norme idrauliche di progettazione applicabili.

3.4 TRANSIZIONE VERSO UN'ECONOMIA CIRCOLARE

Sulla base delle valutazioni effettuate nella presente relazione, in particolare quelle relative all'analisi degli impatti ambientali nel ciclo di vita delle opere, risulta che la produzione dei materiali di costruzione risulta responsabile di una quota rilevante degli impatti ambientali.

L'adozione di soluzioni di economia circolare può contribuire in maniera determinante alla riduzione di tali impatti ambientali, e quindi si ritiene opportuno evidenziare i seguenti criteri/azioni che saranno adottati per la definizione delle soluzioni progettuali con l'obiettivo di:

- ✓ prevedere l'utilizzo di materia recuperata o riciclata almeno per il 15% del peso complessivo dei materiali usati;
- ✓ per i calcestruzzi e per gli elementi prefabbricati in calcestruzzo, utilizzare una quota di materiale riciclato (sul secco) di almeno il 5% in peso;
- ✓ per i prodotti costituiti di legno o materiale a base di legno, garantire la provenienza da boschi/foreste gestiti in maniera sostenibile/responsabile, o la costruzione in legno riciclato;
- ✓ per gli acciai ad uso strutturale, utilizzare una quota di materiale riciclato pari al 70% (per acciai da forno elettrico) o 10% (per acciai da ciclo integrale);
- ✓ per le materie plastiche, utilizzare materiali con un contenuto di riciclato pari al 30% in peso.

Oltre a queste soluzioni legate alla promozione dell'economia circolare "a monte" della realizzazione delle opere, con l'obiettivo di favorire l'economia circolare "a valle" della realizzazione delle opere si evidenziano le seguenti azioni che saranno adottate per la definizione delle soluzioni progettuali:

- ✓ destinare, a fine vita dell'opera, almeno il 50% in peso dei componenti edilizi e degli elementi prefabbricati a demolizione selettiva e successivo riutilizzo/riciclo; il 15% di tale quantità dovrà essere costituito da materiali non strutturali;
- ✓ massimizzare l'utilizzo di componenti facilmente smontabili.

3.5 PREVENZIONE E RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO

Come già evidenziato nel Paragrafo 3.1, una delle principali finalità dell'intervento è lo sviluppo di una forma di mobilità sostenibile, quella ciclabile, che riduce i consumi di carburante di veicoli alternativi quali ciclomotori, motoveicoli e autoveicoli; risulta dunque evidente che l'opera contribuisce in questi termini alla prevenzione e riduzione dell'inquinamento.

3.6 PROTEZIONE E RIPRISTINO DELLA BIODIVERSITÀ E DEGLI ECOSISTEMI

Come già evidenziato nel Paragrafo 3.1, una delle principali finalità dell'intervento è la riduzione dei fenomeni di congestione, la fluidificazione del traffico e creare l'opportunità di completare spostamenti in sicurezza mediante l'utilizzo del percorso ciclo pedonale.

4 CARBON FOOTPRINT DELL'OPERA

La carbon footprint ("impronta di carbonio" o "CFP") dell'opera è stata calcolata secondo le prescrizioni della norma tecnica ISO/TS 14067 ed in linea con tale norma è stato redatto uno "study report" che riporta descrizione della metodologia, dei dati utilizzati, dei risultati ottenuti e loro analisi e interpretazione. Lo study report è allegato come Appendice A alla presente relazione, mentre il presente capitolo riporta una sintesi dei risultati ottenuti.

Lo studio CFP si riferisce a tutto il ciclo di vita delle opere, secondo l'approccio "cradle to grave" ("dalla culla alla tomba"), partendo dalla produzione delle materie prime, fino alla fase operativa delle opere ed allo smaltimento dei rifiuti generati nel ciclo di vita. La CFP è dunque di tipo "full" secondo la ISO/TS 14067 ed i calcoli per la sua esecuzione sono stati effettuati tramite software specialistico Sphera GaBi v.10.6.1 integrato con database Ecoinvent 3.8, per cui RINA possiede regolare licenza.

I processi considerati all'interno dello studio sono stati organizzati in tre fasi:

- ✓ Processi Upstream produzione dei materiali necessari alla realizzazione delle opere, inclusa l'estrazione delle materie prime, il consumo energetico e tutti gli impatti ambientali legati alla trasformazione nella forma richiesta dai processi di costruzione;
- ✓ Processi Operativi: trasporto dei materiali necessari alla realizzazione delle opere dal sito produttivo a quello di progetto (distanza stimata in 50 km per tutti i materiali), consumi energetici per la realizzazione delle opere, smaltimento dei rifiuti generati nelle attività in sito;
- ✓ Processi Downstream: utilizzo di materiali e fonti energetiche nella fase d'uso dell'infrastruttura, ovvero per le attività di manutenzione delle opere, incluso lo smaltimento dei rifiuti generati nelle attività di manutenzione.

Per lo studio della CFP si sono utilizzati dati specifici (primari) tratti dai documenti progettuali disponibili allo stato attuale, principalmente computo metrico preliminare e relazione generale illustrativa, relativi a:

- ✓ produzione di rifiuti da attività di demolizione;
- ✓ utilizzo di materiali costruttivi (acciaio, cemento, asfalto, ecc.);
- ✓ utilizzo di combustibile da parte dei mezzi operativi;
- ✓ utilizzo di materiali nella manutenzione dell'opera durante il loro ciclo di vita (assunto pari a 50 anni).

Per i processi relativi alla produzione delle materie prime, all'utilizzo di combustibile da parte dei mezzi operativi ed allo smaltimento dei rifiuti si è fatto riferimento a dati secondari di letteratura, inseriti all'interno di processi GaBi già esistenti o creati ex novo.

Il diagramma a blocchi che include tali processi, realizzato su software Sphera GaBi, è mostrato in Figura 4.1

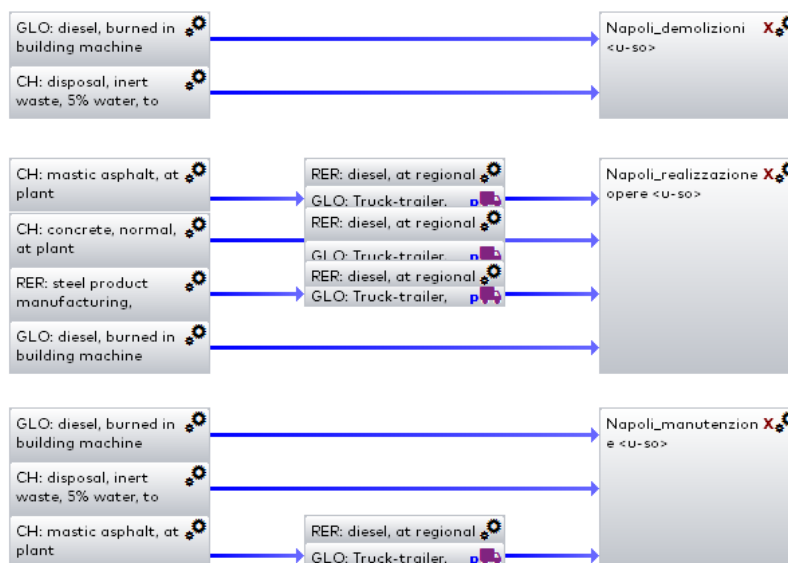


Figura 4.1: Diagramma a Blocchi dei Processi Realizzato su Software Sphera GaBi

Il risultato dell'analisi è che le opere sono responsabili nel loro ciclo di vita di emissioni climalteranti pari a 3.323.793 kgCO₂eq. Le diverse fasi del ciclo di vita contribuiscono alle emissioni complessive secondo quanto riportato in Si nota che il maggior impatto è fornito dalla costruzione della nuova rete ciclabile con un'incidenza del 53,7% sul totale, seguita dalla manutenzione delle opere nell'arco dei 50 anni considerati (44,1%) e dalle opere di demolizione (2,1%).

Tabella 4.1 e nel grafico di Figura 4.2.

Si nota che il maggior impatto è fornito dalla costruzione della nuova rete ciclabile con un'incidenza del 53,7% sul totale, seguita dalla manutenzione delle opere nell'arco dei 50 anni considerati (44,1%) e dalle opere di demolizione (2,1%).

Tabella 4.1: Ripartizione delle Emissioni totali (fossili e biogeniche) di GHG tra le Fasi del Ciclo di Vita

	Contributo assoluto (kg CO ₂ eq)	Contributo relativo (%)
Demolizioni e smaltimento materiali	71.300	2,1%
Lavori costruzione nuove opere	1.786.456	53,7%
Manutenzione opere	1.466.036	44,1%
TOTALE	3.323.793	100,0%

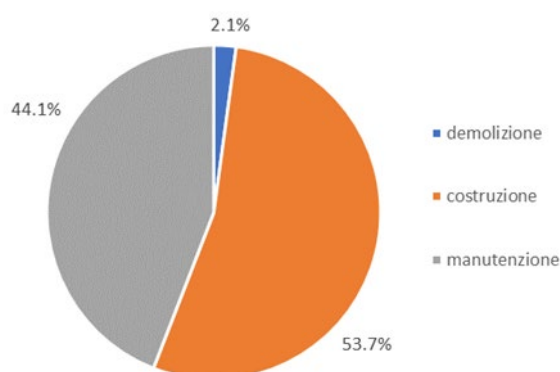


Figura 4.2: Ripartizione delle Emissioni di GHG tra i Processi del Ciclo di Vita

Infine, il grafico di Figura 4.3 mostra la ripartizione degli impatti tra i macro-processi del ciclo di vita: si nota che quello caratterizzato dagli impatti più rilevanti è la produzione dell'asfalto (48,5%), seguito dalla produzione del cemento (37,9%). Tutti gli altri macro-processi sono caratterizzati da impatti inferiori, quali quelli del trasporto dei materiali in sito (6,4%), della produzione dell'acciaio (2,8%), dello smaltimento dei rifiuti (2,7%) e dell'utilizzo di combustibile nelle macchine di costruzione (1,8%).

