



FOSTERING INDUSTRIAL SYMBIOSIS FOR A SUSTAINABLE RESOURCE
INTENSIVE INDUSTRY ACROSS THE EXTENDED CONSTRUCTION VALUE CHAIN

Definizione dei requisiti tecnici per materia prima seconda

Riepilogo generale

Febbraio 2015

Authors: Juan José Cepriá, Daniel Hiniesto (ACCIONA)

D2.1 Definizione dei requisiti tecnici per materia prima seconda
WP2, T2.1

H2020-WASTE-2014-two-stage



This project has received funding from the European Union's
Horizon 2020 research and innovation programme under
grant agreement N° 642154.

Il “Deliverable D2.1” elenca i requisiti tecnici per ciascun flusso di rifiuti FISSAC nell’ambito della loro applicazione.

L’identificazione è stata indirizzata prendendo in considerazione le seguenti condizioni che determinano l’uso dei materiali di scarto per una sostituzione parziale o totale di una materia prima naturale:

- **Processi industriali**
- **Vincoli ambientali** per l’uso di materie prime seconde (Secondary Raw Materials - SRMs)
- **Requisiti tecnici** per applicazioni finali

L’uso degli SRMs potrebbe alterare una di queste condizioni ed è necessario definire l’entità della dipendenza per la nuova potenziale catena di rifornimento basata sui requisiti tecnici. Per raggiungere tale obiettivo, è stata considerata la seguente lista di riferimenti:

- Requisiti tecnici delle materie prime attualmente in uso
- Requisiti tecnici vigenti per sottoprodotti già standardizzati che possono essere impiegati nel settore delle costruzioni a livello Europeo.
- Legislazione locale inerente rifiuti e sottoprodotti, precedenti lavori di ricerca e propria esperienza

Secondo quanto detto, sono stati raccolti ed elencati i **requisiti tecnici per ciascun settore** (produzione di cemento, calcestruzzo ecologico, industria ceramica e compositi a base di plastica e legno) e gli SRMs. Tale lista aiuterà i partners FISSAC nell’identificare quelle caratteristiche critiche necessarie per la fabbricazione dei materiali e dei prodotti target, così come gli standard di qualità e il quadro normativo ambientale (emissioni, contenuto e rilascio di inquinanti).

I requisiti tecnici sono quindi stati classificati in **fisici** (granulometria, forma, densità,...), **chimici** (composizione, attività pozzolanica,...), **mineralogici**, **meccanici** (rigonfiamento, resistenza,...) e **ambientali** per catalogarli ed essere più utili per i successivi usi nell’ambito del programma di lavoro FISSAC.

Infine, ogni caso di studio include le principali caratteristiche dei flussi degli scarti FISSAC, basate sui lavori precedenti, con l’obiettivo di definire quali requisiti sono i più rilevanti per focalizzare l’attenzione su di essi e quali possono essere tralasciati. A tal proposito, ogni caso di studio include i dati di base inerenti le proprietà chimiche, fisiche e mineralogiche del flusso del rifiuto, confrontando tali caratteristiche con le necessità identificate per ogni settore.

Obiettivo

La Commissione Europea ha identificato la necessità di sviluppare standard qualitativi per gli SRMs al fine di incrementare la fiducia degli operatori nel singolo mercato e per creare e supportare il commercio.

Questo deliverable si focalizza su prodotti di costruzione selezionati e elenca tutti i requisiti tecnici delle materie prime per realizzarli, incluse le materie prime seconde, quando esistenti, per fornire una vista generale di ciò che è attualmente necessario. Gli SRMs dovrebbero adempiere alle necessità dell’industria di base come fanno le materie prime, così che, possano essere presi come riferimento e possano essere il primo passo per lo sviluppo di standard di qualità.

In questo senso, queste necessità saranno chiamate “requisiti tecnici”. I requisiti tecnici copriranno diversi campi di prestazione: le proprietà fisiche, chimiche e mineralogiche come la composizione, l’approvvigionamento del prodotto (il contenuto di acqua, la classificazione), la stabilità fisica (stabilità volumetrica, durezza, resistenza al fuoco, impermeabilizzazione,...). Includeranno anche altri argomenti legati alle normative tecnica ed ambientale (generici standard di qualità, emissioni al suolo, in aria o in acqua), o al funzionamento ottimizzato per gli impianti di produzione e la loro conservazione, come l’incidenza di specifici prodotti chimici. Per esempio, in molti casi i requisiti tecnici per gli SRMs saranno gli stessi delle materie prime tradizionali. In altre situazioni, però, le differenze potranno essere accettabili fintanto che l’industria edile non cambi alcune procedure per essere più competitiva, o se il settore del riciclo adatta i suoi processi alle necessità dell’industria, come ha fatto in passato l’industria estrattiva.

