

TUTELA DELLE RISORSE, ECONOMIA CIRCOLARE E SVILUPPO SOSTENIBILE. IL CASO DELLE CAVE IN LOMBARDIA.

Marco Migliore¹, Federico Rappelli², Raffaello Vignali³

SOMMARIO

L'Agenda 2030 prevede tra i suoi obiettivi quello di garantire “modelli sostenibili di produzione e di consumo”, azioni possibili attraverso l'attuazione di forme di economia circolare. Tali azioni possono essere condotte anche alla scala locale, e l'intervento su contesti produttivi consolidati può favorire in tempi rapidi l'innovazione del sistema di produzione, aumentandone la competitività e conferendo nuovo valore alle risorse (valorizzando gli scarti/rifiuti e aprendo nuovi mercati). In riferimento al contesto lombardo, uno degli ambiti produttivi più energivori, connotato da un'elevata produzione di scarti/rifiuti è quello relativo al comparto estrattivo, e più nello specifico a quello relativo all'estrazione di sabbia e ghiaia. Questo settore si attesta con notevoli primati, studi statistici riportano che la Lombardia in Italia è la prima regione per numero di cave attive (12,2% su scala nazionale) e cave dismesse (22,1% su scala nazionale), fattore che implica sia un notevole consumo di suolo, sia un'elevata produzione di scarti/rifiuti (19 milioni di mc di materiale pari al 39% della media nazionale). Il paper descrive il contesto regionale di riferimento ed espone una serie di iniziative già attivate o attivabili per il miglioramento della filiera in una logica di economia circolare, inoltre pone l'attenzione sulle relazioni tra queste iniziative e il settore delle costruzioni, strettamente connesso al settore delle cave e principale utilizzatore delle risorse estratte.

¹ Polis Lombardia, via Torquato Taramelli 12/f, 20124, Milano, e-mail: marco.migliore.bdr@polis.lombardia.it (corresponding author).

² Polis Lombardia, via Torquato Taramelli 12/f, 20124, Milano, e-mail: federico.rappelli@polis.lombardia.it.

³ Polis Lombardia, via Torquato Taramelli 12/f, 20124, Milano, e-mail: raffaello.vignali@polis.lombardia.it.

1. Contesto di riferimento

La questione sostenibilità, rispetto dell'ambiente e tutela delle risorse rappresentano alcuni dei temi che la contemporaneità è obbligata a fronteggiare, per garantire alle generazioni future⁴ lo stesso livello di qualità della vita che stiamo vivendo, ma anche e soprattutto per far sì che ci siano a disposizione sufficienti risorse⁵ per la popolazione dell'intero pianeta. A tal proposito gli stati di tutto il mondo si sono impegnati (ONU, 2015) ad affrontare queste problematiche con azioni radicali che prevedono ripensamenti dei sistemi di consumo da attuarsi nel breve periodo e con il raggiungimento di importanti risultati. L'Europa (EC, 2014a; EC, 2015) e gli stati nazionali hanno provveduto ad implementare i Goal dell'Agenda 2030 nei piani di sviluppo sostenibile e hanno promosso numerose iniziative per incentivare e promuovere forme di sviluppo sostenibile. In questo contesto di iniziative emerge che il filo conduttore che lega e governa tutte le azioni intraprese e da intraprendere, è quello dell'economia circolare, forma di sviluppo che per le sue caratteristiche rappresenta il migliore dei modi per affrontare le problematiche ambientali che stiamo vivendo. L'economia circolare è stata definita in diversi modi, comprendendo o meno alcune tematiche che da essa si generano o si legano, la definizione più nota è quella della Ellen McArthur Foundation che la definisce come *“un'economia pensata per potersi rigenerare da sola. In un'economia circolare i flussi di materiali sono di due tipi: quelli biologici, in grado di essere reintegrati nella biosfera, e quelli tecnici, destinati ad essere rivalorizzati senza entrare nella biosfera”* e proprio l'aspetto relativo alla rivalorizzazione delle risorse che entrano nella tecnosfera rappresenta il punto nodale per favorire un costante recupero, valorizzazione e allungamento della catena del valore di tutte le risorse che subiscono attività antropiche. A tal proposito il 18 aprile 2018 il Parlamento europeo, ha approvato le quattro direttive sull'economia circolare, che rappresentano un punto di partenza per un nuovo modo di vivere e consumare, ma soprattutto appare chiaro che i rifiuti non verranno più concepiti come un problema, ma come una vera e propria risorsa. Questo cambio di abitudini comporterà (Bianchi, 2018) 600 miliardi di risparmi annuali per le aziende, 140.000 posti di lavoro in più, 617 milioni di tonnellate di CO₂ in meno entro 2035 e bollette sui rifiuti più leggere. L'attuazione di scenari di economia circolare coinvolge senza dubbi tutte le filiere produttive, ognuna a suo modo può essere migliorata dal punto di vista produttivo e sicuramente produce scarti e rifiuti che possono essere valorizzati, tuttavia esistono realtà produttive dove la produzione di scarti/rifiuti è talmente alta che una inversione di tendenza potrebbe produrre risultati immediati, percepibili sul territorio in termini di impatti ridotti e percepibili a livello economico per la riduzione dei costi legati allo smaltimento e per il maggior quantitativo di materia prima disponibile. Una di queste filiere è quella legata all'estrazione di minerali solidi da miniere e cave, che oltre ad essere un'attività primaria (rifornisce di materie prime moltissime filiere produttive) è sicuramente una di quelle con un elevato impatto ambientale (Gisotti, 2008).

Dal punto di vista legislativo, l'attività di cava a livello nazionale è regolata dal Regio Decreto 1443/1927, che distingue le industrie estrattive in prima (miniere) e seconda categoria (cave e torbiere), in base alla tipologia di materiale estratto; legiferazioni successive hanno demandato alle regioni alcune competenze per sorvegliare e autorizzare le attività di cava. Alla scala regionale, la pianificazione delle attività estrattive viene disciplinata dal Titolo II della l.r. 14/98, che sulla base di criteri e direttive emanati dalla Regione, prevede che ogni Provincia possa redigere, adottare e proporre un proprio piano cave. La

⁴ La popolazione mondiale negli ultimi secoli è cresciuta in modo costante e si prevede un progressivo aumento almeno fino al 2100. Attualmente secondo il Wordometer la popolazione mondiale ammonta a 7,7 miliardi di persone con una previsione di crescita a 9,7 miliardi entro il 2050. Il fatto che la popolazione mondiale sia in continuo aumento, rappresenta un fattore di rischio per le emergenze di carattere ambientale come l'effetto serra e il surriscaldamento globale, oltre che per la disponibilità di risorse per soddisfare le richieste di tutti gli individui.

⁵ Il Global Footprint Network ogni anno calcola il giorno in cui si verifica l'Earth Overshoot Day, ovvero, il giorno in cui le risorse che il Pianeta è in grado di produrre e rinnovare ogni anno vengono esaurite. Dal 1970 ad oggi, la data in cui ricorre questa giornata viene costantemente anticipata a causa dello stile di vita che conduciamo e soprattutto a causa dello spreco connesso ai sistemi produttivi e di consumo. Nel 1970 l'Earth Overshoot Day cadde il 29 Dicembre, quest'anno si è verificato il 29 Luglio (cinque mesi di anticipo rispetto alle capacità del pianeta di autorigenerarsi), l'Europa ha riconosciuto il suo Earth Overshoot Day il 10 Maggio (riconoscendo con un anticipo di sette mesi il consumo delle risorse che è in grado di rigenerare). Allo stato attuale per fronteggiare le richieste di risorse servirebbero quasi due pianeti.

pianificazione a scala provinciale, viene realizzata sulla base: dei bacini di utenza e dei fabbisogni di materiale previsti, oltre che dell'ubicazione e della consistenza dei giacimenti e delle specifiche caratteristiche del territorio. I piani tengono conto della pianificazione territoriale già in essere in ambito provinciale e possono avere durata ventennale, ovviamente sono articolati rispetto ai diversi settori merceologici del materiale estratto (sabbia e ghiaia, argilla, pietre ornamentali, rocce per usi industriali, pietrisco e torba). La delega di queste funzioni alla scala provinciale, consente di poter pianificare in modo più accurato ogni tipo di iniziativa volta alla tutela del territorio, poiché si riescono ad accogliere in modo diretto anche le esigenze degli operatori del settore e degli attori coinvolti (tipicamente consorziati a scala distrettuale e/o di bacino).

Dal punto di vista quantitativo, va detto che, nonostante la forte contrazione della produzione degli ultimi anni, l'industria estrattiva mineraria rimane un settore molto importante dell'economia italiana. Le cave attive sul contesto nazionale sono oltre 5200 (ISTAT, 2019) di cui circa 2300 produttivi, da cui si estraggono oltre 160 milioni di tonnellate di materiale di diversa natura (Fig.1), ma soprattutto materiali come sabbia, ghiaia e calcare, che alimentano la filiera dell'edilizia.

