

# EPD - DICHIARAZIONE AMBIENTALE DI PRODOTTO

conforme a ISO 14025 ed EN 15804+A2



RESPONSABILE DELLA PUBBLICAZIONE

Bau EPD GmbH, A-1070 Wien, Seidengasse 13/3, [www.bau-epd.at](http://www.bau-epd.at)

PROGRAM OPERATOR

Bau EPD GmbH, A-1070 Wien, Seidengasse 13/3, [www.bau-epd.at](http://www.bau-epd.at)

TITOLARE DELLA DICHIARAZIONE

Alpacem Cementi Italia Spa, I-33078 San Vito al Tagliamento

NUMERO DELLA DICHIARAZIONE

BAU-EPD-ALPACEM-Italia-2024-1-ECOINVENT-12 dataset sul cemento

DATA DI RILASCIO

11/07/2024

Validità fino al

11/07/2029

NUMERO DI DATASET

12

APPROCCIO MIX ENERGETICO

APPROCCIO MARKET-BASED

## Alpacem Cementi Italia Spa

CEM I 42,5 R

CEM I 52,5 R

CEM II/A-LL 32,5 R

CEM II/A-LL 42,5 R e

CEM II/A-LL 42,5 R - ARS

CEM II/A-M (LL-S) 42,5 R - MRS

CEM II/B-LL 32,5 R

CEM II/C-M (S-LL) 32,5 R

CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N

CEM III/A 42,5 N - ARS

CEM IV/A (P) 42,5 R - ARS

AKADUR I

GROUND BINDER

**Alpacem**

## Indice della relazione di progetto

1	Indicazioni generali .....	4
2	Prodotto .....	6
2.1	Descrizione generale del prodotto .....	6
2.2	Impiego .....	7
2.3	Norme, regolamenti e disposizioni applicabili al prodotto .....	8
2.4	Dati tecnici .....	8
2.5	Materiali di base e accessori .....	9
2.6	Produzione .....	13
2.7	Imballaggio .....	14
2.8	Condizioni di consegna .....	14
2.9	Trasporti .....	14
2.10	Messa in opera del prodotto / Installazione .....	14
2.11	Fase di utilizzo .....	14
2.12	Vita utile di riferimento (RSL) .....	15
2.13	Fine vita .....	15
2.14	Smaltimento .....	15
2.15	Informazioni aggiuntive .....	15
3	LCA: regole di calcolo .....	16
3.1	Unità dichiarata/ Unità funzionale .....	16
3.2	Confini di sistema .....	17
3.3	Diagramma di flusso dei processi relativi al ciclo di vita .....	19
3.4	Stime e ipotesi .....	19
3.5	Regole di cut-off .....	20
3.6	Dati di background .....	20
3.7	Qualità dei dati .....	20
3.8	Periodo di osservazione .....	21
3.9	Allocazione .....	21
3.10	Comparabilità .....	22
4	LCA: scenari e altre informazioni tecniche .....	23
4.1	A1-A3 Fase del prodotto .....	23
4.2	A4-A5 Fase di costruzione .....	23
4.3	B1-B7 Fase di utilizzo .....	23
4.4	C1-C4 Fine vita .....	23
4.5	D Potenziale di riutilizzo, recupero e riciclo .....	23
5	LCA: risultati .....	24
5.1	Risultati CEM I 42,5 R .....	25
5.2	Risultati CEM I 52,5 R .....	27
5.3	Risultati CEM II/A-LL 32,5 R .....	29
5.4	Risultati CEM II/A-LL 42,5 R e CEM II/A-LL 42,5 R - ARS .....	31
5.5	Risultati CEM II/A-M (LL-S) 42,5 R - MRS .....	33

5.6	Risultati CEM II/B-LL 32,5 R .....	35
5.7	Risultati CEM II/C-M (S-LL) 32,5 R .....	38
5.8	Risultati CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N .....	40
5.9	Risultati CEM III/A 42,5 N - ARS.....	43
5.10	Risultati CEM IV/A (P) 42,5 R - ARS.....	46
5.11	Risultati AKADUR I.....	49
5.12	Risultati GROUND BINDER.....	52
6	LCA: interpretazione .....	56
7	Bibliografia.....	66
8	Indici e glossario .....	66
8.1	Indice delle illustrazioni.....	66
8.2	Indice delle tabelle .....	67
8.3	Abbreviazioni.....	69

## 1 Indicazioni generali

<b>Descrizione del prodotto</b> Cemento ovvero legante idraulico	<b>Unità dichiarata</b> 1 tonnellata di cemento ovvero legante idraulico
<b>Numero della dichiarazione</b> BAU-EPD-ALPACEM-ITALIA-2024-1-ECOINVENT-12 dataset sul cemento	<b>Prodotto da costruzione dichiarato:</b> produzione di 1 tonnellata
<b>Dati della dichiarazione</b> <input checked="" type="checkbox"/> Dati specifici <input type="checkbox"/> Dati medi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CEM I 42,5 R come da UNI EN 197-1:2011 [1]</li> <li>• CEM I 52,5 R come da UNI EN 197-1:2011 [1]</li> <li>• CEM II/A-LL 32,5 R come da UNI EN 197-1:2011 [1]</li> <li>• CEM II/A-LL 42,5 R e CEM II/A-LL 42,5 R - ARS come da UNI EN 197-1:2011 [1]</li> <li>• CEM II/A-M (LL-S) 42,5 R - MRS come da UNI EN 197-1:2011 [1]</li> <li>• CEM II/B-LL 32,5 R come da UNI EN 197-1:2011 [1]</li> <li>• CEM II/C-M (S-LL) 32,5 R come da UNI EN 197-5:2021 [2]</li> <li>• CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N come da UNI EN 197-5:2021 [2]</li> <li>• CEM III/A 42,5 N - ARS come da UNI EN 197-1:2011 [1]</li> <li>• CEM IV/A (P) 42,5 R - ARS come da UNI EN 197-1:2011 [1]</li> <li>• AKADUR I come da UNI EN 15368:2010 [3]</li> <li>• GROUNDBINDER come da 13282-1:2013 [4]</li> </ul>
<b>Riferimenti della dichiarazione</b> MS-HB versione 4.0.0 del 27/01/2023 [5]: PCR: requisiti di un'EPD per cemento Codice PCR: 1.3.1 Versione 1.0 del 22/05/2023 (revisione e approvazione della PCR a cura del collegio indipendente di verifica)  Il titolare della dichiarazione è responsabile delle informazioni di base e degli elementi di prova giustificativi; si esclude qualsiasi responsabilità a carico della Bau EPD GmbH relativamente alle informazioni fornite dal fabbricante, ai dati dell'LCA e agli elementi di prova.	<b>Numero di dataset nel documento:</b> 12  <b>Campo di applicazione</b> La presente EPD vale per i prodotti su indicati di Alpacem Cementi Italia Spa.  <b>Rappresentatività</b> Gli stabilimenti produttivi dei prodotti dichiarati sono riportati in Tabella 1. L'area di mercato (produzione, distribuzione, utilizzo, smaltimento) rappresentativa dei prodotti dichiarati è l'Italia.  L'EPD è rappresentativa della quantità totale di prodotti dichiarati nel 2022. La tecnologia di produzione valutata nella EPD è rappresentativa della quantità totale di prodotti dichiarati prodotta nel 2022.
<b>Tipo di dichiarazione come da ÖNORM EN 15804:2022 [6]</b> dalla culla al cancello (from cradle to gate)	<b>Database, software, versione</b> Database: Ecoinvent v3.8 (cut-off by classification) Software: calcolatore LCA della ditta floGeco GmbH (versione verificata del calcolatore: 230626_floGeco-EPD-Rechner_v01) [7] <b>Fattori di caratterizzazione della versione:</b> Joint Research Center, EF 3.0

<p><b>Studio LCA realizzato da:</b> floGeco GmbH Hinteranger 61d A-6161 Natters Austria</p>	<p><b>Riferimento primo per le PCR è la ÖNORM EN 15804:2022 [6]. È stata impiegata la PCRc del CEN EN 16908:2022 [8].</b></p> <p><b>Verifica indipendente della dichiarazione secondo la EN ISO 14025:2010</b>  <input type="checkbox"/> interna      <input checked="" type="checkbox"/> esterna</p> <p><b>Verificatore:</b> Univ.-Prof. DI Dr. Alexander Passer</p>
<p><b>Titolare della dichiarazione</b> Alpacem Cementi Italia Spa I-33078 San Vito al Tagliamento Via Castelnovo del Friuli 1 Italia</p>	<p><b>Responsabile della pubblicazione e program operator</b> Bau EPD GmbH Seidengasse 13/3 1070 Vienna Austria</p>




---

**DI (FH) DI DI Sarah Richter**

Direzione ufficio di valutazione della conformità




---

**Univ.- Prof. DI Dr. Alexander Passer**

**Verificatore indipendente**

**Nota:** i risultati di dichiarazioni ambientali di prodotti appartenenti alla medesima categoria, ma a programmi di certificazione differenti, non devono necessariamente essere comparabili.

## 2 Prodotto

### 2.1 Descrizione generale del prodotto

Il cemento è un legante idraulico, cioè una sostanza inorganica finemente macinata che, mescolata con acqua, produce una pasta di cemento che si solidifica e indurisce per idratazione e, dopo l'indurimento, rimane solida e stabile anche sott'acqua.

In base alla norma UNI EN 197-1:2011 [1] ovvero UNI EN 197-5:2021 [2] il cemento è costituito da:

- componenti base (clinker di cemento Portland, loppa d'altoforno granulata, pozzolana, cenere volante, scisto calcinato, calcare o fumi di silice),
- componenti secondarie (dopo essere state opportunamente preparate, migliorano le proprietà fisiche del cemento grazie alla loro curva granulometrica),
- solfato di calcio (viene aggiunto alle altre componenti durante la fabbricazione per regolare il comportamento di presa) e
- additivi (la quantità totale di additivi non deve superare l'1,0% in massa rispetto al cemento, pigmenti esclusi).

Il clinker di cemento Portland si ottiene da una miscela di materie prime che viene riscaldata in un forno a una temperatura superiore a 1400 °C fino a sinterizzazione. Il clinker di cemento Portland è composto principalmente da silicati di calcio e alluminati di calcio.

Il legante idraulico per applicazioni non strutturali secondo la norma UNI EN 15368:2010 [3] è un legante idraulico finemente macinato che, miscelato con acqua e aggregati fini, forma una malta adatta all'impiego in intonaci e opere murarie. Un legante idraulico per applicazioni non strutturali è composto da clinker di cemento Portland, materiali inorganici, solfato di calcio (per controllare la presa) e, se necessario, additivi.

I leganti idraulici per impieghi stradali secondo la norma UNI EN 13282-1:2013 [4] sono leganti idraulici idonei alla produzione di materiali per strati portanti (di base) e di superficie, nonché per lavori di sterro, costruzione di strade, ferrovie, aeroporti e altri tipi di infrastrutture. Le componenti base dei leganti idraulici per impieghi stradali sono indicate nella norma UNI EN 197-1:2011 [1] cui, all'evenienza, si aggiungono calce spenta o calce idraulica naturale.

La presente EPD prende in considerazione la produzione di cementi, leganti idraulici per applicazioni non strutturali e leganti idraulici per sottofondi stradali:

- CEM I 42,5 R come da UNI EN 197-1:2011 [1]
- CEM I 52,5 R come da UNI EN 197-1:2011 [1]
- CEM II/A-LL 32,5 R come da UNI EN 197-1:2011 [1]
- CEM II/A-LL 42,5 R e CEM II/A-LL 42,5 R - ARS come da UNI EN 197-1:2011 [1]
- CEM II/A-M (LL-S) 42,5 R - MRS come da UNI EN 197-1:2011 [1]
- CEM II/B-LL 32,5 R come da UNI EN 197-1:2011 [1]
- CEM II/C-M (S-LL) 32,5 R come da UNI EN 197-5:2021 [2]
- CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N come da UNI EN 197-5:2021 [2]
- CEM III/A 42,5 N - ARS come da UNI EN 197-1:2011 [1]
- CEM IV/A (P) 42,5 R - ARS come da UNI EN 197-1:2011 [1]
- AKADUR I come da UNI EN 15368:2010 [3]
- GROUNDBINDER come da 13282-1:2013 [4]

della società Alpacem Cementi Italia Spa.

La Tabella 1 mostra gli stabilimenti produttivi (stabilimento di Cadola e stabilimento di San Vito) dei prodotti dichiarati. La produzione di CEM I 42,5 R/ CEM II/A-LL 42,5 R/ CEM II/A-LL 42,5 R - ARS e CEM II/B-LL 32,5 R ha luogo in entrambi gli stabilimenti di Alpacem Cementi Italia Spa: Cadola (puro impianto di macinazione con clinker fornito dalla sede slovena di Anhovo) e San Vito (impianto di miscelazione di prodotti provenienti da Anhovo in Slovenia e Wietersdorf in Austria, in parte con aggiunta di calcare).

**Tabella 1: Stabilimenti di produzione dei prodotti dichiarati nell'anno di riferimento 2022**

Descrizione del prodotto	Stabilimento:
<b>Cemento</b>	
CEM I 42,5 R	C
CEM I 52,5 R	S
CEM II/A-LL 32,5 R	C
CEM II/A-LL 42,5 R e CEM II/A-LL 42,5 R - ARS	C+S
CEM II/A-M (LL-S) 42,5 R	S
CEM II/B-LL 32,5 R	C+S
CEM II/C-M (S-LL) 32,5 R	S
CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N	S
CEM III/A 42,5 N - ARS	S
CEM IV/A (P) 42,5 R - ARS	C
<b>Leganti idraulici per applicazioni non strutturali</b>	
AKADUR I	C
<b>Leganti idraulici per impieghi stradali</b>	
GROUND BINDER	C

C... Stabilimento di Cadola  
Frazione Cadola 10, Strada  
Statale 51 di Alemagna  
I-32011 Polpet

S... Stabilimento di San Vito  
Via Castelnuovo del Friuli 1  
I-33078 San Vito al Tagliamento

Per la stesura della valutazione del ciclo di vita è stato utilizzato il calcolatore LCA della ditta floGeco GmbH (versione verificata del calcolatore: 230626\_floGeco-EPD-Rechner\_v01). Per i prodotti fabbricati in entrambi gli stabilimenti (Cadola e San Vito), i risultati sono ponderati in base ai volumi di produzione dell'anno di riferimento 2022.

L'EPD è rappresentativa dell'intero volume di produzione dei prodotti dichiarati provenienti dagli stabilimenti indicati in Tabella 1 prodotti nel 2022 ad eccezione di CEM IV/A (P) 42,5 R - ARS, CEM III/A 42,5 N - ARS, CEM II/C-M (S-LL) 32,5 R e CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N, prodotti su scala industriale solo a partire dal 2023.

La tecnologia di produzione valutata nella EPD è rappresentativa della quantità complessiva dei prodotti dichiarati totalizzata nel 2022.

L'intervallo di fluttuazione dei prodotti mappati è presentato e discusso nel Capitolo 6 LCA: interpretazione.

## 2.2 Impiego

Alpacem Cementi Italia Spa importa il clinker utilizzato nello stabilimento di Cadola dall'impianto di Anhovo in Slovenia (Alpacem Cement, d.d.). Nello stabilimento di San Vito, i prodotti provenienti dallo stabilimento di Anhovo in Slovenia (Alpacem Cement, d.d.) e dallo stabilimento di Wietersdorf in Austria (Alpacem Zement Austria GmbH) vengono in parte miscelati con calcare per ottenere nuovi prodotti.

Il cemento viene impiegato principalmente per la produzione di calcestruzzo in conformità alla norma ÖNORM EN 206:2021 [9] o alla norma ÖNORM B 4710-1:2018 [10], di massetti cementizi rispondenti alle norme ÖNORM EN 13813:2003 [11] o ÖNORM B 3732:2016 [12] e di malte cementizie in conformità alle norme ÖNORM EN 998-1:2017 [13] ed ÖNORM EN 998-2:2017 [14]. I leganti idraulici per applicazioni non strutturali secondo la norma UNI EN 15368:2010 [3] sono utilizzati nelle malte per intonaci e per opere murarie. I leganti idraulici per impieghi stradali secondo la norma UNI EN 13282-1:2013 [4] vengono utilizzati per stabilizzazione nonché per lavori di sterro, costruzione di strade, ferrovie, aeroporti e altri tipi di infrastrutture.

I CEM I 42,5 R e CEM I 52,5 R sono cementi per calcestruzzi che richiedono una maggiore resistenza alla compressione e si prestano in particolare per la realizzazione di elementi prefabbricati in calcestruzzo. Il CEM II/A-LL 32,5 R è un cemento per calcestruzzi standard, malte e intonaci.

Il CEM II/A-LL 42,5 R è un cemento per calcestruzzi con una più elevata resistenza alla pressione. Il CEM II/A-LL 42,5 R - ARS è un cemento per calcestruzzi con un'alta resistenza ai solfati come da norma UNI 9156 [15]. Il CEM II/A-M (LL-S) 42,5 R - MRS si presta per calcestruzzi con moderata resistenza ai solfati come da norma UNI 9156 [15]. Il CEM II/B-LL 32,5 R è un cemento per calcestruzzi standard. I cementi CEM II/C-M (S-LL) 32,5 R e CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N sono indicati in particolare per elementi costruttivi di grande massa. Il CEM III/A 42,5 N - ARS è un cemento adatto alla costruzione di discariche e alla produzione di calcestruzzi con basso sviluppo di calore di idratazione. Il

CEM IV/A (P) 42,5 R - ARS è utilizzato per la produzione di malte da posa, malte da muratura, malte da intonaco e boiacche. AKADUR I è un legante idraulico per applicazioni non strutturali secondo la norma UNI EN 15368:2010 [3] adatto a malte per intonaci e per opere murarie. GROUND BINDER è un legante idraulico per impieghi stradali secondo la norma UNI EN 13282-1:2013 [4] utilizzato per stabilizzazione in strati portanti (di base) e di superficie nonché per lavori di sterro, costruzione di strade, ferrovie, aeroporti e altri tipi di infrastrutture.

### 2.3 Norme, regolamenti e disposizioni applicabili al prodotto

Per l'immissione sul mercato di cementi conformi alla norma UNI EN 197-1:2011 [1] nell'area UE/EFTA (ad eccezione della Svizzera) si applica il Regolamento (UE) n. 305/2011 (CPR). I cementi rispondenti alla norma UNI EN 197-1:2011 [1] richiedono una dichiarazione di prestazione che tenga conto della norma EN 197-1:2011 [16] e vanno corredati di marcatura CE. Per i cementi CEM II/C-M (S-LL) 32,5 R e CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N conformi alla norma UNI EN 197-5:2021 [2] è richiesta una licenza di applicazione nazionale (CVT – Certificato di Valutazione Tecnica). Per il legante idraulico per applicazioni non strutturali AKADUR I sono richieste una dichiarazione di prestazione secondo la norma UNI EN 15368:2010 [3] e la marcatura CE. Il legante idraulico per impieghi stradali GROUND BINDER va corredato di una dichiarazione di prestazione secondo la norma UNI EN 13282-1:2013 [4] e della marcatura CE.

**Tabella 2: Norme e regolamenti applicabili al prodotto**

Norma	Titolo
UNI EN 197-1:2011	Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni
UNI EN 197-5:2021	Cemento - Parte 5: Cemento Portland composito CEM II/C-M e cemento composito CEM VI
UNI EN 15368:2010	Legante idraulico per applicazioni non strutturali - Definizione, specifiche e criteri di conformità
UNI EN 13282-1:2013	Leganti idraulici per impieghi stradali - Parte 1: Leganti idraulici per impieghi stradali a indurimento rapido - Composizione, specifiche e criteri di conformità

### 2.4 Dati tecnici

**Tabella 3: Dati tecnici CEM I 42,5 R**

Descrizione	Valore	Unità
Densità apparente media o intervallo di densità apparente	3110	kg/m <sup>3</sup>
Classe di resistenza alla compressione standard secondo ÖNORM EN 197-1:2011	42,5	N/mm <sup>2</sup>

**Tabella 4: Dati tecnici CEM I 52,5 R**

Descrizione	Valore	Unità
Densità apparente media o intervallo di densità apparente	3100	kg/m <sup>3</sup>
Classe di resistenza alla compressione standard secondo ÖNORM EN 197-1:2011	52,5	N/mm <sup>2</sup>

**Tabella 5: Dati tecnici CEM II/A-LL 32,5 R**

Descrizione	Valore	Unità
Densità apparente media o intervallo di densità apparente	3060	kg/m <sup>3</sup>
Classe di resistenza alla compressione standard secondo ÖNORM EN 197-1:2011	32,5	N/mm <sup>2</sup>

**Tabella 6: Dati tecnici CEM II/A-LL 42,5 R e CEM II/A-LL 42,5 R - ARS**

Descrizione	Valore	Unità
Densità apparente media o intervallo di densità apparente	3060 o 3030	kg/m <sup>3</sup>
Classe di resistenza alla compressione standard secondo ÖNORM EN 197-1:2011	42,5	N/mm <sup>2</sup>
Contenuto di C <sub>3</sub> A del clinker (CEM II/A-LL 42,5 R – ARS)	≤5	%

Tabella 7: Dati tecnici CEM II/A-M (LL-S) 42,5 R - MRS

Descrizione	Valore	Unità
Densità apparente media o intervallo di densità apparente	3040	kg/m <sup>3</sup>
Classe di resistenza alla compressione standard secondo ÖNORM EN 197-1:2011	42,5	N/mm <sup>2</sup>
Contenuto di C <sub>3</sub> A del clinker (CEM II/A-LL 42,5 R – ARS)	≤6	%

Tabella 8: Dati tecnici CEM II/B-LL 32,5 R

Descrizione	Valore	Unità
Densità apparente media o intervallo di densità apparente	2970	kg/m <sup>3</sup>
Classe di resistenza alla compressione standard secondo ÖNORM EN 197-1:2011	32,5	N/mm <sup>2</sup>

Tabella 9: Dati tecnici CEM II/C-M (S-LL) 32,5 R

Descrizione	Valore	Unità
Densità apparente media o intervallo di densità apparente	2990	kg/m <sup>3</sup>
Classe di resistenza alla compressione standard secondo ÖNORM EN 197-1:2011	32,5	N/mm <sup>2</sup>

Tabella 10: Dati tecnici CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N

Descrizione	Valore	Unità
Densità apparente media o intervallo di densità apparente	3000	kg/m <sup>3</sup>
Classe di resistenza alla compressione standard secondo ÖNORM EN 197-1:2011	42,5	N/mm <sup>2</sup>

Tabella 11: Dati tecnici CEM III/A 42,5 N - ARS

Descrizione	Valore	Unità
Densità apparente media o intervallo di densità apparente	2980	kg/m <sup>3</sup>
Classe di resistenza alla compressione standard secondo ÖNORM EN 197-1:2011	42,5	N/mm <sup>2</sup>
Contenuto di C <sub>3</sub> A del clinker	≤5	%

Tabella 12: Dati tecnici CEM IV/A (P) 42,5 R - ARS

Descrizione	Valore	Unità
Densità apparente media o intervallo di densità apparente	2960	kg/m <sup>3</sup>
Classe di resistenza alla compressione standard secondo ÖNORM EN 197-1:2011	42,5	N/mm <sup>2</sup>
Contenuto di C <sub>3</sub> A del clinker	≤9	%

Tabella 13: Dati tecnici AKADUR I

Descrizione	Valore	Unità
Densità apparente media o intervallo di densità apparente	2760	kg/m <sup>3</sup>

Tabella 14: Dati tecnici GROUND BINDER

Descrizione	Valore	Unità
Densità apparente media o intervallo di densità apparente	2920	kg/m <sup>3</sup>

## 2.5 Materiali di base e accessori

Dei prodotti dichiarati, Alpacem Cementi Italia Spa ha rilevato la composizione rappresentativa relativa all'anno di produzione 2022 e ha messo a disposizione tali dati per la stesura della presente EPD. Per motivi di tutela (vedi il punto "8.3 Norme sulla riservatezza dei dati" – ÖNORM EN ISO 14025:2010 [17]), le tabelle dalla Tabella 15 alla Tabella 26 riportano le linee guida sulla composizione indicate nelle norme UNI EN 197-1:2011 [1], UNI EN 197-5:2021 [2], UNI EN 15368:2010 [3] e UNI EN 13282-1:2013 [4].

Tabella 15: Materiali di base e accessori CEM I 42,5 R

Componenti	Funzione	Masse %
Clinker di cemento Portland	Componente base	95 – 100%
Componenti secondarie (sostanze inorganiche minerali finemente macinate derivate dalla produzione del clinker, p. es. farina grezza, o analoghe alle altre componenti base, ma non contenute come componenti di base nel cemento)	Componente secondaria	0 – 5%

Tabella 16: Materiali di base e accessori CEM I 52,5 R

Componenti	Funzione	Masse %
Clinker di cemento Portland	Componente base	95 – 100%
Componenti secondarie (sostanze inorganiche minerali finemente macinate derivate dalla produzione del clinker, p. es. farina grezza, o analoghe alle altre componenti base, ma non contenute come componenti di base nel cemento)	Componente secondaria	0 – 5%

Tabella 17: Materiali di base e accessori CEM II/A-LL 32,5 R

Componenti	Funzione	Masse %
Clinker di cemento Portland	Componente base	80 – 94%
Calcare	Componente base	6 – 20%
Componenti secondarie (sostanze inorganiche minerali finemente macinate derivate dalla produzione del clinker, p. es. farina grezza, o analoghe alle altre componenti base, ma non contenute come componenti di base nel cemento)	Componente secondaria	0 – 5%

Tabella 18: Materiali di base e accessori CEM II/A-LL 42,5 R e CEM II/A-LL 42,5 R – ARS

Componenti	Funzione	Masse %
Clinker di cemento Portland	Componente base	80 – 94%
Calcare	Componente base	6 – 20%
Componenti secondarie (sostanze inorganiche minerali finemente macinate derivate dalla produzione del clinker, p. es. farina grezza, o analoghe alle altre componenti base, ma non contenute come componenti di base nel cemento)	Componente secondaria	0 – 5%

**Tabella 19: Materiali di base e accessori CEM II/A-M (LL-S) 42,5 R - MRS**

Componenti	Funzione	Masse %
Clinker di cemento Portland	Componente base	80 – 88%
Loppa d'altoforno	Componente base	12 – 20%
Fumi di silice	Componente base	
Pozzolana (naturale, naturale calcinata)	Componente base	
Cenere volante (di tipo calcio o silicico)	Componente base	
Scisto calcinato	Componente base	
Calcare	Componente base	
Componenti secondarie (sostanze inorganiche minerali finemente macinate derivate dalla produzione del clinker, p. es. farina grezza, o analoghe alle altre componenti base, ma non contenute come componenti di base nel cemento)	Componente secondaria	0 – 5%

**Tabella 20: Materiali di base e accessori CEM II/B-LL 32,5 R**

Componenti	Funzione	Masse %
Clinker di cemento Portland	Componente base	65 – 79%
Calcare	Componente base	21 – 35%
Componenti secondarie (sostanze inorganiche minerali finemente macinate derivate dalla produzione del clinker, p. es. farina grezza, o analoghe alle altre componenti base, ma non contenute come componenti di base nel cemento)	Componente secondaria	0 – 5%

**Tabella 21: Materiali di base e accessori CEM II/C-M (S-LL) 32,5 R**

Componenti	Funzione	Masse %
Clinker di cemento Portland	Componente base	50 – 64%
Loppa d'altoforno	Componente base	36 – 50%
Fumi di silice	Componente base	
Pozzolana (naturale, naturale calcinata)	Componente base	
Cenere volante (di tipo calcio o silicico)	Componente base	
Scisto calcinato	Componente base	
Calcare	Componente base	
Componenti secondarie (sostanze inorganiche minerali finemente macinate derivate dalla produzione del clinker, p. es. farina grezza, o analoghe alle altre componenti base, ma non contenute come componenti di base nel cemento)	Componente secondaria	0 – 5%

**Tabella 22: Materiali di base e accessori CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N**

Componenti	Funzione	Masse %
Clinker di cemento Portland	Componente base	50 – 64%
Loppa d'altoforno	Componente base	36 – 50%
Fumi di silice	Componente base	
Pozzolana (naturale, naturale calcinata)	Componente base	
Cenere volante (di tipo calcio o silicico)	Componente base	
Scisto calcinato	Componente base	
Calcare	Componente base	
Componenti secondarie (sostanze inorganiche minerali finemente macinate derivate dalla produzione del clinker, p. es. farina grezza, o analoghe alle altre componenti base, ma non contenute come componenti di base nel cemento)	Componente secondaria	0 – 5%

**Tabella 23: Materiali di base e accessori CEM III/A 42,5 N - ARS**

Componenti	Funzione	Masse %
Clinker di cemento Portland	Componente base	35 – 64%
Loppa d'altoforno	Componente base	36 – 65%
Componenti secondarie (sostanze inorganiche minerali finemente macinate derivate dalla produzione del clinker, p. es. farina grezza, o analoghe alle altre componenti base, ma non contenute come componenti di base nel cemento)	Componente secondaria	0 – 5%

**Tabella 24: Materiali di base e accessori CEM IV/A (P) 42,5 R - ARS**

Componenti	Funzione	Masse %
Clinker di cemento Portland	Componente base	65 – 89%
Fumi di silice	Componente base	11 – 35%
Pozzolana (naturale, naturale calcinata)	Componente base	
Cenere volante (di tipo calcio o silicico)	Componente base	
Componenti secondarie (sostanze inorganiche minerali finemente macinate derivate dalla produzione del clinker, p. es. farina grezza, o analoghe alle altre componenti base, ma non contenute come componenti di base nel cemento)	Componente secondaria	0 – 5%

**Tabella 25: Materiali di base e accessori AKADUR I**

Componenti	Funzione	Masse %
Clinker di cemento Portland	Componente base	≥20%
Sostanze minerali inorganiche p. es. calcare	Componente base	0-79%
Additivi p. es. coadiuvanti di macinazione	Componente base	≤1%

**Tabella 26: Materiali di base e accessori GROUNDBINDER**

Componenti	Funzione	Masse %
Componenti base come da norma UNI EN 197-1:2011 (clinker di cemento Portland, loppa d'altoforno, materiali pozzolanici, cenere volante, scisto calcinato, calcare)	Componente base	≥10%
Calce spenta o calce idraulica naturale	Componente base	0-88%
Additivi p. es. coadiuvanti di macinazione	Componente base	≤1%
Componenti secondarie (sostanze inorganiche minerali finemente macinate derivate dalla produzione del clinker, p. es. farina grezza, o analoghe alle altre componenti base, ma non contenute come componenti di base nel cemento)	Componente secondaria	≤1%

*I prodotti/gli articoli/almeno un componente del prodotto contiene/contengono sostanze incluse nella lista delle sostanze candidate dell'ECHA, particolarmente preoccupanti ai fini dell'ottenimento di una licenza di commercializzazione (ingl: Substances of Very High Concern – SVHC) (data 08/07/2024) in misura superiore allo 0,1% della massa: **no**.*

## 2.6 Produzione

Alpacem Cementi Italia Spa importa il clinker utilizzato nello stabilimento di Cadola dall'impianto di Anhovo in Slovenia (Alpacem Cement, d.d.). Nello stabilimento di San Vito, i prodotti provenienti dallo stabilimento di Anhovo in Slovenia (Alpacem Cement, d.d.) e dallo stabilimento di Wietersdorf in Austria (Alpacem Zement Austria GmbH) vengono in parte miscelati con calcare per ottenere nuovi prodotti.

