



MEZZANZANICA^{SPA}

Mezzanzanica SPA

Rapporto LCA

per la produzione di aggregati da
recupero di rifiuti dell'azienda
Mezzanzanica SPA

Revisione: 02 Data: 18 luglio 2025
Codice Progetto: 24_57

Sommario

Sommario	i
1 Aspetti generali.....	1
1.1 Committente.....	1
1.2 Tempi sviluppo del rapporto.....	1
1.3 Riferimenti normativi.....	1
2 Obiettivo dello studio	2
2.1 Motivazioni dello studio	2
2.2 Applicazioni previste e destinatari dello studio.....	2
3 Campo di applicazione dello studio.....	3
3.1 La funzione del prodotto	3
3.1.1 Frantumato 0/20.....	3
3.1.2 Stabilizzato 0/30	5
3.1.3 Riciclato 0/70	7
3.1.4 Granulato di conglomerato Bituminoso 0/32.....	8
3.2 Unità Dichiarata	9
3.3 Confine del sistema.....	10
3.4 Criteri di cut-off ed esclusioni.....	12
4 Analisi dell'inventario del ciclo di vita	13
4.1 Descrizione del ciclo di produzione	13
4.2 Procedimenti di raccolta dei dati.....	15
4.3 Descrizione qualitativa e quantitativa di processi unitari.....	15
4.3.1 Processi di fase A1	15
4.3.2 Processi di fase A2	17
4.3.3 Processi di fase A3	17
4.4 Fonti della letteratura pubblicata	21
4.5 Procedure di calcolo	21
4.6 Validazione dei dati.....	22
4.6.1 Valutazione della qualità dei dati	22
4.6.2 Trattamento dei dati mancanti.....	22
4.7 Principi e procedimenti di allocazione.....	23
5 Valutazione dell'impatto del ciclo di vita.....	24
5.1 Le categorie di impatto e gli indicatori di categoria considerati	24
5.2 I risultati dello studio	29

Rapporto LCA per la produzione di aggregati da recupero di rifiuti dell'azienda Mezzanzanica SPA

5.2.1	Categoria d'impatto Cambiamenti Climatici.....	33
6	Interpretazione del ciclo di vita	37
6.1	Contributi	37
6.1.1	Frantumato 0/20.....	37
6.1.2	Riciclato 0/70	39
6.1.3	Stabilizzato 0/30	41
6.1.4	Granulato di conglomerato bituminoso 0/32.....	43
6.2	Analisi di sensibilità	45
6.2.1	Energia elettrica da fonte rinnovabile	45
6.3	Ipotesi e limitazioni	47
6.4	Qualità dei dati.....	47
6.4.1	Controllo di completezza	47
6.4.2	Controllo di sensibilità	48
6.4.3	Controllo di coerenza.....	48
6.4.4	Dati proxy.....	48
6.4.5	Stima dell'incertezza	49
6.5	Giudizi di esperti	50
7	Bibliografia.....	51

1 Aspetti generali

La Valutazione del ciclo di vita (Life Cycle Assessment, LCA) è un consolidato approccio metodologico alla analisi di impatto ambientale di prodotti e servizi, che consiste nella *compilazione e valutazione attraverso tutto il ciclo di vita dei flussi in entrata ed in uscita, nonché i potenziali impatti ambientali, di un sistema di prodotto*. Attraverso una LCA è dunque possibile ricostruire le fasi che caratterizzano il ciclo di vita di un prodotto/servizio (dall'approvvigionamento di materie prime, ai processi di trasformazione, al trasporto e alla distribuzione, fino all'utilizzo e/o consumo e allo smaltimento/dismissione), calcolando per ognuna di esse il potenziale impatto secondo codificati e riconosciuti indicatori di impatto ambientale (es.: effetto serra, eutrofizzazione, acidificazione, ecc.).

1.1 Committente

SCF International S.r.l. ha redatto il presente studio LCA per conto di Mezzanzanica SPA



Sede legale e produttiva:

Via Vicinale dei boschi di Ravello di Ponente, 1A,
20015 Parabiago MI

Contatti:

Telefono: +39 0331 55 2118

Mail: mezzanzanica@mezzanzanica.it

L'azienda Mezzanzanica SPA viene fondata nel 1968 a Parabiago nasce come azienda che esegue scavi per fondamenta, demolizioni di stabili e manutenzioni di strade.

Il 26 ottobre 1976 ottiene la prima iscrizione all'Albo Nazionale dei Costruttori, iniziando quindi a gareggiare ad appalti di importi più elevati.

Nel 2000, la sempre maggiore difficoltà nello smaltire il materiale proveniente dall'attività aziendale e la costante attenzione alla salvaguardia dell'ambiente danno lo spunto alla realizzazione di un innovativo impianto di trattamento di inerti.

L'azienda si è quindi specializzata nella gestione di rifiuti non pericolosi da stoccare provvisoriamente in messa in riserva e da sottoporre a recupero presso il sito medesimo al fine di ottenere materiali che hanno cessato la qualifica di rifiuto trasformandoli in aggregati riciclati utili per l'edilizia.

Il materiale conferito viene riciclato e rimesso in commercio o utilizzato direttamente dall'azienda, senza essere smaltito come rifiuto.

1.2 Tempi sviluppo del rapporto

Il rapporto è stato sviluppato tra gennaio e Aprile 2025 con dati riferiti agli anni 2023 per il frantumato 0/20 e 2024 per il riciclato 0/70, lo stabilizzato 0/30 e il Granulato di conglomerato Bituminoso 0/32.

1.3 Riferimenti normativi

Le norme di riferimento per la conduzione dello studio sono le:

Rapporto LCA per la produzione di aggregati da recupero di rifiuti dell'azienda Mezzanzanica SPA

- UNI EN ISO 14040:2020, Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento.
- UNI EN ISO 14044:2020, Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Requisiti e linee guida.

Più specificatamente, essendo lo studio finalizzato alla pubblicazione di una Dichiarazione Ambientale di Prodotto all'interno del Programma EPDItaly, per la realizzazione e la stesura del presente rapporto si è fatto riferimento ai seguenti documenti e norme internazionali:

- PCR per i prodotti da costruzione: ICMQ-001/15 rev 3.1 (conforme alla EN 15804+A2)
- Regolamento del programma EPD Italy, rev. 7.0 del 27/03/2025
- EN15804:2012+A2:2019 Sostenibilità delle costruzioni - Dichiarazioni ambientali di prodotto - Regole quadro di sviluppo per categoria di prodotto

2 Obiettivo dello studio

2.1 Motivazioni dello studio

Le motivazioni per cui Mezzanzanica SPA ha commissionato questo studio sono essenzialmente tre:

- dal punto di vista interno, proseguire nel miglioramento della produzione e gestione dei prodotti;
- dal punto di vista esterno, la possibilità di comunicare al pubblico e ai propri clienti in modo trasparente, credibile, oggettivo e confrontabile¹, il profilo ambientale degli aggregati riciclati realizzati da Mezzanzanica SPA tramite la dichiarazione ambientale di prodotto EPD, Environmental Product Declaration;
- per rispondere alle esigenze proprie e dei clienti che, per la partecipazione a bandi pubblici, richiedono prodotti certificati.

2.2 Applicazioni previste e destinatari dello studio

Lo studio LCA sarà utilizzato dal Committente per elaborare degli strumenti di comunicazione da fornire ai propri clienti (effettivi e potenziali). I risultati dello studio saranno comunicati all'esterno tramite una comunicazione ambientale conforme alla ISO 14025.

Lo studio quindi è finalizzato ad essere usato per sostenere asserzioni destinate alla divulgazione al pubblico e come tale sarà condotta una specifica convalida ai sensi della norma ISO 14025.

I risultati non sono destinati ad essere utilizzati in affermazioni comparative destinate ad essere rese pubbliche.

¹ In conformità al Regolamento del programma EPD Italy rev.7: le "EPD relative ai prodotti da costruzione potrebbero non essere confrontabili se non conformi alla EN 15804"; inoltre, possono essere messe a confronto solo EPD appartenenti allo stesso program operator e riferite alla medesima PCR di riferimento.

3 Campo di applicazione dello studio

3.1 La funzione del prodotto

Mezzanzanica SPA produce varie tipologie di aggregati riciclati per l'edilizia.

Gli utilizzi previsti degli aggregati sono:

- La realizzazione del corpo dei rilevati di opere in terra dell'ingegneria civile e costruzione di strade;
- La realizzazione di sottofondi stradali, ferroviari, aeroportuali e di piazzali civili ed industriali;
- La realizzazione di strati di fondazione, di strato di base, di strato di collegamento nonché dello strato superficiale di usura delle infrastrutture di trasporto e di piazzali civili, industriali e commerciali;
- La realizzazione di recuperi ambientali, riempimenti e colmate;
- La realizzazione di strati accessori aventi funzione anti capillare, antigelo, drenante etc;
- Il confezionamento di calcestruzzi;
- La produzione di materie prime per l'edilizia (compresa l'eventuale miscelazione con materia inerte vergine o granulato di conglomerato oppure leganti);
- La produzione di prodotti e/o manufatti per l'edilizia.

Per tutti gli utilizzi degli aggregati (naturali e riciclati) è prevista l'applicazione della Marcatura CE, come disposto dal Regolamento (UE) n.305/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011, e il rispetto della normativa tecnica specifica per la destinazione d'uso.

I prodotti oggetto di studio sono gli aggregati:

- FRANTUMATO 0/20,
- STABILIZZATO 0/30,
- RICICLATO 0/70
- GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO 0/32.

Di seguito sono descritti i prodotti analizzati.

3.1.1 Frantumato 0/20

Il frantumato 0/20 è un aggregato per calcestruzzo o per materiali non legati o legati con leganti idraulici. I rifiuti da cui viene ricavato sono cemento e misti di costruzioni e demolizioni con codici CER rispettivamente CER 17.01.01 e CER 17.09.04.

Il frantumato 0/20 è destinato all'utilizzo sia per opere pubbliche che private ed è conforme al Test di cessione (DM 186/2006 All.3).



FIGURA 1: FRANTUMATO 0/20

TABELLA 1: CARATTERISTICHE TECNICHE DEL FRANTUMATO 0/20 (COME DA NORME UNI EN 12620: AGGREGATI PER CALCESTRUZZO E UNI EN 13242: AGGREGATI PER MATERIALI NON LEGATI O LEGATI CON LEGANTI IDRAULICI)

PARAMETRO		UNI EN 12620	UNI EN 13242
Granulometria	Designazione	0/20	0/20
Forma delle particelle	Indice di appiattimento	FI 15	FI 20
Forma delle particelle	Indice di forma	SI 15	SI 20
Dimensione delle particelle	Categoria	GA 90	GA 85
Massa volumica	Valore dichiarato	2,45 Mg / mc	2,45 Mg / mc
Contenuto in conchiglie		NPD	
Contenuto di fini	Categoria	f 11	f 9
Qualità dei fini	Equivalente in sabbia	SE >30	SE >30
Percentuale di particelle frantumate	Valore dichiarato		C 50/10
Resistenza alla frammentazione	Coefficiente Los Angeles	LA 35	LA 35
Stabilità di volume	Percentuale	0,04%	
Costituenti che influenzano la stabilità di volume della scoria d'altoforno raffreddata in aria		NPD	
Componenti che alterano la stabilità di volume delle scorie d'altoforno e d'acciaieria per gli aggregati non legati			NPD
Assorbimento di acqua	Valore dichiarato	2,9% WA	2,9% WA
Cloruri	Valore dichiarato	0,004%	

Rapporto LCA per la produzione di aggregati da recupero di rifiuti dell'azienda Mezzanzanica SPA

Solfati solubili in acido	Categoria	AS 0,8	AS 0,8
Solfati idrosolubili	Categoria	SS 0,67	SS 0,7
Zolfo totale	Categoria	S 0,085%	S1
Sostanza umica		conforme (più chiaro)	conforme (più chiaro)
Resistenza all'usura	Categoria	MDE20	MDE20
Carbonato di calcio	Valore dichiarato	4,58%	4,58%
Resistenza alla levigabilità		NPD	
Resistenza all'abrasione superficiale	Categoria	AAV 15	
Resistenza all'abrasione da pneumatici chiodati		NPD	
"Sonnenbrand" del basalto			NPD
Durabilità al gelo / disgelo	Categoria	F2	F2
Durabilità alla reazione alcali-silice	Valore dichiarato	< 0,1%	
Classificazione dei costituenti	Categoria	Rc80; Rcu95; Rb10-; Ra5-; XRg0,5-; FL0,2-	Rc80; Rcug90; Rb10-; Ra5-; Rg2-; X1-; FL5-

3.1.2 Stabilizzato 0/30

Lo stabilizzato 0/30 è un aggregato per calcestruzzo o per materiali non legati o legati con leganti idraulici. I rifiuti da cui viene ricavato prevalentemente sono terre e rocce da scavo con codici CER 17.05.04, è possibile utilizzare anche in misura variabile asfalto CER 17.03.02 e misti di costruzioni e demolizioni 17.09.04.

Lo stabilizzato 0/30 è destinato all'utilizzo sia per opere pubbliche che private.

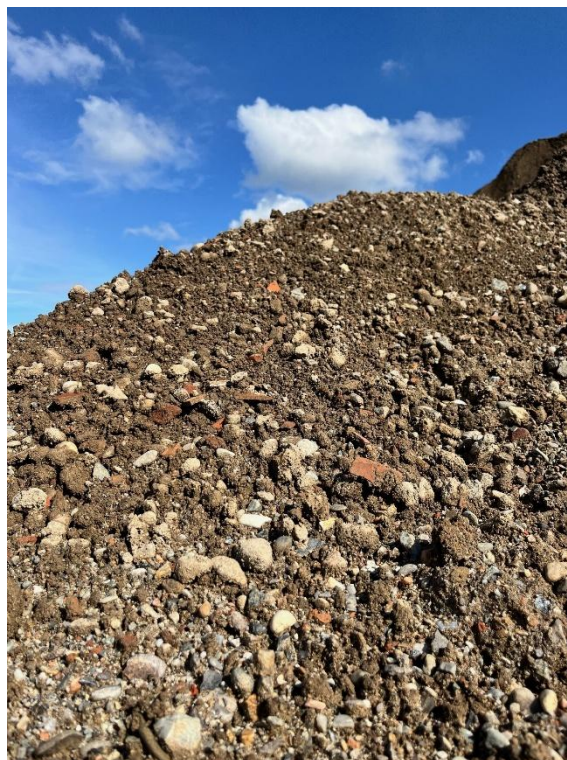


FIGURA 2: STABILIZZATO 0/30

Rapporto LCA per la produzione di aggregati da recupero di rifiuti dell'azienda Mezzanzanica SPA

TABELLA 2: CARATTERISTICHE TECNICHE DELLO STABILIZZATO 0/30 (COME DA NORME UNI EN 12620: AGGREGATI PER CALCESTRUZZO E UNI EN 13043: UNI EN 13242: AGGREGATI PER MATERIALI NON LEGATI O LEGATI CON LEGANTI IDRAULICI)

PARAMETRO		UNI EN 13242	UNI EN 13242
Granulometria	Designazione	0/20	0/20
Forma delle particelle	Indice di appiattimento	FI 15	FI 20
Forma delle particelle	Indice di forma	SI15	SI20
Dimensione delle particelle	Categoria	GA 90	GA 85
Massa volumica	Valore dichiarato	2,45Mg/mc / 2,4Mg/mc	2,45Mg/mc / 2,4Mg/mc
Contenuto in conchiglie		NPD	0
Contenuto di fini	Categoria	f 11 / f 12,4	f 12 / f 15
Qualità dei fini	Equivalente in sabbia	SE >30	SE >30
Percentuale di particelle frantumate	Valore dichiarato	0	C 50/30
Resistenza alla frammentazione	Coefficiente Los Angeles	LA35 / LA50	LA35 / LA45
Stabilità di volume	Percentuale	0,00075 / 0,00128	0
Costituenti che influenzano la stabilità di volume della scoria d'altoforno raffreddata in aria		NPD	0
Componenti che alterano la stabilità di volume delle scorie d'altoforno e d'acciaieria per gli aggregati non legati		0	NPD
Assorbimento di acqua	Valore dichiarato	1,65% WA / 2,25%WA	1,65% WA / 2,25%WA
Cloruri	Valore dichiarato	0,0001 / 0,00021	0
Solfati solubili in acido	Categoria	AS 0,2 / AS 0,8	AS 0,2 / AS 0,8
Solfati idrosolubili	Categoria	SS 0,2	SS 0,2
Zolfo totale	Categoria	S 0,057%/S 0,102%	S1/S 0,102%
Sostanza umica		conforme (più chiaro)	conforme (più chiaro)
Resistenza all'usura	Categoria	MDE15/MDE20	MDE15/MDE20
Resistenza alla levigabilità		NPD	0
Resistenza all'abrasione superficiale	Categoria	AAV 10/AAV 15	0
Resistenza all'abrasione da pneumatici chiodati		NPD	0
"Sonnenbrand" del basalto		0	NPD
Durabilità al gelo / disgelo	Categoria	F1/F2	F1/F2
Durabilità alla reazione alcali-silice	Valore dichiarato	< 0,1%	0
Classificazione dei costituenti	Categoria	Rc3,7; Rcu95; Rb10-; Ra1-; FL0,2; XRg0,5- /Rc25,6; Rcu90; Rb30-; Ra1-; FL0,2; XRg0,5-	Rc3,7; Rcug90; Rb10-; Ra1-; FL5; X1-; Rg2- /Rc25,6; Rcug70; Rb30-; Ra1-; FL5-; X1-; Rg2-

3.1.3 Riciclato 0/70

Lo stabilizzato 0/70 è un aggregato per materiali non legati o legati con leganti idraulici. I rifiuti da cui viene ricavato possono essere in misura variabile misti costruzioni e demolizioni CER 17.09.04, cemento CER 17.01.01, terre e rocce da scavo CER 17.05.04 e asfalto 17.03.02.

Lo stabilizzato 0/70 è destinato all'utilizzo sia per opere pubbliche che private.



FIGURA 3: RICICLATO 0/70

TABELLA 3: CARATTERISTICHE TECNICHE DEL RICICLATO 0/70 (COME DA NORMA UNI EN 13043: UNI EN 13242: AGGREGATI PER MATERIALI NON LEGATI O LEGATI CON LEGANTI IDRAULICI)

PARAMETRO	VALORI	
Granulometria	Designazione	0/63
Forma delle particelle	Indice di appiattimento	FI 20
Forma delle particelle	Indice di forma	SI 20
Dimensione delle particelle	Categoria	GA 85
Massa volumica	Valore dichiarato	2,4 Mg / mc / 2,44 Mg / mc
Contenuti di fini	Categoria	f 5
Qualità dei fini	Equivalente in sabbia	SE >30
Percentuale di particelle frantumate	Categoria	C 50/10
Resistenza alla frammentazione	Coefficiente Los Angeles	LA 40
Stabilità di volume e ritiro per essiccamento	Percentuale	0,00057 / 0,00084

Componenti che alterano la stabilità di volume delle scorie d'altoforno e d'acciaieria per gli aggregati non legati		NPD
Assorbimento di acqua	Valore dichiarato	0,033 / 0,034 / 0,03
Solfati solubili in acido	Categoria	AS 0,8 / AS 0,2
Solfati idrosolubili	Categoria	SS 0,2
Zolfo totale		NPD
Sostanza umica		conforme (più chiaro)
Resistenza all'usura	Categoria	MDE25
"Sonnenbrand" del basalto		NPD
Durabilità al gelo disgelo	Categoria	F2

3.1.4 Granulato di conglomerato Bituminoso 0/32

Il granulato di conglomerato Bituminoso 0/32 è un aggregato per materiali non legati o legati con leganti idraulici. I rifiuti da cui viene ricavato sono Miscele bituminose con codice CER 17.03.02.