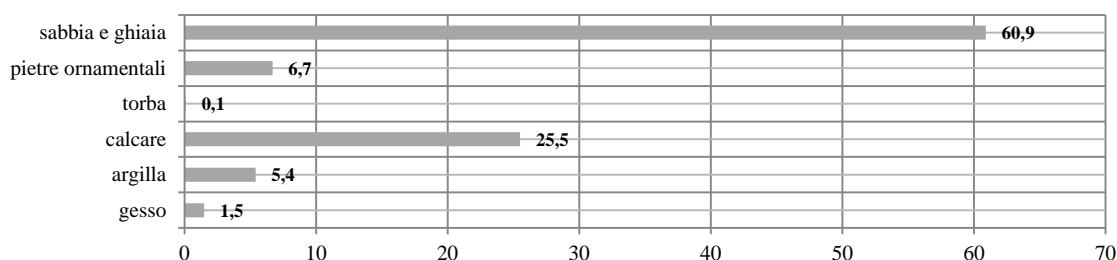


Figura 1 - Ripartizione percentuale delle cave per materiali estratti (Legambiente, 2017a)

Rispetto alla concentrazione dei giacimenti minerari e di cave attive, su scala nazionale si nota una notevole presenza nel nord Italia (Fig. 2) che ne detiene oltre il 43% del totale, con il maggior picco in Lombardia (9,8 % del totale nazionale per un totale di oltre 22 milioni di tonnellate di materiale.).

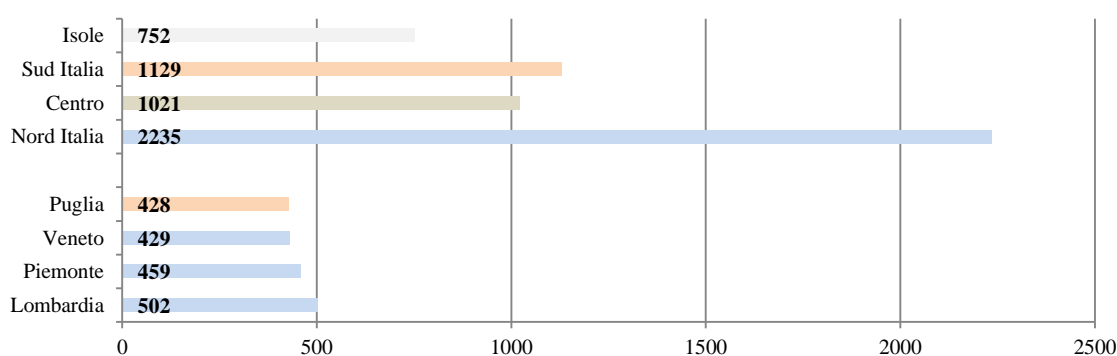


Figura 2 – ripartizione cave attive per area geografica e per regioni (ISTAT, 2019)

Rispetto alla tipologia di materiale estratto emerge che la Lombardia detiene il primato per l'estrazione di sabbia e ghiaia, sia nel nord Italia che sull'intero contesto nazionale (Tab. 1). Questo dato è molto rappresentativo della realtà economica locale, infatti, i principali utilizzatori di sabbia e ghiaia (definibili come inerti o aggregati) sono i settori connessi alla filiera delle costruzioni (calcestruzzo, cemento, ceramica, etc.) e questo denota che il settore delle costruzioni resta attivo ed operativo sulla scala regionale. Ma rispetto allo stato attuale, considerando i traguardi da raggiungere in termini di sostenibilità ambientale, bisognerebbe riconsiderare gli attuali sistemi pianificatori e renderli ancor più efficienti lungo tutta la filiera, favorendo scenari di economia circolare che da un lato hanno lo scopo e l'obiettivo di tutelare la risorsa naturale

vergine e dall'altro hanno lo scopo di allungare il ciclo di vita dei materiali estratti attraverso la totale e completa valorizzazione dei materiali residuali (scarti di lavorazione pre-consumo, scarti post-consumo, etc.). Questa prospettiva di programmazione non può essere più demandata ed è necessario intervenire subito, indirizzando e orientando gli attori coinvolti nella filiera dell'estrazione, in modo da trasformare le tendenze produttive in esempi di sostenibilità da poter replicare in diversi contesti produttivi.

Tabella 1 – estrazione di minerali da cave per tipo e per regione (ISTAT, 2019)

Area geografica	Argilla	Calcare, travertino, gesso e arenaria	Sabbia e ghiaia	Granito e altre rocce intrusive, scisti e gneiss	Marmo	Porfido basalto, tufo e altre rocce	Totale
[u.m.]	1000[t]	1000[t]	1000[t]	1000[t]	1000[t]	1000[t]	1000[t]
Lombardia	203	6.531	14.445	174	903	2	22.258
Nord Italia	2.535	17.107	43.729	1.758	1.537	1.382	68.049
Italia	7.556	74.856	54.911	3.061	5.783	7.991	154.159

2. Definizione di un quadro di iniziative per il controllo degli impatti dell'attività di cava e per il recupero dei rifiuti da C&D come materiali inerti riciclati

L'attività estrattiva rappresenta una delle attività umane più antiche e importanti, i cui impatti hanno influenzato in modo significativo la vegetazione e il paesaggio (Chenot et alii, 2018). Gli impatti derivanti dall'estrazione di risorse minerarie si riscontrano in modo evidente sul territorio in cui viene effettuata la coltivazione e possono essere imputate alle tre principali fasi dell'attività: apertura della cava, coltivazione della cava e dismissione/recupero ambientale della cava. Nella prima fase gli impatti sono connessi alla sottrazione di terreno fertile e coltivabile all'agricoltura per un periodo più o meno lungo⁶, modifica degli aspetti orografici del territorio e produzione di materiale di scarto relativo allo sbancamento del cappellaccio. Nella seconda fase gli impatti sono connessi: ai consumi dei mezzi e delle strumentazioni utilizzate per lo sbancamento e le movimentazioni all'interno dell'area di cava (uso di risorse non rinnovabili, produzione di CO₂, impatti acustici, etc.), al consumo di risorse naturali (materiale estratto) e alla produzione di scarti/rifiuti e polveri (Ogan et alii, 2016; Fugiel et alii, 2017). Nella terza fase gli impatti riscontrabili sono quelli connessi al ripristino ambientale dell'area di coltivazione, che possono essere nel tempo compensati, se le operazioni di ripristino sono state condotte in modo adeguato da rendere nuovamente florido il terreno⁷. Purtroppo i ripristini ambientali sono un'imposizione normativa degli ultimi anni e in Italia, come in altri stati europei, permangono numerose cave dismesse⁸ per cui non è stata predisposta nessuna attività di recupero ambientale (Greco et alii, 2006).

⁶ Il cappellaccio rimosso per l'apertura di una nuova cava viene definito come materiale di scarto, ma non può essere smaltito e/o destinato ad altra operazione, per questo in fatti viene prescritto un accantonamento temporaneo in aree prossimali alla cava, in modo che possa essere utilizzato nella fase di recupero ambientale della cava.

⁷ Il recupero ambientale delle cave può essere condotto secondo diverse modalità, può essere: di tipo naturalistico, ad uso agricolo, ad uso ricreativo, ad uso insediativo e recupero della gradonata e fondo cava. Il recupero naturalistico comporta la rinaturalizzazione dell'area di cava, finalizzata alla creazione di un ecosistema che in breve periodo possa riequilibrarsi naturalisticamente con l'ambiente circostante. Il recupero ad uso agricolo prevede che l'area possa essere destinata ad attività agricole, quindi sia morfologicamente che naturalisticamente il progetto di recupero deve tener conto del suo futuro utilizzo a scopo agricolo, ripristinando l'area di coltivazione alla sua originaria condizione di agroecosistema. Il recupero ad uso ricreativo prevede un progetto che possa trasformare l'area di cava in uno spazio accessibile dalla collettività e che abbia funzione attrattiva e di interesse. Il recupero ad uso insediativo prevede la possibilità di trasformare l'area di cava in zona edificabile e/o di espansione delle aree urbanizzate limitrofe. Il recupero del fondo cava e dei gradoni, prevede il recupero della cava tal quale, fatte le opportune verifiche sulla morfologia e sulla sua accessibilità.

⁸ Secondo il Rapporto Cave di Legambiente (Legambiente, 2017a) in Italia ci sono oltre 14.000 siti abbandonati che non hanno subito nessun tipo di ripristino ambientale, si tratta di un numero quasi tre volte superiore al numero di siti attivi e produttivi.

