

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
Escuela Técnica Superior De Edificación

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile

**Buona Pratica nella gestione dei rifiuti
da costruzione e demolizione.
Confronto tra normative e metodologie
in Italia e in Spagna.**

Relatore: Prof. Fabio Manzone

Correlatore: Prof.ssa Mercedes del Río Merino

Candidato: Stefania Di Corato

Marzo 2018

INDICE

ABSTRACT	3
1. INTRODUZIONE	5
1.1 Concetto di RCD	6
1.1.1 Tipologia di RCD	6
1.1.2 Classificazione in funzione della loro natura	7
1.1.3 Classificazione in funzione del loro avvenire	8
1.1.4 Catalogo Europeo dei Rifiuti.....	9
1.2 Generazione dei RCD.....	12
1.2.1 Europa	12
1.2.2 Italia.....	14
1.2.3 Spagna	16
1.3 Normativa sui RCD.....	18
1.3.1 Europa	18
1.3.2 Italia.....	22
1.3.3 Spagna	29
1.4 Gestione dei RCD.....	34
1.4.1 Gestione RCD in fase progettuale	34
1.4.2 Gestione RCD in fase esecutiva	35
1.4.3 Protocollo UE per la gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione	42
2. OBIETTIVI.....	45
3. METODOLOGIA.....	46
3.1 Fase I.....	47
3.1.1 Definizione punti da analizzare	47
3.1.2 Raccolta dati.....	47
3.2 Fase II.....	47
3.2.1 Analisi caso studio spagnolo NEINOR 76.....	47
3.3 Fase III.....	47
3.3.1 Analisi caso studio italiano RESIDENZA SAN ROCCO con metodo spagnolo	47
3.4 Fase IV	48

3.4.1 Confronti	48
3.5 Fase V	48
3.5.1 Conclusioni	48
4. RISULTATI	49
4.1 NEINOR 76.....	49
4.1.1 Ubicazione e localizzazione	50
4.1.2 Caratteristiche morfologiche	51
4.1.3 Stima quantità RCD prodotti	51
4.1.4 Analisi Gestione RCD	54
4.1.5 Valutazione buone pratiche adottate in cantiere	56
4.1.6 Stima dei costi di gestione.....	60
4.2 Residenza San Rocco	61
4.2.1 Ubicazione e localizzazione	61
4.2.2 Caratteristiche morfologiche	63
4.2.3 Stima quantità RCD prodotti	63
4.2.4 Analisi Gestione RCD	65
4.2.5 Stima dei costi di gestione.....	67
4.3 Confronti	69
4.3.1 Confronto tra dati stimati e dati reali, Residenza San Rocco	71
5. CONCLUSIONI	74
5.1 20 Buone Pratiche selezionate	77
RIFERIMENTI.....	79
Bibliografia	79
Diritto	81
Sitografia	82

ABSTRACT

Environmental safeguarding and sustainable energy are a subject of great debate in recent years. Every country in the world is trying to find ecological and sustainable solutions to encourage progress in their respective territories, be it linked to the construction of low energy consumption structures or the reuse of waste materials.

The construction sector is one of the main protagonists of the environmental issue, due to the unstoppable use of land, high energy consumption and emissions related to it. In fact build generates impacts on the environment not only at the time of construction, but also during the whole process, from the procurement of raw materials, production and transportation, until the disposal of the building and disposal of demolition rubble.

In fact, if we consider the volume generated, construction and demolition wastes (CDW) are the major waste stream in the European Union, amounting to about a third of all waste products. Currently in Europe only 50% of CDW are recycled. The proper management of the CDW and recycled materials, including the proper handling of hazardous waste, can lead to significant benefits in terms of sustainability and quality of life, but it can also offer considerable advantages for the construction and recycling industry of the European Union.

In this context, the EU Commission in July 2015, in order to make the European economy greener and more competitive, promoted an Action Plan to facilitate the transition to the circular economy: in other words, to move from a linear model of economy - characterized by the extraction of natural resources, their transformation into products that, after consumption, are disposed of as waste - to a circular model in which the waste is not disposed of in landfill or incinerated, but is recycled, i.e. reused as materials that return to the production process of new goods.

The legislative proposals in the field of waste, adopted together with the above-mentioned Action Plan, include long-term targets for reducing landfilling and increase both the preparation for reuse and the recycling of the major waste streams, such as municipal and packaging waste and construction and demolition waste. These goals should gradually standardize the existing systems in the Member States to levels of good practice and encourage the necessary investments in waste management and the quality of recycled materials from waste. This is possible through:

- better identification, source separation and waste collection;
- better waste logistics;

-
- better waste treatment;
 - quality management;
 - clear and adequate political conditions and regulatory frameworks.

The proposed actions will contribute to achieving the objective of the Directive 2008/98/EC of 19 November 2008 "Waste Framework Directive" which aims at 70% by weight of recycled CDW by 2020, closing the cycle of the product life cycle through a greater recycling and reuse, and will bring benefits for both the environment and the economy.

Each state member of the Community has therefore issued decrees to promote and regulate the management of construction and demolition waste. In the present work are studied and analysed the CDW management systems of two countries within the European Union: Italy and Spain. Starting from the analysis of the latter and the legislative development in terms of CDW in these two different countries, the objective is to provide useful coordinates to operate in compliance with environmental principles, in a scenario in which the legislative changes were frequent in last times, as well as implement the CDW management systems with guidelines of good practice, result of the analysis of two case studies in Italy and Spain.

For this reason the activities that generate more waste have been identified, as well as the quantities and the different categories of CDW generated during the execution phase, through the analysis of two building works. Subsequently, were determined and evaluated good practices, feasible and efficacious, aimed at reducing the generation of CDWs.

The use of the CDW Management System helps all those involved in the development of the documents required by law, and promotes the environmental management of companies, encouraging the cohesion of the construction process, establishing responsibilities in the CDW field and providing higher control on the process. In conclusion, the implementation of a CDW management system in a work helps to carry out building activities, whose main objective is the generation of zero waste.

