



C E M E N T I
COSTANTINOPOLI

ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION

Nome prodotto:

Cementi pozzolanici TENACEM 32,5 R e TENACEM 42,5 R

Sito produttivo:

S.S. 93 km 76, 85022 Barile (PZ)



*La presente è EPD conforme con PCR ICMQ-001/15 – ver.2.1 03/06/19,
EN 15804:2014 e ISO 14025:2010*

Publisher: Cementeria Costantinopoli s.r.l.

Programme operator: EPDItaly

Numero di registrazione: EPDITALY 0067

Numero di registrazione ECO Platform: 00000951

Numero di dichiarazione: ver. 3

Data di rilascio: 25 giugno 2019

Data di validità: 25 giugno 2024

INFORMAZIONI GENERALI

RIFERIMENTI DELL'EPD

PROPRIETARIO DELL'EPD: CEMENTERIA COSTANTINOPOLI s.r.l.

SITO PRODUTTIVO: S.S. 93 km 76, 85022 Barile (PZ)

PROGRAM OPERATOR: EPDIItaly, Via Gaetana De Castillia 10, 20124 MILANO – ITALIA

VERIFICA DI PARTE TERZA

La presente dichiarazione è sviluppata secondo il programma EPDIItaly, in accordo con il General Program Information; la versione completa del regolamento e ulteriori informazioni sono disponibili presso www.epditaly.it.

La norma EN 15804:2012+A1:2013 costituisce il riferimento quadro per le PCR (PCR ICMQ-001/15 – ver.2.1 03/06/19)

Verifica indipendente della dichiarazione e dei dati, secondo la EN ISO 14025:2010:

Interna

Esterna

Verifica di terza parte eseguita da: ICMQ SpA, Via De Castillia 10, 20124 Milano (www.lcmq.it)

Dichiarazioni di prodotti appartenenti alla medesima categoria non sono confrontabili. In particolare, EPD di prodotti da costruzione potrebbero non essere confrontabili se non conformi alla normativa EN 15804:2012+A1:2013

RESPONSABILITÀ

Cementeria Costantinopoli s.r.l. solleva EPDIItaly da qualunque inosservanza della legislazione ambientale. Il titolare della dichiarazione sarà responsabile per le informazioni e gli elementi di prova giustificativi; EPDIItaly declina ogni responsabilità riguardo alle informazioni del fabbricante, ai dati e ai risultati della valutazione del ciclo di vita.

PRODUCT CATEGORY RULES

- PCR ICMQ-001/15 – ver.2.1 03/06/19 – Prodotti da costruzione e servizi per costruzioni
Nel documento si è inoltre fatto utile riferimento a:
- EN 15804:2012+A1:2013 “Sustainability of construction works - Environmental product declarations Core rules for the product category of construction products”;
- EN 16908:2017 “Cement and building lime – Environmental product declarations — Product category rules complementary to EN 15804”.

CONTATTI

Michele Fusco
Cementeria Costantinopoli s.r.l.
S.S. 93 km 76, 85022 Barile (PZ)
Tel. +39 0972 081596
E-mail michele.fusco@cementicostantinopoli.it

OBIETTIVI DELL'EPD

La Dichiarazione Ambientale di Prodotto (Environmental Product Declaration, **EPD**), è uno schema di certificazione volontaria ed è un documento che descrive in modo trasparente, oggettivo e comparabile l'impatto ambientale di un determinato prodotto o servizio.

Le prestazioni ambientali riportate nelle pagine seguenti sono relative alle fasi di estrazione/produzione di materie prime, combustibili ed alle relative operazioni di trasporto (A1 - A2 /Up-Stream Processes), oltre che alle attività svolte all'interno dello stabilimento (A3 - Core Processes), così come previsto dalla norma EN 15804.

Questo tipo di approccio adottato per lo studio LCA è del tipo "dalla culla al cancello".