In Lombardia, come già accennato, i piani cava vengono predisposti dalle autorità provinciali, e nello specifico questi hanno lo scopo di fornire le autorizzazioni necessarie per l'avvio delle attività estrattive e per la loro conclusione, previa la verifica di alcuni requisiti come: condizioni di escavazione e accrescimento massimo della cava, quantitativo massimo estraibile, rispetto delle aree urbanizzate circostanti, progetto per il recupero ambientale. I requisiti citati si riscontrano in modo diffuso anche nei piani di cava messi a punto in altre regioni italiane, l'aspetto che consente di individuare delle differenze sostanziali, come riportato anche del report cave di Legambiente è il profilo sanzionatorio previsto per le inosservanze e le prescrizioni relative al recupero delle aree non più oggetto di coltivazione. Rispetto a questo, in Lombardia sono previste pene per le coltivazioni non autorizzate, l'inosservanza alle prescrizioni e l'errata comunicazione dei dati statistici, aspetti allineati con altri piani di cava, si riscontrano invece differenze rispetto alle azioni propedeutiche al recupero delle aree di cava dismesse. In questo caso, i piani di cava lombardi prevedono il recupero ambientale contestuale delle cave dismesse, a differenza di altre regioni che sotto questo punto di vista sono ancora indietro. In una logica di economia circolare i fattori su cui bisognerebbe intervenire, per poter gestire al meglio la questione ambientale legata all'attività di cava, sono quelli relativi alla risorsa estratta (azione attivabile ante) e alla gestione degli scarti/rifiuti prodotti (azione attivabile post, ma che ha ricadute sulla gestione delle cave e sui materiali estratti). Nel primo caso, nonostante i piani di cava, tengano monitorata l'attività di cava prescrivendo i quantitativi massimi estraibili, non possono attualmente imporsi in modo da rallentare la filiera, poiché i materiali estratti sono di primaria importanza per tutte le aziende dell'indotto collegato alle costruzioni⁹. Nel secondo caso, è ragionevole pensare che lo sfruttamento delle risorse naturali possa essere compiuto e gestito in modo più sostenibile dando il giusto valore a quei materiali che potrebbero sostituire il materiale vergine. In riferimento a questo aspetto va considerato che ogni anno in Italia vengono mediamente prodotti oltre 50 milioni di tonnellate di rifiuti inerti, derivanti da costruzione e demolizione¹⁰ (Tab. 2), dato che negli ultimi monitoraggi condotti da ISPRA (ISPRA, 2018c) appare in crescita, ed evidenza che in Regione Lombardia si concentra la maggior produzione a livello nazionale, circa il 23% del totale.

Tabella 2 - quantificazione dei rifiuti da C&D in Italia e in Lombardia (ISPRA, 2018c)

	2015		2016	
	Italia	Lombardia	Italia	Lombardia
Totale rifiuti speciali (NP e P) - [ton]	132.428.882	28.402.154	135.085.946	29.408.518
Rifiuti speciali da C&D - [ton]	52.978.023	10.904.585	53.492.199	11.982.586
Rifiuti C&D/Rifiuti speciali - [%]	40%	38,4%	39,5%	40,7%

⁹ Una delle ipotesi vagliabili per contenere l'uso di risorse naturali, già allo studio dei tavoli tematici regionali, è quello di incrementare gli oneri di escavazione per rendere più oneroso l'uso di materie prime, applicabile in seno all'attivazione di altri provvedimenti che possano rendere effettivamente utilizzabili gli inerti da recupero nella maggior quantità possibile. Questa iniziativa rientra tra le iniziative in corso di valutazione dal Tavolo sui rifiuti da costruzione e demolizione dell'XI Legislatura di Regione Lombardia.

¹⁰ I rifiuti da C&D vengono definiti con il codice CER 17 "rifiuti delle operazioni di costruzione e demolizione (compreso il terreno proveniente da siti contaminati)" e raggruppano queste sottoclassi: 1701 cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche; 1702 legno, vetro e plastica; 1703 miscele bituminose, catrame di carbone e prodotti contenenti catrame; 1704 metalli (incluse le loro leghe); 1705 terra (compreso il terreno proveniente da siti contaminati), rocce e fanghi di dragaggio; 1706 materiali isolanti e materiali da costruzione contenenti amianto; 1708 materiali da costruzione a base di gesso; 1709 altri rifiuti dell'attività di costruzione e demolizione. I prodotti della costruzione e demolizione si presentano come estremamente eterogenei ed includono vari, la composizione tipica, secondo alcuni studi condotti in materia (BioIS, 2016; Gálvez-Martos et alii, 2018), è fatta di: calcestruzzo (12-40%), calcestruzzo e laterizio (40-85%), laterizio (8-54%), asfalti (4-26%), altri minerali (2-9%), legno (2-4%), metallo (0,2-4%), gesso (0,2-0,4%), plastica (0,1-2%) e varie.

Il dato segnalato ha indotto le autorità regionali a definire un Piano di Gestione dei Rifiuti¹¹ (aggiornato recentemente), che prevede: la disincentivazione del conferimento in discarica degli inerti da C&D tramite l'incremento dell'ecotassa, incremento degli oneri di escavazione delle materie prime per favorire e rendere più competitivo l'uso di aggregati riciclati, lo sviluppo di tecniche per la demolizione selettiva¹², formazione degli operatori di settore per rendere la gestione degli aggregati riciclati più sostenibile sotto il profilo ambientale, favorire il conferimento verso gli impianti dei rifiuti inerti con elevate rese di recupero e la promozione dell'utilizzo di prodotti derivanti dal recupero dei rifiuti da C&D nella realizzazione di opere pubbliche¹³ e l'attuazione di forme per agevolare l'incontro tra offerta e domanda degli aggregati riciclati da C&D. Oltre questo aspetto il Piano Regionale di Sviluppo¹⁴ della XI Legislatura contiene al suo interno molte indicazioni sull'aggiornamento e sul monitoraggio del sistema delle cave, riconoscendone la centralità sia sotto l'aspetto dell'economia lombarda, sia sotto l'aspetto ambientale. Considerando le indicazioni contenute nella direttiva europea 2008/98/CE in merito all'aumento al 70% entro il 2020 del livello di riciclo dei rifiuti da edilizia, è necessario che vengano intraprese iniziative strutturali volte a favorire il recupero di risorse che potrebbero sostituire a pieno titolo le risorse vergini. In riferimento ai dati relativi al contesto italiano, un riciclo di rifiuti da C&D pari al 70% potrebbe arrivare a sostituire i materiali inerti che vengono estratti da almeno 100 cave in un anno, per un totale di oltre 23 milioni di tonnellate (Legambiente, 2017b). Facendo riferimento anche al contesto europeo (Tab. 3), i dati relativi alla produzione di C&D mettono in evidenza la presenza di quantitativi di materiali molto importanti che se opportunamente valorizzati potrebbero trasformare una situazione di criticità in una vera e propria occasione di riconversione delle produzioni. A livello europeo, considerando i valori relativi al 2016, sono stati prodotti oltre 920 milioni di tonnellate di rifiuti da C&D, valore in crescita rispetto agli anni precedenti, inoltre è da segnalare che nonostante i valori siano riferiti all'UE 28, quasi il 90% del quantitativo dei rifiuti viene prodotto in solo 7 stati.

Tabella 3 - produzione di rifiuti da C&D in Europa [ton] (fonte Eurostat)

Dati Eurostat, elaborazione del 16.07.2019, dataset: generation of waste by economic activity				
	2010	2012	2014	2016
	[ton]	[ton]	[ton]	[ton]
UE 28	875.980.000	843.940.000	870.250.000	923.670.000
Francia	260.699.131	246.702.428	227.607.180	224.355.946
Germania	190.990.217	197.527.868	206.466.169	220.499.432
Regno Unito	118.910.602	114.120.793	130.284.145	136.196.492
Paesi Bassi	78.063.887	79.166.644	90.734.851	98.551.957
Italia	59.340.134	52.965.743	51.670.600	54.576.762
Austria	20.927.070	33.468.558	40.265.570	44.914.816
Spagna	37.946.523	26.129.151	20.418.071	35.827.923

Tuttavia nonostante i rifiuti da C&D siano per la maggior parte non pericolosi e riciclabili (Gálvez-Martos et alii, 2018) nella filiera di origine come inerti (in sostituzione di altre tipologie di aggregati come

¹¹ Piano Regionale Gestione dei Rifiuti - PRGR, approvato con la Dgr n. 1990/2014 e aggiornato recentemente con la Dgr n. 7860/2018.

¹² Al fine di aumentare la qualità dei rifiuti prodotti e conferiti agli impianti di recupero.

¹³ Adozione da parte delle stazioni appaltanti di capitolati d'appalto di tipo prestazionale; eliminazione dai capitolati di appalto di clausole ostative all'uso dei materiali riciclati; applicazione dell'obbligo, introdotto con il DM 203/2003 e successiva Circolare del Ministero dell'Ambiente 15 luglio 2005, n. 5205 per le Pubbliche Amministrazioni e per le Società a prevalente capitale pubblico di acquistare, per il proprio fabbisogno, almeno il 30% di prodotti realizzati in materiale riciclato e rispetto del d.lgs 50/2016 codice dei contratti.

