



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE,
ARCHITETTURA, TERRITORIO,
AMBIENTE E DI MATEMATICA

RECUPERO DEI RIFIUTI DA COSTRUZIONE E DEMOLIZIONE NEL SETTORE DELLE COSTRUZIONI

Ing. Alessandra Diotti

“La caratterizzazione ambientale e tecnica dei rifiuti da costruzione e demolizione e degli aggregati riciclati prodotti al fine dell’impiego nel calcestruzzo, nelle costruzioni stradali e nelle opere geotecniche”

ECONOMIA CIRCOLARE

Gestione dei rifiuti

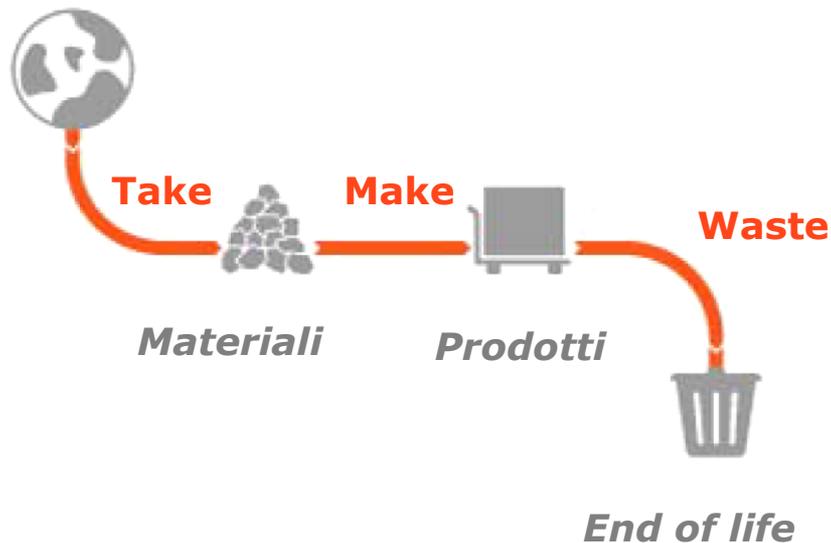
Nuovo approccio
di sistema



Transizione dal modello **lineare** a un modello **circolare**: dissociare la crescita economica dall'utilizzo di risorse naturali.

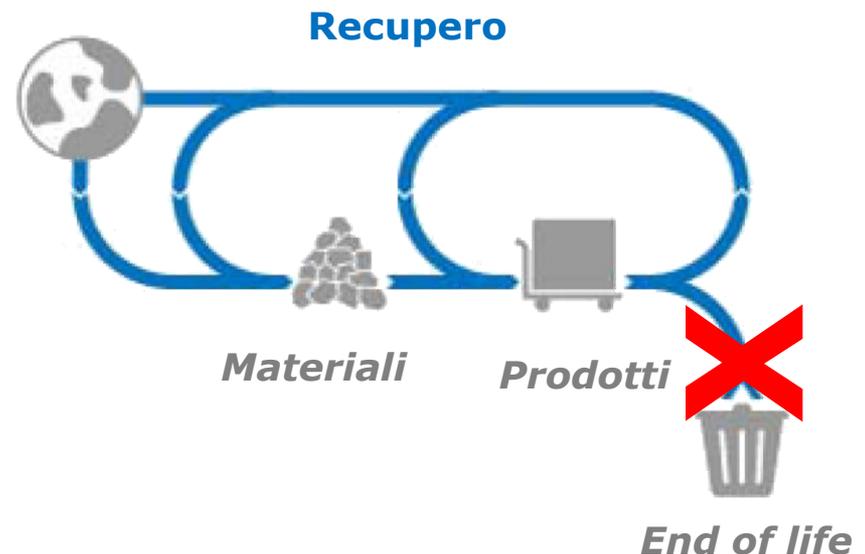
Opportunità di VALORIZZARE MATERIA DAI RIFIUTI

Economia Lineare



LOSE VALUE

Economia Circolare



RETAIN VALUE

ECONOMIA CIRCOLARE

Gestione dei rifiuti

Economia circolare
“zero waste”



1

UPSTREAM

- **Preservare** e **ridurre** lo sfruttamento delle risorse naturali;
- Gestione delle risorse in modo più **efficiente**;
- Ridurre gli sprechi;
- Mantenere il **valore** dei prodotti e dei materiali.