1. INTRODUZIONE

La salvaguardia dell'ambiente e l'energia sostenibile sono argomento di grande dibattito negli ultimi anni. Ogni paese nel mondo sta cercando di trovare soluzioni ecologiche e sostenibili per incoraggiare il progresso nei loro rispettivi territori, sia esso legato all'edificazione di strutture a basso consumo energetico o al riutilizzo di materiali di rifiuto.

Il settore della costruzione è uno dei principali protagonisti della questione ambientale a causa dell'inarrestabile consumo del territorio, dell'alto consumo energetico e delle emissioni ad esso connesse. Difatti edificare genera impatti sull'ambiente non solo all'atto della costruzione, ma anche durante tutto il processo: dall'approvvigionamento di materie prime, produzione e trasporto, fino alla dismissione dell'edificio e smaltimento delle macerie da demolizione. In altre parole, il processo di costruzione genera un grande impatto ambientale durante tutto il ciclo di vita dell'edificio.

Come indicato nel paragrafo precedente, uno dei maggiori impatti deriva appunto dalla grande quantità di materia prima consumata nel processo (principalmente aggregati) e, dall'altra, dall'enorme quantità di rifiuti generati.

Per tale ragione, un numero sempre maggiore di professionisti del settore e ricercatori cercano di risolvere questi problemi attraverso i principi dell'economia circolare, secondo cui i rifiuti non vengono smaltiti in discarica o inceneriti, ma sono riciclati, cioè riutilizzati come materiali che ritornano nel processo produttivo di nuovi beni.

Questi residui, che sono incorporati nel processo di costruzione, possono provenire dall'industria in generale o in particolare dal settore delle costruzioni stesso, vale a dire rifiuti da costruzione e demolizione (RCD).

Alla luce di ciò, è sempre più importante sapere come ben gestire questi rifiuti durante tutto il ciclo di vita dell'edificio, ma soprattutto durante la costruzione dell'opera, dal momento che è in questa fase che si generano in maggiori quantità.

1.1 Concetto di RCD

La premessa fondamentale è che il rifiuto non rappresenta più un prodotto indesiderato, ma una risorsa economica da ricollocare nel ciclo produttivo, fintanto che non esaurisca la sua utilità economica. Tale principio è sottolineato, in particolare, dalla normativa di riferimento europea per la gestione dei rifiuti, la Direttiva 2008/98/CE, che definisce il rifiuto come *“qualsiasi sostanza od oggetto di cui il detentore si disfi o abbia l'intenzione o l'obbligo di disfarsi”* (art.3, comma 1), e che successivamente introduce il concetto di *Cessazione della qualifica di rifiuto* (art.6) per cui *“taluni rifiuti specifici cessano di essere tali quando siano sottoposti a un'operazione di recupero, incluso il riciclaggio”*.

Traslando la precedente definizione al settore edilizio, per rifiuto da costruzione e demolizione si intende *“qualunque sostanza o oggetto che, compiendo la definizione di “rifiuto”, si genera in un'opera di costruzione o demolizione”* (Real Decreto di Spagna 105/2008).

1.1.1 Tipologia di RCD

Al fine di attuare misure preventive e una corretta gestione degli RCD generati in un'opera, è fondamentale, prima di tutto, identificare tipi e classi di rifiuti che potrebbero essere prodotti in essa (Figura 1). Pertanto si distinguono due tipologie di opere nel settore edilizio:

- Opere di nuova costruzione per uso residenziale, di servizio o industriale: le quantità e le caratteristiche degli RCD che vengono generati possono variare da un'opera all'altra, ma la possibilità della loro gestione dipende in larga misura dal metodo di costruzione applicato dall'impresa costruttrice (sistemi di gestione ambientale in opera, corretta gestione di magazzini e deposito materiale in cantiere, ecc.).
- Demolizione, riparazione o ristrutturazione di edifici ad uso residenziale, di servizio o industriale: le quantità e le caratteristiche degli RCD generati in esse sono molto variabili, e per la loro valorizzazione è indispensabile una pianificazione specifica nel progetto di demolizione, prima dell'inizio degli interventi. E' necessario prevedere la loro rimozione selettiva, evitando la miscelazione con rifiuti non pericolosi, così come una serie di misure necessarie per effettuare una demolizione selettiva che massimizzi la possibilità di valorizzazione dei diversi flussi di materiali che saranno ottenuti (calcestruzzo, legno, metalli, ecc.).

Tuttavia, in alcuni cantieri è possibile incontrare rifiuti caratteristici di opere di infrastrutture civili, come l'asfalto con caratteristiche omogenee, che se adeguatamente

previsti nella fase progettuale, possono essere valorizzati in sito con l'uso di impianti mobili in loco.

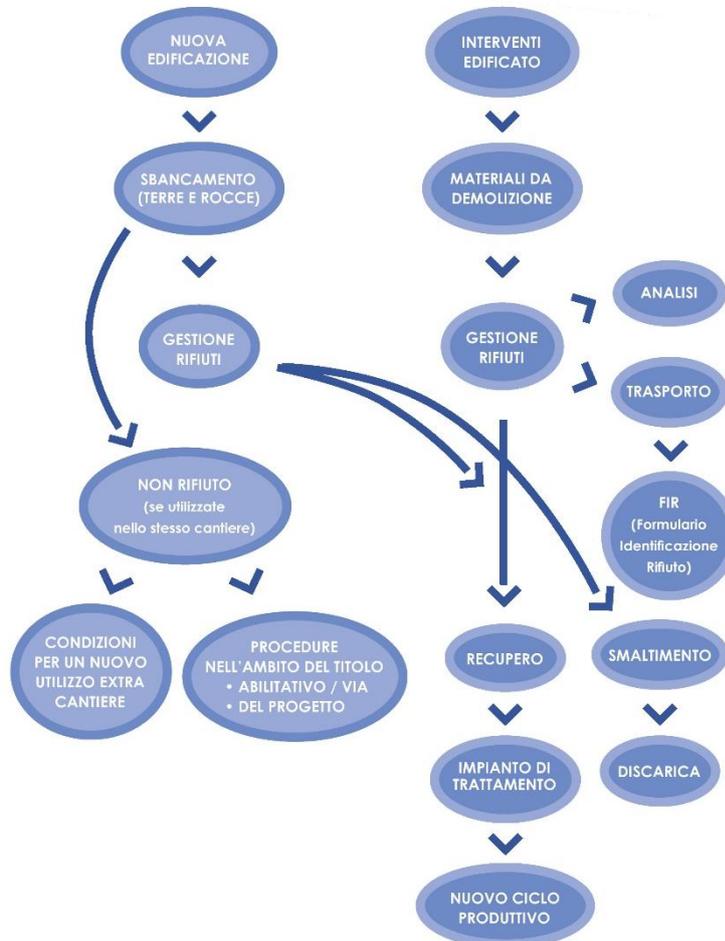


Figura 1. Schema distinta gestione rifiuti in funzione dell'opera eseguita.

