



**L'IMPIEGO DI AGGREGATI RICICLATI E  
ARTIFICIALI  
NEL CALCESTRUZZO**  
Stato dell'arte e prospettive

Webinar Formativo | 17 e 28 Giugno 2021



**ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA DI  
BERGAMO**

# ***Lo Scenario di Mercato, Tecnologico e Normativo: Orizzonti e Criticità. Obiettivi del Workshop***

**Ing. Livio Izzo**



## Scaletta della Relazione

- 1) La domanda del mercato
- 2) L'offerta del mercato
- 3) Le Criticità
- 4) Gli Obbiettivi del Workshop



## La domanda del mercato

La domanda in questo campo è già **molto avanti**. Pressoché tutti i cosiddetti **“Protocolli Ambientali”**, oltre che le leggi dello stato con **i CAM, premiano o addirittura obbligano** ad utilizzare almeno una percentuale di soglia minima di aggregati non naturali nel cls. **Il Titolo IV della nuova Disciplina delle Costruzioni** instaura e **regolamenta la “Sostenibilità delle costruzioni”** come una vera e propria **nuova disciplina** normalizzando e **proceduralizzando** tutta la materia, p.e. **con la Relazione di Sostenibilità ambientale**, e **privilegiando**, naturalmente, il **“contenuto di materiale recuperato, riciclato o di sottoprodotti”**.



## L'offerta del mercato

**Gli aggregati non naturali costano, in genere, meno di quelli di cava** per cui il Progettista e l'impresario, cominciano a farsi venire voglia di ecologia e ambiente.

**Tutto sembra quindi correre nel  
verso giusto  
MA...**



## CRITICITA' N.1: IL MATERIALE (quello per il cls) NON SI TROVA

Cercando per lungo e per largo nella penisola gli **aggregati non naturali per il cls, certificati UNI EN 12620::2008** (Aggregati per calcestruzzo .... naturali, **artificiali o riciclati**), **sono una merce rarissima**. Molto difficile trovare produttori/trasformatori e **quei pochi che ci sono sono a una distanza** media, dai luoghi di lavorazione, **che mandano a pallino tutto il “risparmio ecologico”** legato al recupero, scambiando (nel senso di Trade Off) CO2 (e non solo) con la materia recuperata **ed annullando** sicuramente **ogni convenienza economica**.



## **CRITICITA' N. 2: del poco materiale che SI TROVA, se ne può utilizzare solo una parte**

Entrando nel dettaglio delle offerte, **si trovano diverse granulometrie**: sabbia riciclata 0/4 e 0/6, aggregato speciale 0/8, aggregato grosso 8/12, aggregato grosso 4/16; Aggregato 2/10.....

... **Ma intervengono le NTC 2018** .... 11.2.9.2 AGGREGATI **che, nell'incipit, promettono una meraviglia di massima apertura** alla tecnologia ed alla economia circolare:

**«Sono idonei alla produzione di cls per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, oppure provenienti da processo da riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620...»**



