

# SITAR

Supporting the construction Industry  
in the Transition towards climate-  
friendly practices in the Alpine  
Region

## WP2

Report on the practical limits in the  
production of low-impact structures

Antonio Basso S.p.A.

Pubblicazione dell'Autorità di Gestione:

Provincia autonoma di Bolzano – Alto Adige

Ripartizione Europa

Segretariato congiunto

Via Conciapelli 69 - 39100 Bolzano

Tel: +39 0471 41 31 10

[gs-sc@provincia.bz.it](mailto:gs-sc@provincia.bz.it)

[www.interreg.net](http://www.interreg.net)

Il presente opuscolo ha carattere puramente informativo. Il testo del Programma approvato in lingua italiana dalla Commissione europea con Decisione C(2022)4260 final del 16/06/2022 è l'unico facente fede.

In caso di incongruenze o contraddizioni tra la versione in lingua italiana e la versione in lingua tedesca va considerata la versione in lingua italiana.

© Provincia autonoma di Bolzano - Riproduzione autorizzata con citazione della fonte.

Per eventuali aggiornamenti, consultare: [www.interreg.net](http://www.interreg.net)

# Summary

1. Introduzione .....	4
2. Contesto normativo europeo .....	5
3. Quadro normativo italiano .....	7
4. Vincoli tecnici e gestionali .....	10
5. Buone pratiche aziendali.....	12
5.1 Utilizzo di aggregati alternativi.....	12
5.2 Sostituzione di cementi tradizionali .....	12
5.3 Risparmio energetico e uso di energie rinnovabili .....	14
5.4 Recupero e riutilizzo dell'acqua.....	14
5.5 Certificazioni ambientali .....	14
5.6 Sintesi.....	15
6. Strategie per il superamento dei vincoli normativi .....	16
7. Conclusioni.....	19
8. Riferimenti .....	22
9. Figure .....	22
10. Tabelle .....	22



# 1. Introduzione

Il progetto SITAR si inserisce nell'ambito della cooperazione transfrontaliera Italia-Austria, con l'obiettivo di sostenere la transizione del settore delle costruzioni verso pratiche più sostenibili e rispettose del clima, in particolare nella regione alpina. Questo territorio è caratterizzato da elevata sensibilità ambientale, che impone all'industria edile di ridurre l'impatto ambientale delle proprie attività.

La sfida principale riguarda la produzione di calcestruzzo, che rappresenta una delle maggiori fonti di emissioni di CO<sub>2</sub> legate alla filiera delle costruzioni. Il calcestruzzo, infatti, è costituito principalmente da cemento (ad alto impatto ambientale), aggregati naturali (ghiaia, sabbia) e acqua. La transizione ecologica prevede l'adozione di:

- Cementi a ridotte emissioni di CO<sub>2</sub>;
- Aggregati riciclati o di natura industriale;
- Tecnologie innovative per ridurre i consumi energetici e idrici.

Il progetto SITAR mira a:

- Analizzare i vincoli normativi che ostacolano l'uso di calcestruzzi a basso impatto ambientale.
- Sviluppare soluzioni innovative per superare questi vincoli, promuovendo la sostenibilità ambientale senza compromettere la qualità e la sicurezza strutturale.
- Promuovere la cooperazione tra università, aziende produttrici di calcestruzzo, enti autorizzativi e stakeholder del settore.
- Redigere linee guida tecniche che favoriscano la transizione green nell'edilizia.

Il report si svilupperà secondo i seguenti capitoli:

- Contesto europeo e quadro normativo italiano.
- Limiti tecnici e gestionali riscontrati.
- Buone pratiche aziendali.
- Strategie per superare i vincoli normativi.
- Conclusioni

## 2. Contesto normativo europeo

A livello europeo, il settore delle costruzioni è fortemente regolamentato per promuovere pratiche sostenibili e ridurre l'impatto ambientale. Negli ultimi anni, l'Unione Europea ha adottato numerosi atti legislativi e strategie per incentivare l'uso di materiali riciclati, l'economia circolare e la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>. Queste norme costituiscono la cornice entro la quale anche l'Italia e l'Austria devono muoversi.

Sono state quindi riportate le principali normative europee sul trattamento dei rifiuti:

- **Direttiva 2008/98/CE sui rifiuti (Waste Framework Directive)**

La Direttiva 2008/98/CE stabilisce i principi generali per la gestione dei rifiuti in Europa, promuovendo la prevenzione, il riutilizzo e il riciclaggio. Tra le disposizioni più rilevanti per il settore delle costruzioni:

- La gerarchia dei rifiuti: riduzione, riutilizzo, riciclaggio, recupero e smaltimento.
- La possibilità di qualificare un materiale come **End of Waste** (EoW), consentendone il ritorno nel ciclo produttivo.

Questa direttiva è fondamentale per l'utilizzo degli aggregati riciclati nel calcestruzzo: per essere riutilizzati devono superare i criteri di qualità e non costituire un rischio per la salute umana o l'ambiente.