1.1.2 Classificazione in funzione della loro natura

A seconda della natura dei rifiuti, la "Direttiva quadro rifiuti" 2008/98/CE distingue due grandi tipologie di rifiuti:

- Rifiuti Pericolosi: *"rifiuti che presentano una o più caratteristiche pericolose, classificate come: esplosivo, comburente, facilmente infiammabile, infiammabile, irritante, nocivo, tossico, cancerogeno, corrosivo, infettivo, tossico per la riproduzione, mutageno, che a contatto con acqua, aria o acido sprigionano gas tossici o molto tossici, sensibilizzante, ecotossico, suscettibile, dopo l'eliminazione, di dare origine in qualche modo ad un'altra sostanza, ad esempio a un prodotto di lisciviazione avente una delle caratteristiche sopra elencate."* (art.3 comma 2, Allegato III);

- Rifiuti non pericolosi (RNP): rifiuti che non sono inclusi nella definizione di rifiuti pericolosi della DQR 2008/98/CE.
- Rifiuti inerti: sebbene la DQR 2008/98/CE non introduca tale definizione, è tuttavia importante parlare di rifiuto inerte come quel rifiuto non pericoloso che non va incontro a trasformazioni fisiche, chimiche o biologiche significative, non è solubile né combustibile, non reagisce né chimicamente né in nessun'altra forma, non è biodegradabile, non danneggia altra materia con cui entra in contatto inquinando l'ambiente o pregiudicando la salute umana.

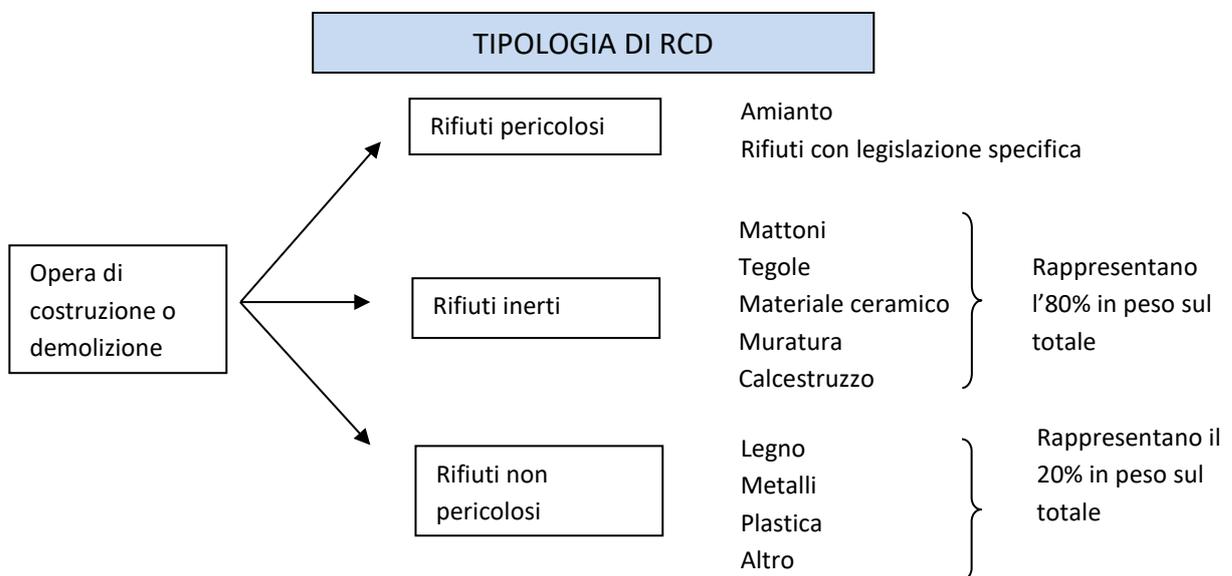


Figura 2. Schema distinzione tipologia di rifiuti.

1.1.3 Classificazione in funzione del loro avvenire

A seconda del loro futuro, si possono distinguere 3 tipologie:

- Frazione riutilizzabile: elementi integri che, a seguito di modesti trattamenti (pulitura, revisione del funzionamento) possono essere avviati a successivi reimpieghi (mattoni, coppi, tegole, travi, elementi costitutivi degli impianti, serramenti);
- Frazione riciclabile: costituita dagli scarti riciclabili o dai rifiuti che, sottoposti a termodistruzione, forniscono energia. Il riciclaggio del materiale concerne soprattutto la frazione litoide, ma non sono esclusi legno non trattato e metalli, mentre l'utilizzo dal punto di vista termico riguarda i componenti organici, come

pavimenti in P.V.C. o legno trattato. A differenza della frazione riutilizzabile, questa frazione non ha conservato né la forma né la funzione originarie;

- Frazione inutilizzabile: costituita dai componenti indesiderati presenti nel materiale da riciclare o dalle frazioni che contengono inquinanti, da conferire in discarica o trattare separatamente.

1.1.4 Catalogo Europeo dei Rifiuti

La Direttiva europea 2008/98/CE invita gli Stati membri della Comunità a codificare gli RCD secondo il sistema di codifica stabilito dal CER (Catalogo Europeo dei Rifiuti) istituito dalla decisione della Commissione 2000/532/CE.

Tale elenco è costituito da 20 capitoli, all'interno dei quali è possibile collocare qualunque rifiuto possibile, in funzione della fonte che lo ha generato. Il capitolo 17 di suddetto catalogo è specifico per i rifiuti provenienti dalle operazioni di costruzione e demolizione. Alcuni rifiuti generati nei processi costruttivi, come gli imballaggi, sono collocati in altri capitoli trattandosi di rifiuti comuni ad altri settori produttivi.