¹⁴ Si rimanda al Piano Regionale di Sviluppo della XI Legislatura anche per approfondimenti relativi all'inserimento del concetto di economia circolare nella programmazione regionale, soprattutto negli ambiti relativi alla valorizzazione delle risorse naturali e della materia prima seconda proveniente dal riciclo di materiali di scarto e/o di rifiuti.

ghiaia, terra o altro), in Italia non viene ancora riciclata l'intera frazione dei rifiuti da C&D¹⁵. Rispetto alle media europea¹⁶, solo alcuni Paesi denotano delle eccellenze nel campo del riciclo, stiamo parlando dei Paesi Bassi in cui si recupera il 90%, del Belgio dove si recupera l'87% del totale e della Germania dove si recupera fino all'86%, che attualmente rappresentano dei validi esempi da studiare e da imitare. Rispetto ai dati quantitativi riportati, è evidente che l'Italia ha la possibilità di poter dare una svolta epocale al settore delle costruzioni, infatti ridurre il prelievo di materiali vergini rappresenterebbe un importante risultato per tutti i paesaggi interessati dall'attività di cava e da tutte le esternalità ad essa connesse. Favorire il recupero sistematico di inerti attiverebbe uno scenario di green economy che attiverebbe ricerca tecnologica e nuovi posti di lavoro, ma soprattutto andrebbe a modificare gli ostacoli che attualmente in qualche modo limitano il recupero e la valorizzazione degli inerti riciclati. La motivazione più ricorrente che osta il riciclo dei rifiuti da costruzione e demolizione è quella relativa al costo dell'operazione. Per eseguire un recupero sistematico dei rifiuti da C&D è necessario che: gli operatori del settore eseguano demolizioni di tipo selettivo¹⁷ (operazione aggravata dal costo connesso all'uso di macchine e operatori specializzati e da tempistiche più lunghe), oltre a dover poi conferire i rifiuti adeguatamente differenziati nei centri di raccolta. Tuttavia va segnalato che lo smaltimento in discarica dei rifiuti da C&D non differenziati resta comunque oneroso¹⁸ (Tatiya et alii, 2018; Coelho et alii, 2011), sia in termini di oneri di smaltimento, sia in termini di trasporto ai centri di consegna e stoccaggio. Per affrontare questa problematica la Regione Lombardia ha già avviato degli studi rivolti a trovare delle soluzioni efficaci, si segnalano il protocollo sottoscritto con ANCE Lombardia¹⁹ (Associazione Nazionale dei Costruttori Edili) e il progetto di ricerca condotto dal Leap del centro studi MATER del Politecnico di Milano, risulta inoltre molto interessante la partecipazione internazionale al progetto CircE²⁰ - European regions toward Circular Economy (Regioni europee verso l'economia circolare) in chiusura entro il 2021, che coinvolge otto partner rappresentativi di diversi scenari sociali ed economici europei. Pensato in linea con il pacchetto sull'economia circolare della Commissione europea del 2015, mira ad aumentare le competenze e le capacità delle autorità regionali nell'orientamento

¹⁵ In termini percentuali e quantitativi esistono valori contrastanti rispetto all'effettiva percentuale di recupero di rifiuti da C&D raggiunta in Italia. Il rapporto "L'Italia del Riciclo", elaborato da Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile, riporta che in Italia nel 2018 sono stati avviati a recupero il 59% dei rifiuti speciali non pericolosi provenienti da costruzione e demolizione, si tratta di una percentuale ragguardevole, superiore alla media europea del 50% ma distante dal 70% previsto dalla direttiva europea 2008/98/CE. Legambiente, nel rapporto "l'economia circolare nel settore delle costruzioni" pubblicato nel 2017, in disaccordo con quanto riferito dalla Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile e da quanto riportato nei dati ufficiali ISPRA sostiene che la percentuale di recupero reale è inferiore al 10%, sostenendo che la percentuale di riciclo viene calcolata non considerando alcune categorie di produttori di rifiuto. In ogni caso, la percentuale è sotto il traguardo per il 2020 proposto dall'Europa e i dati relativi ai quantitativi vanno letti in un'ottica di miglioramento ambientale che vede in un problema una risorsa da valorizzare.

¹⁶ Come già detto, la maggior parte dei rifiuti da C&D è riciclabile ma, eccezion fatta per alcuni Stati membri che riciclano fino al 90%, la media del recupero in Europa si attesta appena sotto il 50% (DG ENV, 2011a; DG ENV 2011b; EC, 2014b).

¹⁷ La demolizione selettiva può essere definita come una "decostruzione" del manufatto edilizio che permette di controllare e separare i materiali oggetto delle demolizioni direttamente in sito, prima del conferimento nel centro di raccolta. Tale operazione aumenta notevolmente il livello di riciclabilità degli scarti, e può essere vista non come la fase finale del manufatto edilizio, ma come operazione necessaria a dare nuovo valore e nuova vita a tutti quei materiali e a quei componenti che possono essere riutilizzati per altre costruzioni.

¹⁸ Come riportato nella COM 445 del 2014 "opportunità per migliorare l'efficienza delle risorse nell'edilizia" il costo connesso allo smaltimento in discarica è ancora proporzionalmente basso, perché negli oneri di discarica non vi è una reale quantificazione del danno ambientale. Proprio il danno ambientale, non viene internalizzato né nei costi di acquisto del materiale vergine, né nel costo di smaltimento.

¹⁹ Ance Lombardia - Associazione Regionale dei Costruttori Edili Lombardi è l'Organismo di rappresentanza regionale degli imprenditori edili ed è costituito, a norma dello statuto dell'Ance (Associazione Nazionale Costruttori Edili), dalle associazioni provinciali operanti nella regione.

²⁰ Il progetto è stato cofinanziato dal Fondo Europeo per lo Sviluppo Regionale FESR nell'ambito del Programma di Cooperazione Territoriale Interreg Europe. Il budget totale del progetto è di 1.892.771 €, di cui 1.608.855,35 € sono fondi FESR. Il sistema di finanziamento FESR (fondo europeo di sviluppo regionale) mira a consolidare la coesione economica e sociale dell'Unione europea correggendo gli squilibri fra le regioni e concentra gli investimenti su diverse aree prioritarie come: innovazione e ricerca, agenda digitale, sostegno alle piccole e medie imprese (PMI) ed economia a basse emissioni di carbonio.

delle politiche attuabili per favorire un modello di economia circolare. Tale operazione verrà attuata con due azioni: la prima è quella di mettere in evidenza i settori economici con rilevanza sulla tematica ambientale, riconoscendo quali sono le opportunità che possono essere messe in atto per favorire scenari di economia circolare, e per valutare gli ostacoli che attualmente limitano la loro effettiva realizzazione; la seconda è quella di coinvolgere la sfera politica, orientando e se necessario modificando la programmazione regionale, per ottenere il miglior risultato ambientale. Tra le opportunità finora segnalate emergono proprio gli argomenti trattati in questo paper: incremento dell'uso di materia prima seconda nella filiera delle costruzioni, riuso dei rifiuti da C&D nella medesima e in altre filiera produttive (recupero intersettoriale), demolizione selettiva, etc.

In riferimento al possibile recupero di rifiuti da C&D le alternative già consolidate e oggetto di studio sono molteplici, di seguito si riportano alcune esperienze documentate a scala nazionale ed internazionale, che potrebbero essere replicate con successo, se opportunamente supportate e incentivate con procedure rese cogenti dalle politiche nazionali e/o regionali. Il calcestruzzo, è sicuramente il materiale maggiormente usato in edilizia²¹, e studi di settore (BioIS, 2016; Gálvez-Martos et alii, 2018) dimostrano che tra i rifiuti da C&D è quello più presente in termini quantitativi. Attualmente le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) consentono già il recupero di rifiuti da C&D e/o altri, in sostituzione di inerti vergini²² per la sua produzione. Quelli maggiormente utilizzati sono: il calcestruzzo frantumato recuperato da attività di demolizione, i mattoni da C&D (Zheng et alii, 2018; Nepomuceno et alii, 2018; Wong et alii, 2018) e le rocce di scarto (derivanti dall'attività di cava), ma anche il vetro (Jian-Xi et alii, 2019a; Jian-Xi et alii, 2019b; Nourredine et alii, 2019) e altri materiali (De Carvalho et alii, 2019; Salmabanu et alii, 2019; Siddika et alii, 2019; Awoyera et alii, 2018; Subasi et alii, 2017;). Le NTC fissano le percentuali massime di inerti riciclati utilizzabili nelle miscele, e attualmente in funzione della tipologia di inerti riciclati considerato e della classe di resistenza da garantire, la percentuale di integrazione varia dal 10 al 20%, anche se studi attestano come valido l'utilizzo di percentuali prossime al 30% di calcestruzzo da recupero di buona qualità e vi siano esperienze in cui il 100% degli inerti viene sostituito senza problematiche. Ovviamente in queste circostanze, il vincolo al recupero di un maggior quantitativo di materia prima seconda è di tipo normativo, ma questa situazione potrebbe essere superata dall'adeguamento delle norme in funzione di studi che possano dimostrare un maggior recupero di inerti riciclati senza intaccare la qualità del prodotto finito.