Conseguentemente, il primo passo di questo obiettivo sarà elencare i requisiti tecnici per ciascuno dei sotto-settori di dimostrazione (cemento, calcestruzzo, mattonelle ceramiche e compositi a base plastica e legno) a livello Europeo, identificando nei limiti del possibile le variazioni nazionali, e confrontandoli con le proprietà tecniche degli SRMs proposti mirando ad identificare lacune e barriere attuali.

Non da ultimo, una speciale attenzione sarà data agli SRMs che vengono attualmente utilizzati in modo estensivo nel settore delle costruzioni, e sulle normative e sugli standard che ne regolano l’uso. Fra cui: ceneri volanti polverizzate (pulverised fly ash - PFA), fumo di silice o loppa d’altoforno granulata e macinata (ground granulated blast furnace slag - GGBF Slag). Sulla base di tali sotto-prodotti standardizzati, saranno stabilite connessioni con gli SRMs collegando proprietà e prestazioni simili.

Settori coinvolti e SRMs

Questo documento include i requisiti tecnici in tutta l'Europa per **dieci flussi di rifiuti**, generati da **sei** principali **settori industriali** applicati in **quattro sotto-settori delle costruzioni**. Tuttavia, il rapporto si focalizza sui paesi dove è di grande rilevanza un settore specifico o dove saranno dimostrate le applicazioni finali. I sotto-settori in cui saranno impiegati gli SRMs sono:

Eco-cemento

L'industria del cemento è uno dei **maggiori settori di consumo energetico e di materie prime** in Europa. L'Europa e la Turchia hanno prodotto circa 240 milioni di tonnellate di cemento nel 2014, comportando un consumo di circa 340 milioni di tonnellate di materie prime, esclusi i combustibili.

Inoltre, l'industria del cemento costituisce anche un settore chiave per la simbiosi industriale dato che questo settore industriale per decenni ha **incrementato l'uso di combustibili alternativi e delle materie prime seconde** per la produzione di cemento e clinker, fornendo un'esperienza valida e preziosa. Specifici sotto-prodotti (ceneri volanti, loppa d'altoforno o fumo di silice) sono ben noti nella pratica corrente per la produzione di cemento, essendo inclusi negli standard di qualità e prestazione della produzione di cemento. Alcuni SRMs inoltre alimentano attualmente i forni per il cemento; questi includono le ceneri volanti, le scorie ferrose, le loppe d'altoforno, i fanghi di cartiera, sabbie di fonderia di scarto o polveri piritiche. Questa esperienza pregressa costituirà il punto di partenza per lo scenario FISSAC.

In dettaglio, FISSAC dimostrerà la fattibilità di produrre nuove formulazioni di **eco-cemento** basate fondamentalmente su **scorie** da forno elettrico (Electric Arc Furnace - EAF) e scorie bianche (Ladle Furnace - LF), con **scarti di alluminio e ceramici** sia da **industria delle costruzioni e demolizioni** e sia da **industria delle piastrelle ceramiche** per alimentare il forno. L'uso di alcuni tipi di flussi di **rifiuti di vetro** saranno anche analizzati. Il risultato sarà un cemento belite-ye'elimito (solfo-alluminato), che è un cemento a basso carbonio e a bassa energia inglobata basato sull'attività dei solfo-alluminati formati a 200–300°C, temperatura inferiore rispetto al cemento classico (Ordinary Portland Cement - OPC), che rappresenta un importante risparmio ambientale.

Gli SRMs saranno usati in due stadi differenti:

- Come materie prime per la fabbricazione di clinker: scorie EAF, scorie LF, scarti vetrosi, rifiuti ceramici e scorie salmastre dell'alluminio

saranno usati come impasto grezzo per alimentare il forno rotante.

- Come additivi minerali che garantiscano l'attività pozzolanica e idraulica: scarti ceramici, scorie LF e rifiuti vetrosi saranno studiati come additivi minerali per la produzione di cemento a basso carbone.

Calcestruzzo ecologico

L'industria del calcestruzzo ha prodotto 217.7 milioni di tonnellate di calcestruzzo pronte per l'uso in EU e 102 milioni di tonnellate in Turchia, consumando circa il 50% della produzione totale di cemento. L'industria del calcestruzzo preconfezionato e prefabbricato consuma rispettivamente il 25% e il 15% della produzione totale di aggregati in EU (2.6 bilioni di ton). Da dati convincenti risulta che l'industria del calcestruzzo è una dei **più importanti consumatori di materia prima** in EU, con un **basso tasso di utilizzo dei SRM**. Solo l'8% del consumo di aggregati proviene da processi di riciclo, soprattutto CDW. L'industria ha usato inoltre 7.8 milioni di tonnellate di additivi (GGBFS e FA) per sostituire più del 10.8% di cemento.