PANORAMICA MODULI

FASE DI PRODUZIONE			FASE DI COSTRUZIONE		FASE DI UTILIZZO							FASE DI FINE VITA				BENEFICI E CARICHI OLTRE I CONFINI DEL
ESTRAZIONE E LAVORAZIONE DELLE MATERIE PRIME	TRASPORTO AL SITO DI PRODUZIONE	PRODUZIONE	TRASPORTO AL CANTIERE	MESSA IN OPERA	UTILIZZO	MANUTENZIONE	RIPARTIZIONE	SOSTITUZIONE	RISTRUTTURAZIONE	CONSUMO DI ENERGIA DURANTE L'UTILIZZO	CONSUMO DI ACQUA DURANTE L'UTILIZZO	SMANTELLAMENTO, DEMOLIZIONE	TRASPORTO DEI RIFIUTI DI DEMOLIZIONE	TRATTAMENTO	SMALTIMENTO DEI RIFIUTI	POTENZIALE DI RIUTILIZZO, RECUPERO E/O RICICLO, ESPRESSO IN TERMINI DI IMPATTI E BENEFICI NETTI
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
X	X	X	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND

MND: Modulo non dichiarato

Tab. 1 Panoramica dei moduli di uno studio LCA

SCOPO DELL'EPD

- EPD (*Environmental Product Declaration*) è uno strumento pensato per migliorare la comunicazione ambientale fra produttori, da un lato (*business to business B2B*), e distributori e consumatori, dall'altro (*business to consumers B2C*).
- Pur mantenendo l'attenzione al prodotto, sia esso bene o servizio, le aziende hanno la possibilità di comunicare le proprie strategie e l'impegno ad orientare la produzione nel rispetto dell'ambiente valorizzando il prodotto stesso.

Lo studio LCA finalizzato è stato realizzato utilizzando il software GaBi, un programma convalidato che permette la modellazione dei processi produttivi, e tale modellazione è in linea con i principi di orientamento globale SETAC per i database di valutazione del ciclo di vita.

SOFTWARE: GaBi Software versione 8.5 del 2018.

DATABASE: GaBi Database professional 2017; Extension database XIV: Construction materials

VALDITA' GEOGRAFICA DELL'EPD: Italia, paesi europei

TIPO DI EPD: EPD di prodotto (III Tipo)

L'AZIENDA

La **Cementeria Costantinopoli S.r.l.** pur essendo una società ufficialmente costituita agli inizi del 1990 ha radici profonde nel tempo. Essa è frutto dell'evoluzione dell'attività imprenditoriale di coltivazione di pozzolana iniziata dal sig. Canio Rabasco, nei primi anni sessanta.

In seguito, la sempre più consistente domanda di pozzolana proveniente dalle industrie del cemento, ha avvalorato l'idea dell'elevato potenziale, insito nella disponibilità e nelle caratteristiche di questa materia prima, portando i sig.ri Rabasco a realizzare investimenti mirati a dare maggior valore aggiunto alla stessa con la conseguente realizzazione degli attuali impianti di produzione di calcestruzzo, clinker e cementi.

La Cementeria Costantinopoli S.r.l. oggi operante nelle seguenti attività:

- estrazione di pozzolana presso la cava di proprietà sita in Barile (PZ);
- estrazione di calcare presso la cava di proprietà sita in Minervino Murge (BA);
- estrazione di argilla presso la cava di proprietà sita in Ruvo del Monte (PZ);
- produzione di clinker con un forno a torre a 5 stadi con precalcinatore;
- produzione di leganti cementizi;
- produzione e vendita di calcestruzzi preconfezionati;
- trasporti.



IL PRODOTTO

Dal punto di vista chimico si tratta in generale di una miscela di silicati di calcio e alluminati di calcio, ottenuti dalla cottura ad alta temperatura di calcare e argilla.

Il materiale ottenuto denominato *clinker* di portland, viene finemente macinato e addizionato con gesso ed altri tipi di inerti con la funzione di ritardante di presa.

E' un legante idraulico che, opportunamente dosato e miscelato con aggregato e acqua, reagisce dando origine ad una massa progressivamente indurente, caratterizzata dalla proprietà di legare solidi inerti, come sabbie e ghiaie, per formare conglomerati cementizi, componenti base di ogni struttura edile.

La Cementeria Costantinopoli produce 5 tipi di cemento, rispondenti alle caratteristiche prestazionali previste dalla norma EN 197-1.

I cementi oggetto del presente EPD sono cementi alla pozzolana.