Il Granulato di conglomerato Bituminoso 0/32 è destinato all'utilizzo sia per opere pubbliche che private.

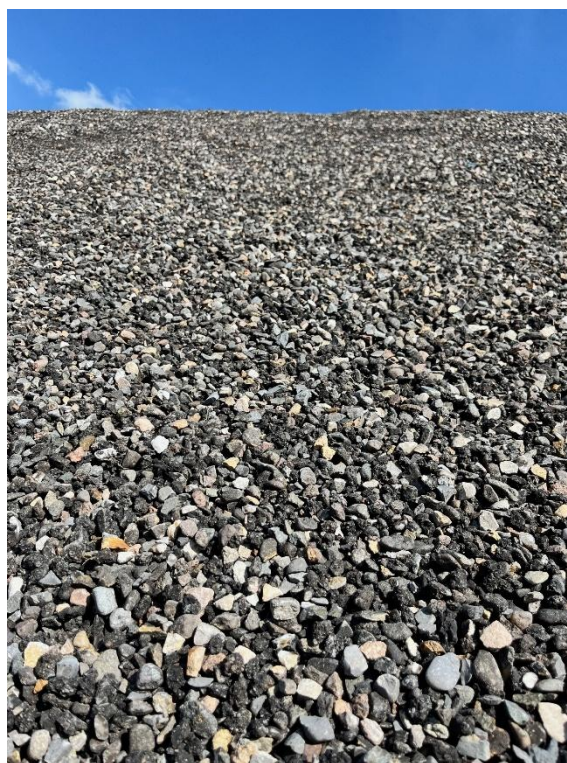


FIGURA 4: GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO 0/32

Rapporto LCA per la produzione di aggregati da recupero di rifiuti dell'azienda Mezzanzanica SPA

TABELLA 4: CARATTERISTICHE TECNICHE DEL GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO 0/32 (UNI EN 13043 : UNI EN 13242: AGGREGATI PER MATERIALI NON LEGATI O LEGATI CON LEGANTI IDRAULICI)

PARAMETRO		VALORI
Granulometria	Designazione	0/30
Forma delle particelle	Indice di appiattimento	FI 20
Forma delle particelle	Indice di forma	SI 20
Dimensione delle particelle	Categoria	GA 85
Massa volumica	Valore dichiarato	2,5 Mg / mc
Contenuti di fini	Categoria	f 3
Qualità dei fini	Equivalente in sabbia	SE >30
Percentuale di particelle frantumate	Categoria	C 50/10
Resistenza alla frammentazione	Coefficiente Los Angeles	LA 30
Stabilità di volume e ritiro per essiccamento	Percentuale	NPD
Componenti che alterano la stabilità di volume delle scorie d'altoforno e d'acciaieria per gli aggregati non legati		0 / NPD
Assorbimento di acqua	Valore dichiarato	1,1% WA
Solfati solubili in acido	Categoria	AS 0,2
Solfati idrosolubili	Categoria	SS 0,2
Zolfo totale		NPD
Sostanza umica		conforme
Resistenza all'usura	Categoria	MDE 15
Durabilità al gelo disgelo		F1

3.2 Unità Dichiarata

L'unità funzionale fornisce un riferimento per mezzo del quale i flussi di input e output, che definiscono un prodotto o un processo, sono normalizzati ed espressi su una base comune.

Il documento EN 15804 definisce sia un'unità funzionale sia un'unità dichiarata: la prima è da utilizzare per uno studio completo del ciclo di vita di un prodotto (anche detto "cradle-to-grave", dalla culla alla tomba) che generalmente considera le fasi di estrazione delle risorse, produzione e trasporto dei semilavorati, assemblaggio del prodotto finito, imballaggio, distribuzione, fase d'uso e smaltimento; la seconda invece è da utilizzare per uno studio LCA del tipo "cradle-to-gate", cioè dalla culla al cancello dell'azienda.

Nel presente studio, definito "**cradle-to-gate**", si è fatto riferimento all'unità dichiarata pari a

1 tonnellata di prodotto finito sfuso

TABELLA 5: DICHIARAZIONE DEL CONTENUTO MEDIO DI 1 TON DI FRANTUMATO 0/20 PER L'ANNO 2023

Componenti del prodotto	CER	%	Peso, kg
Misti costruzioni e demolizioni	17.09.04	99	993,8
Cemento	17.01.01	1	6,2
TOTALE		100	1000

TABELLA 6: DICHIARAZIONE DEL CONTENUTO MEDIA DI 1 TON DI STABILIZZATO 0/30 PER L'ANNO 2024

Componenti del prodotto	CER	%	Peso, kg
Terre e rocce da scavo	17.05.04	100	1000
TOTALE		100	1000

TABELLA 7: DICHIARAZIONE DEL CONTENUTO MEDIA DI 1 TON DI RICICLATO 0/70 2024

Componenti del prodotto	CER	%	Peso, kg
Misti costruzioni e demolizioni	17.09.04	44,7	447
Cemento	17.01.01	4,7	47
Riciclato 0/70 rifrantumato		50,6	506
TOTALE		100	1000

TABELLA 8: DICHIARAZIONE DEL CONTENUTO MEDIA DI 1 TON GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO 0/32 2024

Componenti del prodotto	CER	%	Peso, kg
Miscele bituminose	17.03.02	100	1000
TOTALE		100%	180

Il peso totale di rifiuti utilizzati per la produzione dei prodotti sia per il 2023 che per il 2024 sono state fornite da Mezzanzanica SPA durante la raccolta dati.

Come richiesto dalla PCR ICMQ 001/15 e dalle EN 15804, nei prodotti realizzati da Mezzanzanica SPA non sono presenti sostanze ad elevato grado di preoccupazione SVHC² contemplate nella Candidate List di ECHA in concentrazioni maggiori allo 0,1%.

3.3 Confine del sistema

I confini di sistema determinano le unità di processo da includere nello studio LCA e quale tipologia di dati in “ingresso” e/o “uscita” al sistema possono essere omessi. In accordo al documento PCR ICMQ 001/15 e con la norma EN 15804, in particolare al §5.2 il ciclo di vita riciclati prodotti da Mezzanzanica SPA è caratterizzato dalle fasi di produzione ed è suddiviso nelle fasi di A1, A2 e A3, come di seguito specificato.

Infatti secondo la normativa EN15804 al §5.2 è possibile escludere le fasi da A4 a D per i prodotti che soddisfano tutte e tre le condizioni elencate di seguito:

- il prodotto o il materiale è fisicamente integrato con altri prodotti durante l'installazione in modo da non poter essere fisicamente separato da essi a fine vita, e
- il prodotto o il materiale non è più identificabile a fine vita in seguito ad un processo di trasformazione fisica o chimica, e

² Le sostanze estremamente preoccupanti (art. 57 Regolamento Reach) comprendono tutte quelle sostanze che sono:

- cancerogene, mutagene o tossiche per la riproduzione (CMR), categoria 1A e 1B di cui al punto 3.6 dell'allegato I del regolamento (CE) n. 1272/2008;
- persistenti, bioaccumulabili e tossiche (PBT) o molto persistenti e molto bioaccumulabili (vPvB) in base ai criteri indicati nell'Allegato XIII del Regolamento REACH;
- per le quali sono scientificamente comprovati, caso per caso, effetti gravi per la salute umana o per l'ambiente pari a quelli descritti sopra, ad es. perturbatori del sistema endocrino.

Rapporto LCA per la produzione di aggregati da recupero di rifiuti dell'azienda Mezzanzanica SPA

- il prodotto o il materiale non contiene carbonio biogenico.

La fase **A1** comprende l’**approvvigionamento delle materie prime** e nello specifico:

- l’estrazione e la lavorazione delle materie prime;
- la generazione di energia elettrica e gasolio da fonti energetiche primarie, compresa anche la loro estrazione, raffinazione e distribuzione.

La fase **A2** comprende il **trasporto** esterno ed interno ai processi facenti parte della fase di produzione.

La fase **A3** comprende la **produzione** includendo anche le emissioni, gli ausiliari e i rifiuti legati a questa fase.

Nella seguente tabella e in figura si riporta lo schema del ciclo di vita suddiviso nei diversi processi inclusi nello studio.

TABELLA 9: PROCESSI INCLUSI NELLO STUDIO (REGOLAMENTO DEL PROGRAMMA EPDITALY REV 7.0)

	LIFE CYCLE INFORMATION																Supplementary information
	Product stage			Constructi on process stage		Use stage							End of life stage				Benefits and loads beyond the system boundary
	A1 – A3			A4 – A5		B1 – B5					B6 – B7		C1 – C4				D
	Raw material supply	Transport	Manufacturing	Transport	Construction installation	Use	Maintenance	Repair	Replacement	Refurbishment	Operational energy use	Operational water use	De-construction demolition	Transport	Waste processing	Disposal	Reuse, recovery, recycling potential
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
Module declared	X	X	X	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	N D	ND	ND	ND
Geography	IT	IT	IT	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	N D	ND	ND	ND

X: Modulo incluso; ND: Modulo non incluso; IT: Italia.

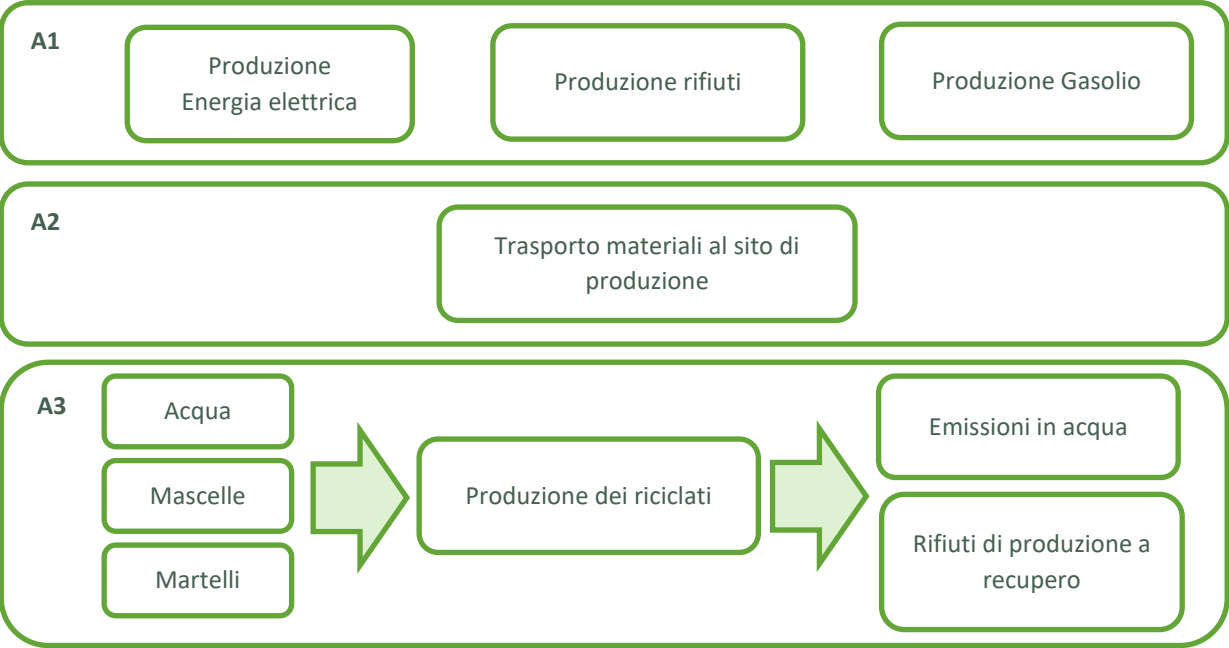


FIGURA 5: CONFINI DEL SISTEMA STUDIATO PER I RICICLATI

3.4 Criteri di cut-off ed esclusioni

La PCR ICMQ 001/15 richiede di includere almeno il 95% dei flussi totali in ingresso (massa ed energia) per ogni modulo. Se si considera meno del 100%, devono essere usati dati proxy o estrapolazioni per raggiungere la completezza del 100%.

Nel presente studio sono stati inclusi tutti i flussi in ingresso al sistema prodotto analizzato. L'incidenza dei dati proxy è riportata al §6.3.4.

Sono stati esclusi dalla valutazione, i consumi energetici e di metano per gli uffici, l'officina e il magazzino, le infrastrutture e i viaggi di lavoro.

4 Analisi dell'inventario del ciclo di vita

Dopo la fase di definizione degli obiettivi e del campo di applicazione dello studio LCA, la fase successiva consiste nell'analisi dell'inventario che comprende *“la compilazione e la quantificazione degli elementi in entrata e in uscita, per un prodotto nel corso del suo ciclo di vita”* (ISO 140040). In altre parole, l'analisi d'inventario comprende la raccolta dei dati e i procedimenti di calcolo che consentono di quantificare gli elementi in ingresso e in uscita pertinenti di un sistema di prodotto.

Nei paragrafi successivi sono descritti nel dettaglio i dati raccolti ed utilizzati nel presente studio, oltre alla fonte dei dati, le eventuali allocazioni ed assunzioni fatte.

4.1 Descrizione del ciclo di produzione

La produzione degli aggregati comincia con l'arrivo ed il controllo qualità degli inerti in azienda che subiscono un processo di cernita manuale per escludere eventuali residui di cantiere che potrebbero apportare danni alla macchina frantumatrice come ad esempio i tombini; i rifiuti una volta terminato il controllo qualità vengono stoccati in apposite trincee. Gli inerti utilizzati sono derivanti da macerie e cementi di cantiere, si tratta di conseguenza di tutti materiali considerati come rifiuto che rispondono ai codici CER: 17.05.04, 17.09.04, 17.01.01 e 17.03.02.

Il primo processo prevede la divisione dei vari materiali nelle apposite trincee dedicate, tramite l'uso di una Pala Caterpillar 950H e un Escavatore caterpillar 972H. Una volta suddivisi i materiali vengono trasportati all'impianto di frantumazione.

I rifiuti inerti vengono caricati nella tramoggia di alimentazione dell'impianto dall'alto con pala gommata, il materiale entra nella frantumatrice e subisce un primo step di frantumatura dove, tramite due mascelle in acciaio, una mobile e una fissa, il materiale viene tritato. In questa fase è presente anche un estraattore magnetico a nastro e successivo nastro trasportatore che recupera i residui metallici e li deposita in un apposito contenitore all'esterno del macchinario, una volta carico il contenitore viene portato a recupero. Il materiale frantumato subisce una selezione granulometrica tramite vaglio vibrante, in questa fase è presente anche un meccanismo di aspirazione che estrae gli inquinanti leggeri (carta, plastica, legno...) e li deposita in un apposito contenitore esterno alla macchina. Una volta pieno il contenitore questo va a recupero. Per il materiale che non ha passato la vagliatura o per le grane più sottili si procede con una eventuale frantumazione secondaria effettuata con mulino reversibile a martelli cui si arriva tramite nastro trasportatore brandeggiare. A seguito di questo processo il materiale torna nuovamente al processo di vagliatura e quello che corrisponde alla corretta granulometria viene estratto dalla macchina mediante trasportatori a nastro che stoccheranno a cumulo gli inerti selezionati.

Viene di seguito riportato il diagramma di flusso del processo e i bilanci di massa.

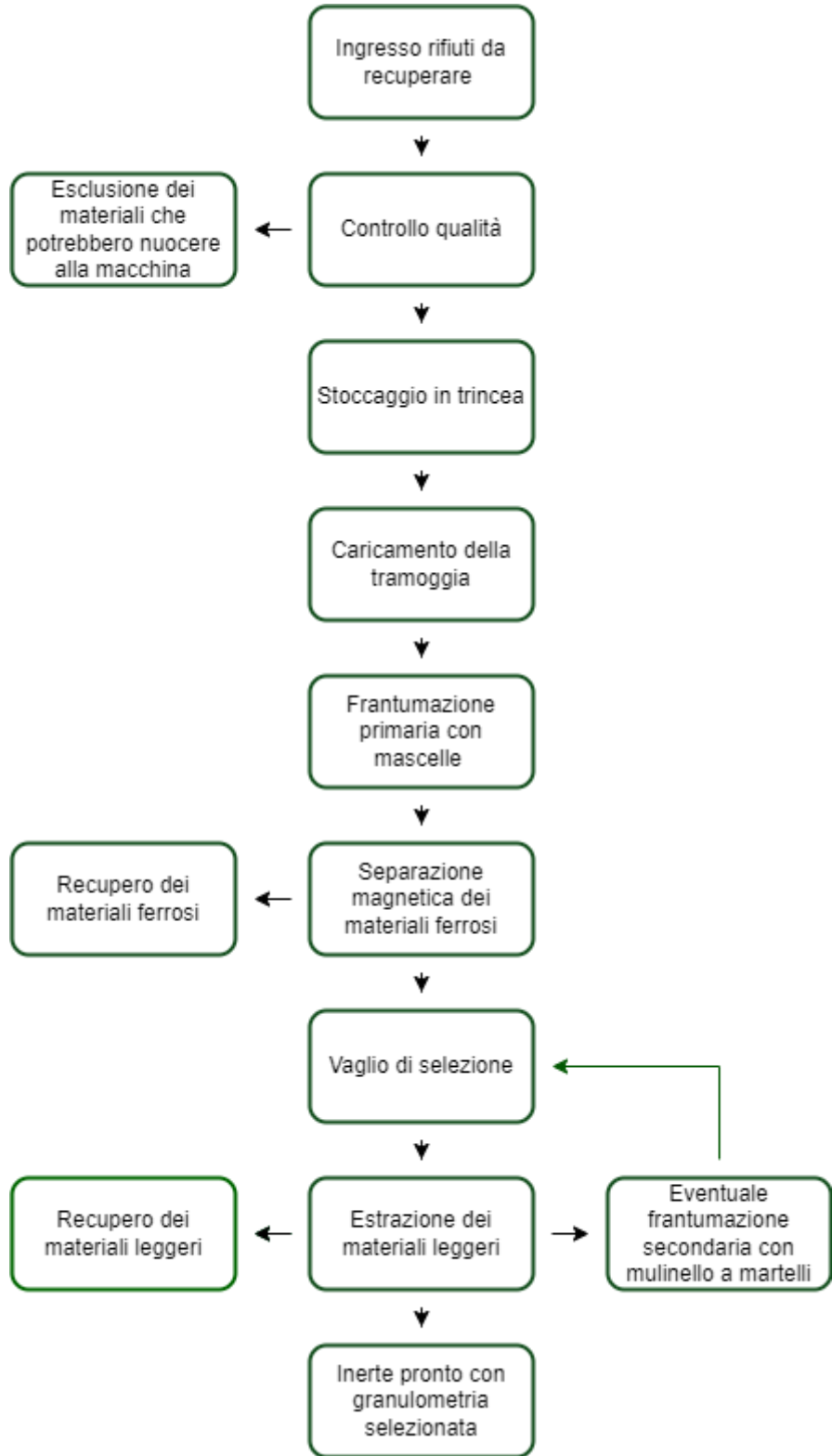


FIGURA 6: CICLO DI PRODUZIONE DEI RICICLATI

TABELLA 10: BILANCIO DI MASSA

Anno di riferimento	Riciclato	Rifiuto	Giacenza anno precedente (t)	Waste IN (t)	Rifiuti OUT (t)	Riciclato in uscita da BOM	Giacenza fine anno (t)
2023	Frantumato 0/20	Cemento	227,63	13,0	11,48	3.063,00	1.717,14
		Macerie	1.114,60	3413,4			
2024	Granulato di conglomerato bituminoso 0/32	Asfalto	783,54	8.566,94	10,64	8.940,00	399,84
2024	Riciclato 0/70	Cemento	0,00	832,36	21,17	17.785,00	0,00
		Macerie	4.348,08	6.389,62			
		Cemento e macerie	6.236,11 ³	0			
2024	Stabilizzato 0/30	Terra	1.269,62	5.519,44	7,53	6.328,00	453,53

4.2 Procedimenti di raccolta dei dati

Specifiche check list sono state predisposte e compilate da Mezzanzanica SPA che ha fornito dati diretti per quanto riguarda i rifiuti che compongono i prodotti e i consumi di energia, gasolio e acqua per la produzione dei riciclati.