Il sistema di codifica CER si struttura in 3 livelli di disaggregazione: il primo livello, corrispondente ai capitoli, è rappresentato mediante un codice numerico a due cifre; il secondo livello, corrispondente ai sottocapitoli, è caratterizzato da un codice a 4 cifre che incorpora nelle prime due cifre il codice del capitolo al quale appartiene. Infine i rifiuti sono codificati con un codice numerico a 6 cifre che presenta il codice del sottocapitolo a cui appartiene. I rifiuti pericolosi appaiono nell'elenco contrassegnati da un asterisco, e ad essi va anche attribuita una classe di pericolosità indicata con la sigla HP, seguita da un numero da 1 a 15.

Nella tabella 1 sono elencati e codificati secondo il CER i principali rifiuti pericolosi che possono essere generati in un processo edificatorio. Successivamente nella tabella 2 sono elencati e codificati secondo il CER i principali rifiuti inerti e non pericolosi che possono essere prodotti in un processo edificatorio.

RIFIUTI PERICOLOSI NEI PROCESSI EDIFICATORI	
Cod. CER	DEFINIZIONE
07. Rifiuti dei processi chimico organici	
07 07 01*	Soluzioni acquose di lavaggio e acque madri
08. Rifiuti della PFFU ¹ di rivestimenti, adesivi, sigillanti e inchiostri per stampa	
08 01 11*	Pitture e vernici di scarto, contenenti solventi organici o altre sostanze pericolose
13. Oli esauriti e residui di combustibili liquidi (tranne oli commestibili ed oli di cui ai capitoli 05 ,12 ,19)	
13 02 05*	Scarti di olio minerale per motori, ingranaggi e lubrificazioni, non clorurati
13 07 03*	Altri carburanti (comprese le miscele)
14. Solventi organici, refrigeranti e propellenti di scarto (tranne 07 e 08)	
14 06 03*	Altri solventi e miscele di solventi
15. Rifiuti di imballaggio ²	
15 01 10*	Imballaggi contenenti residui di sostanze pericolose o contaminati da tali sostanze
15 02 02*	Assorbenti, materiali filtranti, stracci e indumenti protettivi contaminati
16. Rifiuti non specificati altrimenti nell'elenco	
16 01 07*	Filtri dell'olio
16 06 01*	Batterie al piombo
16 06 03*	Batterie contenenti mercurio
17. Rifiuti non specificati altrimenti nell'elenco	
17 01 06*	Miscugli o scorie di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche contenenti sostanze pericolose
17 02 04*	Vetro, plastica e legno contenenti sostanze pericolose o da esse contaminate
17 03 01*	Miscela bituminosa contenenti catrame di carbone
17 03 03*	Catrame di carbone e prodotti contenenti catrame
17 04 09*	Rifiuti metallici contaminati da sostanze pericolose
17 04 10*	Cavi, impregnati di olio, di catrame di carbone o di altre sostanze pericolose
17 05 03*	Terre e rocce, contenenti sostanze pericolose
17 05 05*	Fanghi di drenaggio, contenente sostanze pericolose
17 06 01*	Materiali isolanti contenenti amianto
17 06 03*	Altri materiali isolanti contenenti o costituiti da sostanze pericolose
17 06 04*	Materiali isolanti contenenti diversi dalle voci 17 06 01* e 17 06 03*
17 06 05*	Materiali da costruzione contenenti amianto
17 08 01*	Materiali da costruzione a base di gesso contaminati da sostanze pericolose
17 09 01*	Rifiuti dell'attività di costruzione e demolizione, contenenti mercurio
17 09 02*	Rifiuti dell'attività di costruzione e demolizione, contenenti PCB ³
17 09 03*	Altri RCD, compresi rifiuti misti, contenenti sostanze pericolose
20. Rifiuti urbani inclusi i rifiuti della raccolta differenziata	
20 01 21*	Tubi fluorescenti ed altri rifiuti contenenti mercurio

Tabella 1. Rifiuti pericolosi (RP) più comuni nei processi costruttivi.

¹ Produzione, formulazione, fornitura ed uso

² Incluso assorbenti, stracci, materiali filtranti ed indumenti protettivi

³ Sigillanti, pavimentazioni a base di resina, elementi stagni in vetro e condensatori, contenenti PCB

RIFIUTI NON PERICOLOSI NEI PROCESSI EDIFICATORI	
Cod. CER	DEFINIZIONE
15. Rifiuti di imballaggio	
15 01	Imballaggi, compresi i rifiuti urbani di imballaggio oggetto di raccolta differenziata
15 01 01	Imballaggi in carta e cartone
15 01 02	Imballaggi in plastica
15 01 03	Imballaggi in legno
17. Rifiuti non specificati altrimenti nell'elenco	
17 01	Cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche
17 01 01	Cemento
17 01 02	Mattoni
17 01 03	Mattonelle e ceramiche
17 01 07	Miscugli o scorie di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche, diverse da 17 01 06*
17 02	Legno, vetro e plastica
17 02 01	Legno
17 02 02	Vetro
17 02 03	Plastica
17 03	Miscele bituminose, catrame di carbone e prodotti contenenti catrame
17 03 02	Miscele bituminose diverse da quelle indicate da 17 03 01*
17 04	Miscele bituminose, catrame di carbone e prodotti contenenti catrame
17 04 01	Rame, bronzo, ottone
17 04 02	Alluminio
17 04 03	Piombo
17 04 04	Zinco
17 04 05	Ferro e acciaio
17 04 06	Stagno
17 04 07	Metalli misti
17 04 11	Cavi, diversi da 17 04 10*
17 05	Terra, rocce e fanghi da drenaggio
17 05 04	Terra e rocce, diverse da 17 05 03*
17 05 06	Fanghi di drenaggio, diversi da 17 05 05*
17 06	Materiali isolanti e materiali da costruzione contenenti amianto
17 06 04	Materiali isolanti diversi da 17 06 01* e 17 06 03*
17 08	Materiali da costruzione a base di gesso
17 08 02	Materiali da costruzione a base di gesso diversi da 17 08 01*
17 09	Altri rifiuti da costruzione e demolizione
17 09 04	Miscuglio di RCD diversi da 17 09 01*, 17 09 02* e 17 09 03*

Tabella 2. Rifiuti inerti e non pericolosi (RNP) più comuni nei processi costruttivi.