FISSAC dimostrerà la fattibilità di incrementare l'upcycling (riciclo e riuso) degli SRMs, che attualmente sono utilizzati in applicazioni di scarsa qualità o inviate in discarica. Lo studio si focalizzerà soprattutto sulla **sostituzione di aggregati naturali con materiali industriali riciclati** (scorie EAF e rifiuti vetrosi) e sulla **sostituzione parziale del clinker con nuovi sotto-prodotti minerali valorizzati** (scarti ceramici sia dall'industria ceramica che da CDW, scorie LF, sia rifiuti vetrosi). Il progetto includerà **due dimostratori basati sugli SRMs**, calcestruzzo preconfezionato per pavimentazione asfaltata e blocchetti di calcestruzzo autoclavati e aerati, comprendenti entrambi la nuova formulazione dell'eco-cemento. Questi dimostratori terranno conto dei requisiti tecnici precedentemente definiti.

Industria della ceramica

Questa industria è un'intensa **consumatrice di materie prime** e una **generatrice** rilevante **di rifiuti** in EU. Entrambi le vie saranno considerate ed analizzate prima di tutto dal punto di vista dei requisiti tecnici.

In EU è uno dei più importanti sotto-settori dei materiali da costruzione dato che ha prodotto 35 bilioni di euro nel 2014, essendo l'industria delle piastrelle ceramiche la più rilevante. L'industria delle piastrelle ceramiche è soprattutto localizzata in Spagna (5° produttore mondiale) ed in Italia (7° produttore mondiale), con una produzione totale di 783 milioni m², circa 40% del totale EU + Turchia.

Le materie prime per l'industria della ceramica sono minerali di argilla principalmente, feldspati per abbassare la temperatura di cottura, diversi additivi chimici per modificare e cambiare specifiche proprietà. Uno degli additivi chimici più comuni è il carbonato di calcio, che fornisce luminosità ai rivestimenti superficiali.

Questo progetto analizzerà la fattibilità della **parziale sostituzione dei minerali d'argilla con fanghi salmastri di alluminio** prodotti nel processo di riciclaggio dell'alluminio. Saranno inoltre studiati i **fanghi marmorei** dal settore delle pietre naturali come **sorgente alternativa di carbonato di calcio**. Il report analizza i requisiti tecnici che includono quelli richiesti dall'industria e quelli voluti dalle normative EU e nazionali (emissioni, contenuto di metalli pesanti, ...).

C'è un altro aspetto per l'economia circolare nell'industria ceramica: il **rifiuto generato** in questo settore. Stime indicano che circa il **5% della produzione totale** è inizialmente scartato, ciò implica la produzione di circa 3 milioni di tonnellate di rifiuti, con un rapporto di riciclo del 55%, i restanti 1.4 milioni di tonnellate sono inviati in discarica. Frammenti di ceramica cotta sono i componenti principali di questi rifiuti non riciclati e saranno l'obiettivo dello studio.

La frazione ceramica di CDW seguirà i frammenti ceramici cotti dell'industria ceramica delle piastrelle per la valutazione finale dato che entrambi sono lo stesso tipo di rifiuto, sebbene da sorgenti diverse. Il rilevante volume di CDW (450 milioni di tonnellate in Europa, esclusi i suoli da scavo) e l'importanza della frazione edilizia (tra 8 e 54% del CDW totale che potrebbe portare 249 milioni di tonnellate dei frammenti ceramici) rendono necessario studiare i requisiti tecnici di questa sorgente di ceramici. A differenza delle piastrelle ceramiche di scarto, di purezza eccellente, i rifiuti ceramici da CDW contengono un maggior grado di impurezze, affrontano così sfide per una valorizzazione d'alto-

grado e una commercializzazione. E' quindi necessaria una maggiore ricerca pre-normativa.

L'analisi includerà i **rifiuti ceramici dall'industria ceramica e dalla frazione ceramica CDW** come farina cruda cementizia (per alimentare il forno), come additivi per fare il cemento (additivi dei mulini del cemento) e come additivi del calcestruzzo (in parziale sostituzione del cemento) sulla base delle loro proprietà pozzolaniche. Saranno identificate sinergie con il progetto HISER (in corso).

Compositi a base plastica e legno

Il mercato Europeo dei compositi a base plastica e legno (wood and plastic composite – WPC) produce circa 260,000 ton/anno per applicazioni inerenti pavimentazione, rivestimenti e staccionate nel settore delle costruzioni (75% della produzione totale), e in misura minore, nel settore delle automobili. I principali mercati sono in Germania e UK, entrambi produttori e consumatori.

