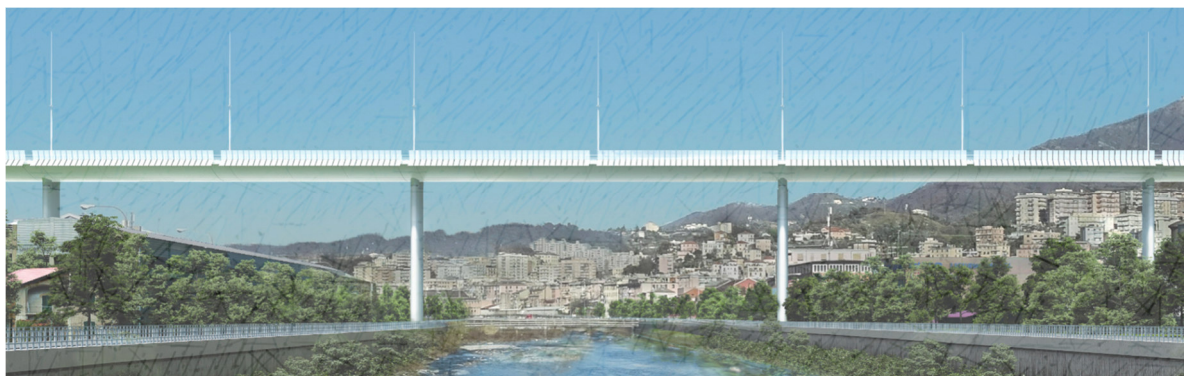


COD. DOC. NG12	LOTTO 00	FASE ENTE E 34	DOCUMENTO RG MD.00.00.001	REV. B	FOGLIO 1 di 24
-------------------	-------------	-------------------	------------------------------	-----------	-------------------

## **REPORT FINALE**

### **APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA DI CALCOLO DELL'IMPRONTA CLIMATICA AL PROGETTO ESECUTIVO DI II LIVELLO DEL VIADOTTO POLCEVERA IN GENOVA**



B	23/12/19	Emissione esecutiva	Innovazione e Sostenibilità (M. Montesi) (G. Salamanno)  Sistemi Qualità, Ambiente e Sicurezza (P. Bellini)	Innovazione e Sostenibilità (Caci)  Sistemi Qualità, Ambiente e Sicurezza (M. Severini)	Sistemi Qualità, Ambiente e Sicurezza (N. Antonias)	Direzione Strategie, Innovazione e Sistemi (F. Santini)
A	05/12/2019					
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE	AUTORIZZAZIONE

REPORT IMPRONTA CLIMATICA					
VIADOTTO POLCEVERA					
COD. DOC. NG12	LOTTO 00	FASE ENTE E 34	DOCUMENTO RG MD.00.00.001	REV. B	FOGLIO 2 di 24

## INDICE

<b>I</b>	<b>SEZIONE – SCOPO, DOCUMENTI CORRELATI, ACRONIMI, TERMINI E DEFINIZIONI.....</b>	<b>3</b>
I.1	SCOPO DEL REPORT .....	3
I.2	CAMPO DI APPLICAZIONE.....	3
I.3	DOCUMENTI CORRELATI .....	3
I.4	ACRONIMI .....	4
I.5	TERMINI E DEFINIZIONI.....	5
<b>II</b>	<b>SEZIONE – L'ORGANIZZAZIONE .....</b>	<b>6</b>
II.1	LE POLITICHE E STRATEGIE RELATIVE AL CONTENIMENTO DELLE EMISSIONI DI GHG ..6	
II.2	L'ORGANIZZAZIONE.....	6
II.3	LE RESPONSABILITÀ .....	6
<b>III</b>	<b>SEZIONE – DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA.....</b>	<b>7</b>
III.1	PERIODO DI TEMPO COPERTO DAL RAPPORTO .....	7
III.2	PERIMETRO DELL'APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA.....	7
III.3	ANALISI DELLE FONTI DI EMISSIONE .....	8
III.4	DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA DI QUANTIFICAZIONE .....	8
III.5	ACCURATEZZA DELLA MISURA.....	9
III.6	AGGREGAZIONE DELLE MISURE DELLE EMISSIONI (INVENTARI) .....	9
III.7	DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ ALLA NORMA UNI ISO 14064-1 .....	9
<b>IV</b>	<b>SEZIONE - LA DESCRIZIONE DEL PROGETTO .....</b>	<b>10</b>
IV.1	I SOGGETTI COINVOLTI .....	10
IV.2	L'INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....	10
IV.3	CARATTERISTICHE DEL PROGETTO .....	11
IV.4	IL VIADOTTO .....	11
IV.5	GEOTECNICA E FONDAZIONI.....	13
<b>V</b>	<b>SEZIONE – APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA.....</b>	<b>14</b>
V.1	ATTIVITA' PREVISTE PER IL CALCOLO DELL'IMPRONTA CLIMATICA.....	14
V.2	I FATTORI DI EMISSIONE DI CO <sub>2</sub> EQ.....	14
V.3	DEFINIZIONE DEI MATERIALI (CAT. 1) .....	15
V.4	IPOTESI PER IL TRASPORTO DEI MATERIALI (CAT. 2) .....	15
<b>VI</b>	<b>SEZIONE – RISULTATI ORIGINATI DAL CALCOLO .....</b>	<b>18</b>
VI.1	INVENTARIO N.1: EMISSIONI DIRETTE, INDIRETTE E ALTRE INDIRETTE.....	18
VI.2	INVENTARIO N.2: EMISSIONI PER CATEGORIA .....	19
VI.3	INVENTARIO N.3: EMISSIONI SUDDIVISE PER "MATERIALE" .....	20
VI.4	INVENTARIO N.4: EMISSIONI SUDDIVISE PER PARTI D'OPERA.....	21
VI.5	INVENTARIO N.5 : EMISSIONI RISPARMIATE .....	22
<b>VII</b>	<b>SEZIONE - CONCLUSIONI .....</b>	<b>23</b>
<b>VIII</b>	<b>SEZIONE – CORRELAZIONE DEL PRESENTE REPORT CON LA NORMA UNI ISO 14064-1 ..</b>	<b>24</b>

## I SEZIONE – SCOPO, DOCUMENTI CORRELATI, ACRONIMI, TERMINI E DEFINIZIONI

### I.1 SCOPO DEL REPORT

Lo scopo del Report è quello di descrivere l'applicazione della metodologia per la quantificazione e la rendicontazione delle emissioni di gas ad effetto serra generate dalle attività di progettazione e realizzazione, fino alla messa in servizio ed alla consegna al Committente, relative al progetto in esame.

### I.2 CAMPO DI APPLICAZIONE

Il campo di applicazione è costituito dalle attività necessarie per la realizzazione della struttura del "Viadotto Polcevera" in Genova, come indicato nel par. III.2 "Perimetro della metodologia". Tali attività sono state dedotte dal **Progetto Esecutivo di II livello per la ricostruzione e il ripristino strutturale e funzionale del Viadotto Polcevera in Genova**, redatto da ITF.

Comm./Sottocomm.:	NG15.1E01
Codice Documentale:	NG12
Committente:	PERGENOVA S.C.p.A
Tipo di progetto:	Progetto Esecutivo di II livello

### I.3 DOCUMENTI CORRELATI

#### I.3.1 Documenti di origine interna relativi al Sistema di Gestione aziendale

Titolo documento		codifica
1.	Politica della Qualità, dell'Ambiente e della Salute e Sicurezza dei lavoratori	PPA.0000786
2.	Manuale del Sistema di Gestione Integrato Qualità, Ambiente, Salute e Sicurezza	PPA.0000167
3.	Procedura per il controllo e la gestione della documentazione	PPA.0000238
4.	Procedura per la gestione della formazione delle risorse umane	PPA.0000019
5.	Procedura per la gestione degli audit interni ed esterni	PPA.0000110
6.	Procedura per la Gestione delle Azioni Correttive e Preventive	PPA.0000096
7.	Procedura per la gestione delle Non Conformità interne	PPA.0000102

#### I.3.2 Documenti di origine interna relativi al calcolo dell'impronta climatica

N°	Titolo documento	codifica	rev.
1.	Specifica Tecnica "L'impronta climatica nelle attività di progettazione e costruzione delle infrastrutture ferroviarie - metodologia per la misura delle emissioni di gas serra"	PPA.0000867	G
2.	All. 1 alla PPA.0000867 – Registro Progetti	PPA.0001500	A
3.	All.2 alla PPA.0000867 – Schema Rapporto di Sintesi	PPA.0001501	B

## REPORT IMPRONTA CLIMATICA

VIADOTTO POLCEVERA

COD. DOC. NG12	LOTTO 00	FASE ENTE E 34	DOCUMENTO RG MD.00.00.001	REV. B	FOGLIO 4 di 24
-------------------	-------------	-------------------	------------------------------	-----------	-------------------

4.	Istruzione per la gestione e il backup dei dati per il calcolo dell'impronta climatica	PPA.0001204	C
----	--	-------------	---

### 1.3.3 Documenti prodotti per l'applicazione della metodologia al P.E. di II livello "Viadotto Polcevera"

N°	Titolo documento	codifica	rev.
1.	Fattori di emissione "Primari" e "Secondari" utilizzati per il calcolo	NG1200E34LSMD0000.001	B
2.	OO.CC. - Sommario delle voci di tariffa	NG1200E34SDMD0000.001	B
3.	OO.CC. - Calcolo delle emissioni di Gas Serra	NG1200E34SDMD0000.002	B