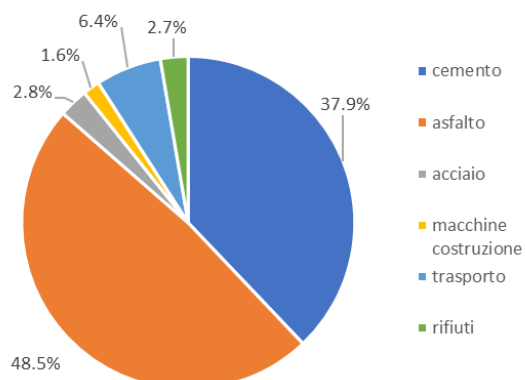


Figura 4.3: Ripartizione delle Emissioni di GHG per Utilizzo di Materia/Energia

Sulla base dei risultati mostrati, si possono identificare le seguenti possibili opportunità di miglioramento in termini di riduzione della carbon footprint delle opere:

- ✓ selezione di materiali costruttivi (acciaio, cemento, asfalto) caratterizzati da prestazioni ambientali particolarmente favorevoli, certificate da parte terza secondo riconosciuti protocolli di sostenibilità;
- ✓ selezione di macchine operatrici caratterizzate da più elevata efficienza e dunque da un consumo orario di combustibile minore a parità di effetto utile, e conseguentemente da minori emissioni;
- ✓ selezione – compatibilmente con gli altri criteri di scelta e con le procedure di gara – dei fornitori di materiali più vicini al sito di costruzione in modo da limitare le emissioni correlate al trasporto dei materiali dal sito produttivo al cantiere;
- ✓ valutazione – compatibilmente con i vincoli legislativi esistenti – della possibilità di riutilizzo in sito dei materiali generati nella demolizione degli edifici e delle infrastrutture esistenti.

5 LIFE CYCLE ASSESSMENT – LCA

La metodologia adottata per il Life Cycle Assessment (LCA) delle opere è quella definita dalle norme tecniche ISO/TS 14040 e 14044, che nell'applicazione pratica corrispondono esattamente alle attività svolte per il calcolo della carbon footprint descritta nel paragrafo precedente, con la sola differenza della selezione di diversi indicatori relativi alle categorie di impatto ambientale, che nel caso della LCA non sono limitati all'indicatore GWP100 relativo alle emissioni climalteranti.

Anche lo studio LCA si riferisce a tutto il ciclo di vita delle opere, secondo l'approccio "cradle to grave" ("dalla culla alla tomba"), partendo dalla produzione delle materie prime, fino alla fase operativa delle opere ed allo smaltimento dei rifiuti generati nel ciclo di vita. I processi Upstream, Core e Downstream considerati nello studio, i dati relativi all'utilizzo di risorse materiali ed energetiche, i processi selezionati in Ecoinvent 3.8 o costruiti ex novo sulla base di dati primari ed il diagramma a blocchi del ciclo di vita costruito sul software Sphera Gabi sono esattamente gli stessi descritti nella sezione 4 relativa alla carbon footprint.

Per quanto riguarda la valutazione dei risultati, si è invece considerato il metodo di valutazione degli impatti denominato CML 2001 (vers. Jan.2016); che calcola undici indicatori relativi agli impatti ambientali nel ciclo di vita. Gli indicatori calcolati sono mostrati in Tabella 5.1

Tabella 5.1: Indicatori di Impatto Ambientale nel Ciclo di Vita Calcolati Secondo Metodo CML 2001 (Vers. Jan.2016)

Indicatore	Valore	Unità
Abiotic Depletion (ADP elements)	1	kg Sb eq.
Abiotic Depletion (ADP fossil)	58.800.000	MJ
Acidification Potential (AP)	8.990	kg SO ₂ eq.
Eutrophication Potential (EP)	2.690	kg Phosphate eq.
Freshwater Aquatic Ecotoxicity Pot. (FAETP inf.)	228.000	kg DCB eq.
Global Warming Potential (GWP 100 years)	3.320.000	kg CO ₂ eq.
Human Toxicity Potential (HTP inf.)	3.280.000	kg DCB eq.
Marine Aquatic Ecotoxicity Pot. (MAETP inf.)	607.000	kg DCB eq.
Ozone Layer Depletion Potential (ODP, steady state)	574.000.000	kg R11 eq.
Photochem. Ozone Creation Potential (POCP)	1	kg Ethene eq.
Terrestrial Ecotoxicity Potential (TETP inf.)	1.030	kg DCB eq.

Per rappresentare l'impatto ambientale nel ciclo di vita in una unità di misura uniforme e di maggiore comprensione per il pubblico, è stata operata una normalizzazione dei risultati con riferimento agli impatti ambientali relativi ad un cittadino europeo in un anno (ovvero con riferimento al processo Ecoinvent "EU28, year 2000. CML, person equivalent"). I risultati della normalizzazione, espressi in persone-equivalenti per anno sono mostrati in Tabella 5.2.

Tabella 5.2: Indicatori di Impatto Ambientale nel Ciclo di Vita Calcolati Secondo Metodo CML 2001 (Vers. Jan.2016) e Normalizzati in Persone-Equivalenti/Anno

Indicatore	Valore	Unità
Abiotic Depletion (ADP elements)	111,54	p-eq/y
Abiotic Depletion (ADP fossil)	778,34	p-eq/y
Acidification Potential (AP)	248,20	p-eq/y
Eutrophication Potential (EP)	67,54	p-eq/y
Freshwater Aquatic Ecotoxicity Pot. (FAETP inf.)	506,98	p-eq/y
Global Warming Potential (GWP 100 years)	296,07	p-eq/y
Human Toxicity Potential (HTP inf.)	563,93	p-eq/y
Marine Aquatic Ecotoxicity Pot. (MAETP inf.)	5,993,09	p-eq/y
Ozone Layer Depletion Potential (ODP, steady state)	33,21	p-eq/y
Photochem. Ozone Creation Potential (POCP)	276,59	p-eq/y
Terrestrial Ecotoxicity Potential (TETP inf.)	44,86	p-eq/y

6 CONSUMO COMPLESSIVO DI ENERGIA

Nella presente relazione i consumi energetici complessivi sono stati valutati secondo due approcci differenti:

- ✓ il consumo energetico che avviene in cantiere e risulta sotto il diretto controllo delle aziende che realizzeranno la costruzione delle opere, che avviene principalmente in forma di gasolio per i mezzi operativi;
- ✓ il consumo energetico complessivo nel ciclo di vita (totale, da fonti fossili e da fonti rinnovabili) che risulta dalle analisi carbon footprint e LCA effettuate, viene calcolato dal software Sphera Gabi sulla base dei processi Ecoinvent 3.8 selezionati per la modellazione del ciclo di vita delle opere e comprende oltre ai consumi energetici per la costruzione delle opere anche l'energia necessaria per la produzione dei materiali di costruzione, lo smaltimento dei rifiuti prodotti e le attività di trasporto tra il sito di costruzione e gli stabilimenti di produzione materiali/smaltimento rifiuti.

Per quanto riguarda il consumo energetico in cantiere, si è calcolato un utilizzo di gasolio di 292.723 MJ, così ripartiti:

- ✓ 216.691 MJ per le attività di demolizione, dovuti all'utilizzo di un mezzo operativo da 100 kW, con consumo orario di 10,8 l/h, per 57 giorni lavorativi;
- ✓ 76.032 MJ per la realizzazione delle opere, dovuti all'utilizzo di un mezzo operativo da 100 kW, con consumo orario di 10,8 l/h, per 20 giorni lavorativi.

A questi si aggiungono, nell'arco del ciclo di vita delle opere, 304,128 MJ di gasolio per la manutenzione delle opere, derivanti dall'utilizzo degli stessi mezzi operativi per 20 giorni lavorativi ogni 10 anni per una vita utile dell'opera ipotizzata in 50 anni.

Per quanto riguarda invece il consumo energetico nel ciclo di vita, l'indicatore calcolato dal software Sphera Gabi è pari a 64.871.362 MJ, di cui:

- ✓ 63.267.945 MJ di consumo energetico da fonti fossili, corrispondenti al consumo di gasolio delle macchine produttive più l'utilizzo di combustibili fossili (prodotti petroliferi, gas naturale, carbone) nei processi di produzione dei materiali di costruzione e nel mix energetico utilizzato per la produzione dell'energia elettrica necessaria ai processi stessi;
- ✓ 1.603.417 MJ di consumo energetico da fonti rinnovabili (solare, eolico, idroelettrico, geotermico, biomassa), principalmente dovuto alle fonti rinnovabili presenti nel mix energetico utilizzato per la produzione dell'energia elettrica utilizzata per la produzione dei materiali di costruzione.

7 MISURE PER RIDURRE LE QUANTITÀ DEGLI APPROVVIGIONAMENTI ESTERNI

La Progettazione di Fattibilità Tecnico-Economica relativa all'intervento di "Estensione della rete ciclabile cittadina: ambito Nord-Occidentale" è stata sviluppata tenendo in considerazione il Decreto Ministeriale 11 gennaio 2017 "Adozione dei criteri ambientali minimi per gli arredi per interni, per l'edilizia e per i prodotti tessili" ed in particolare al suo Allegato 2 "Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici", approvato con D.M. 11 ottobre 2017. Anche le successive fasi progettuali e costruttive dovranno adeguarsi a questo criterio.

Di seguito vengono riportate sia indicazioni generali da adottare in vista di una razionalizzazione dei consumi sia criteri progettuali e considerazioni ambientali lungo l'intero ciclo di vita del servizio/prodotto che verranno incluse nelle fasi successive di progettazione. In particolare, al fine di garantire la sostenibilità energetico ambientale dell'intervento, il progetto di fattibilità tecnico economica verrà svolto osservando i requisiti presenti all'interno dei seguenti criteri CAM:

- ✓ 2.2 Specifiche tecniche per gruppi di edifici – per gli aspetti di sostenibilità territoriale;
- ✓ 2.4 Specifiche tecniche dei componenti edilizi – per gli aspetti legati ai materiali da costruzione;
- ✓ 2.5 Specifiche tecniche del cantiere – per gli aspetti di sostenibilità del cantiere

Di seguito vengono illustrate le modalità con cui la progettazione intende dare risposta ai requisiti sopra richiamati.

7.1 RIFERIMENTI ALLE PRESTAZIONI AMBIENTALI E SOLUZIONI PROGETTUALI PROPOSTE IN MERITO ALLA SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE (A)

La tabella seguente mette in luce i criteri e le azioni che saranno adottate per la definizione delle soluzioni progettuali al fine di garantire la sostenibilità energetico ambientale dell'intervento ed ottemperare ai requisiti richiamati dai Criteri Ambientali Minimi in merito agli aspetti di sostenibilità territoriale.

Tabella 7.1: Definizione Soluzioni Progettuali per la Sostenibilità Energetico Ambientale

Codice	Criterio ambientale	Soluzioni proposte
2.2.1	Sistemazione aree a verde	Nel caso in cui le soluzioni progettuali richiedano una sistemazione delle aree a verde, potrebbe ad esempio essere il caso degli aggiramenti esterni, saranno adottate soluzioni che facilitino la successiva gestione e manutenzione (es. in riferimento agli interventi di sfalcio erba). Inoltre le specie messe eventualmente a dimora verranno selezionate tra le specie autoctone con buona resistenza alle fitopatologie, non nocive per la salute umana (non urticanti, non allergizzanti, non spinose, non velenose etc.) e non infestanti, tenendo conto della resistenza all'inquinamento e della funzione di assorbimento delle sostanze inquinanti in atmosfera.
2.2.2	Conservazione dei caratteri morfologici	Tutte le soluzioni progettuali proposte in sede di studio di fattibilità saranno tali da garantire il mantenimento dei profili morfologici esistenti, salvo quanto richiesto da particolare specificità legate alla messa in sicurezza dell'area.
2.2.3	Riduzione dell'impatto sul sistema idrografico superficiale e sotterraneo	Le soluzioni progettuali proposte garantiranno la conservazione e/o il ripristino della naturalità degli ecosistemi fluviali e il mantenimento delle condizioni di naturalità degli alvei e delle fasce ripariali. Inoltre saranno previste idonee soluzioni per il corretto deflusso delle acque superficiali provenienti dalle superfici impermeabilizzate (valutando idonei sistemi di depurazione e disoleazione, anche di tipo naturale, per le acque provenienti da superfici scolanti soggette ad inquinamento) ed interventi in grado di prevenire e/o impedire fenomeni di erosione, compattazione, smottamento o alluvione.