Non sono stati utilizzati dati primari dai produttori di materie prime che compongono il prodotto: essendo un waste, non viene infatti considerato l’impatto per la sua produzione.

I dati utilizzati nel modello sono descritti dettagliatamente nel paragrafo seguente. Il modello è stato sviluppato con il software SimaPro 10.2.0.1 e con il database Ecoinvent 3.11

Le elaborazioni fatte e i risultati ottenuti sono frutto di un’analisi dei dati riferiti allo stabilimento unico di via Vicinale dei boschi di Ravello di ponente, n. 1A Parabiago (MI) e relativi all’anno 2023 per il frantumato 0/20 e all’anno 2024 per i restanti prodotti.

4.3 Descrizione qualitativa e quantitativa di processi unitari

Di seguito vengono descritti i dati e i processi utilizzati per l’analisi del ciclo di vita del prodotto, oltre alle assunzioni fatte.

4.3.1 Processi di fase A1

Di seguito si riporta la descrizione dei processi che costituiscono la fase A1 (si veda il par. 3.3) del ciclo di vita del prodotto, i dati e i processi delle banche dati utilizzati nel modello di calcolo.

4.3.1.1 Produzione del rifiuto

Le quantità dei rifiuti che vengono utilizzati per realizzare una tonnellata di prodotto analizzato, sono descritte nelle tabelle da 5 a 8.

³ Vedi §4.3.1.1

Rapporto LCA per la produzione di aggregati da recupero di rifiuti dell'azienda Mezzanzanica SPA

I rifiuti per la produzione dei riciclati provengono da cantieri siti nelle province di: Milano, Monza Brianza, Lecco, Varese e Vercelli e da giacenze interne di Mezzanzanica. Per ogni trasporto dei rifiuti è stato fornito l'indirizzo di partenza e di arrivo tramite estrazione da gestionale. I waste in ingresso sono stati modellati con il processo "Secondary materials" da database Ecoinvent 3.11.

In merito al bilancio di massa del Riciclato 0/70, gli output risultavano maggiori degli input, **questo è dovuto alla rimacinazione di alcuni lotti di Riciclato 0/70 precedentemente prodotti.**

Per ovviare al problema è stato pareggiato il bilancio di massa aggiungendo 6.236,11 tonnellate di cemento e macerie in ingresso a cui è stato attribuito un trasporto medio.

4.3.1.2 Generazione di elettricità da rete

Nello stabilimento di Mezzanzanica SPA l'energia consumata per la produzione dei riciclati deriva esclusivamente dalla rete elettrica nazionale tramite linea di media tensione. L'azienda possiede anche un impianto fotovoltaico la cui energia prodotta alimenta solamente la parte del sito produttivo destinata a uffici, magazzino e officina.

I consumi elettrici sono stati ricavati da bollette, non essendoci contatori separati si è assunto che il 100% dell'energia acquistata da rete fosse destinata all'impianto di produzione, il consumo di energia elettrica totale **per il 2023 è stato pari a 137.965,00 kWh.**

Per il 2023 l'inventario della generazione e distribuzione dell'elettricità da rete è stato ricavato dalla banca dati Ecoinvent 3.11, partendo dal processo del mix energetico nazionale "Electricity, medium voltage {IT}| market for | Cut off, U", modificato con le percentuali del mix energetico residuo per l'Italia per l'anno 2023, riportate nella tabella riportata di seguito (fonte AIB).

TABELLA 11: MIX RESIDUO AIB DELL'ITALIA PER L'ANNO 2023

Renewables Total	Biomass	Solar	Geothermal	Wind	Hydro	Nuclear Total	Fossil Total	Hard coal	Lignite
7,28%	0,63%	6,21%	0,00%	0,43%	0,00%	4,40%	88,32%	23,68%	0,05%

Le emissioni di GHG di 1 kWh di energia elettrica modellizzata con il mix residuo italiano AIB 2023 equivalgono **a 0,693 kgCO₂eq/kWh.**

Per il 2024 sono stati consumati 145.738,00kWh di energia di cui 46MWh coperti da garanzie di origine e i restanti 99.738,00 kWh di energia elettrica da rete, per modellarla è stato utilizzato il residual mix 2023 in quanto non ancora disponibile la versione completa del mix AIB per il 2024.

Per il 2024 Mezzanzanica S.p.a. ha anche acquistato garanzie di origine per 46 MWh. L'origine dell'energia per le garanzie di origine (GSE Transaction Number 202503240051190) è idroelettrica è quindi stata modellata con il processo da database Ecoinvent 3.10: "Electricity, high voltage {IT}| electricity production, hydro, run-of-river | Cut-off, U".

I totali sono poi stati allocati in base massa sulle produzioni del 2024 ottenendo 24.751,46 kWh da GO e 53.666,55 kWh da rete per il Riciclato 0/70, 8.806,70kWh da GO e 19.094,85kWh da rete per lo Stabilizzato 0/30 e 12.441,84 kWh da GO e 26.976,60 kWh da rete per il Granulato di conglomerato Bituminoso 0/32.

Rapporto LCA per la produzione di aggregati da recupero di rifiuti dell'azienda Mezzanzanica SPA

4.3.1.3 Produzione di gas naturale

Nello stabilimento di Mezzanzanica SPA non viene usato gas metano nella fase di produzione dei riciclati, ma solo per il riscaldamento degli uffici: questo consumo non è stato incluso nel calcolo, come inserito nelle esclusioni.

4.3.2 Processi di fase A2

Di seguito si riporta la descrizione dei processi che costituiscono la fase A2 (si veda il par. 3.3) del ciclo di vita del prodotto, i dati e i processi delle banche dati utilizzati nel modello di calcolo.

4.3.2.1 Trasporto delle materie prime allo stabilimento di Parabiago (MI)

Mezzanzanica SPA acquisisce le materie prime necessarie per la realizzazione dei propri prodotti da fornitori e cantieri localizzati nel nord Italia.

Per l'approvvigionamento dei rifiuti l'azienda ha fornito:

- L'indirizzo del cantiere di provenienza
- Se il viaggio è stato svolto con mezzi propri o di terzi
- La tipologia e la classe dei veicoli aziendali.

Il trasporto medio dal cantiere all'azienda è pari a circa 35 km per il 2023, e 23 km per il 2024, ma essendo state fornite le specifiche del singolo viaggio è stato possibile ricavare i kgkm percorsi in modo puntuale dai mezzi aziendali e dai mezzi terzi. Il trasporto medio è stato utilizzato solo per le 6.236,11 tonnellate di cemento e macerie in ingresso derivanti da giacenze assunte per il riciclato 0/70.

Per il 2023 i consumi per il trasporto sono stati allocati per base massa sul frantumato 0/20 e il riciclato 0/70, entrambi prodotti di Mezzanzanica SPA che utilizzano come materia prima i rifiuti di cemento codice CER 17.01.01 e i rifiuti misti costruzioni e demolizioni codice CER 17.09.04. Mentre per il 2024 i trasporti non necessitano di allocazione in quanto tutti i riciclati finiti sono composti da waste differenti.

L'inventario dei mezzi di trasporto è stato ricavato dalla banca dati Ecoinvent 3.11; i processi considerati sono:

- Per 3 su 11 mezzi di proprietà di Mezzanzanica: Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO5 {RER}| transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO5 | Cut-off, U
- Per 8 su 11 mezzi di proprietà di Mezzanzanica: Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6 {RER}| transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6 | Cut-off, U
- Per i mezzi terzi: Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO5 {RER}| transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO5 | Cut-off, U

4.3.3 Processi di fase A3

Di seguito si riporta la descrizione dei processi che costituiscono la fase A3 (si veda il par. 3.3) del ciclo di vita del prodotto, i dati e i processi delle banche dati utilizzati nel modello di calcolo.

4.3.3.1 Produzione di Gasolio

Per movimentazioni interne dei rifiuti e dei prodotti in uscita vengono utilizzate una Pala Caterpillar 950H e un Escavatore caterpillar 972H. i loro consumi sono stati ricavati dalla domanda di rimborso presentata per

Rapporto LCA per la produzione di aggregati da recupero di rifiuti dell'azienda Mezzanzanica SPA

il periodo dal 01/01/2023 al 31/12/2023 per il frantumato 0/20 mentre per il periodo dal 01/01/2024 al 31/12/2024 per gli altri riciclati in studio.

I consumi di gasolio totali per il 2023 sono stati pari a 8.213,00 l, di cui 1.788,71l allocati per base massa al frantumato 0/20. Mentre per il 2024 i consumi di gasolio totali sono stati pari a 12.948,00l, di cui 6.967,00 l per il riciclato 0/70, 2.478,90 l per lo stabilizzato 0/30 e 3.502,11l per il Granulato di conglomerato Bituminoso 0/32, allocati per base massa.

Per modellare il gasolio è stato utilizzato il processo da database Ecoinvent 3.11: “Diesel, burned in building machine {GLO}| diesel, burned in building machine | Cut-off, U”, Nella rendicontazione del gasolio è stato considerato anche il percorso pari a 24,7 km che deve percorrere il mezzo per rifornirsi.

4.3.3.2 Produzione dei riciclati.

Il ciclo di produzione dei riciclati è descritto dettagliatamente al §4.1, mentre di seguito vengono descritti i dati utilizzati per la costruzione del modello.

Per realizzare i propri prodotti, Mezzanzanica SPA utilizza esclusivamente energia elettrica, che è stata allocata su base massa ai riciclati prodotti nell'anno di riferimento.

Nel 2023 sono state prodotte 14.064,00 tonnellate di riciclati e sono stati consumati 57.550,02 kWh di energia elettrica. Le percentuali di allocazione sono state descritte al § 4.3.1.2 Generazione di elettricità da rete.

Nel 2024 sono state prodotte 33.053 tonnellate di riciclati e sono stati consumati 135.253,19 kWh di energia elettrica. Le percentuali di allocazione sono state descritte al § 4.3.1.2 Generazione di elettricità da rete.

4.3.3.3 Approvvigionamento dell'acqua

Nello stabilimento di Mezzanzanica s.p.a., l'acqua utilizzata per la produzione dei riciclati deriva da acquedotto, l'acqua viene utilizzata per abbattere le polveri di produzione. Il quantitativo è stato ricavato da bollette alla quale sono stati tolti i consumi non attinenti alla produzione dei riciclati, dati appositi contatori presenti in sito. Per il 2023 i consumi totali di acqua sono pari a 206,02 m³ di cui 44,87 m³ allocati su base massa al frantumato 0/20, per il 2024 i consumi totali di acqua sono pari a 322,25 m³, di cui 173,40 m³ per la produzione del riciclato 0/70, 61,70 m³ per la produzione dello stabilizzato 0/30 e 87,16 m³ per la produzione del Granulato di conglomerato Bituminoso 0/32. Le percentuali di allocazione sono state ricavate per base massa.

4.3.3.4 Emissioni in acqua

Mezzanzanica SPA non possiede un depuratore interno, le acque vengono quindi convogliate nella fognatura pubblica, l'azienda svolge comunque dei controlli alle acque di uscita, tramite prelievi da fognature sottoposti poi ad analisi. Il risultato delle analisi è un report indicante il quantitativo di inquinanti e le caratteristiche dell'acqua in uscita.

I valori per il modello sono stati presi dalla media dei valori dei report di luglio e dicembre 2023. I valori sono poi stati rapportati ai consumi di acqua totali avvenuti durante l'anno e i risultati allocati per base massa su ogni materiale prodotto nel 2023. Anche per il 2024 è stato eseguito il procedimento analogo.

I risultati e i dataset per i riciclati sono riportati nella tabella sottostante, i dataset sono tutti presi dal database 3.11.

TABELLA 12: EMISSIONE IN ACQUA MEDIE 2023 PER IL FRANTUMATO 0/20

Parametro	Dataset da Ecoinvent 3.11	kg tot
COD come O ₂	COD (Chemical Oxygen Demand), IT	8,66E+00
ALLUMINIO	Aluminium	2,74E-02
ARSENICO	Arsenic (III)	4,49E-04
CADMIO	Cadmium compounds	4,49E-05
CROMO TOTALE	Chromium compounds	4,49E-04
CROMO ESAVALENTE	Chromium (VI)	4,49E-04
FERRO	Iron compounds, unspecified	6,30E-02
MANGANESE	Manganese compounds	6,95E-03
MERCURIO	Mercury compounds	1,57E-05
NICHEL	Nickel compounds	2,47E-03
PIOMBO	Lead compounds	4,49E-04
RAME	Copper compounds	2,92E-03
STAGNO	Tin	6,73E-04
ZINCO	Zinc compounds	6,95E-03
CLORURI	Chlorides, unspecified	1,32E+00
IDROCARBURI TOTALI	Hydrocarbons, unspecified	8,53E-02

TABELLA 13: EMISSIONE IN ACQUA MEDIE 2024 PER IL RICICLATO 0/70

Parametro	Dataset da Ecoinvent 3.11	kg tot
COD come O ₂	COD (Chemical Oxygen Demand), IT	7,90E+01
ALLUMINIO	Aluminium	1,56E-01
ARSENICO	Arsenic (III)	1,19E-03
CADMIO	Cadmium compounds	1,73E-04
CROMO TOTALE	Chromium compounds	1,73E-03
CROMO ESAVALENTE	Chromium (VI)	1,73E-03
FERRO	Iron compounds, unspecified	1,16E-01
MANGANESE	Manganese compounds	1,39E-02
MERCURIO	Mercury compounds	1,73E-05
NICHEL	Nickel compounds	1,73E-03
PIOMBO	Lead compounds	1,73E-03
RAME	Copper compounds	1,80E-01
STAGNO	Tin	3,47E-03
ZINCO	Zinc compounds	3,21E-02
CLORURI	Chlorides, unspecified	1,76E+01
IDROCARBURI TOTALI	Hydrocarbons, unspecified	1,39E-01

TABELLA 14: EMISSIONE IN ACQUA MEDIE 2024 PER LO STABILIZZATO 0/30

Parametro	Dataset da Ecoinvent 3.11	kg tot
COD come O ₂	COD (Chemical Oxygen Demand), IT	2,81E+01
ALLUMINIO	Aluminium	5,55E-02
ARSENICO	Arsenic (III)	4,23E-04
CADMIO	Cadmium compounds	6,17E-05
CROMO TOTALE	Chromium compounds	6,17E-04
CROMO ESAVALENTE	Chromium (VI)	6,17E-04
FERRO	Iron compounds, unspecified	4,13E-02
MANGANESE	Manganese compounds	4,94E-03
MERCURIO	Mercury compounds	6,17E-06
NICHEL	Nickel compounds	6,17E-04
PIOMBO	Lead compounds	6,17E-04
RAME	Copper compounds	6,39E-02
STAGNO	Tin	1,23E-03
ZINCO	Zinc compounds	1,14E-02
CLORURI	Chlorides, unspecified	6,26E+00
IDROCARBURI TOTALI	Hydrocarbons, unspecified	4,94E-02

TABELLA 15: EMISSIONE IN ACQUA MEDIE 2024 PER IL GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO 0/32

Parametro	Dataset da Ecoinvent 3.11	kg tot
COD come O ₂	COD (Chemical Oxygen Demand), IT	3,97E+01
ALLUMINIO	Aluminium	7,84E-02
ARSENICO	Arsenic (III)	5,97E-04
CADMIO	Cadmium compounds	8,72E-05
CROMO TOTALE	Chromium compounds	8,72E-04
CROMO ESAVALENTE	Chromium (VI)	8,72E-04
FERRO	Iron compounds, unspecified	5,84E-02
MANGANESE	Manganese compounds	6,97E-03
MERCURIO	Mercury compounds	8,72E-06
NICHEL	Nickel compounds	8,72E-04
PIOMBO	Lead compounds	8,72E-04
RAME	Copper compounds	9,03E-02
STAGNO	Tin	1,74E-03
ZINCO	Zinc compounds	1,61E-02
CLORURI	Chlorides, unspecified	8,85E+00
IDROCARBURI TOTALI	Hydrocarbons, unspecified	6,97E-02

4.3.3.5 Rifiuti derivanti dalla produzione dei riciclati

I rifiuti che derivano dalla produzione dei riciclati sono i materiali metallici presenti nei rifiuti di edilizia ed eventuali parti di imballaggio rimaste nei rifiuti ritirati da cantiere.

L'azienda ha dichiarato di avviare tutti i rifiuti a recupero e ha fornito appositi FIR (Formulario di Identificazione Rifiuto) dai quali sono stati ricavati quantità e codici CER.

I quantitativi di rifiuto sono poi stati allocati per base massa su ogni materiale prodotto nel 2023. Il procedimento analogo è stato svolto per i rifiuti prodotti nel 2024.

Per la movimentazione dei rifiuti, il trasporto effettuato è stato modellizzato utilizzando il dataset "Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO5 {RER}| transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO5 | Cut-off, U"; il processo include la produzione del combustibile, del mezzo (camion 16-32 t Euro5), la sua manutenzione, la costruzione della strada e le emissioni generate dal consumo di gasolio e la distanza che è stata calcolata ed è pari per il 2023 a 9,6 km per i materiali ferrosi e 21,00 km per i residui di imballaggi, mentre per il 2024 è pari a 9,6 km per i materiali ferrosi e 35,40 km per i residui di imballaggi. Essendo materiale che va a recupero è stato considerato solo il trasporto dal sito produttivo al rito di recupero segnato sul FIR.

4.3.3.6 Produzione dei materiali ausiliari

Per la produzione dei riciclati si usano come materiali ausiliari due mascelle in acciaio, una mobile e una fissa e tre martelli per l'eventuale frantumazione secondaria. Questi materiali si usurano e vengono sostituiti mediamente una volta all'anno, questo dato viene dall'esperienza di Mezzanzanica. Nell'esperienza aziendale è possibile che vengano sostituiti mascelle e martelli in tempi superiori ad un anno o inferiori se il controllo qualità non è stato svolto correttamente, ma l'azienda afferma che l'usura media è pari a un anno.

L'azienda ha fornito le specifiche dei materiali ed il fornitore. È stato possibile quindi calcolare il peso dei materiali: 712 kg per la mascella fissa, 670 kg per la mascella mobile e 240 kg per i tre martelli.

I pesi sono poi stati allocati su base massa tra i vari materiali prodotti nel 2023 e nel 2024.

Al frantumato 0/20 sono stati attribuiti 300,99 kg per le mascelle e 52,27 kg per i martelli, al Riciclato 0/70 sono stati attribuiti 743,62 kg per le mascelle e 129,14 kg per i martelli, allo stabilizzato 0/30 sono stati attribuiti 264,58 kg per le mascelle e 45,95 kg per i martelli e al Granulato di conglomerato bituminoso 0/32 sono stati attribuiti 373,80 kg per le mascelle e 64,91 kg per i martelli.

Mascelle e martelli sono stati modellizzati utilizzando il dataset "Reinforcing steel {Europe without Austria}| reinforcing steel production | Cut-off, U".