Cemento portland alla pozzolana	Norma	Prestazione	Tipo di imballo
TENACEM 32,5	EN 197-1:2011	CEM IV/B-P 32,5 R	Sacco e sfuso
TENACEM 42,5		CEM II/B-P 42,5 R	Sacco e sfuso

Tab. 2 Cementi prodotti

Nel prodotto Cemento non sono presenti sostanze ad elevato grado di preoccupazione (SVHC) contemplate nella "Candidate List of Substances of Very High Concern for Authorisation" di ECHA (European Chemicals Agency) in concentrazioni maggiori allo 0.1% in peso. A questo scopo l'azienda ha fornito le analisi dettagliate effettuate sul prodotto nel 2018 come da certificati allegati.

Il prodotto è riferibile al codice CPC: 374 (Cement, lime and plaster).

IL CICLO DI PRODUZIONE

- Estrazione materie prime e produzione dei correttivi
- Estrazione e produzione dei combustibili
- Trasporto delle materie prime, dei correttivi e dei combustibili
- Preomogeneizzazione delle materie prime
- Macinazione delle materie prime e produzione della “farina cruda”
- Omogeneizzazione e stoccaggio della “farina”
- Cottura – produzione clinker
- Stoccaggio clinker
- Macinazione miscela clinker-correttivi-produzione cemento
- Stoccaggio e insaccatura cemento
- Spedizione cemento sfuso o in sacco

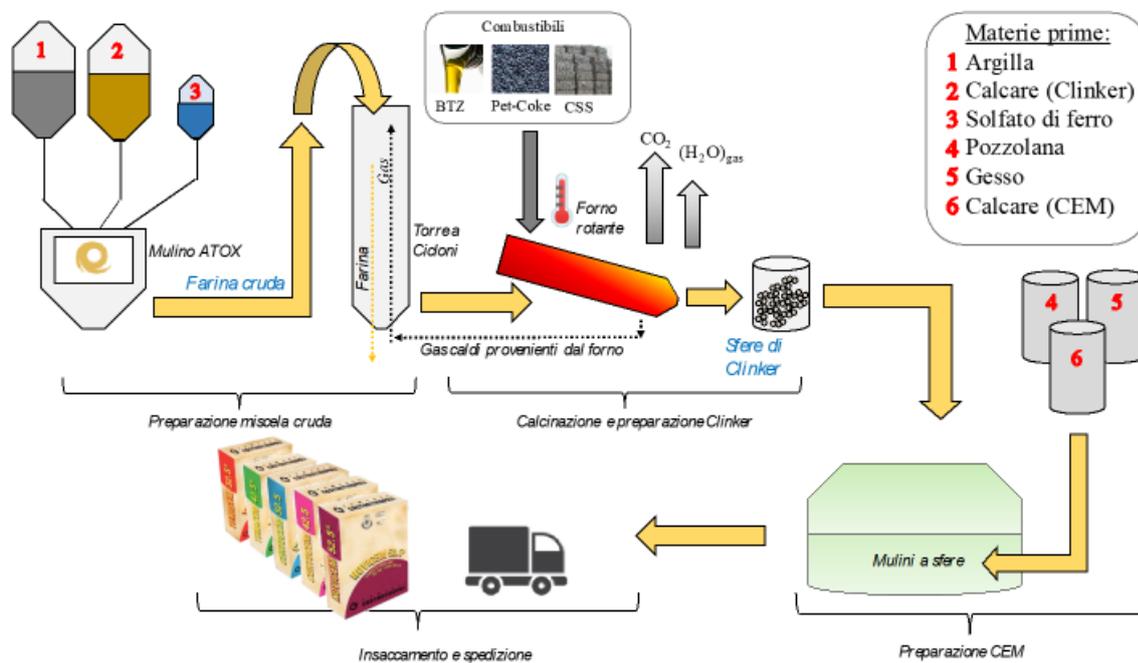


Figura 1 Schema rappresentativo del ciclo di produzione

LA COMPOSIZIONE

La composizione media dei cementi oggetto della presente EPD è mostrata nella seguente tabella:

COMPOSIZIONE MEDIA DEI CEMENTI ALLA POZZOLANA		
MATERIE PRIME	CALCARE	51,1%
	ARGILLA	20,4%
	POZZOLANA	23,1%
	GESSO	4,1%
	MINERALE DI FERRO	1,3%
RICICLO INTERNO	POLVERI, CENERI VOLANTI	(*)
		100%
(*) E' presente un impianto di filtrazione/abbattimento polveri che vengono reintrodotti come inerti nel ciclo di produzione del clinker		

Tab. 3 Composizione media dei cementi

La tabella seguente riporta la ripartizione media del combustibile per la produzione di clinker utilizzato nella formulazione dei cementi oggetto della presente EPD.