3. Le buone pratiche derivanti dai progetti finanziati in ambito europeo

²¹ Il calcestruzzo è uno dei materiali maggiormente prodotti e consumati al mondo (secondo solo all'acqua), alla base della filiera delle costruzioni, la sua produzione ha subito dei cali negli anni ma attualmente sembra nuovamente stabilizzata a livelli molto alti. Lo studio presentato annualmente dall'associazione tecnico economica del calcestruzzo preconfezionato ATECAP (ATECAP, 2018) riporta che nel 2017 in Italia ne è stato prodotto un quantitativo superiore a 27 milioni di tonnellate, valore in linea con la produzione del 2016, ma in calo rispetto al triennio 2013-2015, si segnala che quasi il 50% della produzione nazionale avviene nelle regioni del nord Italia. L'International Cement Review nel suo rapporto (International Cement Review 2018) riporta che nel 2016 sono state prodotte 4.500 milioni di tonnellate di cemento, di cui quasi la metà consumata dalla Cina, che si attesta come lo stato con il maggior consumo di cemento.

²² La sabbia è uno degli elementi naturali maggiormente utilizzati al mondo, che concorre in modo primario per la produzione del cemento. Secondo uno studio del Febbraio 2019, pubblicato su Lifegate a firma di Maurizio Bongioanni, ogni anno vengono sfruttate a livello mondiale circa 15 miliardi di tonnellate di sabbia, quantità in crescita (si pensi che negli ultimi 30 anni è riscontrabile un tasso di crescita del 360%). Seguendo queste previsioni, nel 2050 le previsioni di consumo si avvicineranno alle 40 miliardi di tonnellate, un ritmo insostenibile, che non consente al Pianeta i tempi di rinnovamento necessari per produrla. Si tenga conto che per produrre una tonnellata di cemento è necessario l'utilizzo di 7 tonnellate di sabbia mista a ghiaia, e se consideriamo che solo quella marina è utile per il settore delle costruzioni, bisogna riportare che la riserva di sabbia mondiale utile è pari solo al 5% del totale. Dallo stesso studio emerge che per costruire una casa possono essere necessarie oltre 200 tonnellate di sabbia e che per costruire un chilometro di autostrada ne servono almeno trenta mila tonnellate. L'uso della sabbia naturale genera fenomeni di erosione molto gravi per il mantenimento degli habitat e per la tutela del paesaggio, in Cina, nel lago di Poyang si estraggono 980 mila tonnellate di sabbia al giorno, condizione che sta portando al prosciugamento del lago e alla scomparsa degli ecosistemi che li erano insediati. Per combattere questo fenomeno bisogna trovare delle valide alternative all'uso della sabbia, come ad esempio l'uso di calcestruzzo riciclato o l'uso di materiali sostenibili.

L'Unione Europea a supporto della necessità di favorire l'adeguamento e i sistemi produttivi alle nuove esigenze di sostenibilità ambientale, ma anche in risposta all'attenzione che i governi nazionali, le aziende e i cittadini rivolgono al mercato dei prodotti "green", promuove e finanzia progetti e iniziative rivolti al miglioramento ambientale. I sistemi di finanziamento più noti sono il programma LIFE²³, il CIP²⁴ e Horizon 2020²⁵. All'interno dei progetti portati a termine e/o in corso di realizzazione, sono riscontrabili numerose esperienze relative alla tutela delle risorse e alla valorizzazione della materia prima seconda. Il paper pone come centrale la questione relativa all'attività di cava e riconosce prioritaria l'individuazione di strategie che possano sostituirsi all'estrazione di risorse vergini, pertanto vede in queste esperienze degli spunti per l'attivazione di scenari di economia circolare, che se resi sistematici ed operativi sul territorio potrebbero contribuire in modo significativo al miglioramento della situazione ambientale.

Tra le iniziative finanziate con il programma Life emergono i seguenti progetti: LIFE00 ENV/D/000319, LIFE10 ENV/IT/000373, LIFE+08 INF/IT/000312.

- Il progetto LIFE00 ENV/D/000319 Recdemo "*complete utilisation of the sand fraction from demolition waste recycling*", avviato in Germania del 2001, ha come obiettivo quello di dimostrare che variando la tipologia di trattamento può essere recuperata l'intera frazione di rifiuti da C&D trattata. In particolar modo, il progetto affronta il tema relativo al recupero della sabbia (Weiman et alii, 2004), tenendo conto delle peculiarità della Germania (maggior produttore e consumatore di calcestruzzo) e mettendo in evidenza che per il calcestruzzo viene recuperata solo la frazione più grossolana dei rifiuti da C&D, e che questo modo di operare può portare al recupero di cospicui quantitativi di materiale.
- Il progetto LIFE10 ENV/IT/000373 LOWaste "modello di economia circolare basata sulla prevenzione, il riuso e il riciclo dei rifiuti in una logica di partnership pubblico-privato", ha sperimentato sul territorio comunale di Ferrara, un sistema di mercato per beni o oggetti che, destinati a divenire rifiuti, sono stati riutilizzati e riposizionati sul mercato, avendo così una "seconda vita". Anche in questo caso il progetto non interviene direttamente nella filiera, ma si configura come una strategia da mettere in campo per avviare scenari di economia circolare. Questo progetto ha permesso di individuare soluzioni innovative per la realizzazione di un vero e proprio "Distretto locale di economia circolare" in cui possono essere coinvolti a vario titolo tutti gli attori impegnati nella valorizzazione dei materiali e delle risorse di natura secondaria, fra cui: operatori dei rifiuti, piccole piattaforme di recupero, artigiani e PMI.

²³ Life è uno strumento finanziario comunitario istituito nel 1992, in seguito all'emanazione di due importanti Direttive comunitarie, la 79/409/CEE (Direttiva "Uccelli") e la 92/43/CEE (Direttiva "Habitat"), con il Regolamento CEE n. 1973 per sostenere progetti che contribuiscono all'implementazione, all'aggiornamento e allo sviluppo della politica e della legislazione ambientale dell'UE cofinanziando progetti pilota o dimostrativi con valore aggiunto a livello europeo e in alcuni paesi candidati e limitrofi. Il programma è stato avviato nel 1992 e da allora ci sono state cinque rifinanziamenti, di cui quattro ultimati e uno ancora in corso. Tramite il programma LIFE sono stati finanziati più di 4700 progetti, con un investimento nella tutela e nella salvaguardia dell'ambiente e del clima pari a quasi 8 miliardi di euro.

²⁴ L' "*Entrepreneurship and Innovation Programme*" EIP (EU, 2006), istituito per supportare e sostenere l'innovazione tra le Piccole e Medie Imprese (PMI) e per favorire il miglioramento della loro competitività, fa parte del più ampio "Competitive and Innovation Framework Programme" CIP, finalizzato a favorire una crescente competitività delle imprese che operano della Comunità Europea. Il primo programma CIP si è concluso nel 2013 ed ha avuto un periodo di applicazione di sei anni, dal 2008 al 2013.

²⁵ Horizon 2020 (EC, 2011) è il Programma Quadro dell'Unione Europea (UE) per la ricerca e l'innovazione relativo al periodo che va dal 2014 al 2020. I Programmi Quadro hanno durata settennale e costituiscono il principale strumento con cui l'Unione Europea (UE) finanzia la ricerca in Europa. Horizon 2020, differisce dagli altri programmi (Life e CIP) poiché unifica in un unico strumento finanziario tre programmi precedenti (2007-2013) finalizzati a supportare la ricerca, l'innovazione e lo sviluppo tecnologico: il Settimo Programma Quadro (7PQ), il Programma Quadro per la Competitività e l'Innovazione (CIP) e l'Istituto Europeo di Innovazione e Tecnologia (EIT). La sua elaborazione è stata avviata nel 2011, quando i capi di Stato e di governo della UE hanno invitato la Commissione europea, per il periodo 2014-2020, a integrare in un quadro strategico comune i diversi strumenti dedicati a sostenere la ricerca e l'innovazione.

- Il progetto LIFE+08 INF/IT/000312 PROMISE “PROduct Main Impacts Sustainability through Eco-communication”, è un progetto diverso dagli altri, poiché, prevede la realizzazione di un piano di comunicazione per aumentare la consapevolezza degli impatti ambientali dei prodotti e la conoscenza degli strumenti di sostenibilità. Si tratta in questo caso di una strategia che mira a contribuire alla sostenibilità ambientale partendo non dal prodotto, ma dalla coscienza ambientale dei consumatori.