### 1.3.4 Documenti di origine esterna

Rif.	Ente	Titolo documento	anno
1.	International Organization for Standardization (ISO)	Norma UNI EN ISO 9001 Sistemi di gestione per la qualità - Requisiti	2015
2.	International Organization for Standardization (ISO)	Norma UNI ISO 14064-1 "Gas ad effetto serra P.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"	2012
3.	ANAS	Listino prezzi ANAS 2018 (NC-MS.2018 - Rev.0)	2018

### 1.3.5 Principali elaborati progettuali presi a riferimento

Rif.	Titolo elaborato	codifica
1.	Elenco elaborati	NG1200E05LSMD0000C04B
2.	Relazione generale	NG1200E05RGMD0000C01D
3.	Gestione materiali di risulta e siti di approvvigionamento e smaltimento - Relazione Generale	NG1200E69RGIM0000C01F
4.	Gestione materiali di scavo in qualità di sottoprodotto ai sensi del D.P.R. 120/17 - Relazione Generale	NG1200E69RGCA0000C01E
5.	Computo metrico	NG1200E01CMMD0000C01C
6.	Elenco Voci Aggiuntive	NG1200E06TTMD0000C02B

## 1.4 ACRONIMI

- **GdL**: Gruppo di lavoro
- **GHG**: Greenhouse Gases (Gas ad effetto serra)
- **OO.CC.**: Opere Civili
- **P.E.**: Progetto Esecutivo
- **WBS**: Work Breakdown Structure
- **SQAS**: Sistemi Qualità, Ambiente e Sicurezza
- **IS**: Innovazione e Sostenibilità

COD. DOC. NG12	LOTTO 00	FASE ENTE E 34	DOCUMENTO RG MD.00.00.001	REV. B	FOGLIO 5 di 24
-------------------	-------------	-------------------	------------------------------	-----------	-------------------

## 1.5 TERMINI E DEFINIZIONI

- **asserzione relativa ai gas serra:** dichiarazione relativa alla misura dei GHG obiettiva e basata su fatti formulata da una parte Responsabile (Italferr)
- **sorgente di GHG:** unità fisica o processo che rilascia un GHG nell'atmosfera (UNI ISO 14064-1, def. n.2.2)
- **assorbitore di GHG:** unità fisica o processo che rimuove un GHG dall'atmosfera (UNI ISO 14064-1, def. n.2.3)
- **fattore di emissione di gas serra:** fattore che correla dati di attività ad emissioni di GHG (UNI ISO 14064-1, def. n.2.7)
- **inventario dei GHG:** elenco delle sorgenti (assorbitori) di GHG e misura delle emissioni (rimozioni) di GHG (parzialmente desunta dalla definizione n.2.14 della norma UNI ISO 14064-1).
- **emissione diretta di GHG:** emissione di GHG da sorgenti di gas serra di proprietà o da sorgenti direttamente o indirettamente controllate (desunta dalla def. n. 2.8 della norma UNI ISO 14064-1)
- **emissione indiretta di GHG da consumo energetico:** emissione di GHG derivante dalla produzione di elettricità, calore o vapore importati e consumati (UNI ISO 14064-1, def. n. 2.9)
- **altra emissione indiretta di GHG:** emissione di GHG, diversa dalle emissioni indirette da consumo energetico, come conseguenza delle attività operative scaturite da sorgenti di gas serra di soggetti terzi (parzialmente desunta dalla definizione n. 2.10 della norma UNI ISO 14064-1)
- **incertezza:** caratterizza la dispersione dei valori nell'intorno del dato che viene quantificato (parzialmente desunta dalla definizione n. 2.37 della norma UNI ISO 14064-1)
- **accuratezza:** indice percentuale di scostamento del valore misurato delle emissioni di GHG rispetto al valore reale
- **tCO<sub>2eq</sub>:** unità di misura che permette di pesare insieme emissioni di gas serra diversi con differenti effetti climalteranti. Ad esempio, una tonnellata di metano che ha un potenziale climalterante 21 volte superiore rispetto alla CO<sub>2</sub>, viene contabilizzata come 28 tonnellate di CO<sub>2</sub> equivalente. I potenziali climalteranti dei vari gas sono stati elaborati dall'*Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC). (Fonte: Ministero dell'Ambiente).
- **EPD:** Dichiarazione Ambientale di Prodotto (*Environmental Product Declaration* - EPD) è uno schema di certificazione volontaria, nato in Svezia ma di valenza internazionale, che rientra fra le politiche ambientali comunitarie. La EPD è sviluppata in applicazione della norma UNI EN ISO 14025:2010 ("Etichette e dichiarazioni ambientali - Dichiarazioni ambientali di Tipo III - Principi e procedure") e rappresenta uno strumento per comunicare informazioni oggettive, confrontabili e credibili relative alla prestazione ambientale di prodotti e servizi. Le prestazioni, riportate nella EPD, devono basarsi sull'Analisi del Ciclo di Vita (*Life Cycle Assessment* - LCA) in accordo con le norme della serie ISO 14040, fondamento metodologico da cui scaturisce l'oggettività delle informazioni fornite.

## II SEZIONE – L'ORGANIZZAZIONE

Italferr è la Società di ingegneria del Gruppo Ferrovie dello Stato a cui, sin dal 1984, è affidato il compito di elaborare la progettazione, effettuare le gare d'appalto, eseguire la direzione e supervisione dei lavori ed il Project management per tutti i grandi investimenti infrastrutturali del Gruppo. Inoltre, Italferr esporta verso terzi il know how ingegneristico di Ferrovie dello Stato attraverso la promozione e la commercializzazione, su mercati diversi da quello captive, dei propri servizi, sia in Italia che all'estero.

Uno staff altamente qualificato con un mix professionale che copre la vasta gamma dei servizi offerti e un know-how specialistico proveniente dalla migliore tradizione ingegneristica, oltre a dare a Italferr un ruolo strategico nel processo di modernizzazione e sviluppo della rete ferroviaria italiana, la qualifica sul mercato internazionale, dove è presente con importanti incarichi.

### II.1 LE POLITICHE E STRATEGIE RELATIVE AL CONTENIMENTO DELLE EMISSIONI DI GHG

L'attenzione verso l'ambiente e la sicurezza costituiscono un impegno costante nell'intero ciclo produttivo della Società, dalla valutazione degli investimenti alla progettazione e realizzazione delle infrastrutture ferroviarie. Per la rilevanza che queste istanze hanno assunto a livello sociale e nel mondo economico ed imprenditoriale, Italferr promuove una Politica della Qualità, dell'Ambiente e della Sicurezza, riferimento per tutto il personale Italferr ed in tutti i settori in cui opera.

Per questo, l'Azienda si è dotata di un Sistema di Gestione Integrato Qualità, Ambiente e Salute e Sicurezza certificato secondo le norme ISO 9001, ISO 14001 e BS OHSAS 18001.

La Politica aziendale pone una particolare attenzione alla ricerca costante e l'innovazione per migliorare il patrimonio ambientale, il risparmio energetico, la progettazione di infrastrutture sostenibili, l'incremento dell'impiego di energia prodotta da fonti rinnovabili e la riduzione delle emissioni di gas climalteranti.

Nell'ambito delle iniziative volontarie volte a contribuire alla riduzione delle emissioni di Gas serra, Italferr, in linea con le politiche definite dalla Capogruppo, ha sviluppato una metodologia per la misura e la rendicontazione delle emissioni di gas serra prodotte nelle attività di progettazione e costruzione delle nuove infrastrutture di trasporto. Attraverso essa, la Società punta a favorire lo sviluppo di azioni concrete mirate a garantire maggiore efficienza energetica, un uso sempre più ragionevole delle risorse impiegate e l'eliminazione di consumi irrazionali di energia da qualunque fonte.

### II.2 L'ORGANIZZAZIONE

Il Gruppo di lavoro Italferr nel processo di calcolo e rendicontazione dell'impronta climatica è così composto:

- Severini Maurizio, Bellini Pier Luca, Tartaro Angelina (Sistemi Qualità, Ambiente e Sicurezza)
- Caci Elena, Montesi Marco, Salamanno Gianluca (Innovazione e Sostenibilità)

Per gli approfondimenti relativi allo specifico progetto, il Gruppo di Lavoro si è interfacciato con i seguenti progettisti appartenenti alla Direzione Tecnica:

- Perego Andrea (Project Engineer)
- Faraglia Antonio, Mitrione Raimondo (Standard e Metodologie - Settore Computi Progetti)
- Ercolani Carolina, Filippone Marina, Daniele Bensaadi (Architettura, Ambiente e Territorio)

### II.3 LE RESPONSABILITÀ

La responsabile della quantificazione e della rendicontazione delle emissioni di Gas Serra del progetto conformemente alla norma ISO 14064-1:12 è l'Ing. Nicoletta Antonias (Responsabile Sistemi Qualità, Ambiente e Sicurezza).

REPORT IMPRONTA CLIMATICA					
VIADOTTO POLCEVERA					
COD. DOC. NG12	LOTTO 00	FASE ENTE E 34	DOCUMENTO RG MD.00.00.001	REV. B	FOGLIO 7 di 24

### III SEZIONE – DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA

La metodologia per il calcolo delle emissioni di GHG originate dalle fasi realizzative dell’infrastruttura oggetto del presente studio, è descritta nella Specifica Tecnica “L’impronta climatica nelle attività di progettazione e costruzione delle infrastrutture ferroviarie - metodologia per la misura delle emissioni di gas serra” (PPA.0000867).

