

REPORT IMPRONTA CLIMATICA					
PD LOTTO 1 "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
COD. DOC. IBL1	LOTTO 10	FASE ENTE D 22	DOCUMENTO MD RH.00.00.001	REV. B	FOGLIO 1 di 42

**APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA PER IL CALCOLO DELLE EMISSIONI (RIMOZIONI) DI CO2 GENERATE DALLE ATTIVITA' DI PROGETTAZIONE E DI REALIZZAZIONE DI UNA INFRASTRUTTURA FERROVIARIA**

**ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA  
ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO  
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA  
PROGETTO DEFINITIVO DEL LOTTO 1  
"TRATTA FORTEZZA - PONTE GARDENA"**

B	21/02/2014	Emissione esecutiva	UO Sistemi Qualità, Ambiente e Sicurezza (M. Severini)	UO Sistemi Qualità, Ambiente e Sicurezza (M. Severini)	UO Ambiente, Architettura e Archeologia (A.Martino)	UO Sistemi Qualità, Ambiente e Sicurezza (P. Fedele)
			UO Ambiente, Architettura e Archeologia (E. Caci)			
A	31/01/2014					
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE	AUTORIZZAZIONE

REPORT IMPRONTA CLIMATICA					
PD LOTTO 1 "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
COD. DOC. IBL1	LOTTO 10	FASE ENTE D 22	DOCUMENTO MD RH.00.00.001	REV. B	FOGLIO 2 di 42

## INDICE

<b>I</b>	<b>SEZIONE I</b> .....	<b>4</b>
	I.1 SCOPO .....	4
	I.2 DOCUMENTI CORRELATI E SUPERATI .....	4
	I.2.1 Documenti di origine interna relativi al Sistema di Gestione UNI EN ISO 9001 .....	4
	I.2.2 Documenti di origine interna relativi al calcolo dell'impronta climatica.....	4
	I.2.3 Documenti di origine esterna.....	5
	I.2.4 Elaborati progettuali presi a riferimento per il calcolo della CO2 .....	5
	I.3 ACRONIMI .....	5
	I.4 TERMINI E DEFINIZIONI .....	6
<b>II</b>	<b>SEZIONE II – ELEMENTI DEL PROGETTO IN ESAME</b> .....	<b>7</b>
	II.1 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....	7
	II.2 INTERVENTI PREVISTI NEL PROGETTO .....	8
	II.2.1 OPERE IN SOTTERRANEO .....	8
	Figura 3 –Utilizzo delle due tipologie di scavo in percentuale .....	9
	II.2.2 VIADOTTO SUL FIUME ISARCO.....	10
	II.2.3 ARMAMENTO.....	11
	II.2.4 INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO DELL'INFRASTRUTTURA A PONTE GARDENA .....	11
<b>III</b>	<b>SEZIONE III – DESCRIZIONE DEL PROCESSO DI CALCOLO</b> .....	<b>13</b>
	III.1 ORGANIZZAZIONE .....	13
	III.1.1 GRUPPO DI LAVORO CO <sub>2</sub> .....	13
	III.1.2 SPECIALISTI DELLA DIREZIONE TECNICA .....	13
	III.1.3 TEAM DI COMMESSA PD 1° LOTTO "FORTEZZA – PONTE GARDENA.....	13
	III.2 RIPARTIZIONE DELLE ATTIVITA'.....	14
	III.3 AGGIORNAMENTO DEI FATTORI DI EMISSIONE .....	15
	III.4 FLUSSO DELLE ATTIVITA' DI CALCOLO DELLA CO <sub>2</sub> .....	18
	III.4.1 CALCOLO DELLE EMISSIONI CO <sub>2</sub> ASSOCIATE AI MATERIALI, AI TRASPORTI E ALLE LAVORAZIONI RELATIVE ALLE OCCC .....	19
	III.4.2 CALCOLO DELLE EMISSIONI CO <sub>2</sub> GENERATE DAGLI IITT E DALL'ARMAMENTO ..	21
	III.4.3 CALCOLO DELLE EMISSIONI (RIMOZIONI) CO <sub>2</sub> GENERATE DALLE INSTALLAZIONI DI CANTIERE, ATTIVITA' DI UFFICIO, OPERE A VERDE ED EMISSIONI EVITATE.....	22
<b>IV</b>	<b>SEZIONE - ELABORAZIONE DEGLI INVENTARI</b> .....	<b>23</b>
	IV.1 ANALISI DELLE EMISSIONI .....	23
	IV.2 SUDDIVISIONE DELLE EMISSIONI - RIMOZIONI.....	25
	IV.3 SUDDIVISIONE EMISSIONI PER CATEGORIA (SOLO OPERE CIVILI, IITT E ARMAMENTO).....	27
	IV.3.1 SUDDIVISIONE EMISSIONI OO.CC.....	28
	IV.3.2 SUDDIVISIONE EMISSIONI IMPIANTI TECNOLOGICI E ARMAMENTO .....	30
	IV.3.2.1 IMPIANTI MECCANICI .....	33
	IV.3.2.2 SEGNALAMENTO .....	33
	IV.3.2.3 TRAZIONE ELETTRICA .....	34
	IV.3.2.4 TELECOMUNICAZIONI.....	34
	IV.3.2.5 ARMAMENTO.....	35

REPORT IMPRONTA CLIMATICA					
PD LOTTO 1 "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
COD. DOC. IBL1	LOTTO 10	FASE ENTE D 22	DOCUMENTO MD RH.00.00.001	REV. B	FOGLIO 3 di 42

IV.4	EMISSIONI GENERATE DALLE INSTALLAZIONI DI CANTIERE, ATTIVITA' DI SEDE, OPERE A VERDE ED EMISSIONI EVITATE .....	36
IV.4.1	INSTALLAZIONI FISSE DI CANTIERE .....	36
IV.4.2	ATTIVITA' DI SEDE .....	36
IV.4.3	PROVE E COLLAUDI .....	37
IV.4.4	MESSA IN SERVIZIO .....	37
IV.4.5	EMISSIONI EVITATE .....	37
IV.4.6	RIMOZIONI DA OPERE A VERDE (ASSORBITORI) .....	38
<b>V</b>	<b>SEZIONE - CONCLUSIONI .....</b>	<b>41</b>

REPORT IMPRONTA CLIMATICA					
PD LOTTO 1 "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
COD. DOC. IBL1	LOTTO 10	FASE ENTE D 22	DOCUMENTO MD RH.00.00.001	REV. B	FOGLIO 4 di 42

## I SEZIONE I

### I.1 SCOPO

Il presente Report ha lo scopo di descrivere le attività eseguite per l'applicazione della metodologia per il calcolo delle emissioni (rimozioni) di CO2 generate dalle attività di progettazione e da quelle di realizzazione dell'infrastruttura, fino alla messa in servizio ed alla consegna ad RFI della linea ferroviaria al seguente Progetto:

**Progetto:** Asse Ferroviario Monaco Verona - Accesso Sud alla Galleria di Base del Brennero  
"Quadruplicamento della Linea Fortezza – Verona"  
Progetto Definitivo del Lotto 1 "Fortezza – Ponte Gardena"

**Comm./Sottocomm.:** IB1L - 1D01 (A01)

**Codice Documentale:** IBL1

**Committente:** Rete Ferroviaria Italiana

**Tipo di progetto:** Progetto Definitivo per Conferenza di Servizi e arricchimento per Appalto Integrato

### I.2 DOCUMENTI CORRELATI E SUPERATI

#### I.2.1 Documenti di origine interna relativi al Sistema di Gestione UNI EN ISO 9001

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

#### I.2.2 Documenti di origine interna relativi al calcolo dell'impronta climatica

	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	C
2.	Istruzione per la gestione e il back up dei dati per il calcolo dell'impronta climatica	PPA.0001204	B
3.	Calcolo delle emissioni (rimozioni) relative alle sette categorie: progettazione, materiali, trasporti, lavorazioni, impianti fissi di cantiere, assorbitori, emissioni evitate	PPA.0001206	E

COD. DOC. IBL1	LOTTO 10	FASE ENTE D 22	DOCUMENTO MD RH.00.00.001	REV. B	FOGLIO 5 di 42
-------------------	-------------	-------------------	------------------------------	-----------	-------------------

	<b>Titolo documento</b>	<b>codifica</b>	<b>rev.</b>
4.	Allegato 1 alla PPA.0001206: Fattori di Emissione (rimozione) secondari	PPA.0001502	C
5.	Elenco Fattori di emissione / rimozione e pesi specifici / pesi per unità di volume materiali	PPA.0001207	E
6.	Analisi delle emissioni di CO2 per le Sezioni Tipo relative alle "Gallerie Naturali"	PPA.0001205	D
7.	Analisi materiali costituenti l'"Armamento"	PPA.0001148	C
8.	Analisi materiali costituenti gli "Impianti per l'energia e la Trazione Elettrica"	PPA.0001144	D
9.	Analisi materiali costituenti gli "Impianti di Segnalamento Ferroviario"	PPA.0001145	D
10.	Analisi materiali costituenti la "Impiantistica Meccanici e Safety"	PPA.0001146	D
11	Analisi materiali costituenti le "Telecomunicazioni"	PPA.0001147	D

### I.2.3 Documenti di origine esterna

Rif.	Ente	Titolo documento	anno
1.	International Organization for Standardization (ISO)	Norma UNI ISO 14064-1 "Gas ad effetto serra P.1: <i>Specifiche e guida, al livello dell'organizzazione, per la quantificazione e la rendicontazione delle emissioni di gas ad effetto serra e della loro rimozione</i> "	2012
2.	International Organization for Standardization (ISO)	Norma UNI EN ISO 9001 Sistemi di gestione per la qualità - Requisiti	2008
3.	Rete Ferroviaria Italiana	Tariffe RFI 2009	2009

### I.2.4 Principali elaborati progettuali presi a riferimento per il calcolo della CO2

Rif.	Titolo elaborato	codifica
1.	Piano della Progettazione	IB1L 10 D IF PG MD.00.00 001 A
2.	Elenco elaborati	IBL1 10 D 05 LS 10. 05.00 001 A
3.	Relazione generale	IBL1 10 D 05 RG MD.00.00 001 A
4.	Progetto Ambientale della Cantierizzazione	IBL1 10 D 22 RG CA.00.00 001 A
5.	Computi Metrici Estimativi	VARIE

## I.3 ACRONIMI

- **AAA:** Ambiente, Architettura e Archeologia
- **DT:** Direzione Tecnica
- **GHG:** Green House Gas
- **GdL:** Gruppo di lavoro

REPORT IMPRONTA CLIMATICA					
PD LOTTO 1 "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
COD. DOC. IBL1	LOTTO 10	FASE ENTE D 22	DOCUMENTO MD RH.00.00.001	REV. B	FOGLIO 6 di 42

- **GN:** Gallerie naturali
- **WBS:** Work Breakdown Structure
- **II.TT.:** Impianti Tecnologici
- **IM:** Impianti Meccanici
- **IS:** Impianti di Segnalamento
- **OO.CC.:** Opere Civili
- **P.D.:** Progetto Definitivo
- **SQAS:** Sistemi Qualità, Ambiente e Sicurezza
- **STR:** Software per il calcolo e la gestione dei computi metrici estimativi denominato
- **TBM:** Tunnel Boring Machine
- **TE:** Trazione Elettrica
- **TLC:** Telecomunicazioni
- **UO:** Unità Organizzativa
- **VTR:** Vetroresina

#### ***I.4 TERMINI E DEFINIZIONI***

- **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 o di rimozione di gas serra:** fattore che correla dati di attività ad emissioni o rimozioni di GHG (UNI ISO 14064-1:2012, 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).
- **asserzione relativa ai gas serra:** dichiarazione relativa alla misura dei GHG obiettiva e basata su fatti formulata da una parte Responsabile (Italferr)
- **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
- **tipologico di riferimento:** soluzione progettuale che individua una determinata specie d'opera e consente la definizione del valore economico della stessa (es. viadotto doppio binario con impalcato in c.a.p. a doppio cassone appartenente alla categoria di opera "Viadotto", rilevato ferroviario a singolo binario di altezza pari a 2m, ...).

COD. DOC. IBL1	LOTTO 10	FASE ENTE D 22	DOCUMENTO MD RH.00.00.001	REV. B	FOGLIO 7 di 42
-------------------	-------------	-------------------	------------------------------	-----------	-------------------

## II SEZIONE II – ELEMENTI DEL PROGETTO IN ESAME

### II.1 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il progetto oggetto di analisi è relativo all'esecuzione degli interventi di “Quadruplicamento della linea Verona – Fortezza (del Brennero), tratta Fortezza – Ponte Gardena (identificata come Lotto 1)”.

L'intervento fa parte dell'asse ferroviario Berlino-Verona/Milano-Bologna-Napoli-Messina-Palermo, facente parte dei quattordici progetti prioritari della Rete Trans-europea dell'Unione Europea.

Il progetto del tratto di nuova linea Fortezza – Ponte Gardena si prefigge l'obiettivo di ottimizzare il collegamento Ferroviario Monaco-Verona, adottando standard progettuali tali da eliminare i limiti di prestazione e di velocità conseguenti all'aspetto infrastrutturale della linea esistente: l'attuale linea Verona-Brennero presenta, nel tratto interessato dall'intervento di potenziamento, basse velocità di esercizio abbastanza estese, con velocità di 80 ÷ 90 Km/h in rango A ed elevate pendenze, fino al 23 ‰ in particolare nella tratta Ponte Gardena – Fortezza.

L'intervento ricade interamente nella Provincia Autonoma di Bolzano, attraversando 8 comuni; il ramo principale **si sviluppa per circa 22,5 km** e presenta delle interconnessioni alla linea esistente nell'ambito degli impianti di Fortezza (a nord) e di Ponte Gardena (a sud).

La linea si sviluppa quasi interamente in sotterraneo, per mezzo di due gallerie naturali denominate Scaleres, di 15,4 km circa, e Gardena, di 6,3 km circa, intervallate da un breve tratto allo scoperto in attraversamento della Valle dell'Isarco il cui viadotto costituisce l'opera di maggiore significatività architettonica dell'intero progetto.