Le materie prime utilizzate per la produzione del clinker provengono da cave. Lo sfruttamento della cava avviene su vari ordini di terrazze e il materiale viene successivamente avviato ad un frantumatore. Ridotto ad una granulometria massima di circa 4 cm, il materiale viene disposto a strati e pre-omogeneizzato in un deposito per la pietra grezza e quindi convogliato al cementificio su nastri trasportatori. Qui avviene la macinazione e la riduzione in farina grezza dopo l'aggiunta di componenti di correzione in rapporti specifici per ottenere la composizione chimica desiderata.

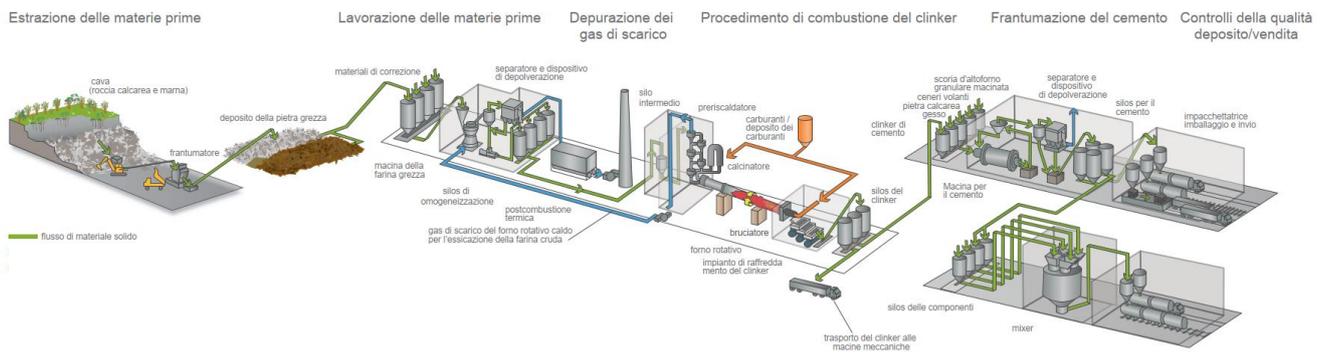
Nello stabilimento di Anhovo di Alpacem Cement, d.d. viene prodotto il clinker. Il processo è a secco e si avvale di un moderno impianto a forno rotativo con preriscaldatori a ciclone a cinque stadi e un calcinatore. Nel preriscaldatore la farina grezza viene riscaldata a oltre 850 °C sfruttando i gas di scarico del forno rotativo. Il materiale che esce dallo stadio ciclonico inferiore del preriscaldatore entra nel forno rotativo, che è leggermente inclinato, muovendosi dall'ingresso del forno verso il bruciatore installato all'uscita del forno. Nella cosiddetta zona di sinterizzazione il materiale raggiunge una temperatura di circa 1450 °C. Qui si verificano le più importanti reazioni che danno origine ai minerali di clinker. All'uscita dal forno il clinker entra nel raffreddatore. Dopo la cottura e il raffreddamento il clinker viene stoccato in silos.

In Alpacem il cemento è composto da clinker, gesso come vettore di solfati per il controllo della presa e altri additivi come calcare, loppa d'altoforno granulata e cenere volante. Le materie prime vengono macinate separatamente o insieme secondo ricette definite. Il cemento finito viene stoccato in silos, dai quali viene spedito in sacchi o sotto forma di materiale sciolto.

I sistemi di garanzia della qualità, basati sui requisiti per i controlli interni della produzione secondo la norma UNI EN 197-2:2020 [18] e sulla norma per i sistemi di gestione della qualità UNI EN ISO 9001:2015 [19], assicurano una qualità costante dei prodotti forniti. Oltre alle specifiche per il controllo dei processi e il monitoraggio dei prodotti intermedi e finali, i sistemi di gestione della qualità secondo la norma UNI EN ISO 9001:2015 [19] comprendono anche misure per migliorare la struttura organizzativa e i processi produttivi nel loro complesso.

La Figura 1 fornisce una rappresentazione schematica del processo di produzione del cemento in Alpacem, dalla cava alla spedizione.

## La produzione di cemento nel gruppo Alpacem



**Figura 1: Rappresentazione schematica del processo di produzione del cemento in Alpacem Cementi Italia Spa dalla cava alla spedizione**

### 2.7 Imballaggio

Una minima parte del cemento arriva al cliente imballata in sacchi di carta. Altri materiali d'imballaggio usati nell'ambito del sistema CONAI sono le pellicole termoretraibili in PE (EAK 150102 [20]) e i pallet di legno (EAK 150103 [20]).

Vista la quota di mercato molto ridotta dei prodotti in sacco, la presente EPD considera solo il materiale sciolto da silo trascurando gli imballaggi.

### 2.8 Condizioni di consegna

Il cemento, analogamente ai leganti idraulici per applicazioni non strutturali e ai leganti idraulici per impieghi stradali, è un materiale sfuso in polvere e viene fornito per lo più in forma sciolta, caricato su veicoli stradali o ferroviari. Una minima parte dei prodotti arriva al cliente imballata in sacchi.

### 2.9 Trasporti

Il cemento, analogamente ai leganti idraulici per applicazioni non strutturali e ai leganti idraulici per impieghi stradali, è un materiale omogeneo fornito sfuso e trasportato su camion o per ferrovia. I prodotti considerati nella presente EPD sono consegnati prevalentemente a mercati di vendita locali.

### 2.10 Messa in opera del prodotto / Installazione

L'impiego principale del cemento sta nella produzione di calcestruzzo, massetti e malte. Mescolando cemento e acqua si ottiene la pasta di cemento che ricopre i grani di aggregato del materiale da costruzione e, indurendo, li lega saldamente tra loro. Dopo l'aggiunta di acqua, la pasta di cemento liquida si trasforma in cemento solido. I leganti idraulici per applicazioni non strutturali secondo la norma UNI EN 15368:2010 [3] sono utilizzati nelle malte per intonaci e per opere murarie. I leganti idraulici per impieghi stradali secondo la norma UNI EN 13282-1:2013 [4] sono utilizzati per stabilizzazione in strati portanti (di base) e strati di superficie nonché per lavori di sterro, costruzione di strade, ferrovie, aeroporti e altri tipi di infrastrutture.

Oggi il calcestruzzo fresco viene prodotto quasi esclusivamente in impianti di produzione di calcestruzzo preconfezionato, in grandi cantieri o in impianti di prefabbricazione presso centrali di miscelazione di medie e grandi dimensioni. Il massetto di cemento e la malta cementizia vengono miscelati direttamente in cantiere o trasportati dagli impianti di miscelazione.

### 2.11 Fase di utilizzo

Poiché il cemento, analogamente ai leganti idraulici per applicazioni non strutturali e ai leganti idraulici per stabilizzazioni, è utilizzato come prodotto intermedio nella produzione di vari materiali da costruzione derivati dal cemento (calcestruzzo preconfezionato, calcestruzzo prefabbricato, massetti cementizi, ecc.), di solito non è possibile fornire informazioni sugli impatti ambientali del prodotto durante le fasi

di costruzione, utilizzo e smaltimento, poiché questi dipendono in larga misura dall'uso del cemento. La presente EPD prende, quindi, in considerazione i moduli A1-A3 del ciclo di vita (estrazione e lavorazione delle materie prime, trasporto al fabbricante, produzione), tralasciando, invece, le fasi di costruzione, utilizzo e smaltimento. Ciò è consentito in conformità alla norma ÖNORM EN 15804:2022 [6] poiché il cemento soddisfa le condizioni specificate nella norma (vedi 3.2 Confini di sistema).

## 2.12 Vita utile di riferimento (RSL)

Non rilevante per il cemento (vedi 2.11 Fase di utilizzo e 3.2 Confini di sistema).

## 2.13 Fine vita

Non rilevante per il cemento (vedi 2.11 Fase di utilizzo e 3.2 Confini di sistema).

## 2.14 Smaltimento

Nel caso debba essere smaltito, il cemento va fatto solidificare con acqua e smaltito in conformità alle normative locali. Il prodotto indurito viene trattato come i rifiuti di cemento e i fanghi di cemento.

Codice dei rifiuti del Catalogo Europeo dei Rifiuti (CER) a seconda dell'origine: 17 01 01 [20] (cemento) o 10 13 14 [20] (rifiuti e fanghi di cemento).

Considerate le argomentazioni di cui ai punti 2.11 Fase di utilizzo e 3.2 Confini di sistema (vedi), la presente EPD non tratta la fase di smaltimento.

## 2.15 Informazioni aggiuntive

Per ulteriori dettagli sui prodotti dichiarati consultare il sito <https://alpacem.it>.

### 3 LCA: regole di calcolo

#### 3.1 Unità dichiarata/ Unità funzionale

L'unità dichiarata è sempre 1 tonnellata del tipo di cemento o legante idraulico considerato.

**Tabella 27: Unità dichiarata CEM I 42,5 R= 1 t**

Descrizione	Valore	Unità
Unità dichiarata	1	t
Densità apparente per la conversione in kg	3110	kg/m <sup>3</sup>
Volume in rapporto alla massa	0,000322	m <sup>3</sup> /kg

**Tabella 28: Unità dichiarata CEM I 52,5 R = 1 t**

Descrizione	Valore	Unità
Unità dichiarata	1	t
Densità apparente per la conversione in kg	3100	kg/m <sup>3</sup>
Volume in rapporto alla massa	0,000323	m <sup>3</sup> /kg

**Tabella 29: Unità dichiarata CEM II/A-LL 32,5 R = 1 t**

Descrizione	Valore	Unità
Unità dichiarata	1	t
Densità apparente per la conversione in kg	3060	kg/m <sup>3</sup>
Volume in rapporto alla massa	0,000327	m <sup>3</sup> /kg

**Tabella 30: Unità dichiarata CEM II/A-LL 42,5 R e CEM II/A-LL 42,5 R - ARS = 1 t**

Descrizione	Valore	Unità
Unità dichiarata	1	t
Densità apparente per la conversione in kg	3060 o 3030	kg/m <sup>3</sup>
Volume in rapporto alla massa	0,000327 o 0,000330	m <sup>3</sup> /kg

**Tabella 31: Unità dichiarata CEM II/A-M (LL-S) 42,5 R - MRS = 1 t**

Descrizione	Valore	Unità
Unità dichiarata	1	t
Densità apparente per la conversione in kg	3040	kg/m <sup>3</sup>
Volume in rapporto alla massa	0,000329	m <sup>3</sup> /kg

**Tabella 32: Unità dichiarata CEM II/B-LL 32,5 R = 1 t**

Descrizione	Valore	Unità
Unità dichiarata	1	t
Densità apparente per la conversione in kg	2970	kg/m <sup>3</sup>
Volume in rapporto alla massa	0,000337	m <sup>3</sup> /kg

**Tabella 33: Unità dichiarata CEM II/C-M (S-LL) 32,5 R = 1 t**

Descrizione	Valore	Unità
Unità dichiarata	1	t
Densità apparente per la conversione in kg	2990	kg/m <sup>3</sup>
Volume in rapporto alla massa	0,000334	m <sup>3</sup> /kg

Tabella 34: Unità dichiarata CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N = 1 t

Descrizione	Valore	Unità
Unità dichiarata	1	t
Densità apparente per la conversione in kg	3000	kg/m <sup>3</sup>
Volume in rapporto alla massa	0,000333	m <sup>3</sup> /kg

Tabella 35: Unità dichiarata CEM III/A 42,5 N - ARS = 1 t

Descrizione	Valore	Unità
Unità dichiarata	1	t
Densità apparente per la conversione in kg	2980	kg/m <sup>3</sup>
Volume in rapporto alla massa	0,000336	m <sup>3</sup> /kg

Tabella 36: Unità dichiarata CEM IV/A (P) 42,5 R - ARS = 1 t

Descrizione	Valore	Unità
Unità dichiarata	1	t
Densità apparente per la conversione in kg	2960	kg/m <sup>3</sup>
Volume in rapporto alla massa	0,000338	m <sup>3</sup> /kg

Tabella 37: Unità dichiarata AKADUR I = 1 t

Descrizione	Valore	Unità
Unità dichiarata	1	t
Densità apparente per la conversione in kg	2760	kg/m <sup>3</sup>
Volume in rapporto alla massa	0,000362	m <sup>3</sup> /kg

Tabella 38: Unità dichiarata GROUND BINDER = 1 t

Descrizione	Valore	Unità
Unità dichiarata	1	t
Densità apparente per la conversione in kg	2920	kg/m <sup>3</sup>
Volume in rapporto alla massa	0,000342	m <sup>3</sup> /kg

## 3.2 Confini di sistema

Tabella 39: Fasi del ciclo di vita dichiarate

FASE DI PRODUZIONE			FASE DI COSTRUZIONE		FASE DI UTILIZZO							FASE DI FINE VITA				Benefici e impatti
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
Fornitura materie prime	Trasporto	Produzione	Trasporto	Costruzione / installazione	Utilizzo	Manutenzione	Riparazione	Sostituzione	Ristrutturazione, ammodernamento	Utilizzo operativo energia	Utilizzo operativo acqua	Demolizione	Trasporto	Trattamento dei rifiuti	Smaltimento	Potenziale di riutilizzo, recupero e riciclo
X	X	X	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Tipo di valutazione del ciclo di vita o EPD: dalla culla al cancello (from cradle to gate)

I confini di sistema considerati vanno dalla produzione del cemento, compresa l'estrazione delle materie prime, fino al prodotto finito come arriva al cancello dello stabilimento.

Poiché il cemento, analogamente ai leganti idraulici per applicazioni non strutturali e ai leganti idraulici per impieghi stradali, è utilizzato come prodotto intermedio nella produzione di vari materiali da costruzione derivati dal cemento (calcestruzzo preconfezionato, calcestruzzo prefabbricato, massetti cementizi, ecc.), di solito non è possibile fornire informazioni sugli impatti ambientali del prodotto durante le fasi di costruzione, utilizzo e smaltimento, poiché questi dipendono in larga misura dall'uso del cemento. La presente EPD prende, quindi, in considerazione i moduli A1-A3 del ciclo di vita (estrazione e lavorazione delle materie prime, trasporto al fabbricante, produzione), tralasciando, invece, le fasi di costruzione, utilizzo e smaltimento. Ciò è consentito in conformità alla norma ÖNORM EN 15804:2022 [6] poiché il cemento soddisfa le seguenti condizioni in essa specificate:

- il prodotto o materiale è fisicamente integrato in altri prodotti durante la messa in opera, così che al termine della sua vita utile non può essere fisicamente separato da essi;
- al termine della sua vita utile il prodotto o materiale non può più essere identificato tramite processi di riconversione fisica o chimica;
- il prodotto o materiale non contiene carbonio biogenico.

#### **Modulo A1: estrazione e lavorazione delle materie prime**

- Estrazione di materie prime per la produzione di cemento e clinker  
Comprende, ad esempio, l'estrazione di materiali calcarei come il calcare o la marna e di materiali argillosi come l'argilla o lo scisto argilloso
- Estrazione dei combustibili primari  
I principali combustibili primari utilizzati nella produzione di cemento sono il carbon fossile, il coke di petrolio, la lignite e il gas naturale
- Lavorazione di materie prime, combustibili e prodotti secondari di altre industrie (ad esempio, scorie d'altoforno, ceneri volanti)

#### **Modulo A2: trasporto al cementificio e trasporti interni**

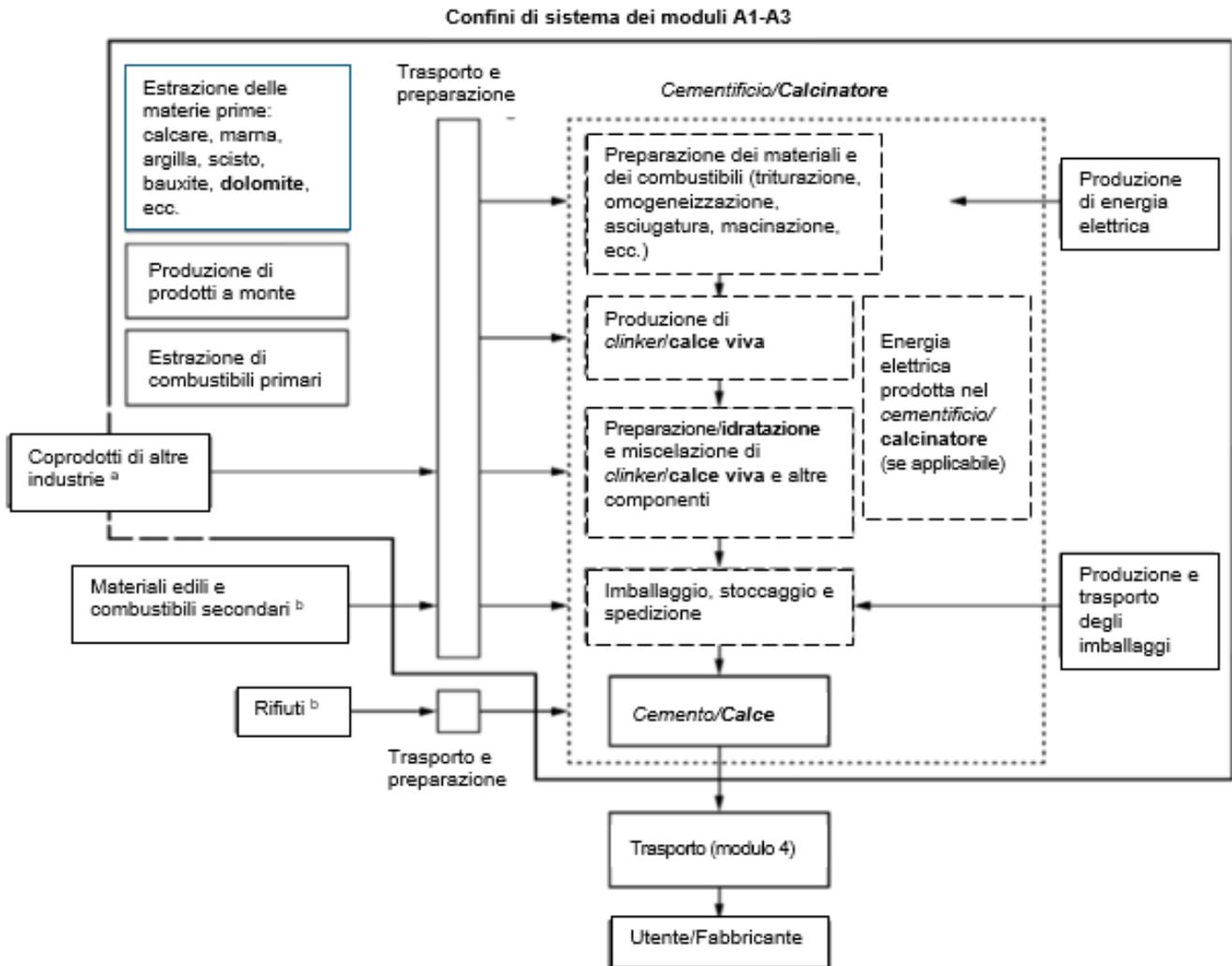
- Trasporto di materie prime, combustibili e prodotti secondari di altre industrie al cementificio o all'impianto di macinazione
- Trasporti all'interno del cementificio o dell'impianto di macinazione
- Se necessario, trasporto del clinker di cemento Portland e degli altri componenti del cemento all'impianto di macinazione

#### **Modulo A3: produzione del cemento**

- Produzione del clinker: riscaldamento della miscela di materie prime in un forno fino a sinterizzazione (a una temperatura superiore a 1400 °C)
- Macinazione delle materie prime
- Macinazione e miscelazione dei costituenti base e secondari del cemento
- Stoccaggio del cemento, preparazione alla spedizione

Per i rifiuti utilizzati come materie prime e combustibili sono disponibili i numeri di codice dei rifiuti secondo l'Ordinanza austriaca sul Catalogo dei Rifiuti (si veda il rapporto del progetto sul calcolatore del cemento - Tabella 15, Tabella 17 e Tabella 22). I rifiuti sono inclusi nella valutazione del ciclo di vita senza alcun vincolo, poiché in base al numero di codice rifiuti loro attribuito raggiungono la fine della qualità di rifiuti soltanto nel forno rotativo. Il trasporto dei rifiuti dagli impianti di trattamento al cementificio non è incluso nel calcolatore LCA. I prodotti secondari provenienti da altre industrie (scorie, loppa d'altoforno granulata, ceneri volanti e gesso FGD) sono presi in considerazione sulla base di un'allocazione economica (vedi il punto 3.9 del rapporto di progetto sul calcolatore del cemento). Anche il trasporto dei prodotti secondari all'impianto è considerato.

### 3.3 Diagramma di flusso dei processi relativi al ciclo di vita



<sup>a</sup> vedi 6.4.3 ÖNORM EN 16908

<sup>b</sup> vedi allegato D ÖNORM EN 16908

Figura 2: Confini di sistema della produzione di cemento secondo la norma ÖNORM EN 16908 [8]

### 3.4 Stime e ipotesi

Per preparare la valutazione del ciclo di vita è stato utilizzato il calcolatore della ditta floGeco GmbH (versione verificata del calcolatore: 230626\_floGeco-EPD-Rechner\_v01). Le stime e le ipotesi relative alla modellazione LCA nel calcolatore verificato sono consultabili nel rapporto di progetto dello strumento di calcolo floGeco [7]. Le stime e le ipotesi qui citate si riferiscono ai dati raccolti per i prodotti Alpacem Cementi Italia Spa in esame.

Dal confronto tra l'acqua in entrata (acqua di processo) e quella in uscita (acque reflue) risulta un'eccedenza di acqua in entrata (acqua di processo), che si disperde o evapora nell'area dello stabilimento.

Per quanto riguarda le emissioni derivanti dalla produzione del clinker presso l'impianto Alpacem Cement, d.d. di Anhovo in Slovenia (clinker poi utilizzato nell'impianto di Cadola) relative a due inquinanti atmosferici classici (cloruro di idrogeno HCl e fluoruro di idrogeno HF) e ad alcuni elementi metallici in tracce (cadmio Cd, tallio Tl, antimonio Sb, arsenico As, piombo Pb, cromo Cr, cobalto Co, rame Cu, manganese Mn, nichel Ni, vanadio V, berillio Be, selenio Se, zinco Zn, diossine, furani PCDD/F e benzolo), non vengono indicati valori poiché, stando ai dati forniti dal fabbricante, essi sono inferiori alla soglia di rilevamento («emissions below detection limit») e quindi non è stato possibile determinarli. Sulla base dell'informazione che i valori delle emissioni sono inferiori alla soglia di rilevamento e del fatto che essi, quindi, non si ripercuotono sui risultati dell'LCA (è stata eseguita l'analisi di sensitività), la valutazione li presuppone pari a zero.

### 3.5 Regole di cut-off

Secondo la norma ÖNORM EN 15804:2022 [6] i criteri di cut-off da soddisfare per un processo (unitario) devono essere dell'1% dell'input di energia primaria rinnovabile e non rinnovabile e dell'1% della massa totale di questo processo unitario. Inoltre, la somma totale dei flussi in ingresso trascurati nei moduli A1-A3 non deve superare il 5% dell'energia e della massa in ingresso.

Per preparare la valutazione del ciclo di vita è stato utilizzato il calcolatore della ditta floGeco GmbH (versione verificata del calcolatore: 230626\_floGeco-EPD-Rechner\_v01). Le regole di cut-off utilizzate nel calcolatore LCA possono essere consultate nel rapporto di progetto dello strumento di calcolo floGeco [7]. Le regole di cut-off qui menzionate si riferiscono ai dati raccolti per i prodotti Alpacem Cementi Italia Spa in esame.

Il fabbricante ha determinato e presentato le quantità di tutti i materiali utilizzati, l'energia necessaria, i costi di produzione e i processi di trasporto coinvolti. In più sono stati indicati anche i valori relativi alle emissioni. Le piccole quantità di rifiuti generati durante la produzione del cemento (ad esempio, piccole quantità di lubrificanti o materiale da imballaggio – per lo più, le materie prime e i combustibili vengono consegnati non imballati) non sono state prese in considerazione nel calcolatore LCA, in quanto per la maggior parte avviate direttamente alla termovalorizzazione per la produzione di clinker.

Anche i materiali ausiliari i cui flussi rappresentano meno dell'1% non sono stati considerati. In questo caso si tratta di oli lubrificanti, grassi, ecc. Si può presupporre che la somma dei processi trascurati rappresenti meno del 5% delle categorie di impatto.

### 3.6 Dati di background

Per preparare la valutazione del ciclo di vita è stato utilizzato il calcolatore della ditta floGeco GmbH (versione verificata del calcolatore: 230626\_floGeco-EPD-Rechner\_v01). I dati di background utilizzati nel calcolatore LCA sono consultabili nel rapporto di progetto dello strumento di calcolo floGeco ((versione verificata del calcolatore: 230626\_floGeco-EPD-Rechner\_v01) [7].

Per la programmazione del calcolatore LCA i dati di riferimento sono stati tratti dal database ecoinvent v3.8 per il modello di sistema "cut-off by classification" [21]. Poiché i cementi dichiarati con il calcolatore sono prodotti in larga parte da membri dell'Associazione dell'Industria del Cemento Austriaca (VÖZ), sono stati utilizzati, ove possibile, dati di background austriaci. In alternativa, si sono impiegati set di dati europei, globali o, in alcuni casi, svizzeri, spesso più rappresentativi della media europea/globale data la vicinanza geografica (si veda il rapporto di progetto del calcolatore LCA floGeco GmbH - Allegato 1 - Tabella 36 e Tabella 37 [7]).

Per la modellazione e la valutazione della produzione di clinker presso l'impianto di Anhovo (Slovenia), alcuni set di dati sono stati adattati (ovvero integrati a quelli del calcolatore) perché alcuni dataset di ecoinvent impiegati nel calcolatore LCA sono rappresentativi soltanto della situazione austriaca e richiedevano, quindi, una correzione per valutare la produzione in Slovenia.

Inoltre, la valutazione del mix elettrico utilizzato è stata modellata sulla base dei dataset ecoinvent relativi alla situazione attuale in Italia (vedi 3.7). Nel concreto, all'interno del calcolatore LCA del cemento si è opportunamente adattato il calcolatore LCA dell'energia elettrica.

Per i prodotti provenienti dallo stabilimento di Anhovo in Slovenia (Alpacem Cement, d.d.) e dallo stabilimento di Wietersdorf in Austria (Alpacem Zement Austria GmbH) impiegati nello stabilimento di San Vito si fa riferimento ai risultati delle EPD relative ai prodotti ritirati.

I valori relativi alla produzione dei prodotti analizzati sono stati raccolti tramite acquisizione di dati presso gli stabilimenti. Prima di essere inseriti nel calcolatore LCA questi dati sono stati controllati per verificarne la plausibilità. I dati in primo piano provengono direttamente dal fabbricante e sono quindi rappresentativi dei prodotti analizzati.

### 3.7 Qualità dei dati

Per la programmazione del calcolatore LCA i set di dati di riferimento sono stati tratti dal database ecoinvent v3.8 per il modello di sistema "cut-off by classification" [21]. I dati utilizzati nel calcolatore LCA della ditta floGeco GmbH (versione verificata del calcolatore: 230626\_floGeco-EPD-Rechner\_v01) possono essere consultati nel relativo rapporto di progetto all'allegato 1 - tabelle 36 e 37 [7]. I dataset adattati per la valutazione della produzione di clinker presso l'impianto di Anhovo (Slovenia) sono riportati al capitolo 3.6.

I valori relativi alla produzione dei prodotti analizzati sono stati raccolti tramite acquisizione di dati presso lo stabilimento. La completezza e la plausibilità delle indicazioni fornite dal fabbricante sono state verificate in svariati incontri online. In tale contesto ci si è attenuti ai criteri della Bau EPD GmbH per la raccolta dei dati. Prima di essere inseriti nel calcolatore LCA questi dati sono stati controllati per verificarne la plausibilità.

Nella raccolta dei dati in primo piano (dati primari) ci si è attenuti ai seguenti requisiti di qualità:

- la raccolta dei dati e la delimitazione dei flussi di materiali ed energia rispondono ai criteri della Bau EPD GmbH;
- i dati utilizzati corrispondono alla media annuale per l'anno di riferimento 2022;
- tutti i dati chiave, come il fabbisogno energetico e di materie prime e le vie di trasporto all'interno dei confini di sistema, sono stati forniti dal fabbricante.