- **Direttiva 2018/851/UE (Revisione Direttiva Rifiuti)**

La Direttiva 2018/851 ha aggiornato la Direttiva 2008/98/CE, rafforzando gli obiettivi di economia circolare e riciclaggio dei rifiuti da costruzione e demolizione. In particolare:

- Promuove la creazione di mercati per materiali riciclati.
  - Fissa obiettivi di riciclaggio: almeno il 70% in peso dei rifiuti non pericolosi da costruzione e demolizione deve essere riciclato o recuperato entro il 2020 (target già recepito e oggi consolidato).
  - Incentiva lo sviluppo di standard europei per la qualità dei materiali riciclati.
- 
- **Regolamento End of Waste (EoW)**

La normativa europea non stabilisce un Regolamento EoW unico, ma disciplina la possibilità di adottare criteri nazionali (es. Italia: DM 5 febbraio 1998 e s.m.i.).

Secondo il concetto di End of Waste i materiali derivanti dal trattamento di rifiuti possono cessare di essere considerati rifiuti se soddisfano requisiti specifici di qualità e sicurezza.

Questo è cruciale per l'impiego degli aggregati riciclati nel calcestruzzo: solo se qualificati come "materia prima seconda" possono essere utilizzati industrialmente.

- **Normative europee sui prodotti da costruzione (CPR)**

Il Regolamento UE 305/2011 (Construction Products Regulation - CPR) stabilisce i requisiti per la marcatura CE dei prodotti da costruzione, compreso il calcestruzzo:

- I prodotti devono rispettare le norme armonizzate (es. UNI EN 12620 per gli aggregati).
  - È necessario dimostrare la conformità alle specifiche di qualità e prestazioni (resistenza meccanica, durabilità, sicurezza ambientale).
- 
- **Direttive sulla sostenibilità ambientale e gli EPD**

La sostenibilità è anche regolata dalle norme relative alle dichiarazioni ambientali di prodotto (EPD) secondo ISO 14025 e EN 15804.

Le EPD consentono di comunicare in modo trasparente l'impatto ambientale dei prodotti, inclusi i calcestruzzi a basso impatto, supportando così le scelte di progettazione più sostenibili.

Quindi il quadro normativo europeo è orientato a:

- Promuovere il riciclo e il riutilizzo dei materiali da costruzione.
- Stabilire requisiti di qualità e sicurezza per i materiali riciclati (End of Waste, CPR).
- Incentivare la riduzione dell'impatto ambientale dei materiali attraverso le EPD e altre certificazioni ambientali.

### 3. Quadro normativo italiano

Il contesto normativo italiano per i calcestruzzi a basso impatto ambientale è articolato e coinvolge sia normative tecniche che ambientali. La principale sfida per le imprese e per il progetto SITAR è conciliare le esigenze di sostenibilità con i requisiti di sicurezza strutturale e ambientale, garantendo qualità e tracciabilità dei materiali impiegati.

Sono state quindi riportate le principali normative italiane sul trattamento dei rifiuti:

- **Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018)**

Le **NTC 2018** (D.M. 17 gennaio 2018) rappresentano il riferimento principale per la progettazione e la produzione di calcestruzzo strutturale in Italia. In particolare:

- Paragrafo 11.2.9.2 - Aggregati Riciclati:

È consentito l'impiego di aggregati riciclati derivanti dalla demolizione di calcestruzzi, purché conformi alla UNI EN 12620. L'utilizzo è tuttavia limitato a usi non strutturali o interni (ad es. sottofondi, massetti, riempimenti) salvo casi specifici. Per utilizzi strutturali, è necessario dimostrare con prove di laboratorio la conformità ai requisiti di resistenza meccanica, durabilità e sicurezza.

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla Tab. 11.2.III a condizione che la miscela di calcestruzzo, confezionato con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata, nonché accettata in cantiere, attraverso le procedure di cui alle presenti norme.

Tab. 11.2.III

Origine del materiale da riciclo	Classe del calcestruzzo	percentuale di impiego
demolizioni di edifici (macerie)	= C 8/10	fino al 100%
demolizioni di solo calcestruzzo e c.a. (frammenti di calcestruzzo $\geq 90\%$ , UNI EN 933-11:2009)	$\leq C20/25$	fino al 60%
	$\leq C30/37$	$\leq 30\%$
	$\leq C45/55$	$\leq 20\%$
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati - da qualsiasi classe	Classe minore del calcestruzzo di origine	fino al 15%
	Stessa classe del calcestruzzo di origine	fino al 10%

Figura 1 Tab. 11.2.III NTC 2018 - Percentuale di impiego calcestruzzo riciclati

- Calcestruzzi strutturali:

I calcestruzzi devono rispettare le classi di resistenza previste (es. C25/30, C30/37).

Qualsiasi modifica significativa al mix design, come l'uso di aggregati riciclati o cementi alternativi, deve essere validata attraverso prove sperimentali e certificata da laboratori autorizzati.

- **UNI EN 12620: Aggregati per Calcestruzzo**

Questa norma armonizzata definisce i requisiti per gli aggregati naturali, artificiali e riciclati utilizzati nei calcestruzzi. Prevede requisiti specifici per:

- Dimensioni e distribuzione granulometrica;
- Presenza di impurità (argille, solfati, contaminanti);
- pH, contenuto di cloruri e sostanze potenzialmente reattive.

Questi parametri sono fondamentali per evitare problemi di durabilità e corrosione delle armature.