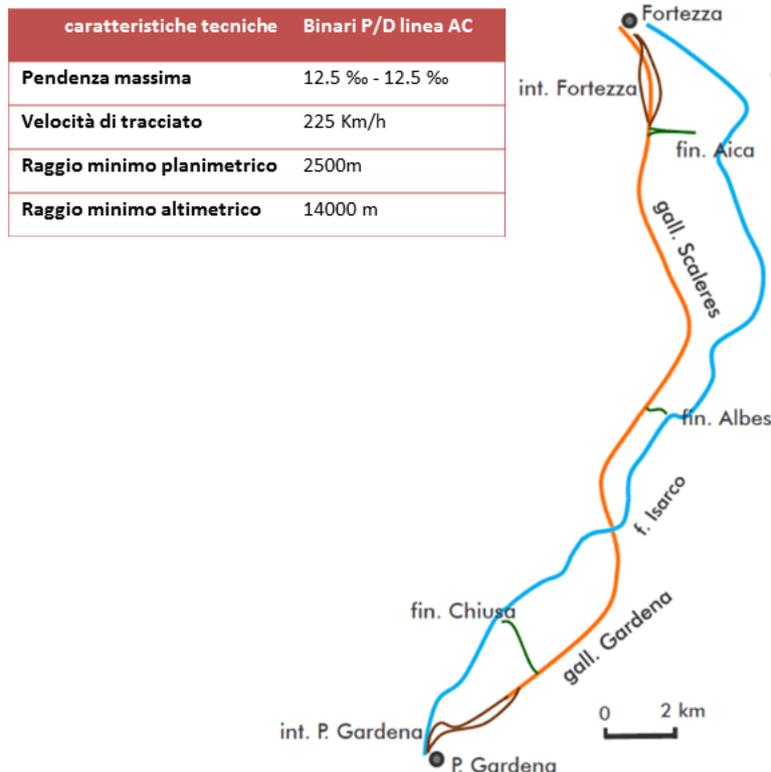


Figura 1. Planimetria linea e elenco principali caratteristiche tecniche

REPORT IMPRONTA CLIMATICA					
PD LOTTO 1 "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
COD. DOC. IBL1	LOTTO 10	FASE ENTE D 22	DOCUMENTO MD RH.00.00.001	REV. B	FOGLIO 8 di 42

## II.2 INTERVENTI PREVISTI NEL PROGETTO

Il presente progetto comprende le seguenti opere principali:

### II.2.1 OPERE IN SOTTERRANEO

Lo sviluppo complessivo di tutte le opere sotterranee del Lotto 1, contando anche i cunicoli trasversali di collegamento e le altre opere funzionali al sistema (locali tecnici) è di ca. 62 km.

Dei circa 22,5 km di lunghezza della tratta, circa 21,7 km si sviluppano in sotterraneo mediante due gallerie naturali denominate Scaleres e Gardena.

- **GN01** - Galleria di linea Scaleres, a doppia canna a singolo binario, di ca. 15,4 km per ciascuna canna, con i relativi portali e gallerie artificiali.
- **GN02** - Galleria di linea Gardena, a doppia canna a singolo binario, di ca. 6,3 km per il B.P. e 5,8 km per il B.D. con i relativi portali e gallerie artificiali.

Sono previste delle finestre con funzioni di attacchi intermedi per la costruzione delle opere, mentre in fase di esercizio svolgono le funzioni di manutenzione e soccorso.

- **GN03** - Finestra di Aica-Varna e Forch di ca.1,5 km,
- **GN04** - Finestra Albes di ca.0,7 km
- **GN05** - Finestra di Chiusa di ca.1,8 km.

Le gallerie relative alle interconnessioni si innestano alle linee tradizionali esistenti.

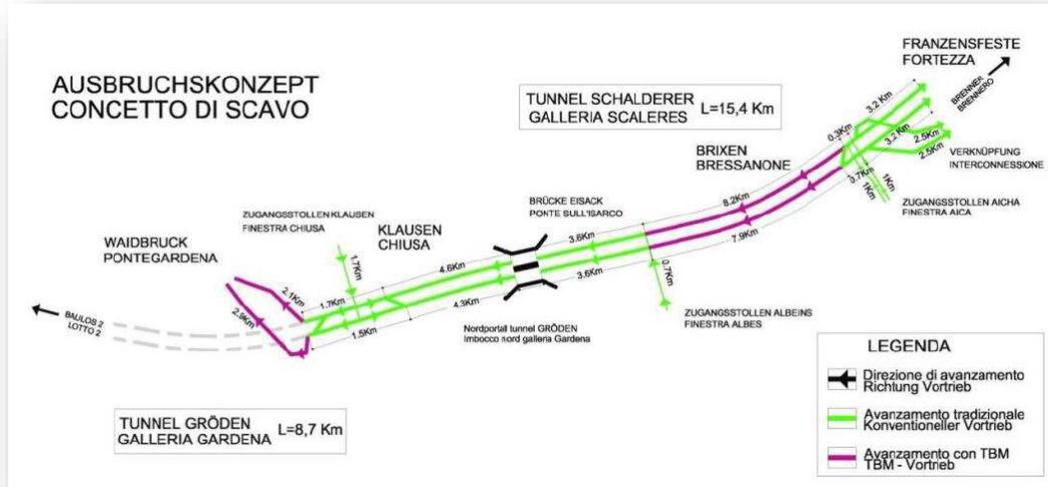
- **GN06** - Gallerie di interconnessione di Fortezza, a singolo binario, di ca. 2,25 km per il B.P e 2,4 km per il B.D. con i relativi portali e gallerie artificiali;
- **GN07** - Gallerie di interconnessione di Ponte Gardena, a singolo binario, di ca. 2,35 per il B.P. e 3,2 km per il B.D. con il relativo portale e galleria artificiale.

### Tipologie di scavo

Gli ammassi rocciosi relativi alle gallerie Scaleres e Gardena appaiono dotati generalmente di buone caratteristiche geotecniche, sebbene siano presenti zone di faglia, con distribuzione sia dispersa che concentrata in alcune tratte, che impongono l'uso di particolari accorgimenti per il superamento delle stesse con le TBM.

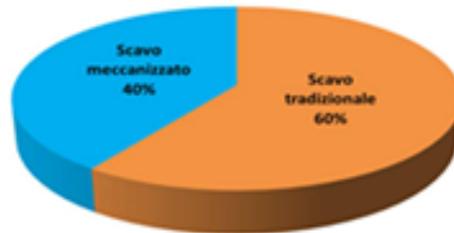
Per le due gallerie e per le gallerie di interconnessione si prevede l'applicazione di sistemi di scavo in **tradizionale** e **meccanizzato** secondo la distribuzione di seguito definita per ciascuna galleria e schematicamente rappresentato nella figura seguente.

COD. DOC. IBL1	LOTTO 10	FASE ENTE D 22	DOCUMENTO MD RH.00.00.001	REV. B	FOGLIO 9 di 42
-------------------	-------------	-------------------	------------------------------	-----------	-------------------



**Figura 2 – Schematico del sistema di gallerie del Lotto 1 con indicazione dei sistemi di scavo**

- **Scavo tradizionale:** è prevista l'adozione dello scavo a piena sezione, mediante esplosivo o martellone o escavatore o fresa puntuale, in funzione delle caratteristiche geotecniche degli ammassi attraversati e del loro comportamento allo scavo. Gli interventi di precontenimento al fronte in ammassi fratturati ed alterati, e in presenza di comportamento spingente, sono realizzati con elementi strutturali in vetroresina a semplice cementazione. Per i terreni con maggior permeabilità e comportamento incoerente, quali depositi alluvionali e fluvio-glaciali, sono previsti trattamenti in jet-grouting, armati con elementi strutturali in VTR.
- **Scavo meccanizzato:** impiego di TBM monoscudate adatte per lo scavo in ammassi rocciosi, con contrasto sul rivestimento definitivo costituito da anelli in conci prefabbricati con guarnizioni perimetrali di tenuta idraulica.



**Figura 3 –Utilizzo delle due tipologie di scavo in percentuale**

## II.2.2 VIADOTTO SUL FIUME ISARCO

Nell'ambito dei lavori si è resa necessaria la realizzazione dei due viadotti affiancati (binario pari e binario dispari) ad archi contigui a via superiore per l'attraversamento della valle dell'Isarco tra i comuni di Funes e Volturno sul fiume Isarco della lunghezza di circa 220 m, previsti fra le progressive:

- **VI01** - km 15+883.14 (BP - asse appoggi spalla lato imbocco galleria Scaleres Sud) e pk. km 16+104.04 (BP - asse appoggi spalla lato imbocco galleria Gardena Nord);
- **VI02** - km 15+895.93 (BD - asse appoggi spalla lato imbocco galleria Scaleres Sud) e pk. km 16+122.79 (BD - asse appoggi spalla lato imbocco galleria Gardena Nord).

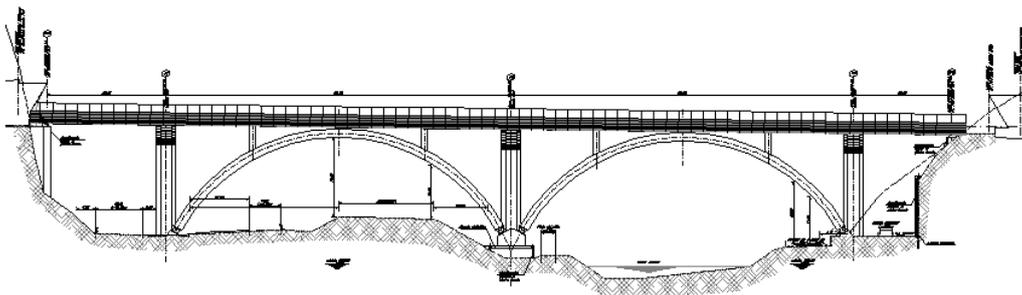
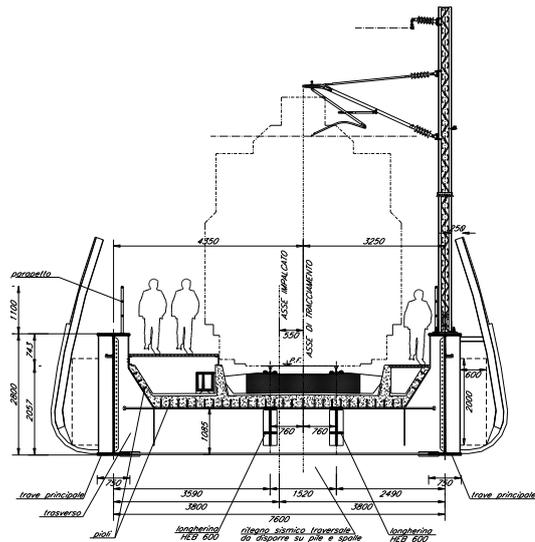


Figura 4 – Prospetto Viadotto Binario Pari

Il viadotto è così composto dai seguenti elementi:

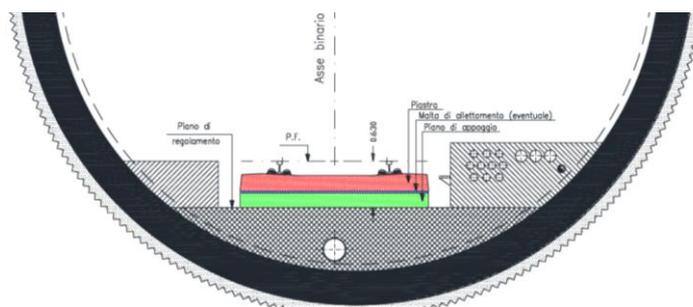
- le **pile**, su cui convergono anche gli appoggi degli archi, sono fondate su fondazioni profonde a pozzo di dimensioni differenti a seconda della particolare condizione geolitologica su cui sono posizionate. Tali pozzi sono realizzati attraverso scavi fra berlinesi di micropali, prevedendo l'impiego di jet – grouting quale tappo di fondo per impedire la risalita della falda;
- le **spalle**, addossate alle pareti di imbocco e tutte le opere definitive di sistemazione dei versanti, quali paratie, berlinesi e muri di sostegno, sono fondate su micropali;
- gli **archi** in struttura scatolare in acciaio di dimensioni pari a 2.20x1.70 m, sono realizzati in conci assemblati in opera mediante giunzioni saldate;
- gli **impalcati**, costituiti da due travi principali a doppio "T" saldati, sono realizzati in conci assemblati in opera mediante giunzioni saldate. I due correnti longitudinali sono collegati tra loro attraverso dei trasversi realizzati con travi a doppio "T" saldati collegati alle travi principali attraverso giunti bullonati. Si ha poi la presenza di longherine in corrispondenza di ogni binario realizzate con profilati a doppio "T";
- La **soletta** è resa collaborante con la struttura metallica mediante connettori a taglio elettrosaldati sulle piattabande superiori delle travi dei trasversi e delle longherine. Lo spessore medio della soletta è pari a 0.27 m.



COD. DOC. IBL1	LOTTO 10	FASE ENTE D 22	DOCUMENTO MD RH.00.00.001	REV. B	FOGLIO 11 di 42
-------------------	-------------	-------------------	------------------------------	-----------	--------------------

### II.2.3 ARMAMENTO

Il primo lotto costruttivo del progetto di quadruplicamento della linea Fortezza-Verona prevede la costruzione di una nuova linea AV/AC con rotaie del tipo 60E1 posate su platea in c.a.p.. La sezione tipologica presa a riferimento per questa tipologia di linea è rappresentata nella figura sottostante.



**Figura 5 – Sezione tipologica armamento**

### II.2.4 INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO DELL'INFRASTRUTTURA A PONTE GARDENA

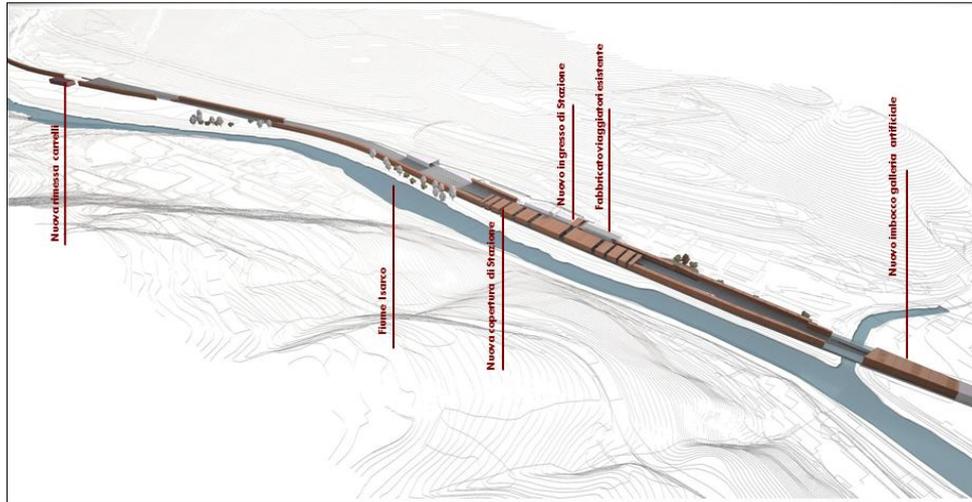
Gli interventi di inserimento architettonico dell'opera nell'ambito della stazione di Ponte Gardena, sono l'esito di un processo scaturito dalla volontà di trovare un'adeguata risposta alla prescrizione n. 28 del CIPE, relativa alla richiesta di "...incapsulamento dei binari esistenti e dei nuovi binari nell'ambito di Ponte Gardena fino al portale della galleria Sciliar" che conciliasse le esigenze del territorio, con le caratteristiche tecniche - funzionali delle opere da realizzare.