1.2 Generazione dei RCD

Fino al XIX secolo, lo smaltimento dei rifiuti non rappresentava un problema significativo poiché la popolazione europea era molto piccola e la quantità di rifiuti prodotti era tale da poter essere smaltita in discarica senza molti disagi (Alcaide Tur & Gallardo Izquierdo, 2012).

Successivamente, con lo sviluppo della società, i rifiuti prodotti divennero molto difficili da eliminare, sia dal punto di vista delle quantità generate sia per la loro composizione (materiali naturali, prodotti chimici, metalli, ecc.).

Come già accennato, attualmente il settore dell'edilizia genera un volume molto elevato di RCD. Sebbene essa sia la realtà dei fatti, non in tutti i paesi viene generata la stessa quantità di rifiuti, fondamentalmente a causa dei diversi requisiti normativi e delle differenti situazioni economiche. A seguire, è riportata un'analisi della situazione in Europa, con un focus particolare a ciò che accade in Italia e in Spagna.

1.2.1 Europa

Dalle recenti analisi statistiche effettuate (Eurostat), si osserva che i settori dell'industria e delle costruzioni generano il maggior volume di rifiuti, i quali, insieme, rappresentano l'81% di tutti i rifiuti prodotti in Europa (Commissione Europea, 2014). Alla luce di questi risultati, il traffico di RCD si identifica come flusso prioritario di rifiuti da parte dell'Unione Europea, in quanto rappresenta il 34,7% della produzione totale di rifiuti nell'UE (Grafico 1). Questo costituisce circa 851 milioni di tonnellate di RCD generate nell'UE nell'anno 2014.

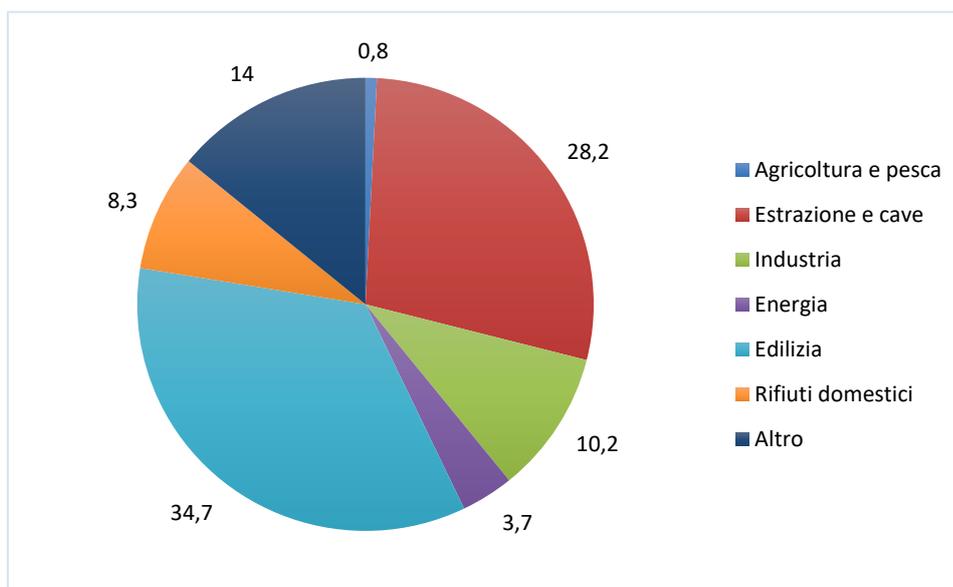


Grafico 1. Percentuale di rifiuti per ogni settore sul totale generato nell'UE nell'anno 2014.

Come prevedibile, il quantitativo totale di rifiuti è in una certa misura legato tanto alla dimensione demografica ed economica di un Paese, quanto al quadro legislativo che li norma. Gli Stati membri più piccoli dell'UE hanno generalmente registrato i livelli più bassi di produzione di rifiuti, i paesi più grandi quelli più elevati, con le dovute eccezioni (Tabella 3).

Generazione di rifiuti per settore (kt)							
Paese	Totale	Estrazione e cave	Industria	Energia	Edilizia	Altro	Rifiuti domestici
Austria	55.868	43	5.398	530	40.263	5.466	4.168
Belgio	65.573	56	14.254	1.359	26.384	17.870	5.650
Bulgaria	179.677	159.283	0	9.102	1.344	7.267	2.680
Repubblica Ceca	23.395	232	4.389	1.010	9.408	5.094	3.262
Danimarca	20.081	11	1.281	1.084	10.571	3.708	3.426
Estonia	21.804	7.904	4.406	7.109	672	1.230	482
Finlandia	95.970	62.775	10.295	1.464	16.297	3.534	1.606
Francia	324.463	2.378	21.794	1.585	227.646	42.663	28.398
Germania	387.504	7.450	61.061	9.961	206.507	65.596	36.928
Grecia	69.759	47.363	4.891	10.893	479	1.623	4.510
Irlanda	15.167	2.706	0	323	1.884	8.731	1.524
Italia	159.107	973	26.629	3.222	51.678	46.936	29.669
Lettonia	2.621	6	245	728	455	478	710
Lituania	6.200	26	2.610	100	434	1.868	1.161
Lussemburgo	7.073	130	286	3	5.980	431	243
Malta	1.665	36	0	4	1.241	229	154
Olanda	133.250	135	13.458	1.670	90.733	18.737	8.517
Polonia	179.018	75.712	31.585	21.893	16.990	24.591	8.248
Portogallo	14.587	281	2.611	177	1.509	5.296	4.713
Romania	175.591	152.776	0	7.087	1.055	10.850	3.822
Slovenia	4.686	8	1.315	633	814	1.353	563
Slovacchia	8.863	287	0	542	1.387	4.914	1.734
Spagna	110.518	18.637	14.826	5.252	20.403	31.231	20.170
Svezia	167.027	138.898	5.730	1.891	8.862	7.476	4.169
Regno Unito	251.037	26.299	8.142	3.166	120.382	65.328	27.721
Ungheria	16.651	79	2.703	2.308	3.443	5.169	2.949

Tabella 3. Quantità di rifiuti generati per ogni settore nei diversi Paesi dell'UE nell'anno 2014.