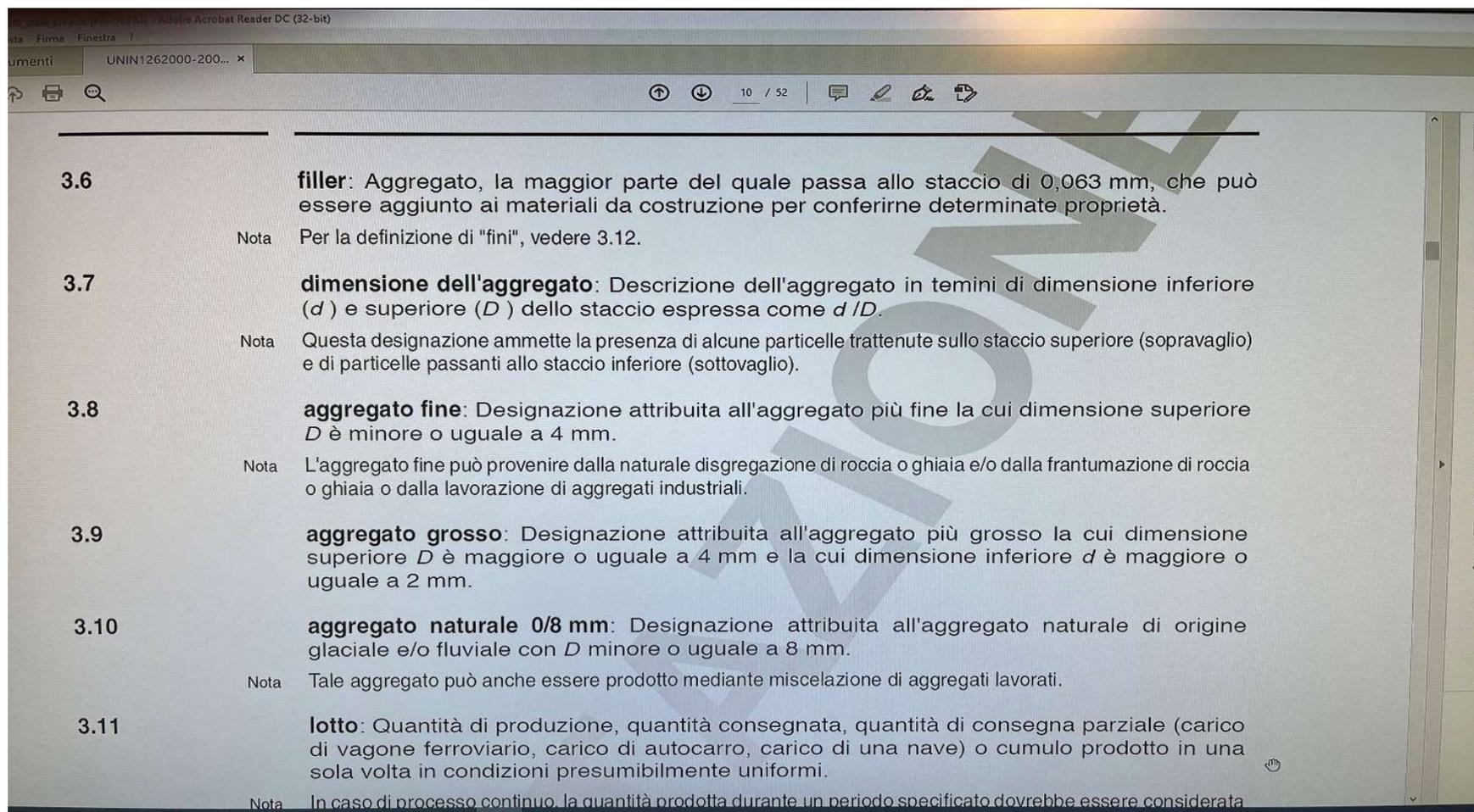
... **Ma** subito dopo **così proseguono**....

**E' 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..... venga preliminarmente qualificata.....

Sulla qualificazione, naturalmente, non c'è **nulla da dire, anzi dovrebbe essere l'unica discriminante, in un approccio prestazionale**, ma il problema sono le condizioni al contorno.

Intanto verifichiamo la **definizione di aggregati grossi** della UNI EN 12620





The screenshot shows a PDF document in Adobe Acrobat Reader DC. The document contains a list of definitions for aggregates, numbered 3.6 through 3.11. Each definition includes a bolded term followed by a description and a 'Nota' (Note) section. A large, semi-transparent watermark 'PROVA' is visible across the center of the page.

**3.6** **filler:** Aggregato, la maggior parte del quale passa allo staccio di 0,063 mm, che può essere aggiunto ai materiali da costruzione per conferirne determinate proprietà.  
Nota Per la definizione di "fini", vedere 3.12.

**3.7** **dimensione dell'aggregato:** Descrizione dell'aggregato in termini di dimensione inferiore ( $d$ ) e superiore ( $D$ ) dello staccio espressa come  $d/D$ .  
Nota Questa designazione ammette la presenza di alcune particelle trattenute sullo staccio superiore (sopravaglio) e di particelle passanti allo staccio inferiore (sottovaglio).

**3.8** **aggregato fine:** Designazione attribuita all'aggregato più fine la cui dimensione superiore  $D$  è minore o uguale a 4 mm.  
Nota L'aggregato fine può provenire dalla naturale disgregazione di roccia o ghiaia e/o dalla frantumazione di roccia o ghiaia o dalla lavorazione di aggregati industriali.

**3.9** **aggregato grosso:** Designazione attribuita all'aggregato più grosso la cui dimensione superiore  $D$  è maggiore o uguale a 4 mm e la cui dimensione inferiore  $d$  è maggiore o uguale a 2 mm.

**3.10** **aggregato naturale 0/8 mm:** Designazione attribuita all'aggregato naturale di origine glaciale e/o fluviale con  $D$  minore o uguale a 8 mm.  
Nota Tale aggregato può anche essere prodotto mediante miscelazione di aggregati lavorati.