2

DOWNSTREAM

- Favorire la **sostituzione** delle materie prime vergini con materie prime seconde provenienti da filiere di recupero che ne conservino le qualità.
- Riconoscere i benefici per l'ambiente derivanti dall'uso di rifiuti come **nuove risorse**



COSA SONO I RIFIUTI C&D?

Rifiuti provenienti dalle attività di costruzione e demolizione.



D.Lgs.152/2006 Art. 183 – comma 1, lettera a)

Qualsiasi sostanza o oggetto di cui il **detentore si disfi** o abbia deciso o abbia l'obbligo di disfarsi.

I rifiuti C&D vengono classificati:

secondo **l'origine**



RIFIUTI SPECIALI

derivanti da attività produttive di industrie e aziende

secondo le **caratteristiche di pericolosità**



RIFIUTI NON PERICOLOSI

RIFIUTI DA COSTRUZIONE E DEMOLIZIONE

Elenco Europeo dei Rifiuti (EER)

Capitolo 17

Rifiuti da costruzione e demolizione (compreso il terreno proveniente da siti contaminati)

EER	DESCRIZIONE
17 01	Cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche
17 02	Legno, vetro e plastica
17 03	Miscele bituminose, catrame di carbone e prodotti contenenti catrame
17 04	Metalli (incluse le loro leghe)
17 05	Terra (compreso il terreno proveniente da siti contaminati), rocce e fanghi di dragaggio
17 06	Materiali isolanti e materiali da costruzione contenenti amianto
17 08	Materiali da costruzione a base di gesso
17 09	Altri rifiuti dell'attività di costruzione e demolizione
17 09 04	Rifiuti misti da costruzione e demolizione

FORTE ETEROGENEITA'
del materiale

PRODUZIONE DI RIFIUTI C&D IN ITALIA

(ISPRA, 2018)

Nel 2016 : **135,1 milioni di tonnellate di rifiuti speciali (RS)**

Rifiuti C&D= 54,5 milioni di tonnellate (40% RS)

Importanza del tema



Direttiva (EU) 2018/851

D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.

Recupero di materia dai rifiuti come obiettivo prioritario

Per i rifiuti C&D si prevede che entro il **2020** si raggiunga un obiettivo di **recupero** pari almeno al **70%**.

AGGREGATI NEL SETTORE DELLE COSTRUZIONI

Materiale granulare utilizzato nelle costruzioni

NATURALE (AN)

Aggregato di **origine minerale** sottoposto unicamente a lavorazione meccanica



RICICLATO (AR)

Aggregato risultante dalla lavorazione di **materiale inorganico** utilizzato nelle costruzioni



ARTIFICIALE (AI)

Aggregato minerale derivante da un **processo industriale** che implica una modificazione termica o di altro tipo



AGGREGATI NEL SETTORE DELLE COSTRUZIONI

Possibili forme di recupero ed utilizzo (A titolo di esempio e in maniera non esaustiva)



SETTORE STRADALE

- sottofondi stradali, ferroviari, aeroportuali, di piazzali civili e industriali;
- corpi dei rilevati stradali;
- strati di fondazione delle infrastrutture di trasporto e di piazzali civili e industriali