E' stata studiata una soluzione alternativa alla copertura totale dei binari che soddisfacesse l'esigenza di mitigazione acustica con un intervento di inserimento territoriale dell'opera.

Il progetto nella tratta in oggetto, si configura prevalentemente come una schermatura con muri di linea, con diverse declinazioni formali ed estetiche per ridurre l'impatto visivo ed acustico. In particolare, le parti d'opera che compongono l'intervento, provenendo da Bolzano, sono:

- un nuovo imbocco, come prolungamento della galleria artificiale esistente, di circa 50 metri di lunghezza, nuova "porta di accesso" alla Stazione di Ponte Gardena;
- due muri perimetrali all'impianto ferroviario della stazione di Ponte Gardena, che si declina nella sua sezione per rispondere, a diverse funzioni urbane divenendo la "nuova quinta di stazione";
- un muro con elementi di copertura parziale sul binario dell'interconnessione pari ed dei due binari di corsa, in corrispondenza dei marciapiedi nella zona antistante il fabbricato viaggiatori, delimita l'area destinata ai viaggiatori e segnala il nuovo accesso tra gli edifici storici ferroviari esistenti;
- un muro lungo il fiume Isarco.

COD. DOC. IBL1	LOTTO 10	FASE ENTE D 22	DOCUMENTO MD RH.00.00.001	REV. B	FOGLIO 12 di 42
-------------------	-------------	-------------------	------------------------------	-----------	--------------------



**Figura 6 – Inquadramento assonometrico dell'intervento**

Le WBS relative all'intervento sono:

- **FV10** - Opere di inserimento paesaggistico nel contesto urbano di Ponte Gardena, Interventi di inserimento architettonico/paesaggistico dell'infrastruttura in corrispondenza dell'impianto di Ponte Gardena (Comuni di Laion e Ponte Gardena)
- **BA10** – Barriere antirumore. Barriere tra la galleria artificiale e la galleria Sciliar a Ponte Gardena lato Fiume Isarco
- **GA10** – Galleria artificiale. Nuovo imbocco galleria artificiale a Ponte Gardena.

REPORT IMPRONTA CLIMATICA					
PD LOTTO 1 "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
COD. DOC. IBL1	LOTTO 10	FASE ENTE D 22	DOCUMENTO MD RH.00.00.001	REV. B	FOGLIO 13 di 42

### III SEZIONE III – DESCRIZIONE DEL PROCESSO DI CALCOLO

#### III.1 ORGANIZZAZIONE

L'organizzazione che è intervenuta nell'applicazione della metodologia di calcolo della CO<sub>2</sub> al progetto in esame è ripartita come segue.

##### III.1.1 GRUPPO DI LAVORO CO<sub>2</sub>

Il Gruppo di lavoro Italferr per l'esecuzione del progetto è così composto:

- **Severini** (UO Sistemi Qualità, Ambiente e Sicurezza): ha coordinato le attività; inoltre, ha riesaminato lo stato di aggiornamento dei fattori di emissione/rimozione e conseguentemente a redatto i relativi documenti alla base del presente calcolo; ha sviluppato il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> delle opere civili previste dal progetto;
- **Caci** (UO Architettura, Ambiente e Archeologia): ha sviluppato il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> degli Impianti Tecnologici e dell'armamento previsti dal progetto; inoltre ha applicato la metodologia per il calcolo delle emissioni/rimozioni riguardo la progettazione, l'esercizio del campo base, gli assorbitori;
- **Antonias** (UO Architettura, Ambiente e Archeologia): ha condotto l'Audit;
- **Fedele** (Resp. UO Sistemi Qualità, Ambiente e Sicurezza): è il Project Manager del processo di calcolo dell'impronta climatica ed è il garante dell'applicazione del processo di quantificazione e di rendicontazione
- **Martino** (Resp. UO Ambiente, Architettura e Archeologia): è il responsabile del calcolo delle emissioni di Gas Serra del progetto.

##### III.1.2 SPECIALISTI DELLA DIREZIONE TECNICA

Hanno eseguito l'aggiornamento dei documenti standard relativi alle varie opere/impianti specialistici:

- **Flamia** (UO Gallerie)
- **Curia** (UO Progettazione Linee Nodi e Armamento)
- **Carones** (UO Energia e Impianti di Trazione Elettrica)
- **Rufo** (UO Impiantistica Industriale)
- **Cunsolo** (UO Sistemi Tecnologici di Sicurezza e Telecomunicazioni)
- **Marroni** (UO Impianti ACEI - ACC)

##### III.1.3 TEAM DI COMMESSA PD 1° LOTTO "FORTEZZA – PONTE GARDENA"

Hanno fornito i documenti e le informazioni relative al progetto oggetto di esame:

- **Mazzocchi** (Project Engineer commessa di progettazione)
- **Curia** (UO Progettazione Linee Nodi e Armamento)
- **Di Nucci** (UO Strutture)
- **Iannuccilli** (UO Impiantistica Industriale)
- **Buccheri / Storari** (UO Sistemi Tecnologici di Sicurezza e Telecomunicazioni)

REPORT IMPRONTA CLIMATICA					
PD LOTTO 1 "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
COD. DOC. IBL1	LOTTO 10	FASE ENTE D 22	DOCUMENTO MD RH.00.00.001	REV. B	FOGLIO 14 di 42

- **Sciotti** (UO Gallerie)
- **Ruggeri** (UO Energia e Impianti Trazione Elettrica)
- **Valeri** (UO Architettura, Stazioni e Territorio).

### III.2 RIPARTIZIONE DELLE ATTIVITA' ATTIVITA'

Il processo di calcolo delle emissioni di CO2 al progetto in esame è stato così ripartito:

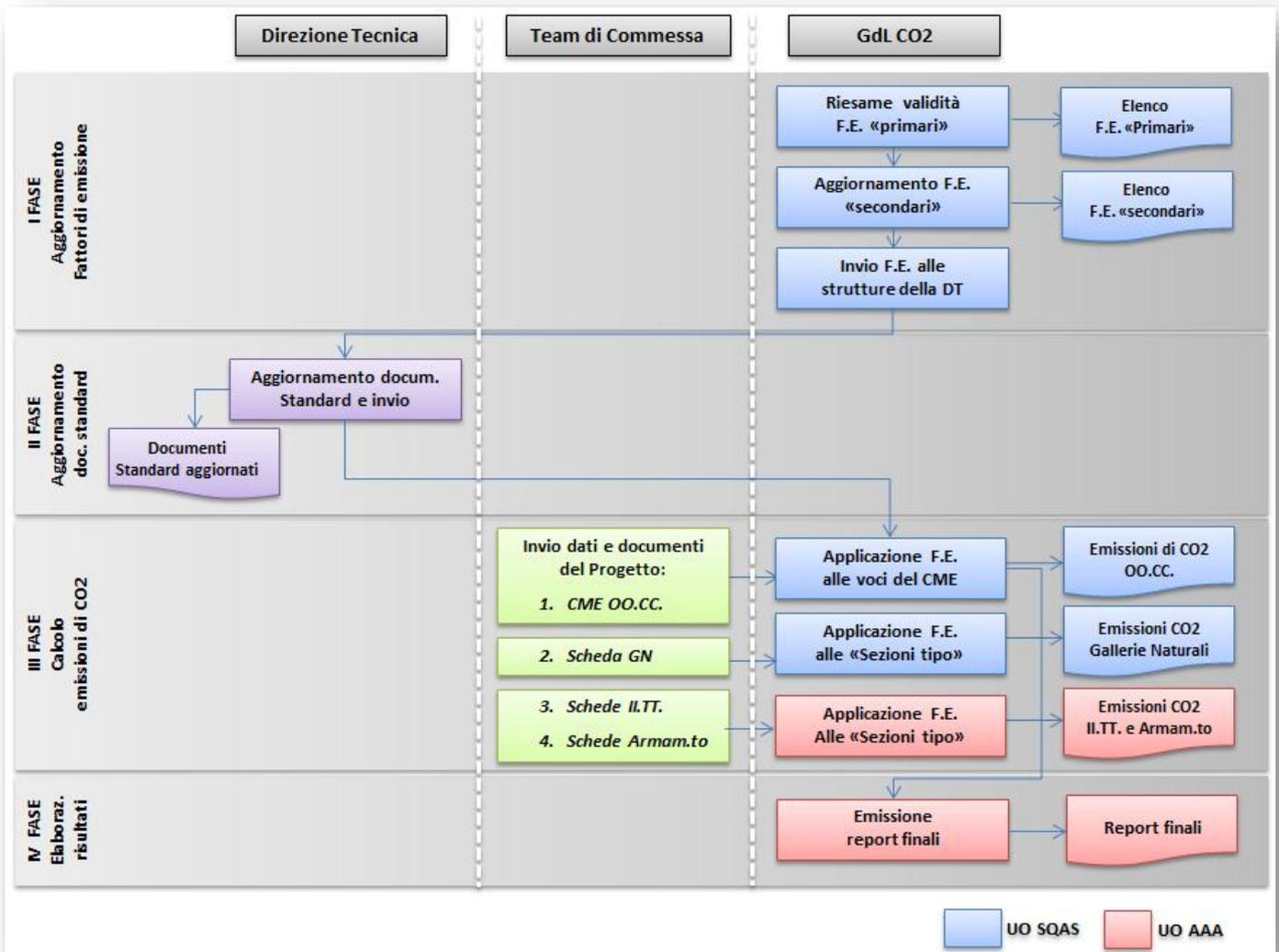


Figura 7. Organizzazione e attività

REPORT IMPRONTA CLIMATICA					
PD LOTTO 1 "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
COD. DOC. IBL1	LOTTO 10	FASE ENTE D 22	DOCUMENTO MD RH.00.00.001	REV. B	FOGLIO 15 di 42

### III.3 AGGIORNAMENTO DEI FATTORI DI EMISSIONE

In data 14 ottobre 2013 è stato eseguito il riesame dello stato di validità dei "fattori di emissione" definiti nel documento "Calcolo delle emissioni (rimozioni) relative alle sette categorie" (PPA.0001206 rev. D).

E' stato eseguito il controllo delle fonti messe a disposizione sui siti ufficiali presenti in internet dalle università, dagli enti pubblici, dai Ministeri, coerentemente a quanto riportato al par. IV.1.2.2 della Specifica Tecnica "L'impronta climatica nelle attività di progettazione e costruzione delle infrastrutture ferroviarie" (PPA.0000867 rev.C).

Di seguito, si riporta la sintesi di quanto emerso in tale occasione (estratto dal RR del 14.10.13).

#### 1. Fattori di emissione relativi ai principali materiali da costruzione

Il doc. "*Inventory of Carbon & Energy*" (ver. 2.0) emesso dall'Università di Bath a gennaio 2011 è la principale fonte di dati su cui si basa la metodologia in uso in Italferr.

Esso contempla 37 categorie di materiali utilizzati nelle costruzioni, con circa 1800 record relativi ai valori delle emissioni di CO2 e all'energia consumata durante la fase di produzione. I dati grezzi sono stati raccolti da fonti indipendenti e da letteratura internazionale e sono stati rigorosamente analizzati per fornire agli utenti la fiducia circa l'affidabilità dei valori.

Non sono stati emessi aggiornamenti del documento.

**Per la maggior parte dei Fattori di emissione si conferma valida la vers. 2.0 del DB "ICE".**

#### 2. Fattore di emissione "energia elettrica" (dato aggiornato)

La pubblicazione "*Dati Statistici sull'energia elettrica in Italia*" redatta annualmente da "Terna" e che raccoglie i dati relativi alle principali grandezze del settore elettrico nazionale, ha subito nel 2012 un aggiornamento.

La Sezione "*Confronti internazionali*" del report fornisce, a livello internazionale, un quadro sintetico della potenza installata e della produzione elettrica, nonché di alcuni indicatori socio-economici ed energetici. I dati si riferiscono al 2011, non essendo disponibili al momento della chiusura della pubblicazione, i dati del 2012 di fonte ENERDATA.

**I nuovi valori relativi alla emissione di CO2 per il consumo di en. elettrica** (pag. 150-151 del doc. su citato) sono:

- emissioni di CO2 (**en. elettrica prodotta in Italia**): **407 gCO2/kWh** (ex 402 gCO2/kWh)
- emissioni di CO2 (**en. elettrica prodotta in GB**): **459 gCO2/kWh** (ex 471 gCO2/kWh)

#### 3. Fattore di emissione "rame" (dato confermato)

Il "fattore di emissione" per il rame costituente la linea di contatto è richiamato a pag. 4 del report emesso a novembre 2011 dall'organizzazione ferroviaria mondiale "UIC" (*International Union of Railways*), dal titolo "*Carbon Footprint of High Speed Rail*":

- emissione di CO2 (**rame per linea di contatto**) : **3.131 kg CO2/kg**.

Il fattore di emissione del rame per tubazioni o lamiere è invece preso dal ICE dell'Università di Bath.

REPORT IMPRONTA CLIMATICA					
PD LOTTO 1 "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
COD. DOC. IBL1	LOTTO 10	FASE ENTE D 22	DOCUMENTO MD RH.00.00.001	REV. B	FOGLIO 16 di 42

#### 4. Fattore di emissione "alluminio" (dato aggiornato)

Originariamente, il dato preso da Italferr come riferimento per l'alluminio, era quello riportato nel documento emesso dall'università di Bath "Inventory of carbon & Energy - ICE" v.2.0 (pari a 8.24 tCO<sub>2</sub>/t).

Considerando che per la produzione dell'alluminio si fa uso quasi esclusivamente di energia elettrica, è stato possibile **determinare il corrispondente fattore di emissione italiano** per il medesimo materiali applicando la proporzionalità diretta con le emissioni associate alla produzione di kWh.

Nel caso specifico il fattore di proporzionalità (= 0.887) è dato dal rapporto tra l'intensità emissiva per la produzione lorda totale di energia elettrica nel 2012 in Italia (407 gCO<sub>2</sub>/kWh: dati ENERDATA pubblicati da TERNA), e quella nel Regno Unito (459 gCO<sub>2</sub>/kWh).

Il nuovo "fattore di emissione" è il seguente:

- emissioni di CO<sub>2</sub> (**alluminio**): **7.31 tCO<sub>2</sub>/t**

#### 5. Fattore di emissione "trasporto su strada" (dati aggiornati)

La fonte da cui è stato ricavato il fattore di emissione utilizzato da italferr nelle applicazioni sin ora effettuate, ha aggiornato i dati.