Mentre il trasporto pari a 79,3 km è stato modellizzato utilizzando il dataset "Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO5 {RER}| transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO5 | Cut-off, U".

I processi utilizzati per la modellizzazione derivano dalla banca dati Ecoinvent 3.11.

4.4 Fonti della letteratura pubblicata

Le fonti di letteratura utilizzate per elaborare il presente studio sono elencate in bibliografia.

4.5 Procedure di calcolo

Particolari procedure di calcolo utilizzate nello studio sono chiaramente indicate e giustificate nel §4.2 (es.: scelta del mix energetico). Le procedure di calcolo costantemente applicate per tutto lo studio hanno invece

riguardato la definizione di un profilo input-output per ciascuna fase del ciclo produttivo con verifica dei flussi elementari associati alla fase tramite specifico foglio elettronico.

4.6 Validazione dei dati

La validazione dei dati primari forniti da Mezzanzanica SPA è stata effettuata confrontando i consumi complessivi dell'azienda e le diverse lavorazioni che vengono effettuate; per la verifica dei dati forniti sono stati inoltre consultati altri studi di LCA pubblicati, le banche dati internazionali (in particolare Ecoinvent 3.11) e altri dati di letteratura. Inoltre per ciascuna fase del ciclo di vita si è confermato (dati da banca dati Ecoinvent 3.11) o verificato (dati primari) la corretta formulazione dei bilanci di massa, idrici ed energetici.

Tutti i dati utilizzati, primari, generici selezionati e altri generici, sono stati verificati e valutati in termini di qualità e rappresentatività geografica, temporale e tecnologica, come descritto nel paragrafo successivo.

4.6.1 Valutazione della qualità dei dati

In base all'analisi approfondita che è stata fatta sui dati utilizzati, si può affermare quanto di seguito riportato:

- ✓ Rappresentatività temporale: i dati raccolti da Mezzanzanica SPA sono relativi all'anno 2023 e 2024, in quanto raccolti in modo specifica per l'elaborazione del presente studio; per quanto riguarda i dati desunti da letteratura, tutti gli studi utilizzati sono i più recenti a disposizione e il database utilizzato (Ecoinvent 3.11) è l'ultimo aggiornamento. Nessun dato risale a più di 10 anni fa.
- ✓ Rappresentatività geografica: i processi utilizzati nel presente studio rispecchiano la geografia dei confini del sistema (es. il mix energetico utilizzato rispecchia, quando noto, il Paese di produzione, quando non noto l'area geografica di riferimento: Europa o Mondo); le scelte sono comunque in linea con il campo di applicazione dello studio.
- ✓ Rappresentatività tecnologica: nella scelta dei dati e nella modellizzazione delle diverse fasi del ciclo di vita si è tenuto conto che la tecnologia descritta nel database fosse rappresentativa del sistema analizzato.
- ✓ Precisione: i dati sono stati raccolti in maniera precisa e validati attraverso confronti e verifiche dei bilanci di massa e di energia; inoltre si riporta di seguito la stima dell'incertezza attraverso l'analisi di Montecarlo (riferita ai dati secondari del DB Ecoinvent in quanto sui dati primari l'incertezza si considera considerevolmente inferiore e quindi non comparabile).
- ✓ Riproducibilità: i processi utilizzati per la modellizzazione e i dati descritti nel presente rapporto permettono di riprodurre i risultati dello studio, utilizzando la stessa banca dati, gli stessi metodi e fattori di caratterizzazione.
- ✓ Fonti dei dati: il capitolo di analisi del ciclo di vita riporta in maniera chiara tutte le fonti utilizzate.

4.6.2 Trattamento dei dati mancanti

In caso di assenza di dati sono stati analizzati studi di letteratura e processi di database che potessero sopperire ai dati mancanti, in modo tale da non lasciar fuori dai confini del sistema processi che potessero essere rilevanti. Tutti i dati utilizzati e le assunzioni fatte sono stati descritti in questo capitolo.

4.7 Principi e procedimenti di allocazione

In accordo al documento PCR ICMQ 001/15 e con la norma EN 150804, la regola di allocazione per il calcolo degli input e degli output della maggior parte dei dati specifici è stata calcolata su base annua e rispetto alla produzione dei materiali per il 2023 e 2024, in particolare:

- il consumo di energia elettrica, i consumi di gasolio, i consumi di acqua, i consumi di ausiliari, le emissioni in acqua e i rifiuti prodotti sono stati allocati su base massa alla produzione in tonnellate per l'anno di riferimento.

I rifiuti utilizzati come materia prima e il loro trasporto sono stati allocati su base massa solo per il frantumato 0/20 e il riciclato 0/70 prodotti nel 2023 infatti ambedue sono composti da rifiuti di cemento e macerie. Per i waste in entrata per il 2024 non è stata necessaria l'allocazione.

L'allocazione è riportata in tabella:

TABELLA 16: ALLOCAZIONE

Anno di riferimento	Prodotto	Produzione (t)	Allocazione Base massa	Allocazione per cemento e macerie in entrata (%)
2023	Frantumato 0/20	3.063,00	22%	39%
	Stabilizzato 0/30	1.569,00	11%	0%
	Riciclato 0/70	4.747,00	34%	61%
	Granulato di conglomerato Bituminoso 0/32	4.685,00	33%	0%
	Totale	14.064,00	100%	100%
Anno di riferimento	Prodotto	Produzione (t)	Allocazione Base massa	/
2024	Frantumato 0/20	0	0%	
	Stabilizzato 0/30	6328	19%	
	Riciclato 0/70	17785	54%	
	Granulato di conglomerato Bituminoso 0/32	8940	27%	
	Totale	33053	100%	

Per quanto riguarda i dati generici selezionati (da banche dati), si sono mantenute le allocazioni presenti nei processi utilizzati.

5 Valutazione dell'impatto del ciclo di vita

Come definito dalla norma ISO 14040 *“la fase di valutazione dell'impatto dell'LCA ha lo scopo di valutare la portata di potenziali impatti ambientali utilizzando i risultati dell'LCI. In generale questo processo comporta l'associare i dati d'inventario a specifiche categorie di impatti ambientali e indicatori di categoria e l'approfondire la comprensione di questi impatti”*.

5.1 Le categorie di impatto e gli indicatori di categoria considerati

In accordo al documento PCR ICMQ 001/15, l'impatto ambientale del ciclo di vita del frantumato 0/20 è stato espresso mediante le seguenti categorie di impatto:

Emissioni inquinanti, espresse come categorie di impatto ambientale potenziale:

TABELLA 17: DESCRIZIONE DEGLI INDICATORI DI IMPATTO AMBIENTALE OBBLIGATORI

Categoria di impatto	Indicatore	Modello	Descrizione
Cambiamenti climatici (effetto serra)	kg CO ₂ eq	IPCC 2021: GWP 100, potenziali di riscaldamento globale in 100 anni	Capacità di un gas a effetto serra di influenzare i cambiamenti della temperatura media globale dell'aria a livello del suolo e alle successive variazioni di diversi parametri climatici e dei loro effetti (espresso in unità di CO ₂ -equivalenti e in uno specifico arco temporale: 100 anni). I risultati in questo indicatore sono espressi nelle componenti fossile, biogenica, uso e cambio d'uso del suolo (LULUC).
Acidificazione	moli H ⁺ eq	Modello di superamento accumulato	Ripercussioni delle sostanze acidificanti sull'ambiente. Le emissioni di NO _x , SO _x e NH ₃ comportano il rilascio di ioni idrogeno quando i gas sono mineralizzati. I protoni favoriscono l'acidificazione dei suoli e delle acque, se rilasciati in superfici dove la capacità tampone è bassa, con conseguente deterioramento delle foreste e acidificazione dei laghi.
Eutrofizzazione – acquatica	kg P eq	Modello EUTREND	I nutrienti (principalmente azoto e fosforo) di scarichi fognari e terreni agricoli fertilizzati accelerano la crescita di alghe e altra vegetazione nelle acque. Il deterioramento di materiale organico consuma ossigeno provocando così carenza dello stesso e, in alcuni casi, moria ittica in corsi d'acqua dolce.

Rapporto LCA per la produzione di aggregati da recupero di rifiuti dell'azienda Mezzanzanica SPA

Eutrofizzazione – marina	kg N eq	Modello EUTREND	I nutrienti (principalmente azoto e fosforo) di scarichi fognari e terreni agricoli fertilizzati accelerano la crescita di alghe e altra vegetazione nelle acque. Il deterioramento di materiale organico consuma ossigeno provocando così carenza dello stesso e, in alcuni casi, moria ittica nel mare.
Eutrofizzazione – terrestre	moli N eq	Modello di superamento accumulato	I nutrienti (principalmente azoto e fosforo) di scarichi fognari e terreni agricoli fertilizzati accelerano la crescita di vegetazione. Il deterioramento di materiale organico consuma ossigeno provocando così carenza dello stesso.
Formazione di ozono fotochimico	kg NMVOC eq	Modello LOTOS-EUROS	Formazione di ozono al livello del suolo della troposfera causata da ossidazione fotochimica di composti organici volatili (VOC) e monossido di carbonio (CO) in presenza di ossidi di azoto (NOx) e luce solare. Alte concentrazioni di ozono troposferico a livello del suolo sono dannose per la vegetazione, le vie respiratorie dell'uomo e i materiali artificiali attraverso la reazione con materiali organici.
Riduzione dello strato di ozono	kg CFC-11 eq	Modello EDIP (potenziali di riduzione dello strato di ozono dell'Organiz. Meteorologica Mondiale)	Degradazione dell'ozono stratosferico dovuta alle emissioni di sostanze lesive dell'ozono, quali gas contenenti cloro e bromo di lunga durata (per esempio CFC, HCFC, halon).
Impoverimento delle risorse – minerali, metalli	kg Sb eq	Modello CML 2002	Impoverimento delle risorse abiotiche (minerali, metalli) espresse come kg di antimonio equivalente, uno degli elementi più comuni in queste risorse. L'indicatore caratterizza l'esaurimento delle risorse abiotiche sulla base di tassi di estrazione e delle riserve rimanenti.
Impoverimento delle risorse – vettori energetici	MJ	Modello CML 2002	Impoverimento delle risorse abiotiche (combustibili fossili) espresse in MJ in riferimento alla loro caratteristica di "vettori di energia" ("energy carriers")
Impoverimento delle risorse – acqua	m3 acqua eq	Metodo A.WA.RE. (Available Water REMaining) raccomandato dall'UNEP (2016)	Indicatore dell'uso dell'acqua, che valuta il potenziale di privazione dell'acqua, sia per gli esseri umani che per gli ecosistemi. L'acqua che resta disponibile per area si riferisce al quantitativo di acqua che resta dopo che il consumo da parte dell'uomo e la domanda ambientale di acqua sono state sottratte alla disponibilità naturale del bacino idrico.

Altri indicatori di impatto ambientale potenziale addizionali (riportati solo nel report LCA):

Rapporto LCA per la produzione di aggregati da recupero di rifiuti dell'azienda Mezzanzanica SPA

TABELLA 18: DESCRIZIONE DEGLI INDICATORI DI IMPATTO AMBIENTALE ADDIZIONALI

Categoria di impatto	Indicatore	Modello	Descrizione
Radiazione ionizzante – effetti sulla salute umana	kg U235 eq	Modello di effetti sulla salute umana	Effetti negativi sulla salute umana causati da emissioni radioattive.
Particolato/smog provocato dalle emissioni di sostanze inorganiche	Incidenza di malattie	Raccomandato dal Programma delle Nazioni Unite per l'Ambiente (UNEP 2016)	Effetti avversi sulla salute umana causati dalle emissioni di particolato (PM) e dai suoi precursori (NOx, SOx, NH3).
Tossicità per gli esseri umani - effetti cancerogeni	CTUh (Unità Tossica Comparativa per gli esseri umani)	Modello USEtox	Effetti negativi sulla salute degli esseri umani causati dall'assunzione di sostanze tossiche per inalazione di aria, ingestione di cibo/acqua, penetrazione cutanea, nella misura in cui si tratta di sostanze cancerogene.
Tossicità per gli esseri umani - effetti non cancerogeni	CTUh (Unità Tossica Comparativa per gli esseri umani)	Modello USEtox	Effetti negativi sulla salute degli esseri umani causati dall'assunzione di sostanze tossiche per inalazione di aria, ingestione di cibo/acqua, penetrazione cutanea, nella misura in cui si tratta di sostanze non cancerogene non causate da particolato/smog provocato dalle emissioni di sostanze inorganiche o da radiazioni ionizzanti.
Ecotossicità - ambiente acquatico acqua dolce	CTUe (unità tossica comparativa per gli ecosistemi)	Modello USEtox	Impatti tossici su un ecosistema, che danneggiano le singole specie e modificano la struttura e la funzione dell'ecosistema.
Uso del suolo	Pt	Soil Quality Index	Utilizzo e trasformazione del territorio con attività quali agricoltura, costruzione di strade, case, miniere, ecc. L'indice SQI è basato sul modello LANCA (Bos et al., 2016). Si presenta come l'aggregazione di quattro indicatori: produzione biotica; resistenza all'erosione; filtrazione meccanica; rifornimento della falda acquifera.

TABELLA 19: DESCRIZIONE DEGLI INDICATORI DI USO DELLE RISORSE

Indicatore	Indicatore	Metodo	Descrizione
PENRE	MJ	Cumulative Energy Demand, v. 1.01	Primary Energy, from Non-Renewable Energy resources. Uso di energia da fonti non rinnovabili.
PERE	MJ	Cumulative Energy Demand, v. 1.01	Primary Energy, from Renewable Energy resources. Uso di energia da fonti rinnovabili.
PENRM	MJ	Da inventario di processo	Primary Energy, from Non-Renewable Energy resources used as raw Material. Uso di energia da fonti non rinnovabili impiegata per la produzione di materiali.
PERM	MJ	Da inventario di processo	Primary Energy, from Renewable Energy resources used as raw Material. Uso di energia da fonti rinnovabili impiegata per la produzione di materiali.

Rapporto LCA per la produzione di aggregati da recupero di rifiuti dell'azienda Mezzanzanica SPA

PENRT	MJ	PENRE + PENRM	Primary Energy, from Non-Renewable Energy resources, Total. Totale di energia da primaria da fonti non rinnovabili impiegata (PENRT = PENRE + PENRM).
PERT	MJ	PERE + PERM	Primary Energy, from Renewable Energy resources, Total. Totale di energia da primaria da fonti rinnovabili impiegata (PERT = PERE + PERM).
FW	m3	Selected LCI results, additional v. 1.06	FresWater net use. Uso di acqua dolce, espresso in m3 di risorsa idrica impiegata.
SM	Kg	calcolato	Use of Secondary Material. Impiego di materiali secondari (ricilati)
RSF	MJ	calcolato	Use of Renewable Secondary Fuels. Impiego di combustibili secondari da fonti rinnovabili.
NRSF	MJ	calcolato	Use of Non-Renewable Secondary Fuels. Impiego di combustibili secondari da fonti non rinnovabili.

TABELLA 20: SIGLE UTILIZZATE PER IDENTIFICARE LE CATEGORIE DI IMPATTO

Categoria d'impatto	Sigla
Riscaldamento globale (componente fossile)	GWP-fossil
Riscaldamento globale (componente biogenica)	GWP-biogenic
Riscaldamento globale (land use and land use change)	GWP-luluc
Riscaldamento globale TOTALE	GWP total
Assottigliamento della fascia di ozono	ODP
Acidificazione terrestre	AP
Eutrofizzazione delle acque dolci	EP-freshwater
Eutrofizzazione marina	EP-marine
Eutrofizzazione terrestre	EP-terrestrial
Formazione di ozono troposferico	POCP
Esaurimento risorse abiotiche elementari**	ADP-min&met**
Esaurimento risorse abiotiche fossili**	ADP-fossil**
Uso di acqua**	WDP**
Uso di risorse	
Consumo di risorse primarie energetiche rinnovabili	PERE
Consumo di risorse primarie energetiche rinnovabili come materia prima	PERM
Totale Consumo di risorse primarie energetiche rinnovabili	PERT
Consumo di risorse primarie energetiche non rinnovabili	PENRE
Consumo di risorse primarie energetiche non rinnovabili come materia prima	PENRM
Totale consumo di risorse primarie energetiche non rinnovabili	PENRT
Consumo di materiale secondario	SM
Consumo di combustibili secondari rinnovabili	RSF
Consumo di combustibili secondari non rinnovabili	NRSF
Consumo netto di acqua	FW
Rifiuti	
Rifiuti pericolosi	HW
Rifiuti non pericolosi	NHW
Rifiuti radioattivi	RW
Flussi in uscita	
Componenti per il riutilizzo	REUSE
Materiali per il riciclo	RECYCLE
Materiali per il recupero energetico	EN-REC
Energia elettrica esportata	EE-EL
Energia termica esportata	EE-TH
Indicatori aggiuntivi	

Rapporto LCA per la produzione di aggregati da recupero di rifiuti dell'azienda Mezzanzanica SPA

Emissioni di particolato	PM
Radiazioni ionizzanti*	IRP*
Ecotossicità delle acque dolci**	ETP-fw**
Tossicità per gli umani – effetti cancerogeni**	HTP-c**
Tossicità per gli umani – effetti non cancerogeni**	Htp-nc**
Impatti relativi all'uso del suolo**	SQP**

* Questa categoria di impatto riguarda principalmente l'eventuale impatto delle radiazioni ionizzanti a basso dosaggio sulla salute umana del ciclo del combustibile nucleare. Non considera gli effetti dovuti a possibili incidenti nucleari, esposizione professionale o allo smaltimento di scorie radioattive nelle strutture sotterranee. Anche le radiazioni ionizzanti potenziali dal suolo, dal radon e da alcuni materiali da costruzione non vengono misurate da questo indicatore

** I risultati di questo indicatore di impatto ambientale devono essere utilizzati con cautela poiché le incertezze su questi risultati sono elevate o poiché l'esperienza dell'indicatore è limitata.