7.2 TECNICHE E TECNOLOGIE RIFERIBILI ALL'ADOZIONE ED AL RISPETTO DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI CHE SI DEVONO IMPIEGARE NELLA PREDISPOSIZIONE DEL PROGETTO DEFINITO ED ESECUTIVO

La tabella seguente mette in luce i criteri e le azioni che saranno adottate per la definizione delle soluzioni tecniche e delle tecnologie che si intendono impiegare nella predisposizione del progetto atte a garantire il rispetto dei requisiti richiamati dai Criteri Ambientali Minimi in merito alle specifiche tecniche dei componenti edilizi.

Tabella 7.2: Definizione Soluzioni Tecniche e Tecnologiche per rispetto dei CAM

Codice	Criterio ambientale	Soluzioni proposte
2.4.1.1	Disassemblabilità	Le soluzioni progettuali presentate in sede di studio di fattibilità terranno in considerazione il requisito di riuscire a destinare, a fine vita dell'opera, almeno il 50% peso/peso dei componenti edilizi e degli elementi prefabbricati a demolizione selettiva in modo che possano essere in seguito riutilizzati o riciclati. Il 15% dovrà essere costituito da materiali non strutturali. Le strategie progettuali cercheranno di massimizzare, ove possibile, componenti facilmente smontabili.
2.4.1.2	Materia recuperata o riciclata	Le soluzioni progettuali dovranno prevedere l'utilizzo di materia recuperata o riciclata (almeno il 15% in peso sul totale dei materiali usati).
2.4.1.3	Sostanze pericolose	Le soluzioni progettuali presentate in sede di studio di fattibilità terranno conto del divieto dell'utilizzo di tutte le sostanze pericolose elencate nel D.M. 11 ottobre 2017. Tale requisito dovrà poi essere assicurato dall'Appaltatore in sede di approvvigionamento.
2.4.2	Criteri specifici per i componenti edilizi	Di seguito sono elencati i principali criteri richiesti per i materiali maggiormente impiegati nelle soluzioni progettuali che verranno incluse nello studio di fattibilità: - per i calcestruzzi e per gli elementi prefabbricati in calcestruzzo, le soluzioni progettuali terranno conto di una percentuali di materiale riciclato (sul secco) di almeno il 5% sul peso del prodotto; - materiali e i prodotti costituiti di legno o in materiale a base di legno dovranno provenire da boschi/foreste gestiti in maniera sostenibile/responsabile o essere costituito da legno riciclato - per gli acciai ad uso strutturale si avranno percentuali di materiale riciclato pari al 70% (per acciai da forno elettrico) o 10% (per acciai da ciclo integrale) - per le materie plastiche il contenuto di riciclato sarà pari al 30% in peso - pitture e vernici eventualmente utilizzate saranno conformi ai criteri ecologici e dotati del marchio comunitario di qualità ecologica. Altri materiali minori che potrebbero essere previsti nelle diverse soluzioni progettuali saranno in ogni caso conformi a quanto richiesto dal D.M. 11 ottobre 2017

Per tutti i materiali riportati nella precedente tabella, sarà in capo all'appaltatore presentare alla stazione appaltante, idonea documentazione secondo le opzioni previste dal D.M. CAM. (es. tramite una dichiarazione ambientale di Prodotto di Tipo III (EPD), certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione o rapporto di ispezione rilasciata da idoneo organismo).

7.3 MISURE PER GARANTIRE LA PROTEZIONE DEL SUOLO E DEL SOTTOSUOLO

La protezione di suolo e sottosuolo durante la fase di costruzione passa attraverso una corretta responsabilizzazione a livello gestionale dell'Appaltatore da definire in un SISTEMA di GESTIONE AMBIENTALE.

Tabella 7.3: Misure per la Protezione del Suolo e del Sottosuolo

Codice	Criterio ambientale	Soluzioni proposte
2.2.3	Riduzione del consumo di suolo e mantenimento della permeabilità dei suoli	Le soluzioni progettuali proposte prevedranno, per le superfici urbanizzate pedonali, l'impegno di materiali drenanti. Verrà valutata la possibilità d'impiegare tali soluzioni anche per le superfici carrabili. In ogni caso, nelle aree per le quali sono previsti scavi o rilevati, sarà prevista la realizzazione di uno scotico superficiale di almeno 60 cm da accantonare in cantiere e riutilizzare per le eventuali sistemazioni a verde su superfici modificate. Nel caso di progetti di nuovi alloggi sostitutivi, da realizzare sui sedimi degli edifici da demolire o nell'area del vicino campetto di calcio abbandonato, verranno previste soluzioni progettuali in grado di massimizzare la superficie permeabile di progetto (il requisito a cui si dovrà fare riferimento prevede una superficie territoriale permeabile non inferiore al 60% della superficie di progetto) con l'utilizzo di superfici verdi, pavimentazioni con maglie aperte o elementi grigliati.

Sulla base dell'esperienza maturata in alcuni significativi progetti, si propone che l'appaltatore dovrà:

- ✓ definire le istruzioni operative specifiche per la gestione di potenziali contaminazioni delle matrici ambientali nonché per la gestione delle sostanze pericolose;
- ✓ formare e informare il proprio personale sulle istruzioni al fine di prevenire potenziali contaminazioni nonché alla gestione delle sostanze pericolose;
- ✓ attuare in campo il livello di controllo e sorveglianza adeguato al raggiungimento degli obiettivi;
- ✓ in caso di contaminazione, attuare in campo una sorveglianza anche per l'accertamento efficace di potenziali contaminazioni di suolo e sottosuolo;
- ✓ accertare sul campo l'effettiva presenza di potenziale inquinamento;
- ✓ pianificare e implementare i controlli previsti in un Piano di Controllo Ambientale;
- ✓ verificare la pianificazione e l'efficacia delle misure di precauzione/emergenza;
- ✓ verificare che tutte le sostanze pericolose siano dotate di schede di sicurezza aggiornate e informare/formare gli addetti interessati sul corretto utilizzo e sulla corretta gestione della sostanza pericolosa;
- ✓ porre in essere tutte le misure e gli strumenti, compresi quelli di tipo organizzativo, atti alla gestione delle sostanze pericolose e alla prevenzione e protezione dalle contaminazioni.

7.4 ASPETTI DI SOSTENIBILITÀ DEL CANTIERE - CAM

La presente sezione mette in luce le strategie adottate per la compatibilità con gli aspetti di sostenibilità ambientale del cantiere richiamati dai Criteri Ambientali Minimi.

Tabella 7.4: SOSTENIBILITÀ DEL CANTIERE - CAM

Codice	Criterio ambientale	Soluzioni proposte
2.5.1	Demolizioni e rimozione dei materiali	Allo scopo di ridurre l'impatto ambientale sulle risorse naturali e aumentare l'uso dei materiali riciclati, nei casi di demolizione, almeno il 70% in peso dei rifiuti non pericolosi generati in cantiere (escludendo gli scavi) sarà avviato a operazioni per il riutilizzo, recupero o riciclo. Sarà necessario prevedere verifiche preliminari al fine di individuare eventuali rifiuti pericolosi, stimare le quantità di materiale ed il potenziale di riuso, recupero o riciclo.
2.5.2	Materiali usati nel cantiere	I materiali utilizzati in cantiere dovranno rispettare i criteri e le percentuali di riciclato previsti per i componenti edilizi

2.5.3	Prestazioni ambientali	Le soluzioni progettuali presentate in sede di studio di fattibilità terranno conto della necessità, in fase di cantiere, di impedire fenomeni di diminuzione della materia organica, calo della biodiversità, contaminazione locale o diffusa ed erosione del suolo. In particolare si prevedrà: - l'accantonamento in sito e il successivo riutilizzo di uno scotico di 60 cm di terreno vegetale (se compatibile con la soluzione progettuale); - impermeabilizzazione di eventuali aree di deposito provvisorio di rifiuti; - la recinzione e la protezione delle fasce ripariali o altre formazioni vegetazionali autoctone, - misure per la raccolta differenziata dei rifiuti in cantiere; - misure per l'abbattimento del rumore, delle vibrazioni e delle polveri; - misure per garantire il risparmio idrico e la corretta gestione delle acque reflue in cantiere; - soluzioni per aumentare l'efficienza nell'uso dell'energia nel cantiere come l'uso di mezzi in categoria EEV (veicolo ecologico migliorato)
2.5.4	Personale cantiere	di Il personale impiegato in cantiere sarà adeguatamente formato per gli specifici compiti attinenti alla gestione ambientale del cantiere.
2.5.5	Scavi e rinterri	Prima degli scavi sarà previsto lo scotico di 60 cm di terreno vegetale e per i rinterri verrà utilizzato materiale di scavo (escluso lo scotico) preferibilmente proveniente dal cantiere stesso o da altri cantieri o materiale riciclato conforme alla UNI 11531-1

Alla luce delle recenti esperienze si propone di studiare, attuare e implementare un SISTEMA DI GESTIONE AMBIENTALE (SGA) da applicare successivamente durante la fase di cantiere.

Tutte le attività amministrative, commerciali, di progettazione, di produzione, di approvvigionamento, logistiche, di gestione del personale e di coordinamento del cantiere che hanno o che possono avere impatti diretti o indiretti con l'ambiente devono essere considerate nel Sistema di Gestione Ambientale.

Il SGA in particolare descrive:

- ✓ le procedure ed i requisiti del sistema gestione ambientale;
- ✓ gli elementi necessari allo sviluppo, al mantenimento e all'aggiornamento del SGA;
- ✓ I ruoli e le responsabilità per il progetto ai fini dell'SGA;
- ✓ i documenti necessari all'effettuazione delle verifiche ispettive del SGA;
- ✓ le modalità di addestramento del personale in merito ai requisiti del SGA;
- ✓ la struttura organizzativa richiesta ai fini ambientali per le imprese coinvolte nel progetto.

Tutto quanto sopra al fine di avere il completo controllo ambientale durante il ciclo di vita del progetto.