- **UNI EN 197-1: Cemento – Composizione e Classificazione**
- 

Questa norma definisce le caratteristiche dei cementi idraulici, classificandoli in:

- **Tipo I** – Cemento Portland a elevate prestazioni meccaniche;
- **Tipo II** – Cemento con aggiunte minerali (loppa, ceneri, ecc.) a minori emissioni di CO<sub>2</sub> ma resistenze inferiori.
- **Tipo III** – Cementi con basse emissioni di CO<sub>2</sub> a causa del ridotto contenuto di clinker.

È possibile sostituire il cemento tipo I con tipi II o III, è necessario dimostrare che il calcestruzzo rispetti le classi di resistenza previste dalle NTC 2018.

#### **Normativa ambientale: D.Lgs. 152/2006 (Testo Unico Ambientale)**

Il D.Lgs. 152/2006 disciplina la gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione, la classificazione dei rifiuti e il concetto di End of Waste.

- **End of Waste**: I rifiuti cessano di essere tali e diventano materie prime seconde solo se:

soddisfano specifici criteri di qualità (assenza di sostanze pericolose, rispetto dei limiti di legge);

esiste un mercato di utilizzo del materiale trattato.

Il DM 5 febbraio 1998 (e successive modifiche) disciplina, a livello nazionale, il recupero dei rifiuti inerti e stabilisce le condizioni tecniche per la produzione di aggregati riciclati.

Gli scarti di calcestruzzo fresco o demolito sono considerati rifiuti speciali non pericolosi.

Il loro recupero per la produzione di aggregati riciclati richiede:

- Conferimento ad impianti autorizzati (autorizzazione ai sensi dell'art. 208 del D.Lgs. 152/2006).
- Caratterizzazione analitica (prove di laboratorio su pH, metalli pesanti, ecc.).

- Dichiarazione di End of Waste o sottoprodotto (art. 184-bis).

In conclusione il quadro normativo italiano prevede:

- Limiti stringenti sull'uso di aggregati riciclati nei calcestruzzi strutturali (NTC 2018).
- Obbligo di qualificare i materiali attraverso prove di laboratorio e certificazioni UNI EN.
- Normative ambientali complesse per la gestione dei rifiuti e il recupero dei materiali (End of Waste).

La gestione di questi aspetti è fondamentale per garantire la sostenibilità e la sicurezza delle strutture.

## 4. Vincoli tecnici e gestionali

L'applicazione delle normative illustrate nei capitoli precedenti comporta una serie di vincoli tecnici e gestionali per le aziende produttrici di calcestruzzo, che ostacolano l'adozione su larga scala di materiali a basso impatto ambientale. Questo capitolo analizza tali vincoli, con particolare attenzione alle problematiche riscontrate nelle fasi di produzione, controllo qualità e gestione dei rifiuti.

L'impiego di aggregati riciclati nei calcestruzzi strutturali richiede quindi di rispettare la UNI EN 12620 per granulometria, contenuto di impurità (argille, solfati, cloruri) e reattività chimica e di effettuare prove di laboratorio approfondite, tra cui:

- Analisi granulometrica;
- pH del materiale (per evitare reazioni dannose);
- Prove di resistenza meccanica del calcestruzzo con l'aggregato riciclato ( $R_{ck}$ );
- Verifica delle caratteristiche di durabilità (es. resistenza a gelo e disgelo). Il rispetto di questi requisiti comporta costi significativi di caratterizzazione e tempi lunghi per la validazione dei materiali.

L'utilizzo di aggregati riciclati o cementi alternativi può modificare le proprietà meccaniche del calcestruzzo. In particolare:

Le prove di compressione devono dimostrare che le classi di resistenza (es. C25/30) siano rispettate ed è quindi necessario verificare anche:

- Modulo elastico;
- Ritiro e fessurazione;
- Durabilità in ambienti aggressivi.

L'introduzione di aggregati riciclati o di cementi a minori emissioni (Tipo II) può comportare un calo delle prestazioni meccaniche rispetto ai materiali tradizionali. Per questo, occorre un iter di certificazione rigoroso, che spesso scoraggia le imprese.

Come visto nel Capitolo 3, per poter utilizzare gli scarti di produzione come aggregati riciclati è necessario qualificare il materiale come **End of Waste** (DM 5 febbraio 1998). Questo richiede:

- Trattamento del rifiuto in un impianto autorizzato;
- Certificazione del rispetto dei limiti ambientali e delle caratteristiche tecniche (analisi chimico-fisiche e meccaniche);
- Dichiarazione di conformità da parte di un laboratorio autorizzato.

Questo processo è complesso, oneroso e richiede tempi lunghi. Inoltre, la disponibilità di impianti di trattamento è spesso limitata.

A questo punto ogni singola azienda deve svilupparsi ed attenersi ai requisiti normativi e di buona prassi, che equivale a:

- Organizzare una filiera di approvvigionamento sicura e certificata per gli aggregati riciclati.
- Implementare procedure interne di controllo qualità (prove di laboratorio interne o affidate a laboratori esterni).
- Gestire la tracciabilità documentale (DDT, dichiarazioni di conformità, certificazioni ambientali).

Questi vincoli comportano costi aggiuntivi e rallentano la transizione verso calcestruzzi sostenibili.

Inoltre devono essere soggetti a specifiche autorizzazioni, tra cui:

- Gli impianti di trattamento devono ottenere l'autorizzazione ai sensi dell'art. 208 del D.Lgs. 152/2006, che implica una procedura complessa e tempi lunghi.
- Anche per il semplice trasporto di rifiuti da demolizione (per successivo recupero) occorre rispettare la normativa sui rifiuti (registro di carico/scarico, formulario di trasporto).