La metodologia consente di ottenere la misura dell’impronta climatica dell’infrastruttura, intesa come la somma delle emissioni originate nelle fasi di produzione dei materiali, di trasporto degli stessi al cantiere e di lavorazioni previste per la realizzazione.

Il calcolo delle emissioni tiene conto di un numero selezionato di tipologie di materiali e componenti elencati nel successivo par. V.2. I risultati ottenuti dalle precedenti applicazioni della metodologia su diversi progetti hanno evidenziato come tali tipologie di materiali e di componenti contribuiscono alla quasi totalità delle emissioni originate dalla realizzazione di un’opera infrastrutturale.

#### III.1 PERIODO DI TEMPO COPERTO DAL RAPPORTO

Il calcolo delle emissioni è stato eseguito sul Progetto Esecutivo di II livello. Il perimetro temporale si estende dalla consegna del P.E. di II livello (15/04/2019) alla data prevista di conclusione dei lavori (15/04/20).

Non è possibile quindi far riferimento al concetto di “**anno di riferimento storico** per le emissioni di CO<sub>2eq</sub>”, previsto al par. 5.3.1 e 5.3.2 della Norma UNI ISO 14064-1 (“*Scelta e determinazione dell’anno di riferimento*” e “*Ricalcolo dell’inventario dei GHG*”).

#### III.2 PERIMETRO DELL’APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA

La metodologia per il calcolo delle emissioni di Gas Serra è applicata alla costruzione della struttura del “Viadotto sul Polcevera”, così come rappresentato dal progetto esecutivo di II livello redatto da ITF.

Da quanto sopra esposto, la metodologia di calcolo dell’impronta climatica si applica esclusivamente alle parti d’opera riportate nel seguente modello di WBS.

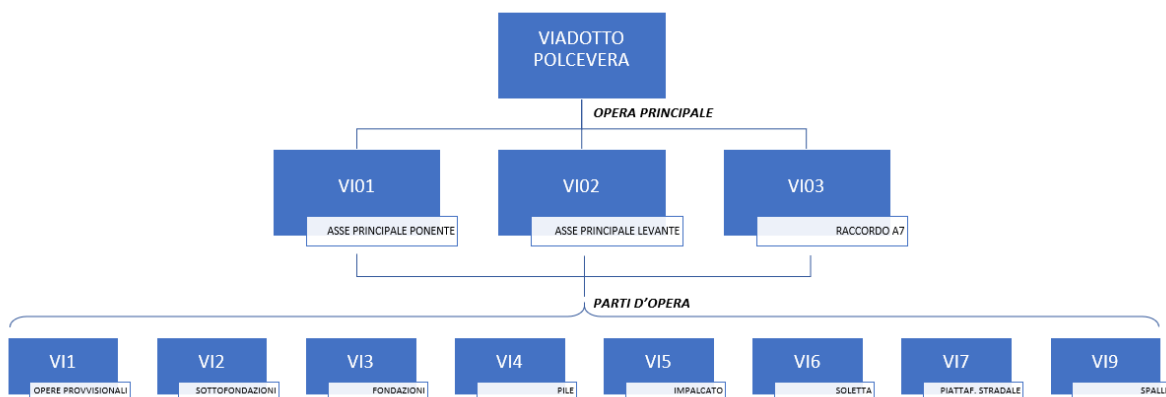


Figura 1: Modello di Work Breakdown Structure oggetto del calcolo

Pertanto, la metodologia non si applica alle attività di costruzione/installazione delle opere accessorie, degli impianti, delle finiture, dei fabbricati a servizio dell’opera infrastrutturale e di demolizione della precedente struttura.

Nell’ambito di tali confini, **non risultano escluse sorgenti di CO<sub>2eq</sub>** tali da influire in modo significativo sul valore calcolato.

COD. DOC. NG12	LOTTO 00	FASE ENTE E 34	DOCUMENTO RG MD.00.00.001	REV. B	FOGLIO 8 di 24
-------------------	-------------	-------------------	------------------------------	-----------	-------------------

Le emissioni originate dalle installazioni e dalla gestione del cantiere così come quelle relative alle attività di collaudo dell'opera, sono trascurabili rispetto alle altre emissioni prodotte. Le precedenti applicazioni hanno dimostrato che la somma del loro contributo è inferiore all'1% delle emissioni totali.

La **rimozione** di CO<sub>2eq</sub> dovuta agli interventi di riambientalizzazione e sistemazione a verde previsti in progetto ("assorbitori") e le **emissioni evitate** per gli impianti che producono energia proveniente da fonti rinnovabili, si verificano durante la fase di esercizio dell'infrastruttura; per questo sono fuori perimetro di applicazione del metodo.

Le attività previste dalla progettazione e dalla costruzione delle opere **non prevedono processi di combustione di biomasse**.

### III.3 ANALISI DELLE FONTI DI EMISSIONE

Le emissioni sono classificate nelle tre "categorie" elencate nella tabella seguente. Per ciascuna di esse, la tabella esplicita la natura delle "sorgenti di CO<sub>2eq</sub>".

Tabella 1 – Categorie di emissione e corrispondenti sorgenti di CO<sub>2eq</sub>

CATEGORIA DI EMISSIONI		SORGENTI DI CO <sub>2eq</sub>
<b>Cat. 1</b> ESTRAZIONE delle materie prime (pre-produzione) e PRODUZIONE industriale	Emissioni originate dalla produzione dei singoli materiali nel ciclo lavorativo presso la fabbrica /impianto/ cava	Processi di combustione e di consumo di energia elettrica richiesti dai macchinari e dalle attrezzature
<b>Cat. 2</b> TRASPORTO dei materiali	Emissioni generate dal trasporto dai luoghi di produzione al cantiere o dal cantiere alle cave o scariche	Processi di combustione e di consumo di energia elettrica richiesti dai mezzi di trasporto (autocarri, locomotori, navi)
<b>Cat. 3</b> REALIZZAZIONE delle opere	Emissioni generate in cantiere nella fase di realizzazione delle opere (movimento terre, produzione, ecc.)	Processi di combustione e di consumo di energia elettrica richiesti dai macchinari e dalle attrezzature utilizzate in cantiere

### III.4 DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA DI QUANTIFICAZIONE

Il calcolo delle emissioni di CO<sub>2eq</sub> prevede l'applicazione del seguente algoritmo:

$$\sum_{i=1}^n Q_i \times FE_i$$

dove:

**i** : perimetro di applicazione della metodologia;

**Q<sub>i</sub>** : quantità di energia o materiale attribuita alla specifica fonte di emissione (kWh di energia elettrica, t di acciaio, ecc.)

**FE<sub>i</sub>** : fattore di emissione associato alla specifica fonte di emissione (es. tCO<sub>2eq</sub> per t di materiale, tCO<sub>2eq</sub> per l di carburante, ecc.).



REPORT IMPRONTA CLIMATICA					
VIADOTTO POLCEVERA					
COD. DOC. NG12	LOTTO 00	FASE ENTE E 34	DOCUMENTO RG MD.00.00.001	REV. B	FOGLIO 9 di 24

Per ciascuna categoria di emissioni riportata in tab. 1, si procede all'analisi quantitativa delle emissioni prodotte dalle rispettive sorgenti.

- Cat. n°1: emissioni originate dall'estrazione delle materie prime (pre-produzione) e dalla successiva produzione industriale  
La quantificazione è eseguita tenendo conto dei materiali e dei componenti desumibili dal progetto e, in particolare, dal Sommario delle voci di tariffa;
- Cat. n°2: emissioni originate dal trasporto dei materiali  
La quantificazione è sviluppata sulla base di distanze medie (aritmetiche o ponderate) valutate con riferimento ai principali siti produttivi presenti sul territorio nazionale (acciaierie, ecc.). Sono stati utilizzati i dati forniti dal Costruttore ("PerGenova"), ove disponibili;
- Cat. n°3: emissioni originate dalla realizzazione delle opere  
Per la quantificazione delle quantità di energia elettrica o di carburante necessario al funzionamento dei macchinari e dalle attrezzature, si fa riferimento alle informazioni riportate nelle voci di tariffa, alla conoscenza diretta dei consumi indicati nei manuali d'uso e manutenzione delle macchine e all'esperienza maturata dalla Società in moltissimi anni di attività di Direzione Lavori, di Supervisione Lavori, di progettazione e controllo della cantierizzazione.  
Partendo dall'incidenza oraria di funzionamento dei macchinari impiegati per eseguire ogni singola attività lavorativa, note le potenze erogate da ciascun macchinario impiegato, si calcolano i consumi di gasolio e da questi si risale ai quantitativi di CO<sub>2eq</sub>. Per tener conto delle emissioni generate dai lubrificanti delle singole macchine operatrici, si considera una maggiorazione dell'1% dei valori di consumo di gasolio calcolati in base alle ore di funzionamento.

### III.5 ACCURATEZZA DELLA MISURA

Il valore dell'accuratezza della misura risultata dal calcolo delle emissioni è pari a  $\pm 10\%$ . Tale valore è definito sulla base di quanto riportato nella Specifica Tecnica "L'impronta climatica nelle attività di progettazione e costruzione delle infrastrutture ferroviarie - metodologia per la misura delle emissioni di gas serra" (par.III.4), per la progettazione esecutiva.

### III.6 AGGREGAZIONE DELLE MISURE DELLE EMISSIONI (INVENTARI)

L'inventario delle emissioni viene sviluppato aggregando i dati sulla base:

1. delle categorie di emissione definite in tab. 1 (*emissioni originate dalla produzione dei materiali, dal trasporto e dalle lavorazioni*);
2. delle tipologie di emissione previste dalla Norma ISO 14064 (*emissioni dirette, emissioni indirette, altre emissioni indirette*);
3. delle emissioni originate dalla realizzazione delle singole parti d'opera costituenti l'infrastruttura.