Tra le iniziative finanziate attraverso il CIP emergono i seguenti progetti: ECOWALL ECO/09/256190, ECOCRETE ECO/08/239102, NUMIX ECO/08/239110.

- Il progetto ECOWALL “*novel composite concrete insulated building materials optimised*” beneficiario di un finanziamento europeo pari al 50% del budget di oltre 1,5 milioni di euro, prevede la realizzazione di pannelli compositi modulari in calcestruzzo che consentono un risparmio economico e ambientale sia in fase di realizzazione, che in fase di uso e dismissione. I pannelli sono stati pensati in calcestruzzo fortemente caratterizzato dalla presenza di aggregati riciclati, che nel suo insieme contribuirà anche alla coibentazione termica dell’edificio. L’utilizzo di questi pannelli consentirà, lungo una periodo di vita media pari a 50 anni, la mancata produzione di 111 tonnellate di CO₂, in riferimento ad una casa monofamiliare. Questo progetto prevedendo l’uso di materiale riciclato, e studiando una vita media più lunga del componente potrebbe contribuire in modo diretto alla miglior tutela delle risorse vergini.
- Il progetto ECOCRETE “*reducing the environmental impact of concrete by knowledge-based design and utilisation of industrial waste materials*”, beneficiario di un finanziamento europeo pari al 60% del budget di oltre 1,4 milioni di euro, è stato proposto con l’obiettivo di sviluppare un software che riesca ad agevolare lo studio e la validazione di miscele per la produzione del cemento che abbiano tra i loro componenti dei materiali riciclati. In particolar modo il progetto prevede di individuare delle miscele che permettano l’utilizzo delle ceneri provenienti dalle centrali elettriche, fino a raggiungere la percentuale del 30% sull’intera miscela. Il progetto in questione sostiene quindi lo scenario in cui vengono valorizzati materiali di scarto/rifiuto come risorse di valore per la produzione di altri componenti.
- Il progetto NUMIX “*high performance lightweight aggregate for concrete from the recycling of urban waste*”, beneficiario di un finanziamento europeo pari al 52% del budget di oltre 1,2 milioni di euro, è stato proposto con l’obiettivo di trovare nuove applicazioni di rifiuti plastici misti nel settore delle costruzioni, riducendo la percentuale destinata all’incenerimento o allo smaltimento in discarica. Il progetto ha previsto lo sviluppo di due materiali da miscelare al calcestruzzo: il primo è una schiuma polimerica da sostituire all’argilla espansa e il secondo è composto da scaglie omogenee da utilizzare come aggregato per malta e/o come materia prima per i granuli espansi. Anche in questo caso, delle risorse vergini vengono sostituite da materiali che avevano raggiunto il loro fine vita, si tratta un processo di upcycling²⁶ considerevole, situazione che andrebbe sempre privilegiata a fenomeni di downcycling²⁷ che portano inevitabilmente alla perdita di valore della materia.

²⁶ Il termine upcycling è stato coniato alla fine degli anni Novanta dal belga Gunter Pauli e dal tedesco Johannes Hartkemeyer (e poi sviluppato da McDonough e Braungart nei primi anni Duemila) in contrapposizione a quello di downcycling, ovvero il passaggio che nel processo di riciclo indica la riduzione del materiale di un prodotto in una forma basica, spesso di qualità inferiore a quella di partenza.

²⁷ “As we have noted, most recycling is actually downcycling; it reduces the quality of a material over time. When plastics other than those found in soda and water bottles are recycled, they are mixed with different plastics to produce a hybrid of lower quality, which is then molded into something amorphous and cheap, such as a park bench or a speed bump... Aluminum is another valuable but constantly downcycled material. The typical soda can consists of two kinds of aluminum: the walls are composed of aluminum, manganese alloy with some magnesium, plus coatings and paint, while the harder top is aluminum magnesium alloy. In conventional recycling these materials are melted together, resulting in a weaker - and less useful - product” (McDonough et alii, 2002).

Tra le iniziative finanziate con Horizon 2020 emergono i seguenti progetti: FuRIC e REACMIN.

- Il progetto FuRIC “Future Recycled Inert Concrete Made of Steelworks Residues” realizzato in Italia, mira ad individuare alternative valide per sostituire gli aggregate naturali utili per la produzione del calcestruzzo. Nello specifico il progetto prevede il recupero e la valorizzazione degli scarti/rifiuti provenienti dalle acciaierie.
- Il progetto REACMIN “Recycling asbestos containing materials into new eco-friendly secondary raw materials for further industrial processes” prevede la realizzazione di un impianto di trattamento che possa consentire la trasformazione e il recupero dei prodotti contenenti asbesto. Il materiale derivante, liberato da tutte le sostanze pericolose, diventa nuova materia prima per altre produzioni, tra cui il ruolo di sostitutivo di inerti e aggregati.

4. L'utilità di una piattaforma per lo scambio di informazioni e risorse

Dalle esperienze presentate, appare evidente che nella contemporaneità le alternative all'attività di cava per la produzione di inerti vergini sono molteplici, in funzione di tutte queste possibilità andrebbero attivate delle azioni sistemiche a livello territoriale per favorire la domanda e l'offerta. Da un lato si rendono necessarie delle azioni che rendono note le buone pratiche già avviate²⁸, ma dall'altro lato diventa indispensabile l'attivazione di un network per lo scambio intersettoriale delle risorse, in cui le azioni possibili devono essere sia quelle di ricercare materiali sostituibili alle risorse vergini, sia quelle di metterli a disposizione. Appare evidente che le esperienze consolidate all'interno dei progetti studiati rappresentano dei validi punti di partenza per poter replicare queste esperienze in altri contesti produttivi, e va messo in evidenza che la scala regionale può configurarsi come un ambito di attuazione molto performante, perché, tiene conto delle specificità del territorio e consente una rete più fitta tra i soggetti coinvolti. Un caso studio relativo alla questione rifiuti da C&D e alla loro valorizzazione per ad altri scopi è quello documentato nelle ricerche condotte presso il Politecnico di Torino (Blengini, 2009; Blengini et alii, 2010; Blengini et alii, 2012). In particolar modo, da questi studi, emerge come una pianificazione territoriale accurata che mette in relazione aspetti ambientali ed economici possa risultare premiale per la corretta gestione delle filiera dei rifiuti e di conseguenza per l'attivazione di scenari di economia circolare. Nello specifico lo studio condotto dal team di ricerca del Politecnico di Torino, ha coniugato il supporto derivabile dalla mappatura territoriale (delle discariche e dei materiali disponibili) attraverso i GIS e le valutazioni ambientali derivabili dal Life Cycle Assessment, con lo scopo di dimostrare che il recupero e la valorizzazione dei rifiuti da C&D, se correttamente gestiti possono portare ad un guadagno non solo ambientale, ma anche e soprattutto economico. Replicare un'esperienza di questo tipo in regione Lombardia, comprendendo le cave, potrebbe

²⁸ Negli ultimi anni, riconosciuta l'importanza della diffusione delle informazioni per favorire lo sviluppo di nuove tecnologie, sono state costruite diverse piattaforme per la consultazione delle cosiddette buone pratiche. A livello nazionale la più nota è quella è la “Piattaforma delle conoscenze. Buone pratiche per l'ambiente e il clima” che permette la consultazione dei progetti finanziati dalla Commissione europea (LIFE, CIP Eco Innovazione, CIP Europa Intelligente Energia, VII Programma Quadro di Ricerca) che hanno sperimentato con successo soluzioni, tecniche, metodi ed approcci, in materia di ambiente ed hanno contribuito a migliorare la base delle conoscenze nonché favorito l'attuazione e lo sviluppo delle politiche e della legislazione dell'Unione. Questa è stata concepita come strumento di condivisione delle buone pratiche e di networking tra tutti coloro che hanno sviluppato la buona pratica con i potenziali “replicatori”. La piattaforma delle conoscenze è consultabile al sito <http://www.pdc.minambiente.it/it>.

A livello regionale uno strumento con potenziale analogo, che può essere ulteriormente perfezionato per favorire l'economia circolare è la “Piattaforma Open Innovation Lombardia”. Nata con lo scopo di proporre un nuovo modello di policy per l'innovazione regionale si basa su un nuovo approccio funzionale all'innovazione aziendale che sfrutta le potenzialità della rete per permettere alle imprese di innovare velocemente con un approccio collaborativo. La piattaforma è accessibile al sito <https://www.openinnovation.regione.lombardia.it/it/piattaforma>.

generare uno scenario di sostenibilità estrattiva, che potrebbe autoregolarsi in funzione delle risorse secondarie disponibili, passando da un sistema prettamente lineare (Fig. 3) ad un sistema circolare (Fig. 4).