La "**banca dati dei fattori di emissione medi relativi al trasporto stradale**" si basa sulle stime effettuate ai fini della redazione dell'inventario nazionale delle emissioni in atmosfera, realizzato annualmente da **Ispra** come strumento di verifica degli impegni assunti a livello internazionale sulla protezione dell'ambiente atmosferico (Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici - UNFCCC, Protocollo di Kyoto, Convenzione di Ginevra sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero - UNECE-CLRTAP, Direttive europee sulla limitazione delle emissioni).

Il sito internet, curato da **SINANET** (rete del Sistema Informativo Nazionale Ambientale), mette a disposizione i fattori di emissione medi dei veicoli italiani. Essi sono calcolati sia rispetto ai km percorsi che rispetto ai consumi, con riferimento sia al dettaglio delle tecnologie che all'aggregazione per settori, elaborati sia a livello totale che distintamente per l'ambito urbano, extraurbano ed autostradale.

Inserendo i dati relativi a trasporto pesante >32 t (Euro V) e considerando il valore massimo come parametro prudenziale (ambito urbano), si prende a riferimento il seguente fattore di emissione:

- **emissione per il trasporto merci: 0,00115 tCO<sub>2</sub>/km**

**Il peso massimo del materiale trasportato è pari a 22 t.**

#### 6. Aggiornamento Fattori di emissione "calcestruzzo" disponibili sul documento "ICE" (dati aggiornati)

Il documento "**Inventory of Carbon & Energy**" (ver. 2.0) emesso dall'Università di Bath, rispetto alla rev. 1.6, riporta i valori delle emissioni unitarie suddivise per resistenza caratteristica del cls:

Rck 150	<b>0.0930</b> non strutturale
Rck 200 e Rck 250	<b>0,1000</b> per fondazioni
Rck 300 e Rck 350	<b>0.1120</b> per fondazioni (Rck 300) e strutture in elevazione (Rck 350)
Rck 400	<b>0,1230</b> in elevazione
Rck 500	<b>0.1410</b>
Rck 500 (prefabbric.)	<b>0.1680</b> cls prefabbricato

La rev. 1.6, invece, riportava una suddivisione dei valori della CO<sub>2</sub> basata sulla composizione della miscela di cls (cemento-sabbia-aggregati).

Dato che la composizione della miscela di cls è nota solo durante la fase realizzativa delle opere, si stabilisce di prendere a riferimento i valori delle emissioni riportati sul documento ICE" associati alle resistenze caratteristiche del cls.

#### 7. Fattori di emissione dei "combustibili" e "oli lubrificanti" (dati confermati)

Si è fatto riferimento ai dati presenti nel documento "**Tabella parametri standard nazionali**" disponibile sul sito del Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare.

REPORT IMPRONTA CLIMATICA					
PD LOTTO 1 "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
COD. DOC. IBL1	LOTTO 10	FASE ENTE D 22	DOCUMENTO MD RH.00.00.001	REV. B	FOGLIO 17 di 42

Il documento è compreso tra i documenti utili per la compilazione del piano di monitoraggio delle emissioni di CO2 ai sensi della direttiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo.

#### **Attività eseguite a seguito dell'aggiornamento dei Fattori di emissione**

A seguito degli aggiornamenti elencati nei punti precedenti, sono stati aggiornati i seguenti documenti:

1. *"Calcolo delle emissioni (rimozioni) relative alle sette categorie"* (PPA.0001206 rev. D).
2. *"Elenco fattori di emissione / rimozione e pesi specifici / pesi per unità di volume materiali"* (PPA.0001207 rev. D).
3. *PPA.0001205 - "Analisi delle emissioni di CO2 per le Sezioni tipo relative alle Gallerie Naturali"*.
4. *PPA.0001144 – Analisi materiali costituenti gli "Impianti per l'energia e la T.E."*
5. *PPA.0001145 - Analisi materiali costituenti gli "Impianti di Segnalamento Ferroviario"*
6. *PPA.0001146 - Analisi materiali costituenti la "Impiantistica Meccanici e Safety"*
7. *PPA.0001147 - Analisi materiali costituenti le "Telecomunicazioni"*
8. *PPA.0001148 - Analisi materiali costituenti l'"Armamento"*.

REPORT IMPRONTA CLIMATICA					
PD LOTTO 1 "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
COD. DOC. IBL1	LOTTO 10	FASE ENTE D 22	DOCUMENTO MD RH.00.00.001	REV. B	FOGLIO 18 di 42

### III.4 FLUSSO DELLE ATTIVITA' DI CALCOLO DELLA CO<sub>2</sub>

Il processo di calcolo è stato frazionato in tre sottoprocessi indipendenti:

- Opere Civili (per il calcolo delle GN e delle altre OO.CC. sono stati utilizzati due procedimenti distinti)
- Impianti Tecnologici e Armamento
- Altro.

Il flusso riportato nella seguente figura sintetizza le attività svolte dal Gruppo di Lavoro della CO<sub>2</sub>.

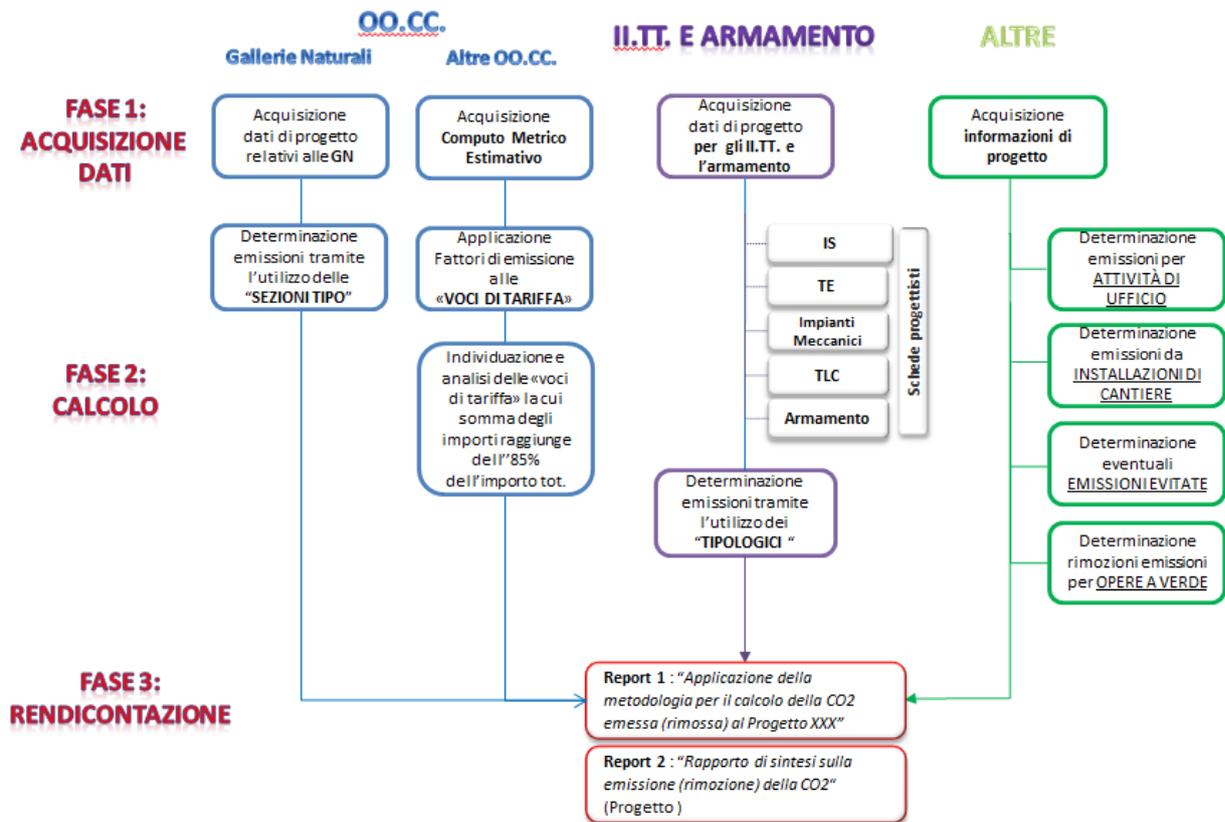


Figura 8. Flusso delle attività di calcolo della CO<sub>2</sub> applicate al progetto in esame

REPORT IMPRONTA CLIMATICA					
PD LOTTO 1 "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
COD. DOC. IBL1	LOTTO 10	FASE ENTE D 22	DOCUMENTO MD RH.00.00.001	REV. B	FOGLIO 19 di 42

### III.4.1 CALCOLO DELLE EMISSIONI CO<sub>2</sub> ASSOCIATE AI MATERIALI, AI TRASPORTI E ALLE LAVORAZIONI RELATIVE ALLE OOCC

La metodologia di calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> applicata alle OO.CC. di un Progetto Definitivo prevede due processi di calcolo distinti (vedasi fig.8):

- **OO.CC. (ad esclusione delle GN):** Il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> è avvenuto utilizzando esclusivamente il Computo Metrico Estimativo (C.M.E.); da questo si procede selezionando e raggruppando le voci come di seguito indicato.

- si selezionano le voci riguardanti le sole OO.CC.
- alle voci di tariffa riguardanti le sei famiglie omogenee di cui al p.to II.2.2. della "Specificazione Tecnica", si applicano i Fattori di emissione di CO<sub>2</sub> noti;

#### famiglie omogenee

1. acciai
2. calcestruzzi
3. movimenti di terra
4. casserature
5. demolizioni
6. conglomerati bituminosi

- si determina l'importo ottenuto come somma degli importi associati alle voci intercettate come da punto precedente; si calcola la percentuale così raggiunta sull'importo totale dell'appalto con l'obiettivo è quello di giungere almeno all'85% dell'importo totale;
  - si esegue la somma dei valori di CO<sub>2</sub> così ottenuti, mantenendo la suddivisione delle emissioni tra le diverse categorie ("materiali", "trasporti" e "lavorazioni").
- **Gallerie Naturali:** Il calcolo della emissione di CO<sub>2</sub> viene calcolato con riferimento ai materiali utilizzati per la costruzione, al trasporto degli stessi presso il cantiere di lavorazione e al trasporto dello smarino a discarica, e ai consumi energetici necessari per le varie lavorazioni.

I valori delle emissioni di CO<sub>2</sub> relativi all'unità di lunghezza di galleria (1,00 m) sono definiti nel documento PPA.0001205 - "Analisi delle emissioni di CO<sub>2</sub> per le Sezioni tipo relative alle Gallerie Naturali", che definisce le emissioni di CO<sub>2</sub> relative alle seguenti "Sezioni tipo":

#### 1. Scavo tradizionale

Galleria a singolo binario, sezione di intradosso per 200<V≤250 km/h (R=3,75)

- **GNSDA1**, scavo in terreni con fronte stabile - (cat. comp. A)
- **GNSEB2**, scavo in terreni con fronte stabile a breve termine - (cat. comp. B)
- **GNSFC1**, scavo in terreni con fronte e cavità instabile - (cat. comp. C)

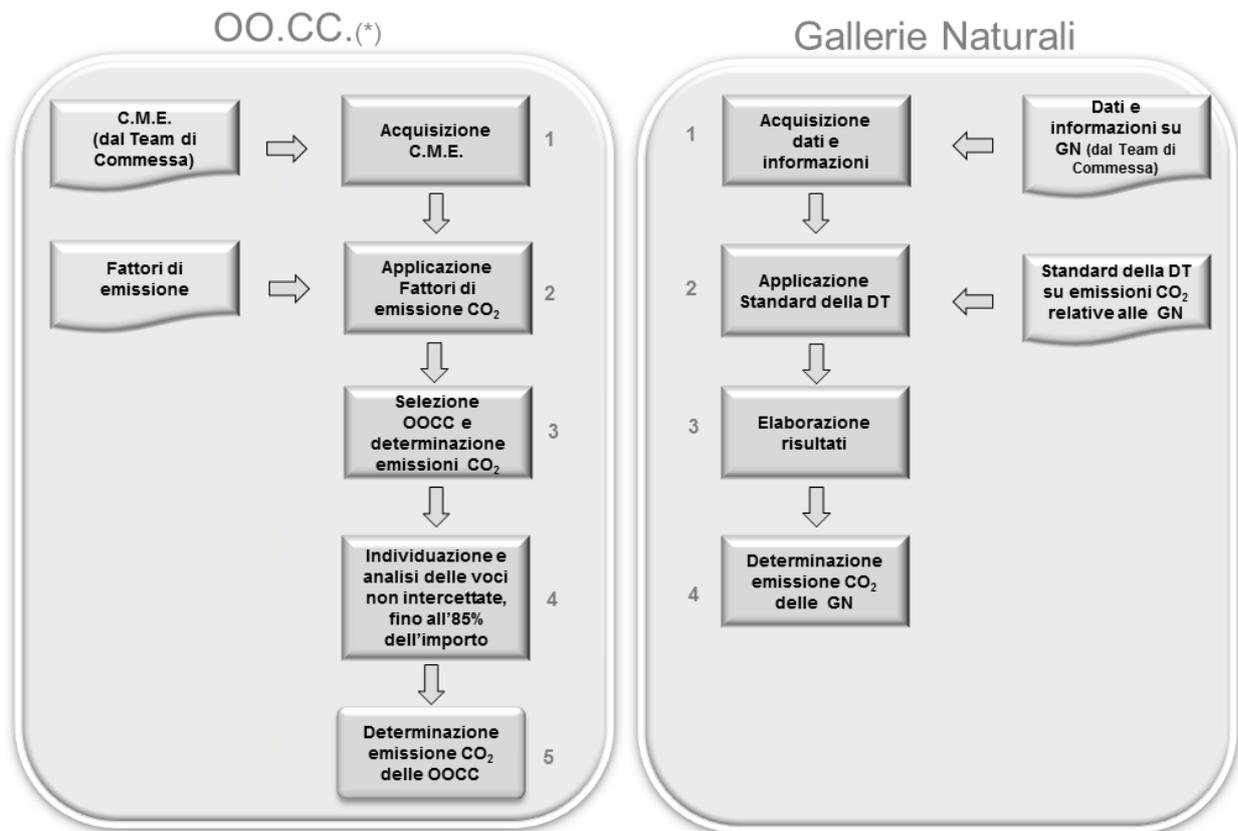
Galleria a doppio binario, sezione di intradosso per 200<V≤250 km/h (R=5,70)

- **GNDDA1**, scavo in terreni con fronte stabile - (cat. comp. A)
- **GNDEB2**, scavo in terreni con fronte stabile a breve termine - (cat. comp. B)
- **GNDFC1**, scavo in terreni con fronte e cavità instabile - (cat. comp. C).