Negli Inventari, la misura delle emissioni è espressa in tonnellate di CO<sub>2eq</sub>.

Gli inventari per lo specifico progetto sono riportati nella Sez. VI del presente Report.

### III.7 DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ ALLA NORMA UNI ISO 14064-1

Il presente rapporto è stato redatto in conformità alla Norma UNI ISO 14064-1:12 che Italferr ha adottato ai progetti delle infrastrutture predisponendo la Specifica Tecnica "L'impronta climatica nelle attività di progettazione e costruzione delle infrastrutture ferroviarie - metodologia per la misura delle emissioni di gas serra" (PPA.0000867).

## IV SEZIONE - LA DESCRIZIONE DEL PROGETTO

### IV.1 I SOGGETTI COINVOLTI

Si rappresentano di seguito i soggetti coinvolti nel progetto, con il relativo ruolo:

- **Il Committente:** *Commissario straordinario per la ricostruzione del viadotto Polcevera dell'autostrada A10*

Di cui il Contratto di Appalto Pubblico per la "demolizione, rimozione, smaltimento e conferimento in discarica o in altro sito dei materiali di risulta del Viadotto Polcevera in Genova, nonché per la progettazione, la ricostruzione ed il ripristino strutturale e funzionale dell'infrastruttura e del connesso sistema viario" CON/2019/2 del 18/01/2019;

- **Il Costruttore:** *PERGENOVA S.C.p.A.*

Società consortile per azioni costituita da Fincantieri Infrastructure e Salini Impregilo per la progettazione e la costruzione del viadotto Polcevera dell'autostrada A10. Essa è stata incaricata dal Commissario straordinario per la ricostruzione del viadotto Polcevera dell'autostrada A10, ai sensi del Contratto siglato in data 18/01/2019;

- **Il Progettista della costruzione:** *ITALFERR S.p.A.*

Società appartenente al Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane a cui PERGENOVA S.C.p.A. ha affidato l'incarico per lo sviluppo della Progettazione di tutte le opere di costruzione necessarie al ripristino strutturale e funzionale del Viadotto Polcevera in Genova, incluse le opere accessorie e le opere di cantierizzazione. (Contratto n.6400025756 Pergenova S.C.p.A. Italferr S.p.A. del 30/05/2019);

- **la Direzione Lavori:** *RINA CONSULTING*

Svolge attività di Direzione Lavori, è il soggetto incaricato dal COMMITTENTE di operare in autonomia il controllo tecnico, contabile e amministrativo dell'esecutore dei lavori in Cantiere nel rispetto delle disposizioni di servizio impartite dal COMMITTENTE, anche tramite il RUP.

### IV.2 L'INQUADRAMENTO TERRITORIALE

La valle del torrente Polcevera, a ponente dell'area urbana di Genova, è una delle valli torrentizie che si sviluppa perpendicolarmente alla costa della Regione Liguria.

La parte inferiore della valle è stata interessata da una forte espansione urbanistica, con la costruzione, a partire dagli anni cinquanta, di importanti assi autostradali sui versanti come la A10 Genova – Ventimiglia (fine anni Cinquanta) e la A12 (metà anni Sessanta), con l'insediamento di industrie e depositi petroliferi poi smantellati e rimpiazzati da piccole e medie industrie, centri commerciali e di servizi e con la realizzazione del parco ferroviario.

Oltre allo sviluppo industriale, la valle è stata sede di un'intensa urbanizzazione non regolamentata come testimoniato dagli insediamenti che dal letto del fiume risalgono il versante di levante fin quasi a mezza costa. È in questo periodo che tra le due linee ferroviarie nei pressi di via Porro e via Fillack sono realizzati altri elementi caratterizzanti: le palazzine inizialmente destinate ai ferrovieri e, successivamente, tra il 1960 e il 1967 il Ponte Morandi dell'autostrada A10 che collegava i tre assi autostradali (A10, A7 ed A12).

COD. DOC.	LOTTO	FASE ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NG12	00	E 34	RG MD.00.00.001	B	11 di 24

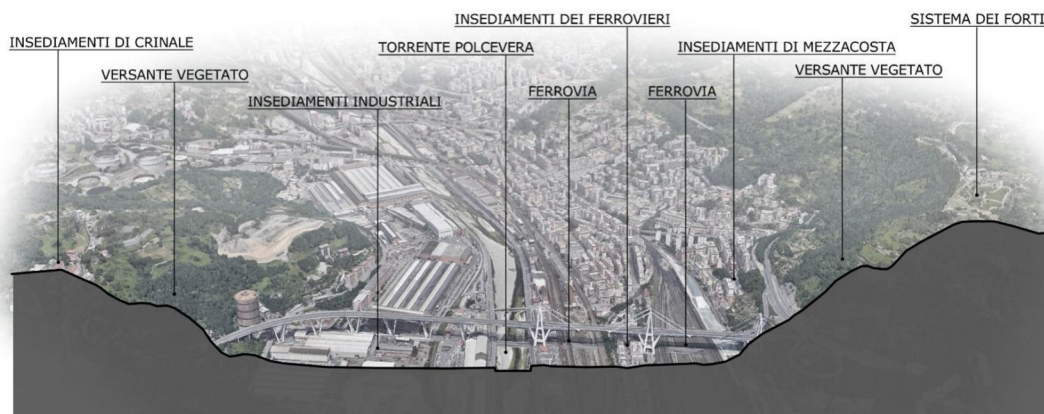


Figura 2 – Inquadramento della Valpolcevera

### IV.3 CARATTERISTICHE DEL PROGETTO

Il progetto in esame ha per oggetto il nuovo viadotto autostradale sul torrente Polcevera che rappresenta un punto fondamentale per le connessioni ed i trasporti di Genova, della Liguria e del sistema Italia. In seguito al crollo avvenuto il 14 agosto 2018 la sua ricostruzione è chiaramente di interesse collettivo con un alto significato economico, sociale e strategico.

Il progetto, basato sul concetto architettonico sviluppato dallo Studio “Renzo Piano Building Workshop”, prevede pile in cemento armato di sezione ellittica (9,5x4 metri) posizionate con un passo costante di 50 metri, ad eccezione di 3 campate, quella di attraversamento del torrente Polcevera e le due adiacenti, per le quali l’interasse passa a 100 metri.

### IV.4 IL VIADOTTO

Rispetto alla posizione del Ponte Morandi, il nuovo viadotto presenta un tracciato leggermente traslato verso sud al fine di soddisfare l’esigenza primaria di evitare le interferenze con la densa rete di sottoservizi presente nel fondovalle.



Figura 3 - Tracciati Ponte Morandi e nuovo viadotto sul T. Polcevera

COD. DOC.	LOTTO	FASE ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NG12	00	E 34	RG MD.00.00.001	B	12 di 24

La soluzione individuata per la ricostruzione dell'attraversamento sul Polcevera è un ponte continuo isolato. L'impalcato principale (WBS VI01 e VI02) è costituito da una travata continua di lunghezza totale pari a 1067 m costituita da un totale di 19 campate come di seguito descritte:

- 14 campate in acciaio-calcestruzzo da 50 m;
- 3 campate in acciaio-calcestruzzo da 100 m;
- 1 campata in acciaio-calcestruzzo da 40.9 m di approccio alla spalla ovest;
- 1 campata in acciaio-calcestruzzo da 26,27 m di approccio alla spalla est.

In corrispondenza della campata tra le pile P16-P17 è presente l'innesto della rampa (VI03), di lunghezza pari a circa 200 m, per il traffico proveniente dall'autostrada A7 in direzione Ventimiglia. La rampa di innesto è una trave continua di 3 campate, solidale all'impalcato principale, con luci, misurate sull'asse di progetto, 35,1m + 44,795m + 37,819 m.

Il nuovo impalcato scavalca l'alveo del Polcevera con la campata P9-P10, mentre le campate P10-P11 e P11-P12 sovrappassano la linea ferroviaria attualmente in esercizio, le campate P12-P13 e P13-P14 scavalcano via Porro e Via Fillak, ed infine le campate P14-P15, P15-P16, P16-P17 scavalcano il parco ferroviario Campasso attualmente in fase di risistemazione.