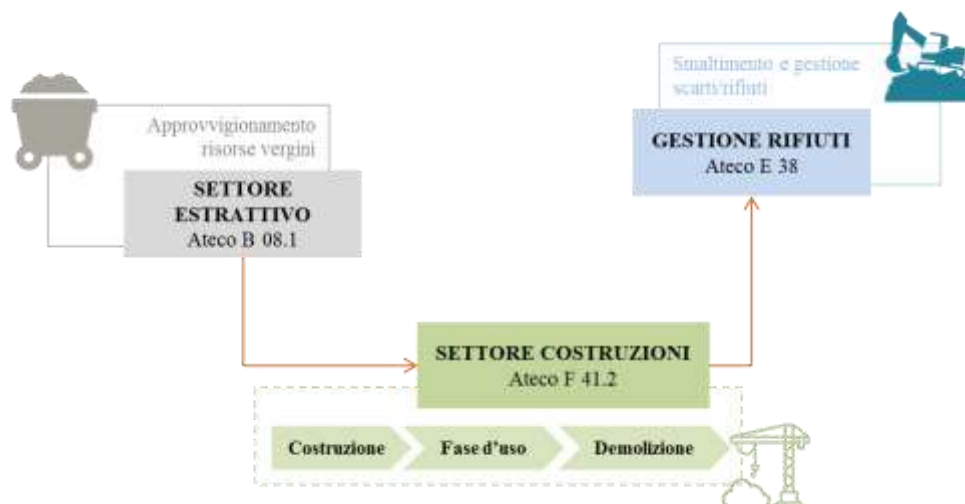


Figura 3 – Schematizzazione del sistema di connessione tra attività di cava, settore delle costruzioni e gestione dei rifiuti. Il sistema presentato è di tipo lineare, prevede un uso di risorse vergini e uno smaltimento in discarica dei rifiuti derivanti dal settore delle costruzioni. Questo sistema è ancora largamente diffuso, le percentuali di riciclato sono in crescita, ma non vi è ancora un pieno controllo tra estrazione e messa a disposizione di materia prima seconda.

Nella figura 4 viene schematizzato il sistema di gestione dell'attività di cava tenendo conto di altri aspetti di primaria importanza:

- Il settore estrattivo potrebbe essere controllato, per contenere il consumo di risorse vergini, solo trovando un'alternativa che in modo sistematico e continuativo possa sopperire alla richiesta di materia prima. Tuttavia, l'individuazione di risorse alternative (materia prima seconda) potrebbe rappresentare una perdita economica per il settore dell'estrazione, che subirebbe un calo delle richieste di materiale. Tale situazione non è auspicabile senza opportuni interventi correttivi, anzi va segnalato che è opportuno fare innovazione non solo nel campo della sostenibilità ambientale, ma anche dal punto di vista economico, mantenendo connessi questi due aspetti, le variazioni apportate al sistema produttivo potranno essere integrate più facilmente e più velocemente. La soluzione al problema descritto risiede nella gestione del materiale alternativo (scarti/rifiuti), che potrebbero essere convogliati verso siti di stoccaggio (cave dismesse o altrove) dove potrebbero essere trattati e valorizzati per il loro re-inserimento nelle filiere produttive, direttamente dai soggetti operanti nello scenario del settore estrattivo. Il loro compito sarebbe sempre quello di fornire materiale, ma avrebbero la possibilità di attingere sia dalle risorse vergini, che dalle risorse secondarie.
- La mappatura sul territorio, tramite GIS, delle cave e delle discariche (intesi come siti di stoccaggio e valorizzazione delle risorse), consentirebbe agli operatori del settore delle costruzioni di individuare gli ambiti di approvvigionamento più vicini al cantiere che si sta pensando di avviare e/o al sito di trasformazione che può essere alimentato con quella specifica risorsa. Inoltre, attraverso i GIS è possibile mappare i quantitativi di materiale disponibile e i tracciare loro spostamenti. Nel primo caso l'informazione registrata può, sia regolare l'attività estrattiva (rallentandola o accelerandola), sia fornire indicazioni agli ipotetici utilizzatori sul quantitativo di materiale disponibile. Nel secondo caso, le informazioni desumibili dal GIS consentirebbero un monitoraggio continuo dei consumi del territorio e delle modalità di gestione, informazioni utili per verificare le performance e per migliorarle.

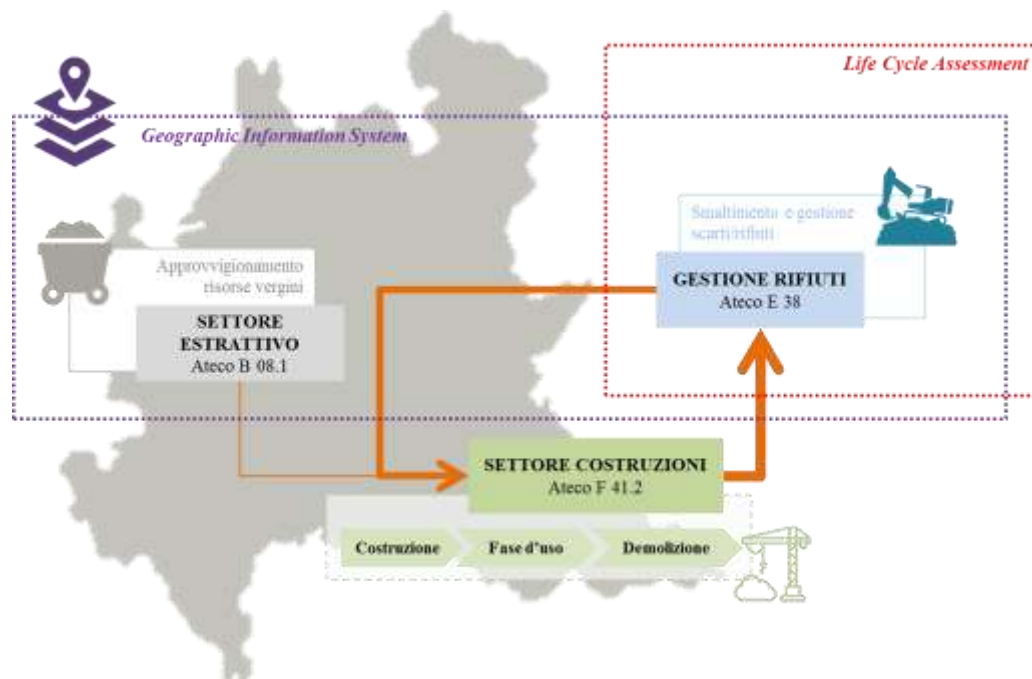


Figura 4 – schematizzazione del sistema di connessione tra attività di cava, settore delle costruzioni e gestione dei rifiuti in una logica di economia circolare.

- modalità di gestione, informazioni utili per verificare le performance e per migliorarle.
- L'introduzione di un metodo di valutazione come il Life Cycle Assessment, consentirebbe di stimare quali sono i processi di recupero più virtuosi ed entro quali ambiti geografici vanno attuati per essere efficienti dal punto di vista ambientale. Inoltre la valutazione relativa agli spostamenti e al monitoraggio delle risorse potrebbe rivelare dati utili a motivare radicali inversioni di tendenza nei sistemi produttivi²⁹.

5. Conclusioni

Garantire modelli di produzione e di consumo sostenibili non è un'azione facile, le variabili da considerare sono molteplici, e agire in modo categorico può solo portare o al collasso di alcune filiere o al fallimento dell'iniziativa intrapresa. Per questa ragione è opportuno procedere in modo tale che i cambiamenti siano radicali, ma accompagnati da soluzioni sistemiche e strategiche che abbiano lo scopo di accompagnare e sostenere le trasformazioni. Nel caso delle cave, il modo per contenere l'uso di risorse vergini è quello di sostituirle con risorse riciclate, ma la sostituzione totale o parziale limiterebbe l'attività estrattiva causando ripercussioni negative sul settore. Tuttavia, se le attività di innovazione ambientale tese al controllo delle risorse venissero svolte in seno al settore oggetto di limitazione, vorrebbe dire che si sta riconvertendo il settore aiutandolo a diventare sostenibile, inoltre non bisogna dimenticare che sia la demolizione selettiva che le attività di differenziazione e riciclaggio creerebbero nuove posizioni lavorative (EC, 2014b). In riferimento al contesto lombardo, connotato da una notevole presenza di cave, un'operazione come quella descritta nel paper potrebbe essere cruciale per ottenere benefici ambientali ad ampia portata.