I dati di background del calcolatore LCA soddisfano i criteri della Bau EPD GmbH (MS-HB [5]). La banca dati dei dati di background ecoinvent 3.8 [21] è stata pubblicata nel 2021, tuttavia contiene singoli set di dati il cui anno di raccolta o di riferimento risale a più di 10 anni fa (requisito della ÖNORM EN 15804:2022 [6] o della Bau EPD GmbH). Nel corso degli anni e delle varie versioni della banca dati ecoinvent, comunque, questi set di dati sono stati mantenuti, salvo le dovute modifiche richieste per l'aggiornamento della banca dati. Informazioni dettagliate sulla qualità dei set di dati ecoinvent sono disponibili nella documentazione del database ecoinvent v.3 ("Overview and methodology" - [https://ecoinvent.org/wp-content/uploads/2021/09/dataqualityguideline\\_ecoinvent\\_3\\_20130506.pdf](https://ecoinvent.org/wp-content/uploads/2021/09/dataqualityguideline_ecoinvent_3_20130506.pdf), "Documentation of the changes implemented in the ecoinvent database v3.8" - <https://ecoinvent.org/the-ecoinvent-database/data-releases/ecoinvent-3-8/>).

Per la modellazione e la valutazione dei cementi nell'impianto di Cadola, sono state analizzate con il calcolatore LCA prima la produzione di clinker nell'impianto di Anhovo (Slovenia) e poi la sola produzione di cemento (senza produzione di clinker) nell'impianto di Cadola. Per i prodotti provenienti dallo stabilimento di Anhovo in Slovenia (Alpacem Cement, d.d.) e dallo stabilimento di Wietersdorf in Austria (Alpacem Zement Austria GmbH) impiegati nello stabilimento di San Vito si fa riferimento ai risultati delle EPD relative ai prodotti ritirati ovvero (se applicabile) viene calcolata la sola produzione del cemento (miscelazione) nello stabilimento di San Vito utilizzando il calcolatore LCA. Per i prodotti fabbricati in entrambi gli stabilimenti (Cadola e San Vito), i risultati sono ponderati in base ai volumi di produzione dell'anno di riferimento 2022.

Il mix di elettricità utilizzato viene modellato adattando (esternamente) il calcolatore LCA dell'elettricità integrato nel calcolatore LCA del cemento. Il calcolatore dell'elettricità consente di prendere in considerazione l'effettivo mix di prodotti del fornitore di elettricità in base all'etichettatura del mix di elettricità utilizzato, come richiesto dalle specifiche della Bau EPD GmbH (MS-HB [5]).

Nel calcolatore dell'elettricità la composizione del mix elettrico viene modellata sulla base di dataset rappresentativi delle varie tecnologie di produzione impiegate (approccio a seconda della tecnologia). Siccome la maggior parte dell'elettricità è stata prodotta in Italia, nel calcolatore LCA dell'elettricità adattato sono stati inseriti come rappresentativi i dataset ecoinvent italiani relativi a ciascuna tecnologia. I dettagli sul calcolatore LCA dell'elettricità adattato sono consultabili nella relazione di progetto della presente EPD.

### 3.8 Periodo di osservazione

I dati specifici del fabbricante devono essere il più possibile aggiornati e devono riferirsi a un intero anno di produzione (anno di riferimento). Come indicato nella norma ÖNORM EN 15804:2022 [6] i dati specifici del fabbricante devono inquadrare un anno di riferimento entro gli ultimi 5 anni.

I dati utilizzati per la fabbricazione dei prodotti dichiarati corrispondono alla media annuale dell'anno di produzione 2022, ad eccezione dei due cementi CEM II/C, del CEM III/A e del CEM IV/A (P), la cui produzione è iniziata a partire dal 2023. Per i due cementi CEM II/C sono stati quindi utilizzati i dati di produzione dello stabilimento di San Vito per l'anno 2023, mentre per i prodotti utilizzati nello stabilimento di San Vito provenienti dallo stabilimento di Anhovo in Slovenia (EPD Alpacem Cement, d.d. – anno di riferimento 2022) e dallo stabilimento di Wietersdorf in Austria (EPD Alpacem Zement Austria GmbH – anno di riferimento 2023) ci si è rifatti ai risultati delle EPD relative ai prodotti ritirati.

### 3.9 Allocazione

Il calcolatore LCA per il cemento impiegato è stato programmato nel rispetto delle regole di allocazione dei co-prodotti. Gli approcci di allocazione utilizzati nel calcolatore LCA possono essere consultati nel corrispondente rapporto di progetto [7].

In base alla norma ÖNORM EN 15804:2022 [5] le scorie d'altoforno (loppa d'altoforno granulata), le ceneri volanti, il gesso FGD e i fumi di silice sono da considerarsi co-prodotti commerciabili della produzione di ferro grezzo, di energia elettrica da centrali a carbone e della produzione di silicio. I processi di produzione di questi co-prodotti non sono indipendenti dalla produzione del prodotto primario (acciaio, elettricità, silicio) e non possono, quindi, essere scissi da questo. Per questo motivo va impiegata una procedura di allocazione.

L'allocazione dei processi che si svolgono nell'altoforno, nelle centrali termoelettriche a carbone e negli stabilimenti di silicio deve tenere conto del fatto che questi sono finalizzati fondamentalmente alla produzione del prodotto primario (acciaio, elettricità, silicio) e non dei co-prodotti, come dimostrano anche i volumi di fatturato totalizzati. La differenza tra gli introiti generati dai prodotti primari e secondari è da definirsi grande (> 25%). Di conseguenza, ai sensi della norma ÖNORM EN 15804:2022 [5], per la valutazione dell'impatto ambientale è da applicarsi l'allocazione economica.

### 3.10 Comparabilità

In linea di massima, la comparabilità ovvero la valutabilità dei dati della EPD sono possibili soltanto nel caso in cui tutti i set di dati siano stati creati in base alla stessa versione della norma ÖNORM EN 15804:2022 [6], se si sia fatto riferimento alle stesse PCR specifiche di programma, ovvero alle stesse eventuali regole aggiuntive, e se si è impiegata la stessa banca dati di background. Inoltre, si dovranno tenere in debita considerazione il contesto della struttura edilizia ovvero le specifiche caratteristiche prestazionali del prodotto.

## 4 LCA: scenari e altre informazioni tecniche

### 4.1 A1-A3 Fase del prodotto

Secondo la norma ÖNORM EN 15804, per i moduli A1-A3 non sono richieste informazioni sullo scenario tecnico. Il bilanciamento di questi moduli è responsabilità del fabbricante e non può essere modificato dall'utente dell'LCA.

La raccolta dei dati per la fase di produzione è stata effettuata in conformità alla norma ISO 14044, sezione 4.3.2. In linea con la definizione dell'obiettivo, nell'analisi dell'inventario del ciclo di vita sono stati identificati e quantificati tutti i flussi di input e output rilevanti che si verificano in relazione al prodotto in esame.

Come prima cosa, si procede alla modellazione del mix di elettricità utilizzato negli impianti tramite il calcolatore LCA dell'elettricità adattato (vedi 3.7). Per la modellazione e la valutazione dei cementi nell'impianto di Cadola sono state analizzate con il calcolatore LCA prima la produzione di clinker nell'impianto di Anhovo e poi la sola produzione di cemento (senza produzione di clinker) nell'impianto di Cadola. Per i prodotti provenienti dallo stabilimento di Anhovo in Slovenia (Alpacem Cement, d.d.) e dallo stabilimento di Wietersdorf in Austria (Alpacem Zement Austria GmbH) impiegati nello stabilimento di San Vito si fa riferimento ai risultati delle EPD relative ai prodotti ritirati ovvero (se applicabile) viene calcolata la sola produzione del cemento (miscelazione) nello stabilimento di San Vito utilizzando il calcolatore LCA. Per i prodotti fabbricati in entrambi gli stabilimenti (Cadola e San Vito), i risultati sono ponderati in base ai volumi di produzione dell'anno di riferimento 2022.

Gli inventari del ciclo di vita ovvero i flussi di input e output cui fa riferimento il calcolatore LCA si basano sulle raccolte di dati del Prof. Gerd Mauschitz dell'Istituto di Ingegneria di processo, ingegneria ambientale e bioscienze tecniche del Politecnico di Vienna, che compila statistiche annuali sulla produzione, sui combustibili, sull'energia, sulle materie prime e sulle emissioni per l'Associazione dell'Industria del Cemento Austriaca (VÖZ) partendo dai dati forniti continuamente dai membri della VÖZ [22]. Gli scenari e gli approcci LCA utilizzati nel calcolatore LCA della ditta floGeco GmbH (versione verificata del calcolatore: 230626\_floGeco-EPD-Rechner\_v01) possono essere consultati nella relazione di progetto associata [7].

### 4.2 A4-A5 Fase di costruzione

Moduli non dichiarati.

### 4.3 B1-B7 Fase di utilizzo

Moduli non dichiarati.

### 4.4 C1-C4 Fine vita

Moduli non dichiarati.

### 4.5 D Potenziale di riutilizzo, recupero e riciclaggio

Modulo non dichiarato.

## 5 LCA: risultati

I parametri e i risultati dell'analisi del ciclo di vita calcolabili con il calcolatore LCA (versione verificata del calcolatore: 230626\_floGeco-EPD-Rechner\_v01) rispondono al bilanciamento secondo la norma ÖNORM EN 15804:2022 [6]. Per la valutazione dell'impatto vengono pertanto utilizzati i fattori di caratterizzazione (Joint Research Center, EF 3.0) elencati nella norma ÖNORM EN 15804:2022 [6].

Va sottolineato che i risultati delle stime d'impatto sono solo affermazioni relative che non hanno valore dichiarativo in merito agli "endpoint" delle categorie d'impatto, al superamento di valori soglia, a margini di sicurezza o rischi.

In conformità al principio "chi inquina paga", secondo la norma ÖNORM EN 15804:2022 [6] ovvero del CEN/TR 16970, le emissioni derivanti dall'incenerimento dei rifiuti vanno attribuite al sistema di prodotti che ha causato i rifiuti. Per motivi di trasparenza, oltre al valore netto (senza le emissioni di CO<sub>2</sub> derivanti dall'incenerimento dei rifiuti) del potenziale di riscaldamento globale (GWP totale), il calcolatore LCA mostra anche un valore lordo (comprese le emissioni derivanti dall'incenerimento dei rifiuti).

## 5.1 Risultati CEM I 42,5 R

Tabella 40: Risultati indicatori centrali di impatto ambientale per tonnellata di cemento CEM I 42,5 R

Indicatori centrali di impatto ambientale		
Parametro	Unità	A1-A3
GWP totale	kg CO <sub>2</sub> eq	695,221
GWP fossile	kg CO <sub>2</sub> eq	681,141
GWP biogenico	kg CO <sub>2</sub> eq	13,693
GWP luluc	kg CO <sub>2</sub> eq	0,060
ODP	kg CFC-11 eq	3,70E-05
AP	mol H <sup>+</sup> eq	2,335
EP acqua dolce	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> eq	0,069
EP acqua salata	kg N eq	0,637
EP paese	mol N eq	7,674
POCP	kg NMVOC eq	1,778
ADP minerali e metalli	kg Sb eq	2,29E-04
ADP fonti di energia fossili	MJ H <sub>u</sub>	2908,193
WDP	m <sup>3</sup> eq. mondiale deprivato	19,087
Legenda	GWP = Potenziale di riscaldamento globale; luluc = Uso del suolo e cambiamento dell'uso del suolo; ODP = Potenziale di riduzione dell'ozono stratosferico; AP = Potenziale di acidificazione; EP = Potenziale di eutrofizzazione; POCP = Potenziale di formazione di ozono troposferico; ADP = Potenziale di esaurimento delle risorse abiotiche; WDP = Potenziale di privazione dell'acqua (utente)	
Tutti gli indicatori GWP in A1 – A3 presentano i valori netti. Lo stato di rifiuto dei combustibili (prodotti come rifiuti) è stato verificato. Le emissioni lorde (compresa la CO <sub>2</sub> derivante dall'incenerimento dei rifiuti) ammontano a 870,194 kg CO <sub>2</sub> eq / t (GWP totale), 802,869 kg CO <sub>2</sub> eq / t (GWP fossile), 66,939 kg CO <sub>2</sub> eq / t (GWP biogenico).		

Tabella 41: Risultati indicatori di impatto ambientale aggiuntivi per tonnellata di cemento CEM I 42,5 R

Indicatori di impatto ambientale aggiuntivi		
Parametro	Unità	A1-A3
PM	Insorgenza di malattie	9,72E-06
IRP	kBq U235 eq	12,447
ETP-fw	CTUe	4729,680
HTP-c	CTUh	6,75E-08
HTP-nc	CTUh	4,89E-06
SQP	Punti	785,249
Legenda	PM = Potenziale incidenza di malattie dovute alle emissioni di polveri sottili; IRP = Potenziale effetto di un'esposizione umana a U235; ETP-fw = Potenziale unità comparativa di tossicità per gli ecosistemi – acqua dolce; HTP-c = Potenziale unità comparativa di tossicità per l'uomo - effetti cancerogeni; HTP-nc = Potenziale unità comparativa di tossicità per l'uomo - effetti non cancerogeni; SQP = Indice potenziale di qualità del suolo	

Tabella 42: Risultati parametri per la descrizione dell'utilizzo delle risorse per tonnellata di cemento CEM I 42,5 R

Parametri per la descrizione dell'utilizzo delle risorse		
Parametro	Unità	A1-A3
PERE	MJ H <sub>u</sub>	97,164
PERM	MJ H <sub>u</sub>	0,000
PERT	MJ H <sub>u</sub>	97,164
PENRE	MJ H <sub>u</sub>	2908,252
PENRM	MJ H <sub>u</sub>	0,000
PENRT	MJ H <sub>u</sub>	2908,252
SM	kg	55,526
RSF	MJ H <sub>u</sub>	764,000
NRSF	MJ H <sub>u</sub>	1728,361
FW	m <sup>3</sup>	*ND
Legenda	PERE = Consumo di risorse energetiche primarie rinnovabili escluse le risorse energetiche primarie rinnovabili impiegate come materie prime; PERM = Consumo di risorse energetiche primarie rinnovabili impiegate come materie prime; PERT = Consumo totale di risorse energetiche primarie rinnovabili; PENRE = Consumo di risorse energetiche primarie non rinnovabili escluse le risorse energetiche primarie non rinnovabili impiegate come materie prime; PENRM = Consumo di risorse energetiche primarie non rinnovabili impiegate come materie prime; PENRT = Consumo totale di risorse energetiche primarie non rinnovabili; SM = Consumo di materie seconde; RSF = Consumo di combustibili secondari rinnovabili; NRSF = Consumo di combustibili secondari non rinnovabili; FW = Consumo di acqua dolce	

\*ND: Indicatore non dichiarato: i set di dati ecoinvent non consentono di registrare in modo completo l'utilizzo delle risorse di acqua dolce

Tabella 43: Risultati categorie di rifiuti e flussi in uscita per tonnellata di cemento CEM I 42,5 R

Categorie di rifiuti e flussi in uscita		
Parametro	Unità	A1-A3
HWD	kg	3,662E-03
NHWD	kg	25,449
RWD	kg	3,221E-02
CRU	kg	0,000
MFR	kg	0,000
MER	kg	0,000
EEE	MJ	0,000
EET	MJ	0,000
Legenda	HWD = Rifiuti pericolosi a discarica; NHWD = Rifiuti non pericolosi a discarica; RWD = Rifiuti radioattivi smaltiti; CRU = Materiali per il riutilizzo; MFR = Materiali per il riciclo; MER = Materiali per il recupero energetico; EEE = Energia elettrica esportata; EET = Energia termica esportata	

Tabella 44: Risultati contenuto di carbonio biogenico al cancello dello stabilimento per tonnellata di cemento CEM I 42,5 R

Informazioni per la descrizione del contenuto di carbonio biogenico al cancello dello stabilimento		
Parametro	Unità	A1-A3
Contenuto C del prodotto	kg C	0,000
Contenuto C dell'imballaggio	kg C	0,000

Legenda	Contenuto C del prodotto = Contenuto di carbonio biogenico nel prodotto; Contenuto C dell'imballaggio = Contenuto di carbonio biogenico nel relativo imballaggio
---------	--

## 5.2 Risultati CEM I 52,5 R

Tabella 45: Risultati indicatori centrali di impatto ambientale per tonnellata di cemento CEM I 52,5 R

Indicatori centrali di impatto ambientale		
Parametro	Unità	A1-A3
GWP totale	kg CO <sub>2</sub> eq	709,177
GWP fossile	kg CO <sub>2</sub> eq	684,531
GWP biogenico	kg CO <sub>2</sub> eq	24,004
GWP luluc	kg CO <sub>2</sub> eq	0,058
ODP	kg CFC-11 eq	3,44E-05
AP	mol H <sup>+</sup> eq	2,857
EP acqua dolce	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> eq	0,117
EP acqua salata	kg N eq	0,655
EP paese	mol N eq	7,809
POCP	kg NMVOC eq	1,803
ADP minerali e metalli	kg Sb eq	2,22E-04
ADP fonti di energia fossili	MJ H <sub>u</sub>	2748,232
WDP	m <sup>3</sup> eq. mondiale deprivato	14,489
Legenda	GWP = Potenziale di riscaldamento globale; luluc = Uso del suolo e cambiamento dell'uso del suolo; ODP = Potenziale di riduzione dell'ozono stratosferico; AP = Potenziale di acidificazione; EP = Potenziale di eutrofizzazione; POCP = Potenziale di formazione di ozono troposferico; ADP = Potenziale di esaurimento delle risorse abiotiche; WDP = Potenziale di privazione dell'acqua (utente)	

Tutti gli indicatori GWP in A1 – A3 presentano i valori netti. Lo stato di rifiuto dei combustibili (prodotti come rifiuti) è stato verificato. Le emissioni lorde (compresa la CO<sub>2</sub> derivante dall'incenerimento dei rifiuti) ammontano a 886,126 kg CO<sub>2</sub> eq / t (GWP totale), 807,633 kg CO<sub>2</sub> eq / t (GWP fossile), 77,851 kg CO<sub>2</sub> eq / t (GWP biogenico).

Tabella 46: Risultati indicatori di impatto ambientale aggiuntivi per tonnellata di cemento CEM I 52,5 R

Indicatori di impatto ambientale aggiuntivi		
Parametro	Unità	A1-A3
PM	Insorgenza di malattie	9,40E-06
IRP	kBq U235 eq	11,706
ETP-fw	CTUe	4565,362
HTP-c	CTUh	6,51E-08
HTP-nc	CTUh	4,90E-06
SQP	Punti	716,013
Legenda	PM = Potenziale incidenza di malattie dovute alle emissioni di polveri sottili; IRP = Potenziale effetto di un'esposizione umana a U235; ETP-fw = Potenziale unità comparativa di tossicità per gli ecosistemi – acqua dolce; HTP-c = Potenziale unità comparativa di tossicità per l'uomo - effetti cancerogeni; HTP-nc = Potenziale unità comparativa di tossicità per l'uomo - effetti non cancerogeni; SQP = Indice potenziale di qualità del suolo	

Tabella 47: Risultati parametri per la descrizione dell'utilizzo delle risorse per tonnellata di cemento CEM I 52,5 R

Parametri per la descrizione dell'utilizzo delle risorse		
Parametro	Unità	A1-A3
PERE	MJ H <sub>u</sub>	107,192
PERM	MJ H <sub>u</sub>	0,000
PERT	MJ H <sub>u</sub>	107,192
PENRE	MJ H <sub>u</sub>	2748,282
PENRM	MJ H <sub>u</sub>	0,000
PENRT	MJ H <sub>u</sub>	2748,282
SM	kg	89,933
RSF	MJ H <sub>u</sub>	772,625
NRSF	MJ H <sub>u</sub>	1747,872
FW	m <sup>3</sup>	*ND
Legenda	PERE = Consumo di risorse energetiche primarie rinnovabili escluse le risorse energetiche primarie rinnovabili impiegate come materie prime; PERM = Consumo di risorse energetiche primarie rinnovabili impiegate come materie prime; PERT = Consumo totale di risorse energetiche primarie rinnovabili; PENRE = Consumo di risorse energetiche primarie non rinnovabili escluse le risorse energetiche primarie non rinnovabili impiegate come materie prime; PENRM = Consumo di risorse energetiche primarie non rinnovabili impiegate come materie prime; PENRT = Consumo totale di risorse energetiche primarie non rinnovabili; SM = Consumo di materie seconde; RSF = Consumo di combustibili secondari rinnovabili; NRSF = Consumo di combustibili secondari non rinnovabili; FW = Consumo di acqua dolce	
*ND: Indicatore non dichiarato: i set di dati ecoinvent non consentono di registrare in modo completo l'utilizzo delle risorse di acqua dolce		

Tabella 48: Risultati categorie di rifiuti e flussi in uscita per tonnellata di cemento CEM I 52,5 R

Categorie di rifiuti e flussi in uscita		
Parametro	Unità	A1-A3
HWD	kg	2,498E-03
NHWD	kg	17,106
RWD	kg	3,022E-02
CRU	kg	0,000
MFR	kg	0,000
MER	kg	0,000
EEE	MJ	0,000
EET	MJ	0,000
Legenda	HWD = Rifiuti pericolosi a discarica; NHWD = Rifiuti non pericolosi a discarica; RWD = Rifiuti radioattivi smaltiti; CRU = Materiali per il riutilizzo; MFR = Materiali per il riciclo; MER = Materiali per il recupero energetico; EEE = Energia elettrica esportata; EET = Energia termica esportata	

Tabella 49: Risultati contenuto di carbonio biogenico al cancello dello stabilimento per tonnellata di cemento CEM I 52,5 R

Informazioni per la descrizione del contenuto di carbonio biogenico al cancello dello stabilimento		
Parametro	Unità	A1-A3
Contenuto C del prodotto	kg C	0,000
Contenuto C dell'imballaggio	kg C	0,000

Legenda	Contenuto C del prodotto = contenuto di carbonio biogenico nel prodotto; Contenuto C dell'imballaggio = contenuto di carbonio biogenico nel relativo imballaggio
---------	--

### 5.3 Risultati CEM II/A-LL 32,5 R

Tabella 50: Risultati indicatori centrali di impatto ambientale per tonnellata di cemento CEM II/A-LL 32,5 R

Indicatori centrali di impatto ambientale		
Parametro	Unità	A1-A3
GWP totale	kg CO <sub>2</sub> eq	586,669
GWP fossile	kg CO <sub>2</sub> eq	574,823
GWP biogenico	kg CO <sub>2</sub> eq	11,520
GWP luluc	kg CO <sub>2</sub> eq	0,051
ODP	kg CFC-11 eq	3,14E-05
AP	mol H <sup>+</sup> eq	1,975
EP acqua dolce	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> eq	0,058
EP acqua salata	kg N eq	0,540
EP paese	mol N eq	6,505
POCP	kg NMVOC eq	1,505
ADP minerali e metalli	kg Sb eq	2,00E-04
ADP fonti di energia fossili	MJ H <sub>u</sub>	2454,785
WDP	m <sup>3</sup> eq. mondiale deprivato	16,926
Legenda	GWP = Potenziale di riscaldamento globale; luluc = Uso del suolo e cambiamento dell'uso del suolo; ODP = Potenziale di riduzione dell'ozono stratosferico; AP = Potenziale di acidificazione; EP = Potenziale di eutrofizzazione; POCP = Potenziale di formazione di ozono troposferico; ADP = Potenziale di esaurimento delle risorse abiotiche; WDP = Potenziale di privazione dell'acqua (utente)	
Tutti gli indicatori GWP in A1 – A3 presentano i valori netti. Lo stato di rifiuto dei combustibili (prodotti come rifiuti) è stato verificato. Le emissioni lorde (compresa la CO <sub>2</sub> derivante dall'incenerimento dei rifiuti) ammontano a 734,380 kg CO <sub>2</sub> eq / t (GWP totale), 677,584 kg CO <sub>2</sub> eq / t (GWP fossile), 56,470 kg CO <sub>2</sub> eq / t (GWP biogenico).		

Tabella 51: Risultati indicatori di impatto ambientale aggiuntivi per tonnellata di cemento CEM II/A-LL 32,5 R

Indicatori di impatto ambientale aggiuntivi		
Parametro	Unità	A1-A3
PM	Insorgenza di malattie	8,29E-06
IRP	kBq U235 eq	10,550
ETP-fw	CTUe	4305,621
HTP-c	CTUh	5,75E-08
HTP-nc	CTUh	4,14E-06
SQP	Punti	671,932
Legenda	PM = Potenziale incidenza di malattie dovute alle emissioni di polveri sottili; IRP = Potenziale effetto di un'esposizione umana a U235; ETP-fw = Potenziale unità comparativa di tossicità per gli ecosistemi – acqua dolce; HTP-c = Potenziale unità comparativa di tossicità per l'uomo - effetti cancerogeni; HTP-nc = Potenziale unità comparativa di tossicità per l'uomo - effetti non cancerogeni; SQP = Indice potenziale di qualità del suolo	

Tabella 52: Risultati parametri per la descrizione dell'utilizzo delle risorse per tonnellata di cemento CEM II/A-LL 32,5 R

Parametri per la descrizione dell'utilizzo delle risorse		
Parametro	Unità	A1-A3
PERE	MJ H <sub>u</sub>	80,881
PERM	MJ H <sub>u</sub>	0,000
PERT	MJ H <sub>u</sub>	80,881
PENRE	MJ H <sub>u</sub>	2454,835
PENRM	MJ H <sub>u</sub>	0,000
PENRT	MJ H <sub>u</sub>	2454,835
SM	kg	66,761
RSF	MJ H <sub>u</sub>	644,961
NRSF	MJ H <sub>u</sub>	1459,065
FW	m <sup>3</sup>	*ND
Legenda	PERE = Consumo di risorse energetiche primarie rinnovabili escluse le risorse energetiche primarie rinnovabili impiegate come materie prime; PERM = Consumo di risorse energetiche primarie rinnovabili impiegate come materie prime; PERT = Consumo totale di risorse energetiche primarie rinnovabili; PENRE = Consumo di risorse energetiche primarie non rinnovabili escluse le risorse energetiche primarie non rinnovabili impiegate come materie prime; PENRM = Consumo di risorse energetiche primarie non rinnovabili impiegate come materie prime; PENRT = Consumo totale di risorse energetiche primarie non rinnovabili; SM = Consumo di materie seconde; RSF = Consumo di combustibili secondari rinnovabili; NRSF = Consumo di combustibili secondari non rinnovabili; FW = Consumo di acqua dolce	

\*ND: Indicatore non dichiarato: i set di dati ecoinvent non consentono di registrare in modo completo l'utilizzo delle risorse di acqua dolce

Tabella 53: Risultati categorie di rifiuti e flussi in uscita per tonnellata di cemento CEM II/A-LL 32,5 R

Categorie di rifiuti e flussi in uscita		
Parametro	Unità	A1-A3
HWD	kg	3,074E-03
NHWD	kg	22,043
RWD	kg	2,733E-02
CRU	kg	0,000
MFR	kg	0,000
MER	kg	0,000
EEE	MJ	0,000
EET	MJ	0,000
Legenda	HWD = Rifiuti pericolosi a discarica; NHWD = Rifiuti non pericolosi a discarica; RWD = Rifiuti radioattivi smaltiti; CRU = Materiali per il riutilizzo; MFR = Materiali per il riciclo; MER = Materiali per il recupero energetico; EEE = Energia elettrica esportata; EET = Energia termica esportata	

Tabella 54: Risultati contenuto di carbonio biogenico al cancello dello stabilimento per tonnellata di cemento CEM II/A-LL 32,5 R

Informazioni per la descrizione del contenuto di carbonio biogenico al cancello dello stabilimento		
Parametro	Unità	A1-A3
Contenuto C del prodotto	kg C	0,000
Contenuto C dell'imballaggio	kg C	0,000

Legenda	Contenuto C del prodotto = contenuto di carbonio biogenico nel prodotto; Contenuto C dell'imballaggio = contenuto di carbonio biogenico nel relativo imballaggio
---------	--

#### 5.4 Risultati CEM II/A-LL 42,5 R e CEM II/A-LL 42,5 R - ARS

Tabella 55: Risultati indicatori centrali di impatto ambientale per tonnellata di cemento CEM II/A-LL 42,5 R a CEM II/A-LL 42,5 R - ARS

Indicatori centrali di impatto ambientale		
Parametro	Unità	A1-A3
GWP totale	kg CO <sub>2</sub> eq	600,090
GWP fossile	kg CO <sub>2</sub> eq	586,071
GWP biogenico	kg CO <sub>2</sub> eq	13,640
GWP luluc	kg CO <sub>2</sub> eq	0,052
ODP	kg CFC-11 eq	3,15E-05
AP	mol H <sup>+</sup> eq	2,106
EP acqua dolce	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> eq	0,068
EP acqua salata	kg N eq	0,552
EP paese	mol N eq	6,635
POCP	kg NMVOC eq	1,538
ADP minerali e metalli	kg Sb eq	2,03E-04
ADP fonti di energia fossili	MJ H <sub>u</sub>	2499,829
WDP	m <sup>3</sup> eq. mondiale deprivato	16,656
Legenda	GWP = Potenziale di riscaldamento globale; luluc = Uso del suolo e cambiamento dell'uso del suolo; ODP = Potenziale di riduzione dell'ozono stratosferico; AP = Potenziale di acidificazione; EP = Potenziale di eutrofizzazione; POCP = Potenziale di formazione di ozono troposferico; ADP = Potenziale di esaurimento delle risorse abiotiche; WDP = Potenziale di privazione dell'acqua (utente)	
Tutti gli indicatori GWP in A1 – A3 presentano i valori netti. Lo stato di rifiuto dei combustibili (prodotti come rifiuti) è stato verificato. Le emissioni lorde (compresa la CO <sub>2</sub> derivante dall'incenerimento dei rifiuti) ammontano a 750,042 kg CO <sub>2</sub> eq / t (GWP totale), 690,392 kg CO <sub>2</sub> eq / t (GWP fossile), 59,271 kg CO <sub>2</sub> eq / t (GWP biogenico).		