Questa complessità rende difficile per molte aziende implementare in autonomia processi di recupero e riutilizzo dei propri scarti.

In conclusione i principali vincoli tecnici e gestionali riscontrati sono:

- La necessità di certificare gli aggregati riciclati attraverso prove di laboratorio costose e complesse.
- Le difficoltà nel garantire le prestazioni meccaniche richieste per i calcestruzzi strutturali.
- L'onerosità e la complessità burocratica per ottenere la qualifica End of Waste e le autorizzazioni ambientali.
- I costi di gestione e tracciabilità documentale, che gravano soprattutto sulle PMI.

## 5. Buone pratiche aziendali

Nonostante i vincoli normativi e tecnici evidenziati nei capitoli precedenti, numerose aziende hanno già avviato strategie virtuose per ridurre l'impatto ambientale del calcestruzzo. Queste buone pratiche rappresentano un punto di partenza fondamentale per promuovere la transizione verso un'edilizia più sostenibile. Nel contesto del progetto SITAR, tali pratiche possono fungere da esempio e stimolo per tutte le imprese coinvolte.

### 5.1 Utilizzo di aggregati alternativi

Diverse aziende hanno sperimentato la sostituzione parziale di aggregati naturali con aggregati industriali derivanti da scarti di lavorazione (ad esempio **loppa d'altoforno, ceneri volanti**).

Questa pratica consente di ridurre la pressione sugli aggregati naturali e favorisce il recupero di materiali altrimenti destinati alla discarica.

La nostra azienda ha sostituito circa il **20%** della sabbia naturale con loppa d'altoforno, ottenendo:

- Una lieve variazione nella densità del calcestruzzo;
- Un miglioramento della resistenza meccanica a compressione;
- Un aumento dell'omogeneità dell'impasto grazie alla granulometria costante.



Figura 2 Granella d'altoforno e sabbia contenente il 20% di granella

### 5.2 Sostituzione di cementi tradizionali

In collaborazione con il nostro partner Alpacem la nostra azienda ha avviato test con cementi di tipo II/B-M (A-LL) a più basso contenuto di clinker, riducendo le emissioni di CO<sub>2</sub> fino al **16-30%** rispetto al cemento Portland tradizionale (CEM I).

Questa soluzione permette di ridurre significativamente la carbon footprint senza compromettere le prestazioni meccaniche, pur richiedendo una validazione accurata tramite prove di laboratorio.

CEM RIF '24	TIPO II 42.5R	ALPACEM TIPO I 52.5R	ALPACEM TIPO I 42.5R	ALPACEM TIPO II 42.5R ars	GWpmax (11104 rev.'24)
CONTENUTO CO <sub>2</sub> [kg/ton]	824	709	695	600	
CC CS ET	390	375,01	325,67	319,67	278,91
PILASTRI	300	292,51	254,56	249,94	218,59
TEGOLI	370	357,29	310,48	304,78	266,12
TRAVI ACCEL.	420	416,40	363,27	356,80	312,91
TRAVI	390	376,09	326,76	320,75	280,00
PA fondo	300	297,53	259,58	254,96	223,61
PA superficie	300	293,49	255,54	250,92	219,57
Base	330	319,07	277,33	272,24	237,76
MEDIA [kgCO <sub>2</sub> /mc]		340,92	296,65	291,26	254,68

Tabella 1 Impronta carbonica media dei mix design di Antonio Basso SpA

	CEM RIF '24 TIPO I 42.5R	ALPACEM TIPO I 52.5R	ALPACEM TIPO I 42.5R	ALPACEM TIPO II 42.5R ars
% RID. CO <sub>2</sub>	100,00%	13,96%	15,66%	27,18%
CC CS ET	100,00%	13,16%	14,76%	25,63%
PILASTRI	100,00%	12,97%	14,55%	25,27%
TEGOLI	100,00%	13,10%	14,69%	25,52%
TRAVI ACCEL.	100,00%	12,76%	14,31%	24,85%
TRAVI	100,00%	13,12%	14,71%	25,55%
PA fondo	100,00%	12,76%	14,31%	24,84%
PA superficie	100,00%	12,93%	14,50%	25,19%
Base	100,00%	13,08%	14,68%	25,48%
MEDIA		12,98%	14,57%	25,29%

Tabella 2 Confronto tra impronte carboniche dei mix design al variare della tipologia di cemento

## 5.3 Risparmio energetico e uso di energie rinnovabili

- Installazione di impianti fotovoltaici sui tetti degli stabilimenti di produzione. Ad esempio, la nostra azienda copre l'**85%** del fabbisogno energetico grazie a due impianti fotovoltaici, risparmiando fino a **150 tonnellate di CO<sub>2</sub>** all'anno.
- Utilizzo di motori elettrici a basso consumo e sistemi di recupero del calore nei processi produttivi. Questo consente di ridurre i consumi energetici complessivi e migliorare l'efficienza.

Anno	2023	%
<b>TOT. t GHG prodotte</b>	12811,2	100,00%
<b>TOT. T escluse materie prime</b>	1266,6	9,89%
<b>TOT. T materie prime</b>	11544,6	90,11%
<b>TOT. T en. Elettrica</b>	212,3	1,66%

Tabella 3 Riepilogo dei vettori GHG relativi all'anno 2023 di Antonio Basso S.p.A.