Nel corso degli anni sono state sviluppate numerose azioni per ridurre i problemi causati dalla produzione di RCD. Innanzitutto, si è tentato di risolvere i problemi di salute che essi

hanno provocato e successivamente sono state adottate misure per la loro adeguata disposizione e i dettagli per una corretta raccolta.

Finora gli interventi europei nel settore dei rifiuti hanno principalmente assunto, anche se non esclusivamente, la forma di atti legislativi. Queste azioni hanno impedito un ulteriore peggioramento della situazione odierna, ma la produzione di rifiuti permane troppo elevata e aumenta rapidamente.

1.2.2 Italia

Secondo le statistiche europee (Eurostat) nell'anno 2014, l'Italia ha prodotto un totale di 159,1 Mt di rifiuti, con una percentuale pari al 32,5% di RCD sul totale generato (Grafico 4). Questi dati dimostrano che, così come nel resto dell'Europa, il settore delle costruzioni in Italia rimane senza dubbio il settore con il più alto tasso di rifiuti generati. Esso è sinonimo di una inadeguata gestione e prevenzione.

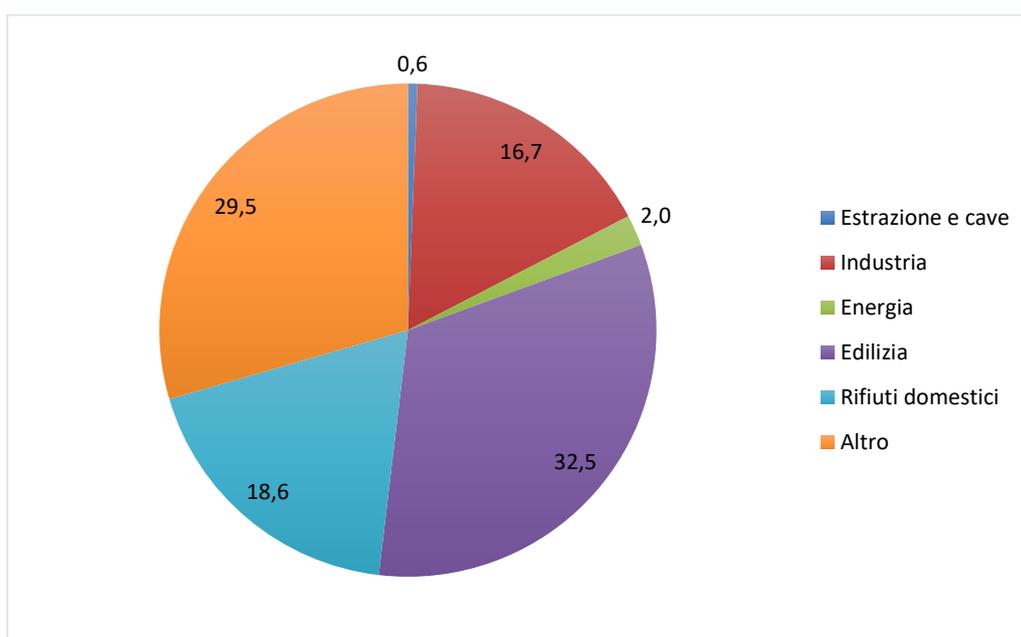


Grafico 2. Percentuale di rifiuti per ogni settore sul totale generato in Italia nell'anno 2014 (Fonte Eurostat).

Di seguito sono riportati gli andamenti della produzione di RCD in Italia, secondo i dati e le stime effettuate dall'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), negli anni 2010-2014, distinti per tipologia di rifiuto generato (Tabella 3).

Produzione rifiuti da costruzione e demolizione in tonnellate, anni 2010-2014					
Tipologia di rifiuti	2010	2011	2012	2013	2014
Rifiuti metallici ferrosi	5.223.552	4.686.681	4.153.033	3.949.077	3.589.808
Rifiuti metallici non ferrosi	638.436	441.016	499.442	332.572	396.677
Rifiuti metallici misti, ferrosi e non ferrosi	183.157	170.948	140.422	152.975	151.012
Rifiuti in vetro	47.623	53.797	60.235	59.226	71.896
Rifiuti in plastica	20.113	24.989	34.112	25.873	24.845
Rifiuti in legno	263.111	197.956	151.407	132.589	151.670
Rifiuti minerali della costruzione e della demolizione	35.739.806	36.520.989	33.756.796	30.802.013	34.017.822
Totale nazionale	42.115.798	42.096.376	38.795.447	35.454.323	38.403.730

Tabella 4. Dati ISPRA produzione di RCD in Italia, negli anni 2010-2014.