Il sistema di gestione ambientale che andrà sviluppato deve essere diviso su due livelli:

- ✓ LIVELLO 1 – Documentazione del sistema di gestione ambientale generale.
In questo livello fanno parte il Piano di Gestione Ambientale e tutti gli altri piani e documenti ambientali di progetto necessari a definire pianificare attuare e mantenere attivo lo stesso sistema di gestione ambientale.
- ✓ LIVELLO 2 – Documentazione del sistema di gestione ambientale specifica.
In questo livello fanno parte tutti i piani procedure istruzioni registrazioni e documenti in generale, facente parte del sistema di gestione ambientale specifica quale, a titolo esemplificativo il piano per la gestione dei rifiuti.

Di seguito viene schematizzata la gerarchia documentale del SGA.



Figura 7.1: Gerarchia documentale del Sistemi di Gestione Ambientale

Un aspetto di rilievo nella fase costruttiva è quello legato alla gestione dei rifiuti. Nella pianificazione si darà rilievo ai metodi di gestione operativa orientati alla riduzione e riuso dei rifiuti.

La prima azione da compiere all'interno della gerarchia per la corretta gestione dei rifiuti corrisponde alla riduzione del quantitativo e della pericolosità del rifiuto prodotto. Tutti i processi devono pertanto essere progettati e gestiti per prevenire o ridurre al minimo le quantità di rifiuti generati ed i pericoli associati.

L'approccio per la riduzione dei rifiuti è basato sulle seguenti azioni:

- ✓ individuare le opportunità per prevenire e minimizzare la produzione di rifiuti ed i pericoli ad essi associati;
- ✓ promuovere procedure con bassa generazione di rifiuti, interventi di manutenzione e di pulizia;
- ✓ incentivare l'acquisto di materiali in contenitori riutilizzabili e/o riciclabili;
- ✓ promuovere misure di gestione dei materiali che permettano di ridurre gli sprechi e impediscano l'eccessivo approvvigionamento dei materiali.

Occorre promuovere iniziative dirette a favorire il riutilizzo dei rifiuti in loco e/o la preparazione per il riutilizzo presso centri di raccolta, o mediante procedure autorizzate di recupero e riutilizzo in sito.

In linea con quanto richiesto dai Criteri Ambientali Minimi al requisito 2.5.1 "Demolizioni e rimozione dei materiali" e 2.5.3 "Prescrizioni ambientali", le demolizioni e le rimozioni dei materiali, fermo restando il rispetto di tutte le norme vigenti, dovranno essere eseguite in modo da favorire il trattamento ed il recupero delle varie frazioni di materiali.

Durante lo studio del progetto, si dovrà definire un target di recupero in peso dei rifiuti non pericolosi generati durante le operazioni di demolizione, ad esclusione degli scavi, dovrà essere avviato a operazioni di preparazione per il riutilizzo, recupero o riciclaggio. Tale target verrà monitorato nei KPI di progetto nelle modalità previste dall'SGA.

8 IMPATTI SOCIO-ECONOMICI DELL'OPERA

Le Linee Guida indicano di valutare gli "impatti socio-economici dell'opera, con specifico riferimento alla promozione dell'inclusione sociale, la riduzione delle disuguaglianze e dei divari territoriali nonché il miglioramento della qualità della vita dei cittadini".

La Figura 8.1 riassume tutti gli impatti derivanti dalla realizzazione, che possono essere classificati in tre macro-categorie:

- ✓ fattori di conversione;
- ✓ miglioramento mobilità ed accessibilità;
- ✓ incremento della sicurezza stradale.

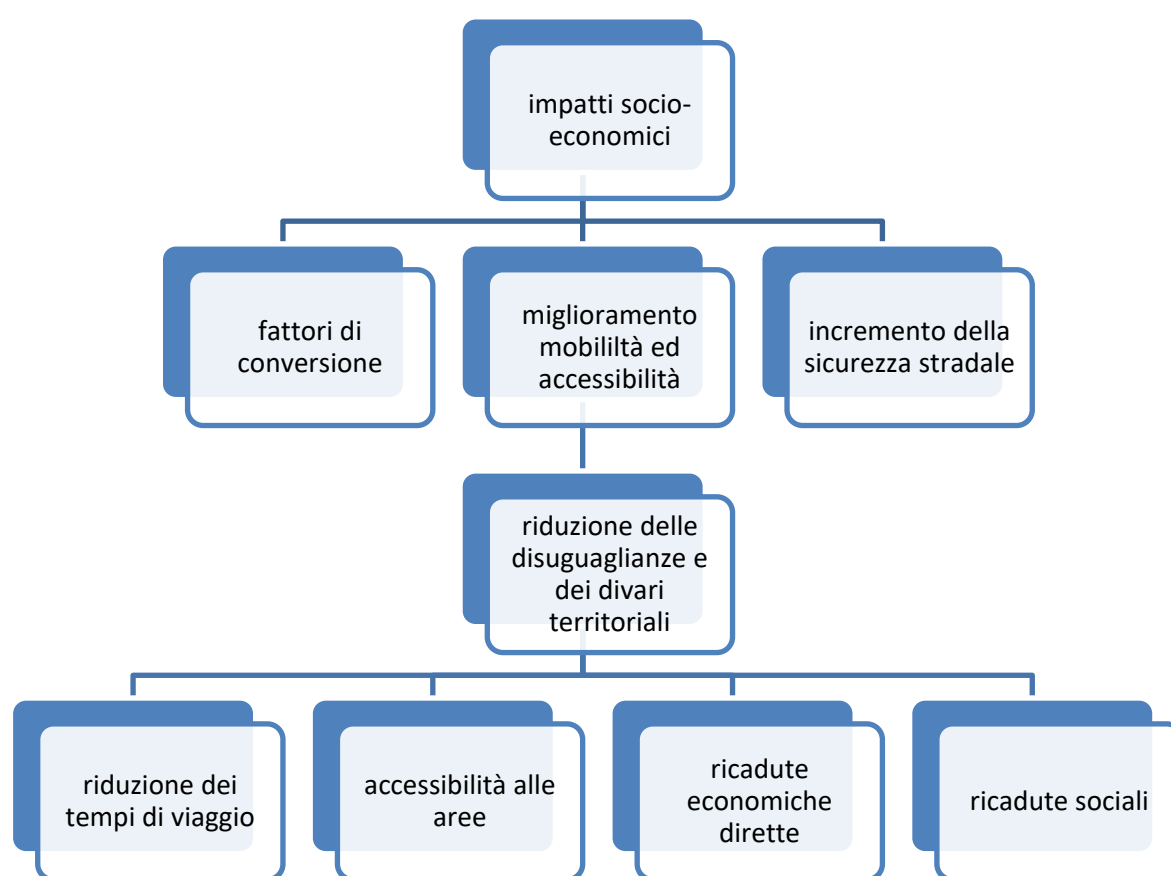


Figura 8.1: Impatti Socio-Economici dell'Opera

Come evidenziato dalle Linee Guida all'Analisi Costi-Benefici dei Progetti d'Investimento, sviluppata in ambito comunitario ed adottata anche in Italia, "l'analisi di un progetto d'investimento trova nei prezzi di mercato un indice di riferimento adeguato per lo sviluppo della valutazione della performance finanziaria. Tuttavia, i prezzi di mercato perdono rilevanza quando si desidera misurare il contributo del progetto al benessere sociale. A questo scopo, le entrate e i costi considerati nell'analisi finanziaria e valutati ai prezzi di mercato, devono essere valorizzati al cosiddetto "prezzo ombra", ovvero al valore marginale sociale di una variazione di output o input, che rappresenta il costo opportunità derivante alla società dal produrre o consumare di più o di meno un qualsiasi bene."

Al fine di tener in considerazione questi elementi si utilizzato i fattori di conversione, che nello specifico consentono di:

- ✓ Disattivare la componente fiscale dai costi e benefici del progetto. La rettifica fiscale è necessaria per evitare, ad esempio, di essere considerati parte dei costi, importi che fanno effettivamente parte della spesa, ma che ricadranno in futuro nelle risorse finanziarie dell'investitore;
- ✓ Correzione del prezzo. Alle rettifiche di cui al punto precedente si aggiungono quelle riconducibili a imperfezioni di mercato non fiscali;
- ✓ Inserimento di effetti indiretti e indotti di natura economica. La spesa per investimenti e gestioni attiva un processo di moltiplicazione che si traduce in un incremento del valore aggiunto e dell'occupazione a scala territoriale generalmente provinciale o regionale;
- ✓ Inclusione di esternalità negative e positive.

I fattori di conversione possono essere calcolati secondo la metodologia suggerita dallo "Studio di fattibilità nei progetti locali realizzati in forma di partenariato" (cfr. Rif. 20) redatto nel 2014 dai rappresentanti di Cassa Depositi e Prestiti, l'Unità di Valutazione degli Investimenti Pubblici (UVAL) del Dipartimento per lo Sviluppo e la Coesione Economica (DPS) e l'Unità Progetti di Finanza Tecnica (UTFP) del DIPE-PdCM. L'applicazione dei fattori di conversione segue la "Guida all'analisi costi benefici dei progetti di investimento" suggerita dall'Unione Europea.

Il fattore di conversione utilizzato per le opere civili è pari a 0.8392, che quindi è equivalente ad un beneficio superiore al 14%.

Relativamente agli altri aspetti presentati in Figura 8.1, il tratto stradale oggetto dell'intervento di fatto viene messo a norma, consentendo il transito sicuro dei veicoli in entrambe le direzioni ed evitando incidenti, quali il contatto tra i veicoli o il contatto tra i veicoli e le strutture limitrofe alla strada.

I maggior benefici deriveranno dal miglioramento della mobilità e dell'accessibilità all'area, che di per sé costituisce un fattore base **per la riduzione delle disuguaglianze e dei divari territoriali**, in quanto comporta:

- ✓ una riduzione dei tempi di viaggio;
- ✓ Accessibilità alle aree;
- ✓ ricadute economiche dirette derivanti per esempio dal turismo.

La riduzione dei tempi di viaggio nei percorsi ciclabili rispetto a quelli stradali e la maggior sicurezza, fanno sì che vi sia un risparmio economico per chi giornalmente percorre il tratto oggetto delle nuove opere. Solitamente ogni viaggio è caratterizzato da un costo generalizzato, che include i costi diretti (es. costi chilometrici per i veicoli privati o costo del biglietto per il trasporto pubblico) ed il costo del tempo. Questa seconda componente comporta una monetizzazione molto significativa, con le linee guida sviluppate dalla Commissione Europea per le analisi costi benefici [2] che indicano i seguenti valori:

- ✓ spostamenti per lavoro: 12.8 €/ora a persona, per viaggio entro i 32 km e 16.7 €/ora per spostamenti più lunghi;
- ✓ tempo libero: 5.9 €/ora a persona sia per spostamenti brevi che per spostamenti superiori ai 32 km.