APPLICAZIONI GEOTECNICHE

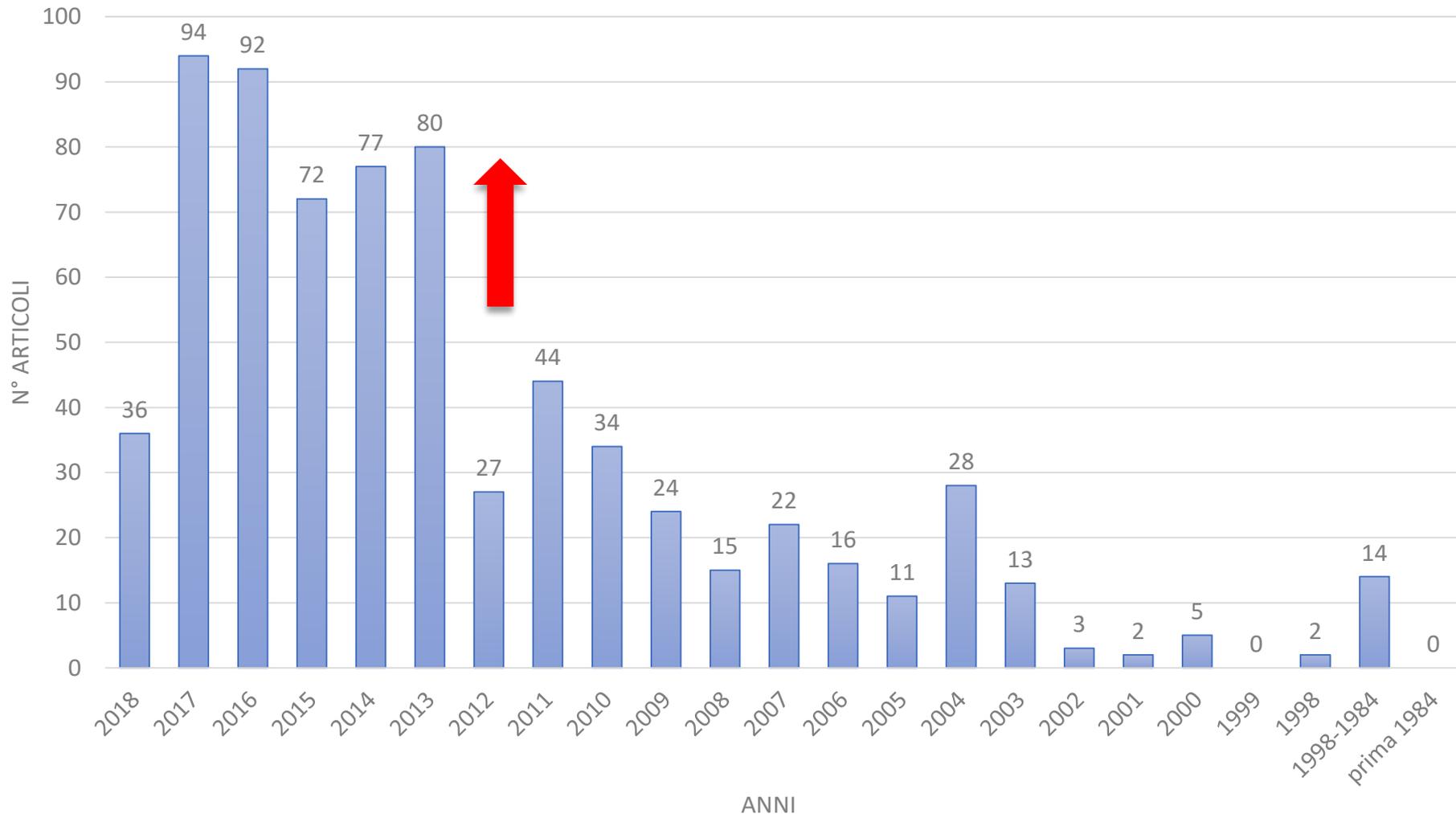
- recuperi ambientali,
- riempimenti e colmate