5.2 I risultati dello studio

TABELLA 21: RISULTATI DELL'IMPATTO AMBIENTALE DEL CICLO DI VITA DI 1 T DI FRANTUMATO 0/20 PER IL 2023

CATEGORIE D'IMPATTO		Unità	A1	A2	A3	Totale A1-A3
GWP-fossil	kg CO ₂ eq		6,94E+00	3,38E+00	2,36E+00	1,27E+01
GWP-biogenic	kg CO ₂ eq		2,94E-02	2,34E-03	3,84E-03	3,56E-02
GWP-luluc	kg CO ₂ eq		5,79E-04	1,13E-03	3,66E-04	2,08E-03
GWP total	kg CO ₂ eq		6,97E+00	3,38E+00	2,36E+00	1,27E+01
ODP	kg CFC-11 eq		1,29E-07	7,38E-08	3,27E-08	2,36E-07
AP	moli H+ eq		2,91E-02	8,40E-03	1,98E-02	5,73E-02
EP-freshwater	kg P eq		1,94E-03	2,33E-04	1,81E-04	2,35E-03
EP-marine	kg N eq		5,16E-03	2,35E-03	8,96E-03	1,65E-02
EP-terrestrial	moli N eq		5,36E-02	2,55E-02	9,80E-02	1,77E-01
POCP	kg NMVOC eq		1,94E-02	1,31E-02	2,95E-02	6,19E-02
ADP-fossil**	MJ		9,86E+01	4,80E+01	3,01E+01	1,77E+02
ADP-min&met**	kg Sb eq		6,90E-06	1,15E-05	1,62E-06	2,01E-05
WDP**	m ³ eq		4,49E-01	1,88E-01	7,74E-01	1,41E+00
USO DI RISORSE		Unità	A1	A2	A3	Totale A1-A3
PERE	MJ		4,82E-01	6,20E-01	2,89E-01	1,39E+00
PERM	MJ		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
PERT	MJ		4,82E-01	6,20E-01	2,89E-01	1,39E+00
PENRE	MJ		9,86E+01	4,78E+01	3,00E+01	1,76E+02
PENRM	MJ		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
PENRT	MJ		9,89E+01	4,81E+01	3,02E+01	1,77E+02
SM	kg		1,00E+03	0,00E+00	0,00E+00	1,00E+03
RSF	MJ		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
NRSF	MJ		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
FW	m3		1,28E-02	6,04E-03	1,90E-02	3,79E-02
RIFIUTI		Unità	A1	A2	A3	Totale A1-A3
HW	kg		5,70E-04	3,27E-04	2,13E-04	1,11E-03
NHW	kg		1,18E-01	2,33E+00	3,80E+00	6,24E+00
RW	kg		9,93E-05	1,42E-05	5,55E-06	1,19E-04
FLUSSI IN USCITA		Unità	A1	A2	A3	Totale A1-A3
CRU	kg		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
MFR	kg		0,00E+00	0,00E+00	3,75E+00	3,75E+00
MER	kg		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
EEE	MJ		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
ETE	MJ		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
ALTRI INDICATORI AMBIENTALI		Unità	A1	A2	A3	Totale A1-A3
PM	Desease incidence		8,87E-08	2,59E-07	5,59E-07	9,07E-07
IRP*	Kg U235 eq.		3,50E-01	5,78E-02	2,23E-02	4,30E-01
ETP-fw**	CTUe		7,78E+00	6,42E+00	2,82E+00	1,70E+01
HTP-c**	CTUh		6,64E-10	5,67E-10	5,38E-10	1,77E-09
Htp-nc**	CTUh		2,24E-08	3,01E-08	6,22E-09	5,87E-08
SQP**	Pt		6,24E+00	2,87E+01	2,63E+00	3,75E+01

A1: Produzione materie prime ed energia; A2: Trasporto al sito di Via Vicinale dei boschi di Ravello di Ponente, 1A, 20015 Parabiago MI; A3: Produzione ausiliari e lavorazioni prodotti.

Rapporto LCA per la produzione di aggregati da recupero di rifiuti dell'azienda Mezzanzanica SPA

TABELLA 22: RISULTATI DELL'IMPATTO AMBIENTALE DEL CICLO DI VITA DI 1 T DI RICICLATO 0/70 PER IL 2024

CATEGORIE D'IMPATTO		Unità	A1	A2	A3	Totale A1-A3
GWP-fossil	kg CO ₂ eq		2,14E+00	5,57E+00	1,52E+00	9,23E+00
GWP-biogenic	kg CO ₂ eq		9,10E-03	3,86E-03	1,76E-03	1,47E-02
GWP-luluc	kg CO ₂ eq		1,82E-04	1,87E-03	2,10E-04	2,26E-03
GWP total	kg CO ₂ eq		2,15E+00	5,58E+00	1,52E+00	9,25E+00
ODP	kg CFC-11 eq		3,98E-08	1,22E-07	2,15E-08	1,83E-07
AP	moli H+ eq		8,98E-03	1,41E-02	1,30E-02	3,61E-02
EP-freshwater	kg P eq		5,98E-04	3,84E-04	9,44E-05	1,08E-03
EP-marine	kg N eq		1,60E-03	4,03E-03	5,95E-03	1,16E-02
EP-terrestrial	moli N eq		1,66E-02	4,36E-02	6,51E-02	1,25E-01
POCP	kg NMVOC eq		5,98E-03	2,19E-02	1,96E-02	4,75E-02
ADP-fossil**	MJ		3,04E+01	7,91E+01	1,95E+01	1,29E+02
ADP-min&met**	kg Sb eq		2,14E-06	1,90E-05	8,76E-07	2,20E-05
WDP**	m ³ eq		1,40E-01	3,09E-01	4,95E-01	9,44E-01
USO DI RISORSE		Unità	A1	A2	A3	Totale A1-A3
PERE	MJ		5,43E+00	1,02E+00	1,60E-01	6,61E+00
PERM	MJ		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
PERT	MJ		5,43E+00	1,02E+00	1,60E-01	6,61E+00
PENRE	MJ		3,04E+01	7,88E+01	1,95E+01	1,29E+02
PENRM	MJ		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
PENRT	MJ		3,05E+01	7,94E+01	1,96E+01	1,29E+02
SM	kg		1,00E+03	0,00E+00	0,00E+00	1,00E+03
RSF	MJ		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
NRSF	MJ		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
FW	m3		3,98E-03	9,96E-03	1,21E-02	2,60E-02
RIFIUTI		Unità	A1	A2	A3	Totale A1-A3
HW	kg		1,76E-04	5,40E-04	1,37E-04	8,53E-04
NHW	kg		4,99E-02	3,83E+00	1,21E+00	5,10E+00
RW	kg		3,06E-05	2,35E-05	3,16E-06	5,73E-05
FLUSSI IN USCITA		Unità	A1	A2	A3	Totale A1-A3
CRU	kg		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
MFR	kg		0,00E+00	0,00E+00	1,19E+00	1,19E+00
MER	kg		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
EEE	MJ		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
ETE	MJ		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
ALTRI INDICATORI AMBIENTALI		Unità	A1	A2	A3	Totale A1-A3
PM	Desease incidence		2,80E-08	4,28E-07	3,69E-07	8,25E-07
IRP*	Kg U235 eq.		1,08E-01	9,52E-02	1,27E-02	2,16E-01
ETP-fw**	CTUe		2,41E+00	1,06E+01	1,83E+00	1,48E+01
HTP-c**	CTUh		2,07E-10	9,36E-10	2,84E-10	1,43E-09
Htp-nc**	CTUh		6,95E-09	4,96E-08	3,53E-09	6,00E-08
SQP**	Pt		1,92E+00	4,72E+01	1,56E+00	5,07E+01

A1: Produzione materie prime ed energia; A2: Trasporto al sito di Via Vicinale dei boschi di Ravello di Ponente, 1A, 20015 Parabiago MI; A3: Produzione ausiliari e lavorazioni prodotti.

Rapporto LCA per la produzione di aggregati da recupero di rifiuti dell'azienda Mezzanzanica SPA

TABELLA 23: RISULTATI DELL'IMPATTO AMBIENTALE DEL CICLO DI VITA DI 1 T DI STABILIZZATO 0/30 PER IL 2024

CATEGORIE D'IMPATTO		Unità	A1	A2	A3	Totale A1-A3
GWP-fossil	kg CO ₂ eq		2,14E+00	3,04E+00	1,52E+00	6,70E+00
GWP-biogenic	kg CO ₂ eq		9,10E-03	2,11E-03	1,76E-03	1,30E-02
GWP-luluc	kg CO ₂ eq		1,82E-04	1,02E-03	2,10E-04	1,41E-03
GWP total	kg CO ₂ eq		2,15E+00	3,04E+00	1,52E+00	6,71E+00
ODP	kg CFC-11 eq		3,98E-08	6,63E-08	2,15E-08	1,28E-07
AP	moli H+ eq		8,98E-03	7,41E-03	1,30E-02	2,94E-02
EP-freshwater	kg P eq		5,98E-04	2,10E-04	9,44E-05	9,02E-04
EP-marine	kg N eq		1,60E-03	2,04E-03	5,95E-03	9,59E-03
EP-terrestrial	moli N eq		1,66E-02	2,21E-02	6,51E-02	1,04E-01
POCP	kg NMVOC eq		5,98E-03	1,16E-02	1,96E-02	3,71E-02
ADP-fossil**	MJ		3,04E+01	4,32E+01	1,95E+01	9,31E+01
ADP-min&met**	kg Sb eq		2,14E-06	1,04E-05	8,76E-07	1,34E-05
WDP**	m ³ eq		1,40E-01	1,69E-01	4,95E-01	8,04E-01
USO DI RISORSE		Unità	A1	A2	A3	Totale A1-A3
PERE	MJ		5,43E+00	5,58E-01	1,60E-01	6,15E+00
PERM	MJ		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
PERT	MJ		5,43E+00	5,58E-01	1,60E-01	6,15E+00
PENRE	MJ		3,04E+01	4,30E+01	1,95E+01	9,29E+01
PENRM	MJ		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
PENRT	MJ		3,05E+01	4,33E+01	1,96E+01	9,33E+01
SM	kg		1,00E+03	0,00E+00	0,00E+00	1,00E+03
RSF	MJ		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
NRSF	MJ		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
FW	m3		3,98E-03	5,44E-03	1,21E-02	2,15E-02
RIFIUTI		Unità	A1	A2	A3	Totale A1-A3
HW	kg		1,76E-04	2,94E-04	1,37E-04	6,07E-04
NHW	kg		4,99E-02	2,09E+00	1,21E+00	3,36E+00
RW	kg		3,06E-05	1,28E-05	3,16E-06	4,66E-05
FLUSSI IN USCITA		Unità	A1	A2	A3	Totale A1-A3
CRU	kg		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
MFR	kg		0,00E+00	0,00E+00	1,19E+00	1,19E+00
MER	kg		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
EEE	MJ		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
ETE	MJ		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
ALTRI INDICATORI AMBIENTALI		Unità	A1	A2	A3	Totale A1-A3
PM	Desease incidence		2,80E-08	2,32E-07	3,69E-07	6,29E-07
IRP*	Kg U235 eq.		1,08E-01	5,20E-02	1,27E-02	1,73E-01
ETP-fw**	CTUe		2,41E+00	5,77E+00	1,83E+00	1,00E+01
HTP-c**	CTUh		2,07E-10	5,10E-10	2,84E-10	1,00E-09
Htp-nc**	CTUh		6,95E-09	2,71E-08	3,53E-09	3,75E-08
SQP**	Pt		1,92E+00	2,58E+01	1,56E+00	2,93E+01

A1: Produzione materie prime ed energia; A2: Trasporto al sito di Via Vicinale dei boschi di Ravello di Ponente, 1A, 20015 Parabiago MI; A3: Produzione ausiliari e lavorazioni prodotti.

Rapporto LCA per la produzione di aggregati da recupero di rifiuti dell'azienda Mezzanzanica SPA

TABELLA 24: RISULTATI DELL'IMPATTO AMBIENTALE DEL CICLO DI VITA DI 1 T DI GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO 0/32 PER IL 2024

CATEGORIE D'IMPATTO		Unità	A1	A2	A3	Totale A1-A3
GWP-fossil	kg CO ₂ eq		2,14E+00	3,64E+00	1,52E+00	7,30E+00
GWP-biogenic	kg CO ₂ eq		9,10E-03	2,52E-03	1,76E-03	1,34E-02
GWP-luluc	kg CO ₂ eq		1,82E-04	1,22E-03	2,10E-04	1,61E-03
GWP total	kg CO ₂ eq		2,15E+00	3,65E+00	1,52E+00	7,32E+00
ODP	kg CFC-11 eq		3,98E-08	7,95E-08	2,15E-08	1,41E-07
AP	moli H+ eq		8,98E-03	8,95E-03	1,30E-02	3,09E-02
EP-freshwater	kg P eq		5,98E-04	2,52E-04	9,44E-05	9,44E-04
EP-marine	kg N eq		1,60E-03	2,49E-03	5,95E-03	1,00E-02
EP-terrestrial	moli N eq		1,66E-02	2,69E-02	6,51E-02	1,09E-01
POCP	kg NMVOC eq		5,98E-03	1,40E-02	1,96E-02	3,95E-02
ADP-fossil**	MJ		3,04E+01	5,17E+01	1,95E+01	1,02E+02
ADP-min&met**	kg Sb eq		2,14E-06	1,24E-05	8,76E-07	1,55E-05
WDP**	m ³ eq		1,40E-01	2,03E-01	4,95E-01	8,37E-01
USO DI RISORSE		Unità	A1	A2	A3	Totale A1-A3
PERE	MJ		5,43E+00	6,69E-01	1,60E-01	6,26E+00
PERM	MJ		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
PERT	MJ		5,43E+00	6,69E-01	1,60E-01	6,26E+00
PENRE	MJ		3,04E+01	5,15E+01	1,95E+01	1,01E+02
PENRM	MJ		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
PENRT	MJ		3,05E+01	5,19E+01	1,96E+01	1,02E+02
SM	kg		1,00E+03	0,00E+00	0,00E+00	1,00E+03
RSF	MJ		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
NRSF	MJ		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
FW	m3		3,98E-03	6,52E-03	1,21E-02	2,26E-02
RIFIUTI		Unità	A1	A2	A3	Totale A1-A3
HW	kg		1,76E-04	3,53E-04	1,37E-04	6,66E-04
NHW	kg		4,99E-02	2,51E+00	1,21E+00	3,77E+00
RW	kg		3,06E-05	1,54E-05	3,16E-06	4,92E-05
FLUSSI IN USCITA		Unità	A1	A2	A3	Totale A1-A3
CRU	kg		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
MFR	kg		0,00E+00	0,00E+00	1,19E+00	1,19E+00
MER	kg		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
EEE	MJ		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
ETE	MJ		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
ALTRI INDICATORI AMBIENTALI		Unità	A1	A2	A3	Totale A1-A3
PM	Desease incidence		2,80E-08	2,78E-07	3,69E-07	6,76E-07
IRP*	Kg U235 eq.		1,08E-01	6,23E-02	1,27E-02	1,83E-01
ETP-fw**	CTUe		2,41E+00	6,92E+00	1,83E+00	1,12E+01
HTP-c**	CTUh		2,07E-10	6,11E-10	2,84E-10	1,10E-09
Htp-nc**	CTUh		6,95E-09	3,24E-08	3,53E-09	4,29E-08
SQP**	Pt		1,92E+00	3,09E+01	1,56E+00	3,44E+01

A1: Produzione materie prime ed energia; A2: Trasporto al sito di Via Vicinale dei boschi di Ravello di Ponente, 1A, 20015 Parabiago MI; A3: Produzione ausiliari e lavorazioni prodotti.

5.2.1 Categoria d'impatto Cambiamenti Climatici

5.2.1.1 Frantumato 0/20.

Si riporta nella figura successiva il diagramma a rete relativi alla categoria di impatto sui cambiamenti climatici per il Frantumato 0/20 per il 2023

Come si vede dai dati, le emissioni di CO₂eq sono legate principalmente all'uso dell'energia elettrica da rete (54,8%), al gasolio (16,5%) utilizzato durante la fase di produzione e per le mobilitazioni e ai trasporti del materiale in ingresso (22,5%).

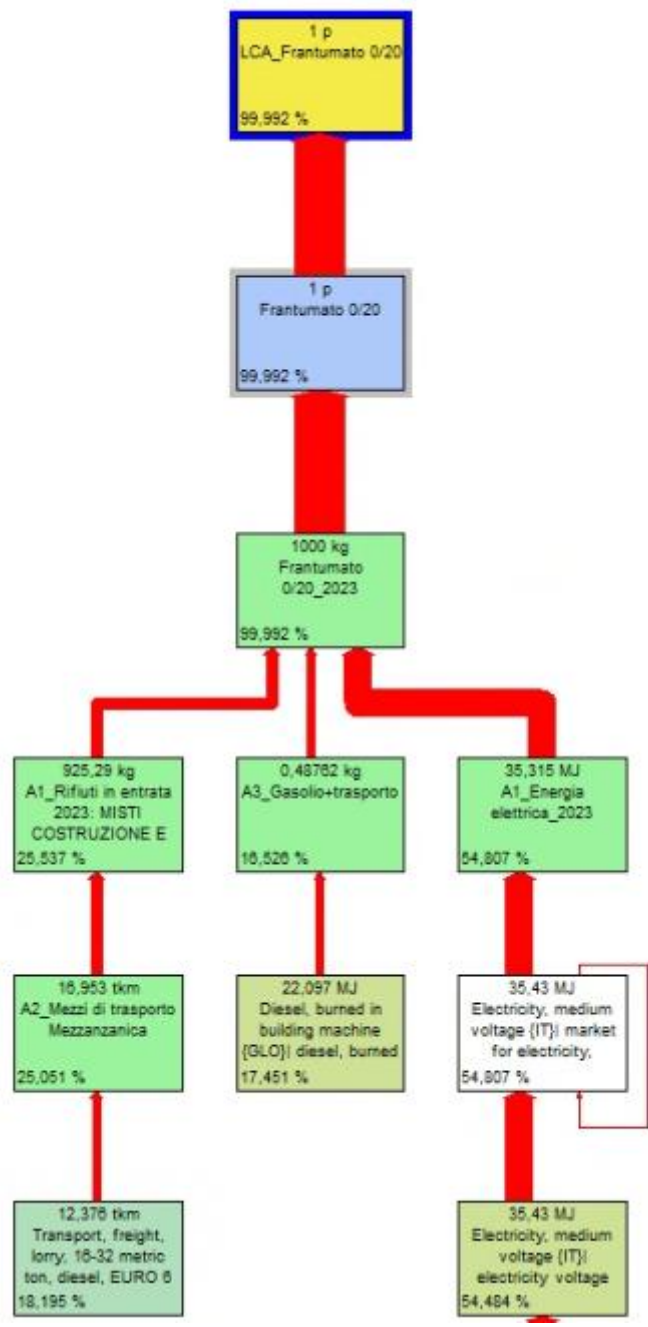


FIGURA 7: DIAGRAMMA A RETE DELL'INDICATORE CAMBIAMENTI CLIMATICI PER IL FRANTUMATO 0/20

5.2.1.2 Riciclato 0/70

Si riporta nella figura successiva il diagramma a rete relativi alla categoria di impatto sui cambiamenti climatici per il Riciclato 0/70 per il 2024.

Come si vede dai dati, le emissioni di CO₂eq sono legate principalmente al trasporto in ingresso, al gasolio utilizzato per le mobilitazioni interne (15,2%) e all'uso dell'energia elettrica da rete (23,1%).