In quest'ottica, ogni interruzione della regolarità della circolazione fa aumentare molto significativamente il costo generalizzato di ogni spostamento e quindi la maggiore fluidità e regolarità del traffico comporta notevoli benefici.

La certezza del tempo di viaggio contribuisce ad incrementare l'attrattività dell'area, le ricadute economiche di questo fenomeno sono:

- ✓ incremento del valore degli immobili e dei terreni, per il cui raggiungimento si deve attraversare l'area;
- ✓ mantenimento delle attività produttive già presenti;
- ✓ potenziale insediamento di nuove attività produttive;
- ✓ potenziamento del settore turistico.

L'opera ha anche un impatto sociale non trascurabile, in quanto realizza un miglioramento della viabilità e dunque della vivibilità dell'area per i cittadini.

9 MISURE DI TUTELA DEL LAVORO DIGNITOSO

L'intervento oggetto di analisi sarà implementato e completato mediante un appalto pubblico, questo fondamentale passaggio deve essere considerato come elemento di garanzia in tema di tutela del lavoro dignitoso, in quanto il "Codice dei contratti pubblici" (D. Lgs 50/2016, e successiva correzione con il D.Lgs 56/2017), sono volti anche a tutelare i lavoratori coinvolti, principalmente prevedendo:

- ✓ l'applicazione del CCNL;
- ✓ il controllo sul costo della manodopera.

L'idea alla base di questi principi consiste nel fatto che le offerte economiche sulla base delle quali sono affidati gli incarichi ed i conseguenti risparmi di costi non devono essere a discapito dei lavoratori e più specificatamente non devono comportare un ribasso del trattamento retributivo dei lavoratori.

In aggiunta a quanto sopra esposto, si deve ricordare che nell'ambito degli appalti sono sempre previsti oneri per la sicurezza, che non sono soggetti a ribasso.

Sarà cura della stazione appaltante, verificare la corretta applicazione della normativa vigente.

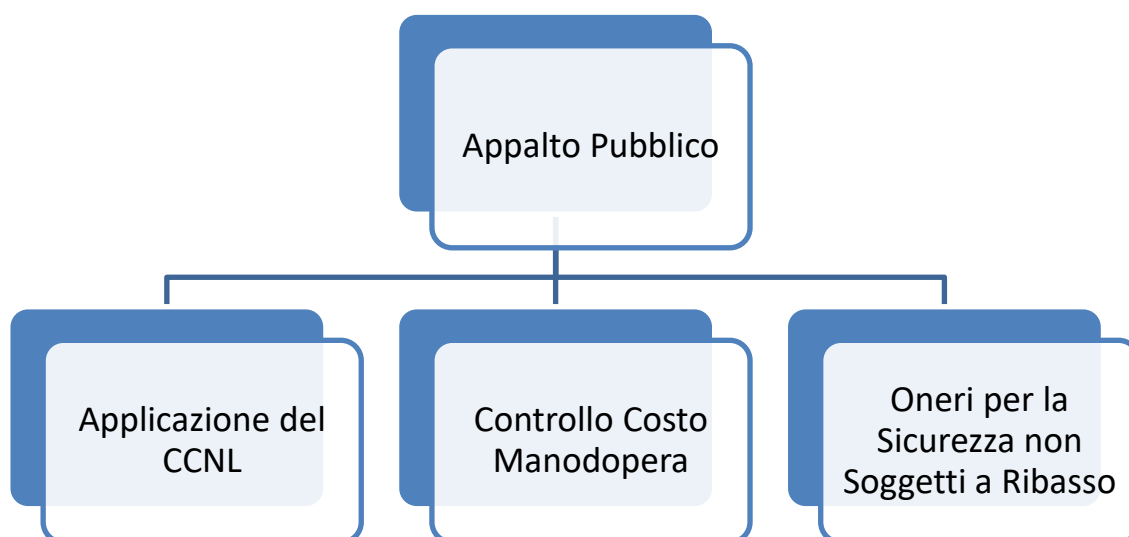


Figura 9.1: Misure di Tutela del Lavoro Dignitoso

Va infine evidenziato, come il rendere la circolazione stradale più sicura e ridurre il tempo speso in code, costituisce una forma di tutela per i lavoratori che percorrono la direttrice.

10 UTILIZZO DI SOLUZIONI TECNOLOGICHE INNOVATIVE

L'intervento in oggetto non rientra propriamente nel settore relativo alle tecnologie innovative, ma è possibile proporre l'adozione di alcune di queste, quali:

- ✓ sistemi di illuminazione a basso consumo;
- ✓ sensoristica per:
 - verificare il comportamento della nuova struttura,
 - verifica dei parametri ambientali, come per esempio la concentrazione dei principali inquinanti,
 - verifica ed osservazione dei parametri idraulici;
- ✓ sistemi per la rilevazione dei volumi di traffico, che permettono di pianificare in maniera corretta eventuali ulteriori interventi di adeguamento della infrastrutturale stradale;
- ✓ sistemi di videosorveglianza per la sicurezza della cittadinanza.

L'installazione di questi strumenti può essere proposto alle imprese che parteciperanno al bando di gara, come aspetti migliorativi, premianti in fase di valutazione tecnica.

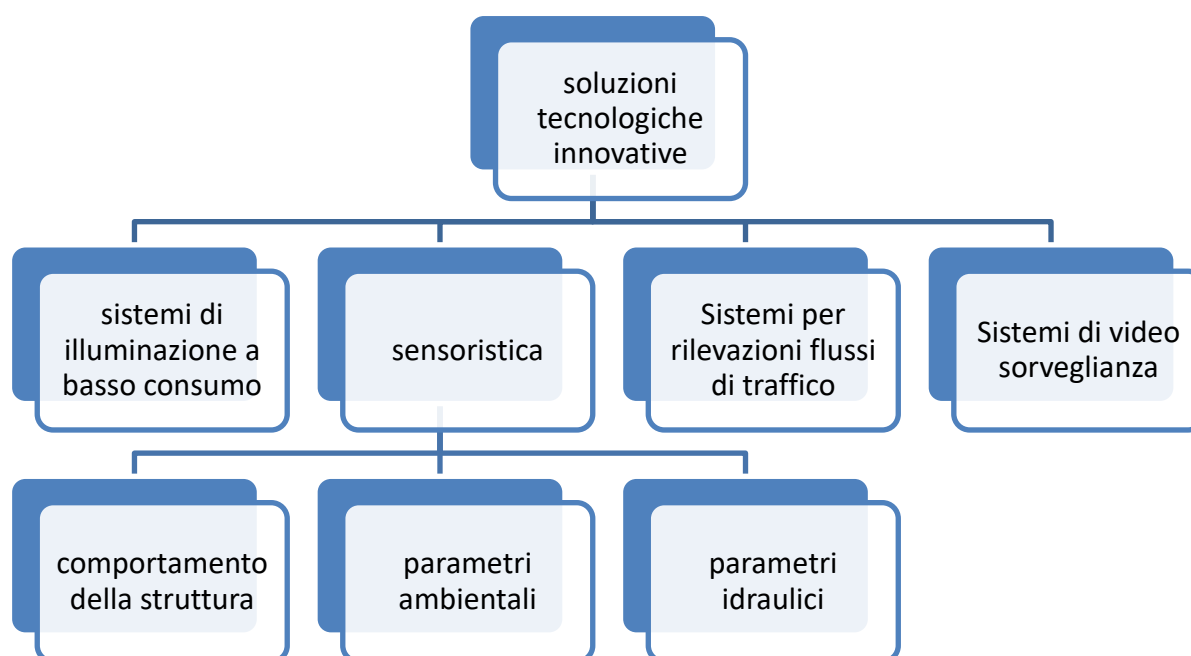


Figura 10.1: Soluzioni Tecnologiche Innovative

11 ANALISI DI RESILIENZA

La risoluzione delle criticità viabilistiche comporta un significativo aumento della resilienza del sistema di trasporto nell'area del Comune di Napoli oggetto delle opere.

Infatti, l'opera di "Estensione della rete ciclabile cittadina: ambito nord occidentale" oltre a promuovere una forma di mobilità sostenibile come quella ciclabile prevede la connessione con i parcheggi di interscambio con le stazioni del trasporto pubblico, con particolare riferimento alle stazioni della linea metropolitana. Nello specifico, la rete ciclabile di progetto si sviluppa nei quartieri Soccavo e Fuorigrotta e consente di collegare i poli di Monte Sant'Angelo, via Claudio e Piazzale Tecchio dell'Università di Napoli Federico II nonché attrattori significativi quali la Mostra d'Oltremare, lo stadio Maradona e il Centro Polifunzionale di Soccavo; inoltre, la nuova rete ciclabile promuove l'intermodalità bici-ferro, collegando le stazioni della Metropolitana di Napoli Campi Flegrei (linea 2), Cavalleggeri d'Aosta (linea 2) Piazza Leopardi (linea 2), Mostra (linea 6) e Monte Sant'Angelo (linea 7) e le stazioni Mostra della Cumana e Soccavo della Circumflegrea.

Referenze

- [1] MIMS e CSSPP, 2021, "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)"
- [2] European Commission, 2019, "Handbook on the external costs of transport - Version 2019 – 1.1", <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/9781f65f-8448-11ea-bf12-01aa75ed71a1>
- [3] Governo Italiano, Presidenza del Consiglio dei Ministri [https](https://italiadomani.gov.it/Interventi/dnsh.html), "Il principio DNSH (Do No Significant Harm) nel PNRR", //italiadomani.gov.it/Interventi/dnsh.html

Appendice A

Study Report – Carbon Footprint

Doc. No. 02_R13_P0024384-1-H15 Rev.0 – Novembre 2022

STUDY REPORT – CARBON FOOTPRINT

11.1 INTRODUZIONE

Con Determina Dirigenziale n. K1079_301220_003 del 30 dicembre 2020 veniva affidato il Servizio di Progettazione di Fattibilità Tecnico-Economica relativo all'intervento di "Estensione della rete ciclabile cittadina: ambito Nord-Occidentale" del Comune di Napoli, a valere sulle risorse stanziare nell'ambito del Fondo per la progettazione di fattibilità delle infrastrutture e degli insediamenti prioritari per lo sviluppo del Paese, nonché per la project review delle infrastrutture già finanziate di cui al decreto n. 16578/2019 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

La rete ciclabile di progetto si sviluppa nei quartieri Soccavo e Fuorigrotta, attraversando viale Traiano, via Adriano, via Servio Tullio, via Antonino Pio, via Cassiodoro, via Terracina, via Mario Gigante, via Claudio, Piazzale Tecchio, viale John Fitzgerald Kennedy, via Giulio Cesare e Piazza leopardi. La rete è costituita da piste ciclabili in sede propria, piste ciclabili in corsia riservata, in parte in carreggiata e in parte sul marciapiede, e corsie ciclabili.