PRODUZIONE DI CALCESTRUZZO

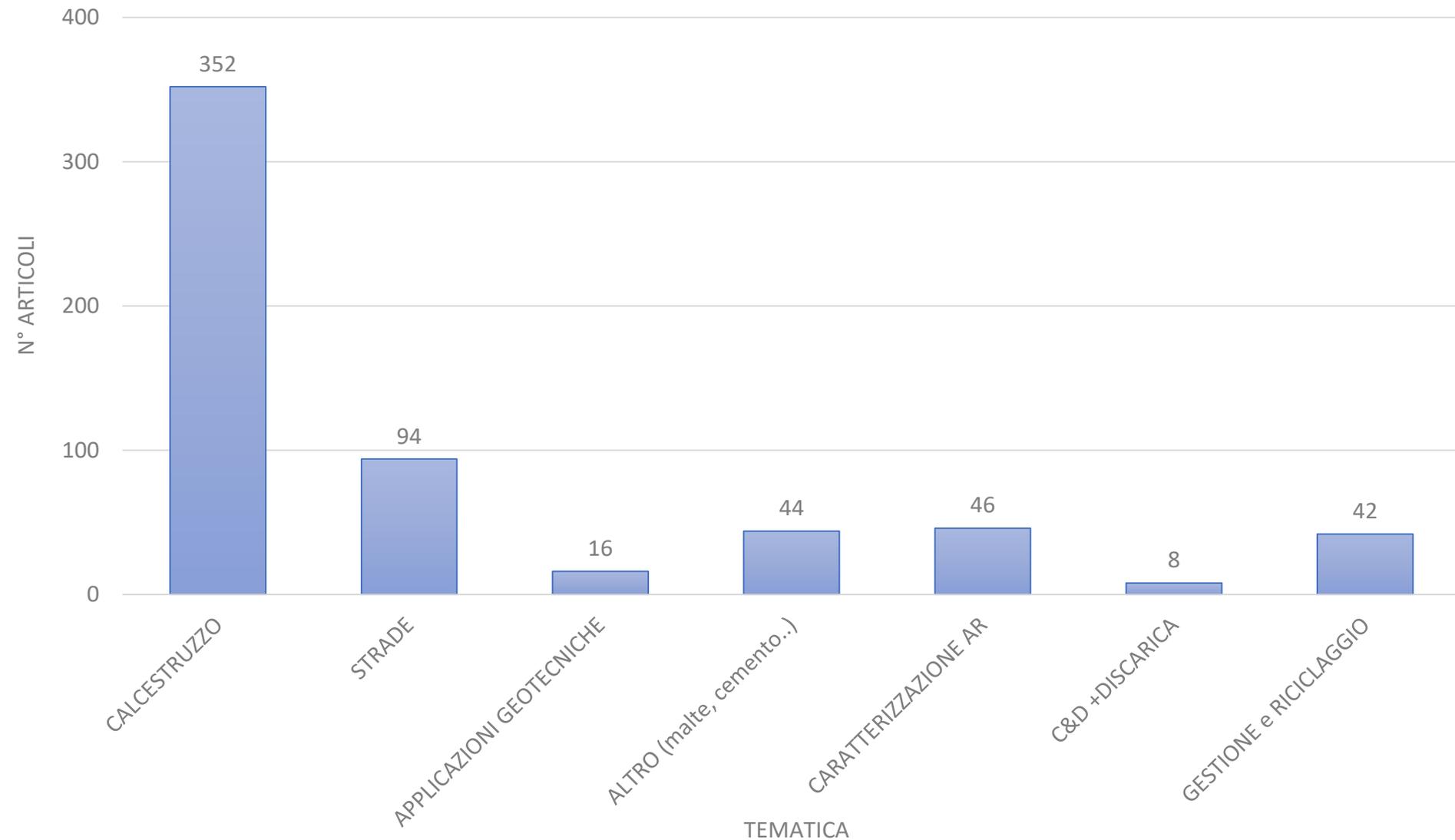
- applicazioni non strutturali

STUDI A LIVELLO INTERNAZIONALE

Dal **1998** al **2018** pubblicati → **≈ 700** STUDI A LIVELLO INTERNAZIONALE



STUDI A LIVELLO INTERNAZIONALE



D.M. 05/02/1998 e s.m.i – PROCEDURE SEMPLIFICATE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI

Art. 3 (D.M. 05/02/98)



PRESTAZIONI TECNICHE

Le attività, i procedimenti e i metodi di riciclaggio e di recupero di materia individuati nell'allegato 1 devono garantire l'ottenimento di prodotti o di materie prime o di materie prime secondarie con caratteristiche merceologiche conformi alla **NORMATIVA TECNICA DI SETTORE** o, comunque, nelle forme usualmente commercializzate. In particolare, i prodotti, le materie prime e le materie prime secondarie ottenuti dal riciclaggio e dal recupero dei rifiuti individuati dal presente decreto **non devono presentare caratteristiche di pericolo superiori** a quelle dei prodotti e delle materie ottenuti dalla lavorazione di materie prime vergini.



PRESTAZIONI AMBIENTALI

PRESTAZIONI TECNICHE – Normative di settore

Le normative tecniche di settore per la marcatura CE di aggregati naturali o riciclati nel settore delle costruzioni sono:

- ❑ **UNI EN 12620:2008** “*Aggregati per calcestruzzo*”
 - ❑ **UNI 8520-1** “*Istruzioni per l’applicazione della EN 12620 - PARTE 1: Designazione e criteri di conformità*”
 - ❑ **UNI 8520-2** “*Istruzioni per l’applicazione della EN 12620 - PARTE 2: Requisiti*”
- ❑ **UNI EN 13139:2003** “*Aggregati per malte*”
- ❑ **UNI EN 13043:2004** “*Aggregati per conglomerati bituminosi*”
- ❑ **UNI EN 13055-1:2003** “*Aggregati leggeri per calcestruzzi e malte*”
- ❑ **UNI EN 13055-2:2005** “*Aggregati leggeri per miscele bituminose, trattamenti superficiali e per applicazioni in strati legati e non legati*”
- ❑ **UNI EN 13242:2008** “*Aggregati per opere civili e stradali*”
- ❑ **UNI EN 13450:2003** “*Aggregati per massicciate ferroviarie*”
- ❑ **UNI EN 13383-1:2003** “*Aggregati grossi per opere idrauliche*”