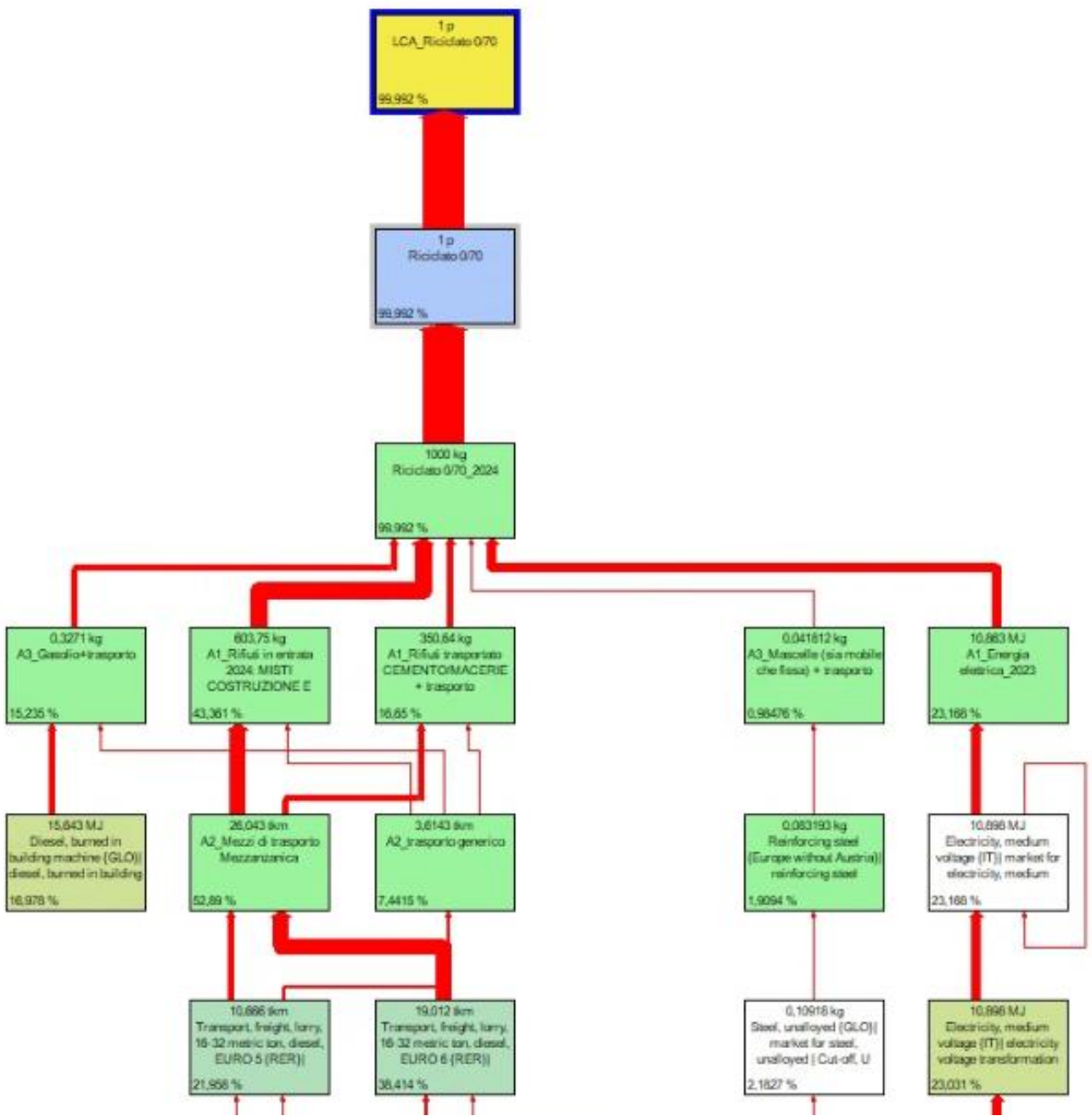


FIGURA 8: DIAGRAMMA A RETE DELL'INDICATORE CAMBIAMENTI CLIMATICI PER IL RICICLATO 0/70

5.2.1.3 Stabilizzato 0/30

Si riporta nella figura successiva il diagramma a rete relativi alla categoria di impatto sui cambiamenti climatici per lo Stabilizzato 0/30 per il 2024.

Come si vede dai dati, le emissioni di CO₂eq sono legate principalmente ai trasporti del materiale in ingresso (45,3%), al gasolio (20,9%) per le mobilitazioni interne e all'uso dell'energia elettrica da rete (31,9%).

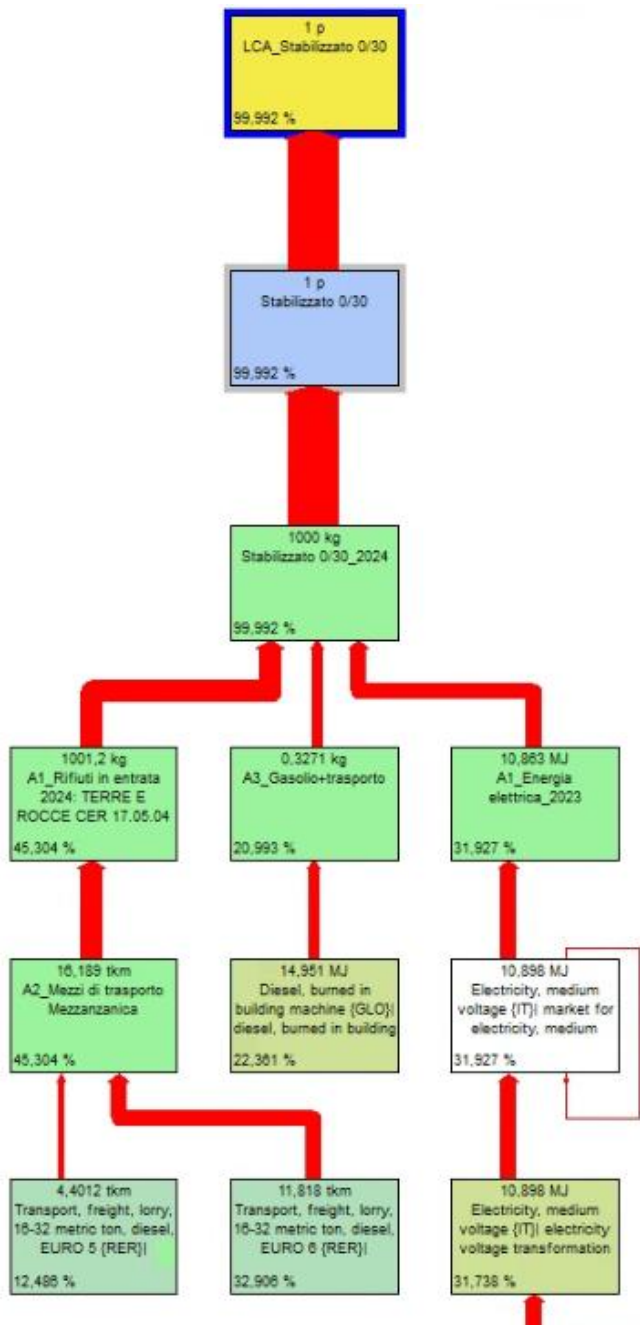


FIGURA 9: DIAGRAMMA A RETE DELL'INDICATORE CAMBIAMENTI CLIMATICI PER LO STABILIZZATO 0/30

5.2.1.4 Granulato di conglomerato bituminoso 0.32

Si riporta nella figura successiva il diagramma a rete relativi alla categoria di impatto sui cambiamenti climatici per il Granulato di conglomerato bituminoso 0/32 per il 2024.

Come si vede dai dati, le emissioni di CO₂eq sono legate principalmente ai trasporti del materiale in ingresso (49,8%), al gasolio (19,2%) utilizzato durante la fase di produzione e per le mobilitazioni e all’uso dell’energia elettrica da rete (29,2%).

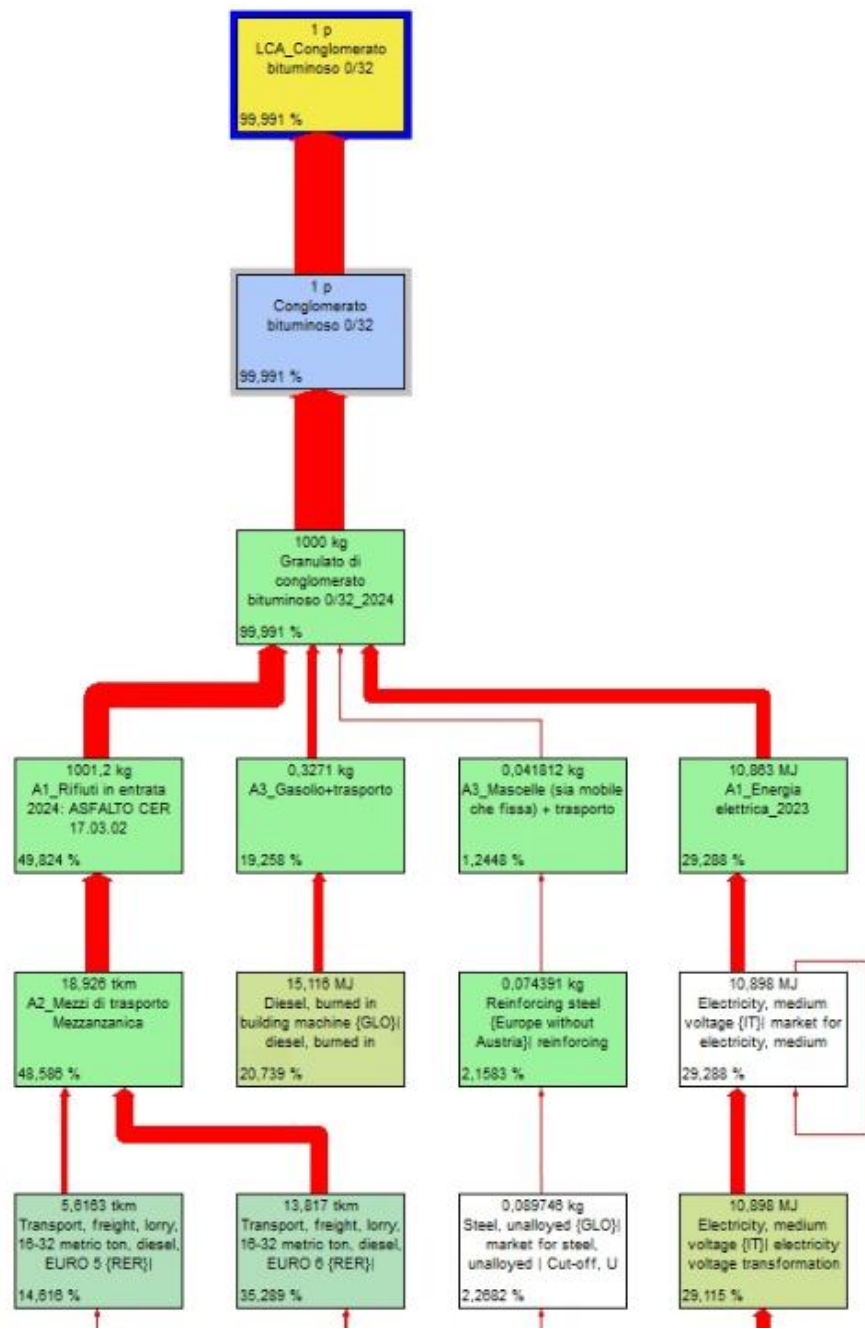


FIGURA 10: DIAGRAMMA A RETE DELL'INDICATORE CAMBIAMENTI CLIMATICI PER IL GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO 0/32

6 Interpretazione del ciclo di vita

L’ultima fase dell’LCA consiste nell’interpretazione che, attraverso l’analisi dei risultati e dei contributi, permette di evidenziare le criticità ambientali del prodotto analizzato, trarre le conclusioni, spiegare le limitazioni e fornire raccomandazioni.

Nella tabella e nelle figure seguenti, si riporta l’incidenza delle varie fasi del ciclo di vita incluse nei confini del sistema dei riciclati analizzati nel presente studio, relativamente ai principali indicatori di impatto.

6.1 Contributi

6.1.1 Frantumato 0/20

Per quanto riguarda l’indicatore dei cambiamenti climatici, per il frantumato 0/20 per il 2023, il 55% degli impatti è legato al consumo di Energia elettrica per la produzione, il 27% è legato al trasporto dei materiali in ingresso, e il 17% al gasolio utilizzato per le movimentazioni; in generale per tutti gli indicatori le fasi che impattano maggiormente sono quella relative all’energia utilizzata per la produzione (dal 30 all’82% dei contributi), al trasporto dei materiali in ingresso (dal 10 all’58% dei contributi) e al gasolio utilizzato per le movimentazioni (dal 3 al 54% dei contributi).

Altra fase significativamente impattante risulta essere quella legata all’utilizzo di ausiliari che contribuisce tra l’1 e il 5% per tutte le categorie ad eccezione del WDP dove incide per il 51%.

TABELLA 25: RISULTATI DEGLI INDICATORI DI IMPATTO DEL FRANTUMATO 0/20

	Unit	Totale	A1_rifiuti in ingresso	A1_energia	A2_trasporto materiali in ingresso	A3_ausiliari	A3_gasolio	A3_rifiuti prodotti	A3_emissioni in acqua
GWP total	kg CO2 eq	1,27E+01	0,00E+00	6,97E+00	3,38E+00	2,53E-01	2,10E+00	7,90E-03	0,00E+00
ODP	kg CFC11 eq	2,36E-07	0,00E+00	1,29E-07	7,38E-08	1,33E-09	3,12E-08	1,72E-10	0,00E+00
AP	mol H+ eq	5,73E-02	0,00E+00	2,91E-02	8,40E-03	9,83E-04	1,87E-02	2,53E-05	0,00E+00
EP- freshwater	kg P eq	2,35E-03	0,00E+00	1,94E-03	2,33E-04	1,13E-04	6,76E-05	5,39E-07	0,00E+00
EP-marine	kg N eq	1,65E-02	0,00E+00	5,16E-03	2,35E-03	2,28E-04	8,72E-03	8,53E-06	0,00E+00
EP- terrestrial	mol N eq	1,77E-01	0,00E+00	5,36E-02	2,55E-02	2,40E-03	9,55E-02	9,28E-05	0,00E+00
POCP	kg NMVOC eq	6,19E-02	0,00E+00	1,94E-02	1,31E-02	8,50E-04	2,86E-02	3,84E-05	0,00E+00
ADP- min&met	kg Sb eq	2,01E-05	0,00E+00	6,90E-06	1,15E-05	8,42E-07	7,48E-07	2,66E-08	0,00E+00
ADP-fossil	MJ	1,77E+02	0,00E+00	9,86E+01	4,80E+01	2,70E+00	2,73E+01	1,12E-01	0,00E+00
WDP	m3 depriv.	1,41E+00	0,00E+00	4,49E-01	1,88E-01	7,16E-01	5,83E-02	4,34E-04	0,00E+00

Rapporto LCA per la produzione di aggregati da recupero di rifiuti dell'azienda Mezzanzanica SPA

TABELLA 26: INCIDENZA DEGLI INDICATORI DI IMPATTO DEL FRANTUMATO 0/20

	Unit	Totale	A1_rifiuti in ingresso	A1_energia	A2_trasporto materiali in ingresso	A3_auxiliari	A3_gasolio	A3_rifiuti prodotti	A3_emissioni in acqua
GWP total	%	100%	0%	55%	27%	2%	17%	0,1%	0%
ODP	%	100%	0%	55%	31%	1%	13%	0,1%	0%
AP	%	100%	0%	51%	15%	2%	33%	0,0%	0%
EP-freshwater	%	100%	0%	82%	10%	5%	3%	0,0%	0%
EP-marine	%	100%	0%	31%	14%	1%	53%	0,1%	0%
EP-terrestrial	%	100%	0%	30%	14%	1%	54%	0,1%	0%
POCP	%	100%	0%	31%	21%	1%	46%	0,1%	0%
ADP-min&met	%	100%	0%	34%	58%	4%	4%	0,1%	0%
ADP-fossil	%	100%	0%	56%	27%	2%	15%	0,1%	0%
WDP	%	100%	0%	32%	13%	51%	4%	0,0%	0%

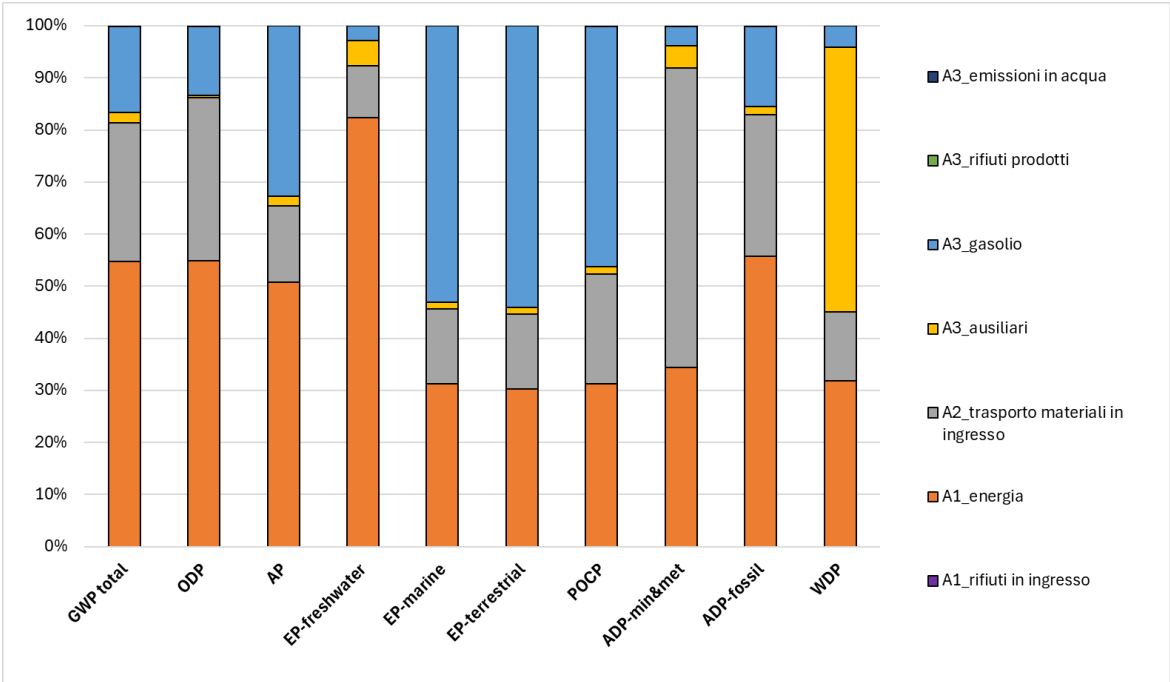


FIGURA 11: PRINCIPALI CONTRIBUTI AI PRINCIPALI INDICATORI DI IMPATTO DEL FRANTUMATO 0/20

Rapporto LCA per la produzione di aggregati da recupero di rifiuti dell'azienda Mezzanzanica SPA

6.1.2 Riciclato 0/70

Per quanto riguarda l'indicatore dei cambiamenti climatici, per il riciclato 0/70 per il 2024, il 60% è legato al trasporto dei materiali in ingresso, il 23% degli impatti sono legati all'energia per la produzione e il 15% al gasolio utilizzato per le movimentazioni; in generale per tutti gli indicatori le fasi che impattano maggiormente sono quella relative al trasporto dei materiali in ingresso (dal 33 all'86% dei contributi), all'energia utilizzata per la produzione (dal 10 al 56% dei contributi) e al gasolio utilizzato per le movimentazioni (dal 2 al 51% dei contributi).

Altra fase significativamente impattante risulta essere quella legata all'utilizzo di ausiliari che contribuisce tra lo 0 e il 5% per tutte le categorie ad eccezione del WDP dove incide per il 48%.