## 5.4 Recupero e riutilizzo dell'acqua

Implementazione di sistemi di recupero dell'acqua di lavaggio negli impianti di betonaggio. La Antonio Basso riesce a riutilizzare fino al **70%** dell'acqua impiegata nel ciclo produttivo, grazie a vasche di raccolta, pompe di ricircolo e sistemi di filtraggio.

Questo intervento non solo riduce l'impatto ambientale, ma comporta anche un notevole risparmio economico sui costi di approvvigionamento idrico.

	MC 2024
Acqua prelevata	<b>4362,5</b>
Acqua riciclata trattata	<b>1135</b>
Acqua riciclata imp.	<b>3255</b>
Totale consumo acqua	<b>8752,5</b>

Tabella 4 Consumo idrico Antonio Basso S.p.A. nell'anno 2024

## 5.5 Certificazioni ambientali

Diverse aziende hanno avviato la certificazione EPD (Environmental Product Declaration) secondo la norma ISO 14025 e la EN 15804, per comunicare in modo trasparente le emissioni di CO<sub>2</sub> e l'impatto ambientale dei propri prodotti.

Questo approccio aiuta le imprese a valorizzare i propri sforzi di sostenibilità sul mercato e ad adeguarsi alle richieste sempre più stringenti dei clienti e dei committenti pubblici e privati.

## 5.6 Sintesi

Le buone pratiche aziendali evidenziano che è possibile:

- Integrare aggregati alternativi e cementi a minore emissione di CO<sub>2</sub> senza compromettere le prestazioni meccaniche.
- Ridurre significativamente il consumo di energia e di acqua.
- Affrontare gradualmente il percorso di certificazione ambientale e di qualificazione dei materiali, anche grazie al supporto di università e centri di ricerca.

## 6. Strategie per il superamento dei vincoli normativi

Come evidenziato nei capitoli precedenti, i limiti normativi e gestionali ostacolano l'adozione di calcestruzzi a basso impatto ambientale su larga scala. Questo capitolo propone alcune strategie pratiche, tecniche e gestionali che possono essere adottate dalle aziende e dalle università partner del progetto SITAR per superare tali vincoli e accelerare la transizione verso una filiera delle costruzioni più sostenibile.

Le soluzioni possibili sono numerose, tra cui:

- **Collaborazione** con le università e i centri di ricerca per realizzare prove di laboratorio mirate a validare le proprietà meccaniche e chimiche dei calcestruzzi innovativi. Ad esempio:
  - Prove di compressione ( $R_{ck}$ ) con aggregati riciclati.
  - Verifica della durabilità (resistenza a gelo-disgelo, attacco chimico).
  - Analisi del pH, presenza di contaminanti e comportamenti in ambiente alcalino.
  - Sviluppare progetti pilota con piccole quantità di calcestruzzo “sperimentale” prima di procedere alla produzione su larga scala.
- **Avviare un dialogo con le autorità competenti (ARPA, Regioni) per:**
  - Definire procedure più snelle per la qualificazione dei rifiuti da demolizione come End of Waste.
  - Favorire il riconoscimento dei sottoprodotto in modo da evitare di trattare i materiali come rifiuti speciali.

- Creare **accordi di filiera** tra produttori di calcestruzzo, demolitori e impianti di trattamento per garantire la qualità e la tracciabilità dei materiali riciclati.