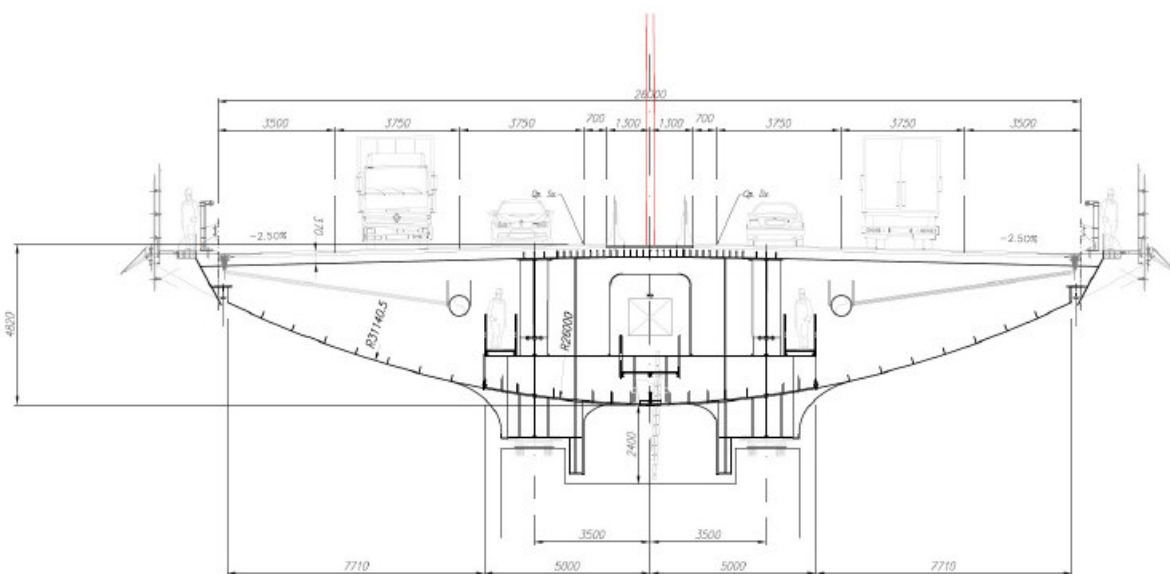


Figura 4 – Sezione Pila P10 campata 100 m (scala 1:100)

#### IV.4.1 Impalcato a sezione mista

Le campate sono tutte previste a struttura mista acciaio-clt con una struttura metallica a cassone centrale a cui vengono connessi i remi laterali in composizione saldata, a completamento della struttura di sostegno delle carreggiate stradali e delle passerelle laterali.

Di seguito si riportano alcuni dati geometrici della struttura sopra descritta:

- altezza massima tra l'intradosso del cassone e l'estradosso della soletta in c.a. per l'impalcato principale è pari a 4,72 m;
- la larghezza della soletta, nel tratto in rettilineo dell'impalcato principale, è pari a 27,20 m (variabile in curva);

- lo spessore complessivo previsto per la pavimentazione stradale è pari a 12 cm;
- l'interasse dei traversi è previsto costante e pari a 4.545 mm;
- l'interasse degli appoggi per l'impalcato principale è previsto pari 7 m;
- l'interasse degli appoggi per l'impalcato della rampa è previsto pari 3.4 m.

Tale soluzione mista rende semplice e veloce la realizzazione in cantiere di più campate in sequenza.

#### **IV.4.2 Pile e Spalle**

Le pile, a sezione ellittica, sono 18 e sono previste in cemento armato a sezione costante per l'intero sviluppo in altezza. La sezione individuata ha una forma ellittica in continuità con il guscio esterno dell'impalcato.

Le pile, con dimensioni esterne di 9,50 x 4,00 m, sono le stesse sia per le campate da 50 che per quelle da 100 m. Tale scelta comporta notevoli vantaggi, tra cui l'uniformità prospettica dell'opera e la velocità di realizzazione dovendo approntare una sola tipologia di cassero. Internamente la pila è costituita da un cassone monocellulare.

Le pile vengono realizzate con l'ausilio di casseri rampanti. Le riprese di getto sono previste a passo 4,5 m a partire dall'alto, al fine di averle tutte allineate. L'armatura viene realizzata con gabbie prefabbricate di altezza totale pari a 7,50 m, con due ordini di sovrapposizioni.

Le spalle saranno realizzate in adiacenza alle spalle esistenti del Ponte Morandi.

#### **IV.5 GEOTECNICA E FONDAZIONI**

Il nuovo Ponte è stato progettato con fondazioni profonde, in modo da trasferire i carichi provenienti dalle strutture in elevazione alle formazioni di base più rigide. A tale scopo si sono previsti pali trivellati in c.a. di grande diametro, di lunghezza tale da intestarsi efficacemente al di sotto della porzione alterata della formazione di base.

Per gli scavi di fondazione è previsto l'impiego di opere di presidio (palancolati e/o paratie di pali/micropali), ove necessario per garantire la sicurezza dei lavori e per risolvere eventuali interferenze con opere e servizi adiacenti.

Il progetto delle fondazioni è stato condotto sulla base del modello geotecnico del sottosuolo, a partire dai risultati della campagna di indagini geognostiche.

## V SEZIONE – APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA

### V.1 ATTIVITA' PREVISTE PER IL CALCOLO DELL'IMPRONTA CLIMATICA

Il processo di calcolo delle emissioni di CO<sub>2eq</sub> è stato svolto attraverso 4 fasi:

- I Fase      Aggiornamento dei Fattori di Emissione
- II Fase     Elaborazioni informazioni di input
- III Fase    Calcolo emissioni di CO<sub>2eq</sub>
- IV Fase    Redazione del Report finale

La figura sottostante indica il dettaglio delle attività prevista per le quattro fasi, con associate ele relative responsabilità

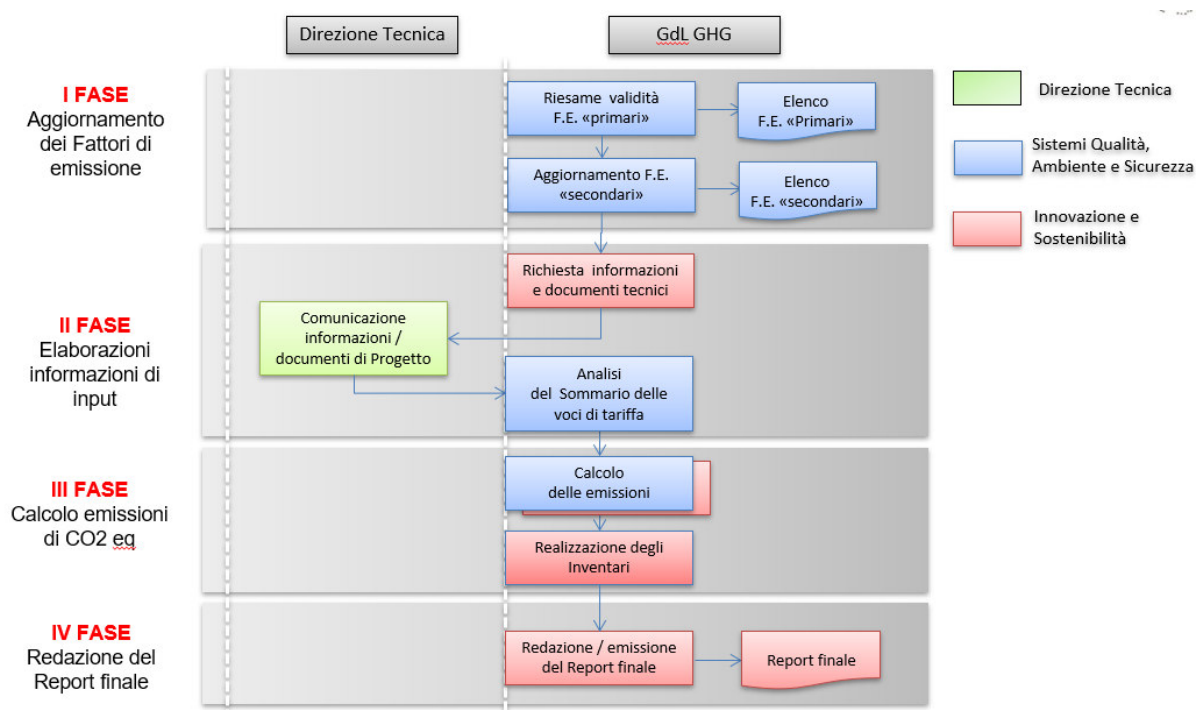


Figura 5: Attività e Responsabilità

### V.2 I FATTORI DI EMISSIONE DI CO<sub>2eq</sub>

I fattori di emissione utilizzati nella presente applicazione, come indicati negli Allegati 1 e 2 al Piano della Qualità, sono reperiti da fonti ufficiali o riconosciute dalle comunità scientifiche, quali: università, enti pubblici, ministeri, o da banche dati fornite da enti privati.

Per l'individuazione di gran parte dei Fattori di Emissione, si sono utilizzati i software di modellazione per l'analisi LCA Simapro e Gabi. A corredo dei software sono state utilizzate le banche dati "Ecoinvent" e "Thinkstep". Le versioni utilizzate nelle applicazioni sono:



## REPORT IMPRONTA CLIMATICA

VIADOTTO POLCEVERA

COD. DOC. NG12	LOTTO 00	FASE ENTE E 34	DOCUMENTO RG MD.00.00.001	REV. B	FOGLIO 15 di 24
-------------------	-------------	-------------------	------------------------------	-----------	--------------------

- SimaPro 9.0.0.48
- Gabi 9.2.0.58
- Ecoinvent ver. 3.4
- Thinkstep service pack 39 (implementato in Gabi)

Le altre fonti utilizzate sono:

- SINANET e ISPRA: "Emissione e Fattori di emissione di GHG e alti contaminanti per la produzione di energia elettrica e calore" (anno di riferimento 2017)
- SINANET e ISPRA: "La banca dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia" (anno di riferimento 2017)
- SINANET e ISPRA: "Fattori di emissione per le sorgenti di combustione stazionarie in Italia"
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare: "Tabella parametri standard nazionali" (media dei valori degli anni 2015-2017)
- Università di Bath (UK): "Inventory of Carbon & Energy (ICE)" (vers. 2.0).

### V.3 DEFINIZIONE DEI MATERIALI (CAT. 1)

La valutazione è effettuata tenendo conto dei materiali e dei componenti desumibili dal Sommario delle voci di tariffa. Le emissioni sono quelle originate dall'estrazione delle materie prime (pre-produzione) e dalla successiva produzione industriale.

I materiali considerati nell'applicazione dell'impronta climatica sono elencati nella tabella seguente.