## 2. Scavo Meccanizzato

Galleria a singolo binario, sezione di intradosso per  $200 < V \leq 250$  km/h ( $R=4,30$ ) scavo con TBM scudata con fronte in pressione, assimilabile ad uno scavo in terreni con fronte e cavità instabile (cat. comp. C).

Il progettista fornisce le dimensioni e la tipologia della Galleria prevista dal progetto in esame, necessari per il calcolo delle emissioni associate alla specifica opera.



(\*) OO.CC. Ad esclusione delle Gallerie Naturali

Figura 9. Flusso attività di calcolo della CO<sub>2</sub> per le OO.CC. previste in progetto

### III.4.2 CALCOLO DELLE EMISSIONI CO<sub>2</sub> GENERATE DAGLI IITT E DALL'ARMAMENTO

Il valore delle emissioni di CO<sub>2</sub> viene calcolato con riferimento ai materiali utilizzati per la costruzione, al trasporto degli stessi presso il cantiere di lavorazione e ai consumi energetici necessari per le varie lavorazioni, attraverso l'applicazione dei Fattori di emissione.

I progettisti forniscono le dimensioni e le tipologie di opere ed impianti previsti dal progetto in esame, necessari per il calcolo delle emissioni associate agli II.TT. e all'armamento.

#### II.TT. E ARMAMENTO

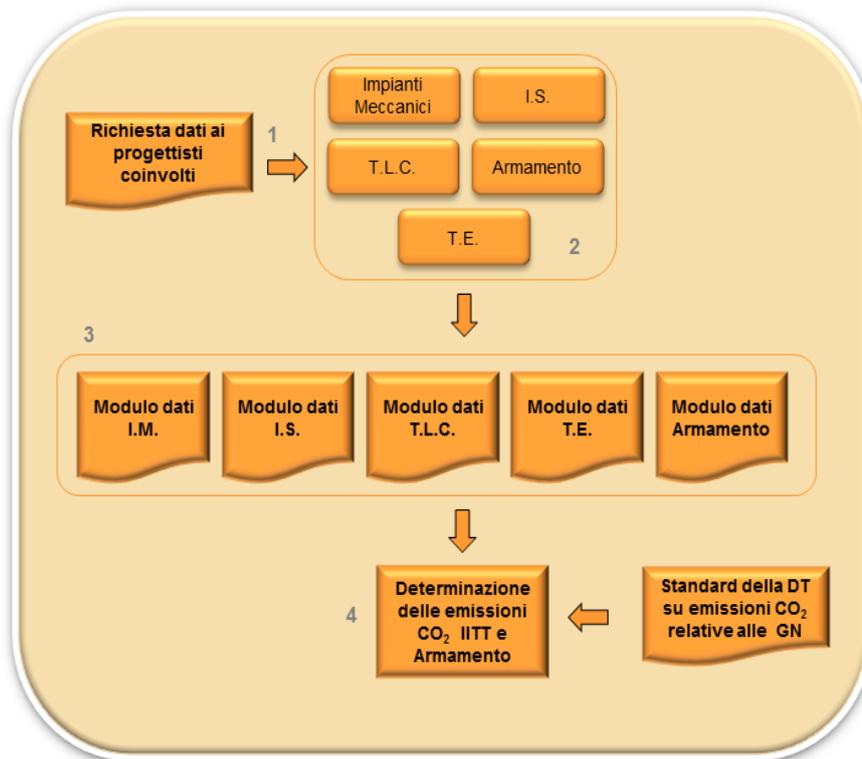


Figura 10. Flusso attività di calcolo della CO<sub>2</sub> per gli II.TT. e l'armamento previsti in progetto

REPORT IMPRONTA CLIMATICA					
PD LOTTO 1 "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
COD. DOC. IBL1	LOTTO 10	FASE ENTE D 22	DOCUMENTO MD RH.00.00.001	REV. B	FOGLIO 22 di 42

### III.4.3 CALCOLO DELLE EMISSIONI (RIMOZIONI) CO<sub>2</sub> GENERATE DALLE INSTALLAZIONI DI CANTIERE, ATTIVITA' DI UFFICIO, OPERE A VERDE ED EMISSIONI EVITATE

1. Ove previsto nel progetto, il beneficio in termini CO<sub>2</sub> evitata per la realizzazione di impianti che utilizzano energia prodotta da fonti rinnovabili, si determina dal prodotto dei consumi di energia necessaria al funzionamento di impianti equivalenti alimentati da fonti di energia tradizionale per il corrispondente fattore di emissione;
2. La misura delle emissioni dovute alle installazioni ed alla gestione di cantiere si determina dal prodotto dei consumi energetici (kWh) per la durata della realizzazione (mesi) e per i fattori di emissione;
3. Le rimozioni di CO<sub>2</sub> originate dalle opere a verde sono determinate facendo riferimento ai tipologici delle sistemazioni delle opere a verde denominati "MAXQ", corrispondente alla realizzazione di fasce boscate arbustive di ampiezza pari a 18 metri, e "MAXN", corrispondente alla realizzazione di fasce boscate arboreo-arbustive di ampiezza pari a 18 metri;
4. La misura delle emissioni per le attività di sviluppo del progetto si determina in base ai consumi (di energia elettrica, carburante, carta, gas metano) ed ai rispettivi fattori di emissione.

#### ALTRO

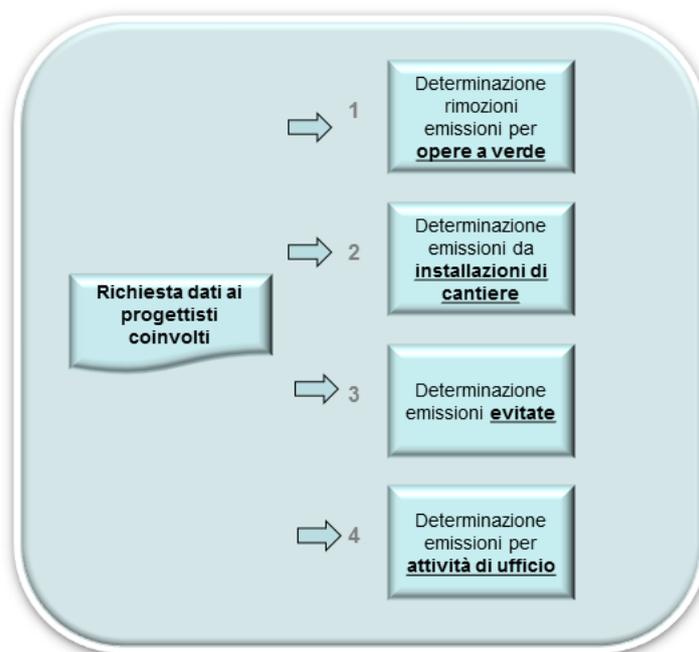


Figura 11. Flusso attività di calcolo della CO<sub>2</sub> per gli altri contributi relativi al progetto in esame

COD. DOC. IBL1	LOTTO 10	FASE ENTE D 22	DOCUMENTO MD RH.00.00.001	REV. B	FOGLIO 23 di 42
-------------------	-------------	-------------------	------------------------------	-----------	--------------------

## IV SEZIONE - ELABORAZIONE DEGLI INVENTARI

### IV.1 ANALISI DELLE EMISSIONI

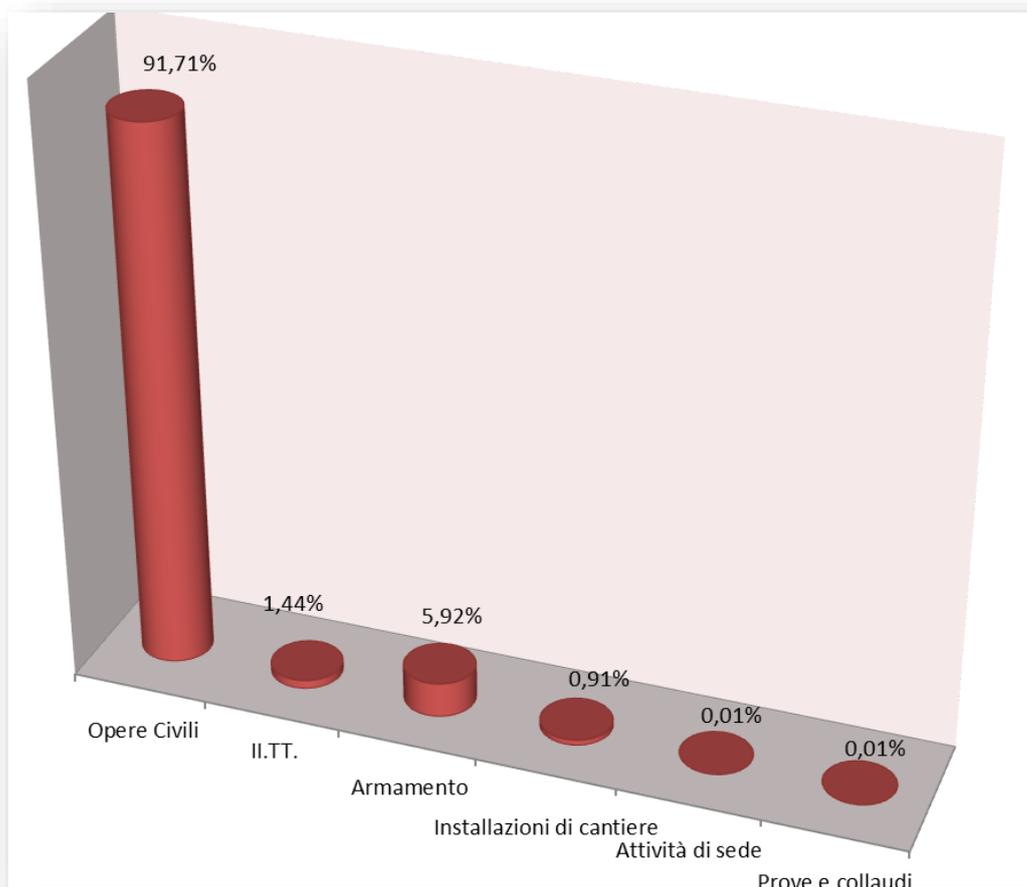
Di seguito sono riportate i valori di emissione (rimozione) CO<sub>2</sub> per attività:

ANALISI EMISSIONI (RIMOZIONI) CO <sub>2</sub>	Tipologia	tonnellate		
<b>TOTALE EMISSIONI GENERATE DA OOC</b>	<i>Materiali</i>	<b>641.247,61</b>	<b>84,5%</b>	<b>758.750,08</b>
	<i>Trasporti</i>	<b>32.198,66</b>	<b>4,24%</b>	
	<i>Lavorazioni</i>	<b>85.303,81</b>	<b>11,24%</b>	
<b>TOTALE EMISSIONI GENERATE DA IITT E ARMAMENTO</b>	<i>Materiali</i>	<b>56.525,19</b>	92,84%	<b>60.887,08</b>
	<i>Trasporti</i>	<b>1.068,77</b>	1,76%	
	<i>Lavorazioni</i>	<b>3.293,13</b>	5,41%	
<i>originate da Impianti Meccanici</i>	<i>Materiali</i>	<b>992,76</b>	94,62%	<b>1.049,20</b>
	<i>Trasporti</i>	<b>13,25</b>	1,26 %	
	<i>Lavorazioni</i>	<b>43,19</b>	4,12%	
<i>originate da Impianti di Segnalamento</i>	<i>Materiali</i>	<b>1.226,24</b>	97,90%	<b>1.252,51</b>
	<i>Trasporti</i>	<b>6,86</b>	0,55 %	
	<i>Lavorazioni</i>	<b>19,42</b>	1,55%	
<i>originate da Impianti di Telecomunicazioni</i>	<i>Materiali</i>	<b>1.283,92</b>	96,92%	<b>1.324,73</b>
	<i>Trasporti</i>	<b>11,13</b>	0,84 %	
	<i>Lavorazioni</i>	<b>26,68</b>	2,24 %	
<i>originate da Impianti di trazione Elettrica</i>	<i>Materiali</i>	<b>7.609,37</b>	92,15%	<b>8.257,23</b>
	<i>Trasporti</i>	<b>227,98</b>	2,76 %	
	<i>Lavorazioni</i>	<b>419,89</b>	5,09 %	
<i>originate dall'armamento</i>	<i>Materiali</i>	<b>45.412,90</b>	92,67%	<b>49.003,40</b>
	<i>Trasporti</i>	<b>594,90</b>	1,65 %	
	<i>Lavorazioni</i>	<b>2.780,95</b>	5,68 %	
<i>messa in servizio dell'infrastruttura</i>				<b>0,73</b>
<b>TOTALE ALTRE EMISSIONI</b>				
<i>originate Installazioni di cantiere</i>				<b>7.521,36</b>
<i>originate da Attività di ufficio</i>				<b>71,83</b>
<i>Originate da prove e collaudi</i>				<b>67,06</b>
<b>TOTALE</b>				<b>827.298,14</b>
<b>RIMOZIONI</b>				
<i>rimozioni da Opere a Verde</i>		<b>938,81</b>	anno	(93880,87 a vita utile dell'opera)
<b>EMISSIONI EVITATE</b>				
<i>evitate</i>	Nel progetto non sono previsti impianti che utilizzano energia prodotta da fonti rinnovabili			

COD. DOC. IBL1	LOTTO 10	FASE ENTE D 22	DOCUMENTO MD RH.00.00.001	REV. B	FOGLIO 24 di 42
-------------------	-------------	-------------------	------------------------------	-----------	--------------------

**TOTALE EMISSIONI CO<sub>2</sub> 827.298,14 t di cui:**

- originate da Opere Civili: **758.750,08 t**
- originate da II.TT.: **11.883,68 t**
- originate da Armamento: **49.003,40 t**
- originate da installazioni di cantiere: **7.521,36 t**
- originate da attività di ufficio: **71,83 t**
- originate da prove e collaudi **67,06 t**



REPORT IMPRONTA CLIMATICA					
PD LOTTO 1 "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
COD. DOC. IBL1	LOTTO 10	FASE ENTE D 22	DOCUMENTO MD RH.00.00.001	REV. B	FOGLIO 25 di 42

## IV.2 SUDDIVISIONE DELLE EMISSIONI - RIMOZIONI

Le emissioni (rimozioni) rivenienti dalle sorgenti suddivise in categorie di cui al par. II.2.1 sono state classificate secondo le tipologie indicate dalla Norma UNI ISO 14064-1:2012 (par. 4.2):