Tabella 56: Risultati indicatori centrali di impatto ambientale per tonnellata di cemento CEM II/A-LL 42,5 R e CEM II/A-LL 42,5 R - ARS

Indicatori di impatto ambientale aggiuntivi		
Parametro	Unità	A1-A3
PM	Insorgenza di malattie	8,41E-06
IRP	kBq U235 eq	10,659
ETP-fw	CTUe	4318,035
HTP-c	CTUh	5,81E-08
HTP-nc	CTUh	4,20E-06
SQP	Punti	675,810
Legenda	PM = Potenziale incidenza di malattie dovute alle emissioni di polveri sottili; IRP = Potenziale effetto di un'esposizione umana a U235; ETP-fw = Potenziale unità comparativa di tossicità per gli ecosistemi – acqua dolce; HTP-c = Potenziale unità comparativa di tossicità per l'uomo - effetti cancerogeni; HTP-nc = Potenziale unità comparativa di tossicità per l'uomo - effetti non cancerogeni; SQP = Indice potenziale di qualità del suolo	

Tabella 57: Risultati indicatori centrali di impatto ambientale per tonnellata di cemento CEM II/A-LL 42,5 R e CEM II/A-LL 42,5 R - ARS

Parametri per la descrizione dell'utilizzo delle risorse		
Parametro	Unità	A1-A3
PERE	MJ H <sub>u</sub>	86,861
PERM	MJ H <sub>u</sub>	0,000
PERT	MJ H <sub>u</sub>	86,861
PENRE	MJ H <sub>u</sub>	2499,878
PENRM	MJ H <sub>u</sub>	0,000
PENRT	MJ H <sub>u</sub>	2499,878
SM	kg	68,087
RSF	MJ H <sub>u</sub>	654,746
NRSF	MJ H <sub>u</sub>	1481,201
FW	m <sup>3</sup>	*ND
Legenda	PERE = Consumo di risorse energetiche primarie rinnovabili escluse le risorse energetiche primarie rinnovabili impiegate come materie prime; PERM = Consumo di risorse energetiche primarie rinnovabili impiegate come materie prime; PERT = Consumo totale di risorse energetiche primarie rinnovabili; PENRE = Consumo di risorse energetiche primarie non rinnovabili escluse le risorse energetiche primarie non rinnovabili impiegate come materie prime; PENRM = Consumo di risorse energetiche primarie non rinnovabili impiegate come materie prime; PENRT = Consumo totale di risorse energetiche primarie non rinnovabili; SM = Consumo di materie seconde; RSF = Consumo di combustibili secondari rinnovabili; NRSF = Consumo di combustibili secondari non rinnovabili; FW = Consumo di acqua dolce	

\*ND: Indicatore non dichiarato: i set di dati ecoinvent non consentono di registrare in modo completo l'utilizzo delle risorse di acqua dolce

Tabella 58: Risultati indicatori centrali di impatto ambientale per tonnellata di cemento CEM II/A-LL 42,5 R e CEM II/A-LL 42,5 R - ARS

Categorie di rifiuti e flussi in uscita		
Parametro	Unità	A1-A3
HWD	kg	3,020E-03
NHWD	kg	21,275
RWD	kg	2,746E-02
CRU	kg	0,000
MFR	kg	0,000
MER	kg	0,000
EEE	MJ	0,000
EET	MJ	0,000
Legenda	HWD = Rifiuti pericolosi a discarica; NHWD = Rifiuti non pericolosi a discarica; RWD = Rifiuti radioattivi smaltiti; CRU = Materiali per il riutilizzo; MFR = Materiali per il riciclo; MER = Materiali per il recupero energetico; EEE = Energia elettrica esportata; EET = Energia termica esportata	

Tabella 59: Risultati indicatori centrali di impatto ambientale per tonnellata di cemento CEM II/A-LL 42,5 R e CEM II/A-LL 42,5 R - ARS

Informazioni per la descrizione del contenuto di carbonio biogenico al cancello dello stabilimento		
Parametro	Unità	A1-A3
Contenuto C del prodotto	kg C	0,000
Contenuto C dell'imballaggio	kg C	0,000

Legenda	Contenuto C del prodotto = contenuto di carbonio biogenico nel prodotto; Contenuto C dell'imballaggio = contenuto di carbonio biogenico nel relativo imballaggio
---------	--

## 5.5 Risultati CEM II/A-M (LL-S) 42,5 R - MRS

Tabella 60: Risultati indicatori centrali di impatto ambientale per tonnellata di cemento CEM II/A-M (LL-S) 42,5 R - MRS

Indicatori centrali di impatto ambientale		
Parametro	Unità	A1-A3
GWP totale	kg CO <sub>2</sub> eq	603,053
GWP fossile	kg CO <sub>2</sub> eq	582,179
GWP biogenico	kg CO <sub>2</sub> eq	20,325
GWP luluc	kg CO <sub>2</sub> eq	0,054
ODP	kg CFC-11 eq	2,94E-05
AP	mol H <sup>+</sup> eq	2,447
EP acqua dolce	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> eq	0,100
EP acqua salata	kg N eq	0,565
EP paese	mol N eq	6,712
POCP	kg NMVOC eq	1,556
ADP minerali e metalli	kg Sb eq	2,06E-04
ADP fonti di energia fossili	MJ H <sub>u</sub>	2398,040
WDP	m <sup>3</sup> eq. mondiale deprivato	13,967
Legenda	GWP = Potenziale di riscaldamento globale; luluc = Uso del suolo e cambiamento dell'uso del suolo; ODP = Potenziale di riduzione dell'ozono stratosferico; AP = Potenziale di acidificazione; EP = Potenziale di eutrofizzazione; POCP = Potenziale di formazione di ozono troposferico; ADP = Potenziale di esaurimento delle risorse abiotiche; WDP = Potenziale di privazione dell'acqua (utente)	

Tutti gli indicatori GWP in A1 – A3 presentano i valori netti. Lo stato di rifiuto dei combustibili (prodotti come rifiuti) è stato verificato. Le emissioni lorde (compresa la CO<sub>2</sub> derivante dall'incenerimento dei rifiuti) ammontano a 750,401 kg CO<sub>2</sub> eq / t (GWP totale), 684,688 kg CO<sub>2</sub> eq / t (GWP fossile), 65,164 kg CO<sub>2</sub> eq / t (GWP biogenico).

Tabella 61: Risultati indicatori di impatto ambientale aggiuntivi per tonnellata di cemento CEM II/A-M (LL-S) 42,5 R - MRS

Indicatori di impatto ambientale aggiuntivi		
Parametro	Unità	A1-A3
PM	Insorgenza di malattie	8,40E-06
IRP	kBq U235 eq	10,521
ETP-fw	CTUe	4032,662
HTP-c	CTUh	5,76E-08
HTP-nc	CTUh	4,23E-06
SQP	Punti	654,751
Legenda	PM = Potenziale incidenza di malattie dovute alle emissioni di polveri sottili; IRP = Potenziale effetto di un'esposizione umana a U235; ETP-fw = Potenziale unità comparativa di tossicità per gli ecosistemi – acqua dolce; HTP-c = Potenziale unità comparativa di tossicità per l'uomo - effetti cancerogeni; HTP-nc = Potenziale unità comparativa di tossicità per l'uomo - effetti non cancerogeni; SQP = Indice potenziale di qualità del suolo	

Tabella 62: Risultati parametri per la descrizione dell'utilizzo delle risorse per tonnellata di cemento CEM II/A-M (LL-S) 42,5 R - MRS

Parametri per la descrizione dell'utilizzo delle risorse		
Parametro	Unità	A1-A3
PERE	MJ H <sub>u</sub>	96,043
PERM	MJ H <sub>u</sub>	0,000
PERT	MJ H <sub>u</sub>	96,043
PENRE	MJ H <sub>u</sub>	2398,078
PENRM	MJ H <sub>u</sub>	0,000
PENRT	MJ H <sub>u</sub>	2398,078
SM	kg	171,970
RSF	MJ H <sub>u</sub>	643,376
NRSF	MJ H <sub>u</sub>	1455,479
FW	m <sup>3</sup>	*ND
Legenda	PERE = Consumo di risorse energetiche primarie rinnovabili escluse le risorse energetiche primarie rinnovabili impiegate come materie prime; PERM = Consumo di risorse energetiche primarie rinnovabili impiegate come materie prime; PERT = Consumo totale di risorse energetiche primarie rinnovabili; PENRE = Consumo di risorse energetiche primarie non rinnovabili escluse le risorse energetiche primarie non rinnovabili impiegate come materie prime; PENRM = Consumo di risorse energetiche primarie non rinnovabili impiegate come materie prime; PENRT = Consumo totale di risorse energetiche primarie non rinnovabili; SM = Consumo di materie seconde; RSF = Consumo di combustibili secondari rinnovabili; NRSF = Consumo di combustibili secondari non rinnovabili; FW = Consumo di acqua dolce	

\*ND: Indicatore non dichiarato: i set di dati ecoinvent non consentono di registrare in modo completo l'utilizzo delle risorse di acqua dolce

Tabella 63: Risultati categorie di rifiuti e flussi in uscita per tonnellata di cemento CEM II/A-M (LL-S) 42,5 R - MRS

Categorie di rifiuti e flussi in uscita		
Parametro	Unità	A1-A3
HWD	kg	2,384E-03
NHWD	kg	17,005
RWD	kg	2,598E-02
CRU	kg	0,000
MFR	kg	0,000
MER	kg	0,000
EEE	MJ	0,000
EET	MJ	0,000
Legenda	HWD = Rifiuti pericolosi a discarica; NHWD = Rifiuti non pericolosi a discarica; RWD = Rifiuti radioattivi smaltiti; CRU = Materiali per il riutilizzo; MFR = Materiali per il riciclo; MER = Materiali per il recupero energetico; EEE = Energia elettrica esportata; EET = Energia termica esportata	

Tabella 64: Risultati contenuto di carbonio biogenico al cancello dello stabilimento per tonnellata di cemento CEM II/A-M (LL-S) 42,5 R - MRS

Informazioni per la descrizione del contenuto di carbonio biogenico al cancello dello stabilimento		
Parametro	Unità	A1-A3
Contenuto C del prodotto	kg C	0,000
Contenuto C dell'imballaggio	kg C	0,000

Legenda	Contenuto C del prodotto = contenuto di carbonio biogenico nel prodotto; Contenuto C dell'imballaggio = contenuto di carbonio biogenico nel relativo imballaggio
---------	--

## 5.6 Risultati CEM II/B-LL 32,5 R

Tabella 65: Risultati indicatori centrali di impatto ambientale per tonnellata di cemento CEM II/B-LL 32,5 R

Indicatori centrali di impatto ambientale		
Parametro	Unità	A1-A3
GWP totale	kg CO <sub>2</sub> eq	497,140
GWP fossile	kg CO <sub>2</sub> eq	483,244
GWP biogenico	kg CO <sub>2</sub> eq	13,526
GWP luluc	kg CO <sub>2</sub> eq	0,043
ODP	kg CFC-11 eq	2,56E-05
AP	mol H <sup>+</sup> eq	1,861
EP acqua dolce	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> eq	0,067
EP acqua salata	kg N eq	0,462
EP paese	mol N eq	5,539
POCP	kg NMVOC eq	1,281
ADP minerali e metalli	kg Sb eq	1,73E-04
ADP fonti di energia fossili	MJ H <sub>u</sub>	2027,866
WDP	m <sup>3</sup> eq. mondiale deprivato	23,799
Legenda	GWP = Potenziale di riscaldamento globale; luluc = Uso del suolo e cambiamento dell'uso del suolo; ODP = Potenziale di riduzione dell'ozono stratosferico; AP = Potenziale di acidificazione; EP = Potenziale di eutrofizzazione; POCP = Potenziale di formazione di ozono troposferico; ADP = Potenziale di esaurimento delle risorse abiotiche; WDP = Potenziale di privazione dell'acqua (utente)	
Tutti gli indicatori GWP in A1 – A3 presentano i valori netti. Lo stato di rifiuto dei combustibili (prodotti come rifiuti) è stato verificato. Le emissioni lorde (compresa la CO <sub>2</sub> derivante dall'incenerimento dei rifiuti) ammontano a 620,974 kg CO <sub>2</sub> eq / t (GWP totale), 569,395 kg CO <sub>2</sub> eq / t (GWP fossile), 51,210 kg CO <sub>2</sub> eq / t (GWP biogenico).		

Tabella 66: Risultati indicatori di impatto ambientale aggiuntivi per tonnellata di cemento CEM II/B-LL 32,5 R

Indicatori di impatto ambientale aggiuntivi		
Parametro	Unità	A1-A3
PM	Insorgenza di malattie	7,04E-06
IRP	kBq U235 eq	8,715
ETP-fw	CTUe	3934,673
HTP-c	CTUh	4,78E-08
HTP-nc	CTUh	3,48E-06
SQP	Punti	554,336
Legenda	PM = Potenziale incidenza di malattie dovute alle emissioni di polveri sottili; IRP = Potenziale effetto di un'esposizione umana a U235; ETP-fw = Potenziale unità comparativa di tossicità per gli ecosistemi – acqua dolce; HTP-c = Potenziale unità comparativa di tossicità per l'uomo - effetti cancerogeni; HTP-nc = Potenziale unità comparativa di tossicità per l'uomo - effetti non cancerogeni; SQP = Indice potenziale di qualità del suolo	

Tabella 67: Risultati parametri per la descrizione dell'utilizzo delle risorse per tonnellata di cemento CEM II/B-LL 32,5 R

Parametri per la descrizione dell'utilizzo delle risorse		
Parametro	Unità	A1-A3
PERE	MJ H <sub>u</sub>	73,223
PERM	MJ H <sub>u</sub>	0,000
PERT	MJ H <sub>u</sub>	73,223
PENRE	MJ H <sub>u</sub>	2027,904
PENRM	MJ H <sub>u</sub>	0,000
PENRT	MJ H <sub>u</sub>	2027,904
SM	kg	60,862
RSF	MJ H <sub>u</sub>	540,708
NRSF	MJ H <sub>u</sub>	1223,219
FW	m <sup>3</sup>	*ND
Legenda	PERE = Consumo di risorse energetiche primarie rinnovabili escluse le risorse energetiche primarie rinnovabili impiegate come materie prime; PERM = Consumo di risorse energetiche primarie rinnovabili impiegate come materie prime; PERT = Consumo totale di risorse energetiche primarie rinnovabili; PENRE = Consumo di risorse energetiche primarie non rinnovabili escluse le risorse energetiche primarie non rinnovabili impiegate come materie prime; PENRM = Consumo di risorse energetiche primarie non rinnovabili impiegate come materie prime; PENRT = Consumo totale di risorse energetiche primarie non rinnovabili; SM = Consumo di materie seconde; RSF = Consumo di combustibili secondari rinnovabili; NRSF = Consumo di combustibili secondari non rinnovabili; FW = Consumo di acqua dolce	

\*ND: Indicatore non dichiarato: i set di dati ecoinvent non consentono di registrare in modo completo l'utilizzo delle risorse di acqua dolce

Tabella 68: Risultati categorie di rifiuti e flussi in uscita per tonnellata di cemento CEM II/B-LL 32,5 R

Categorie di rifiuti e flussi in uscita		
Parametro	Unità	A1-A3
HWD	kg	2,244E-03
NHWD	kg	16,560
RWD	kg	2,242E-02
CRU	kg	0,000
MFR	kg	0,000
MER	kg	0,000
EEE	MJ	0,000
EET	MJ	0,000
Legenda	HWD = Rifiuti pericolosi a discarica; NHWD = Rifiuti non pericolosi a discarica; RWD = Rifiuti radioattivi smaltiti; CRU = Materiali per il riutilizzo; MFR = Materiali per il riciclo; MER = Materiali per il recupero energetico; EEE = Energia elettrica esportata; EET = Energia termica esportata	

Tabella 69: Risultati contenuto di carbonio biogenico al cancello dello stabilimento per tonnellata di cemento CEM II/B-LL 32,5 R

Informazioni per la descrizione del contenuto di carbonio biogenico al cancello dello stabilimento		
Parametro	Unità	A1-A3
Contenuto C del prodotto	kg C	0,000
Contenuto C dell'imballaggio	kg C	0,000

Legenda	Contenuto C del prodotto = contenuto di carbonio biogenico nel prodotto; Contenuto C dell'imballaggio = contenuto di carbonio biogenico nel relativo imballaggio
---------	--

## 5.7 Risultati CEM II/C-M (S-LL) 32,5 R

Tabella 70: Risultati indicatori centrali di impatto ambientale per tonnellata di cemento CEM II/C-M (S-LL) 32,5 R

Indicatori centrali di impatto ambientale		
Parametro	Unità	A1-A3
GWP totale	kg CO <sub>2</sub> eq	435,444
GWP fossile	kg CO <sub>2</sub> eq	421,151
GWP biogenico	kg CO <sub>2</sub> eq	13,916
GWP luluc	kg CO <sub>2</sub> eq	0,042
ODP	kg CFC-11 eq	2,07E-05
AP	mol H <sup>+</sup> eq	1,728
EP acqua dolce	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> eq	0,070
EP acqua salata	kg N eq	0,405
EP paese	mol N eq	4,805
POCP	kg NMVOC eq	1,112
ADP minerali e metalli	kg Sb eq	1,70E-04
ADP fonti di energia fossili	MJ H <sub>u</sub>	1810,071
WDP	m <sup>3</sup> eq. mondiale deprivato	31,735
Legenda	GWP = Potenziale di riscaldamento globale; luluc = Uso del suolo e cambiamento dell'uso del suolo; ODP = Potenziale di riduzione dell'ozono stratosferico; AP = Potenziale di acidificazione; EP = Potenziale di eutrofizzazione; POCP = Potenziale di formazione di ozono troposferico; ADP = Potenziale di esaurimento delle risorse abiotiche; WDP = Potenziale di privazione dell'acqua (utente)	
Tutti gli indicatori GWP in A1 – A3 presentano i valori netti. Lo stato di rifiuto dei combustibili (prodotti come rifiuti) è stato verificato. Le emissioni lorde (compresa la CO <sub>2</sub> derivante dall'incenerimento dei rifiuti) ammontano a 536,174 kg CO <sub>2</sub> eq / t (GWP totale), 491,234 kg CO <sub>2</sub> eq / t (GWP fossile), 44,563 kg CO <sub>2</sub> eq / t (GWP biogenico).		

Tabella 71: Risultati indicatori di impatto ambientale aggiuntivi per tonnellata di cemento CEM II/C-M (S-LL) 32,5 R

Indicatori di impatto ambientale aggiuntivi		
Parametro	Unità	A1-A3
PM	Insorgenza di malattie	6,28E-06
IRP	kBq U235 eq	7,652
ETP-fw	CTUe	3101,728
HTP-c	CTUh	4,40E-08
HTP-nc	CTUh	3,15E-06
SQP	Punti	482,236
Legenda	PM = Potenziale incidenza di malattie dovute alle emissioni di polveri sottili; IRP = Potenziale effetto di un'esposizione umana a U235; ETP-fw = Potenziale unità comparativa di tossicità per gli ecosistemi – acqua dolce; HTP-c = Potenziale unità comparativa di tossicità per l'uomo - effetti cancerogeni; HTP-nc = Potenziale unità comparativa di tossicità per l'uomo - effetti non cancerogeni; SQP = Indice potenziale di qualità del suolo	

Tabella 72: Risultati parametri per la descrizione dell'utilizzo delle risorse per tonnellata di cemento CEM II/C-M (S-LL) 32,5 R

Parametri per la descrizione dell'utilizzo delle risorse		
Parametro	Unità	A1-A3
PERE	MJ H <sub>u</sub>	149,591
PERM	MJ H <sub>u</sub>	0,000
PERT	MJ H <sub>u</sub>	149,591
PENRE	MJ H <sub>u</sub>	1810,098
PENRM	MJ H <sub>u</sub>	0,000
PENRT	MJ H <sub>u</sub>	1810,098
SM	kg	309,327
RSF	MJ H <sub>u</sub>	439,311
NRSF	MJ H <sub>u</sub>	994,409
FW	m <sup>3</sup>	*ND
Legenda	PERE = Consumo di risorse energetiche primarie rinnovabili escluse le risorse energetiche primarie rinnovabili impiegate come materie prime; PERM = Consumo di risorse energetiche primarie rinnovabili impiegate come materie prime; PERT = Consumo totale di risorse energetiche primarie rinnovabili; PENRE = Consumo di risorse energetiche primarie non rinnovabili escluse le risorse energetiche primarie non rinnovabili impiegate come materie prime; PENRM = Consumo di risorse energetiche primarie non rinnovabili impiegate come materie prime; PENRT = Consumo totale di risorse energetiche primarie non rinnovabili; SM = Consumo di materie seconde; RSF = Consumo di combustibili secondari rinnovabili; NRSF = Consumo di combustibili secondari non rinnovabili; FW = Consumo di acqua dolce	
*ND: Indicatore non dichiarato: i set di dati ecoinvent non consentono di registrare in modo completo l'utilizzo delle risorse di acqua dolce		

Tabella 73: Risultati categorie di rifiuti e flussi in uscita per tonnellata di cemento CEM II/C-M (S-LL) 32,5 R

Categorie di rifiuti e flussi in uscita		
Parametro	Unità	A1-A3
HWD	kg	1,779E-03
NHWD	kg	13,841
RWD	kg	1,846E-02
CRU	kg	0,000
MFR	kg	0,000
MER	kg	0,000
EEE	MJ	0,000
EET	MJ	0,000
Legenda	HWD = Rifiuti pericolosi a discarica; NHWD = Rifiuti non pericolosi a discarica; RWD = Rifiuti radioattivi smaltiti; CRU = Materiali per il riutilizzo; MFR = Materiali per il riciclo; MER = Materiali per il recupero energetico; EEE = Energia elettrica esportata; EET = Energia termica esportata	

Tabella 74: Risultati contenuto di carbonio biogenico al cancello dello stabilimento per tonnellata di cemento CEM II/C-M (S-LL) 32,5 R

Informazioni per la descrizione del contenuto di carbonio biogenico al cancello dello stabilimento		
Parametro	Unità	A1-A3
Contenuto C del prodotto	kg C	0,000
Contenuto C dell'imballaggio	kg C	0,000

Legenda	Contenuto C del prodotto = contenuto di carbonio biogenico nel prodotto; Contenuto C dell'imballaggio = contenuto di carbonio biogenico nel relativo imballaggio
---------	--

## 5.8 Risultati CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N

Tabella 75: Risultati indicatori centrali di impatto ambientale per tonnellata di cemento CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N

### Indicatori centrali di impatto ambientale

Parametro	Unità	A1-A3
GWP totale	kg CO <sub>2</sub> eq	455,272
GWP fossile	kg CO <sub>2</sub> eq	440,552
GWP biogenico	kg CO <sub>2</sub> eq	14,328
GWP luluc	kg CO <sub>2</sub> eq	0,046
ODP	kg CFC-11 eq	2,34E-05
AP	mol H <sup>+</sup> eq	1,812
EP acqua dolce	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> eq	0,072
EP acqua salata	kg N eq	0,427
EP paese	mol N eq	5,053
POCP	kg NMVOC eq	1,179
ADP minerali e metalli	kg Sb eq	2,06E-04
ADP fonti di energia fossili	MJ H <sub>u</sub>	1991,329
WDP	m <sup>3</sup> eq. mondiale deprivato	32,318
Legenda	GWP = Potenziale di riscaldamento globale; luluc = Uso del suolo e cambiamento dell'uso del suolo; ODP = Potenziale di riduzione dell'ozono stratosferico; AP = Potenziale di acidificazione; EP = Potenziale di eutrofizzazione; POCP = Potenziale di formazione di ozono troposferico; ADP = Potenziale di esaurimento delle risorse abiotiche; WDP = Potenziale di privazione dell'acqua (utente)	

Tutti gli indicatori GWP in A1 – A3 presentano i valori netti. Lo stato di rifiuto dei combustibili (prodotti come rifiuti) è stato verificato. Le emissioni lorde (compresa la CO<sub>2</sub> derivante dall'incenerimento dei rifiuti) ammontano a 558,921 kg CO<sub>2</sub> eq / t (GWP totale), 512,666 kg CO<sub>2</sub> eq / t (GWP fossile), 45,863 kg CO<sub>2</sub> eq / t (GWP biogenico).

Tabella 76: Risultati indicatori di impatto ambientale aggiuntivi per tonnellata di cemento CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N

### Indicatori di impatto ambientale aggiuntivi

Parametro	Unità	A1-A3
PM	Insorgenza di malattie	7,25E-06
IRP	kBq U235 eq	8,583
ETP-fw	CTUe	3282,039
HTP-c	CTUh	4,85E-08
HTP-nc	CTUh	3,33E-06
SQP	Punti	593,334
Legenda	PM = Potenziale incidenza di malattie dovute alle emissioni di polveri sottili; IRP = Potenziale effetto di un'esposizione umana a U235; ETP-fw = Potenziale unità comparativa di tossicità per gli ecosistemi – acqua dolce; HTP-c = Potenziale unità comparativa di tossicità per l'uomo - effetti cancerogeni; HTP-nc = Potenziale unità comparativa di tossicità per l'uomo - effetti non cancerogeni; SQP = Indice potenziale di qualità del suolo	

Tabella 77: Risultati parametri per la descrizione dell'utilizzo delle risorse per tonnellata di cemento CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N

Parametri per la descrizione dell'utilizzo delle risorse		
Parametro	Unità	A1-A3
PERE	MJ H <sub>u</sub>	146,691
PERM	MJ H <sub>u</sub>	0,000
PERT	MJ H <sub>u</sub>	146,691
PENRE	MJ H <sub>u</sub>	1991,361
PENRM	MJ H <sub>u</sub>	0,000
PENRT	MJ H <sub>u</sub>	1991,361
SM	kg	296,802
RSF	MJ H <sub>u</sub>	452,102
NRSF	MJ H <sub>u</sub>	1023,298
FW	m <sup>3</sup>	*ND
Legenda	PERE = Consumo di risorse energetiche primarie rinnovabili escluse le risorse energetiche primarie rinnovabili impiegate come materie prime; PERM = Consumo di risorse energetiche primarie rinnovabili impiegate come materie prime; PERT = Consumo totale di risorse energetiche primarie rinnovabili; PENRE = Consumo di risorse energetiche primarie non rinnovabili escluse le risorse energetiche primarie non rinnovabili impiegate come materie prime; PENRM = Consumo di risorse energetiche primarie non rinnovabili impiegate come materie prime; PENRT = Consumo totale di risorse energetiche primarie non rinnovabili; SM = Consumo di materie seconde; RSF = Consumo di combustibili secondari rinnovabili; NRSF = Consumo di combustibili secondari non rinnovabili; FW = Consumo di acqua dolce	

\*ND: Indicatore non dichiarato: i set di dati ecoinvent non consentono di registrare in modo completo l'utilizzo delle risorse di acqua dolce

Tabella 78: Risultati categorie di rifiuti e flussi in uscita per tonnellata di cemento CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N

Categorie di rifiuti e flussi in uscita		
Parametro	Unità	A1-A3
HWD	kg	2,201E-03
NHWD	kg	21,549
RWD	kg	2,090E-02
CRU	kg	0,000
MFR	kg	0,000
MER	kg	0,000
EEE	MJ	0,000
EET	MJ	0,000
Legenda	HWD = Rifiuti pericolosi a discarica; NHWD = Rifiuti non pericolosi a discarica; RWD = Rifiuti radioattivi smaltiti; CRU = Materiali per il riutilizzo; MFR = Materiali per il riciclo; MER = Materiali per il recupero energetico; EEE = Energia elettrica esportata; EET = Energia termica esportata	

Tabella 79: Risultati contenuto di carbonio biogenico al cancello dello stabilimento per tonnellata di cemento CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N

Informazioni per la descrizione del contenuto di carbonio biogenico al cancello dello stabilimento		
Parametro	Unità	A1-A3
Contenuto C del prodotto	kg C	0,000
Contenuto C dell'imballaggio	kg C	0,000

Legenda	Contenuto C del prodotto = contenuto di carbonio biogenico nel prodotto; Contenuto C dell'imballaggio = contenuto di carbonio biogenico nel relativo imballaggio
---------	--

## 5.9 Risultati CEM III/A 42,5 N - ARS

Tabella 80: Risultati indicatori centrali di impatto ambientale per tonnellata di cemento CEM III/A 42,5 N - ARS

Indicatori centrali di impatto ambientale		
Parametro	Unità	A1-A3
GWP totale	kg CO <sub>2</sub> eq	503,868
GWP fossile	kg CO <sub>2</sub> eq	480,372
GWP biogenico	kg CO <sub>2</sub> eq	22,882
GWP luluc	kg CO <sub>2</sub> eq	0,058
ODP	kg CFC-11 eq	2,30E-05
AP	mol H <sup>+</sup> eq	2,372
EP acqua dolce	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> eq	0,115
EP acqua salata	kg N eq	0,490
EP paese	mol N eq	5,701
POCP	kg NMVOC eq	1,364
ADP minerali e metalli	kg Sb eq	2,36E-04
ADP fonti di energia fossili	MJ H <sub>u</sub>	2273,680
WDP	m <sup>3</sup> eq. mondiale deprivato	37,936
Legenda	GWP = Potenziale di riscaldamento globale; luluc = Uso del suolo e cambiamento dell'uso del suolo; ODP = Potenziale di riduzione dell'ozono stratosferico; AP = Potenziale di acidificazione; EP = Potenziale di eutrofizzazione; POCP = Potenziale di formazione di ozono troposferico; ADP = Potenziale di esaurimento delle risorse abiotiche; WDP = Potenziale di privazione dell'acqua (utente)	
Tutti gli indicatori GWP in A1 – A3 presentano i valori netti. Lo stato di rifiuto dei combustibili (prodotti come rifiuti) è stato verificato. Le emissioni lorde (compresa la CO <sub>2</sub> derivante dall'incenerimento dei rifiuti) ammontano a 602,417 kg CO <sub>2</sub> eq / t (GWP totale), 555,146 kg CO <sub>2</sub> eq / t (GWP fossile), 46,657 kg CO <sub>2</sub> eq / t (GWP biogenico).		