Tabella 2: Materiali/componenti principali

N°	MATERIALI	DETTAGLIO	U.M.
1	Acciaio per c.a.	Barre d'armatura	kg
2	Acciaio per la carpenteria	Impalcati viadotti Palancole/Predalles	kg m <sup>2</sup>
3	Calcestruzzo per c.a.	Resistenze caratteristiche dal Sommario	m <sup>3</sup>
4	Spritz beton	Regolarizzazione paratie	m <sup>2</sup>
5	Bitumi	Conglomerato bituminoso Emulsione bituminosa	m <sup>3</sup> m <sup>2</sup>
6	Terre da cava	Per formazione rilevati o provenienti da scavi	m <sup>3</sup>

### V.4 IPOTESI PER IL TRASPORTO DEI MATERIALI (CAT. 2)

La valutazione è sviluppata sulla base dei dati forniti da "PerGenova" e, ove mancanti, integrate con le informazioni disponibili in Azienda secondo l'esperienza e le informazioni raccolte dai reparti tecnici.

Sono quindi di seguito elencate le distanze considerate per la valutazione del trasporto dei materiali in cantiere, riportate nel documento "Fattori di emissione "Primari" e "Secondari" utilizzati per il calcolo" (cod. NG1200E34LSMD0000.001).

Riguardo al carico, si considera il viaggio A/R, ipotizzando il viaggio di andata a pieno carico (in relazione al peso) e il viaggio di ritorno a metà carico, considerando la possibilità che serva altri cantieri (ipotesi cautelativa) applicando così un coefficiente di riduzione pari a 0,5.

**REPORT IMPRONTA CLIMATICA**

VIADOTTO POLCEVERA

COD. DOC. NG12	LOTTO 00	FASE ENTE E 34	DOCUMENTO RG MD.00.00.001	REV. B	FOGLIO 16 di 24
-------------------	-------------	-------------------	------------------------------	-----------	--------------------

Tabella 3 – Distanze per il trasporto dei materiali

n.	Materiale	Provenienza o Destinazione	Distanza (km)	Mezzo	Distanza considerata (km)
<b>1a</b>	Inerti / aggregati (approvvigionamento) <sup>(3)</sup>	Cava F.lli Pastorino	35	Articulated 40-50 t	86 <sup>(1)</sup>
		Cava Acquafrredda srl	66		
		Semes Srl	156		
<b>1b</b>	Materiale da scavo (trasporto al sito di conferimento) <sup>(4)</sup>	Crocefieschi	31	Articulated 40-50 t	43,5 <sup>(1)</sup>
		Porto di Vado Ligure	56		
<b>2</b>	Calcestruzzo <sup>(4)</sup>	Chiaravagna (GE)	13	Rigid 28 - 32 t	19 <sup>(1)</sup>
		San Quirico (GE)	25		
<b>3</b>	Barre d'armatura per c.a. e c.a.p. <sup>(4)</sup>	Fidenza (PR)	187	Articulated 40-50 t	222 <sup>(1)</sup>
		Pisogne (BS)	257		
<b>4</b>	Conglomerato bituminoso <sup>(5)</sup>	Fegino	3	Articulated 34-40 t	73 <sup>(1)</sup>
		Savigliana	176		
		Casale Monferrato	111		
		Carasco	54		
		Busalla	20		
<b>5</b>	Emulsione bituminosa <sup>(5)</sup>	Fegino	3	Rigid 28 - 32 t	73 <sup>(1)</sup>
		Savigliana	176		
		Casale Monferrato	111		
		Carasco	54		
		Busalla	20		
<b>7</b>	Palancole in acciaio <sup>(4)</sup>	Lussemburgo	400	Articulated 40-50 t	400
<b>8</b>	Acciaio per carpenteria <sup>(4)</sup>	<u>Percorso 1A:</u>			<u>Percorso 1A:</u>
		- Valeggio sul Mincio / Castellammare di Stabia	712	Rigid 28 - 32 t	1446
		- Castellammare di Stabia / Porto di Napoli	33	Articulated 50-60 t	
		- Porto di Napoli / Porto di Genova	696	Nave	
		- Porto di Genova / Cantiere	5	Articulated 50-60 t	
		<u>Percorso 1B:</u>			<u>Percorso 1B:</u>
		- Valeggio sul Mincio / Brindisi	917	Rigid 28 - 32 t	2445
		- Brindisi / Porto di Brindisi	20	Articulated 50-60 t	
		- Porto di Brindisi / Porto di Genova	1503	Nave	
		- Porto di Genova / Cantiere	5	Articulated 50-60 t	
		<u>Percorso 2:</u>			<u>Percorso 2:</u>
		- Valeggio sul Mincio / Sestri Ponente	286	Rigid 28 - 32 t	298
		- Sestri Ponente / Cantiere	12	Articulated 50-60 t	
<b>9</b>	Predalles in cls <sup>(4)</sup>	<u>Tratta A:</u>			<u>Tratta A:</u>
		- Ferriere Nord SpA (PZ) / Casalbuono (SA)	81	Articulated 34-40 t	410 <sup>(2)</sup>
		- Ferriere Nord SpA (UD) / Chiaromanonte (PZ)	1079		
		<u>Tratta B:</u>			<u>Tratta B:</u>
		- Casalbuono (SA) / Cantiere	860	Articulated 40-50 t	880 <sup>(2)</sup>
		- Chiaromanonte (PZ) / Cantiere	922		
<b>10</b>	Predalles in acciaio <sup>(4)</sup>	- Ferriere Nord SpA (UD) / Cantiere	538	Articulated 40-50 t	641 <sup>(2)</sup>
		- Ferriere Nord SpA (PZ) / Cantiere	849		

Nota (1): distanza media

Nota (2): distanza media ponderata

Nota (3): dati acquisiti dal progetto esecutivo di II livello

Nota (4): dati forniti da "PerGenova"

Nota (5): dati acquisiti da benchmark, fornitori non ancora identificati



## REPORT IMPRONTA CLIMATICA

VIADOTTO POLCEVERA

COD. DOC. NG12	LOTTO 00	FASE ENTE E 34	DOCUMENTO RG MD.00.00.001	REV. B	FOGLIO 17 di 24
-------------------	-------------	-------------------	------------------------------	-----------	--------------------

Per la determinazione delle quantità di carburante necessario al funzionamento dei macchinari e dalle attrezzature, si fa riferimento ai dati desumibili dalle analisi dei prezzi unitari delle singole voci di tariffa (incidenza oraria dei singoli macchinari), alla conoscenza diretta dei consumi indicati nei manuali d'uso e manutenzione delle stesse macchine e all'esperienza maturata dalla Società in moltissimi anni di attività di Direzione Lavori, di Supervisione Lavori, di progettazione e controllo della cantierizzazione.

Partendo dall'incidenza oraria di funzionamento dei macchinari impiegati per eseguire ogni singola attività lavorativa, note le potenze erogate da ciascun macchinario impiegato per questa attività, si calcolano i consumi di gasolio/energia elettrica/lubrificanti e da questi si risale ai quantitativi di CO<sub>2eq</sub> attraverso i fattori di emissione.

Sono quindi di seguito elencate le tipologie di lavorazioni, come riportate nel documento "Fattori di emissione "Primari" e "Secondari" utilizzati per il calcolo" (cod. NG1200E34LSMD0000.001).

Tabella 4 – Elenco delle lavorazioni

N°	TIPOLOGIA LAVORAZIONE
1	Posa in opera di barre di acciaio ad aderenza migliorata per c.a.
2	Posa in opera di 1 m3 di calcestruzzo per opere in elevazione e regolarizzazione
3	Produzione di 1m3 di calcestruzzo preconfezionato nella centrale di betonaggio
4	Infissione ed estrazione di palancole
5	Posa in opera di palo di fondazione in c.a.
6	Posa in opera di diaframmi per paratie
7	Posa in opera di emulsione bituminosa e conglomerato bituminoso
8	Realizzazione di 1 m3 di scavo in terreno sciolto
9	Realizzazione di 1 m3 di rilevato
10	Lavorazioni in officina e in cantiere (escluso il varo) relative ad una travata metallica da ponte (u.m.: tCO <sub>2eq</sub> /t) – (valida anche per carpenteria metallica pesante di altro tipo)
11	Varo da terra di travi per ponti/viadotti
12	Varo da terra di predalles
13	Posa in opera di 1m2 di grigliato alveolare in acciaio

## VI SEZIONE – RISULTATI ORIGINATI DAL CALCOLO

La misura delle emissioni di CO<sub>2eq</sub> originate dalla realizzazione del Viadotto Polcevera in Genova è:

	tonnellate CO <sub>2eq</sub>
<b>Emissioni totali</b>	<b>97.386</b>

### VI.1 INVENTARIO N.1: EMISSIONI DIRETTE, INDIRETTE E ALTRE INDIRETTE

Le emissioni sono state raggruppate secondo le tipologie previste dalla Norma UNI ISO 14064-1 (par. 4.2).