PRESTAZIONI AMBIENTALI – TEST DI CESSIONE

D.M. 5 febbraio 1998 smi con D.M .186/2006 Allegato 3

Il DM 186/2006 definisce le **concentrazioni di inquinanti** che devono essere rispettate affinché il rifiuto possa essere recuperato.

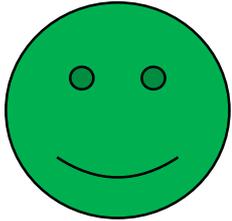
Parametri	U.M.	Conc. limite
Nitrati	mg/L	50
Fluoruri	mg/L	1,5
Solfati	mg/L	250
Cloruri	mg/L	100
Cianuri	µg/L	50
Bario	mg/L	1
Rame	mg/L	0,05
Zinco	mg/L	3
Berillio	µg/L	10
Cobalto	µg/L	250
Nichel	µg/L	10

Parametri	U.M.	Conc. limite
Vanadio	µg/L	250
Arsenico	µg/L	50
Cadmio	µg/L	5
Cromo totale	µg/L	50
Piombo	µg/L	50
Selenio	µg/L	10
Mercurio	µg/L	1
Amianto	mg/L	30
COD	mg/L	30
pH	-	5,5-12

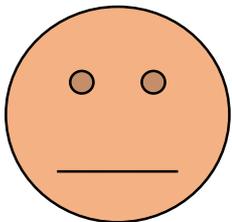
COLLABORAZIONE TRA ANCE LOMBARDIA E UNIVERSITA' DI BRESCIA

Ha dato luogo alla presentazione dei risultati in un ciclo di 4 seminari tecnici in Regione Lombardia e nelle province di Brescia e Bergamo rivolti a professionisti, imprese, operatori del settore, Pubblica Amministrazione etc.

Ob. Evidenziare le caratteristiche e i punti **forza e **criticità** degli aggregati riciclati:**



- Ridurre il conferimento in discarica di ingenti quantitativi di rifiuti speciali
- Risparmio dell'aggregato naturale, in quanto materia prima disponibile in misura limitata, introducendo sul mercato materiali alternativi



- **AMBIENTALE**
- **TECNICO**

FORTE ETEROGENEITA'
degli aggregati riciclati

COLLABORAZIONE TRA ANCE LOMBARDIA E UNIVERSITA' DI BRESCIA

AMBIENTALE

Solfati

rilascio evidente in campioni con **GESSO E MATERIALI CERAMICI, LATERIZI**

Cloruri

possono presentare un rilascio elevato sia per effetto della presenza nel **CEMENTO** sia per rilascio da **MATERIALI CERAMICI**

Cromo

- Calcestruzzo → presenza di **CEMENTO** e pH **BASICO**
- Materiali ceramici → **ARGILLA** utilizzata in fase di produzione dei materiali stessi



COLLABORAZIONE TRA ANCE LOMBARDIA E UNIVERSITA' DI BRESCIA

TECNICO

PARAMETRI FISICI	NATURALI (AN)	RICICLATI (AR)
FORMA	<ul style="list-style-type: none"> • Tondeggiante • Superficie liscia 	<ul style="list-style-type: none"> • Frastagliata (causa maggior assorbimento d'acqua)
ASSORBIMENTO ACQUA (WA) UNI EN 1097-6	<ul style="list-style-type: none"> • Frazione fine 0,7% -1,2% • Grossolana 0,3% -0,5% 	<ul style="list-style-type: none"> • Frazione fine 6% - 12% • Grossolana 1,8% - 3%
MASSA VOLUMICA DEI GRANULI (MV) UNI EN 1097-6	2500 – 2800 kg/m ³	<2100 – 2400 kg/m ³
RESISTENZA ALLA FRAMMENTAZIONE (Los Angeles) UNI EN 1097-2	<ul style="list-style-type: none"> • Rocce molto tenaci LA = 10% • Rocce basaltiche LA = 20% • Rocce compatte LA = 20-30% • Rocce tenere LA > 30% 	Scarsa resistenza ad impatto LA ≈ 37% Assimilabile a ROCCE TENERE

Proprietà che differenzia maggiormente gli aggregati naturali da quelli di riciclo.