I WPC sono composti da farina di legno e da una matrice plastica, costituita da differenti termoplasti. Il prodotto ultimo generalmente include additivi chimici, riempitivi minerali e pigmenti per darne l'aspetto finale. I componenti principali possono facilmente provenire da SRM, come **rifiuti legnosi da CDW** o altre **industrie del legno e del tronco**. Le plastiche possono venire direttamente dall'**industria chimica** o, più spesso, dall'**industria del riciclo**. Questo settore può rappresentare un buon esempio di economia circolare ed eco-design, è un buon esempio per lo scenario FISSAC.

In dettaglio, i requisiti tecnici sono di grande importanza per i WPCs dato che questo settore è ancora un mercato emergente. Inoltre, l'uso efficiente degli SRMs ha bisogno di essere controllato, dati gli standard lacunosi, la sicurezza nel rifornimento delle materie prime, la certificazione/approvazione dei prodotti, l'immagine negativa dei prodotti riciclati e la riluttanza all'uso dei potenziali utilizzatori.

Sectors, secondary raw materials and countries involved			
Construction sub-sector	SRMs involved	Main countries of the assessment	Applications
Eco cement	EAF slag	Turkey, Spain, Italy, Sweden	Clinker raw meal
	Ladle furnace slag	Turkey, Spain, Italy, Sweden	Clinker raw meal
	Glass waste	Turkey, Spain, Italy, Sweden, UK	Clinker raw meal & mineral additions
	Ceramic waste	Turkey, Spain, Italy, Sweden	Clinker raw meal & mineral additions
	Aluminium waste	Turkey, Spain, Italy, Sweden	Clinker raw meal
Green Concrete	EAF slag	Turkey, Spain, Italy	Aggregates
	Glass waste	Turkey, Spain, Italy	Aggregates and additions
	Ceramic waste	Turkey, Spain, Italy	Additions
Ceramic products	Aluminium industry	Spain, Italy	Source of alumina
	Marble slurry	Spain, Italy	Source of CaCO ₃
Wood plastic composites	Tyre rubber	UK	SRM
	Plastic waste	UK	SRM
	Wood waste	UK	SRM

Tabella 1 – Sommario dei settori e delle materie prime seconde (SRMs) analizzate

Conclusioni

La definizione dei requisiti tecnici per gli SRMs costituisce un punto chiave per partire con le basi per una simbiosi industriale nei sotto-settori studiati.

Questi requisiti tecnici devono considerare i vincoli industriali, riconosciuti dagli standards (o loro carenza), e il quadro normativo. Questi requisiti sono normalmente definiti per garantire l'adeguata prestazione tecnica del prodotto finale. Quanto più possibile, i nuovi SRMs dovrebbero essere sottoposti a test per provare la loro conformità agli standard, giustificare che non c'è bisogno di tale conformità o proporre trattamenti complementari o modifiche del processo industriale per adattare le loro proprietà ai requisiti stabiliti.

Inoltre, altri requisiti identificati devono rispettare la normativa ambientale. Alcune attività come l'industria del cemento e della ceramica hanno restrizioni importanti che riguardano le emissioni. L'uso di SRMs può aumentare le emissioni di alcuni componenti, di conseguenza, è molto importante analizzare questi composti per offrire sicurezza e garantire che l'utilizzo degli SRMs non compromette la loro approvazione ambientale. In altri casi, è necessario garantire che gli SRMs non contengano sostanze pericolose o nocive, radioattive o che possano rilasciare elementi pregiudiziali.

Infine, le industrie (cemento, calcestruzzo, ceramica, WPCs) hanno i loro processi ottimizzati per le materie prime originali e la modalità attraverso cui normalmente si riforniscono (contenuto di umidità, grado, resistenza,...). Le industrie dovrebbero cambiare alcuni processi specifici, ma questo potrebbe essere una barriera per l'accettazione degli SRMs. Le proprietà chimiche e fisiche richieste dall'industria dovrebbero essere testate per provare la fattibilità di gestione di questi materiali alternativi rispetto alle materie originali e, se necessario, definire quali tipi di cambiamenti o trattamenti sarebbero necessari.

I requisiti tecnici degli SRMs, usati nel settore dove saranno condotti i test industriali, sono stati definiti ed elencati nelle tabelle da 41 a 44. I requisiti più importanti saranno selezionati per le caratterizzazioni della Task 2.2. Tale discussione verrà condotta durante gli incontri tecnici e le tabelle semplificate saranno presentate nel D2.2, insieme alle caratterizzazioni corrispondenti.