TABELLA 27: RISULTATI DEGLI INDICATORI DI IMPATTO DEL RICICLATO 0/70

	Unit	Totale	A1_rifiuti in ingresso	A1_energia	A2_trasporto materiali in ingresso	A3_ausiliari	A3_gasolio	A3_rifiuti prodotti	A3_emissioni in acqua
GWP total	kg CO2 eq	9,25E+00	0,00E+00	2,15E+00	5,58E+00	1,09E-01	1,41E+00	2,92E-03	0,00E+00
ODP	kg CFC11 eq	1,83E-07	0,00E+00	3,98E-08	1,22E-07	5,83E-10	2,09E-08	6,36E-11	0,00E+00
AP	mol H+ eq	3,61E-02	0,00E+00	8,98E-03	1,41E-02	4,24E-04	1,26E-02	9,36E-06	0,00E+00
EP- freshwater	kg P eq	1,08E-03	0,00E+00	5,98E-04	3,84E-04	4,88E-05	4,54E-05	1,99E-07	0,00E+00
EP-marine	kg N eq	1,16E-02	0,00E+00	1,60E-03	4,03E-03	9,79E-05	5,85E-03	3,15E-06	0,00E+00
EP- terrestrial	mol N eq	1,25E-01	0,00E+00	1,66E-02	4,36E-02	1,03E-03	6,41E-02	3,43E-05	0,00E+00
POCP	kg NMVOC eq	4,75E-02	0,00E+00	5,98E-03	2,19E-02	3,65E-04	1,92E-02	1,42E-05	0,00E+00
ADP- min&met	kg Sb eq	2,20E-05	0,00E+00	2,14E-06	1,90E-05	3,64E-07	5,02E-07	9,83E-09	0,00E+00
ADP-fossil	MJ	1,29E+02	0,00E+00	3,04E+01	7,91E+01	1,17E+00	1,83E+01	4,14E-02	0,00E+00
WDP	m3 depriv.	9,44E-01	0,00E+00	1,40E-01	3,09E-01	4,56E-01	3,91E-02	1,60E-04	0,00E+00

TABELLA 28: INCIDENZA DEGLI INDICATORI DI IMPATTO DEL RICICLATO 0/70

	Unit	Totale	A1_rifiuti in ingresso	A1_energia	A2_trasporto materiali in ingresso	A3_ausiliari	A3_gasolio	A3_rifiuti prodotti	A3_emissioni in acqua
GWP total	%	100%	0%	23%	60%	1%	15%	0%	0%
ODP	%	100%	0%	22%	66%	0%	11%	0%	0%
AP	%	100%	0%	25%	39%	1%	35%	0%	0%
EP- freshwater	%	100%	0%	56%	36%	5%	4%	0%	0%
EP-marine	%	100%	0%	14%	35%	1%	51%	0%	0%
EP-terrestrial	%	100%	0%	13%	35%	1%	51%	0%	0%
POCP	%	100%	0%	13%	46%	1%	40%	0%	0%
ADP- min&met	%	100%	0%	10%	86%	2%	2%	0%	0%
ADP-fossil	%	100%	0%	24%	61%	1%	14%	0%	0%
WDP	%	100%	0%	15%	33%	48%	4%	0%	0%

Rapporto LCA per la produzione di aggregati da recupero di rifiuti dell'azienda Mezzanzanica SPA

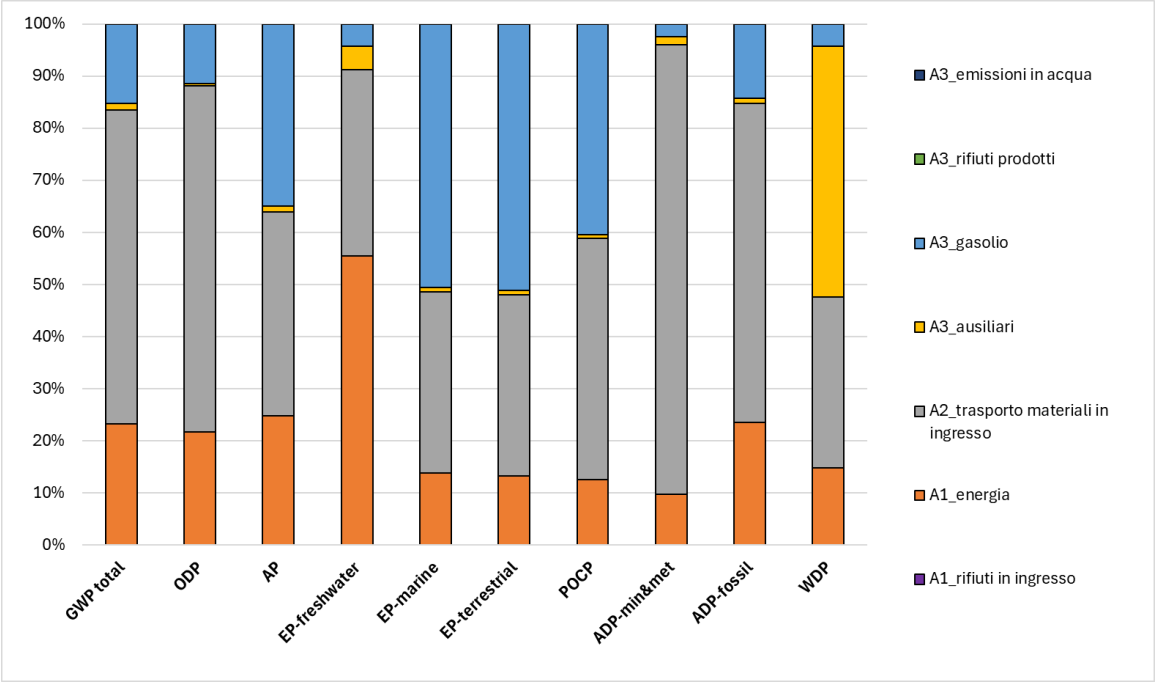


FIGURA 12: PRINCIPALI CONTRIBUTI AI PRINCIPALI INDICATORI DI IMPATTO DEL RICICLATO 0/70

6.1.3 Stabilizzato 0/30

Per quanto riguarda l'indicatore dei cambiamenti climatici, per lo Stabilizzato 0/30 per il 2024, il 45% è legato al trasporto dei materiali in ingresso, il 32% degli impatti sono legati all'energia per la produzione e il 21% al gasolio utilizzato per le movimentazioni; in generale per tutti gli indicatori le fasi che impattano maggiormente sono quella relative al trasporto dei materiali in ingresso (dal 21 al 77% dei contributi), all'energia utilizzata per la produzione (dal 16 al 66% dei contributi) e al gasolio utilizzato per le movimentazioni (dal 4 al 62% dei contributi).

Altra fase significativamente impattante risulta essere quella legata all'utilizzo di ausiliari che contribuisce tra lo 0 e il 5% per tutte le categorie ad eccezione del WDP dove incide per il 57%.

TABELLA 29: RISULTATI DEGLI INDICATORI DI IMPATTO DELLO STABILIZZATO 0/30

	Unit	Totale	A1_rifiuti in ingresso	A1_energia	A2_trasporto materiali in ingresso	A3_ausiliari	A3_gasolio	A3_rifiuti prodotti	A3_emissioni in acqua
GWP total	kg CO2 eq	6,71E+00	0,00E+00	2,15E+00	3,04E+00	1,09E-01	1,41E+00	2,92E-03	0,00E+00
ODP	kg CFC11 eq	1,28E-07	0,00E+00	3,98E-08	6,63E-08	5,83E-10	2,09E-08	6,36E-11	0,00E+00
AP	mol H+ eq	2,94E-02	0,00E+00	8,98E-03	7,41E-03	4,24E-04	1,26E-02	9,36E-06	0,00E+00
EP-freshwater	kg P eq	9,02E-04	0,00E+00	5,98E-04	2,10E-04	4,88E-05	4,54E-05	1,99E-07	0,00E+00
EP-marine	kg N eq	9,59E-03	0,00E+00	1,60E-03	2,04E-03	9,79E-05	5,85E-03	3,15E-06	0,00E+00
EP-terrestrial	mol N eq	1,04E-01	0,00E+00	1,66E-02	2,21E-02	1,03E-03	6,41E-02	3,43E-05	0,00E+00
POCP	kg NMVOC eq	3,71E-02	0,00E+00	5,98E-03	1,16E-02	3,65E-04	1,92E-02	1,42E-05	0,00E+00
ADP-min&met	kg Sb eq	1,34E-05	0,00E+00	2,14E-06	1,04E-05	3,64E-07	5,02E-07	9,83E-09	0,00E+00
ADP-fossil	MJ	9,31E+01	0,00E+00	3,04E+01	4,32E+01	1,17E+00	1,83E+01	4,14E-02	0,00E+00
WDP	m3 depriv.	8,04E-01	0,00E+00	1,40E-01	1,69E-01	4,56E-01	3,91E-02	1,60E-04	0,00E+00

TABELLA 30: INCIDENZA DEGLI INDICATORI DI IMPATTO DELLO STABILIZZATO 0/30

	Unit	Totale	A1_rifiuti in ingresso	A1_energia	A2_trasporto materiali in ingresso	A3_ausiliari	A3_gasolio	A3_rifiuti prodotti	A3_emissioni in acqua
GWP total	%	100%	0%	32%	45%	2%	21%	0%	0%
ODP	%	100%	0%	31%	52%	0%	16%	0%	0%
AP	%	100%	0%	31%	25%	1%	43%	0%	0%
EP-freshwater	%	100%	0%	66%	23%	5%	5%	0%	0%
EP-marine	%	100%	0%	17%	21%	1%	61%	0%	0%
EP-terrestrial	%	100%	0%	16%	21%	1%	62%	0%	0%
POCP	%	100%	0%	16%	31%	1%	52%	0%	0%
ADP-min&met	%	100%	0%	16%	77%	3%	4%	0%	0%
ADP-fossil	%	100%	0%	33%	46%	1%	20%	0%	0%
WDP	%	100%	0%	17%	21%	57%	5%	0%	0%

Rapporto LCA per la produzione di aggregati da recupero di rifiuti dell'azienda Mezzanzanica SPA

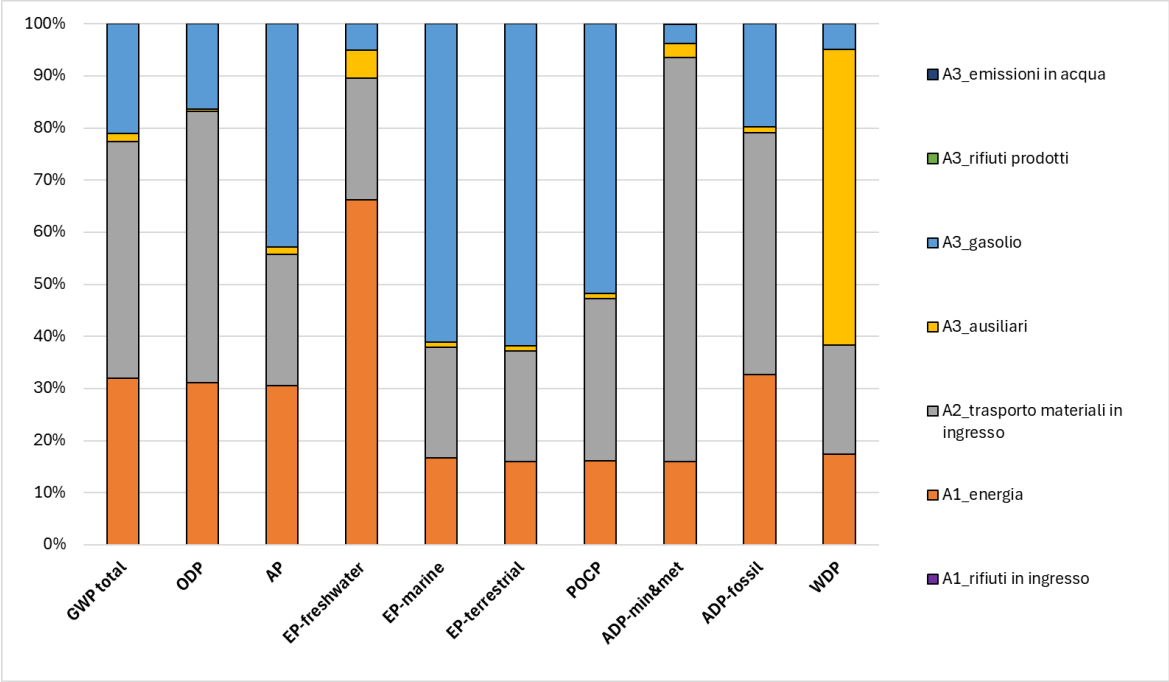


FIGURA 13: PRINCIPALI CONTRIBUTI AI PRINCIPALI INDICATORI DI IMPATTO DELLO STABILIZZATO 0/30

6.1.4 Granulato di conglomerato bituminoso 0/32

Per quanto riguarda l'indicatore dei cambiamenti climatici, per il Granulato di conglomerato bituminoso 0/32 per il 2024, il 50% è legato al trasporto dei materiali in ingresso, il 29% degli impatti sono legati all'energia per la produzione e il 19% al gasolio utilizzato per le movimentazioni; in generale per tutti gli indicatori le fasi che impattano maggiormente sono quella relative al trasporto dei materiali in ingresso (dal 24 al 80% dei contributi), all'energia utilizzata per la produzione (dal 14 al 63% dei contributi) e al gasolio utilizzato per le movimentazioni (dal 3 al 59% dei contributi).

Altra fase significativamente impattante risulta essere quella legata all'utilizzo di ausiliari che contribuisce tra lo 0 e il 5% per tutte le categorie ad eccezione del WDP dove incide per il 54%.

TABELLA 31: RISULTATI DEGLI INDICATORI DI IMPATTO DEL GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO 0/32

	Unit	Totale	A1_rifiuti in ingresso	A1_energia	A2_trasporto materiali in ingresso	A3_ausiliari	A3_gasolio	A3_rifiuti prodotti	A3_emissioni in acqua
GWP total	kg CO2 eq	7,32E+00	0,00E+00	2,15E+00	3,65E+00	1,09E-01	1,41E+00	2,92E-03	0,00E+00
ODP	kg CFC11 eq	1,41E-07	0,00E+00	3,98E-08	7,95E-08	5,83E-10	2,09E-08	6,36E-11	0,00E+00
AP	mol H+ eq	3,09E-02	0,00E+00	8,98E-03	8,95E-03	4,24E-04	1,26E-02	9,36E-06	0,00E+00
EP- freshwater	kg P eq	9,44E-04	0,00E+00	5,98E-04	2,52E-04	4,88E-05	4,54E-05	1,99E-07	0,00E+00
EP-marine	kg N eq	1,00E-02	0,00E+00	1,60E-03	2,49E-03	9,79E-05	5,85E-03	3,15E-06	0,00E+00
EP- terrestrial	mol N eq	1,09E-01	0,00E+00	1,66E-02	2,69E-02	1,03E-03	6,41E-02	3,43E-05	0,00E+00
POCP	kg NMVOC eq	3,95E-02	0,00E+00	5,98E-03	1,40E-02	3,65E-04	1,92E-02	1,42E-05	0,00E+00
ADP- min&met	kg Sb eq	1,55E-05	0,00E+00	2,14E-06	1,24E-05	3,64E-07	5,02E-07	9,83E-09	0,00E+00
ADP-fossil	MJ	1,02E+02	0,00E+00	3,04E+01	5,17E+01	1,17E+00	1,83E+01	4,14E-02	0,00E+00
WDP	m3 depriv.	8,37E-01	0,00E+00	1,40E-01	2,03E-01	4,56E-01	3,91E-02	1,60E-04	0,00E+00

TABELLA 32: INCIDENZA DEGLI INDICATORI DI IMPATTO DEL GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO 0/32

	Unit	Totale	A1_rifiuti in ingresso	A1_energia	A2_trasporto materiali in ingresso	A3_ausiliari	A3_gasolio	A3_rifiuti prodotti	A3_emissioni in acqua
GWP total	%	100%	0%	29%	50%	1%	19%	0%	0%
ODP	%	100%	0%	28%	56%	0%	15%	0%	0%
AP	%	100%	0%	29%	29%	1%	41%	0%	0%
EP- freshwater	%	100%	0%	63%	27%	5%	5%	0%	0%
EP-marine	%	100%	0%	16%	25%	1%	58%	0%	0%
EP-terrestrial	%	100%	0%	15%	25%	1%	59%	0%	0%
POCP	%	100%	0%	15%	35%	1%	49%	0%	0%
ADP- min&met	%	100%	0%	14%	80%	2%	3%	0%	0%
ADP-fossil	%	100%	0%	30%	51%	1%	18%	0%	0%
WDP	%	100%	0%	17%	24%	54%	5%	0%	0%

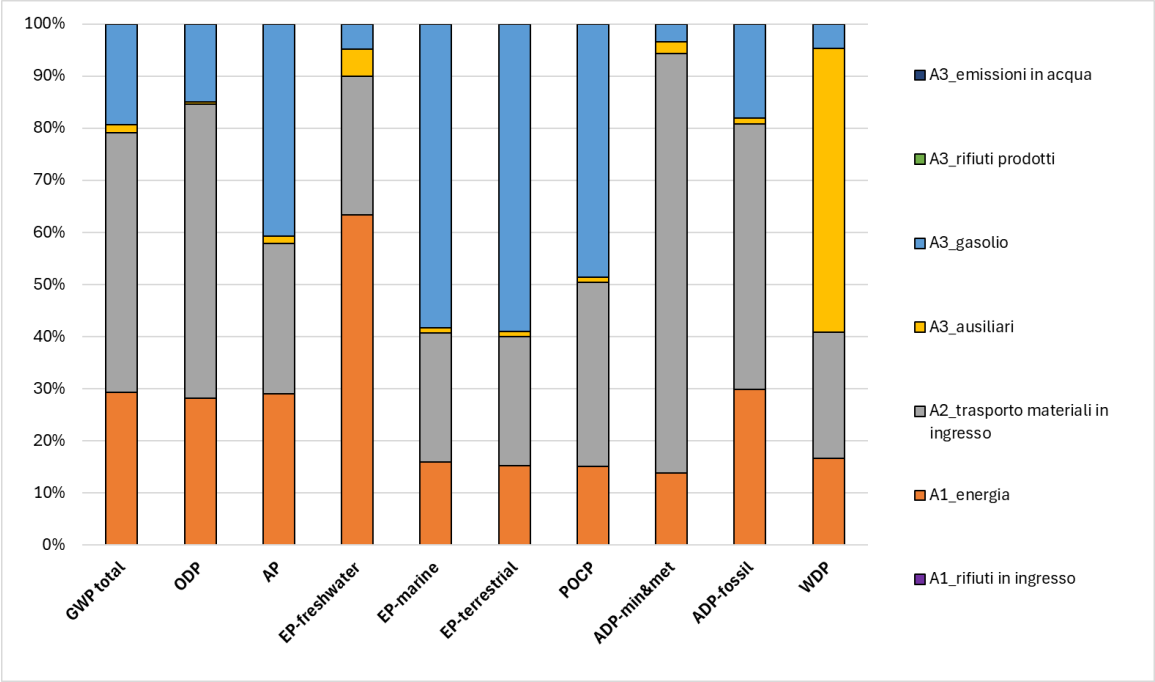


FIGURA 14: PRINCIPALI CONTRIBUTI AI PRINCIPALI INDICATORI DI IMPATTO DEL GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO 0/32

6.2 Analisi di sensibilità

L'analisi di sensibilità è quell'insieme di procedure sistematiche per valutare gli effetti delle scelte operate riguardo ai dati e alle metodologie sui risultati di uno studio.

In questo caso si è voluto verificare l'incidenza ambientale di alcune scelte tecniche sul ciclo di vita analizzato in questo studio: l'utilizzo di energia elettrica rinnovabile da fonte idroelettrica comprata tramite Garanzie di Origine al posto dell'energia elettrica fornita dalla rete per la produzione dei riciclati presso il sito produttivo di Mezzanzanica SPA.

6.2.1 Energia elettrica da fonte rinnovabile

In generale si riscontra una riduzione degli impatti maggiori per il frantumato 0/20 in quanto Mezzanzanica SPA non ha acquistato GO per il 2023 a differenza dell'anno successivo.

6.2.1.1 Frantumato 0/20

Ipotizzando di sostituire l'energia elettrica di rete utilizzata per il ciclo di produzione dei riciclati con energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili (idroelettrica) i risultati sono di seguito riportati.

TABELLA 33: VARIAZIONE DEGLI IMPATTI DEL FRANTUMATO 0/20 UTILIZZANDO ENERGIA RINNOVABILE

	Unit	Presente studio	Con energia rinnovabile	Variazione %
GWP total	kg CO2 eq	1,27E+01	7,73E+00	-39%
ODP	kg CFC11 eq	2,36E-07	1,49E-07	-37%
AP	mol H+ eq	5,73E-02	3,31E-02	-42%
EP-freshwater	kg P eq	2,35E-03	5,61E-04	-76%
EP-marine	kg N eq	1,65E-02	1,27E-02	-23%
EP-terrestrial	mol N eq	1,77E-01	1,38E-01	-22%
POCP	kg NMVOC eq	6,19E-02	5,02E-02	-19%
ADP-fossil	kg Sb eq	1,77E+02	1,06E+02	-40%
ADP-min&met	MJ	2,01E-05	1,99E-05	-1%
WDP	m3 depriv.	1,41E+00	1,08E+00	-23%

Il miglioramento è fortemente visibile su tutte le categorie di impatto, con riduzione degli impatti che variano tra l'1% e il 76%.