**3.11** **lotto:** Quantità di produzione, quantità consegnata, quantità di consegna parziale (carico di vagone ferroviario, carico di autocarro, carico di una nave) o cumulo prodotto in una sola volta in condizioni presumibilmente uniformi.  
Nota In caso di processo continuo, la quantità prodotta durante un periodo specificato dovrebbe essere considerata



Vediamo subito che l'aggregato grosso è caratterizzato da uno staccio inferiore almeno pari a 2 mm per cui **la gamma che abbiamo trovato comincia a sfoltirsi: sabbia riciclata 0/4 e 0/6, aggregato speciale 0/8, aggregato grosso 8/12, aggregato grosso 4/16; Aggregato 2/10.....**

Ma **la Tab. 11.2.III delle NTC 2018**, oltre alle (quasi) comprensibili limitazioni quantitative percentuali, **pone anche un'altra caratteristica comprensibile ma molto restrittiva**: Per classi di cls comprese fra 20/25 e 45/55 **la provenienza del materiale deve essere almeno per il 90% da cls**. E questa limitazione esclude un'altra grossa fetta del materiale disponibile con un **approccio prescrittivo che suona di tempi passati...**



È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla Tab. calcestruzzo, confezionato con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata 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%

Per quanto riguarda i controlli di accettazione degli aggregati da effettuarsi a cura del Direttore, almeno alla verifica delle caratteristiche tecniche riportate nella Tab. 11.2.IV. I metodi di prova sono quelli previsti nelle Norme Europee Armonizzate citate, in relazione a ciascuna caratteristica.

**Tab. 11.2.IV – Controlli di accettazione per aggregati per calcestruzzo strutturale**

Caratteristiche tecniche
Descrizione petrografica
Dimensione dell'aggregato (analisi granulometrica e contenuto dei fini)
Indice di appiattimento



Quindi, sintetizzando, **è consentito** ..... **l'aggregato grosso... da riciclo** .... purché provenga **da demolizioni al 90% di cls**.

**Cosa succede se l'aggregato NON E' GROSSO ma E' DA RICICLO?**

**Oppure se NON E' GROSSO e NON E' DA RICICLO?**

**Dovrebbe valere l'incipit** di questo paragrafo....

**Sono idonei alla produzione di cls per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, oppure provenienti da processo da riciclo** conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620.....

**E cioè SENZA ALCUNA LIMITAZIONE se non tecnologica e l'unica limitazione dovrebbe/potrebbe essere SOLAMENTE sull'aggregato grosso da riciclo**, lasciando liberi e indenni tutti gli altri casi....



Dico “dovrebbe/potrebbe” perché **ho fatto questa domanda a molti stakeholders ed ho ottenuto risposte QUALIFICATE ma DIAMETRALMENTE OPPOSTE** (sintomo di una prescrizione non univoca).

**Peraltro**, tanto per non farci mancare nulla, **anche la** definizione di Aggregato fine della **UNI 12620 ci crea qualche dubbio: La nota del punto 3.8 visto sopra così recita:** “Nota: L’aggregato fine **può provenire** dalla naturale disgregazione di roccia o ghiaia e/o dalla frantumazione di roccia o ghiaia o dalla lavorazione di aggregati industriali.” Questo **esclude gli aggregati fini di riciclo dal cls** (quindi rafforzando la lettura più restrittiva delle NTC 2018) **oppure** bisogna intendere che il **“può provenire”** vada inteso in senso estensivo e non limitativo? In pratica può intendersi seguito da un **“anche”** oppure da un **“solo”**? Anche qui le interpretazioni sono (ragionevolmente) discordanti.



## **CRITICITA' N. 3: Sul pianto tecnologico, se ci immaginiamo di usare aggregato non naturale come se fosse naturale, avremo delle brutte sorprese sulle prestazioni del calcestruzzo....**

Gli aggregati non naturali hanno caratteristiche molto diverse fra loro e rispetto a quelli naturali per cui **i mix design che li utilizzano devono essere studiati assolutamente ad hoc**, non pretendendo di lasciare tutto il resto alla pari altrimenti avremmo risultati molto negativi.

**Occorre quindi sia uno studio ad hoc generale**, come ricerca sulle diverse tipologie di provenienza e di composizione, **e sia una qualificazione specifica su mix design mirato** e assolutamente non sovrapposto a quelli a base di aggregati naturali. Solo così potremo avere risultati non certo esaltanti ma sicuramente confortanti.



## OBIETTIVI DEL WORKSHOP

Dalle premesse, il **recupero di materia** risulta una **strada sicuramente impegnativa ma**, se vogliamo consegnare ai ns figli e nipoti un mondo ancora vivibile, è una strada assolutamente ed **inevitabilmente da percorrere**.