1. **Emissioni dirette di GHG:** quelle provenienti dal processo di combustione di carburanti o di lubrificanti per lo svolgimento delle lavorazioni e per i trasporti (es. autogrù, pala gommata, escavatore, autocarri, veicoli per i trasporto persone, ecc.). A questa tipologia appartengono:
  - a) *emissioni originate dalle attività di sede per lo sviluppo del progetto (cat.1)*
  - b) *le emissioni originate dalle attività operative svolte in cantiere (cat. 4)*
  - c) *le emissioni originate dal trasporto materiali (cat. 3).*
2. **Emissioni indirette di GHG per consumo energetico:** quelle derivanti dal consumo di elettricità per le attività di seguito riportate:
  - a) *emissioni originate dalle attività di sede per lo sviluppo del progetto (cat.1)*
  - b) *emissioni originate dal trasporto materiali (cat.3)*
  - c) *emissioni originate dalle attività operative svolte in cantiere (cat.4)*
  - d) *emissioni originate dalle installazioni di cantiere (cat.5)*
3. **Altre emissioni indirette di GHG:** quelle derivanti dalle attività per la produzione dei materiali/dei semilavorati (generate in cava, nelle fabbriche, negli impianti di produzione di acciai, di cls, di conglomerati bituminosi, di prefabbricati, di carta, altro). A questa tipologia appartiene la seguente categoria:
  - a) *emissioni originate dalle attività di sede per lo sviluppo del progetto (cat.1)*
  - b) *emissioni originate da apporto dei materiali da costruzione (cat. 2)*
4. **Rimozione delle emissioni di GHG:** sono quelle che agiscono come "assorbitori" di CO<sub>2</sub> appartenenti alla seguente categoria:
  - a) *opere a verde previste in progetto - cat. 6).*

**REPORT IMPRONTA CLIMATICA**  
**PD LOTTO 1 "FORTEZZA – PONTE GARDENA"**

COD. DOC. IBL1	LOTTO 10	FASE ENTE D 22	DOCUMENTO MD RH.00.00.001	REV. B	FOGLIO 26 di 42
-------------------	-------------	-------------------	------------------------------	-----------	--------------------

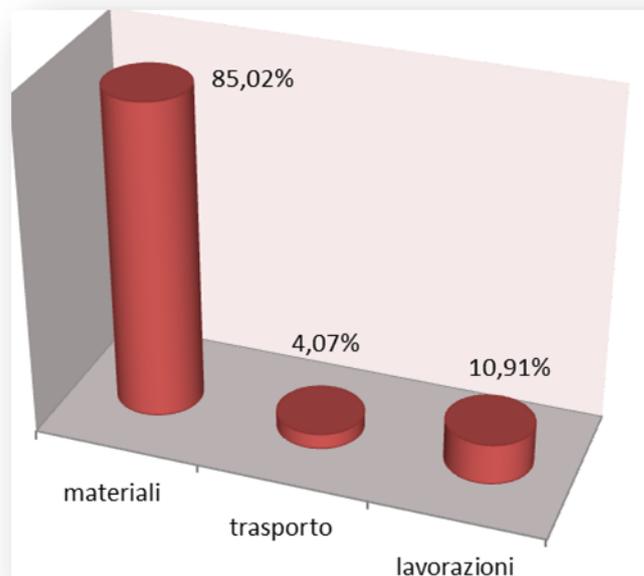
TIPOLOGIA DI EMISSIONE	cat.	tonnellate
<b>Emissioni dirette di GHG</b>		<b>59.687,32</b>
<i>originate dalle attività di sede per lo sviluppo del progetto</i>	1	11,34
<i>originate dalle attività operative svolte in cantiere</i>	4	26.584,87
<i>originate dal trasporto materiali</i>	3	33.091,11
<b>Emissioni indirette di GHG per consumo energetico</b>		<b>69.820,32</b>
<i>originate dalle attività di sede per lo sviluppo del progetto</i>	1	43,50
<i>originate dalle attività operative svolte in cantiere</i>	4	62.079,13
<i>originate dalle installazioni di cantiere</i>	5	7.521,36
<i>originate dal trasporto materiali</i>	3	176,33
<b>Altre emissioni indirette di GHG</b>		<b>697.789,79</b>
<i>originate dalle attività di sede per lo sviluppo del progetto</i>	1	17,00
<i>originate da apporto dei materiali da costruzione</i>	2	697.772,79
<b>TOTALE</b>		<b>827.298,14</b>
<b>Rimozione delle emissioni di GHG a vita utile dell'opera</b> <i>(opere a verde previste in progetto)</i>	6	<b>93.880,87</b>

COD. DOC. IBL1	LOTTO 10	FASE ENTE D 22	DOCUMENTO MD RH.00.00.001	REV. B	FOGLIO 27 di 42
-------------------	-------------	-------------------	------------------------------	-----------	--------------------

### **IV.3 SUDDIVISIONE EMISSIONI PER CATEGORIA (SOLO OPERE CIVILI, IITT E ARMAMENTO)**

Totale Emissioni CO<sub>2</sub> **819.637,16 tonnellate di CO<sub>2</sub>** di cui:

- originate dai Materiali: 697.772,79 tonnellate di CO<sub>2</sub>
- originate dai Trasporti: 33.267,43 tonnellate di CO<sub>2</sub>
- originate dalle Lavorazioni: 88.596,94 tonnellate di CO<sub>2</sub>



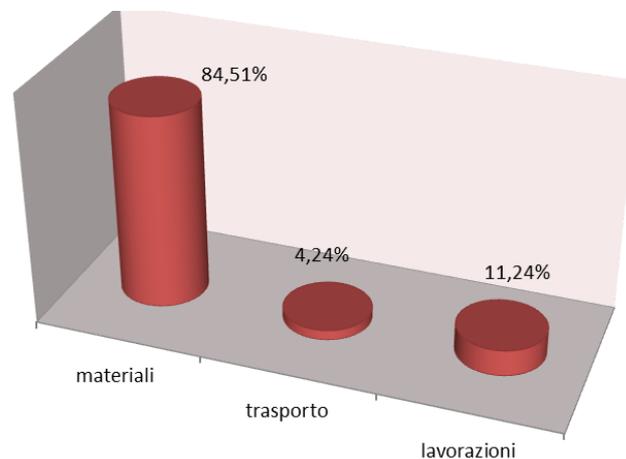
COD. DOC. IBL1	LOTTO 10	FASE ENTE D 22	DOCUMENTO MD RH.00.00.001	REV. B	FOGLIO 28 di 42
-------------------	-------------	-------------------	------------------------------	-----------	--------------------

### IV.3.1 SUDDIVISIONE EMISSIONI OO.CC.

**Totale emissioni originate dalle OO.CC.: 758.750,08 tonnellate di CO<sub>2</sub>**

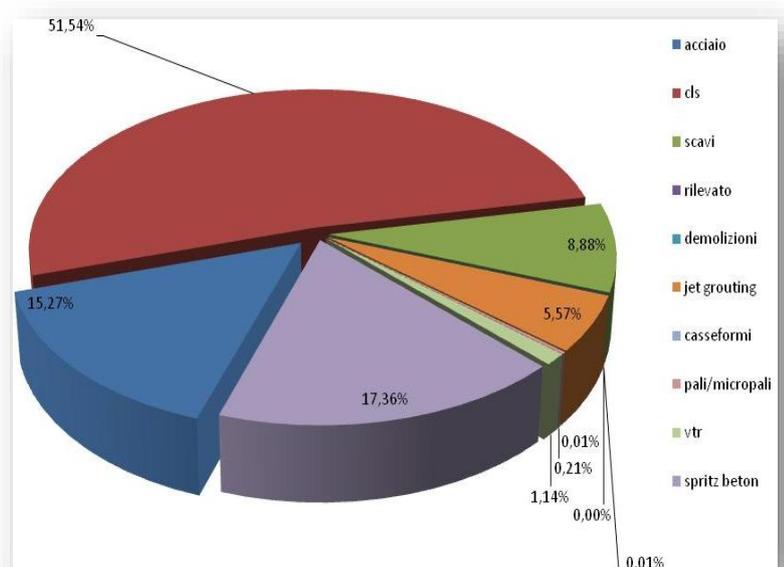
Suddivisione Emissioni per categoria:

- originate dai Materiali: 641.247,61 tonnellate di CO<sub>2</sub>
- originate dai Trasporti: 32.198,66 tonnellate di CO<sub>2</sub>
- originate dalle Lavorazioni: 85.303,81 tonnellate di CO<sub>2</sub>



Ripartizione delle emissioni di CO<sub>2</sub>delle OO.CC. per voce:

MATERIALE	TONNELLATE CO2
acciaio	107.067,98
cls	361.297,90
scavi	62.221,48
rilevati	47,22
demolizioni	34,06
jet grouting	39.074,00
casseformi	75,92
pali/micropali	1.491,86
VTR	7.985,00
Spritz beton	121.699,00



**REPORT IMPRONTA CLIMATICA**  
**PD LOTTO 1 "FORTEZZA – PONTE GARDENA"**

COD. DOC. IBL1	LOTTO 10	FASE ENTE D 22	DOCUMENTO MD RH.00.00.001	REV. B	FOGLIO 29 di 42
-------------------	-------------	-------------------	------------------------------	-----------	--------------------

Ripartizione delle emissioni di CO<sub>2</sub> delle OO.CC. per WBS:

tip.	WBS		L. (km)	TOT. CO <sub>2</sub> (t)
	<b>GALLERIA SCALERES (L. 15,4 KM)</b>			
OO.CC.	<b>GN01</b>	<b>Galleria di linea Scaleres</b>	15,40	<b>365.797,86</b>
	<b>GALLERIA GARDENA (L. 6,3 KM)</b>			
OO.CC.	<b>GN02</b>	<b>Galleria di linea Gardena</b>	6,00	<b>160.181,39</b>
	<b>FINESTRE</b>			
OO.CC.	<b>GN03</b>	<b>Finestre di Aica-Varna e gallerie di smarino Forch</b>	1,40	<b>52.749,25</b>
OO.CC.	<b>GN04</b>	<b>Finestra di Albes</b>	0,70	<b>4.866,51</b>
OO.CC.	<b>GN05</b>	<b>Finestra di Chiusa</b>	1,80	<b>27.800,31</b>
	<b>GALLERIE DI INTERCONNESSIONE</b>			
OO.CC.	<b>GN06</b>	<b>Gallerie di Interconnessione di Fortezza</b>	2,33	<b>62.905,34</b>
OO.CC.	<b>GN07</b>	<b>Gallerie di Interconnessione di Ponte Gardena</b>	2,55	<b>54.230,77</b>
	<b>OPERE ALL'APERTO</b>			
OO.CC.	<b>VI01</b> <b>VI02</b>	<b>Ponte Isarco</b>	0,22	<b>18.114,24</b>
OO.CC.	<b>FV10</b>	<b>Opere di inserimento paesaggistico nel constesto urbano di Ponte Gardena</b>		<b>12.104,41</b>
OO.CC.	<b>BA10</b>	<b>Barriere antirumore</b>		
OO.CC.	<b>GA10</b>	<b>Galleria artificiale</b>		
OO.CC.	<b>RI10</b>	<b>Muro di sponda</b>		

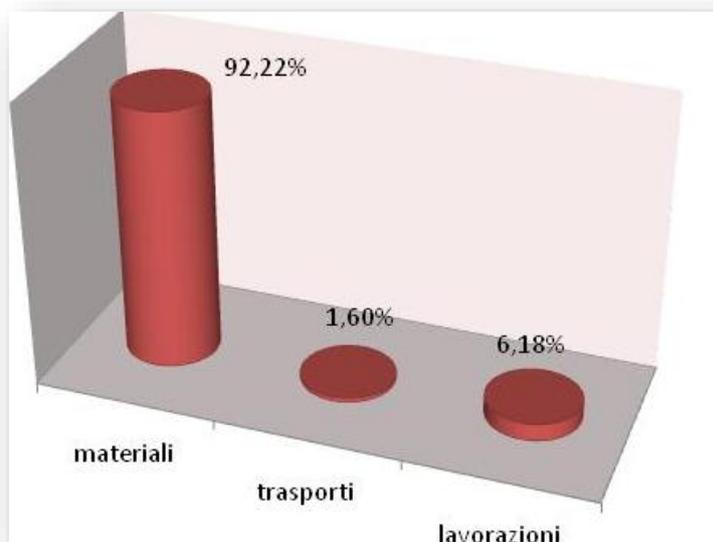
COD. DOC. IBL1	LOTTO 10	FASE ENTE D 22	DOCUMENTO MD RH.00.00.001	REV. B	FOGLIO 30 di 42
-------------------	-------------	-------------------	------------------------------	-----------	--------------------

### IV.3.2 SUDDIVISIONE EMISSIONI IMPIANTI TECNOLOGICI E ARMAMENTO

Ripartizione totale delle emissioni di CO<sub>2</sub> per Tipologia:

Totale emissioni: **60.887,08 tonnellate di CO<sub>2</sub>** di cui:

- *Materiali:* **56.525,19 tonnellate di CO<sub>2</sub>**
- *Trasporti:* **1.068,77 tonnellate di CO<sub>2</sub>**
- *Lavorazioni:* **3.293,13 tonnellate di CO<sub>2</sub>**