COMBUSTIBILE		
COMBUSTIBILI TRADIZIONALI	POLVERINO DI CARBONE	59,4%
	OLIO COMBUSTIBILE PESANTE	0,6%
	METANO	0,6%
COMBUSTIBILI ALTERNATIVI	CSS	39,4%
		100%

Tab. 4 Ripartizione combustibile per produzione clinker

I CONFINI DEL SISTEMA

I confini del sistema di questo studio di valutazione del ciclo di vita sono “dalla culla al cancello”, dal momento che i moduli dichiarati sono A1, A2 e A3, così come previsto dalla norma EN 15804:2014:

- **A1** - Estrazione e lavorazione delle materie prime ed ausiliarie, consumi energetici;
- **A2** - Trasporto al sito di produzione e trasporto interno;
- **A3** - Processo di produzione del blocco AAC.

CARATTERISTICHE DEL SISTEMA - CEMENTO ALLA POZZOLANA	
UNITÀ DICHIARATA	1.000 kg di cemento
PERIODO DI RIFERIMENTO	Gennaio - dicembre 2018
STABILIMENTO	CEMENTERIA COSTANTINOPOLI s.r.l. - BARILE (PZ)
CONFINI DEL SISTEMA	dall'estrazione delle materie prime alla produzione del cemento / "dalla culla al cancello"
PRODUZIONE TOTALE	219.956

Tab. 5 Caratteristiche del sistema

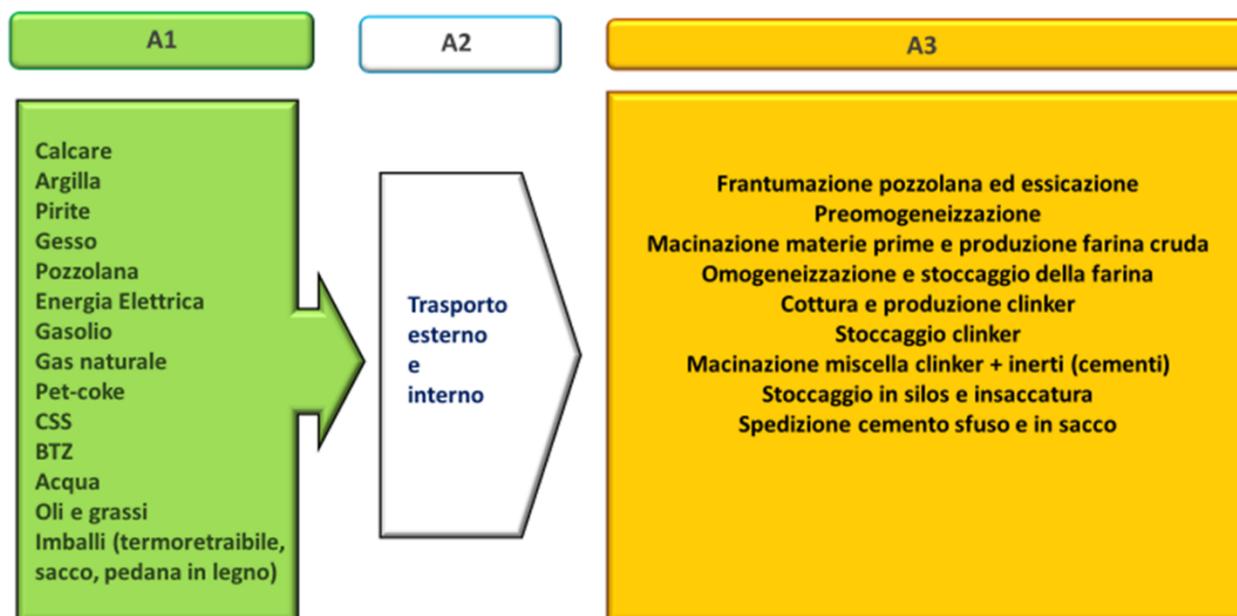


Figura 2 Schematizzazione dei confini del sistema A1-A3

LE PRESTAZIONI AMBIENTALI

In base alla norma UNI EN 15804:2014 la valutazione di impatto è stata condotta per le seguenti categorie:

- Esaurimento delle risorse abiotiche fossili (ADPF)
- Esaurimento delle risorse abiotiche (ADP)
- Acidificazione del suolo e dell'acqua (AP)
- Riduzione dello strato di ozono (ODP)
- Riscaldamento globale (GWP orizzonte temporale 100 anni)
- Eutrofizzazione (EP)
- Creazione di ozono fotochimico (POCP).