Tabella 81: Risultati indicatori di impatto ambientale aggiuntivi per tonnellata di cemento CEM III/A 42,5 N - ARS

Indicatori di impatto ambientale aggiuntivi		
Parametro	Unità	A1-A3
PM	Insorgenza di malattie	8,17E-06
IRP	kBq U235 eq	10,519
ETP-fw	CTUe	3010,185
HTP-c	CTUh	5,33E-08
HTP-nc	CTUh	3,60E-06
SQP	Punti	661,720
Legenda	PM = Potenziale incidenza di malattie dovute alle emissioni di polveri sottili; IRP = Potenziale effetto di un'esposizione umana a U235; ETP-fw = Potenziale unità comparativa di tossicità per gli ecosistemi – acqua dolce; HTP-c = Potenziale unità comparativa di tossicità per l'uomo - effetti cancerogeni; HTP-nc = Potenziale unità comparativa di tossicità per l'uomo - effetti non cancerogeni; SQP = Indice potenziale di qualità del suolo	

Tabella 82: Risultati parametri per la descrizione dell'utilizzo delle risorse per tonnellata di cemento CEM III/A 42,5 N - ARS

Parametri per la descrizione dell'utilizzo delle risorse		
Parametro	Unità	A1-A3
PERE	MJ H <sub>u</sub>	119,687
PERM	MJ H <sub>u</sub>	0,000
PERT	MJ H <sub>u</sub>	119,687
PENRE	MJ H <sub>u</sub>	2273,692
PENRM	MJ H <sub>u</sub>	0,000
PENRT	MJ H <sub>u</sub>	2273,692
SM	kg	453,361
RSF	MJ H <sub>u</sub>	469,303
NRSF	MJ H <sub>u</sub>	1061,683
FW	m <sup>3</sup>	*ND
Legenda	PERE = Consumo di risorse energetiche primarie rinnovabili escluse le risorse energetiche primarie rinnovabili impiegate come materie prime; PERM = Consumo di risorse energetiche primarie rinnovabili impiegate come materie prime; PERT = Consumo totale di risorse energetiche primarie rinnovabili; PENRE = Consumo di risorse energetiche primarie non rinnovabili escluse le risorse energetiche primarie non rinnovabili impiegate come materie prime; PENRM = Consumo di risorse energetiche primarie non rinnovabili impiegate come materie prime; PENRT = Consumo totale di risorse energetiche primarie non rinnovabili; SM = Consumo di materie seconde; RSF = Consumo di combustibili secondari rinnovabili; NRSF = Consumo di combustibili secondari non rinnovabili; FW = Consumo di acqua dolce	

\*ND: Indicatore non dichiarato: i set di dati ecoinvent non consentono di registrare in modo completo l'utilizzo delle risorse di acqua dolce

Tabella 83: Risultati categorie di rifiuti e flussi in uscita per tonnellata di cemento CEM III/A 42,5 N - ARS

Categorie di rifiuti e flussi in uscita		
Parametro	Unità	A1-A3
HWD	kg	2,774E-03
NHWD	kg	18,574
RWD	kg	2,109E-02
CRU	kg	0,000
MFR	kg	0,000
MER	kg	0,000
EEE	MJ	0,000
EET	MJ	0,000
Legenda	HWD = Rifiuti pericolosi a discarica; NHWD = Rifiuti non pericolosi a discarica; RWD = Rifiuti radioattivi smaltiti; CRU = Materiali per il riutilizzo; MFR = Materiali per il riciclo; MER = Materiali per il recupero energetico; EEE = Energia elettrica esportata; EET = Energia termica esportata	

Tabella 84: Risultati contenuto di carbonio biogenico al cancello dello stabilimento per tonnellata di cemento CEM III/A 42,5 N-LL

Informazioni per la descrizione del contenuto di carbonio biogenico al cancello dello stabilimento		
Parametro	Unità	A1-A3
Contenuto C del prodotto	kg C	0,000
Contenuto C dell'imballaggio	kg C	0,000

Legenda	Contenuto C del prodotto = contenuto di carbonio biogenico nel prodotto; Contenuto C dell'imballaggio = contenuto di carbonio biogenico nel relativo imballaggio
---------	--

## 5.10 Risultati CEM IV/A (P) 42,5 R - ARS

Tabella 85: Risultati indicatori centrali di impatto ambientale per tonnellata di cemento CEM IV/A (P) 42,5 R - ARS

Indicatori centrali di impatto ambientale		
Parametro	Unità	A1-A3
GWP totale	kg CO <sub>2</sub> eq	571,652
GWP fossile	kg CO <sub>2</sub> eq	560,602
GWP biogenico	kg CO <sub>2</sub> eq	10,735
GWP luluc	kg CO <sub>2</sub> eq	0,058
ODP	kg CFC-11 eq	3,54E-05
AP	mol H <sup>+</sup> eq	1,948
EP acqua dolce	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> eq	0,056
EP acqua salata	kg N eq	0,535
EP paese	mol N eq	6,418
POCP	kg NMVOC eq	1,514
ADP minerali e metalli	kg Sb eq	2,81E-04
ADP fonti di energia fossili	MJ H <sub>u</sub>	2709,559
WDP	m <sup>3</sup> eq. mondiale deprivato	17,758
Legenda	GWP = Potenziale di riscaldamento globale; luluc = Uso del suolo e cambiamento dell'uso del suolo; ODP = Potenziale di riduzione dell'ozono stratosferico; AP = Potenziale di acidificazione; EP = Potenziale di eutrofizzazione; POCP = Potenziale di formazione di ozono troposferico; ADP = Potenziale di esaurimento delle risorse abiotiche; WDP = Potenziale di privazione dell'acqua (utente)	
Tutti gli indicatori GWP in A1 – A3 presentano i valori netti. Lo stato di rifiuto dei combustibili (prodotti come rifiuti) è stato verificato. Le emissioni lorde (compresa la CO <sub>2</sub> derivante dall'incenerimento dei rifiuti) ammontano a 708,167 kg CO <sub>2</sub> eq / t (GWP totale), 655,574 kg CO <sub>2</sub> eq / t (GWP fossile), 52,278 kg CO <sub>2</sub> eq / t (GWP biogenico).		

Tabella 86: Risultati indicatori di impatto ambientale aggiuntivi per tonnellata di cemento CEM IV/A (P) 42,5 R - ARS

Indicatori di impatto ambientale aggiuntivi		
Parametro	Unità	A1-A3
PM	Insorgenza di malattie	1,01E-05
IRP	kBq U235 eq	11,956
ETP-fw	CTUe	4600,158
HTP-c	CTUh	6,39E-08
HTP-nc	CTUh	4,17E-06
SQP	Punti	908,647
Legenda	PM = Potenziale incidenza di malattie dovute alle emissioni di polveri sottili; IRP = Potenziale effetto di un'esposizione umana a U235; ETP-fw = Potenziale unità comparativa di tossicità per gli ecosistemi – acqua dolce; HTP-c = Potenziale unità comparativa di tossicità per l'uomo - effetti cancerogeni; HTP-nc = Potenziale unità comparativa di tossicità per l'uomo - effetti non cancerogeni; SQP = Indice potenziale di qualità del suolo	

Tabella 87: Risultati parametri per la descrizione dell'utilizzo delle risorse per tonnellata di cemento CEM IV/A (P) 42,5 R - ARS

Parametri per la descrizione dell'utilizzo delle risorse		
Parametro	Unità	A1-A3
PERE	MJ H <sub>u</sub>	83,129
PERM	MJ H <sub>u</sub>	0,000
PERT	MJ H <sub>u</sub>	83,129
PENRE	MJ H <sub>u</sub>	2709,616
PENRM	MJ H <sub>u</sub>	0,000
PENRT	MJ H <sub>u</sub>	2709,616
SM	kg	23,242
RSF	MJ H <sub>u</sub>	596,075
NRSF	MJ H <sub>u</sub>	1348,473
FW	m <sup>3</sup>	*ND
Legenda	PERE = Consumo di risorse energetiche primarie rinnovabili escluse le risorse energetiche primarie rinnovabili impiegate come materie prime; PERM = Consumo di risorse energetiche primarie rinnovabili impiegate come materie prime; PERT = Consumo totale di risorse energetiche primarie rinnovabili; PENRE = Consumo di risorse energetiche primarie non rinnovabili escluse le risorse energetiche primarie non rinnovabili impiegate come materie prime; PENRM = Consumo di risorse energetiche primarie non rinnovabili impiegate come materie prime; PENRT = Consumo totale di risorse energetiche primarie non rinnovabili; SM = Consumo di materie seconde; RSF = Consumo di combustibili secondari rinnovabili; NRSF = Consumo di combustibili secondari non rinnovabili; FW = Consumo di acqua dolce	

\*ND: Indicatore non dichiarato: i set di dati ecoinvent non consentono di registrare in modo completo l'utilizzo delle risorse di acqua dolce

Tabella 88: Risultati categorie di rifiuti e flussi in uscita per tonnellata di cemento CEM IV/A (P) 42,5 R - ARS

Categorie di rifiuti e flussi in uscita		
Parametro	Unità	A1-A3
HWD	kg	4,010E-03
NHWD	kg	41,815
RWD	kg	3,090E-02
CRU	kg	0,000
MFR	kg	0,000
MER	kg	0,000
EEE	MJ	0,000
EET	MJ	0,000
Legenda	HWD = Rifiuti pericolosi a discarica; NHWD = Rifiuti non pericolosi a discarica; RWD = Rifiuti radioattivi smaltiti; CRU = Materiali per il riutilizzo; MFR = Materiali per il riciclo; MER = Materiali per il recupero energetico; EEE = Energia elettrica esportata; EET = Energia termica esportata	

Tabella 89: Risultati contenuto di carbonio biogenico al cancello dello stabilimento per tonnellata di cemento CEM IV/A (P) 42,5 R - ARS

Informazioni per la descrizione del contenuto di carbonio biogenico al cancello dello stabilimento		
Parametro	Unità	A1-A3
Contenuto C del prodotto	kg C	0,000
Contenuto C dell'imballaggio	kg C	0,000

Legenda	Contenuto C del prodotto = contenuto di carbonio biogenico nel prodotto; Contenuto C dell'imballaggio = contenuto di carbonio biogenico nel relativo imballaggio
---------	--

## 5.11 Risultati AKADUR I

Tabella 90: Risultati indicatori centrali di impatto ambientale per tonnellata di cemento AKADUR I

Indicatori centrali di impatto ambientale		
Parametro	Unità	A1-A3
GWP totale	kg CO <sub>2</sub> eq	269,517
GWP fossile	kg CO <sub>2</sub> eq	263,965
GWP biogenico	kg CO <sub>2</sub> eq	5,401
GWP luluc	kg CO <sub>2</sub> eq	0,025
ODP	kg CFC-11 eq	1,45E-05
AP	mol H <sup>+</sup> eq	0,929
EP acqua dolce	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> eq	0,027
EP acqua salata	kg N eq	0,252
EP paese	mol N eq	3,048
POCP	kg NMVOC eq	0,717
ADP minerali e metalli	kg Sb eq	1,27E-04
ADP fonti di energia fossili	MJ H <sub>u</sub>	1277,417
WDP	m <sup>3</sup> eq. mondiale deprivato	13,894
Legenda	GWP = Potenziale di riscaldamento globale; luluc = Uso del suolo e cambiamento dell'uso del suolo; ODP = Potenziale di riduzione dell'ozono stratosferico; AP = Potenziale di acidificazione; EP = Potenziale di eutrofizzazione; POCP = Potenziale di formazione di ozono troposferico; ADP = Potenziale di esaurimento delle risorse abiotiche; WDP = Potenziale di privazione dell'acqua (utente)	
Tutti gli indicatori GWP in A1 – A3 presentano i valori netti. Lo stato di rifiuto dei combustibili (prodotti come rifiuti) è stato verificato. Le emissioni lorde (compresa la CO <sub>2</sub> derivante dall'incenerimento dei rifiuti) ammontano a 333,731 kg CO <sub>2</sub> eq / t (GWP totale), 308,638 kg CO <sub>2</sub> eq / t (GWP fossile), 24,942 kg CO <sub>2</sub> eq / t (GWP biogenico).		

Tabella 91: Risultati indicatori di impatto ambientale aggiuntivi per tonnellata di cemento AKADUR I

Indicatori di impatto ambientale aggiuntivi		
Parametro	Unità	A1-A3
PM	Insorgenza di malattie	4,22E-06
IRP	kBq U235 eq	5,371
ETP-fw	CTUe	3239,479
HTP-c	CTUh	2,81E-08
HTP-nc	CTUh	1,87E-06
SQP	Punti	337,496
Legenda	PM = Potenziale incidenza di malattie dovute alle emissioni di polveri sottili; IRP = Potenziale effetto di un'esposizione umana a U235; ETP-fw = Potenziale unità comparativa di tossicità per gli ecosistemi – acqua dolce; HTP-c = Potenziale unità comparativa di tossicità per l'uomo - effetti cancerogeni; HTP-nc = Potenziale unità comparativa di tossicità per l'uomo - effetti non cancerogeni; SQP = Indice potenziale di qualità del suolo	

Tabella 92: Risultati parametri per la descrizione dell'utilizzo delle risorse per tonnellata di cemento AKADUR I

Parametri per la descrizione dell'utilizzo delle risorse		
Parametro	Unità	A1-A3
PERE	MJ H <sub>u</sub>	51,782
PERM	MJ H <sub>u</sub>	0,000
PERT	MJ H <sub>u</sub>	51,782
PENRE	MJ H <sub>u</sub>	1277,436
PENRM	MJ H <sub>u</sub>	0,000
PENRT	MJ H <sub>u</sub>	1277,436
SM	kg	10,933
RSF	MJ H <sub>u</sub>	280,381
NRSF	MJ H <sub>u</sub>	634,292
FW	m <sup>3</sup>	*ND
Legenda	PERE = Consumo di risorse energetiche primarie rinnovabili escluse le risorse energetiche primarie rinnovabili impiegate come materie prime; PERM = Consumo di risorse energetiche primarie rinnovabili impiegate come materie prime; PERT = Consumo totale di risorse energetiche primarie rinnovabili; PENRE = Consumo di risorse energetiche primarie non rinnovabili escluse le risorse energetiche primarie non rinnovabili impiegate come materie prime; PENRM = Consumo di risorse energetiche primarie non rinnovabili impiegate come materie prime; PENRT = Consumo totale di risorse energetiche primarie non rinnovabili; SM = Consumo di materie seconde; RSF = Consumo di combustibili secondari rinnovabili; NRSF = Consumo di combustibili secondari non rinnovabili; FW = Consumo di acqua dolce	

\*ND: Indicatore non dichiarato: i set di dati ecoinvent non consentono di registrare in modo completo l'utilizzo delle risorse di acqua dolce

Tabella 93: Risultati categorie di rifiuti e flussi in uscita per tonnellata di cemento AKADUR I

Categorie di rifiuti e flussi in uscita		
Parametro	Unità	A1-A3
HWD	kg	1,917E-03
NHWD	kg	11,841
RWD	kg	1,266E-02
CRU	kg	0,000
MFR	kg	0,000
MER	kg	0,000
EEE	MJ	0,000
EET	MJ	0,000
Legenda	HWD = Rifiuti pericolosi a discarica; NHWD = Rifiuti non pericolosi a discarica; RWD = Rifiuti radioattivi smaltiti; CRU = Materiali per il riutilizzo; MFR = Materiali per il riciclo; MER = Materiali per il recupero energetico; EEE = Energia elettrica esportata; EET = Energia termica esportata	

Tabella 94: Risultati contenuto di carbonio biogenico al cancello dello stabilimento per tonnellata di cemento AKADUR I

Informazioni per la descrizione del contenuto di carbonio biogenico al cancello dello stabilimento		
Parametro	Unità	A1-A3
Contenuto C del prodotto	kg C	0,000
Contenuto C dell'imballaggio	kg C	0,000

Legenda	Contenuto C del prodotto = contenuto di carbonio biogenico nel prodotto; Contenuto C dell'imballaggio = contenuto di carbonio biogenico nel relativo imballaggio
---------	--

## 5.12 Risultati GROUNDINDER

Tabella 95: Risultati indicatori centrali di impatto ambientale per tonnellata di cemento GROUNDINDER

Indicatori centrali di impatto ambientale		
Parametro	Unità	A1-A3
GWP totale	kg CO <sub>2</sub> eq	440,629
GWP fossile	kg CO <sub>2</sub> eq	425,460
GWP biogenico	kg CO <sub>2</sub> eq	14,773
GWP luluc	kg CO <sub>2</sub> eq	0,037
ODP	kg CFC-11 eq	2,21E-05
AP	mol H <sup>+</sup> eq	1,789
EP acqua dolce	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> eq	0,072
EP acqua salata	kg N eq	0,413
EP paese	mol N eq	4,932
POCP	kg NMVOC eq	1,140
ADP minerali e metalli	kg Sb eq	1,54E-04
ADP fonti di energia fossili	MJ H <sub>u</sub>	1761,826
WDP	m <sup>3</sup> eq. mondiale deprivato	29,703
Legenda	GWP = Potenziale di riscaldamento globale; luluc = Uso del suolo e cambiamento dell'uso del suolo; ODP = Potenziale di riduzione dell'ozono stratosferico; AP = Potenziale di acidificazione; EP = Potenziale di eutrofizzazione; POCP = Potenziale di formazione di ozono troposferico; ADP = Potenziale di esaurimento delle risorse abiotiche; WDP = Potenziale di privazione dell'acqua (utente)	
Tutti gli indicatori GWP in A1 – A3 presentano i valori netti. Lo stato di rifiuto dei combustibili (prodotti come rifiuti) è stato verificato. Le emissioni lorde (compresa la CO <sub>2</sub> derivante dall'incenerimento dei rifiuti) ammontano a 549,314 kg CO <sub>2</sub> eq / t (GWP totale), 501,071 kg CO <sub>2</sub> eq / t (GWP fossile), 47,847 kg CO <sub>2</sub> eq / t (GWP biogenico).		

Tabella 96: Risultati indicatori di impatto ambientale aggiuntivi per tonnellata di cemento GROUNDINDER

Indicatori di impatto ambientale aggiuntivi		
Parametro	Unità	A1-A3
PM	Insorgenza di malattie	6,29E-06
IRP	kBq U235 eq	7,573
ETP-fw	CTUe	3703,875
HTP-c	CTUh	4,17E-08
HTP-nc	CTUh	3,07E-06
SQP	Punti	6,29E-06
Legenda	PM = Potenziale incidenza di malattie dovute alle emissioni di polveri sottili; IRP = Potenziale effetto di un'esposizione umana a U235; ETP-fw = Potenziale unità comparativa di tossicità per gli ecosistemi – acqua dolce; HTP-c = Potenziale unità comparativa di tossicità per l'uomo - effetti cancerogeni; HTP-nc = Potenziale unità comparativa di tossicità per l'uomo - effetti non cancerogeni; SQP = Indice potenziale di qualità del suolo	

Tabella 97: Risultati parametri per la descrizione dell'utilizzo delle risorse per tonnellata di cemento GROUNDINDER

Parametri per la descrizione dell'utilizzo delle risorse		
Parametro	Unità	A1-A3
PERE	MJ H <sub>u</sub>	67,994
PERM	MJ H <sub>u</sub>	0,000
PERT	MJ H <sub>u</sub>	67,994
PENRE	MJ H <sub>u</sub>	1761,857
PENRM	MJ H <sub>u</sub>	0,000
PENRT	MJ H <sub>u</sub>	1761,857
SM	kg	55,238
RSF	MJ H <sub>u</sub>	474,559
NRSF	MJ H <sub>u</sub>	1073,573
FW	m <sup>3</sup>	*ND
Legenda	PERE = Consumo di risorse energetiche primarie rinnovabili escluse le risorse energetiche primarie rinnovabili impiegate come materie prime; PERM = Consumo di risorse energetiche primarie rinnovabili impiegate come materie prime; PERT = Consumo totale di risorse energetiche primarie rinnovabili; PENRE = Consumo di risorse energetiche primarie non rinnovabili escluse le risorse energetiche primarie non rinnovabili impiegate come materie prime; PENRM = Consumo di risorse energetiche primarie non rinnovabili impiegate come materie prime; PENRT = Consumo totale di risorse energetiche primarie non rinnovabili; SM = Consumo di materie seconde; RSF = Consumo di combustibili secondari rinnovabili; NRSF = Consumo di combustibili secondari non rinnovabili; FW = Consumo di acqua dolce	
*ND: Indicatore non dichiarato: i set di dati ecoinvent non consentono di registrare in modo completo l'utilizzo delle risorse di acqua dolce		

Tabella 98: Risultati categorie di rifiuti e flussi in uscita per tonnellata di cemento GROUNDINDER

Categorie di rifiuti e flussi in uscita		
Parametro	Unità	A1-A3
HWD	kg	1,732E-03
NHWD	kg	13,557
RWD	kg	1,942E-02
CRU	kg	0,000
MFR	kg	0,000
MER	kg	0,000
EEE	MJ	0,000
EET	MJ	0,000
Legenda	HWD = Rifiuti pericolosi a discarica; NHWD = Rifiuti non pericolosi a discarica; RWD = Rifiuti radioattivi smaltiti; CRU = Materiali per il riutilizzo; MFR = Materiali per il riciclo; MER = Materiali per il recupero energetico; EEE = Energia elettrica esportata; EET = Energia termica esportata	

Tabella 99: Risultati contenuto di carbonio biogenico al cancello dello stabilimento per tonnellata di cemento GROUNDINDER

Informazioni per la descrizione del contenuto di carbonio biogenico al cancello dello stabilimento		
Parametro	Unità	A1-A3
Contenuto C del prodotto	kg C	0,000
Contenuto C dell'imballaggio	kg C	0,000

Legenda	Contenuto C del prodotto = contenuto di carbonio biogenico nel prodotto; Contenuto C dell'imballaggio = contenuto di carbonio biogenico nel relativo imballaggio
---------	--

Tabella 100 riporta gli avvertimenti relativi alla dichiarazione degli indicatori di impatto ambientale centrali e aggiuntivi che vanno inseriti nei vari rapporti di progetto e documenti EPD.

**Tabella 100: Classificazione degli avvertimenti relativi agli indicatori di impatto ambientale centrali e aggiuntivi dichiarati**

Classificazione ILCD	Indicatore	Avvertimento
ILCD Tipo 1	Potenziale di riscaldamento globale (GWP, en: global warming potential)	nessuno
	Potenziale di riduzione dell'ozono stratosferico (ODP, en: ozone depletion potential)	nessuno
	Potenziale incidenza di malattie dovute alle emissioni di polveri sottili (PM, en: particulate matter)	nessuno
ILCD Tipo 2	Potenziale di acidificazione, superamento accumulato (AP, en: acidification potential)	nessuno
	Potenziale di eutrofizzazione, quantità di nutrienti immessi nell'acqua dolce (EP acqua dolce)	nessuno
	Potenziale di eutrofizzazione, quantità di nutrienti immessi nell'acqua salata (EP acqua salata)	nessuno
	Potenziale di eutrofizzazione, superamento accumulato (EP terrestre)	nessuno
	Potenziale di formazione di ozono troposferico (POCP, en: photochemical ozone creation potential)	nessuno
	Potenziale effetto di un'esposizione umana a U235 (IRP, en: ionizing radiation potential)	1
ILCD Tipo 3	Potenziale di esaurimento delle risorse abiotiche non fossili (ADP minerali e metalli)	2
	Potenziale di esaurimento delle risorse abiotiche fossili (ADP fossili)	2
	Potenziale di privazione dell'acqua (utente), consumo d'acqua ponderato alla privazione (WDP, en: water deprivation potential)	2
	Potenziale unità comparativa di tossicità per gli ecosistemi (ETP-fw)	2
	Potenziale unità comparativa di tossicità per l'uomo (HTP-c)	2
	Potenziale unità comparativa di tossicità per l'uomo (HTP-nc)	2
	Indice di qualità del suolo potenziale (SQP, en: soil quality index)	2
<p>Avvertimento 1 - Questa categoria di impatto riguarda principalmente i possibili effetti sulla salute umana delle radiazioni ionizzanti ricevute in piccola dose e considerate nell'ambito del ciclo del combustibile nucleare. Non considera gli effetti dovuti a possibili incidenti nucleari o all'esposizione professionale, né lo smaltimento di rifiuti radioattivi in impianti sotterranei. Anche le potenziali radiazioni ionizzanti provenienti dal suolo, dal radon e da alcuni materiali da costruzione non sono misurate da questo indicatore.</p>		
<p>Avvertimento 2 - I risultati di questo indicatore d'impatto ambientale vanno utilizzati con cautela poiché le incertezze su questi risultati sono elevate o perché l'esperienza con l'indicatore è limitata.</p>		

## 6 LCA: interpretazione

Va sottolineato che i risultati delle stime d'impatto sono solo affermazioni relative che non hanno valore dichiarativo in merito agli "endpoint" delle categorie d'impatto, al superamento di valori soglia, a margini di sicurezza o rischi.

Tutti i dati chiave, come il fabbisogno energetico e di materie prime e le vie di trasporto all'interno dei confini di sistema, sono stati forniti dal fabbricante ai fini della compilazione dell'analisi del ciclo di vita. I dati di background soddisfano i criteri della Bau EPD GmbH (MS-HB [2]). La qualità dei dati utilizzati consente quindi di ricavare risultati LCA plausibili e significativi.

La Figura 3 illustra l'analisi di dominanza relativa alla produzione di clinker nello stabilimento Alpacem Cement, d.d. di Anhovo (Slovenia) per l'anno di riferimento 2022. Il clinker dello stabilimento di Anhovo viene impiegato da Alpacem Cementi Italia Spa nell'impianto di Cadola.

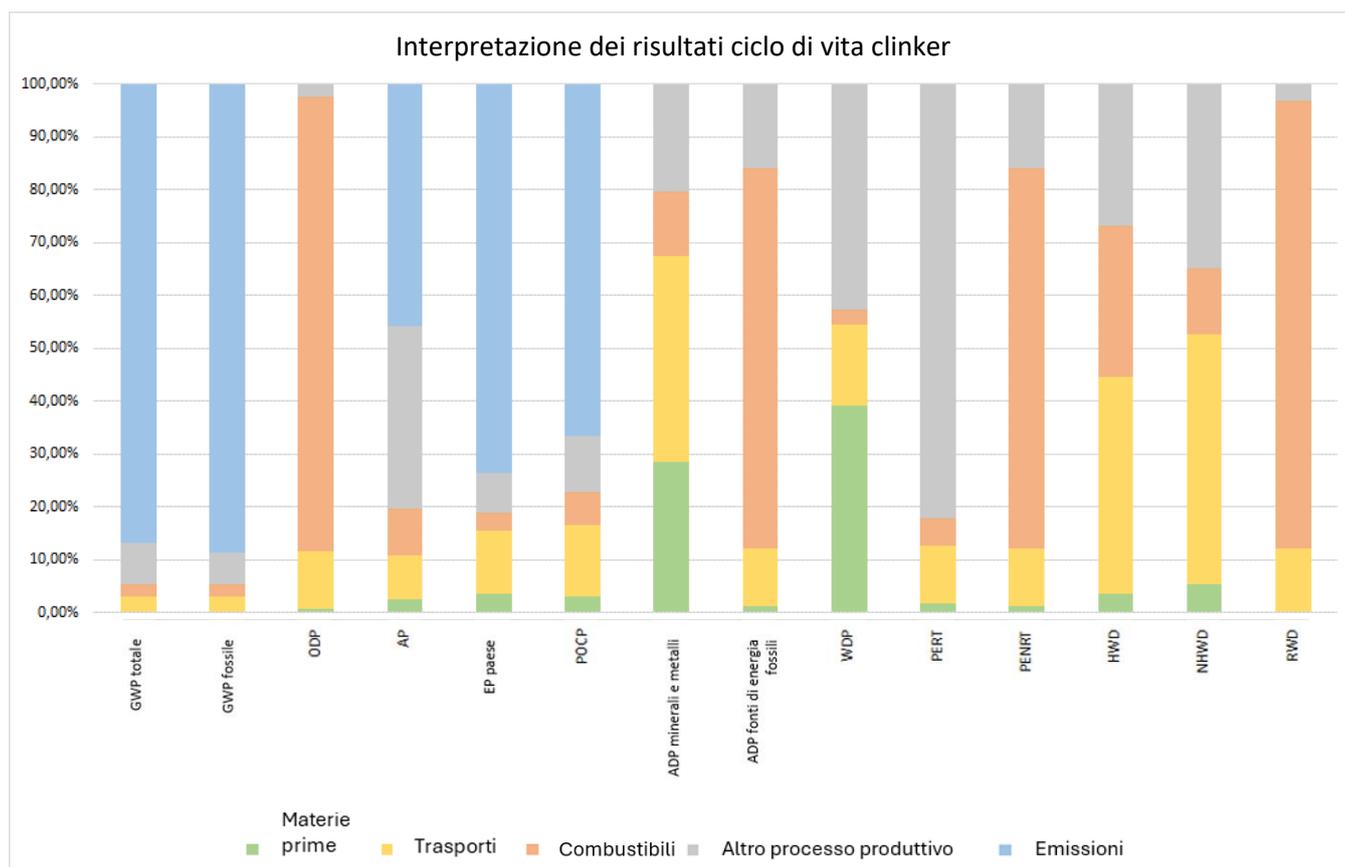


Figura 3: Analisi di dominanza produzione di clinker Alpacem Cement, d.d. (stabilimento di Anhovo – Slovenia)

Le figure dalla Figura 4 alla Figura 20 mostrano l'analisi di dominanza relativa alla produzione dei prodotti dichiarati. I cementi CEM I 52,5 R, CEM II/A-LL 42,5 R / CEM II/A-LL 42,5 R – ARS e CEM II/A-M (LL-S) 42,5 R – MRS provenienti dallo stabilimento di San Vito vengono ritirati dall'impianto di Anhovo in Slovenia (Alpacem Cement, d.d.) e rivenduti dal centro di distribuzione direttamente, i.e. senza ulteriore trattamento. Per questi cementi, viene quindi presentata un'analisi di dominanza per l'impianto di San Vito (influenza della produzione di cemento nel suo complesso e del trasporto del cemento) e un'analisi di dominanza per la produzione del cemento nell'impianto di Anhovo. Per i cementi CEM II/B-LL 32,5 R, CEM II/C-M (S-LL) 32,5 R, CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N, CEM III/A 42,5 N -ARS e il GROUND BINDER, che sono prodotti nell'impianto di San Vito a partire da prodotti provenienti dall'impianto sloveno di Anhovo (Alpacem Cement, d.d.) e dallo stabilimento di Wietersdorf in Austria (Alpacem Zement Austria GmbH), alcuni dei quali vengono miscelati con calcare per formare nuovi prodotti, viene presentata un'analisi di dominanza per lo stabilimento di San Vito.