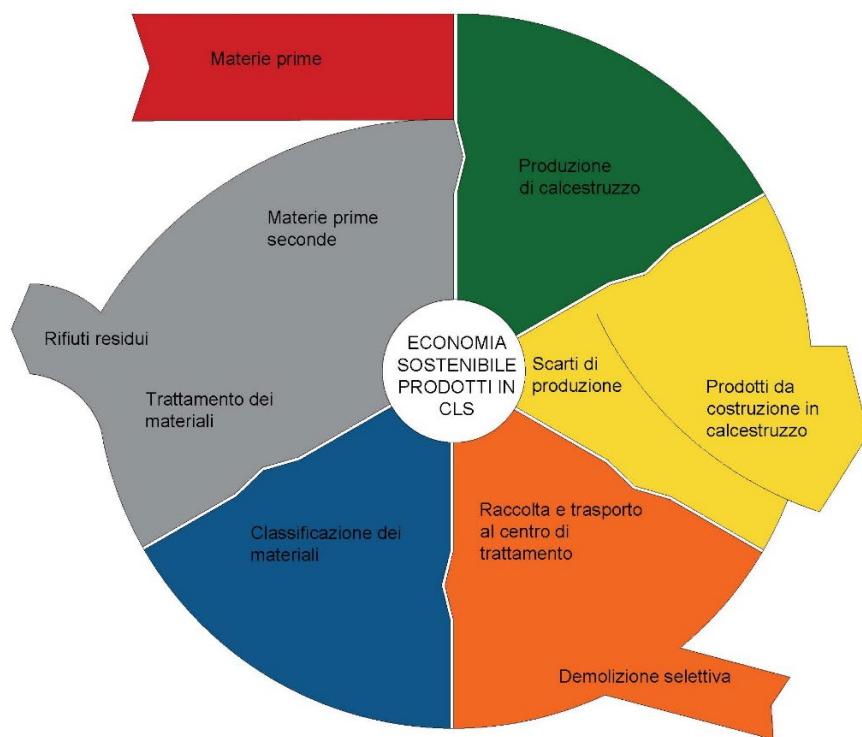


Figura 3 Ipotesi di sviluppo di un'economia sostenibile per i prodotti in cls

- Promuovere l'uso di cementi a basso impatto ambientale (Tipo II o III) testando la sostituzione parziale del cemento Portland con:
  - Loppa d'altoforno;
  - Ceneri volanti;
  - Geopolimeri.
 Questa strategia consente di ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> fino al 30%, ma richiede il coinvolgimento dei progettisti strutturali per verificare la conformità alle classi di resistenza previste.
- Redigere un protocollo di controlli interni ed esterni standardizzati per il controllo degli standard di qualità:
  - Verifiche di laboratorio su aggregati riciclati;
  - Prove di compressione sul calcestruzzo.
  - Coinvolgere enti terzi accreditati per la certificazione dei materiali.

Questa strategia aumenta la fiducia dei clienti finali e degli enti appaltanti, favorendo l'accettazione sul mercato dei calcestruzzi a basso impatto.

- Formazione del personale tecnico e dei progettisti mediante organizzazione di corsi di aggiornamento professionale per:

- Direttori di stabilimento;
- Tecnologi del calcestruzzo;
- Progettisti strutturali.

L'obiettivo è sensibilizzare sulle opportunità (e sui limiti) dell'impiego di aggregati riciclati e cementi alternativi, così da facilitare l'adozione di nuove tecnologie.

- Coinvolgere enti locali, università, associazioni di categoria e imprese in tavoli di lavoro permanenti. Questo approccio permette di:
  - Condividere le buone pratiche;
  - Favorire la co-progettazione di linee guida tecniche;
  - Sostenere la revisione normativa laddove necessario.

In conclusione le principali strategie per superare i vincoli normativi possono essere riassunte come segue:

- Rafforzare la sperimentazione e la validazione tecnica tramite collaborazioni scientifiche.
- Snellire i percorsi autorizzativi per gli aggregati riciclati e l'End of Waste.
- Sperimentare cementi a basso impatto e innovativi, con adeguata validazione meccanica.
- Definire standard di controllo qualità condivisi con enti terzi.
- Investire nella formazione tecnica del personale.
- Promuovere tavoli di lavoro per aggiornare le normative e incentivare l'uso di calcestruzzi sostenibili.

## 7. Conclusioni

L'analisi condotta da Antonio Basso S.p.A. nell'ambito del progetto SITAR ha evidenziato che i principali ostacoli normativi e tecnici per l'adozione di calcestruzzi a basso impatto ambientale derivano da:

- Norme stringenti sulle caratteristiche tecniche e prestazionali dei calcestruzzi strutturali (NTC 2018), che limitano l'uso di aggregati riciclati in alcune applicazioni.
- Complessità nel processo di qualificazione dei materiali come "End of Waste", secondo la normativa ambientale nazionale, con conseguenti oneri burocratici e tempi di approvazione spesso lunghi.
- Necessità di dimostrare la conformità dei materiali alternativi (aggregati riciclati, cementi blended o geopolimeri) ai requisiti di durabilità e resistenza meccanica richiesti dalle NTC 2018 e dalle norme armonizzate europee.

Nonostante queste difficoltà, Antonio Basso S.p.A. e gli altri partner di progetto hanno sperimentato buone pratiche che possono rappresentare un modello replicabile:

- Sostituzione parziale degli aggregati naturali con materiali riciclati e industriali, come la loppa d'altoforno e le ceneri volanti.
- Adozione di cementi a minore emissione di CO<sub>2</sub> (Tipo II/B-M), in alcuni casi con riduzioni fino al 30% rispetto ai cementi tradizionali.
- Implementazione di sistemi di recupero delle acque di lavaggio e di ricircolo, che hanno permesso di ridurre del 70% i consumi idrici.
- Installazione di impianti fotovoltaici per l'autoproduzione di energia rinnovabile, con una copertura dell'85% del fabbisogno energetico aziendale.
- Avvio delle certificazioni ambientali (EPD) per comunicare in modo trasparente l'impatto ambientale dei prodotti.

Per il proseguimento del progetto SITAR e, più in generale, della transizione sostenibile nel settore delle costruzioni, si raccomanda di:

- Rafforzare la cooperazione tra università, aziende e autorità competenti, favorendo lo sviluppo di linee guida condivise per l'uso di aggregati riciclati e cementi innovativi.
- Promuovere la revisione delle normative tecniche (NTC 2018) per facilitare l'uso di materiali sostenibili, mantenendo alti standard di sicurezza.
- Semplificare i percorsi autorizzativi per l'End of Waste, riducendo tempi e costi per le aziende.
- Investire nella formazione tecnica per aumentare la consapevolezza sulle opportunità offerte dai calcestruzzi sostenibili.
- Sostenere la diffusione delle certificazioni ambientali (EPD) per promuovere la trasparenza e la competitività delle imprese.