Dipende principalmente dalla **presenza e dalla qualità della malta cementizia** **solidale all'aggregato originale naturale.**



Attivato con la preziosa collaborazione di **3 aziende bresciane del settore**

TEMA DI RICERCA:

“La caratterizzazione ambientale e tecnica dei rifiuti da costruzione e demolizione e degli aggregati riciclati prodotti al fine dell’impiego nel calcestruzzo, nelle costruzioni stradali e nelle opere geotecniche”

OBIETTIVO:

- Promuovere **soluzioni sostenibili** per incentivare l’economia circolare nel settore delle costruzioni
- Fornire un **supporto operativo** al superamento delle difficoltà tecniche e normative che sino ad oggi hanno reso particolarmente difficoltoso l’utilizzo degli aggregati riciclati nel settore delle costruzioni.

DURATA:

3 Anni



Nell'arco dei tre anni previsti, e con un approccio metodologico di tipo sperimentale e interdisciplinare, la ricerca andrà a:

- **approfondire le criticità** emerse da studi precedenti
- Verificare la **fattibilità di utilizzo dei prodotti** ottenuti dal trattamento dei rifiuti CDW, con possibilità di **applicazione alla scala reale** come aggregati per calcestruzzo (nel settore anche della prefabbricazione) e per opere stradali/geotecniche.



Percorso virtuoso di valorizzazione :

Da **PROBLEMA** a **RISORSA**

ATTIVITA' DEL PROGRAMMA DI RICERCA:



► FASE A: attività di ricerca e documentazione

1. **Inquadramento normativo** sul recupero dei rifiuti C&D come aggregati riciclati per l'utilizzo nel settore delle costruzioni, sia a livello nazionale che internazionale.
2. **Inquadramento bibliografico** in merito allo stato dell'arte sui rifiuti da costruzione e demolizione ed aggregati riciclati in relazione al loro recupero ed utilizzo.
3. **Inquadramento in merito alle tecniche di demolizione e analisi del contesto edilizio nazionale:**
 - età e tipologie edilizie degli edifici presenti sul territorio nazionale;
 - materiali e tecniche costruttive adottate;
 - tecniche di demolizione.
4. **Analisi tecnica degli impianti di trattamento e produzione di aggregati riciclati** presenti sul territorio → inquadramento degli impianti e delle tecnologie adottate e relativi bilanci di massa.

ATTIVITA' DEL PROGRAMMA DI RICERCA:



► FASE B: attività sperimentale

Valutare in modo più approfondito gli aspetti ambientali e tecnici degli AR in relazione alla destinazione d'uso. In particolare, la ricerca sarà strutturata:

5. Caratterizzazione chimica e ambientale degli AR

- a) raccolta dei certificati di caratterizzazione chimica e test di cessione prodotti sui rifiuti C&D e sugli AR.

Elaborazione dei dati ottenuti al fine di individuare i possibili inquinanti presenti nel rifiuto C&D correlandoli a specifiche frazioni di materiale.

6. Utilizzo dell'AR per la produzione di calcestruzzo per applicazioni civili:

- applicazioni strutturali e non strutturali;
- applicazioni di prefabbricazione: manufatti prefabbricati caratterizzati in funzione delle specifiche norme tecniche.

7. Utilizzo dell'AR per applicazioni stradali

CONCLUSIONI

1. Il tema del recupero è di primaria importanza:



Normativo:

- obiettivo di recupero dei rifiuti C&D pari al 70% entro il 2020

Ambientale:

- meno rifiuti in discarica
- risparmio di risorse naturali



2. Obiettivo ancora lontano dal raggiungimento per alcune criticità di natura tecnica e ambientale.

3. Soluzione adottata:

Collaborazione tra enti di ricerca pubblici (università) e aziende private del settore che possono, eventualmente, sostenere un percorso di ricerca triennale



Unire conoscenze scientifiche con competenze tecnico-operative rappresentative della realtà pratica

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

a.diotti@unibs.it

Si ringraziano le aziende finanziatrici:

Gruppo Gatti S.p.A

Esse Emme S.r.l

Fasanini S.r.l