Le figure dalla Figura 4 alla Figura 20 mostrano la grande influenza della produzione di materie prime sui risultati complessivi della fabbricazione dei prodotti dichiarati. Principale responsabile di questa grande influenza è il clinker utilizzato nei cementi. Per quattro indicatori (GWP, AP, EP paese, POCP) sono le emissioni derivanti dalla produzione del clinker (ad esempio CO<sub>2</sub> per il GWP) le principali responsabili degli impatti (Figura 3). Per tutti gli altri indicatori sono i processi di produzione, la produzione di combustibili e materie prime e il trasporto a ripercuotersi sugli impatti della produzione di clinker (Figura 3).

Le emissioni di CO<sub>2</sub> derivanti dall'incenerimento dei rifiuti nella produzione di clinker, pari a circa 196 kg per tonnellata, sottolineano il potenziale del riciclo dei rifiuti nella produzione di cemento e il consumo evitabile di combustibili fossili primari.

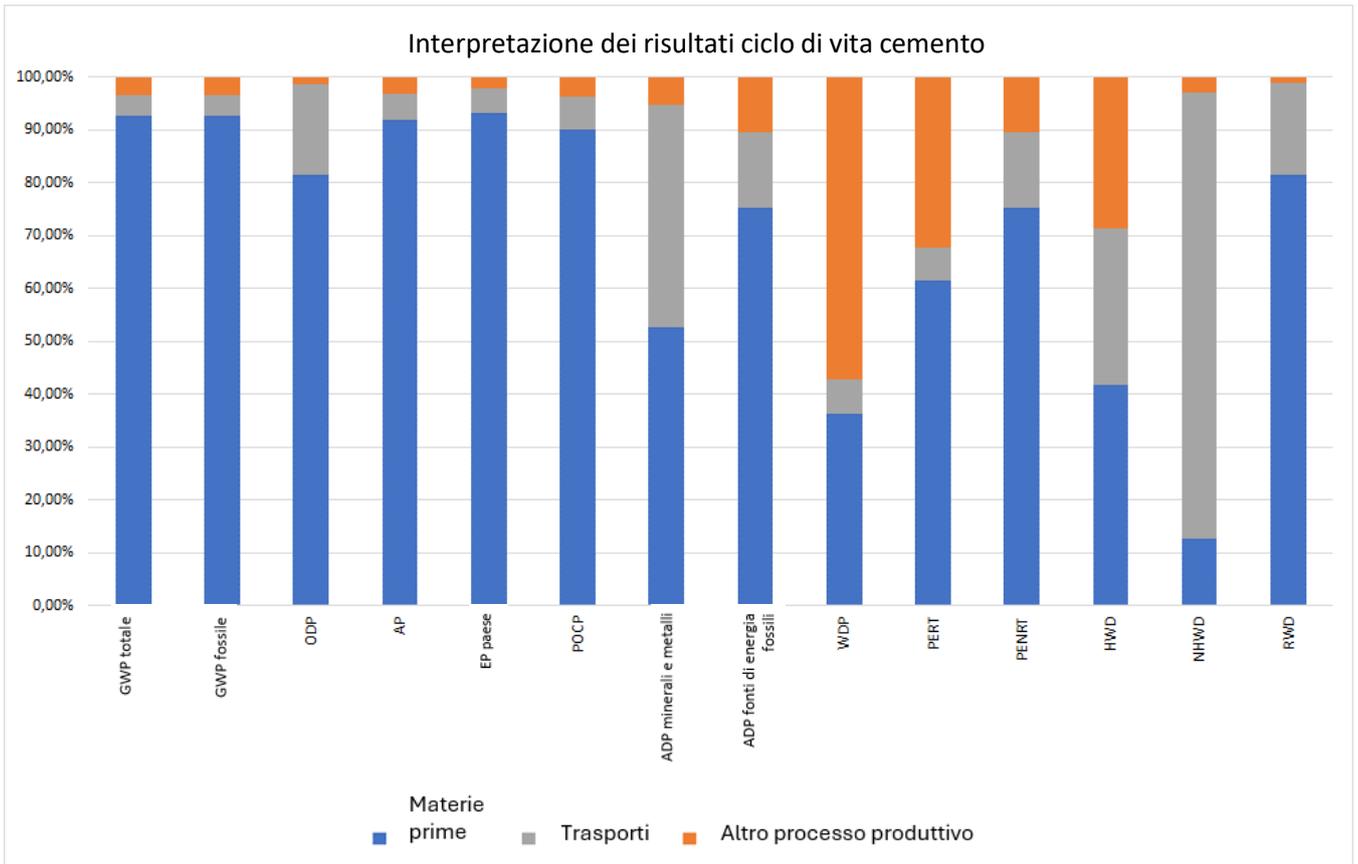


Figura 4: Analisi di dominanza della produzione di cemento CEM I 42,5 R (stabilimento di Cadola)

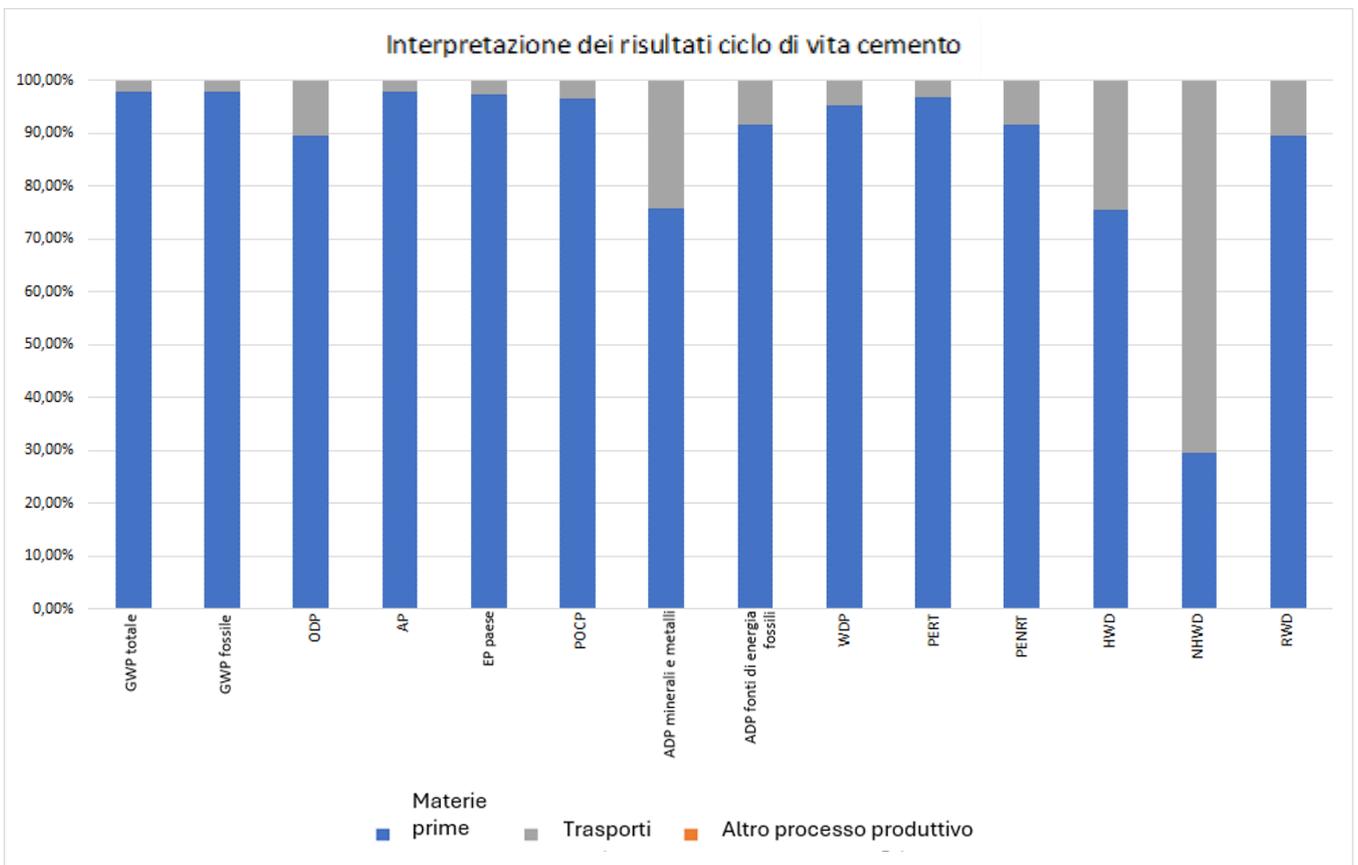


Figura 5: Analisi di dominanza della produzione di cemento CEM I 52,5 R (stabilimento di San Vito)

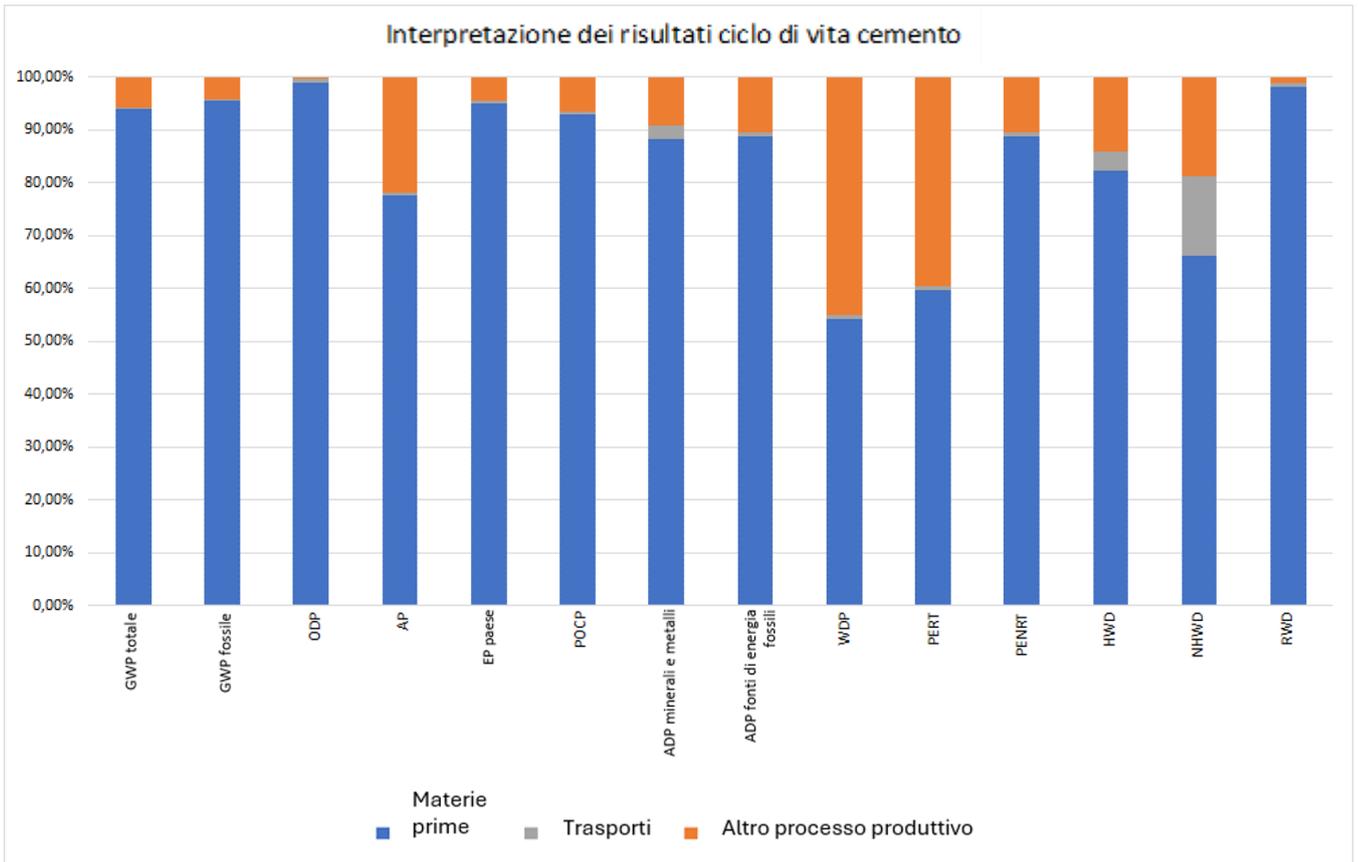


Figura 6: Analisi di dominanza della produzione di cemento CEM I 52,5 R (produzione nello stabilimento di Anhovo)

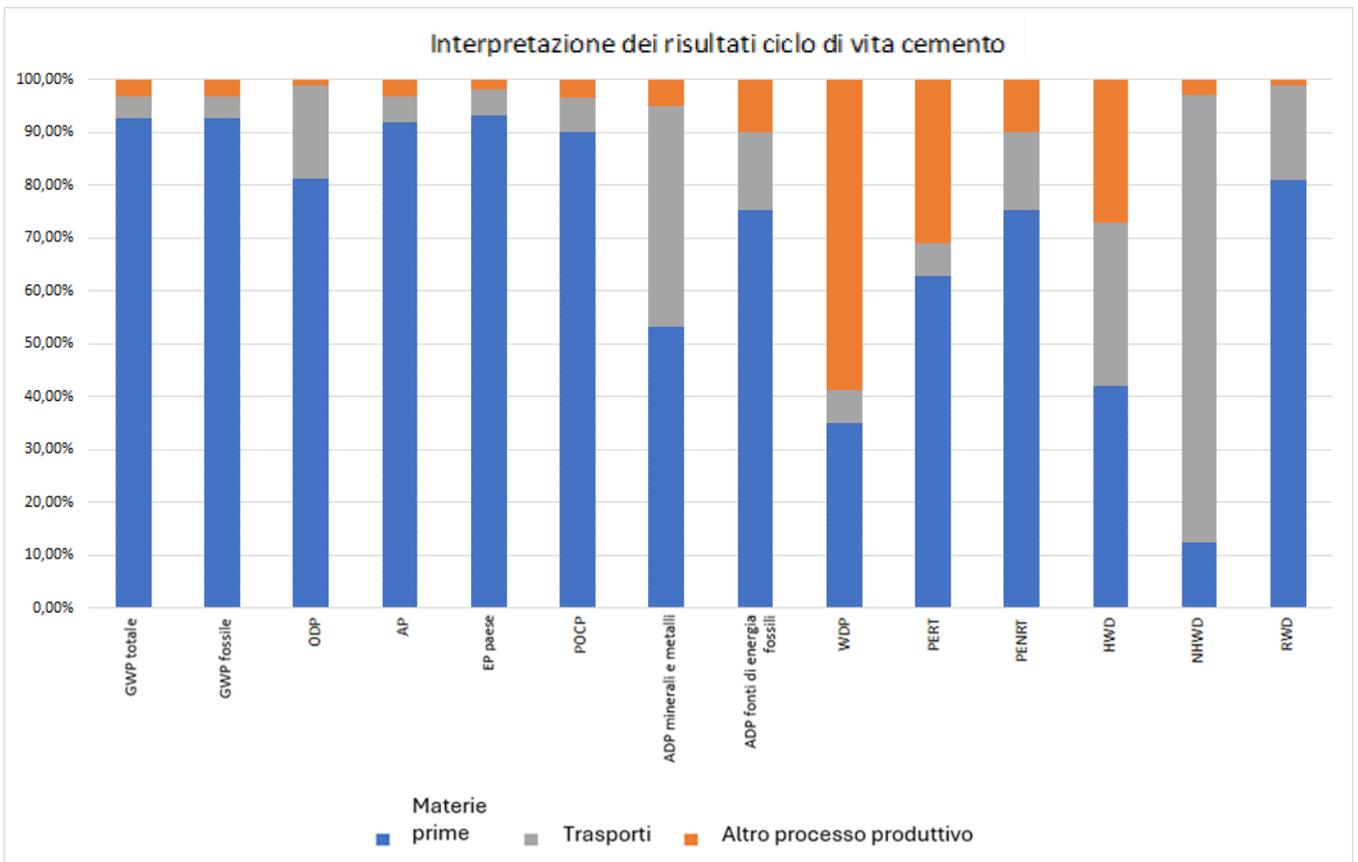


Figura 7: Analisi di dominanza della produzione di cemento CEM II/A-LL 32,5 R (stabilimento di Cadola)

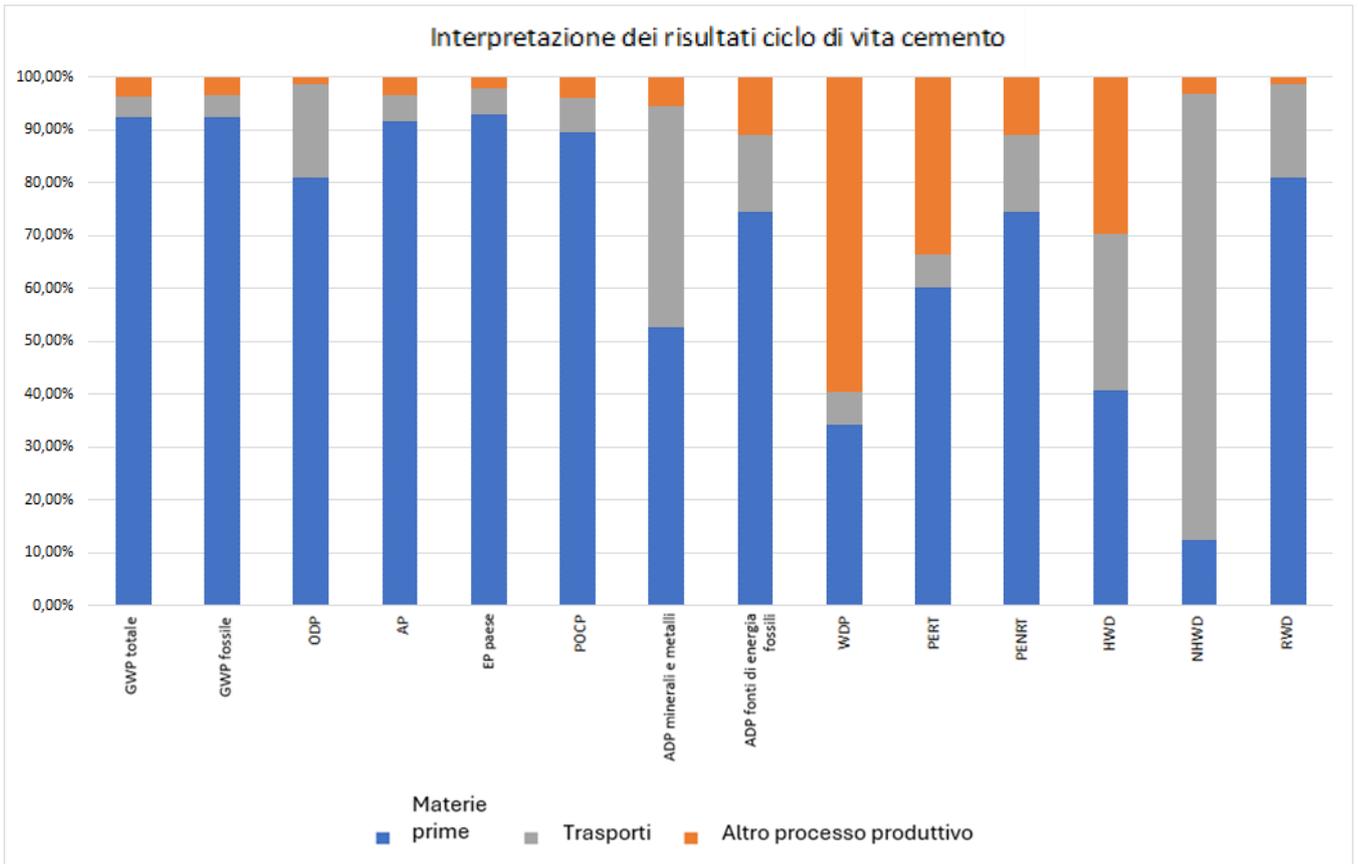


Figura 8: Analisi di dominanza della produzione di cemento CEM II/A-LL 42,5 R e CEM II/A-LL 42,5 R – ARS (stabilimento di Cadola)

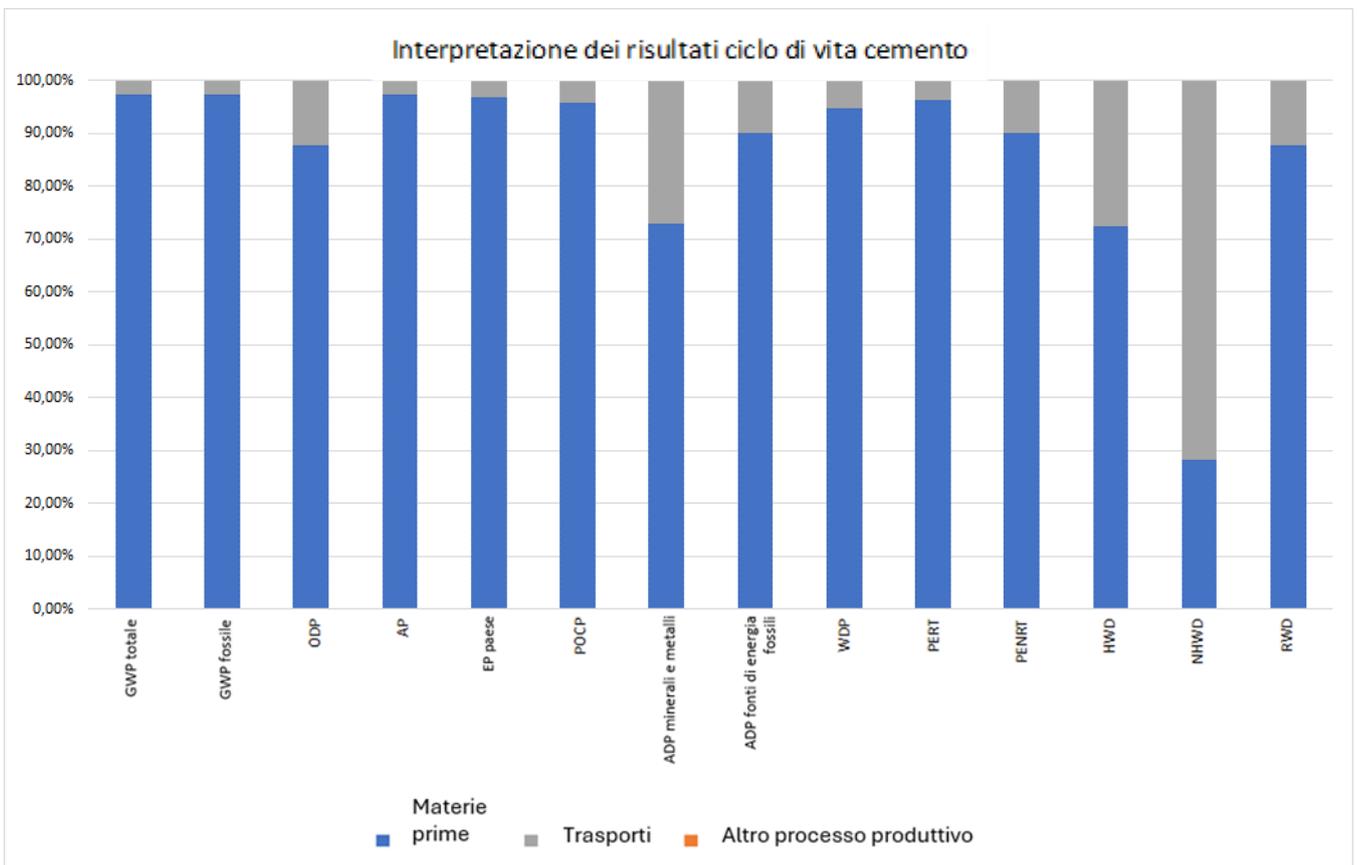


Figura 9: Analisi di dominanza della produzione di cemento CEM II/A-LL 42,5 R e CEM II/A-LL 42,5 R – ARS (stabilimento di San Vito)

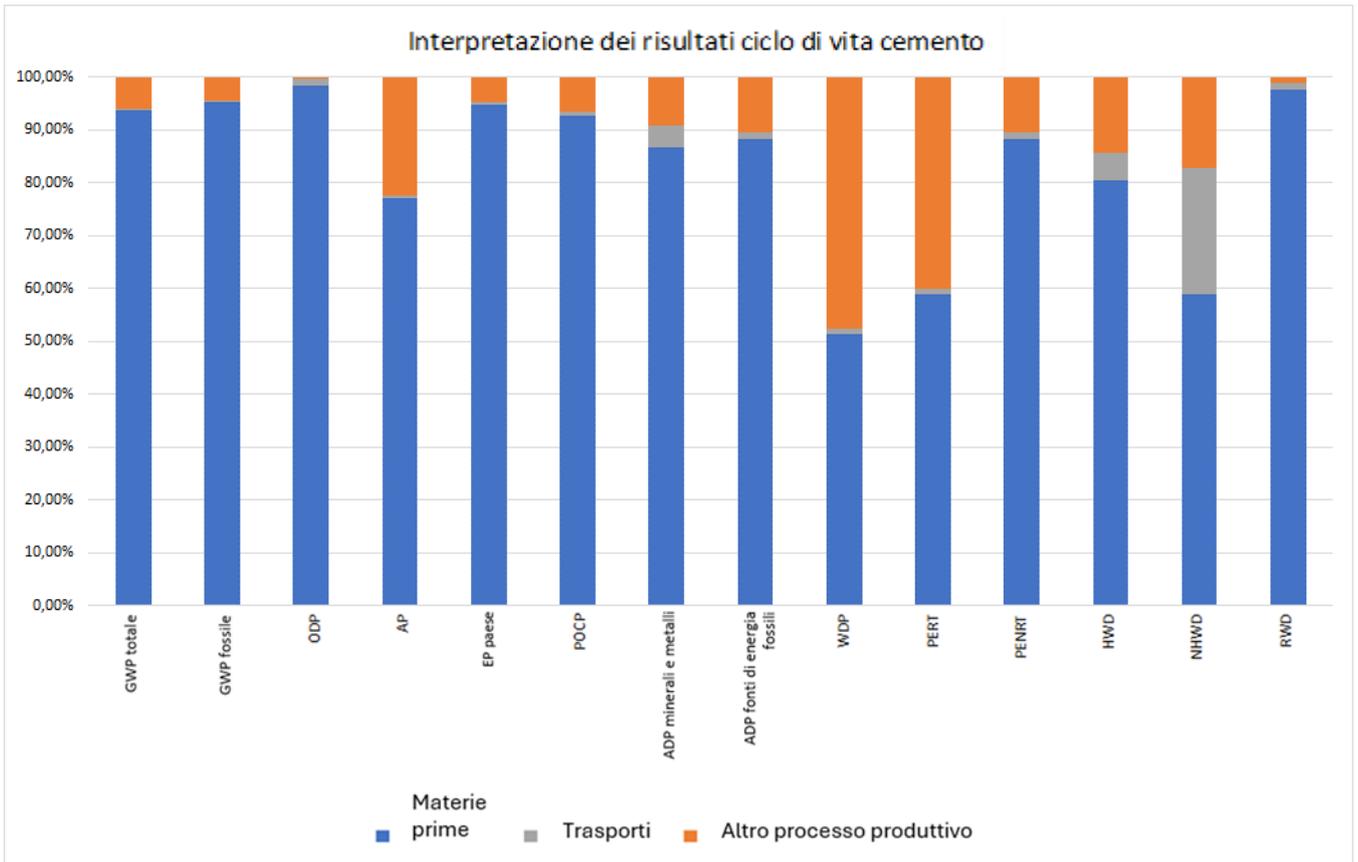


Figura 10: Analisi di dominanza della produzione di CEM II/A-LL 42,5 R e CEM II/A-LL 42,5 R – ARS (produzione nello stabilimento di Anhovo)