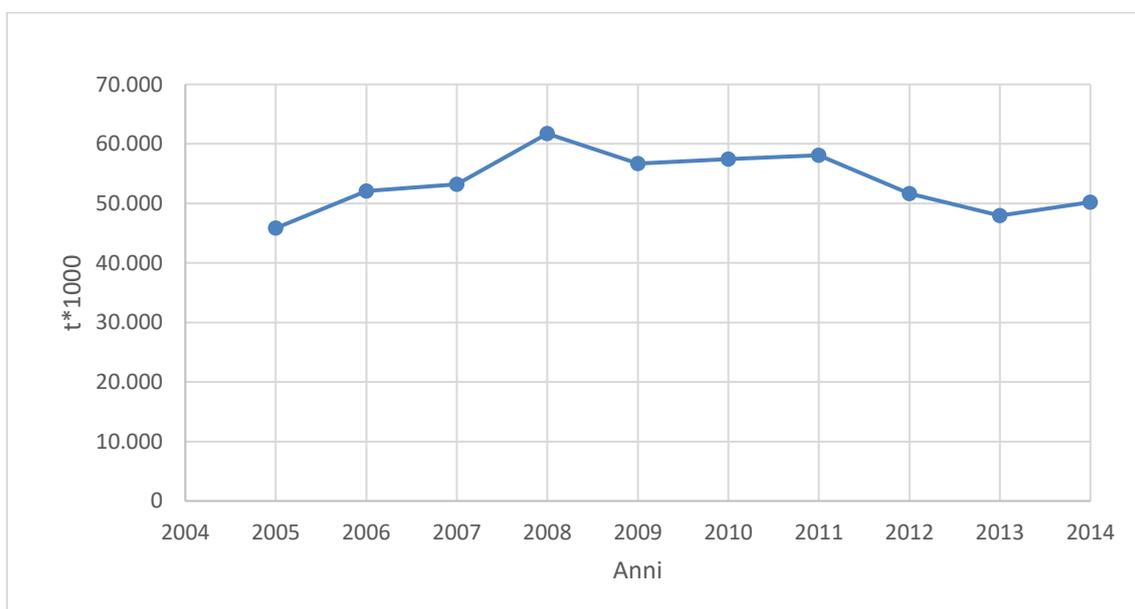


Grafico 3. Produzione RCD in Italia negli anni 2005-2014 (Fonte ISPRA).

Il grafico 3 dimostra come nel corso degli anni la riduzione della generazione di rifiuti da costruzione e demolizione non ha raggiunto livelli significativamente alti. Dopo il picco massimo raggiunto nel 2008, anno in cui sono stati prodotti all'incirca 62 milioni di tonnellate di RCD, nel triennio compreso tra il 2011 e il 2013 si osserva un decremento percentuale del 18,9%, corrispondente in termini qualitativi a circa 10 milioni di tonnellate di RCD. Tale inflessione è imputabile, senza dubbio, alla profonda crisi del settore edilizio che ha attraversato il Paese, più che alla corretta previsione e gestione dei rifiuti generati.

1.2.3 Spagna

Così come in tutto il resto d'Europa, anche in Spagna il settore edilizio rimane il settore con la più alta percentuale di generazione di RCD (Grafico 4), pari al 18,5% nell'anno 2014, per un totale di circa 20 milioni di tonnellate. Rispetto alle stime italiane, si osserva che la Spagna produce un quantitativo di RCD inferiore alla metà di quello generato in Italia. Tale differenza è dovuta principalmente alle diverse azioni adottate nel corso degli anni dal Governo spagnolo in tale ambito, come il *II PNRC 2008-2015 (II Plan Nacional Residuos de Construcción y Demolición)*, parte integrante del *Plan Nacional Integral de Residuos* dell'anno 2009.

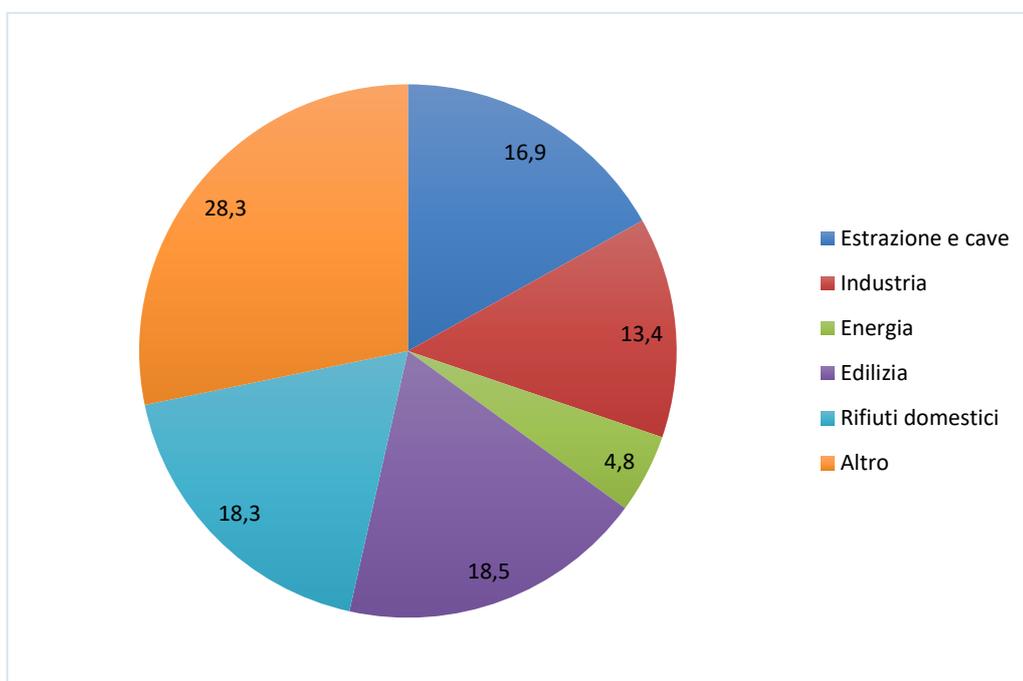


Grafico 4. Percentuale di rifiuti per ogni settore sul totale generato in Spagna nell'anno 2014 (Fonte Eurostat).

Di seguito sono riportati gli andamenti della produzione di RCD in Spagna, secondo i dati raccolti dal FERCD (Federación Española de Gestores de Residuos de Construcción y Demolición) nel *"Informe de producción y gestión de los residuos de construcción y demolición en España"* del 2015, secondo i dati ufficiali raccolti da ogni Comunità Autonoma (Grafico 5).