Tabella 5 – Inventario: Emissioni dirette, indirette e altre indirette

TIPOLOGIA DI EMISSIONE	cat.	Tonnellate CO <sub>2eq</sub>
<b>Emissioni dirette</b>		<b>35.329</b>
<i>provenienti dal processo di combustione di carburanti per lo svolgimento delle lavorazioni e per i trasporti</i>		
<i>originate dalle attività operative svolte in cantiere</i>	2	
<i>originate dal trasporto materiali</i>	3	
<b>Emissioni indirette</b>		<b>793</b>
<i>derivanti dal consumo di elettricità</i>		
<i>originate dalle attività operative svolte in cantiere</i>	3	
<i>originate dal trasporto materiali</i>	2	
<b>Altre emissioni indirette</b>		<b>61.264</b>
<i>derivanti dalle attività per la produzione dei materiali/dei semilavorati</i>		
<i>originate da apporto dei materiali da costruzione</i>	1	

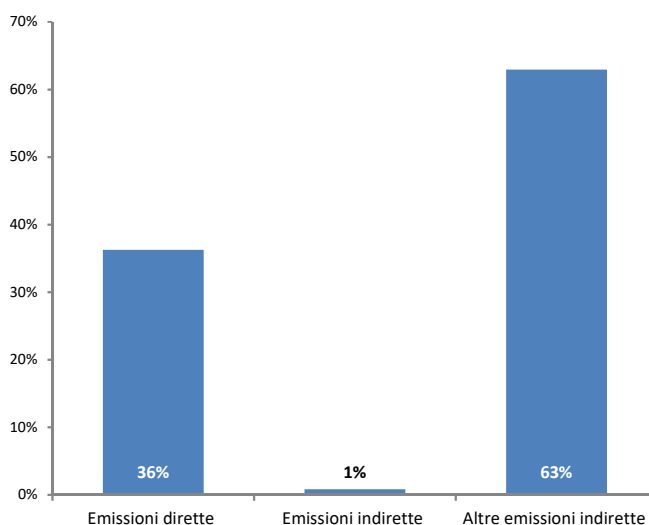


Figura 6 – Grafico: Ripartizione delle emissioni in “dirette”, “indirette” e “altre indirette”

## VI.2 INVENTARIO N.2: EMISSIONI PER CATEGORIA

Di seguito sono riportati i valori di emissione CO<sub>2eq</sub> suddivisi per “categorie”. Dalla tabella sottostante si evince che la categoria più impattante è costituita da quella dei “Materiali”.

Tabella 6 – Inventario: Emissioni suddivise per Categoria

		Ton CO <sub>2eq</sub>	% di CO <sub>2eq</sub>	Ton CO <sub>2eq</sub>
<b>Categorie di emissione</b>	<i>Materiali</i>	61.264	63 %	<b>97.386</b>
	<i>Trasporti</i>	31.812	33 %	
	<i>Lavorazioni</i>	4.310	4 %	

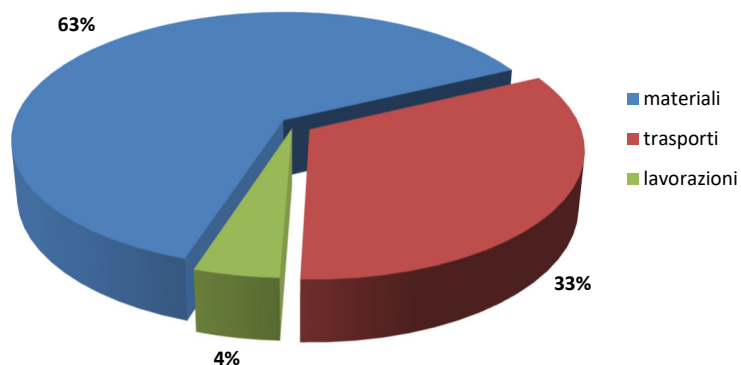


Figura 7 – Grafico delle emissioni

### VI.3 INVENTARIO N.3: EMISSIONI SUDDIVISE PER “MATERIALE”

Di seguito sono riportati i valori di emissione CO<sub>2eq</sub> relativi ai materiali utilizzati nella realizzazione dell’infrastruttura suddivisi in base per le tre categorie di emissione (materiali, trasporti e lavorazioni). Dalla tabella sottostante si evince che il materiale più impattante è costituito dall’acciaio.

Tabella 7 – Inventario: Emissioni relative ai materiali

n.	Materiali		materiali (tCO <sub>2eq</sub> )	trasporti (tCO <sub>2eq</sub> )	lavorazioni (tCO <sub>2eq</sub> )	totale (tCO <sub>2eq</sub> )
1.	<b>Acciaio per c.a. e per carpenteria</b>	<i>barre d’armatura e per impalcato, predalles, ecc</i>	45.476	31.287	3.351	<b>80.114</b>
2.	<b>Calcestruzzo</b>	<i>cls per opere in c.a., c.a.p., ecc.</i>	14.895	280	202	<b>15.377</b>
3.	<b>Inerti / aggregati</b>	<i>materiali provenienti da scavi o approvvigionati da cava</i>	458	216	604	<b>1.278</b>
4.	<b>Altri materiali</b>	<i>Conglomerato bituminoso e emulsione bituminosa</i>	435	29	153	<b>617</b>

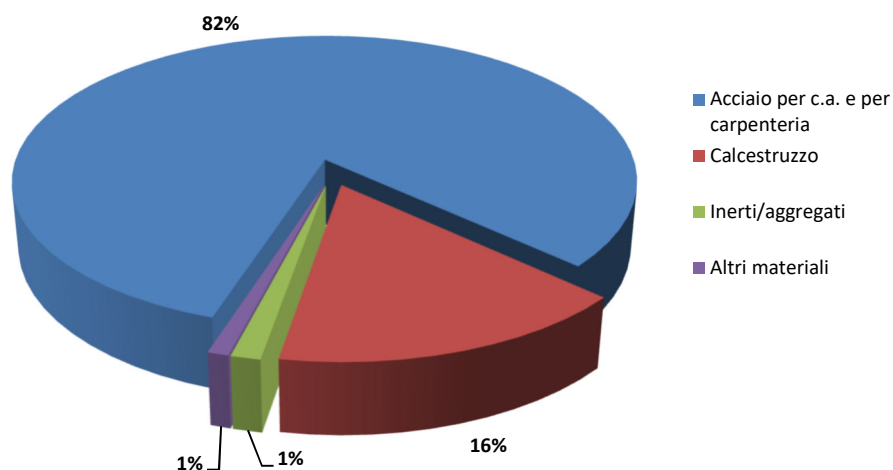


Figura 8 – Grafico delle emissioni relative ai materiali costituenti le Opere Civili

#### VI.4 INVENTARIO N.4: EMISSIONI SUDDIVISE PER PARTI D'OPERA

Come rappresentato in Fig.1, le singole WBS (VI01, VI02 e VI03) oggetto della presente applicazione, sono suddivise in Parti d'Opera come di seguito indicato: Opere Provvisionali, Sottofondazioni, Fondazioni, Pile, Spalle, Impalcato, Soletta, Piattaforma Stradale.

L'inventario suddivide le emissioni CO<sub>2eq</sub> nelle parti d'opera costituenti l'infrastruttura. Di seguito sono riportati i valori di emissione CO<sub>2eq</sub> suddivise per "parti d'opera".

Tabella 8 – Inventario: Emissioni suddivise per "parti d'opera"

Tipologia di opera	Tonnellate di CO <sub>2eq</sub>
<b>Opere Provvisionali</b>	1.201
<b>Sottofondazioni</b>	7.685
<b>Fondazioni</b>	6.677
<b>Pile</b>	7.147
<b>Spalle</b>	516
<b>Impalcato</b>	64.666
<b>Soletta</b>	8.903
<b>Piattaforma Stradale</b>	591
<b>TOTALE</b>	<b>97.386</b>

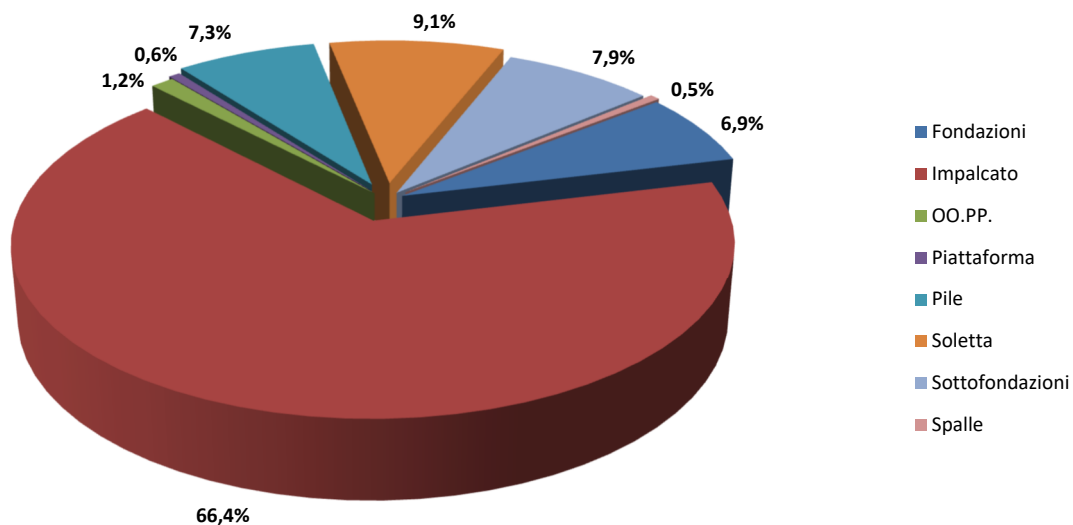


Figura 9 – Grafico delle emissioni suddivise per "parti d'opera"

COD. DOC. NG12	LOTTO 00	FASE ENTE E 34	DOCUMENTO RG MD.00.00.001	REV. B	FOGLIO 22 di 24
-------------------	-------------	-------------------	------------------------------	-----------	--------------------

## VI.5 INVENTARIO N.5 : EMISSIONI RISPARMIATE

Nella progettazione esecutiva di secondo livello degli interventi è stato incluso uno studio specifico volto all'individuazione delle modalità di gestione dei materiali di risulta delle opere in progetto, come dettagliato nell'elenco elaborati al cap. I.3.5.