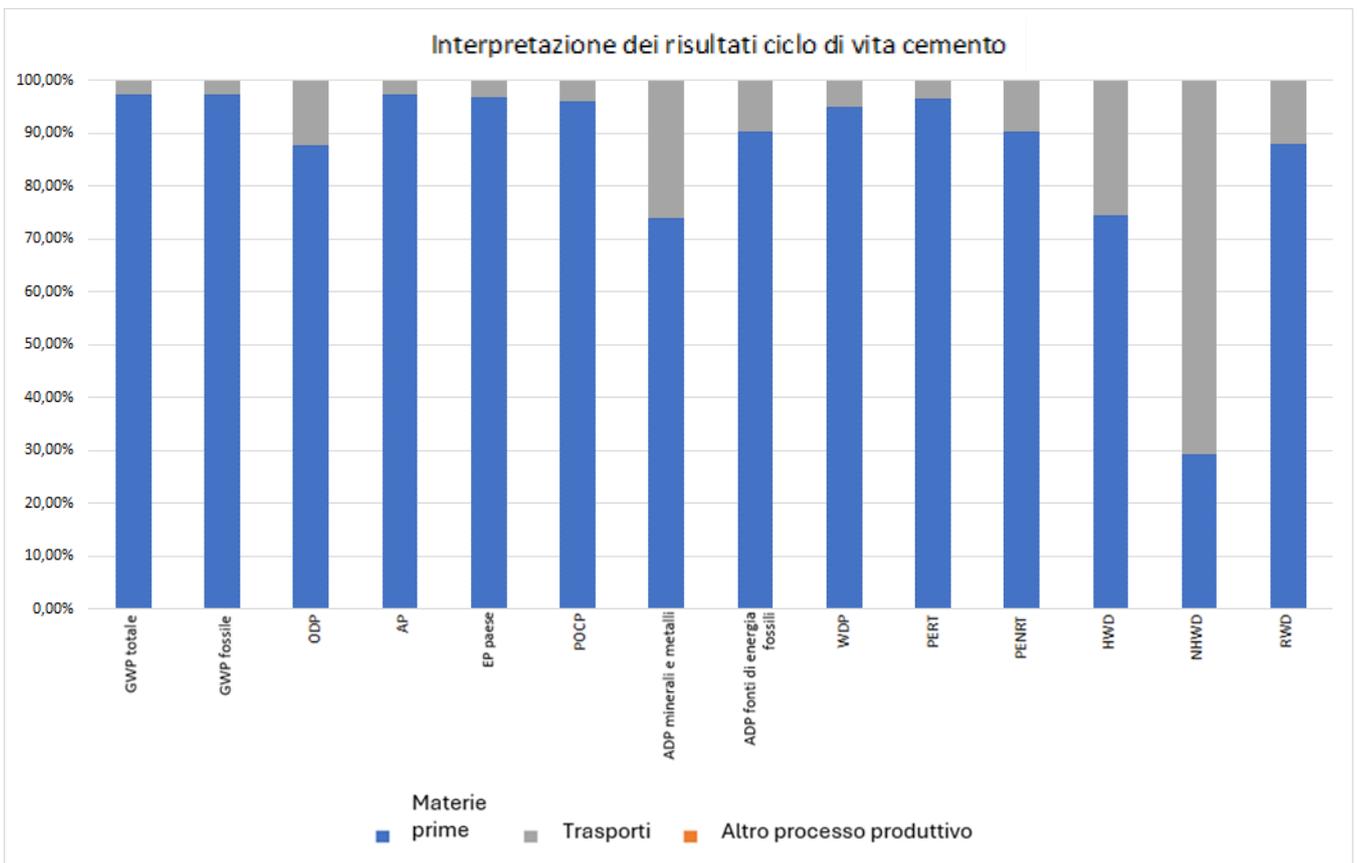


Figura 11: Analisi di dominanza della produzione di CEM II/A-M (LL-S) 42,5 R – MRS (stabilimento di San Vito)

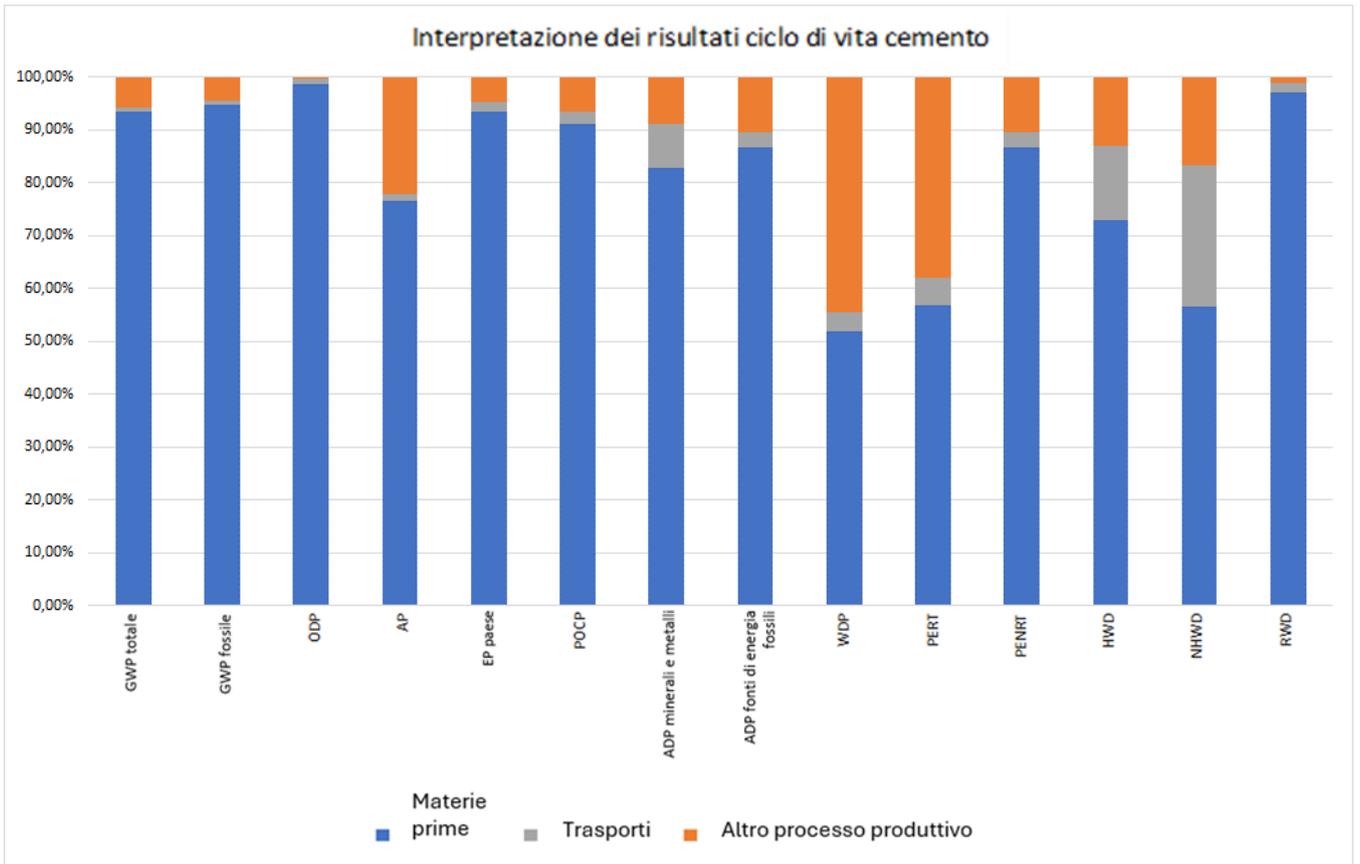


Figura 12: Analisi di dominanza della produzione di CEM II/A-M (LL-S) 42,5 R – MRS (produzione nello stabilimento di Anhovo)

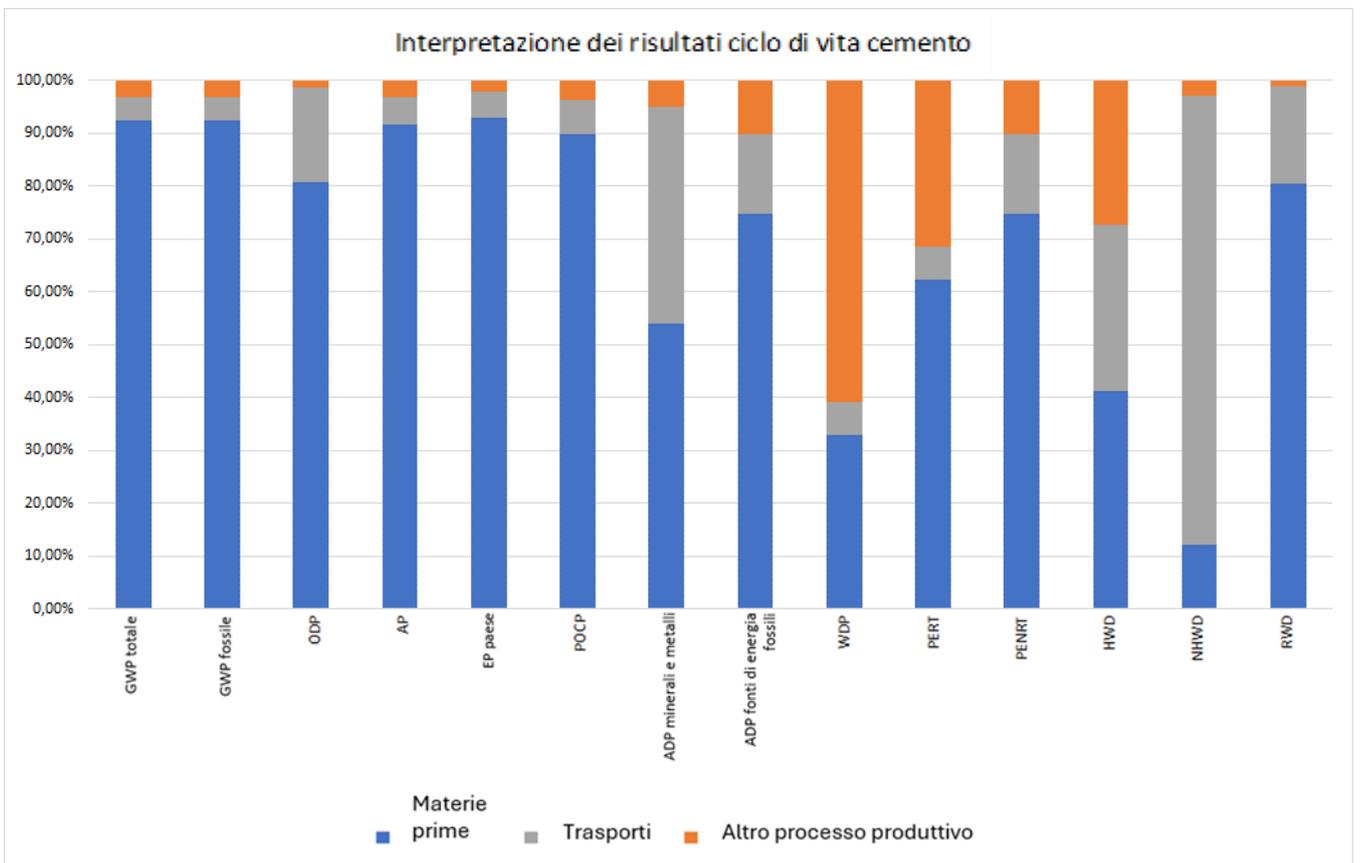


Figura 13: Analisi di dominanza della produzione di CEM II/B-LL 32,5 R (stabilimento di Cadola)

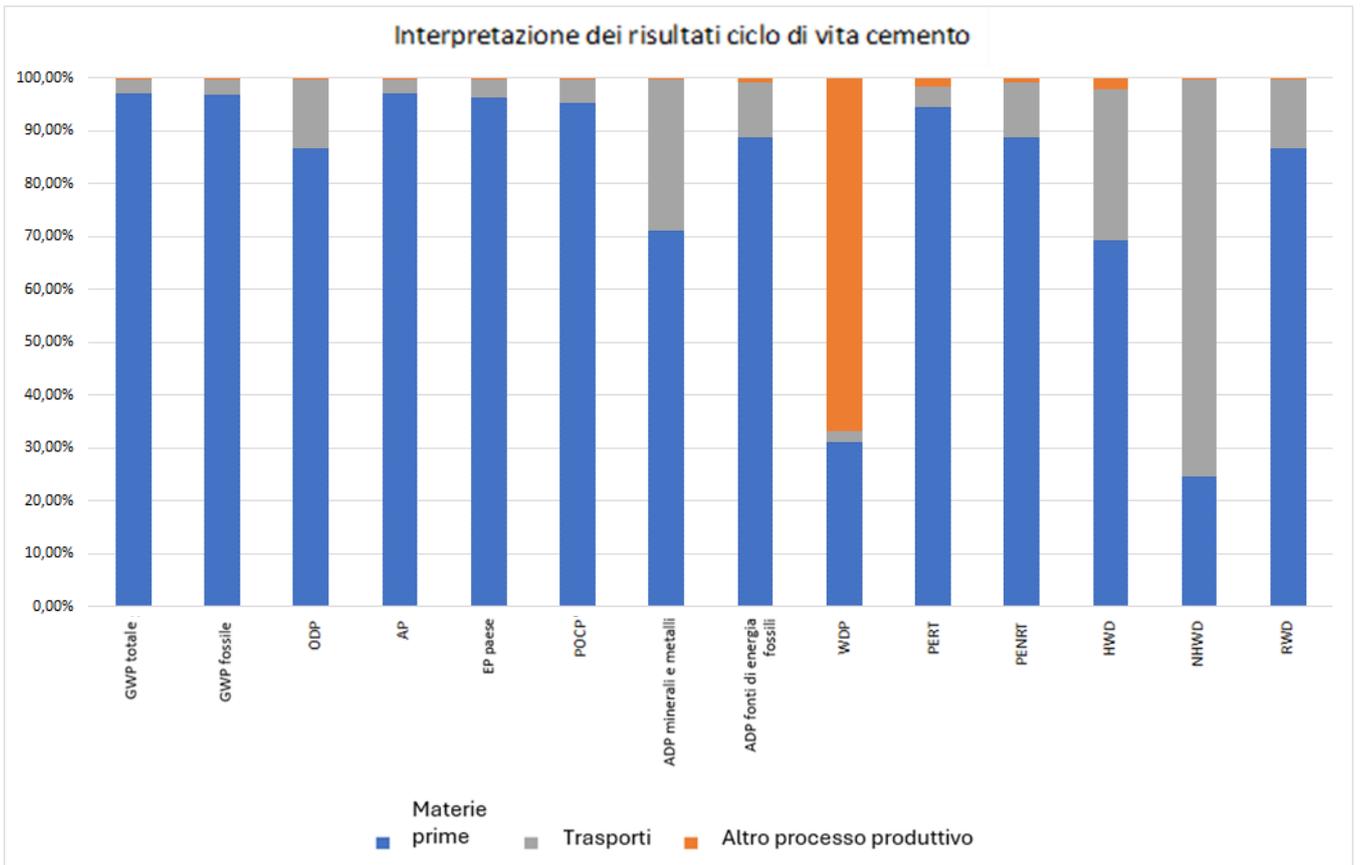


Figura 14: Analisi di dominanza della produzione di CEM II/B-LL 32,5 R (stabilimento di San Vito)

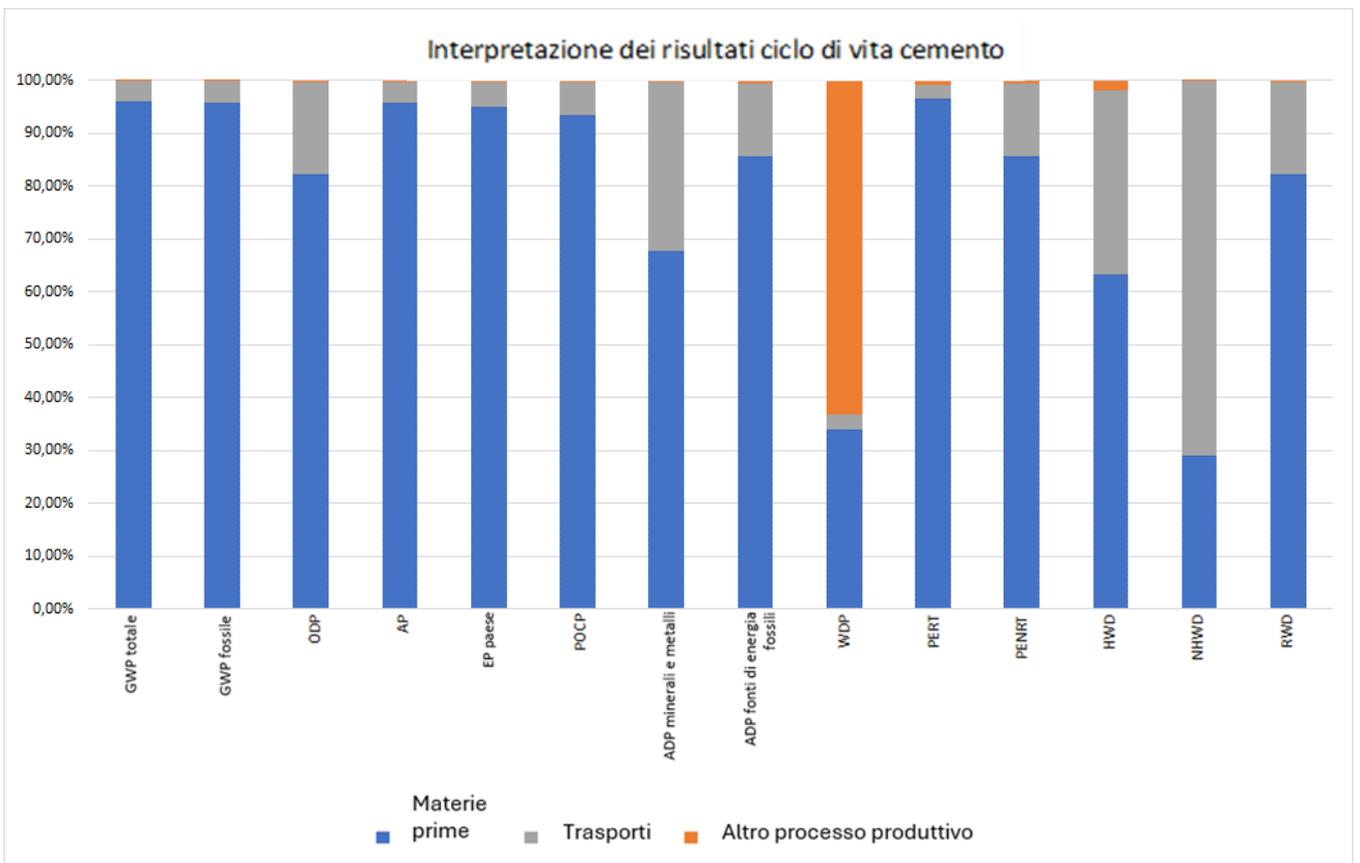


Figura 15: Analisi di dominanza della produzione di CEM II/C-M (S-LL) 32,5 R (stabilimento di San Vito)

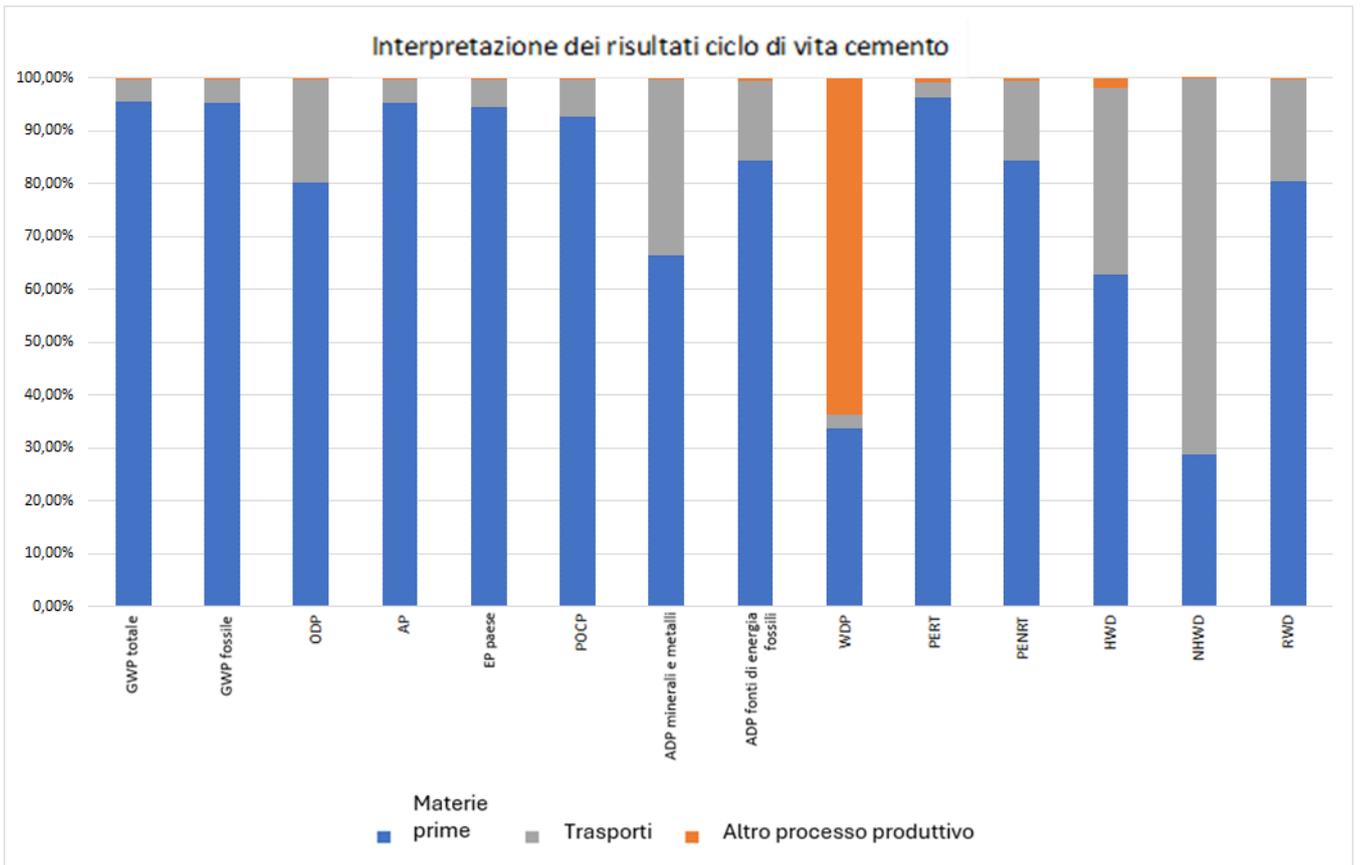


Figura 16: Analisi di dominanza della produzione di CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N (stabilimento di San Vito)

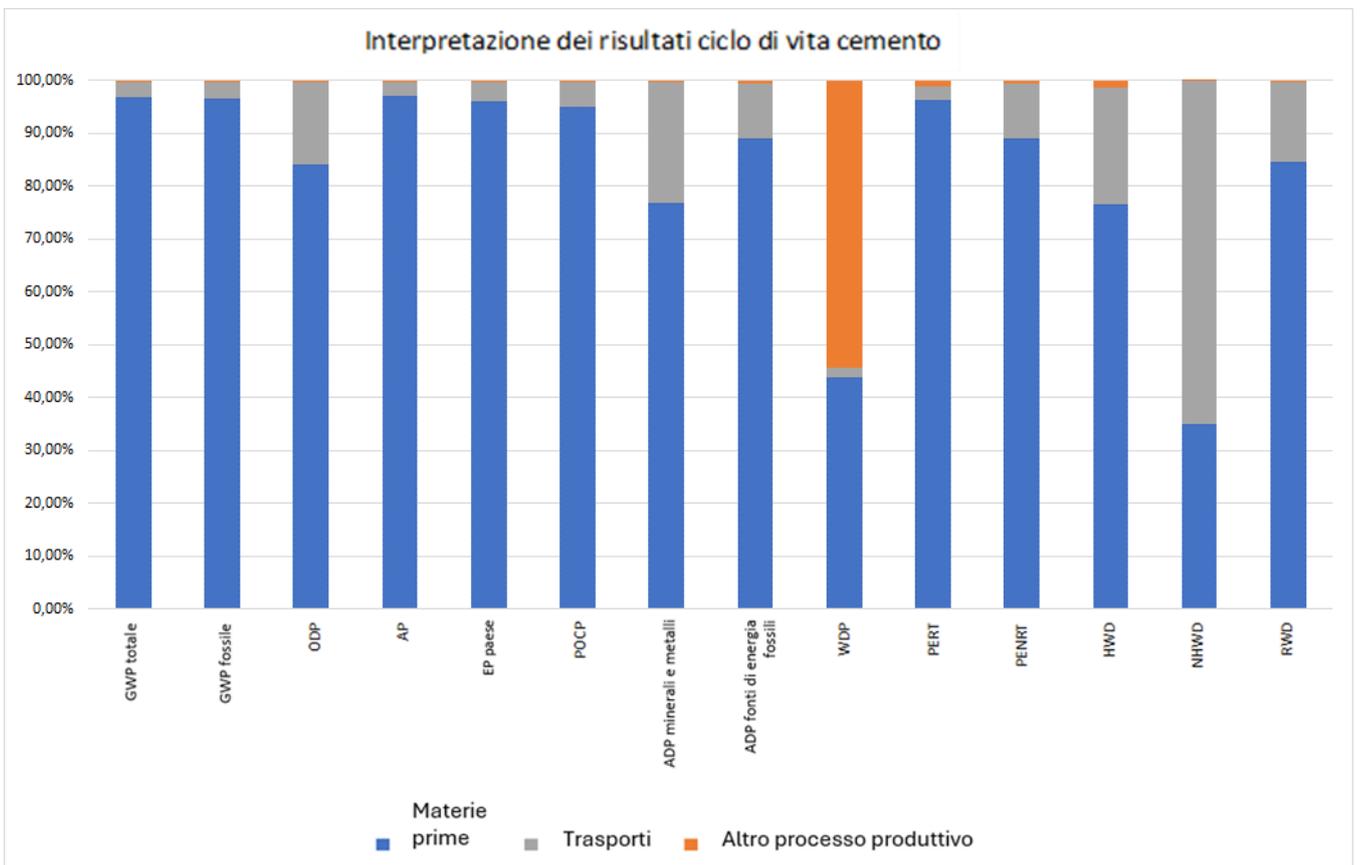


Figura 17: Analisi di dominanza della produzione di CEM III/A 42,5 N - ARS (stabilimento di San Vito)

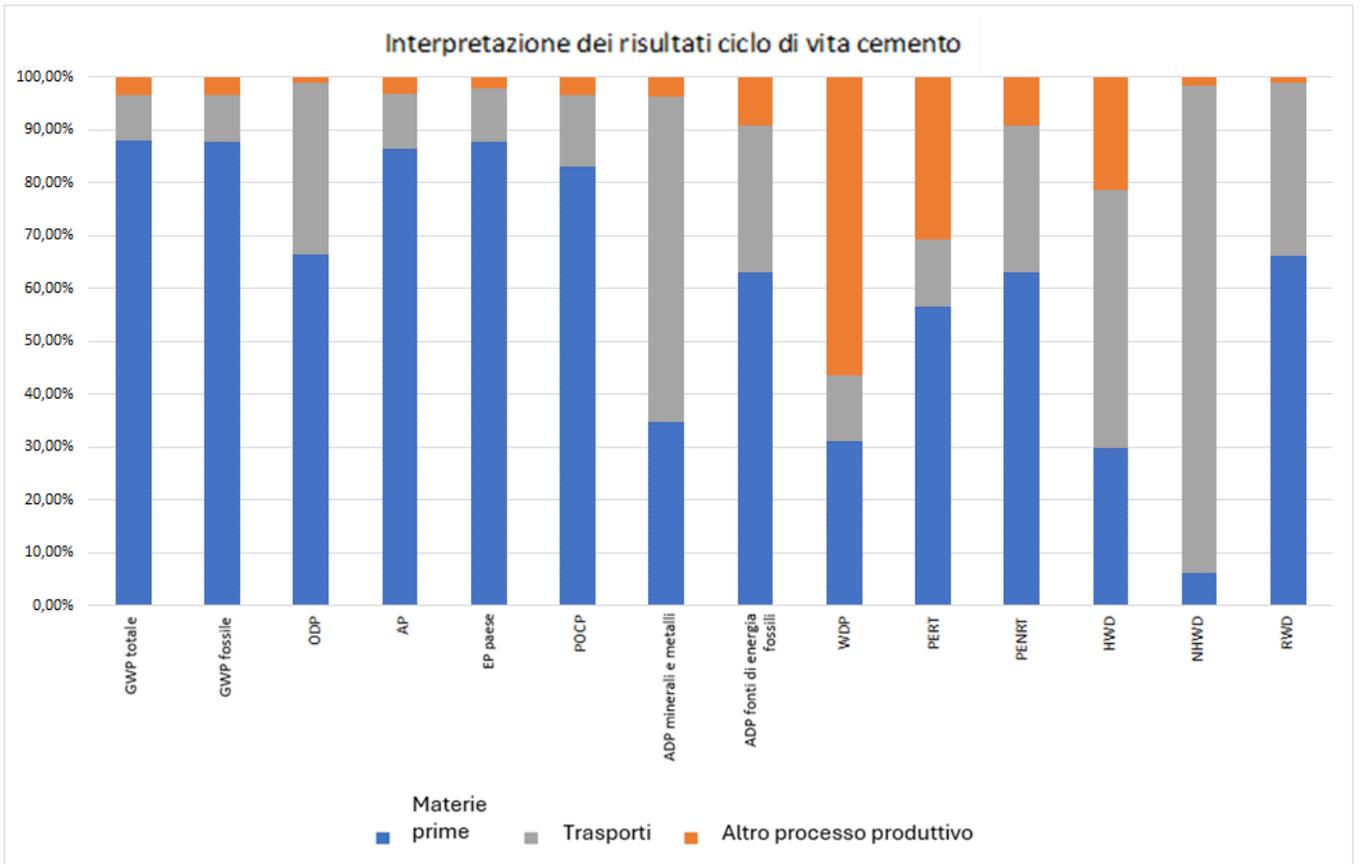


Figura 18: Analisi di dominanza della produzione di CEM IV/A (P) 42,5 R – ARS (stabilimento di Cadola)