**REPORT IMPRONTA CLIMATICA**  
**PD LOTTO 1 "FORTEZZA – PONTE GARDENA"**

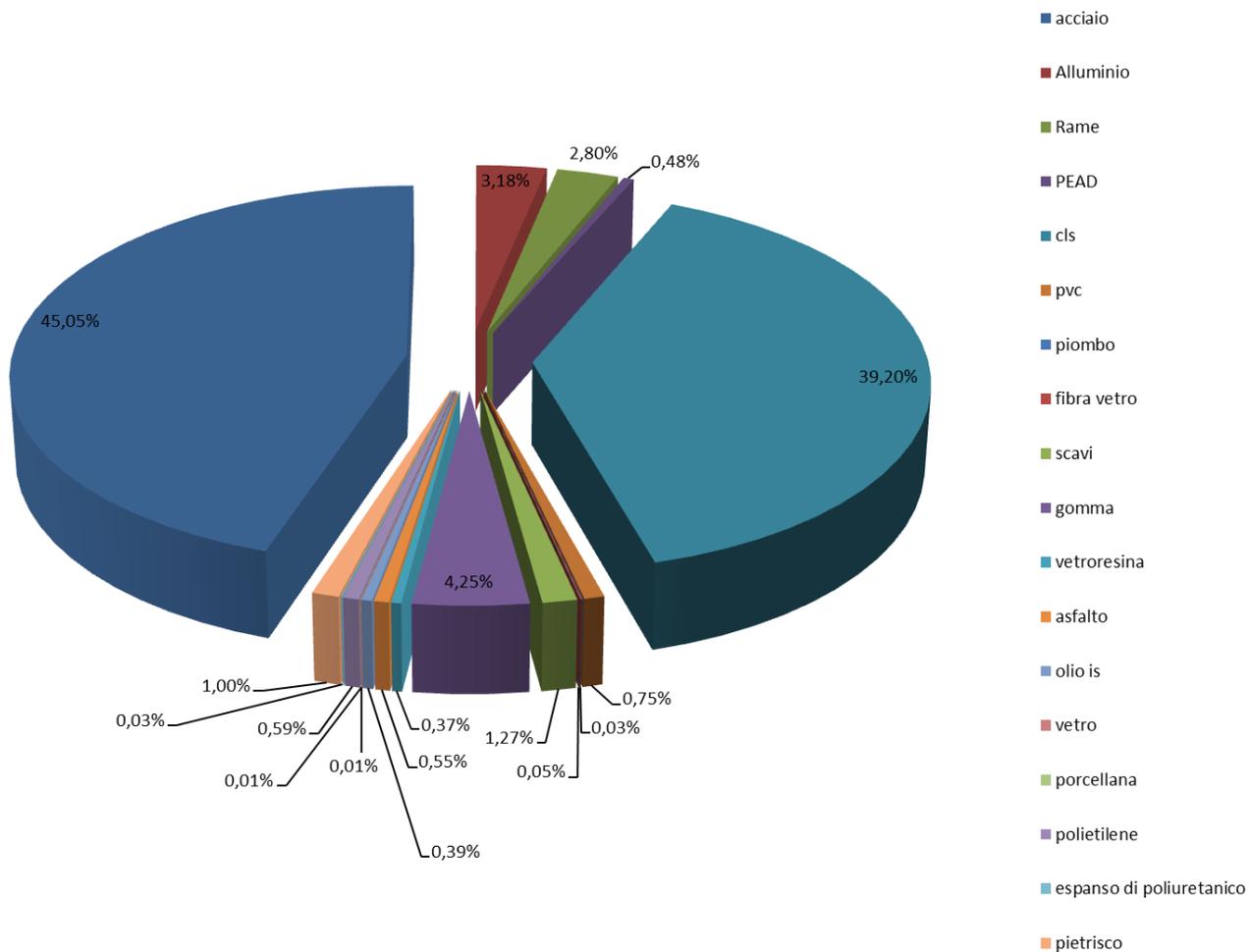
COD. DOC. IBL1	LOTTO 10	FASE ENTE D 22	DOCUMENTO MD RH.00.00.001	REV. B	FOGLIO 31 di 42
-------------------	-------------	-------------------	------------------------------	-----------	--------------------

Ripartizione totale delle emissioni di CO<sub>2</sub> per Materiale:

<b>MATERIALE</b>	<b>TONNELLATE CO2</b>	<b>% CO<sub>2</sub></b>
cls	<b>27.429,50</b>	<b>45,05%</b>
acciaio	<b>21.588,69</b>	<b>39,20%</b>
Alluminio	1.939,02	3,18%
Rame	1.705,02	2,80%
PEAD	289,95	0,54%
pvc	455,94	0,86%
piombo	16,30	0,03%
fibra vetro	29,11	0,05%
scavi	776,01	1,27%
gomma	2586,64	4,25%
vetroresina	223,11	0,42%
asfalto	334,04	0,63%
olio is	234,42	0,44%
vetro	3,86	0,01%
porcellana	6,74	0,01%
polietilene	356,66	0,67%
espanso di poliuretano	18,02	0,03%
pietrisco	608,00	1,00%
silicato di calcio	8,67	0,02%

**REPORT IMPRONTA CLIMATICA**  
**PD LOTTO 1 "FORTEZZA – PONTE GARDENA"**

COD. DOC. IBL1	LOTTO 10	FASE ENTE D 22	DOCUMENTO MD RH.00.00.001	REV. B	FOGLIO 32 di 42
-------------------	-------------	-------------------	------------------------------	-----------	--------------------



REPORT IMPRONTA CLIMATICA					
PD LOTTO 1 "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
COD. DOC. IBL1	LOTTO 10	FASE ENTE D 22	DOCUMENTO MD RH.00.00.001	REV. B	FOGLIO 33 di 42

#### **IV.3.2.1 IMPIANTI MECCANICI**

Ripartizione totale delle emissioni di CO<sub>2</sub> per Tipologia:

Totale emissioni: **1.049,20 tonnellate di CO<sub>2</sub>** di cui:

- *Materiali:* **992,76 tonnellate di CO<sub>2</sub>**
- *Trasporti:* **13,25 tonnellate di CO<sub>2</sub>**
- *Lavorazioni:* **43,19 tonnellate di CO<sub>2</sub>**

Ripartizione delle emissioni di CO<sub>2</sub> per Materiale:

MATERIALE	TONNELLATE CO <sub>2</sub>	% CO <sub>2</sub>
Acciaio	403,53	38,46%
Alluminio	332,02	31,65%
Rame	15,03	1,43%
PEAD	289,95	27,64%
Silicato di calcio	8,67	0,83%

#### **IV.3.2.2 SEGNALAMENTO**

Ripartizione totale delle emissioni di CO<sub>2</sub> per Tipologia:

Totale emissioni: **1.252,51 tonnellate di CO<sub>2</sub>** di cui:

- *Materiali:* **1.226,24,89 tonnellate di CO<sub>2</sub>**
- *Trasporti:* **6,86 tonnellate di CO<sub>2</sub>**
- *Lavorazioni:* **19,42 tonnellate di CO<sub>2</sub>**

Ripartizione delle emissioni di CO<sub>2</sub> per Materiale:

MATERIALE	TONNELLATE CO <sub>2</sub>	% CO <sub>2</sub>
acciaio	168,58	13,46%
rame	506,68	40,45%
cls	103,93	8,30%
pvc	439,53	35,09%
piombo	4,69	0,37%
fibra vetro	29,11	2,32%

COD. DOC. IBL1	LOTTO 10	FASE ENTE D 22	DOCUMENTO MD RH.00.00.001	REV. B	FOGLIO 34 di 42
-------------------	-------------	-------------------	------------------------------	-----------	--------------------

#### **IV.3.2.3 TRAZIONE ELETTRICA**

Ripartizione totale delle emissioni di CO<sub>2</sub> per Tipologia:

Totale emissioni: **8.257,23 tonnellate di CO<sub>2</sub>** di cui:

- *Materiali:* **7.609,37 tonnellate di CO<sub>2</sub>**
- *Trasporti:* **227,98 tonnellate di CO<sub>2</sub>**
- *Lavorazioni:* **419,89 tonnellate di CO<sub>2</sub>**

Ripartizione delle emissioni di CO<sub>2</sub> per Materiale:

MATERIALE	TONNELLATE CO <sub>2</sub>	% CO <sub>2</sub>
acciaio	2507,42	30,37%
alluminio	1342,25	16,26%
rame	982,63	11,90%
cls	1604,35	19,43%
scavi	776,01	9,40%
gomma	332,87	4,03%
pbx batt	9,04	0,11%
asfalto	334,04	4,05%
olio is	234,42	2,84%
vetro	3,86	0,05%
porcellana	6,74	0,08%
vetroresina	123,61	1,50%

#### **IV.3.2.4 TELECOMUNICAZIONI**

Ripartizione totale delle emissioni di CO<sub>2</sub> per Tipologia:

Totale emissioni: **1.324,73 tonnellate di CO<sub>2</sub>** di cui:

- *Materiali:* **1.283,92 tonnellate di CO<sub>2</sub>**
- *Trasporti:* **11,13 tonnellate di CO<sub>2</sub>**
- *Lavorazioni:* **26,68 tonnellate di CO<sub>2</sub>**

Ripartizione delle emissioni di CO<sub>2</sub> per Materiale:

MATERIALE	TONNELLATE CO <sub>2</sub>	% CO <sub>2</sub>
rame	200,68	15,15%
acciaio	265,33	20,03%

REPORT IMPRONTA CLIMATICA					
PD LOTTO 1 "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
COD. DOC. IBL1	LOTTO 10	FASE ENTE D 22	DOCUMENTO MD RH.00.00.001	REV. B	FOGLIO 35 di 42

alluminio	264,76	19,99%
cls	100,81	7,61%
pvc	16,41	1,24%
piombo	2,57	0,19%
vetroresina	99,51	7,51%
polietilene	356,66	26,92%
espanso di poliuretano	18,02	1,36%

#### **IV.3.2.5 ARMAMENTO**

Ripartizione totale delle emissioni di CO<sub>2</sub> per Tipologia:

Totale emissioni: **49.003,40 tonnellate di CO<sub>2</sub>** di cui:

- *Materiali:* **45.412,90 tonnellate di CO<sub>2</sub>**
- *Trasporti:* **809,55 tonnellate di CO<sub>2</sub>**
- *Lavorazioni:* **2.780,95 tonnellate di CO<sub>2</sub>**

Ripartizione delle emissioni di CO<sub>2</sub> per Materiale:

<b>MATERIALE</b>	<b>TONNELLATE CO<sub>2</sub></b>	<b>% CO<sub>2</sub></b>
acciaio	24084,65	49,15%
cls	22056,98	45,01%
pietrisco	608,00	1,24%
gomma	2253,77	4,60%

REPORT IMPRONTA CLIMATICA					
PD LOTTO 1 "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
COD. DOC. IBL1	LOTTO 10	FASE ENTE D 22	DOCUMENTO MD RH.00.00.001	REV. B	FOGLIO 36 di 42

#### **IV.4 EMISSIONI GENERATE DALLE INSTALLAZIONI DI CANTIERE, ATTIVITA' DI SEDE, OPERE A VERDE ED EMISSIONI EVITATE**

##### **IV.4.1 INSTALLAZIONI FISSE DI CANTIERE**

Le sorgenti di CO<sub>2</sub> sono le apparecchiature e gli impianti elettrici abitualmente impiegati nelle installazioni di cantiere. Partendo dai dati acquisiti su numerosi Campi Base e all'esperienza maturata dalla Società per le attività di Direzione Lavori e di Supervisione Lavori, si valutano le potenze di energia elettrica mediamente installate (kWh) e si valutano poi le consistenze medie del personale che opera in cantiere per anno di lavoro; si giunge così a determinare i consumi medi di energia elettrica per singola risorsa di cantiere e per mese di lavoro e da questi si risale alle emissioni di CO<sub>2</sub>.

Risorse residenti nel campo base in un anno di lavoro per km di linea:

- Risorse dirette opere allo scoperto: n° 13
- Risorse dirette gallerie: n° 45
- Risorse indirette: n° 9
- Personale fisso in cantiere: n° 45

Totale risorse residenti nel campo base in anno per km di linea: n° 112

Totale km di linea: **22,5** → risorse totali **n° 2520** in un anno

Totale risorse residenti nel campo base in un mese per 22,5km di linea: n° 210

Durata delle attività nel campo base: **88 mesi**

Emissione tCO<sub>2</sub> di una risorsa in un mese: **0,40700**

**0,40700**(fattore di emissione)**x 210**(residenti c.b./mese)**x 88**(durata in mesi delle attività)= **7521,36t CO<sub>2</sub>**

##### **IV.4.2 ATTIVITA' DI SEDE**

Le sorgenti di CO<sub>2</sub> sono le attrezzature, i macchinari elettrici, i sistemi di climatizzazione estiva e invernale, la carta, i mezzi di trasporto per i sopralluoghi.

Le quantità di CO<sub>2</sub> sono determinate sulla base di dati storici aziendali relativi ai consumi medi:

- di energia elettrica (kWh) per il funzionamento degli uffici attrezzati ove opera tutto il personale impegnato nelle attività di progetto ;
- di carburante (gasolio) mediamente consumato per i sopralluoghi sulle aree ove verrà realizzata l'opera;
- di carta per stampe, copie, altro (t)

Emissione tCO<sub>2</sub> per km di infrastruttura:

- Energia elettrica: tCO<sub>2</sub>/km **1,90950**

REPORT IMPRONTA CLIMATICA					
PD LOTTO 1 "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
COD. DOC. IBL1	LOTTO 10	FASE ENTE D 22	DOCUMENTO MD RH.00.00.001	REV. B	FOGLIO 37 di 42

- Metano: tCO<sub>2</sub>/km **0,38553**
- Carta: tCO<sub>2</sub>/km **0,75543**
- Carburante: tCO<sub>2</sub>/km **0,11835**

Totale emissione tCO<sub>2</sub> per km di infrastruttura: tCO<sub>2</sub>/km **3,16881**

Totale km di linea: **8,00**

**3,16881** (fattore di emissione) X **8,00** (km di linea) = **25,35048 t CO<sub>2</sub>**

#### IV.4.3 PROVE E COLLAUDI

	TONNELLATE CO <sub>2</sub>
Prove di carico su pali	<b>55,04</b>
Prove di carico su viadotto	<b>12,01</b>
Prove di carico su piastra	<b>0,01</b>
<b>TOTALE</b>	<b>67,06</b>

#### IV.4.4 MESSA IN SERVIZIO

La messa in servizio dell'infrastruttura prevede il passaggio del treno diagnostico "Archimede" per la verifica della corretta posa della Linea di Contatto e del binario.

Il treno diagnostico "Archimede" prevede un unico passaggio, ripetuto solo nel caso la strumentazione riscontri valori/misura anomale.

Emissione tCO<sub>2</sub> per un km di infrastruttura: tCO<sub>2</sub>/km **0,03256**

Totale emissione tCO<sub>2</sub> per **22,5 km** di infrastruttura: **tCO<sub>2</sub> 0,7326**

#### IV.4.5 EMISSIONI EVITATE

Le sorgenti di CO<sub>2</sub> evitata sono gli eventuali impianti previsti in progetto che utilizzano energia prodotta da fonti rinnovabili. La misura delle emissioni evitate corrisponde alla quantità di CO<sub>2</sub> che si sarebbe prodotta in presenza di impianti equivalenti di tipo tradizionale (che utilizzano energia da fonti fossili).

Nel progetto non sono previsti impianti che utilizzano energia prodotta da fonti rinnovabili.