6. Abstract

The 2030 Agenda includes among its objectives that of guaranteeing a "responsible consumption and production", action possible through the implementation of circular economy models. These actions can also

²⁹ Si veda a tal proposito progetto di ricerca condotto dal Leap del centro studi MATER del Politecnico di Milano.

be carried out on the local scale, and the intervention on consolidated production contexts can rapidly favor the innovation of the production system, increasing its competitiveness, and giving new value to resources (enhancing waste / waste and opening new markets). In reference to the regional context of the Lombardy, one of the most energy-intensive production areas, characterized by a high production of scraps and waste, is that relating to the mining sector, and more specifically to that relating to the extraction of sand and gravel. This sector stands with notable firsts, statistical studies show that Lombardy in Italy is the region with the higher number of active quarries (12.2% nationwide) and disused quarries (22.1% nationally), which implies both a significant land consumption is a high production of scraps and waste (19 million cubic meters of material equal to 39% of the national average). The paper describes the regional context and presents a series of initiatives already activated or activable for the improvement of the mining supply chain in a logic of circular economy, it also focuses on the relationships between these initiatives and the construction sector.

7. Bibliografia

- ATECAP (2018), *Rapporto 2018, documento disponibile* online sul sito <http://atecap.it>.
- Awoyera P., Ndambukib J., Akinmusurua J., Omolea D. (2018) Characterization of ceramic waste aggregate concrete, *HBRC Journal*, Vol. 14, Issue 3, December 2018, pag. 282-287.
- Blengini G. A. (2009) Life cycle of buildings, demolition and recycling potential: A case study in Turin, Italy, *Building and Environment*, vol. 44, Issue 2, February 2009, pag. 319-330.
- Blengini G. A., Garbarino E. (2010) Resources and waste management in Turin (Italy): the role of recycled aggregates in the sustainable supply mix, *Journal of Cleaner Production*, vol. 18, Issues 10-11, July 2010, pag. 1021-1030.
- Blengini G. A., Garbarino E., Šolar S., Shields D. J., Hámor T., Vinai R., Agioutantis Z. (2012) Life Cycle Assessment guidelines for the sustainable production and recycling of aggregates: the Sustainable Aggregates Resource Management project (SARMa), *Journal of Cleaner Production*, vol 27, May 2012, pag. 177-18.
- Bianchi D. (2018) *Economia circolare in Italia. La filiera del riciclo asse portante di un'economia senza rifiuti*. Edizioni ambiente. Milano.
- BioIS (2016) *Resource efficient use of mixed wastes: improving management of construction and demolition waste*, documento disponibile online sul sito <http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/construction/Minutes.pdf> (Accessed 14 November 2017).
- Chenot J., Jaunatre R., Buisson E., Bureaud F., Dutoit T. (2018) Impact of quarry exploitation and disuse on pedogenesis, *Catena*, Vol. 160, January 2018, pag. 354-365.
- Coelho A., De Brito J. (2011) Economic analysis of conventional versus selective demolition. A case study, *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 55, Issue 3, January 2011, pag. 382-392.
- De Carvalho J. M. F., Varela de Melo T., Carvalho Fontes W., Oliveira dos Santos Batista J., Brigolini G. J., Fiorotti Peixoto R. A. (2019) More eco-efficient concrete: An approach on optimization in the production and use of waste-based supplementary cementing materials, *Construction and Building Materials*, vol. 206, 10 May 2019, pag. 397-409.
- DG ENV Directorate General for Environment (2011a), *Implementing EU waste legislation for green growth*.
- DG ENV Directorate General for Environment (2011b), *Management of CDW in the EU*, http://ec.europa.eu/environment/waste/pdf/2011_CDW_Report.pdf.

- EC European Commission (2011), COM(2011) 808, Communication from the commission to the European Parliament, the council, the European economic and social Committee and the committee of the regions. *Horizon 2020 - The Framework Programme for Research and Innovation*, Brussels, 2011.
- EC European Commission (2014a) COM 2014-398 final. Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale Europeo e al Comitato delle Regioni “*Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe*”, Bruxelles.
- EC European Commission (2014b) COM 2014-445 final. Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale Europeo e al Comitato delle Regioni “*Opportunità per migliorare l'efficienza delle risorse nell'edilizia*”, Bruxelles
- EC European Commission (2015) COM 2015-614 final. Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale Europeo e al Comitato delle Regioni “*L'anello mancante - Piano d'azione dell'Unione europea per l'economia*, Bruxelles.
- EU, (2006), Decision No 1639/2006/EC of the European Parliament and of the Council of 24 October 2006 establishing a Competitiveness and Innovation Framework Programme (2007 to 2013), Brussels, 2006.
- Fugiel A., Burchart-Korol D., Czaplicka-Kolarz K., Smolińska A. (2017) Environmental impact and damage categories caused by air pollution emissions from mining and quarrying sectors of European countries. *Journal of cleaner production*, vol. 143, 1 February 2017, pag. 159-168.
- Gálvez-Martos J., Styles D., Schoenberger H., Zeschmar-Lahl B. (2018) Construction and demolition waste best management practice in Europe, *Resources, Conservation & Recycling*, vol. 136, pag. 166-178.
- Gisotti G. (2008), *Le cave. Recupero e pianificazione ambientale*, Dario Flaccovio editore, Palermo.
- Greco V., Reina A., Selicato F. (2006), Principi metodologici per azioni di recupero delle cave abbandonate, *Giornale di Geologia Applicata*, vol. 4(2006), pag. 246-252.
- Jian-Xi L., XinY., Pingping H., Chi Sun P. (2019a), Sustainable design of pervious concrete using waste glass and recycled concrete aggregate, *Journal of Cleaner Production*, vol. 234, 10 October 2019, pag. 1102-1112.
- Jian-Xin L., Haibing Z., Shuqing Y., Pingping H., Chi Sun P. (2019b), Co-utilization of waste glass cullet and glass powder in precast concrete products, *Construction and Building Materials*, vol. 223, 30 October 2019, pag. 210-220.
- International Cement Review (2018), *The Global Cement Report - 12th Edition*.
- ISPRA (2018), *Rapporto rifiuti speciali. Edizione 2018*, Roma.
- ISTAT (2019), *Le attività estrattive da cave e miniere*, Report del 15.01.2019.
- Legambiente (2017a), *Rapporto cave. I numeri e gli impatti economici e ambientali delle attività estrattive nel territorio italiano. Le opportunità e le sfide nella direzione dell'economia circolare*, GF pubblicità, Pietracatella (CB).
- Legambiente (2017b), *L'economia circolare nel settore delle costruzioni. Rapporto dell'Osservatorio Recycle*.
- McDonough W., Braungart M. (2002), *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*, FSG.
- Nepomuceno M. C. S., Isidoro R. A. S., Catarino J. P. G. (2018), Mechanical performance evaluation of concrete made with recycled ceramic coarse aggregates from industrial brick waste, *Construction and Building Materials*, vol. 165, 20 March 2018, pag. 284-294.
- Nourredine A., Houria M., Hanane A., Oussama K., Layachi B. (2019), Valorization of recycled materials in development of self-compacting concrete: Mixing recycled concrete aggregates – Windshield waste glass aggregates, *Construction and Building Materials*, vol. 209, 10 June 2019, pag. 364-376.
- Ogan D., Ndekugri I., Oduoza C., Khatib J., (2016), Principles for developing an effective framework to control minerals and rocks extraction impacts, mitigate waste and optimise sustainable quarries management, *Resources Policy*, vol. 47, March 2016, pag 164-170.

ONU (2015) Trasformare il nostro mondo: l'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile.

Salmabanu L., Ta-Wui C., Ismail L. (2019), Incorporation of natural waste from agricultural and aquacultural farming as supplementary materials with green concrete: A review, *Composites Part B: Engineering*, vol. 175, 15 October 2019, 107076.

Siddika A., Abdullah Al Mamun M., Alyousef R., Mugahed Amran Y. H., Aslani F., Alabduljabbar H. (2019) Properties and utilizations of waste tire rubber in concrete: A review, *Construction and Building Materials*, vol. 224, 10 November 2019, pag. 711-731.

Subaşı S., Öztürk H., Emiroğlu M. (2017), Utilizing of waste ceramic powders as filler material in self-consolidating concrete, *Construction and Building Materials*, vol. 149, 15 September 2017, pag. 567-574.

Tatiya A., Zhao D., Syal M., Berghorn G. H., LaMore R. (2018), Cost prediction model for building deconstruction in urban areas, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 195, 10 September 2018, pag. 1572-1580.

Weiman K., Muller A. (2004), *Properties of building materials gained from wetprocessed crushed concrete fines*, atti del convegno International RILEM Conference on the Use of Recycled Materials in Buildings and Structures 8-11 November 2004, Barcelona, Spain.

Wong C. L., Mo K. H., Poh Yap S., Johnson Alengaram U., Ling T. (2018), Potential use of brick waste as alternate concrete-making materials: A review, *Journal of Cleaner Production*, vol. 195, 10 September 2018, pag. 226-239.

Zheng C., Lou C., Du G., Li X., Liu Z., Li L. (2018), Mechanical properties of recycled concrete with demolished waste concrete aggregate and clay brick aggregate, *Results in Physics*, vol. 9, June 2018, pag. 1317-1322.