In conclusione l'adozione di calcestruzzi a basso impatto ambientale rappresenta una sfida complessa ma imprescindibile per la transizione ecologica del settore edile. Antonio Basso S.p.A., insieme agli altri partner di progetto SITAR, conferma il proprio impegno a contribuire a questa trasformazione, offrendo soluzioni concrete per ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub>, ottimizzare l'uso delle risorse e favorire la circolarità dei materiali.

Con il contributo di tutti gli attori della filiera — dalle università alle imprese fino agli enti normativi — sarà possibile superare le barriere attuali e costruire un futuro più sostenibile per il settore delle costruzioni.



## 8. Riferimenti

- NTC 2018 (D.M. 17 gennaio 2018)
- UNI EN 12620
- UNI EN 197-1
- D.Lgs. 152/2006 (Testo Unico Ambientale)
- Direttiva 2008/98/CE (Waste Framework Directive)
- Direttiva 2018/851/UE
- Regolamento UE 305/2011 (CPR)
- ISO 14025
- EN 15804

## 9. Figure

Figura 1 Tab. 11.2.III NTC 2018 - Percentuale di impiego calcestruzzo riciclato .....	7
Figura 2 Granella d'altoforno e sabbia contenente il 20% di granella .....	12
Figura 3 Ipotesi di sviluppo di un'economia sostenibile per i prodotti in cls .....	17

## 10. Tabelle

Tabella 1 Impronta carbonica media dei mix design di Antonio Basso SpA.....	13
Tabella 2 Confronto tra impronte carboniche dei mix design al variare della tipologia di cemento .....	13
Tabella 3 Riepilogo dei vettori GHG relativi all'anno 2023 di Antonio Basso S.p.A. ....	14
Tabella 4 Consumo idrico Antonio Basso S.p.A. nell'anno 2024 .....	14

## 11. Allegati

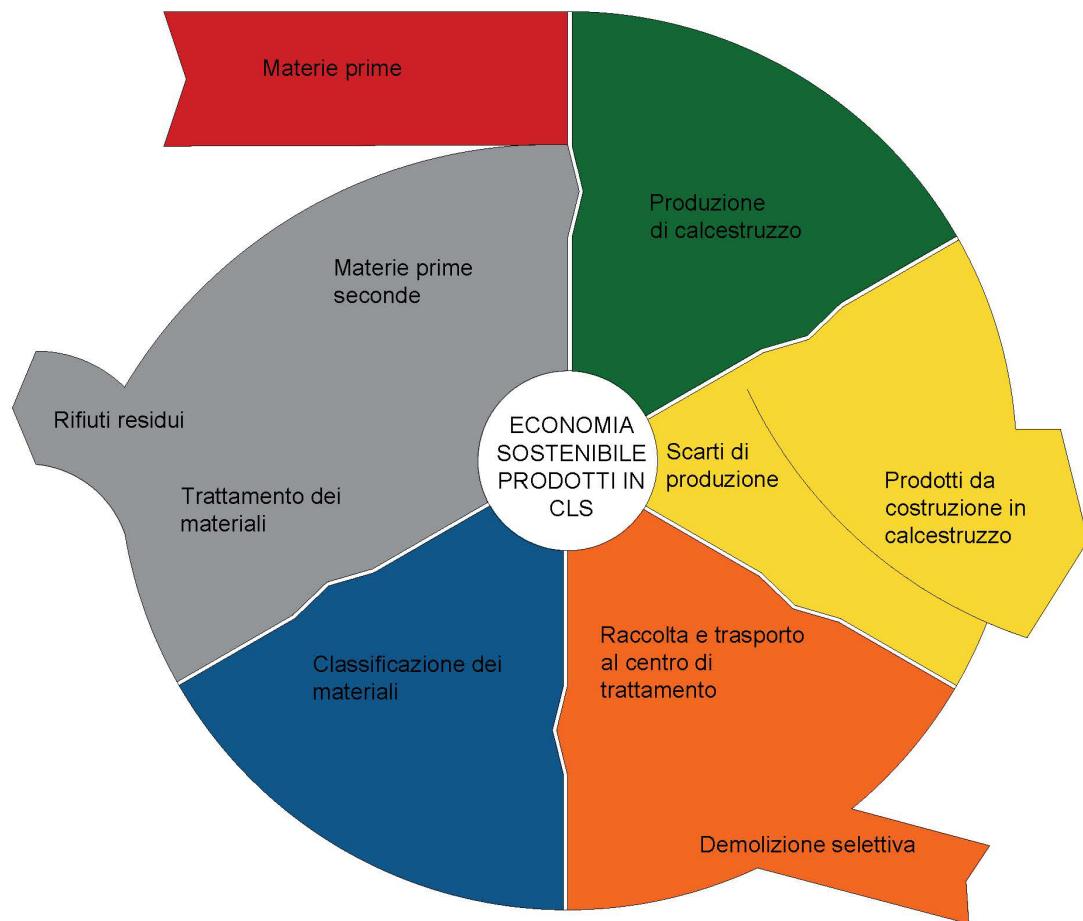
All.1 Economia sostenibile per i prodotti in cls.....	24
---	----



## **Allegato 1 - Economia sostenibile per i prodotti in calcestruzzo**

Nel settore dei prodotti da costruzione uno dei temi fondamentali, nell'ambito della sostenibilità, è quello del riciclo del calcestruzzo. Il riciclo di questo, come di tutti gli altri materiali da costruzione, rappresenta una pratica che aiuta l'ambiente ed è in grado di creare nuovi mestieri ed attività economiche. Gli edifici possono e dovrebbero essere progettati per il riuso e con l'utilizzo di materiali a lungo ciclo di vita.