Il presente studio (nel seguito denominato "Study Report"), parte integrante della documentazione di analisi della sostenibilità prevista dalle "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" redatte dal Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili, è mirato a determinare la carbon footprint dell'opera.

L'obiettivo del presente studio è di quantificare e comunicare il livello di sostenibilità ambientale dell'opera secondo quanto previsto dalla norma ISO/TS 14067.

11.2 ORGANIZZAZIONE DEL DOCUMENTO

Lo Study Report è articolato in quattro sezioni principali, nel seguito elencate:

- ✓ scopo e campo di applicazione;
- ✓ inventario;
- ✓ analisi degli impatti;
- ✓ interpretazione dei risultati.

A queste si aggiunge la sezione "principali riferimenti" che chiude il documento.

11.3 OGGETTO DELLO STUDIO

Il presente CFP Study Report analizza le emissioni di CO₂eq associate alle opere incluse nel progetto "Estensione della rete ciclabile cittadina: ambito Nord-Occidentale" del Comune di Napoli.

I riferimenti metodologici utilizzati sono quelli definiti nella ISO/TS 14067.

11.4 NOME E DESCRIZIONE DEL PRODOTTO

Oggetto della CFP sono le opere incluse nel progetto di "Estensione della rete ciclabile cittadina: ambito Nord-Occidentale" del Comune di Napoli.

11.5 TIPO E FORMATO DI CARBON FOOTPRINT

Il presente studio si riferisce a tutto il ciclo di vita delle opere, secondo l'approccio "cradle to grave" ("dalla culla alla tomba"), partendo dalla produzione delle materie prime, fino alla fase operativa delle opere ed allo smaltimento dei rifiuti generati nel ciclo di vita. La CFP è dunque di tipo "full" secondo la ISO/TS 14067 ed i calcoli per la sua esecuzione sono stati effettuati tramite software specialistico Sphera GaBi v.10.6.1 integrato con database Ecoinvent 3.8, per cui RINA possiede regolare licenza.

11.6 UNITÀ FUNZIONALE DEL SISTEMA PRODOTTO

L'unità funzionale dichiarata è costituita dalle opere nella loro interezza, quindi la nuova pista ciclopedonale con tutte le opere propedeutiche ed accessorie quali demolizioni e smaltimento rifiuti generati.

11.7 PCR – PRODUCT CATEGORY RULES

In assenza di una Product Category Rule specifica per le piste ciclabili, per la presente analisi è stata presa a riferimento la Product Category Rule "Highways, Streets and Roads, 2013:20, version 2.1.2", che si riferisce ad opere ritenute affini a quelle di progetto.

11.8 CONFINI DEL SISTEMA

I confini del sistema utilizzati nel presente studio sono stati quelli definiti dalla PCR di riferimento, come delineati in Figura 1.1, con l'esclusione dei processi della fase di "end-of-life" delle opere, non essendo prevedibile, nell'arco del ciclo di vita, uno smantellamento delle opere stesse.

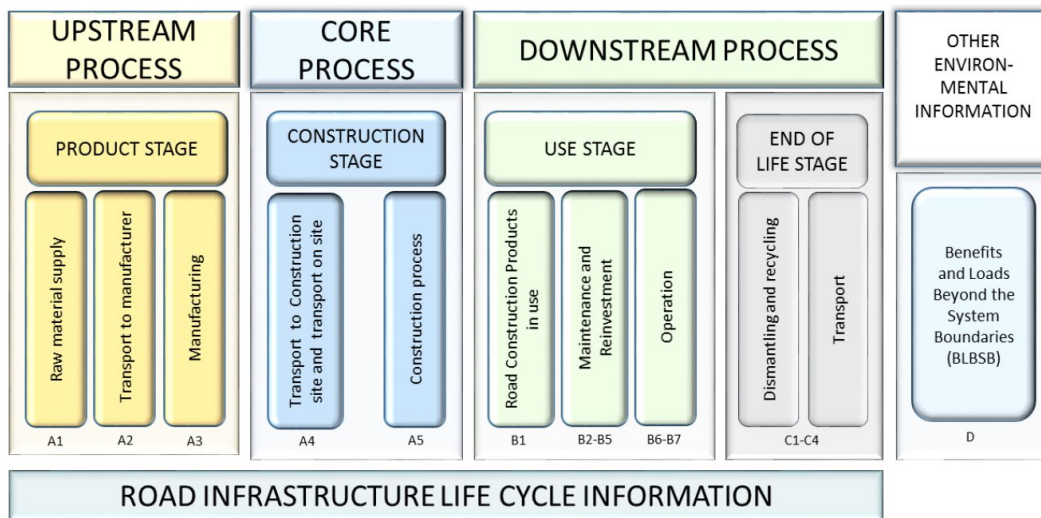


Figura 1.1: Confini del Sistema secondo la PCR "Highways, Streets and Roads"

I processi considerati all'interno dello studio sono stati organizzati in 3 fasi:

- ✓ Processi Upstream: produzione dei materiali necessari alla realizzazione delle opere, inclusa l'estrazione delle materie prime, il consumo energetico e tutti gli impatti ambientali legati alla trasformazione nella forma richiesta dai processi di costruzione;
- ✓ Processi Operativi: trasporto dei materiali necessari alla realizzazione delle opere dal sito produttivo a quello di progetto (distanza stimata in 50 km per tutti i materiali), consumi energetici per la realizzazione delle opere, smaltimento dei rifiuti generati nelle attività in sito;
- ✓ Processi Downstream: utilizzo di materiali e fonti energetiche nella fase d'uso dell'infrastruttura, ovvero per le attività di manutenzione delle opere, incluso lo smaltimento dei rifiuti generati nelle attività di manutenzione.

I confini geografici includono l'Italia come Paese di produzione delle materie prime, di costruzione dell'opera e di smaltimento rifiuti.

Dal momento che l'analisi è effettuata sui dati preliminari disponibili prima della realizzazione dell'opera, non risulta rilevante la scelta del periodo di riferimento per il calcolo della CFP.

11.9 DESCRIZIONE DEI DATI

Per lo studio della CFP si sono utilizzati dati specifici (primari) tratti dai documenti progettuali disponibili allo stato attuale, principalmente computo metrico preliminare e relazione tecnica generale, relativi a:

- ✓ produzione di rifiuti da attività di demolizione;
- ✓ utilizzo di materiali costruttivi (cemento, asfalto, acciaio, ecc.);
- ✓ utilizzo di combustibile da parte dei mezzi operativi;
- ✓ utilizzo di materiali nella manutenzione dell'opera durante il loro ciclo di vita (assunto pari a 50 anni).

Per i processi relativi alla produzione delle materie prime, all'utilizzo di combustibile da parte dei mezzi operativi ed allo smaltimento dei rifiuti si è fatto riferimento a dati secondari di letteratura, inseriti all'interno di processi GaBi già esistenti o creati ex novo. Nella scelta dei processi esistenti nel software Sphera GaBi e nella creazione di processi ex novo si è tenuto conto anche dei criteri di rappresentatività tecnologica.

Il metodo utilizzato per la valutazione della CFP è il CML 2001 (vers. Jan 2016) e l'indicatore considerato è il GWP100.

I dati sono stati raccolti ed elaborati secondo criteri di rilevanza, completezza, consistenza, coerenza, accuratezza e trasparenza così come richiesto dalla ISO/TS 14067.

In Tabella 1.1 sono riportati i dati di input utilizzati nella determinazione della CFP unitamente ad un'analisi della loro qualità.

Tabella 1.1: Dati Utilizzati nella CFP e Relativa Qualità

Fase	Dato	"Foreground" Data		Qualità dei Dati	
		Valore	u.m.	"Foreground" Data	"Background" Data
demolizioni	diesel	216.691	MJ	Primario (stimato)	Ecoinvent
	materiale a smaltimento	6.432	t	Primario	Ecoinvent
realizzazione opere	diesel	76.032	MJ	Primario (stimato)	Ecoinvent
	calcestruzzo	9.460,8	t	Primario	Ecoinvent
	asfalto	1.518,4	t	Primario	Ecoinvent
	Acciaio	49,5	t	Primario	Ecoinvent
manutenzione opere	diesel	304.128	MJ	Primario (stimato)	Ecoinvent
	asfalto	6.073.6	t	Primario	Ecoinvent
	materiale a smaltimento	6.073.6	t	Primario	Ecoinvent

Si evidenzia che non è stato necessario utilizzare dati "altri generici", essendo disponibili nel database Ecoinvent dati secondari (o "generici selezionati") per tutti i flussi di materia ed energia inclusi nell'analisi.

Nella scelta dei dati secondari dal database Ecoinvent si sono considerati processi con caratteristiche di precisione, completezza e rappresentatività sufficiente in termini tecnologici, temporali (anno di riferimento recente e significativo), geografici e di copertura dei flussi che apportano un contributo significativo agli impatti.

11.10 VALIDAZIONE DEI DATI

La validazione dei dati utilizzati nella CFP è stata effettuata all'interno del software GaBi tramite bilanci di massa e di energia su ogni singolo processo.

11.11 CRITERI DI CUT-OFF

Nel presente studio è stato applicato il criterio di cut-off ammesso dalla PCR di riferimento, che permette di effettuare un cut-off inferiore all'1% dei materiali, escludendo dall'analisi l'utilizzo di vernici per la segnaletica orizzontale e di acciaio e altri metalli per la segnaletica verticale.

11.12 CRITERI DI ALLOCAZIONE

Nel calcolo della CFP non è stato necessario adottare criteri di allocazione (in massa, energia o valore economico) dal momento che non sono presenti nel ciclo di vita processi multi-output.

11.13 IPOTESI SULL'ENERGIA ELETTRICA

Nel calcolo della CFP non è stato necessario effettuare ipotesi relative ai fattori di emissione dell'energia elettrica, essendo le attività di demolizione e costruzione effettuate esclusivamente con l'utilizzo di macchine operative alimentate a gasolio, o in subordine tramite apparecchiature elettriche alimentate da energia elettrica prodotta da generatori mobili alimentati a gasolio.

Se applicabile, i fattori di emissione dell'energia elettrica sarebbero comunque stati scelti in funzione del territorio in cui avvengono i processi di demolizione e costruzione, dunque quelli relativi alla rete italiana, coerenti con il dataset "electricity production, mix IT" di Ecoinvent.

11.14 ESCLUSIONE DI RESPONSABILITÀ SULLE RILEVANTI LIMITAZIONI DEI VARI USI POTENZIALI, IN ACCORDO CON L'ALLEGATO B DELLA ISO 14067

La carbon footprint è la somma delle emissioni e rimozioni di gas serra di un sistema prodotto, espressa in CO₂ equivalente, relative all'estrazione delle materie prime, alla produzione, all'uso ed al fine vita del prodotto. La CFP è un singolo indicatore e non può rappresentare da solo l'impatto ambientale complessivo di un prodotto. Inoltre, la CFP non valuta gli altri potenziali impatti sociali ed economici.