Le categorie di impatto per la quale si osserva una riduzione maggiore sono: l'eutrofizzazione delle acque dolci (-76%), l'acidificazione potenziale (-42%) l'uso delle risorse fossili (-40%) e il cambiamento climatico (-39%). Mentre le categorie di impatto per la quale si osserva una riduzione minore sono: l'uso di risorse minerali e metalliche (-1%), la produzione di ozono fotochimico (-19%) e l'eutrofizzazione terrestre (-22%).

6.2.1.2 Riciclato 0/70

Ipotizzando di sostituire l'energia elettrica di rete utilizzata per il ciclo di produzione dei riciclati con energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili (idroelettrica) i risultati sono di seguito riportati.

TABELLA 34: VARIAZIONE DEGLI IMPATTI DEL RICICLATO 0/70 UTILIZZANDO ENERGIA RINNOVABILE

	Unit	Presente studio	Con energia rinnovabile	Variazione %
GWP total	kg CO2 eq	7,56E+00	5,43E+00	-28%
ODP	kg CFC11 eq	1,46E-07	1,07E-07	-27%
AP	mol H+ eq	3,18E-02	2,29E-02	-28%
EP-freshwater	kg P eq	9,61E-04	3,68E-04	-62%
EP-marine	kg N eq	1,04E-02	8,78E-03	-15%
EP-terrestrial	mol N eq	1,12E-01	9,58E-02	-15%
POCP	kg NMVOC eq	4,08E-02	3,49E-02	-14%
ADP-fossil	kg Sb eq	1,05E+02	7,49E+01	-29%
ADP-min&met	MJ	1,63E-05	1,42E-05	-13%
WDP	m3 depriv.	8,50E-01	7,16E-01	-16%

Il miglioramento è fortemente visibile su tutte le categorie di impatto, con riduzione degli impatti che variano tra il 13 e il 62%.

Le categorie di impatto per la quale si osserva una riduzione maggiore sono: l'eutrofizzazione delle acque dolci (-62%), l'uso di risorse fossili (-29%), l'acidificazio e il cambiamento climatico (-28%). Mentre le categorie di impatto per la quale si osserva una riduzione minore sono: l'uso di risorse minerali e metalliche (-13%), la produzione di ozono fotochimico (-14%), l'eutrofizzazione terrestre e marina (-15%).

6.2.1.3 Stabilizzato 0/30

Ipotizzando di sostituire l'energia elettrica di rete utilizzata per il ciclo di produzione dei riciclati con energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili (idroelettrica) i risultati sono di seguito riportati.

TABELLA 35: VARIAZIONE DEGLI IMPATTI DELLO STABILIZZATO 0/30 UTILIZZANDO ENERGIA RINNOVABILE

	Unit	Presente studio	Con energia rinnovabile	Variazione %
GWP total	kg CO2 eq	6,71E+00	4,58E+00	-32%
ODP	kg CFC11 eq	1,28E-07	8,80E-08	-31%
AP	mol H+ eq	2,94E-02	2,05E-02	-30%
EP-freshwater	kg P eq	9,02E-04	3,10E-04	-66%
EP-marine	kg N eq	9,59E-03	8,02E-03	-16%
EP-terrestrial	mol N eq	1,04E-01	8,76E-02	-16%
POCP	kg NMVOC eq	3,71E-02	3,12E-02	-16%
ADP-fossil	kg Sb eq	9,31E+01	6,29E+01	-32%
ADP-min&met	MJ	1,34E-05	1,13E-05	-15%
WDP	m3 depriv.	8,04E-01	6,69E-01	-17%

Il miglioramento è fortemente visibile su tutte le categorie di impatto, con riduzione degli impatti che variano tra il 15% e il 66%.

Le categorie di impatto per la quale si osserva una riduzione maggiore sono: l'eutrofizzazione delle acque dolci (-66%), l'uso di risorse fossili e il cambiamento climatico (-32%) e la riduzione dello strato d'ozono (-31%). Mentre le categorie di impatto per la quale si osserva una riduzione minore sono: l'uso di risorse minerali e metalliche (-15%), la formazione di ozono fotochimico, l'eutrofizzazione marina e terrestre (-16%).

6.2.1.4 Granulato di conglomerato bituminoso 0/32

Ipotizzando di sostituire l'energia elettrica di rete utilizzata per il ciclo di produzione dei riciclati con energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili (idroelettrica) i risultati sono di seguito riportati.

TABELLA 36: VARIAZIONE DEGLI IMPATTI DEL GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO 0/32 UTILIZZANDO ENERGIA RINNOVABILE

	Unit	Presente studio	Con energia rinnovabile	Variazione %
GWP total	kg CO2 eq	7,32E+00	5,16E+00	-29%
ODP	kg CFC11 eq	1,41E-07	1,01E-07	-28%
AP	mol H+ eq	3,09E-02	2,20E-02	-29%
EP-freshwater	kg P eq	9,44E-04	3,50E-04	-63%
EP-marine	kg N eq	1,00E-02	8,45E-03	-16%
EP-terrestrial	mol N eq	1,09E-01	9,22E-02	-15%
POCP	kg NMVOC eq	3,95E-02	3,35E-02	-15%
ADP-fossil	kg Sb eq	1,02E+02	7,12E+01	-30%
ADP-min&met	MJ	1,55E-05	1,33E-05	-14%
WDP	m3 depriv.	8,37E-01	7,02E-01	-16%

Il miglioramento è fortemente visibile su tutte le categorie di impatto, con riduzione degli impatti che variano tra il 14% e il 63%.

Le categorie di impatto per la quale si osserva una riduzione maggiore sono: l'eutrofizzazione delle acque dolci (-63%), l'uso di risorse fossili (-30%) l'acidificazione potenziale e il cambiamento climatico (-29%). Mentre le categorie di impatto per la quale si osserva una riduzione minore sono: l'uso delle risorse metalliche e minerali (-14%), l'eutrofizzazione terrestre, la formazione di ozono fotochimico (-15%), l'eutrofizzazione marina e l'uso della risorsa idrica (-16%).

6.3 Ipotesi e limitazioni

Non ci sono ipotesi e limitazioni associate all'interpretazione dei risultati, relative alla metodologia e ai dati correlati.

6.4 Qualità dei dati

La valutazione della qualità dei dati e l'affidabilità del modello LCA implementato nel presente studio è stata eseguita attraverso controlli di completezza, sensibilità e coerenza. Tale analisi ha lo scopo di stabilire la misura in cui le scelte metodologiche influiscono sui risultati ed eventualmente la necessità di integrare i dati raccolti e revisionare le assunzioni fatte.

6.4.1 Controllo di completezza

Il controllo di completezza valuta in maniera qualitativa le informazioni e i dati utilizzati nelle diverse fasi dello studio LCA per garantirne la completezza rispetto agli obiettivi, all'ambito di applicazione, ai confini del sistema e ai criteri di qualità definiti. Tale verifica è utile per assicurare di aver preso in considerazione tutti gli aspetti principali del ciclo di vita ed analizzato tutti i dati disponibili.

Rapporto LCA per la produzione di aggregati da recupero di rifiuti dell'azienda Mezzanzanica SPA

Il controllo è stato fatto principalmente attraverso il confronto con l'azienda coinvolta nel progetto, il coinvolgimento di esperti in materia e l'analisi di studi specializzati disponibili.

Tutti i processi all'interno di ogni singola fase del ciclo di vita sono stati modellizzati in modo da rappresentare ogni situazione specifica. Sono stati verificati tutti i dati disponibili per ogni unità di processo; in alcuni casi si trattava di dati raccolti direttamente dalle imprese che hanno collaborato allo studio (dati specifici) e in altri, invece, di dati da letteratura e/o banche dati scelte. Di seguito la tabella utilizzata come guida per il controllo, che prevede una valutazione del bisogno di integrare i dati con informazioni esterne (vedi risultato nell'ultima colonna).

TABELLA 37: TABELLA DI CONTROLLO DI COMPLETEZZA

FASI	PROCESSI	DATI RACCOLTI IN CAMPO	DATI INTEGRATI CON INFORMAZIONI ESTERNE (letteratura/database)	DATO COMPLETO
Produzione delle materie prime e degli ausiliari	Quantità dei materiali	X	-	X
	Produzione dei materiali	-	X	X
	Consumi energetici per la produzione	X	X	X
Produzione dei riciclati	Consumi energetici	X	-	X

6.4.2 Controllo di sensibilità

Il controllo di sensibilità ha lo scopo di valutare se e in che modo alcune specifiche scelte metodologiche possono influire sui risultati dello studio e come variano i risultati qualora siano possibili scelte alternative.

Per il presente studio sono state fatte analisi di sensibilità per assicurare la consistenza dei risultati dello studio e per valutare possibili miglioramenti.

6.4.3 Controllo di coerenza

Il controllo di coerenza permette di assicurare che la qualità dei dati, le assunzioni e i metodi usati sono stati coerenti con l'obiettivo e campo di applicazione dello studio. Ciò è stato fatto seguendo il metodo indicato nel Manuale ILCD (vedi tabella).

TABELLA 38: TABELLA DI CONTROLLO DI COERENZA

CONTROLLO DI COERENZA	GIUSTIFICAZIONE
Qualità dei dati	È considerata sufficiente; i dati specifici sono stati confrontati e validati con dati di letteratura; la mancanza di dati è stata sopperita da approfondite ricerche bibliografiche.
Scelta del metodo	Le scelte metodologiche fatte sono coerenti con le norme ISO 14040 e 14044 prese come riferimento nel presente studio.
Valutazione di impatto	Le categorie di impatto e le metodologie scelte sono coerenti con l'obiettivo e il campo di applicazione dello studio.
Valutazione delle incongruenze	Dalle analisi dei risultati, dei flussi di input ed output, delle reti dei risultati non sono state rilevate incongruenze

6.4.4 Dati proxy

Per la costruzione del modello sono stati utilizzati solo dati specifici o generici selezionati.

6.4.5 Stima dell'incertezza

L'analisi dell'incertezza è definita dalla norma UNI EN ISO 14040:2006 come "Procedura sistematica per quantificare l'incertezza, introdotta nei risultati di un'analisi d'inventario del ciclo di vita, dagli effetti cumulativi dell'imprecisione del modello, dell'incertezza degli elementi in ingresso e della variabilità dei dati".

La valutazione dell'incertezza è stata effettuata con il supporto del software SimaPro mediante il metodo Monte Carlo, che è basato su un algoritmo che genera una serie di dati casuali tra loro non correlati e con la distribuzione di probabilità che si suppone abbia il fenomeno da indagare. Il software simula per un numero di cicli predeterminato il calcolo dei risultati e valuta la distribuzione dei risultati ottenuti e da questi l'incertezza sul valore finale. L'incertezza, di fatto, deriva dalle misure di deviazione standard log-normale presenti in ciascuno dei processi unitari delle banche dati usati per modellizzare il ciclo di vita del prodotto analizzato.

La stima dell'incertezza è stata fatta per ciascuna categoria d'impatto, calcolando per ognuna i valori di media, mediana, deviazione standard (DS), coefficiente di variazione (CV) e i due valori che definiscono l'intervallo di confidenza del 95% del parametro P, e quindi 2,5% e 97,5%.

Per i principali indicatori d'impatto, i risultati sono presentati nelle tabelle sottostanti.

TABELLA 39: ANALISI DI INCERTEZZA DEL FRANTUMATO 0/20

	Unit	Mean	Median	SD	CV	2,5%	97,5%	SEM
GWP total	kg CO2 eq	1,27E+01	1,26E+01	7,86E-01	0,1%	1,12E+01	1,43E+01	2,49E-02
ODP	kg CFC11 eq	3,56E-02	3,76E-02	1,73E-02	0,5%	-6,31E-03	6,30E-02	5,47E-04
AP	mol H+ eq	2,08E-03	1,98E-03	5,89E-04	0,3%	1,33E-03	3,38E-03	1,86E-05
EP-freshwater	kg P eq	1,27E+01	1,27E+01	7,85E-01	0,1%	1,13E+01	1,43E+01	2,48E-02
EP-marine	kg N eq	1,27E+01	1,26E+01	7,86E-01	0,1%	1,12E+01	1,43E+01	2,49E-02
EP-terrestrial	mol N eq	2,36E-07	2,34E-07	2,63E-08	0,1%	1,90E-07	2,88E-07	8,31E-10
POCP	kg NMVOC eq	5,73E-02	5,67E-02	6,32E-03	0,1%	4,71E-02	7,13E-02	2,00E-04
ADP-fossil	MJ	1,65E-02	1,60E-02	3,08E-03	0,2%	1,18E-02	2,33E-02	9,75E-05
ADP-min&met	kg Sb eq	2,40E-03	1,85E-03	1,89E-03	0,8%	6,69E-04	7,30E-03	5,98E-05
WDP	m3 depriv.	1,77E-01	1,72E-01	3,35E-02	0,2%	1,27E-01	2,54E-01	1,06E-03

TABELLA 40: ANALISI DI INCERTEZZA DEL RICICLATO 0/70

	Unit	Mean	Median	SD	CV	2,5%	97,5%	SEM
GWP total	kg CO2 eq	9,21E+00	9,19E+00	7,45E-01	0,1%	7,84E+00	1,07E+01	2,36E-02
ODP	kg CFC11 eq	1,43E-02	1,59E-02	9,69E-03	0,7%	-8,50E-03	2,76E-02	3,06E-04
AP	mol H+ eq	2,30E-03	2,14E-03	7,79E-04	0,3%	1,33E-03	4,19E-03	2,46E-05
EP-freshwater	kg P eq	9,23E+00	9,21E+00	7,45E-01	0,1%	7,85E+00	1,07E+01	2,36E-02
EP-marine	kg N eq	9,22E+00	9,19E+00	7,45E-01	0,1%	7,84E+00	1,07E+01	2,36E-02
EP-terrestrial	mol N eq	1,83E-07	1,79E-07	3,04E-08	0,2%	1,33E-07	2,54E-07	9,60E-10
POCP	kg NMVOC eq	3,62E-02	3,57E-02	4,37E-03	0,1%	2,91E-02	4,65E-02	1,38E-04
ADP-fossil	MJ	1,16E-02	1,13E-02	2,08E-03	0,2%	8,42E-03	1,68E-02	6,59E-05
ADP-min&met	kg Sb eq	1,11E-03	9,33E-04	7,19E-04	0,6%	3,68E-04	3,10E-03	2,27E-05
WDP	m3 depriv.	1,26E-01	1,23E-01	2,28E-02	0,2%	9,09E-02	1,82E-01	7,20E-04

TABELLA 41: ANALISI DI INCERTEZZA DELLO STABILIZZATO 0/30

	Unit	Mean	Median	SD	CV	2,5%	97,5%	SEM
GWP total	kg CO2 eq	6,68E+00	6,67E+00	5,06E-01	0,1%	5,74E+00	7,81E+00	1,60E-02
ODP	kg CFC11 eq	1,32E-02	1,40E-02	6,74E-03	0,5%	-2,17E-03	2,34E-02	2,13E-04
AP	mol H+ eq	1,39E-03	1,31E-03	4,19E-04	0,3%	8,39E-04	2,42E-03	1,33E-05
EP-freshwater	kg P eq	6,70E+00	6,69E+00	5,07E-01	0,1%	5,75E+00	7,82E+00	1,60E-02
EP-marine	kg N eq	6,69E+00	6,67E+00	5,07E-01	0,1%	5,74E+00	7,81E+00	1,60E-02
EP-terrestrial	mol N eq	1,27E-07	1,25E-07	1,89E-08	0,1%	9,70E-08	1,67E-07	5,97E-10
POCP	kg NMVOC eq	2,93E-02	2,88E-02	3,85E-03	0,1%	2,30E-02	3,76E-02	1,22E-04
ADP-fossil	MJ	9,54E-03	9,29E-03	1,93E-03	0,2%	6,59E-03	1,38E-02	6,10E-05
ADP-min&met	kg Sb eq	8,98E-04	7,15E-04	6,44E-04	0,7%	2,79E-04	2,65E-03	2,04E-05
WDP	m3 depriv.	1,03E-01	1,00E-01	2,11E-02	0,2%	7,13E-02	1,49E-01	6,66E-04

TABELLA 42: ANALISI DI INCERTEZZA DEL GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO 0/32

	Unit	Mean	Median	SD	CV	2,5%	97,5%	SEM
GWP total	kg CO2 eq	7,30E+00	7,24E+00	5,69E-01	0,1%	6,26E+00	8,60E+00	1,80E-02
ODP	kg CFC11 eq	1,35E-02	1,48E-02	7,88E-03	0,6%	-6,75E-03	2,50E-02	2,49E-04
AP	mol H+ eq	1,61E-03	1,52E-03	4,78E-04	0,3%	9,61E-04	2,93E-03	1,51E-05
EP-freshwater	kg P eq	7,32E+00	7,26E+00	5,69E-01	0,1%	6,28E+00	8,61E+00	1,80E-02
EP-marine	kg N eq	7,31E+00	7,25E+00	5,69E-01	0,1%	6,26E+00	8,61E+00	1,80E-02
EP-terrestrial	mol N eq	1,41E-07	1,39E-07	2,06E-08	0,1%	1,07E-07	1,89E-07	6,51E-10
POCP	kg NMVOC eq	3,09E-02	3,06E-02	3,72E-03	0,1%	2,44E-02	3,89E-02	1,18E-04
ADP-fossil	MJ	9,99E-03	9,80E-03	1,83E-03	0,2%	7,00E-03	1,41E-02	5,78E-05
ADP-min&met	kg Sb eq	9,30E-04	7,61E-04	5,64E-04	0,6%	3,15E-04	2,41E-03	1,78E-05
WDP	m3 depriv.	1,08E-01	1,06E-01	2,00E-02	0,2%	7,52E-02	1,53E-01	6,32E-04

6.5 Giudizi di esperti

Per l'esecuzione del presente studio LCA, non sono stati richiesti giudizi di esperti per l'elaborazione dei dati né per la modellizzazione di processi specifici.

Lo studio sarà sottoposto a verifica da parte di personale esperto in LCA al fine di convalidare la Dichiarazione Ambientale di Prodotto come stabilito dalla norma ISO 14025 e, nella fattispecie, dal Regolamento del programma EPD Italy nell'attuale revisione 7.0 del 27/03/2025.

7 Bibliografia

1. ISO 14040:2020 Environmental management – Life cycle assessment - Principles and Framework
2. ISO 14044:2020 Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and provides guidelines for life cycle assessment (LCA)
3. ISO 14025:2010 Etichette e dichiarazioni ambientali - Dichiarazioni ambientali di Tipo III - Principi e procedure
4. Regolamento del programma EPD Italy, revisione 7.0 del 27/03/2025.
5. PCR ICMQ 001/15 Prodotti e servizi per le costruzioni, revisione 3.1 del 12/11/2024
6. EN15804:2012+A2:2019 Sostenibilità delle costruzioni - Dichiarazioni ambientali di prodotto - Regole quadro di sviluppo per categoria di prodotto
7. Association of Issuing Bodies, European Residual Mixes 2023, Version 1.0, 2024-05-30