Nelle tabelle seguenti, si riportano gli indicatori ambientali con relative unità di misura ascrivibili alla produzione di 1.000 kg di cemento per ogni tipologia di cemento prodotto.

CEM IV/B-P 32,5 R					
IMPATTO AMBIENTALE					
Parametri	u.m.	Tot LCA	A1	A2	A3
ADPE - Potenziale di esaurimento abiotico delle risorse non fossili	kg Sb _{eq}	6,49E-05	6,45E-05	3,85E-07	0,00E+00
ADPF - Potenziale di esaurimento abiotico delle risorse fossili	MJ (*)	6,99E+03	6,93E+03	6,26E+01	0,00E+00
AP - Potenziale di acidificazione del suolo e dell'acqua	kg SO ₂ eq.	3,99E+00	1,66E+00	1,55E-02	2,31E+00
EP - Potenziale di eutrofizzazione	kg PO ₄ ³⁻ eq.	3,97E-01	1,47E-01	3,85E-03	2,47E-01
GWP - Potenziale di riscaldamento globale	kg CO ₂ eq.	8,19E+02	5,21E+02	4,60E+00	2,93E+02
ODP - Potenziale di riduzione dell'ozono atmosferico	kg CFC ₁₁ eq.	2,03E-10	2,03E-10	1,85E-13	0,00E+00
POCP - Potenziale di formazione di ozono fotochimico	kg C ₂ H ₄ eq.	-2,55E-01	1,27E-01	-5,64E-03	-3,76E-01

(*) Potere calorifico inferiore

Tab. 4a Indicatori di impatto ambientale

CEM II/B-P 42,5 R					
IMPATTO AMBIENTALE					
Parametri	u.m.	Tot LCA	A1	A2	A3
ADPE - Potenziale di esaurimento abiotico delle risorse non fossili	kg Sb _{eq}	7,34E-05	7,30E-05	4,66E-07	0,00E+00
ADPF - Potenziale di esaurimento abiotico delle risorse fossili	MJ (*)	7,85E+03	7,78E+03	7,60E+01	0,00E+00
AP - Potenziale di acidificazione del suolo e dell'acqua	kg SO ₂ eq.	4,41E+00	2,08E+00	1,83E-02	2,31E+00
EP - Potenziale di eutrofizzazione	kg PO ₄ ³⁻ eq.	4,26E-01	1,75E-01	4,51E-03	2,47E-01
GWP - Potenziale di riscaldamento globale	kg CO ₂ eq.	1,04E+03	6,24E+02	5,59E+00	4,12E+02
ODP - Potenziale di riduzione dell'ozono atmosferico	kg CFC ₁₁ eq.	2,39E-10	2,39E-10	2,25E-13	0,00E+00
POCP - Potenziale di formazione di ozono fotochimico	kg C ₂ H ₄ eq.	-2,23E-01	1,60E-01	-6,61E-03	-3,76E-01

(*) Potere calorifico inferiore

Tab. 5a Indicatori di impatto ambientale

A seguire le tabelle relative al consumo di risorse energetiche.