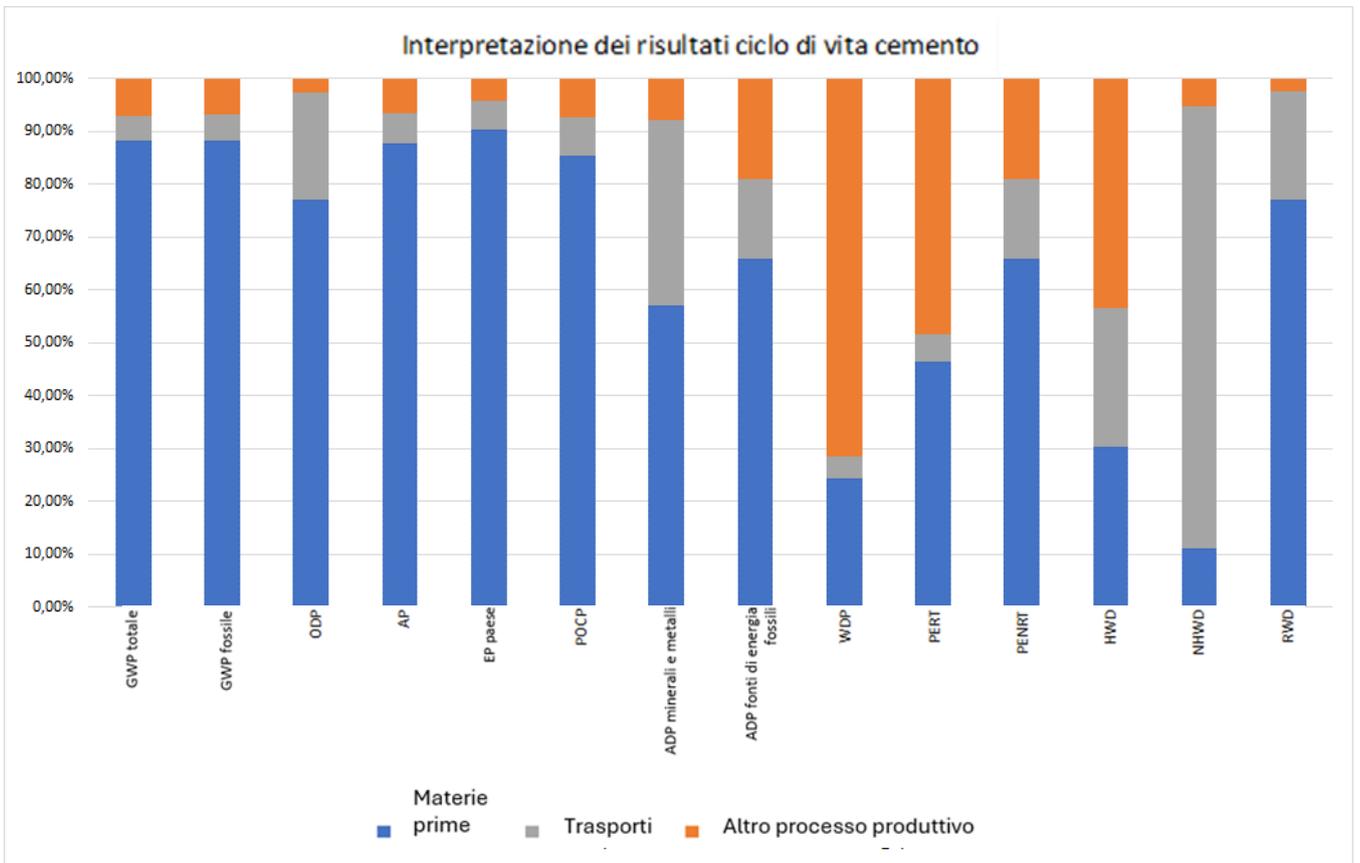


Figura 19: Analisi di dominanza della produzione di AKADUR I (stabilimento di Cadola)

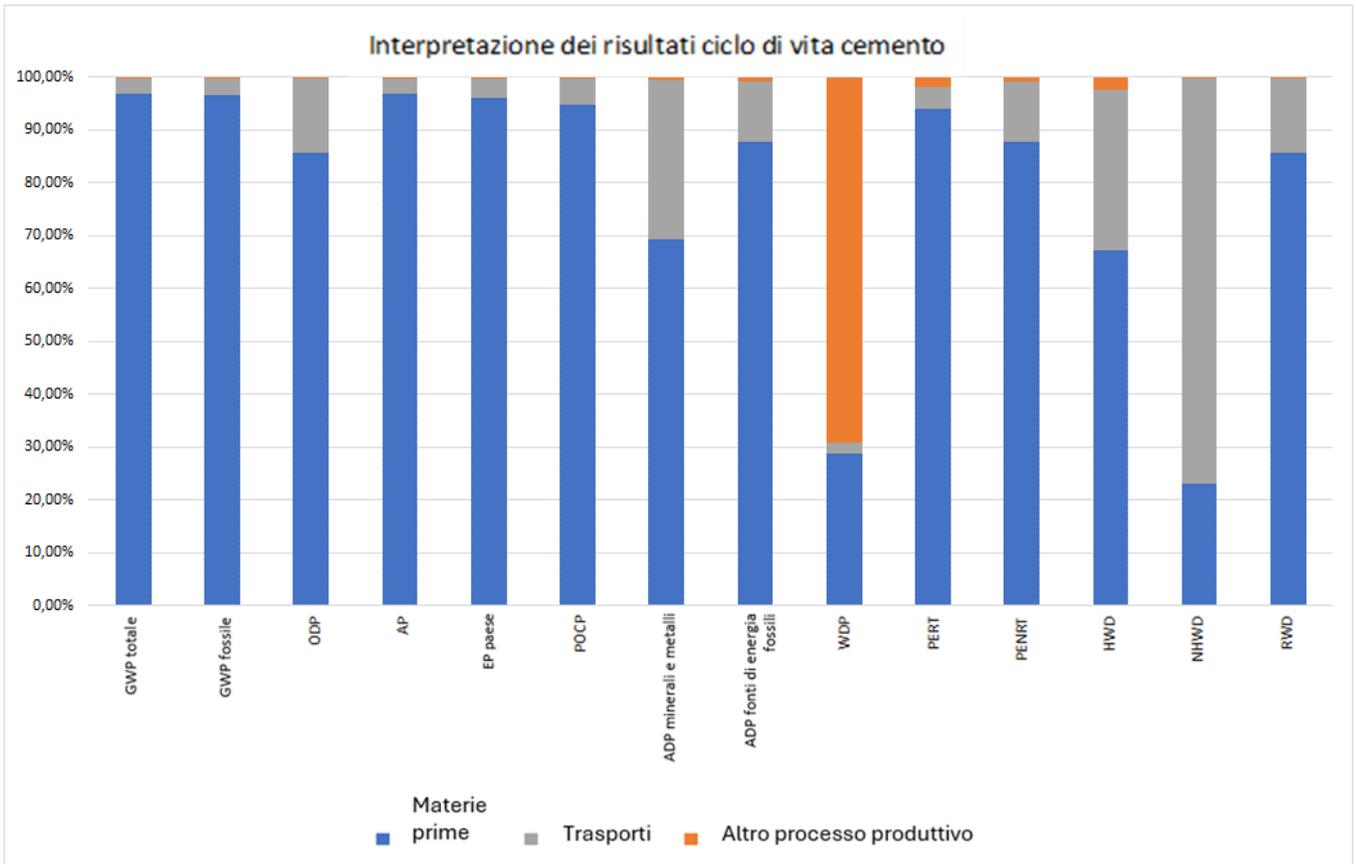


Figura 20: Analisi di dominanza della produzione di GROUND BINDER (stabilimento di San Vito)

## 7 Bibliografia

- [1] UNI EN 197-1:2011. Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni. Ente Italiano di Normazione, Milano.
- [2] UNI EN 197-5:2021. Cemento - Parte 5: Cemento Portland composito CEM II/C-M e cemento composito CEM VI. Ente italiano di normazione, Milano.
- [3] UNI EN 15368:2010. Legante idraulico per applicazioni non strutturali - Definizione, specifiche e criteri di conformità. Ente Italiano di Normazione, Milano.
- [4] UNI EN 13282-1:2013. Leganti idraulici per impieghi stradali - Parte 1: Leganti idraulici per impieghi stradali a indurimento rapido - Composizione, specifiche e criteri di conformità. Ente Italiano di Normazione, Milano.
- [5] *Bau EPD GmbH*: Managementsystem-Handbuch (EPD-MS-HB) des EPD-Programms, aggiornato al 27/01/2023. Bau EPD Österreich, Vienna, 2023.
- [6] ÖNORM EN 15804:2022. Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte. Austrian Standard Institute, Vienna.
- [7] *floGeco GmbH*: Projektbericht - Ökobilanzrechner für Zemente - verifizierte Rechnerversion: 230626\_floGeco-EPD-Rechner\_v01. Bau EPD GmbH, Vienna, 2023.
- [8] ÖNORM EN 16908:2022. Zement und Baukalk - Umweltproduktdeklarationen - Produktkategorieregeln in Ergänzung zu EN 15804. Austrian Standard Institute, Vienna.
- [9] ÖNORM B 4710-1:2018. Beton - Teil 1: Festlegung, Herstellung, Verwendung und Konformitätsnachweis (Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 206-1 für Normal- und Schwerbeton). Austrian Standard Institute, Vienna.
- [10] ÖNORM EN 206:2021. Beton - Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität. Austrian Standard Institute, Vienna.
- [11] ÖNORM EN 13813:2003. Estrichmörtel, Estrichmassen und Estriche - Estrichmörtel und Estrichmassen - Eigenschaften und Anforderungen. Austrian Standard Institute, Vienna.
- [12] ÖNORM B 3732:2016. Estriche - Planung, Ausführung, Produkte und deren Anforderungen - Ergänzende Anforderungen zur ÖNORM EN 13813. Austrian Standard Institute, Vienna.
- [13] ÖNORM EN 998-1:2017. Festlegungen für Mörtel im Mauerwerksbau - Teil 1: Putzmörtel. Austrian Standard Institute, Vienna.
- [14] ÖNORM EN 998-2:2017. Festlegungen für Mörtel im Mauerwerksbau - Teil 2: Mauermörtel. Austrian Standard Institute, Vienna.
- [15] UNI 9156:2015. Cementi resistenti ai solfati - Classificazione e composizione. Ente italiano di normazione, Milano.
- [16] ÖNORM EN 197-1:2011. Zement - Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement. Austrian Standard Institute, Vienna.
- [17] ÖNORM EN ISO 14025:2010. Umweltkennzeichnungen und -deklarationen - Typ III Umweltdeklarationen - Grundsätze und Verfahren. Austrian Standard Institute, Vienna.
- [18] UNI EN 197-2:2020. Cemento - Parte 2: Valutazione e verifica della costanza della prestazione. Ente Italiano di Normazione, Milano.
- [19] UNI EN ISO 9001:2015. Sistemi di gestione per la qualità - Requisiti. Ente Italiano di Normazione, Milano.
- [20] *Commissione europea*: Catalogo europeo dei rifiuti (CER). Commissione europea, Bruxelles, 2021.
- [21] *ecoinvent Association*: Banca dati ecoinvent 3.8 – Modello di sistema "Cut-Off by Classification", <https://ecoinvent.org/the-ecoinvent-database/> [consultato in data: 10/11/2022].
- [22] *Mauschitz, G.*: Emissionen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie - Rapporti per gli anni 2017 e 2011. Technische Universität Wien, Vienna, 2018 e 2013.

## 8 Indici e glossario

### 8.1 Indice delle illustrazioni

Figura 1: Rappresentazione schematica del processo di produzione del cemento dalla cava alla spedizione in Alpacem Cementi Italia Spa .....	14
Figura2: Confini di sistema della produzione di cemento secondo la norma ÖNORM EN 16908 [8] .....	19
Figura 3: Analisi di dominanza produzione di clinker Alpacem Cement, d.d. (stabilimento di Anhovo – Slovenia) .....	56
Figura 4: Analisi di dominanza della produzione di cemento CEM I 42,5 R (stabilimento di Cadola) .....	57
Figura 5: Analisi di dominanza della produzione di cemento CEM I 52,5 R (stabilimento di San Vito) .....	57
Figura 6: Analisi di dominanza della produzione di cemento CEM I 52,5 R (produzione nello stabilimento di Anhovo) .....	58
Figura 7: Analisi di dominanza della produzione di cemento CEM II/A-LL 32,5 R (stabilimento di Cadola) .....	58
Figura 8: Analisi di dominanza della produzione di cemento CEM II/A-LL 42,5 R e CEM II/A-LL 42,5 R – ARS (stabilimento di Cadola) .....	59
Figura 9: Analisi di dominanza della produzione di cemento CEM II/A-LL 42,5 R e CEM II/A-LL 42,5 R – ARS (stabilimento di San Vito) .....	59
Figura 10: Analisi di dominanza della produzione di CEM II/A-LL 42,5 R e CEM II/A-LL 42,5 R – ARS (produzione nello stabilimento di Anhovo) .....	60
Figura 11: Analisi di dominanza della produzione di CEM II/A-M (LL-S) 42,5 R – MRS (stabilimento di San Vito) .....	60
Figura 12: Analisi di dominanza della produzione di CEM II/A-M (LL-S) 42,5 R – MRS (produzione nello stabilimento di Anhovo) .....	61

Figura 13: Analisi di dominanza della produzione di CEM II/B-LL 32,5 R (stabilimento di Cadola) .....	61
Figura 14: Analisi di dominanza della produzione di CEM II/B-LL 32,5 R (stabilimento di San Vito).....	62
Figura 15: Analisi di dominanza della produzione di CEM II/C-M (S-LL) 32,5 R (stabilimento di San Vito) .....	62
Figura 16: Analisi di dominanza della produzione di CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N (stabilimento di San Vito).....	63
Figura 17: Analisi di dominanza della produzione di CEM III/A 42,5 N - ARS (stabilimento di San Vito) .....	63
Figura 18: Analisi di dominanza della produzione di CEM IV/A (P) 42,5 R – ARS (stabilimento di Cadola).....	64
Figura 19: Analisi di dominanza della produzione di AKADUR I (stabilimento di Cadola).....	64
Figura 20: Analisi di dominanza della produzione di GROUNDBINDER (stabilimento di San Vito) .....	65

## 8.2 Indice delle tabelle

Tabella 1: Produzione totale e relativa dei prodotti dichiarati nell’anno di riferimento 2022 .....	7
Tabella 2: Norme e regolamenti applicabili al prodotto.....	8
Tabella 3: Dati tecnici CEM I 42,5 R .....	8
Tabella 4: Dati tecnici CEM I 52,5 R .....	8
Tabella 5: Dati tecnici CEM II/A-LL 32,5 R .....	8
Tabella 6: Dati tecnici CEM II/A-LL 42,5 R e CEM II/A-LL 42,5 R - ARS .....	8
Tabella 7: Dati tecnici CEM II/A-M (LL-S) 42,5 R - MRS.....	9
Tabella 8: Dati tecnici CEM II/B-LL 32,5 R .....	9
Tabella 9: Dati tecnici CEM II/C-M (S-LL) 32,5 R .....	9
Tabella 10: Dati tecnici CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N .....	9
Tabella 11: Dati tecnici CEM III/A 42,5 N - ARS.....	9
Tabella 12: Dati tecnici CEM IV/A (P) 42,5 R - ARS.....	9
Tabella 13: Dati tecnici AKADUR I.....	9
Tabella 14: Dati tecnici GROUNDBINDER.....	9
Tabella 15: Materiali di base e accessori CEM I 42,5 R .....	10
Tabella 16: Materiali di base e accessori CEM I 52,5 R .....	10
Tabella 17: Materiali di base e accessori CEM II/A-LL 32,5 R.....	10
Tabella 18: Materiali di base e accessori CEM II/A-LL 42,5 R e CEM II/A-LL 42,5 R – ARS .....	10
Tabella 19: Materiali di base e accessori CEM II/A-M (LL-S) 42,5 R - MRS.....	11
Tabella 20: Materiali di base e accessori CEM II/B-LL 32,5 R.....	11
Tabella 21: Materiali di base e accessori CEM II/C-M (S-LL) 32,5 R .....	11
Tabella 22: Materiali di base e accessori CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N.....	12
Tabella 23: Materiali di base e accessori CEM III/A 42,5 N - ARS.....	12
Tabella 24: Materiali di base e accessori CEM IV/A (P) 42,5 R - ARS .....	12
Tabella 25: Materiali di base e accessori AKADUR I.....	12
Tabella 26: Materiali di base e accessori GROUNDBINDER .....	13
Tabella 27: Unità dichiarata CEM I 42,5 R = 1 t.....	16
Tabella 28: Unità dichiarata CEM I 52,5 R = 1 t.....	16
Tabella 29: Unità dichiarata CEM II/A-LL 32,5 R = 1 t .....	16
Tabella 30: Unità dichiarata CEM II/A-LL 42,5 R e CEM II/A-LL 42,5 R - ARS = 1 t.....	16
Tabella 31: Unità dichiarata CEM II/A-M (LL-S) 42,5 R - MRS = 1 t .....	16
Tabella 32: Unità dichiarata CEM II/B-LL 32,5 R = 1 t .....	16
Tabella 33: Unità dichiarata CEM II/C-M (S-LL) 32,5 R = 1 t.....	16
Tabella 34: Unità dichiarata CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N = 1 t .....	17
Tabella 35: Unità dichiarata CEM III/A 42,5 N - ARS = 1 t .....	17
Tabella 36: Unità dichiarata CEM IV/A (P) 42,5 R - ARS = 1 t.....	17
Tabella 37: Unità dichiarata AKADUR I = 1 t .....	17
Tabella 38: Unità dichiarata GROUNDBINDER = 1 t.....	17
Tabella 39: Fasi del ciclo di vita dichiarate.....	17
Tabella 40: Risultati indicatori centrali di impatto ambientale per tonnellata di cemento CEM I 42,5 R .....	25
Tabella 41: Risultati indicatori di impatto ambientale aggiuntivi per tonnellata di cemento CEM I 42,5 R .....	25
Tabella 42: Risultati parametri per la descrizione dell’utilizzo delle risorse per tonnellata di cemento CEM I 42,5 R .....	26
Tabella 43: Risultati categorie di rifiuti e flussi in uscita per tonnellata di cemento CEM I 42,5 R .....	26
Tabella 44: Risultati contenuto di carbonio biogenico al cancello dello stabilimento per tonnellata di cemento CEM I 42,5 R .....	26
Tabella 45: Risultati indicatori centrali di impatto ambientale per tonnellata di cemento CEM I 52,5 R .....	27
Tabella 46: Risultati indicatori di impatto ambientale aggiuntivi per tonnellata di cemento CEM I 52,5 R .....	27

Tabella 47: Risultati parametri per la descrizione dell'utilizzo delle risorse per tonnellata di cemento CEM I 52,5 R .....	28
Tabella 48: Risultati categorie di rifiuti e flussi in uscita per tonnellata di cemento CEM I 52,5 R .....	28
Tabella 49: Risultati contenuto di carbonio biogenico al cancello dello stabilimento per tonnellata di cemento CEM I 52,5 R .....	28
Tabella 50: Risultati indicatori centrali di impatto ambientale per tonnellata di cemento CEM II/A-LL 32,5 R.....	29
Tabella 51: Risultati indicatori di impatto ambientale aggiuntivi per tonnellata di cemento CEM II/A-LL 32,5 R .....	29
Tabella 52: Risultati parametri per la descrizione dell'utilizzo delle risorse per tonnellata di cemento CEM II/A-LL 32,5 R.....	30
Tabella 53: Risultati categorie di rifiuti e flussi in uscita per tonnellata di cemento CEM II/A-LL 32,5 R.....	30
Tabella 54: Risultati contenuto di carbonio biogenico al cancello dello stabilimento per tonnellata di cemento CEM II/A-LL 32,5 R.....	30
Tabella 55: Risultati indicatori centrali di impatto ambientale per tonnellata di cemento CEM II/A-LL 42,5 R a CEM II/A-LL 42,5 R - ARS ...	31
Tabella 56: Risultati indicatori centrali di impatto ambientale per tonnellata di cemento CEM II/A-LL 42,5 R e CEM II/A-LL 42,5 R - ARS ...	31
Tabella 57: Risultati indicatori centrali di impatto ambientale per tonnellata di cemento CEM II/A-LL 42,5 R e CEM II/A-LL 42,5 R - ARS ...	32
Tabella 58: Risultati indicatori centrali di impatto ambientale per tonnellata di cemento CEM II/A-LL 42,5 R e CEM II/A-LL 42,5 R - ARS ...	32
Tabella 59: Risultati indicatori centrali di impatto ambientale per tonnellata di cemento CEM II/A-LL 42,5 R e CEM II/A-LL 42,5 R - ARS ...	32
Tabella 60: Risultati indicatori centrali di impatto ambientale per tonnellata di cemento CEM II/A-M (LL-S) 42,5 R - MRS.....	33
Tabella 61: Risultati indicatori di impatto ambientale aggiuntivi per tonnellata di cemento CEM II/A-M (LL-S) 42,5 R - MRS.....	33
Tabella 62: Risultati parametri per la descrizione dell'utilizzo delle risorse per tonnellata di cemento CEM II/A-M (LL-S) 42,5 R - MRS.....	34
Tabella 63: Risultati categorie di rifiuti e flussi in uscita per tonnellata di cemento CEM II/A-M (LL-S) 42,5 R - MRS.....	34
Tabella 64: Risultati contenuto di carbonio biogenico al cancello dello stabilimento per tonnellata di cemento CEM II/A-M (LL-S) 42,5 R - MRS .....	34
Tabella 65: Risultati indicatori centrali di impatto ambientale per tonnellata di cemento CEM II/B-LL 32,5 R.....	35
Tabella 66: Risultati indicatori di impatto ambientale aggiuntivi per tonnellata di cemento CEM II/B-LL 32,5 R .....	35
Tabella 67: Risultati parametri per la descrizione dell'utilizzo delle risorse per tonnellata di cemento CEM II/B-LL 32,5 R .....	36
Tabella 68: Risultati categorie di rifiuti e flussi in uscita per tonnellata di cemento CEM II/B-LL 32,5 R .....	36
Tabella 69: Risultati contenuto di carbonio biogenico al cancello dello stabilimento per tonnellata di cemento CEM II/B-LL 32,5 R.....	36
Tabella 70: Risultati indicatori centrali di impatto ambientale per tonnellata di cemento CEM II/C-M (S-LL) 32,5 R .....	38
Tabella 71: Risultati indicatori di impatto ambientale aggiuntivi per tonnellata di cemento CEM II/C-M (S-LL) 32,5 R.....	38
Tabella 72: Risultati parametri per la descrizione dell'utilizzo delle risorse per tonnellata di cemento CEM II/C-M (S-LL) 32,5 R .....	39
Tabella 73: Risultati categorie di rifiuti e flussi in uscita per tonnellata di cemento CEM II/C-M (S-LL) 32,5 R .....	39
Tabella 74: Risultati contenuto di carbonio biogenico al cancello dello stabilimento per tonnellata di cemento CEM II/C-M (S-LL) 32,5 R ..	39
Tabella 75: Risultati indicatori centrali di impatto ambientale per tonnellata di cemento CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N.....	40
Tabella 76: Risultati indicatori di impatto ambientale aggiuntivi per tonnellata di cemento CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N .....	40
Tabella 77: Risultati parametri per la descrizione dell'utilizzo delle risorse per tonnellata di cemento CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N .....	41
Tabella 78: Risultati categorie di rifiuti e flussi in uscita per tonnellata di cemento CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N.....	41
Tabella 79: Risultati contenuto di carbonio biogenico al cancello dello stabilimento per tonnellata di cemento CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N ..	41
Tabella 80: Risultati indicatori centrali di impatto ambientale per tonnellata di cemento CEM III/A 42,5 N - ARS .....	43
Tabella 81: Risultati indicatori di impatto ambientale aggiuntivi per tonnellata di cemento CEM III/A 42,5 N - ARS .....	43
Tabella 82: Risultati parametri per la descrizione dell'utilizzo delle risorse per tonnellata di cemento CEM III/A 42,5 N - ARS.....	44
Tabella 83: Risultati categorie di rifiuti e flussi in uscita per tonnellata di cemento CEM III/A 42,5 N - ARS.....	44
Tabella 84: Risultati contenuto di carbonio biogenico al cancello dello stabilimento per tonnellata di cemento CEM III/A 42,5 N-LL .....	44
Tabella 85: Risultati indicatori centrali di impatto ambientale per tonnellata di cemento CEM IV/A (P) 42,5 R - ARS .....	46
Tabella 86: Risultati indicatori di impatto ambientale aggiuntivi per tonnellata di cemento CEM IV/A (P) 42,5 R - ARS.....	46
Tabella 87: Risultati parametri per la descrizione dell'utilizzo delle risorse per tonnellata di cemento CEM IV/A (P) 42,5 R - ARS.....	47
Tabella 88: Risultati categorie di rifiuti e flussi in uscita per tonnellata di cemento CEM IV/A (P) 42,5 R - ARS.....	47
Tabella 89: Risultati contenuto di carbonio biogenico al cancello dello stabilimento per tonnellata di cemento CEM IV/A (P) 42,5 R - ARS	47
Tabella 90: Risultati indicatori centrali di impatto ambientale per tonnellata di cemento AKADUR I.....	49
Tabella 91: Risultati indicatori di impatto ambientale aggiuntivi per tonnellata di cemento AKADUR I .....	49
Tabella 92: Risultati parametri per la descrizione dell'utilizzo delle risorse per tonnellata di cemento AKADUR I.....	50
Tabella 93: Risultati categorie di rifiuti e flussi in uscita per tonnellata di cemento AKADUR I.....	50
Tabella 94: Risultati contenuto di carbonio biogenico al cancello dello stabilimento per tonnellata di cemento AKADUR I.....	50
Tabella 95: Risultati indicatori centrali di impatto ambientale per tonnellata di cemento GROUND BINDER .....	52
Tabella 96: Risultati indicatori di impatto ambientale aggiuntivi per tonnellata di cemento GROUND BINDER.....	52
Tabella 97: Risultati parametri per la descrizione dell'utilizzo delle risorse per tonnellata di cemento GROUND BINDER.....	53
Tabella 98: Risultati categorie di rifiuti e flussi in uscita per tonnellata di cemento GROUND BINDER .....	53
Tabella 99: Risultati contenuto di carbonio biogenico al cancello dello stabilimento per tonnellata di cemento GROUND BINDER .....	53
Tabella 100: Classificazione degli avvertimenti relativi agli indicatori di impatto ambientale centrali e aggiuntivi dichiarati .....	55

## 8.3 Abbreviazioni

### 8.3.1 Abbreviazioni come dalla norma ÖNORM EN 15804

EPD	Dichiarazione ambientale di prodotto (en: environmental product declaration)
PCR	Regole di categoria di prodotto (en: product category rules)
LCA	Bilancio energetico, analisi del ciclo di vita (en: life cycle assessment)
LCI	Analisi dell'inventario del ciclo di vita (en: life cycle inventory analysis)
LCIA	Bilancio energetico, analisi del ciclo di vita (en: life cycle assessment)
RSL	Vita utile di riferimento (en: reference service life)
ESL	Vita utile di riferimento (en: reference service life)
EPBD	Direttiva sulla prestazione energetica nell'edilizia (en: Energy Performance of Buildings Directive)
GWP	Potenziale di riscaldamento globale (en: global warming potential)
ODP	Potenziale di riduzione dell'ozono stratosferico (en: depletion potential of the stratospheric ozone layer)
AP	Potenziale di acidificazione del suolo e dell'acqua (en: acidification potential of soil and water)
EP	Potenziale di eutrofizzazione (en: eutrophication potential)
POCP	Potenziale di formazione di ozono troposferico (en: formation potential of tropospheric ozone)
ADP	Potenziale di esaurimento delle risorse abiotiche (en: abiotic depletion potential)"

### 8.3.2 Abbreviazioni tratte dalle PCR attuali

Marcatura CE	francese Communauté Européenne = «Comunità europea» o Conformité Européenne, a senso: «Conformità con le direttive dell'UE»
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (it: Regolamento concernente la registrazione, valutazione, autorizzazione e restrizione delle sostanze chimiche)

 <p>Bau-EPD Baustoffe mit Transparenz</p>	<p><b>Proprietario ed editore</b></p> <p>Bau EPD GmbH Seidengasse 13/3 1070 Vienna Austria</p> <p>Tel +43 699 15 900 500 Mail office@bau-epd.at Web www.bau-epd.at</p>
 <p>Bau-EPD Baustoffe mit Transparenz</p>	<p><b>Program operator</b></p> <p>Bau EPD GmbH Seidengasse 13/3 1070 Vienna Austria</p> <p>Tel +43 699 15 900 500 Mail office@bau-epd.at Web www.bau-epd.at</p>
	<p><b>Studio LCA realizzato da:</b></p> <p>floGeco GmbH Hinteranger 61d A-6161 Natters Austria</p> <p>Tel +43 664 13 51 523 Fax Mail <a href="mailto:office@flogeco.com">office@flogeco.com</a> Web <a href="http://www.flogeco.com">www.flogeco.com</a></p>
 <p>Alpacem ITALIA</p>	<p><b>Titolare della dichiarazione</b></p> <p>Alpacem Cementi Italia Spa I-33078 San Vito al Tagliamento Via Castelnovo del Friuli 1 Italia</p> <p>Tel +39 0434 84 4444 Fax Mail <a href="mailto:cementi@alpacem.it">cementi@alpacem.it</a> Web <a href="https://alpacem.it">https://alpacem.it</a></p>

\*\*\*\*\*

**Attestato di conformità:**

Per la conformità della traduzione italiana con il documento originale in lingua tedesca, l'interprete giurato presso il Tribunale di Graz.

Graz, 26/07/2024

Mag. Florika Griessner  
Allgemein beeidigt und gerichtlich zertifiziert beim Landesgericht Graz  
(Interprete certificata e giurata presso il Tribunale di Graz)

\*\*\*\*\*