COD. DOC. IBL1	LOTTO 10	FASE ENTE D 22	DOCUMENTO MD RH.00.00.001	REV. B	FOGLIO 38 di 42
-------------------	-------------	-------------------	------------------------------	-----------	--------------------

#### **IV.4.6 RIMOZIONI DA OPERE A VERDE (ASSORBITORI)**

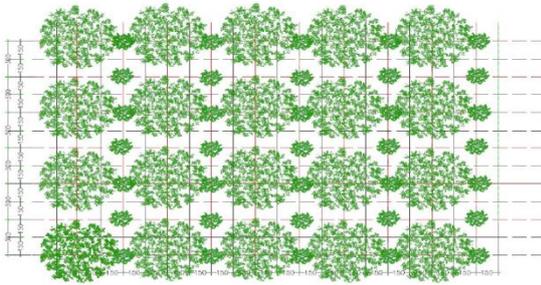
Le opere a verde proposte in progetto sono volte alla rinaturalizzazione dell'ambiente a seguito delle attività connesse alla cantierizzazione ed alla realizzazione degli interventi previsti nel Lotto 1. In particolari, gli interventi di rinaturalizzazione previsti interesseranno le seguenti opere:

- Opere d'imbocco finestra di Aica;
- Opere d'imbocco finestra di Chiusa;
- Opere d'imbocco finestra di Albes;
- Depositi definitivi di stoccaggio dei materiali di scavo provenienti dalla realizzazione delle opere civili ubicati in Val Riga:
  - Deposito Forch (codice A.S.D.01);
  - Deposito Vorderrigger (codice A.S.D.02);
  - Deposito Plaikner (codice A.S.D.03);
  - Deposito Plattner (codice A.S.D.04);
- Opere d'imbocco gallerie di interconnessione in prossimità della stazione di Fortezza;
- Opere di interconnessione in prossimità della stazione di Ponte Gardena.

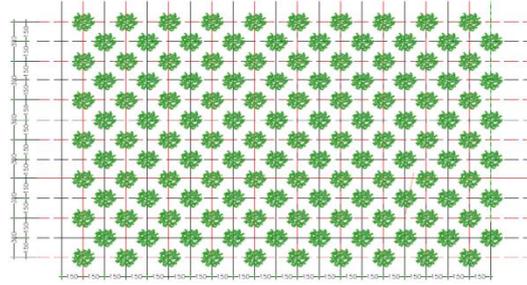
Denominazione area	Superficie piantumata [mq]	Tipologia
<b>Imbocco Fortezza</b>	<b>2.385</b>	<b>Specie arboree + Specie arbustive</b>
<b>DEPOSITO FORCH</b>	<b>135.500</b>	<b>Specie arboree + Specie arbustive</b>
<b>DEPOSITO VORDERRIGGER</b>	<b>5.550</b>	<b>Specie arboree + Specie arbustive</b>
<b>DEPOSITO PLAIKNER</b>	<b>66.300</b>	<b>Specie arboree + Specie arbustive</b>
<b>DEPOSITO PLATTNER</b>	<b>36.600</b>	<b>Specie arbustive</b>
<b>INTERCONNESSIONE FORTEZZA</b>	<b>2.385</b>	<b>Specie arboree + Specie arbustive</b>
<b>IMBOCCO FINESTRA DI AICA</b>	<b>1.971</b>	<b>Specie arbustive</b>
<b>IMBOCCO FINESTRA DI ALBES</b>	<b>2.665</b>	<b>Specie arboree + Specie arbustive</b>
<b>IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA</b>	<b>1.100</b>	<b>Specie arboree + Specie arbustive</b>
<b>AMBITO PONTE GARDENA</b>	<b>1.368</b>	<b>Specie arboree + Specie arbustive</b>

Si è fatto riferimento per le sistemazioni delle opere a verde al tipologico MAXN "fascia boscata arboreo-arbustiva" con una sistemazione delle piante secondo il metodo delle "macchie seriali" ed al tipologico MAXQ "fascia boscata arbustiva" che prevede una sistemazione delle piante a quiquonce.

COD. DOC. IBL1	LOTTO 10	FASE ENTE D 22	DOCUMENTO MD RH.00.00.001	REV. B	FOGLIO 39 di 42
-------------------	-------------	-------------------	------------------------------	-----------	--------------------



Tipologico MAXN



Tipologico MAXQ

Le stime condotte sono da considerarsi assolutamente orientative, in quanto, come è noto, la capacità di assorbimento delle piante è estremamente variabile e funzione di un ampio numero di fattori. Le ricerche sperimentali cui si è fatto riferimento, inoltre, sono ancora in fase di elaborazione di primi risultati, applicati ad un basso numero di specie, ancorché di ampia diffusione sul territorio nazionale.

Per la definizione dell'assorbimento della CO<sub>2</sub> sono state considerate come specie arboree il *Fraxinus Ornus* (Ornello) e il *Quercus cerris* (Cerro), come specie arbustiva il *Crataegus Monogyna* (biancospino). Gli ulteriori elementi arborei e arbustivi previsti nel Progetto Definitivo sono sostanzialmente assimilabili alle tre specie prese a riferimento.

Il riferimento tipologico MAXN ha un'estensione pari a 540 m<sup>2</sup> (18x30) e prevede la presenza di **20 elementi Arborei** e **35 elementi arbustivi**.

35 <i>Crataegus monogyna</i>	$0,0040 \text{ tCO}_2/\text{m}^2/\text{anno} \times 540 \text{ m}^2 \times 60\% = 1,30 \text{ tCO}_2 / \text{anno}$
10 <i>Fraxinus ornus</i>	$0,0050 \text{ tCO}_2/\text{m}^2/\text{anno} \times 540 \text{ m}^2 \times 20\% = 0,54 \text{ tCO}_2 / \text{anno}$
10 <i>Quercus cerris</i>	$0,0015 \text{ tCO}_2/\text{m}^2/\text{anno} \times 540 \text{ m}^2 \times 20\% = 0,16 \text{ tCO}_2 / \text{anno}$

Il contributo in termini di rimozione di Biossido di Carbonio del tipologico MAXN, secondo l'unità spaziale di riferimento qui definita sarebbe quindi pari a **2,0 tCO<sub>2</sub> /anno**.

Il riferimento tipologico MAXQ ha un'estensione pari a 540 m<sup>2</sup> (18x30) e prevede la presenza di **120 elementi arbustivi**.

120 <i>Crataegus monogyna</i>	$0,004 \text{ tCO}_2/\text{m}^2/\text{anno} \times 540 \text{ m}^2 = 2,16 \text{ tCO}_2 / \text{anno}$
-------------------------------	--

Il contributo in termini di rimozione di Biossido di Carbonio del tipologico MAXQ, secondo l'unità spaziale di riferimento qui definita sarebbe quindi pari a **2,16 tCO<sub>2</sub> /anno**.

Nella tabella seguente, in considerazione delle previsioni progettuali, si riportano il numero di tipologici MAXN e MAXQ per ogni area oggetto di rinverdimento con i relativi fattori di emissione.

REPORT IMPRONTA CLIMATICA					
PD LOTTO 1 "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
COD. DOC. IBL1	LOTTO 10	FASE ENTE D 22	DOCUMENTO MD RH.00.00.001	REV. B	FOGLIO 40 di 42

Denominazione area	Superficie piantumata [mq]	Tipologici di riferimento	Fattori di assorbimento (tCO <sub>2</sub> /anno)
Imbocco Fortezza	2.385	MAXN	8,61
DEPOSITO FORCH	135.500	MAXN	489,31
DEPOSITO VORDERRIGGER	5.550	MAXN	20,04
DEPOSITO PLAIKNER	66.300	MAXN	239,42
DEPOSITO PLATTNER	36.600	MAXQ	146,40
INTERCONNESSIONE FORTEZZA	2.385	MAXN	8,61
IMBOCCO FINESTRA DI AICA	1.971	MAXQ	7,88
IMBOCCO FINESTRA DI ALBES	2.665	MAXN	9,62
IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA	1.100	MAXN	3,97
AMBITO PONTE GARDENA	1.368	MAXN	4,94

**Totale rimozioni originate dalle opere a verde = 938,81 tCO<sub>2</sub> /anno**

Si prevede che tale rimozione annua sarà attiva per tutta la vita utile dell'opera, definita in anni 100

**Totale rimozioni originate dalle opere a verde a vita utile dell'opera:**

**93880,87 tCO<sub>2</sub>**

COD. DOC. IBL1	LOTTO 10	FASE ENTE D 22	DOCUMENTO MD RH.00.00.001	REV. B	FOGLIO 41 di 42
-------------------	-------------	-------------------	------------------------------	-----------	--------------------

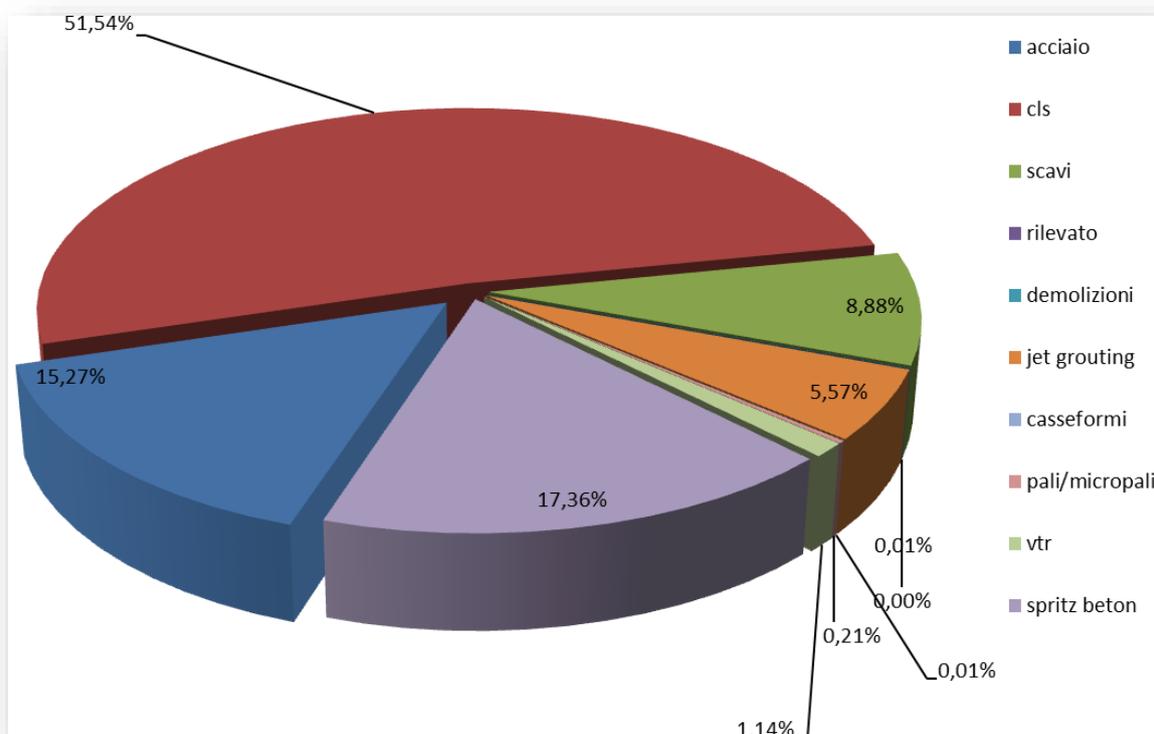
## V SEZIONE - CONCLUSIONI

Il calcolo per la misura e la rendicontazione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, riportato nel presente Report, quantifica le emissioni di gas a effetto serra generate dalle attività di progettazione e realizzazione dell'infrastruttura (fino alla messa in servizio ed alla consegna ad RFI della linea ferroviaria) in relazione al Progetto Definitivo "Accesso sud alla Galleria di base del Brennero - Quadruplicamento della Linea Fortezza – Verona - Lotto 1: Fortezza – Ponte Gardena".

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

	<b>tonnellate</b>
<b>Emissioni di GHG</b>	<b>827.297,42</b>
<i>Emissioni di GHG per km di linea</i>	<i>36.769</i>
<b>Rimozioni di GHG</b>	<b>938,81</b>
<i>Rimozioni di GHG per km di linea</i>	<i>41,72</i>

In linea con le precedenti applicazioni della metodologia svolte su diversi progetti di infrastrutture ferroviarie, il principale contributo alle emissioni di CO<sub>2</sub> in fase di realizzazione delle opere è fornito dalle opere civili (**92,5 %**) ed in particolare dalla produzione dei materiali da costruzione utilizzati (**85 %**). Nello specifico, trattandosi di un'opera che si sviluppa principalmente in galleria (lo sviluppo complessivo di tutte le opere sotterranee è di ca. 62 km) il contributo principale alle emissioni è correlato all'utilizzo di calcestruzzo (**51 %**).



Su tale aspetto sarà pertanto necessario prevedere in fase di realizzazione delle opere azioni volte a indirizzare gli appaltatori delle opere verso scelte più ecocompatibili, privilegiando ad esempio

REPORT IMPRONTA CLIMATICA					
PD LOTTO 1 "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
COD. DOC. IBL1	LOTTO 10	FASE ENTE D 22	DOCUMENTO MD RH.00.00.001	REV. B	FOGLIO 42 di 42

produttori di cemento che adottano soluzioni tecnologiche a basso impatto o favorendo l'utilizzo di materiali a "km 0". Inoltre, come già fatto nel corso del 2013, sarà necessario procedere all'individuazione di procedure di aggiudicazione con il criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa che consideri, tra gli altri, elementi di valutazione volti a migliorare il profilo ambientale delle opere e alla riduzione delle emissioni di CO2 per il ciclo di vita del prodotto acquistato (carbon footprint del cemento e dell'acciaio).

Le scelte progettuali effettuate per il progetto in questione hanno evidenziato la tendenza a massimizzare l'inserimento delle opere ferroviarie nel contesto ambientale in cui vanno a realizzarsi attraverso l'inserimento in progetto di interventi di piantumazioni di nuove essenze arboree e pertanto un contributo significativo in termini di compensazione delle emissioni prodotte. Si prevede che tale rimozione annua sarà attiva per tutta la vita utile dell'opera, definita in anni 100, ed pari a **93.880 t**

Il risultato emerso dall'applicazione della metodologia fornirà nuovi elementi di input per lo sviluppo delle successive fasi progettuali, al fine di perfezionare la soluzione di progetto nell'ottica di uno sviluppo sostenibile, evidenziando la possibilità da parte del progettista di valutare nelle successive fasi di sviluppo progettuale soluzioni che, a parità di prestazioni, generino minori emissioni di gas serra, attraverso le seguenti azioni:

- ridurre le emissioni, sviluppando soluzioni a maggiore efficienza energetica, limitando l'impiego di materiali alle quantità strettamente necessarie a raggiungere gli scopi per cui si impiegano;
- favorire l'uso di materiali autoctoni che generano minori impatti;
- privilegiare il trasporto del materiale su ferro anziché su strada;
- ricorrere al maggior utilizzo di materiali provenienti da scavo o da impianti di riciclo (riducendo i volumi di materiali da smaltire a discarica e le quantità di inerti da prelevare in cave);
- evitare le emissioni prevedendo, ove possibile, l'utilizzo di impianti che impiegano fonti di energia alternativa per tendere all'autosufficienza energetica.