CEM IV/B-P 32,5 R					
CONSUMO DI RISORSE					
Parametri	u.m.	Tot LCA	A1	A2	A3
Consumo di energia primaria rinnovabile (PERE)	MJ (*)	1237	1234	3	0
Consumo di risorse energetiche primarie rinnovabili impiegate come materie prime (PERM)	MJ (*)	0	0	0	0
Consumo totale di risorse energetiche primarie rinnovabili (PERT)	MJ (*)	1237	1234	3	0
Consumo di energia primaria non rinnovabile (PENRE)	MJ (*)	7226	7163	63	0
Consumo di risorse energetiche primarie non rinnovabili impiegate come materie prime (PENRM)	MJ (*)	0	0	0	0
Consumo totale di risorse energetiche primarie non rinnovabili (PENRT)	MJ (*)	7226	7163	63	0
Consumo di materie seconde	kg	INA	INA	INA	INA
Consumo di combustibili secondari da fonte rinnovabile	MJ (*)	INA	INA	INA	INA
Consumo di combustibili secondari da fonte non rinnovabile	MJ (*)	INA	INA	INA	INA
Utilizzo di acqua dalla rete idrica (FW)	m ³	2,24	2,10	0,01	0,13

(*) *Potere calorifico inferiore*

Tab. 6a Indicatori Consumo risorse

CEM II/B-P 42,5 R
CONSUMO DI RISORSE

Parametri	u.m.	Tot LCA	A1	A2	A3
Consumo di energia primaria rinnovabile (PERE)	MJ (*)	1462	1458	4	0
Consumo di risorse energetiche primarie rinnovabili impiegate come materie prime (PERM)	MJ (*)	0	0	0	0
Consumo totale di risorse energetiche primarie rinnovabili (PERT)	MJ (*)	1462	1458	4	0
Consumo di energia primaria non rinnovabile (PENRE)	MJ (*)	8145	8069	76	0
Consumo di risorse energetiche primarie non rinnovabili impiegate come materie prime (PENRM)	MJ (*)	0	0	0	0
Consumo totale di risorse energetiche primarie non rinnovabili (PENRT)	MJ (*)	8145	8069	76	0
Consumo di materie seconde	kg	INA	INA	INA	INA
Consumo di combustibili secondari da fonte rinnovabile	MJ (*)	INA	INA	INA	INA
Consumo di combustibili secondari da fonte non rinnovabile	MJ (*)	INA	INA	INA	INA
Utilizzo di acqua dalla rete idrica (FW)	m ³	2,91	2,77	0,01	0,13

 (*) *Potere calorifico inferiore*
Tab. 6b Indicatori Consumo risorse

Infine, le tabelle relative ai rifiuti generati e ai flussi in uscita.

CEM IV/B-P 32,5 R					
RIFIUTI GENERATI E FLUSSI IN USCITA					
Parametri	u.m.	Tot LCA	A1	A2	A3
HWD - Rifiuti pericolosi smaltiti	kg	1,36E-04	1,32E-04	3,39E-06	0E+00
NHWD - Rifiuti non pericolosi smaltiti	kg	1,92E+01	1,92E+01	5,04E-03	0E+00
RWD - Rifiuti radioattivi smaltiti	kg	9,20E-02	9,19E-02	1,28E-04	0E+00
CRU - Componenti per il riutilizzo	kg	INA	INA	INA	INA
MFR - Materiali per il riciclo	kg	INA	INA	INA	INA
MER - Materiali per il recupero energetico	kg	INA	INA	INA	INA
EEE- Energia esportata	MJ	INA	INA	INA	INA

Tab. 7a Rifiuti generati e flussi in uscita

CEM II/B-P 42,5 R					
RIFIUTI GENERATI E FLUSSI IN USCITA					
Parametri	u.m.	Tot LCA	A1	A2	A3
HWD - Rifiuti pericolosi smaltiti	kg	1,37E-04	1,33E-04	4,11E-06	0E+00
NHWD - Rifiuti non pericolosi smaltiti	kg	2,69E+01	2,69E+01	6,12E-03	0E+00
RWD - Rifiuti radioattivi smaltiti	kg	1,14E-01	1,14E-01	1,56E-04	0E+00
CRU - Componenti per il riutilizzo	kg	INA	INA	INA	INA
MFR - Materiali per il riciclo	kg	INA	INA	INA	INA
MER - Materiali per il recupero energetico	kg	INA	INA	INA	INA
EEE- Energia esportata	MJ	INA	INA	INA	INA

Tab. 7a Rifiuti generati e flussi in uscita

Analisi di sensitività dei dati

Lo studio LCA dei cementi è stato effettuato inserendo nel software di calcolo GaBi dei **valori noti e puntuali della quantità di materie prime** necessarie per la produzione di un 1.000 kg di cemento finito.