In generale, rispetto alla **produzione complessiva dei materiali di scavo** (cat. 1 in tab.), si prevedono i seguenti flussi:

- **materiali da scavo da riutilizzare nell'ambito dell'appalto** (cat. 3 in tab.) che verranno riutilizzati nei siti/wbs di utilizzo interni al cantiere (stessa wbs di produzione e/o wbs diversa da quella di produzione): tali materiali saranno gestiti in qualità di sottoprodotti nell'ambito del Piano Gestione Materiali da Scavo redatto ai sensi del D.P.R. 120/2017;
- **materiali da scavo in esubero trasportati dai siti/wbs di produzione ai siti di destinazione esterni al cantiere** (cat. 5 in tab.) per attività di rimodellamento morfologico. Tali materiali saranno gestiti in qualità di sottoprodotti nell'ambito del Piano Gestione Materiali da Scavo redatto ai sensi del D.P.R. 120/2017;
- **materiali di risulta in esubero non riutilizzabili nell'ambito delle lavorazioni, né gestibili come sottoprodotti** (cat. 6 in tab.) che verranno pertanto gestiti in qualità di rifiuti ai sensi della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. e conferiti ad idonei impianti esterni autorizzati al recupero/trattamento/smaltimento. Il Piano di Gestione Materiali da Scavo prevede il riutilizzo come sottoprodotti di tutto il materiale scavato e pertanto non sono previsti materiali di risulta.

Ciò premesso si riporta di seguito una sintesi del bilancio dei materiali di scavo per il progetto in questione.

Tabella 9 – Sintesi del bilancio dei materiali di scavo

1	2	3	4	5	6
Produzione complessiva (mc in banco)	Fabbisogno (mc in banco)	Utilizzo interno al cantiere (mc in banco)	Approvv. Esterno (mc in banco)	Utilizzo esterno (mc in banco)	Materiali di risulta in esubero da gestire in qualità di rifiuto (mc)
<b>66.976</b>	<b>45.239</b>	<b>31.387</b>	<b>13.852</b>	<b>35.589</b>	-

Per quantificare le emissioni risparmiate è stata calcolata la differenza tra le emissioni di CO<sub>2eq</sub> associate al soddisfacimento dell'intero fabbisogno di inerti con materiale approvvigionato dall'esterno (cave esterne al cantiere) e le emissioni di CO<sub>2eq</sub> associate al soddisfacimento del suddetto fabbisogno con materiali provenienti dagli scavi di cantiere.

In conclusione, la modalità di gestione dei materiali di scavo perseguita nella progettazione è orientata, conformemente ai principi di sostenibilità e corresponsabilità ambientale, alla massimizzazione del riutilizzo, in qualità di sottoprodotto, piuttosto che lo smaltimento, in qualità di rifiuti. Il massimo riutilizzo interno dei materiali di scavo, infatti, consente non solo la riduzione dei volumi trasportati off-site ma anche dei quantitativi da approvvigionare dall'esterno per soddisfare il fabbisogno dell'opera, a fronte di un contenimento complessivo dei flussi di traffico per il trasporto delle terre nonché dei costi totali degli interventi in progetto.

Dal punto di vista ambientale tale gestione consegue effetti positivi in termini di riduzione della produzione ed emissione di CO<sub>2eq</sub> misurabili nella riduzione del traffico veicolare indotto dal trasporto delle materie prime tra i luoghi di lavorazione e quelli di approvvigionamento/smaltimento, come riportato dalla tabella seguente:

Tabella 10 – Riduzione delle emissioni di CO<sub>2eq</sub>

	<b>totale (tCO<sub>2eq</sub>)</b>	<b>% tCO<sub>2eq</sub> risparmiata</b>
<b>TOTALE CO<sub>2eq</sub> RISPARMIATA</b>		
<i>per riutilizzo terre provenienti da scavo rispetto</i>	<b>333</b>	<b>34%</b>
<i>ad una gestione terre in assenza di riutilizzo</i>		

## VII SEZIONE - CONCLUSIONI

Il calcolo eseguito quantifica le emissioni di gas a effetto serra generate dalle attività per la realizzazione del Viadotto Polcevera.

L'analisi effettuata per lo specifico progetto ha evidenziato i seguenti valori di emissione di CO<sub>2eq</sub>:

Tabella 11 – Emissioni prodotte e risparmiate

Tonnellate CO <sub>2eq</sub>	
Emissioni di GHG	<b>97.386</b>

Tonnellate CO <sub>2eq</sub>	
Emissioni risparmiate	<b>333</b>

Il principale contributo in termini di emissioni di CO<sub>2eq</sub> in fase di realizzazione del viadotto per quanto riguarda le opere civili è fornito dall'impalcato (**66 %**). Inoltre, è emerso che le emissioni originate dall'estrazione delle materie prime (pre-produzione) e produzione industriale dei materiali da costruzione risultano essere predominanti (**63 %**) rispetto alle emissioni generate dal trasporto (**33 %**) e dalle attività operative svolte in cantiere (**4 %**).

L'applicazione della metodologia al Progetto in esame ha evidenziato che le emissioni correlate alla produzione del **calcestruzzo** e dell'**acciaio** rappresentano il **98%** del totale delle emissioni di CO<sub>2eq</sub> complessivamente prodotte in fase di realizzazione, confermando pertanto la priorità d'intervento emersa nelle precedenti applicazioni condotte su progetti ferroviari che hanno mosso Italfer nell'introduzione di specifiche clausole contrattuali finalizzate ad incentivare l'approvvigionamento di materiali a minor impatto da parte delle imprese di costruzione.

La scelta del Ponte sul Polcevera per l'applicazione della metodologia è correlata alla volontà di valorizzare un progetto che, oltre ad una valenza ingegneristica ed architettonica, assume la connotazione di un progetto sociale capace di riconnettere e rigenerare un territorio fortemente compromesso.

L'applicazione della metodologia per la prima volta ad un'infrastruttura non ferroviaria è risultata inoltre particolarmente utile per verificare la possibilità concreta di estendere il perimetro della stessa ad altri ambiti, nell'ottica di pianificare un'evoluzione ed arricchimento dello strumento volto ad includere nel medio periodo i contributi correlati alle attività delle diverse società del Gruppo FSI impegnate nella definizione di una strategia comune per raggiungere l'obiettivo di "carbon neutrality" entro il 2050 (obiettivo di Sostenibilità ratificato dai CdA di tutte le società di FS e posto al centro delle politiche di sviluppo dal Green Deal Europeo proposto dalla Presidente von der Leyen).

## VIII SEZIONE – CORRELAZIONE DEL PRESENTE REPORT CON LA NORMA UNI ISO 14064-1

Il p.to 7.3.1 della norma ISO 14064-1:12 elenca gli argomenti che devono essere trattati nel Rapporto sui GHG. La tabella seguente illustra i paragrafi che trattano tali argomenti.

Tabella 12 – Correlazione paragrafi del presente Report con quelli previsti dalla Norma ISO 14064-1

p.to	Argomenti richiamati dalla Norma di riferimento	Sez.	Par.
<b>a</b>	descrizione dell'organizzazione che redige il rapporto;	II	II.2
<b>b</b>	persone responsabili della misura;	II	II.3
<b>c</b>	periodo di tempo coperto dal rapporto;	III	III.1
<b>d</b>	confini organizzativi;	III	III.2
<b>e</b>	emissioni dirette di GHG in tonnellate di CO <sub>2</sub> ;	VI	VI.1
<b>f</b>	descrizione di come le emissioni di CO <sub>2eq</sub> da combustione di biomasse sono trattate nell'inventario dei GHG;	III	III.2
<b>g</b>	se quantificate, le rimozioni di GHG, in tonnellate di CO <sub>2eq</sub> ;	III	III.2
<b>h</b>	spiegazione dell'esclusione di qualsiasi sorgente o assorbitore di GHG dalla quantificazione;	III	III.2
<b>i</b>	emissioni indirette di GHG da consumo energetico associate con la generazione di elettricità, calore o vapore importati, in tonnellate di CO <sub>2</sub> ;	VI	VI.1
<b>j</b>	l'anno di riferimento storico prescelto e l'inventario dei GHG dell'anno di riferimento;	III	III.1
<b>k</b>	spiegazione di ogni cambiamento dell'anno di riferimento o di altri dati storici relativi ai GHG, ed ogni ricalcolo dell'anno di riferimento o di altro inventario storico dei GHG;	n.a.	
<b>l</b>	riferimenti o descrizione delle metodologie di quantificazione, comprese le ragioni della loro scelta (punto 4.3.3);	III	III.4
<b>m</b>	spiegazione di ogni cambiamento nelle metodologie di quantificazione precedentemente utilizzate;	III	
<b>n</b>	riferimenti o documentazione dei fattori di emissione o rimozione di GHG utilizzati;	V	V.1
<b>o</b>	descrizione dell'impatto sull'accuratezza dei dati di emissione o rimozione di GHG;	III	III.5
<b>p</b>	una dichiarazione che il rapporto relativo ai GHG sia stato preparato in conformità alla presente parte della ISO 14064;	III	III.7
<b>q</b>	una dichiarazione che descriva se l'inventario, il rapporto e l'asserzione relativi ai GHG siano stati verificati, compresi il tipo della verifica ed il livello di garanzia raggiunto.	n.a.	