A questo punto **la cosa più ovvia, per dirimere le questioni interpretative** e per costruire una road map di evoluzione normativa, dovrebbe essere quella di **andare dal normatore e chiedergli lumi ma andremo “a mani vuote”** e con nessun potere dialettico né sulla interpretazione né sulla eventuale evoluzione normativa. Ricordiamoci che **“se non porti almeno una soluzione allora sei parte del problema”**.



Abbiamo quindi pensato **prima di tutto di chiarirci bene le idee sulle condizioni tecnologiche ottimali per l'uso di questi aggregati NON NATURALI, i risultati ottenibili e/o ottenuti, le prospettive di possibili "MINIERE"** da indagare e valorizzare, **le criticità nei testi normativi etc.**

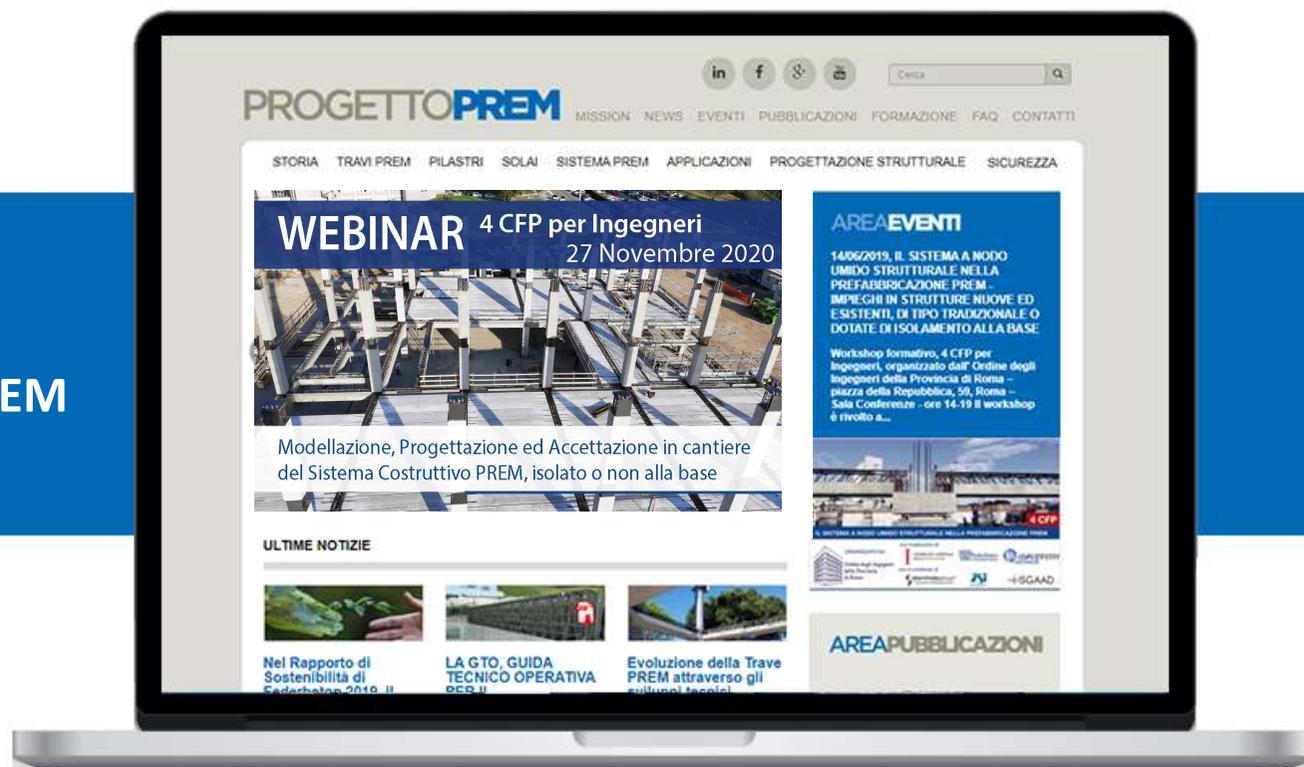
Con questo materiale di conoscenza sul tavolo, **organizzeremo un secondo tempo di questo workshop invitando i normatori, nazionali e regionali, cui avremo conferito, preliminarmente, le 16 relazioni portate dai qualificati Relatori di questo evento.**



[www.progettoprem.info](http://www.progettoprem.info)

il blog informativo sul Sistema PREM  
a Nodo Umido Strutturale

[izzo@progettoprem.info](mailto:izzo@progettoprem.info)



**Modellazione, Progettazione ed Accettazione in cantiere del Sistema Costruttivo PREM, A Nodo Umido Strutturale, isolato o non alla base**

*Webinar Formativo | 06 Luglio 2021*



**ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA DI  
BERGAMO**