La CFP si basa su di uno studio di Life Cycle Assessment (LCA), un metodo standardizzato a livello internazionale con le norme ISO 14040 e ISO 14044. I vincoli e le scelte richieste dall'applicazione della metodologia possono influenzare i risultati e pertanto la valutazione deve essere accurata e completa.

Si evidenzia inoltre che la presente CFP è calcolata a partire dai dati preliminari disponibili prima della realizzazione dell'opera e che i risultati potrebbero variare in maniera anche significativa in caso di discrepanze rilevanti nell'utilizzo di materiali e fonti energetiche e nella produzione di rifiuti nei processi reali di demolizione e costruzione rispetto a quanto valutato preliminarmente.

12 INVENTARIO

La validazione dei dati utilizzati nella presente analisi è stata effettuata autonomamente utilizzando informazioni acquisite direttamente e realizzando un confronto con dati di letteratura.

I processi di riferimento sono i seguenti e fanno tutti riferimento, tranne i primi cinque che sono stati costruiti ex novo sulla base di dati primari, ad Ecoinvent v3.8 (Wernet et al. 2016, updated in 2021):

- ✓ demolizioni;
- ✓ realizzazione nuove opere;
- ✓ manutenzione nuove opere;
- ✓ produzione acciaio ("steel product manufacturing, average metal working");
- ✓ produzione cemento ("concrete, normal, at plant");
- ✓ produzione asfalto ("mastic asphalt, at plant");
- ✓ utilizzo gasolio in macchine operative ("diesel, burned in building machine");
- ✓ produzione gasolio per utilizzo in veicoli ("diesel, low-sulphur, at regional storage");
- ✓ trasporto tramite camion ("truck-trailer, up to 28 t gross weight");
- ✓ smaltimento rifiuti ("disposal, inert waste, 5% water, to inert material landfill").

Il diagramma a blocchi che include tali processi, realizzato su software Sphera GaBi, è mostrato in Figura 2.1.

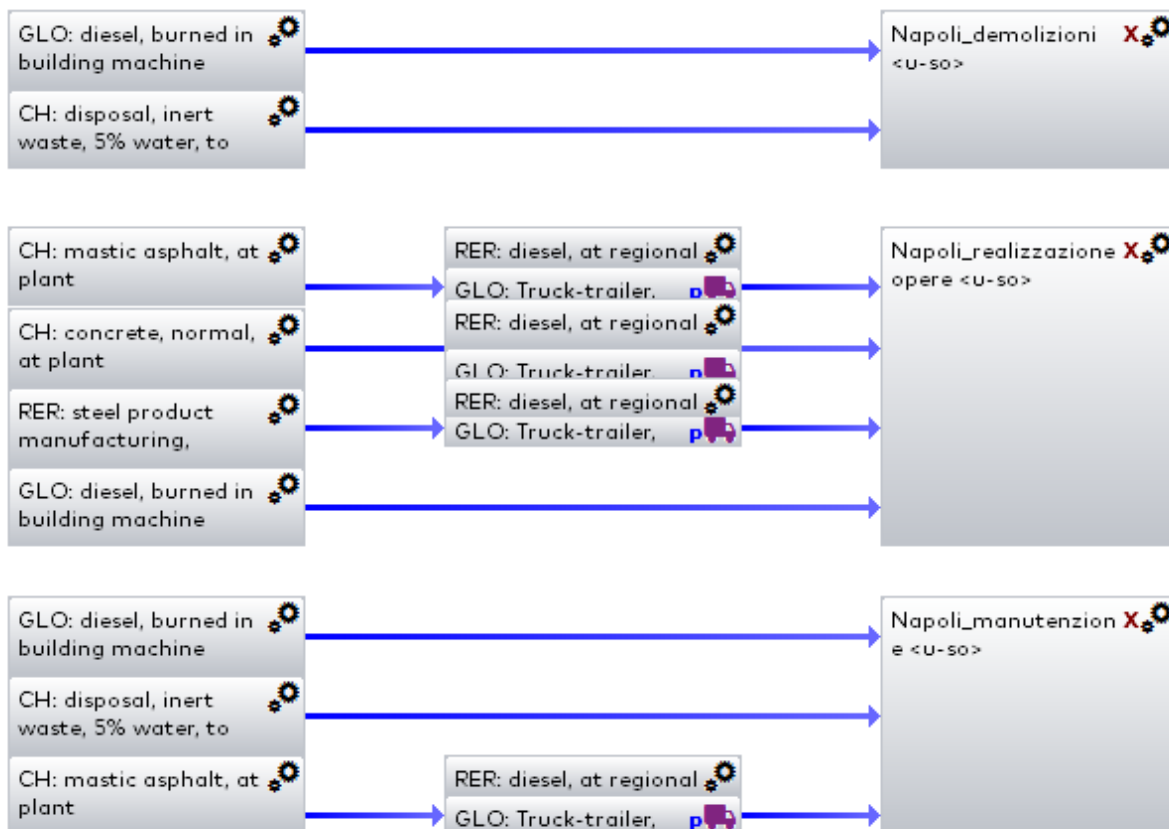


Figura 2.1: Diagramma a Blocchi dei Processi Realizzato su Software Sphera GaBi

13 ANALISI DEGLI IMPATTI

Per la valutazione degli impatti delle sostanze emesse è stato utilizzato l'indicatore GWP100 del metodo CML 2001 (vers. Jan.2016); i risultati sono descritti nei paragrafi seguenti.

13.1 EMISSIONI E RIMOZIONI DI GHG

Si riportano in Tabella 3.1 i valori di CO₂eq per tutte le sostanze considerate. Tutte le sostanze costituiscono emissioni GHG fossili, ad eccezione di una parte delle emissioni che hanno origine biogenica. Tutti i valori riportati in Tabella 3.1 sono calcolati tramite software Sphera Gabi e riferiti all'unità funzionale selezionata, ovvero le opere nella loro interezza.

Tabella 3.1: Emissioni di GHG per Tutte le Sostanze Considerate, in kg CO₂eq

Sostanza	Valore	Unità di Misura
Carbon dioxide	3.084.554	kgCO ₂ eq
Carbon dioxide (biotic)	95.230	kgCO ₂ eq
Methane	185.720	kgCO ₂ eq
Methane (biotic)	725	kgCO ₂ eq
Nitrous oxide	8.698	kgCO ₂ eq
Sulphur hexafluoride	877	kgCO ₂ eq
Carbon tetrachloride (tetrachloromethane)	1	kgCO ₂ eq
Halon (1211)	3	kgCO ₂ eq
Halon (1301)	373	kgCO ₂ eq
R 114 (dichlorotetrafluoroethane)	61	kgCO ₂ eq
R 116 (hexafluoroethane)	110	kgCO ₂ eq
R 12 (dichlorodifluoromethane)	10	kgCO ₂ eq
R 134a (tetrafluoroethane)	387	kgCO ₂ eq
R 22 (chlorodifluoromethane)	12	kgCO ₂ eq
Tetrafluoromethane	584	kgCO ₂ eq
TOTALE	3.323.793	kgCO₂eq

13.2 EMISSIONI E RIMOZIONI DI GHG DA CO₂ FOSSILE

Si riportano in Tabella 3.2 i valori relativi alla quantità fisica delle sostanze fossili ed in Tabella 3.3 i dati relativi alla quantità di CO₂eq fossile. Tutti i valori riportati in Tabella 3.2 ed in Tabella 3.3 sono calcolati tramite software Sphera GaBi e riferiti all'unità funzionale selezionata, ovvero le opere nella loro interezza

Tabella 3.2: Emissioni Fossili di GHG per Tutte le Sostanze Considerate, in kg

Sostanza	Valore	Unità di Misura
Carbon dioxide	3.084.554	kg
Methane	185.720	kg
Nitrous oxide	32,8	kg
Sulphur hexafluoride	0,03	kg
Carbon tetrachloride (tetrachloromethane)	0,0007	kg
Halon (1211)	0,0015	kg
Halon (1301)	0,0592	kg
R 114 (dichlorotetrafluoroethane)	0,0071	kg
R 116 (hexafluoroethane)	0,0143	kg
R 12 (dichlorodifluoromethane)	0,0010	kg
R 134a (tetrafluoroethane)	0,2980	kg
R 22 (chlorodifluoromethane)	0,0066	kg
Tetrafluoromethane	0,3376	kg

Tabella 3.3: Emissioni Fossili di GHG per Tutte le Sostanze Considerate, in kg CO₂eq

Sostanza	Valore	Unità di Misura
Carbon dioxide	3.084.554	kgCO ₂ eq
Methane	185.720	kgCO ₂ eq
Nitrous oxide	8.698	kgCO ₂ eq
Sulphur hexafluoride	877	kgCO ₂ eq
Carbon tetrachloride (tetrachloromethane)	1	kgCO ₂ eq
Halon (1211)	3	kgCO ₂ eq
Halon (1301)	373	kgCO ₂ eq
R 114 (dichlorotetrafluoroethane)	61	kgCO ₂ eq
R 116 (hexafluoroethane)	110	kgCO ₂ eq
R 12 (dichlorodifluoromethane)	10	kgCO ₂ eq
R 134a (tetrafluoroethane)	387	kgCO ₂ eq
R 22 (chlorodifluoromethane)	12	kgCO ₂ eq
Tetrafluoromethane	584	kgCO ₂ eq
TOTALE	3.228.198	kgCO₂eq

13.3 EMISSIONI E RIMOZIONI DI GHG DA CO₂ BIOGENICA

Oltre alla CO₂eq che deriva da combustibili fossili (quali carbone, petrolio e gas), è stata considerata anche la CO₂eq di origine biogenica.

Si riportano in Tabella 3.4 i valori relativi alla quantità fisica delle sostanze biogeniche ed in Tabella 3.5 quelli relativi alla quantità di CO₂eq biogenica. Tutti i valori riportati in Tabella 3.4 e Tabella 3.5 sono calcolati tramite software Sphera GaBi e riferiti all'unità funzionale selezionata, ovvero le opere nella loro interezza

Tabella 3.4: Emissioni Biogeniche di GHG per Tutte le Sostanze Considerate, in kg

Sostanza	Valore	Unità di Misura
Carbon dioxide (biotic)	95.230	kg
Methane (biotic)	26	kg

Tabella 3.5: Emissioni Biogeniche di GHG per Tutte le Sostanze Considerate, in kg CO₂eq

Sostanza	Valore	Unità di Misura
Carbon dioxide (biotic)	95,230	kg CO ₂ eq
Methane (biotic)	725	kg CO ₂ eq
TOTALE EMISSIONI	95,955	kg CO₂ eq

13.4 EMISSIONI E RIMOZIONI DI GHG DA DLUC, SOIL CARBON CHANGE E CARBON STORAGE

Le emissioni di GHG associate al Direct Land Use Change non sono stimabili nel calcolo della carbon footprint in quanto si assume che non siano avvenute variazioni nell'uso del suolo negli ultimi 20 anni. Analogamente, non si include una valutazione del soil carbon change in quanto non si stimano variazioni sistematiche di materia organica nel terreno.