Considerando che per ciascuna delle materie prime esiste un range di tollerabilità delle suddette quantità, si è resa necessaria un'analisi di sensitività dei risultati a valle del modello.

Le tabelle seguenti mostrano come la variazione delle quantità (tolleranza) delle materie prime incide sulla variazione della deviazione standard degli indicatori ambientali.

CEM IV/B-P 32,5 R						
Materie prime	Tolleranza	GWP	AP	EP	ODP	POCP
	±%					
Argilla	3	0,05	0,22	0,06	0,09	0,05
Calcare (Clinker)	3	0,02	0,06	0,05	0,18	0,01
Silicato di ferro	0,5	0	0,21	0,14	0,32	0,26
Calcare (CEM)	-	-	-	-	-	-
Clinker	1,7	0,74	1,74	0,58	0,85	0,82
Gesso	0,2	0	0	0	0	0
Pozzolana	1,7	0	0	0	0	0

Tab. 8a Analisi di sensitività dei dati

Il grafico sottostante mostra il confronto tra i valori di deviazione standard degli indicatori di impatto ricavati per ciascuna materia prima:

Il clinker con i suoi componenti sono i principali elementi che influenzano i parametri di impatto ambientale; tra i componenti del clinker il silicato di ferro influenza tutti i parametri ambientali eccetto il GWP.

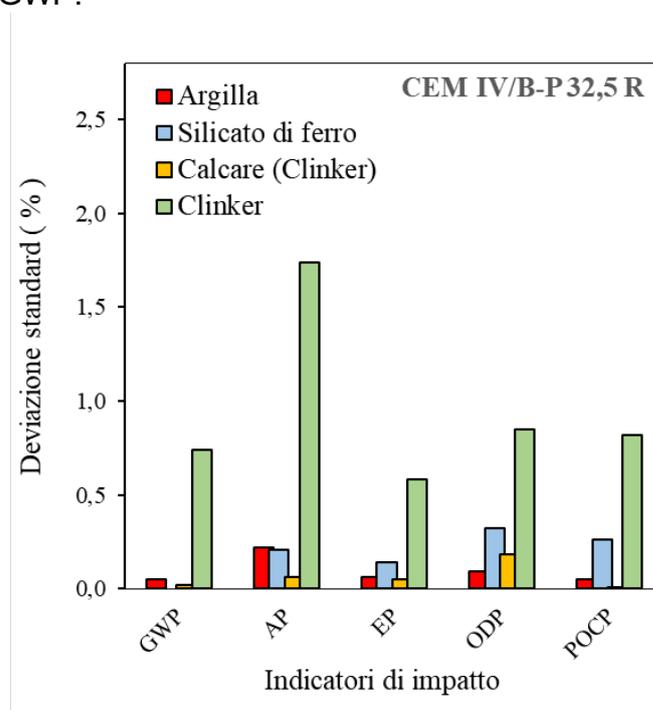


Figure 3a Grafico dell'analisi di sensitività

CEM II/B-P 42,5 R						
Materie prime	Tolleranza	GWP	AP	EP	ODP	POCP
	±%					
Argilla	3	0,21	0,05	0,09	0,06	0,05
Calcare (Clinker)	3	0,06	0,03	0,19	0,06	0,01
Silicato di ferro	0,5	0,2	0,22	0,33	0,15	0,28
Calcare (CEM)	2,3	0	0	0	0	0
Clinker	0,7	1,8	0,76	0,88	0,6	0,87
Gesso	2,4	0	0	0	0	0
Pozzolana	-	0	0	0	0	0

Tab. 8b Analisi di sensitività dei dati

Il grafico sottostante mostra il confronto tra i valori di deviazione standard degli indicatori di impatto ricavati per ciascuna materia prima:

Il clinker con i suoi componenti sono i principali elementi che influenzano i parametri di impatto ambientale; tra i componenti del clinker è dominante il silicato di ferro.