Per realizzare i prodotti da costruzione principalmente oggi si usano come input del processo le materie prime e come output si ottengono i relativi prodotti e gli scarti. Nell'ottica dell'economia sostenibile il processo va rivisto e adeguato tenendo conto dei vari materiali e processi che possono essere introdotti all'interno del ciclo.



*Figura 4 Economia sostenibile per i prodotti in calcestruzzo*

Per produrre il calcestruzzo si possono utilizzare sia materie prime che materie prime seconde, queste derivanti dal riciclaggio, dalla rigenerazione o dalla trasformazione di prodotti già esistenti. In questa categoria rientrano gli aggregati di natura industriale o gli aggregati di riciclo, derivanti ad esempio dalla demolizione del calcestruzzo. I materiali devono essere conformi alla UNI EN 12620 e devono essere utilizzati in base alle classi di resistenza del calcestruzzo.

Per i prodotti ad uso strutturale, inoltre, vanno considerate le prescrizioni fornite dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018. In particolare, al paragrafo 11.2.9.2, si prescrive quanto segue per l'aggregato di riciclo dal calcestruzzo:

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla Tab. 11.2.III a condizione che la miscela di calcestruzzo, confezionato con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata, nonché accettata in cantiere, attraverso le procedure di cui alle presenti norme.

Tab. 11.2.III

Origine del materiale da riciclo	Classe del calcestruzzo	percentuale di impiego
demolizioni di edifici (macerie)	= C 8/10	fino al 100%
demolizioni di solo calcestruzzo e c.a. (frammenti di calcestruzzo $\geq$ 90%, UNI EN 933-11:2009)	$\leq$ C20/25	fino al 60%
	$\leq$ C30/37	$\leq$ 30%
	$\leq$ C45/55	$\leq$ 20%
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati - da qualsiasi classe	Classe minore del calcestruzzo di origine	fino al 15%
	Stessa classe del calcestruzzo di origine	fino al 10%

Figura 5 Percentuali di aggregato grosso di riciclo dal cls

Dal processo produttivo legato al calcestruzzo si ottengono quindi i prodotti finiti e una relativa percentuale di scarti di produzione. Questi scarti sono legati ai processi delle unità produttive o degli impianti di betonaggio e per quanto si cerchi di ridurli non si possono eliminare completamente.

Questi scarti possono essere gestiti internamente o esternamente.

Gli scarti potrebbero essere gestiti internamente andando ad installare un impianto di frantumazione e vagliatura in modo da riutilizzare il materiale all'interno del perimetro aziendale. Tuttavia quest'operazione diventa troppo onerosa sia dal punto di vista economico che legislativo.

Gli scarti possono essere gestiti esternamente, come avviene prevalentemente ad oggi, trasportando quindi il materiale agli impianti di recupero. Questi sono già dotati di attrezzature ed autorizzazioni per gestire il tipo di processo. Oltre alla quantità relativa agli scarti di produzione si può considerare anche quanto derivante dalle demolizioni selettive.

All'interno degli impianti di recupero il materiale viene quindi suddiviso in cumuli legati alla resistenza del materiale dichiarata dal produttore. Per quanto riguarda il materiale proveniente dalle demolizioni selettive, nel caso non fosse possibile classificarlo come resistenza, è utilizzabile per gli usi non strutturali. A questo punto i vari lotti di materiale vengono frantumati e vagliati per ottenere del materiale omogeneo sia dal punto di vista della resistenza che della granulometria. Ne risulta che la quasi totalità del materiale sia utilizzabile come materia prima seconda andando quindi a rifornire tutte le aziende della filiera che lo richiedano.

Il materiale quindi può essere riconsegnato a chi l'ha prodotto affinché lo reimmetta all'interno del ciclo produttivo oppure potrebbe essere anche declassato e fornito ad altra azienda che richieda questo prodotto.

Per implementare un simile processo ad oggi troviamo dei vincoli dovuti alla normativa. Il primo è dovuto alla classificazione del materiale.

Infatti ad oggi il materiale di scarto esce dall'unità produttiva sotto forma di rifiuto, il quale deve essere lavorato e verificato secondo i limiti imposti dalla normativa regionale sui rifiuti. Deve quindi avere un pH conforme alla norma e il solo calcestruzzo risulta avere un pH basico al di sopra dei limiti imposti. Non risulta quindi percorribile questa strada ad oggi.

Il materiale potrebbe anche essere gestito come un sottoprodotto, in quanto è un prodotto secondario della produzione di calcestruzzo. Viene trasportato, classificato e trattato secondo una procedura stabilita e certificata successivamente secondo la norma UNI EN 12620. Ad oggi questo procedimento è fattibile se il prodotto rimane all'interno dell'azienda che lo produce e trasforma, mentre non è fattibile eseguire tale procedura tramite azienda esterna.

In conclusione, per poter rendere più sostenibile la filiera dei prodotti da costruzione, si dovrebbe individuare una procedura che sia conforme alla normativa e che soddisfi quanto scritto in precedenza. In questa maniera si potrebbero riutilizzare efficacemente gli scarti di produzione e i risultanti dalle demolizioni selettive nella produzione di calcestruzzo.