Infine, non è presente neppure carbon storage nel prodotto con durata superiore a dieci anni.

13.5 EMISSIONI DI GHG DA TRASPORTO AEREO

Non risultano emissioni di GHG associate al trasporto aereo, dal momento che la produzione di tutti i materiali utilizzati e lo smaltimento di tutti i rifiuti generati avviene ad una distanza dal sito di realizzazione delle opere tale da non rendere necessari trasporti aerei.

13.6 EMISSIONI E RIMOZIONI DI GHG COLLEGATE ALLE FASI DEL CICLO DI VITA IN CUI AVVENGONO, INCLUSO IL CONTRIBUTO RELATIVO ED ASSOLUTO DI CIASCUNA FASE DEL CICLO DI VITA

Le diverse fasi del ciclo di vita contribuiscono alle emissioni complessive secondo quanto riportato in Tabella 3.6. Tutti i valori riportati in Tabella 3.6 sono riferiti all'unità funzionale selezionata, ovvero le opere nella loro interezza.

Tabella 3.6: Ripartizione delle Emissioni totali (fossili e biogeniche) di GHG tra le Fasi del Ciclo di Vita

	Contributo assoluto (kg CO ₂ eq)	Contributo relativo (%)
Demolizioni e smaltimento materiali	71.300	2,1%
Lavori costruzione nuove opere	1.786.456	53,7%
Manutenzione opere	1.466.036	44,1%
TOTALE	3.323.793	100,0%

14 INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

Il grafico di Figura 4.1 mostra la ripartizione degli impatti tra i diversi processi del ciclo di vita del prodotto. Si nota che il maggior impatto è fornito dalla costruzione della nuova rete ciclabile con un'incidenza del 53,7% sul totale, seguita dalla manutenzione delle opere nell'arco dei 50 anni considerati (44,1%) e dalle opere di demolizione (2,1%).

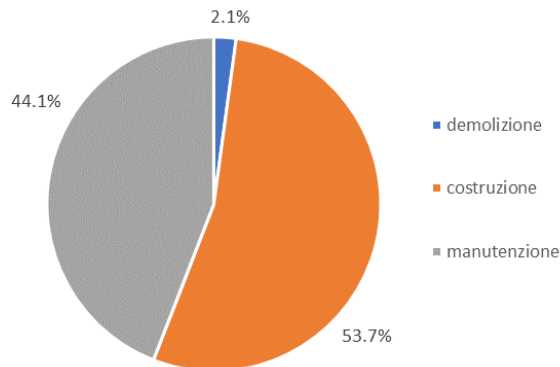


Figura 4.1: Ripartizione delle Emissioni di GHG tra i Processi del Ciclo di Vita

Seguendo la ripartizione richiesta dalla PCR tra processi upstream, operativi e downstream, si può notare nel grafico di Figura 4.2 che la fase caratterizzata dagli impatti più rilevanti è quella upstream (89,3%), mentre la fase core incide per il 6,4% e quella downstream per il 4,3% sul totale.

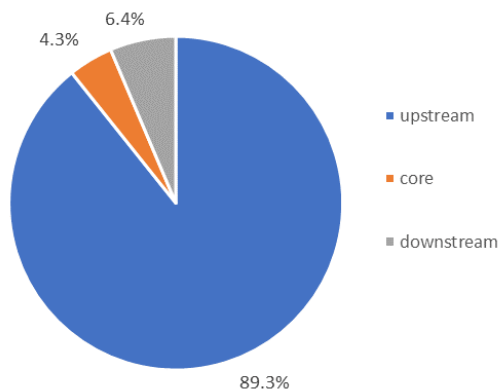


Figura 4.2: Ripartizione delle Emissioni di GHG tra le Fasi del Ciclo di Vita

Infine, il grafico di Figura 4.3 mostra la ripartizione degli impatti tra i macro-processi del ciclo di vita: si nota che quello caratterizzato dagli impatti più rilevanti è la produzione dell'asfalto (48,5%), seguito dalla produzione del cemento (37,9%). Tutti gli altri macro-processi sono caratterizzati da impatti inferiori, quali quelli del trasporto dei materiali in sito (6,4%), della produzione dell'acciaio (2,8%), dello smaltimento dei rifiuti (2,7%) e dell'utilizzo di combustibile nelle macchine di costruzione (1,8%).

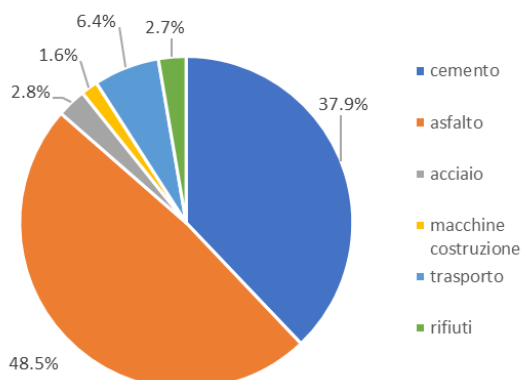


Figura 4.3: Ripartizione delle Emissioni di GHG per Utilizzo di Materia/Energia

14.1 ANALISI DELL'INCERTEZZA

L'analisi di incertezza dei parametri è stata condotta utilizzando l'approccio di matrice pedigree basato sull'indice di qualità dei dati. I risultati della valutazione di incertezza sono stati ottenuti utilizzando i fogli di lavoro del GHG Protocol Uncertainty Tool per le emissioni misurate indirettamente. Le incertezze cumulative dell'inventario dei gas serra per le opere oggetto di analisi sono presentate come barre d'errore in Figura 4.4. e come Geometrical Standard Deviation (GSD) in Tabella 4.1.

Tabella 4.1: GSD sulla CFP

Opere Sant'Olcese	
GSD	1.163

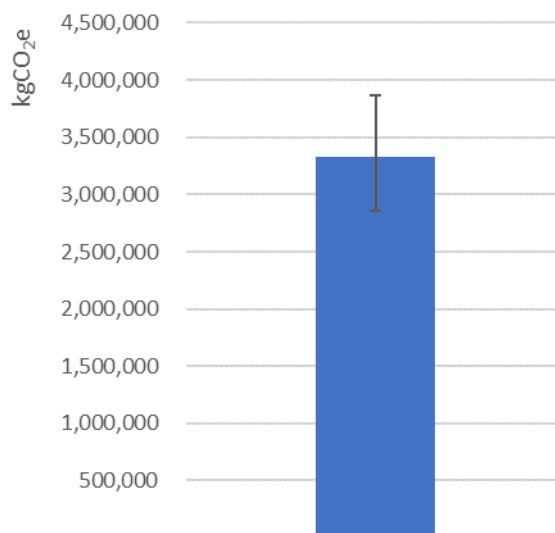


Figura 4.4: CFP con Barre d'Errore

14.2 ANALISI DI COMPLETEZZA, CONSISTENZA E SENSITIVITÀ

La CFP ha preso in considerazione tutte le emissioni e rimozioni di GHG che apportino un contributo significativo all'interno dei confini del sistema studiato, perciò risulta rispettare i principi di completezza rispetto ai requisiti della ISO/TS 14067. Analogamente, i metodi, le ipotesi ed i dati utilizzati sono trattati in tutta la CFP in maniera coerente con l'obiettivo ed il campo di applicazione dello studio, come richiesto dalla PCR di riferimento in accordo con la ISO/TS 14067.

14.3 RACCOMANDAZIONI PER IL MIGLIORAMENTO FUTURO

Sulla base dei risultati della fase di interpretazione dello studio della CFP si possono delineare le seguenti raccomandazioni per il miglioramento dell'analisi in una eventuale futura revisione dello studio a valle della realizzazione dell'opera:

- ✓ miglioramento della qualità dei dati relativi all'utilizzo di materiali tramite raccolta di dati specifici reali dal computo metrico definitivo o dalla contabilità di cantiere;
- ✓ miglioramento della qualità dei dati relativi ai consumi di combustibile delle macchine operatrici utilizzate in cantiere tramite monitoraggio dei loro rifornimenti di gasolio;
- ✓ miglioramento della qualità dei dati relativi ai trasporti effettuati tra i siti di produzione dei materiali ed il sito di cantiere e tra il sito di cantiere e quello di smaltimento dei rifiuti tramite monitoraggio dei documenti di trasporto per la quantificazione sia delle esatte percorrenze, sia delle quantità effettivamente trasportate.

Per quanto riguarda invece le opportunità di miglioramento in termini di riduzione della CFP, le principali raccomandazioni sono le seguenti:

- ✓ selezione di materiali costruttivi (acciaio, cemento, asfalto) caratterizzati da prestazioni ambientali particolarmente favorevoli, certificate da parte terza secondo riconosciuti protocolli di sostenibilità;
- ✓ selezione di macchine operatrici caratterizzate da più elevata efficienza e dunque da un consumo orario di combustibile minore a parità di effetto utile, e conseguentemente da minori emissioni;
- ✓ selezione – compatibilmente con gli altri criteri di scelta e con le procedure di gara – dei fornitori di materiali più vicini al sito di costruzione in modo da limitare le emissioni correlate al trasporto dei materiali dal sito produttivo al cantiere;
- ✓ valutazione – compatibilmente con i vincoli legislativi esistenti – della possibilità di riutilizzo in sito dei materiali generati nella demolizione degli edifici e delle infrastrutture esistenti.

15 PRINCIPALI RIFERIMENTI

PCR "UN CPC 53211 Highways Streets and Roads, 2013:20 version 2.1.2"

ISO/TS 14067, "Greenhouse Gases – Carbon Footprint of Products – Requirements and Guidelines for Quantification and Communication"

ISO 14040, "Environmental Management – Life Cycle Assessment – Principles and Framework"

ISO 14044, "Environmental Management – Life Cycle Assessment – Requirements and Guidelines"

Sphera, "Gabi: Software and Database Contents for Life Cycle Engineering"

GHG Protocol "Quantitative Inventory Uncertainty"

Wernet, G., Bauer, C., Steubing, B., Reinhard, J., Moreno-Ruiz, E., and Weidema, B., 2016. The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology. The International Journal of Life Cycle Assessment, [online] 21(9), pp.1218–1230. Available at: <http://link.springer.com/10.1007/s11367-016-1087-8>



RINA Consulting S.p.A. | Società soggetta a direzione e coordinamento amministrativo e finanziario del socio unico RINA S.p.A.
Via Cecchi, 6 - 16129 GENOVA | P. +39 010 31961 | rinaconsulting@rina.org | www.rina.org
C.F./P. IVA/R.I. Genova N. 03476550102 | Cap. Soc. € 20.000.000,00 i.v.