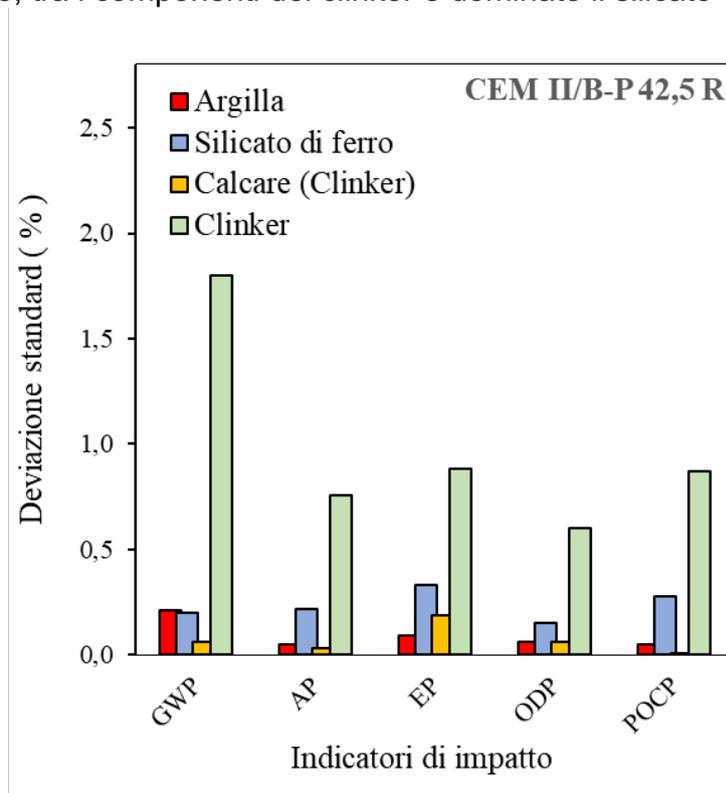


Figure 4b Grafico dell'analisi di sensitività

ATTIVITA' DI RIDUZIONE DELL'IMPATTO AMBIENTALE

L'azienda prevede di istituire un sistema di monitoraggio accurato dei consumi di carburante al fine di ottimizzare i trasporti eseguiti con la propria flotta di automezzi, riducendo, conseguentemente le emissioni di CO2 correlate.

RICICLO POTENZIALE

Il cemento viene prevalentemente impiegato come materia prima per la produzione di conglomerati cementizi, premiscelati e malte.

Nelle schede di sicurezza dei cementi sono riportate, in modo dettagliato, le modalità d'uso e le misure preventive per evitare ogni potenziale rischio per la salute e la sicurezza dei lavoratori ed impatti ambientali negativi.

Per quanto riguarda la fase di fine vita dei manufatti in cemento, la vita operativa è strettamente legata alla tipologia del manufatto edilizio; e l'attività finale di demolizione dell'edificio o dell'infrastruttura è finalizzata al massimo recupero dei materiali residuali (aggregati, inerti e mattoni)

nello stesso ciclo del cemento e/o del calcestruzzo.



Riferimenti

UNI EN ISO 14020	Etichette e dichiarazioni ambientali - Principi generali
UNI EN ISO 14025	Etichette e dichiarazioni ambientali - Dichiarazioni ambientali di Tipo III - Principi e procedure
EN ISO 14040:2006	Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento
EN ISO 14044:2018	Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Requisiti e linee guida
UNI EN 15804:2014	Sostenibilità delle costruzioni - Dichiarazioni ambientali di prodotto - Regole quadro di sviluppo per categoria di prodotto
UNI EN 16908:2017	Cemento e calce da costruzione – Dichiarazioni ambientali di prodotto – Regole di categoria di prodotto complementari alla EN 15804
UNI EN 197-1:2011	Cemento - Parte 1: Composizione, specifiche e criteri di conformità per cementi comuni
Regolamento EPD ITALY	Regolamento del Programma EPDItaly_ver.4 03/06/2019
PCR ICMQ-001/15 ver.2.1 03/06/19	– Prodotti da costruzione e servizi per costruzioni

Glossario

Riduzione dello strato di ozono	Effetti distruttivi nell'atmosfera dello strato di ozono sopra un orizzonte temporale di 20 anni
Acidificazione	Incremento dell'acidità dell'acqua e del suolo
Eutrofizzazione	Eccessivo livello di macronutrienti nell'ambiente a causa di emissioni di nutrienti nell'aria, nell'acqua e nel suolo
Ossidazione fotochimica	Ossidazione di composti volatili in presenza di ossidi di azoto (NOx) che riducono l'ozono nella bassa atmosfera
Esaurimento abiotico	Estrazione di minerali e combustibili fossili dovuti a input nel sistema