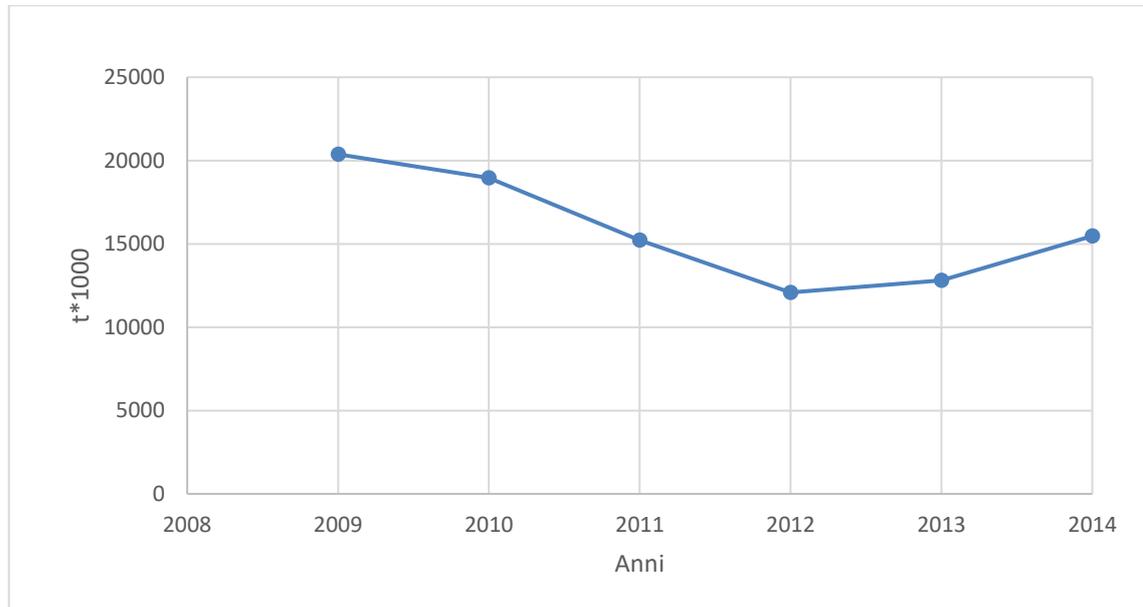


Grafico 5. Produzione RCD in Spagna negli anni 2009-2014 (Fonte FERCD).

Nel grafico 5 si osserva come la produzione di RCD ha subito un calo nel corso tra il 2009 e il 2013 del 41%, dovuto principalmente alla crisi del settore delle costruzioni. Il calo massimo corrisponde all'anno 2012, con un 20,6% rispetto al 2009. L'anno 2013 è il primo periodo con cambio di tendenza nella produzione di RCD. Secondo la FERCD, la riduzione di RCD generati dall'anno 2009 è stata accompagnata dalla crescita di sanzioni e multe per smaltimenti illegali, riducendo considerevolmente gli RCD gestiti negli impianti autorizzati.

1.3 Normativa sui RCD

Si è constatato che, in quei paesi in cui sono vigenti norme e decreti per la gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione, si riscontra una minore produzione di quest'ultimi, così come un tasso di riciclaggio dei rifiuti generati più elevato. È per tale ragione che in questo capitolo verranno riprese e analizzate tali normative. Il loro studio dettagliato permetterà la definizione di buone pratiche (BP) da implementare nella gestione degli RCD.

1.3.1 Europa

Le prime disposizioni emanate a livello comunitario in materia di rifiuti risalgono alla seconda metà del XX secolo.

La Direttiva 75/442/CEE relativa ai rifiuti, approvata il 15 luglio 1975, fu adottata principalmente con lo scopo di porre fine alle disparità tra le disposizioni in applicazione nei vari Stati membri per lo smaltimento dei rifiuti. Il programma d'azione delle Comunità europee per la protezione ambientale, infatti, sottolineava la necessità di azioni comunitarie, compresa l'armonizzazione tra le diverse legislazioni, per la salvaguardia dell'ambiente e della salute umana.

Tale direttiva fu sostituita solo nell'aprile del 2006 dalla Direttiva 2006/12/CE, con lo scopo di far chiarezza sulla codificazione della precedente, dopo le numerose modifiche subite¹. Con la Direttiva 2006/12/CE gli Stati membri vengono invitati non solo a provvedere in modo responsabile allo smaltimento dei rifiuti, ma anche ad adottare misure intese a limitare la formazioni di rifiuti, promuovendo tecnologie "pulite" e prodotti riciclabili e riutilizzabili, e a favorire il recupero dei rifiuti e l'utilizzazione dei materiali di recupero come materie prime, per preservare le risorse naturali. Tale direttiva definiva alcuni concetti basilari, come la nozione di rifiuto, recupero e smaltimento, e stabiliva gli obblighi essenziali per la gestione dei rifiuti, in particolare un obbligo di autorizzazione e di registrazione per un ente o un'impresa che effettui operazioni di gestione dei rifiuti e l'obbligo per gli Stati membri di elaborare piani per la gestioni dei rifiuti.

¹ Direttiva 91/156/CEE del Consiglio del 18 marzo 1991 modifica la direttiva 75/442/CEE relativa ai rifiuti.

Dal novembre 2008, è attualmente in vigore la Direttiva 2008/98/CE, nota anche come la “Direttiva Quadro Rifiuti”, che ha abrogato e sostituito la precedente Direttiva 2006/12/CE. La presente direttiva dovrebbe aiutare l’Unione europea ad avvicinarsi a una “società del riciclaggio”, cercando di evitare la produzione di rifiuti e di utilizzare i rifiuti come risorse, secondo i principi dell’economia circolare, sollecitando misure volte a garantire la separazione alla fonte, la raccolta e il riciclaggio dei flussi di rifiuti prioritari e favorendo la costituzione di reti di riutilizzo e di riparazione, l’uso di strumenti economici, di criteri in materia di appalti e di obiettivi quantitativi.

A tal proposito infatti, a differenza delle precedenti disposizioni, la Direttiva 2008/98/CE obbliga gli Stati membri a conseguire i seguenti obiettivi:

- Entro il 2020, la preparazione per il riutilizzo ed il riciclaggio di rifiuti provenienti da nuclei domestici dovrà aumentare almeno al 50% in termini di peso;
- Entro il 2020, la preparazione per il riutilizzo, il riciclaggio e altri tipi di recupero di materiale – incluse operazioni di colmatazione che utilizzano i rifiuti in sostituzione di altri materiali – di rifiuti da costruzione e demolizione non pericolosi, escluso il materiale allo stato naturale definito dalla voce 17 05 04 dell’elenco rifiuti, dovrà aumentare almeno al 70% in termini di peso.

Assieme a tali obiettivi riguardanti il riciclaggio, la Direttiva ribadisce l’applicazione della seguente gerarchia di rifiuti, che puntualizza un ordine di priorità della normativa e della politica in materia di prevenzione e gestione rifiuti. La gerarchia assegna il primo posto alla prevenzione, seguita da preparazione per il riutilizzo, riciclaggio, recupero di energia e per ultimo smaltimento (Figura 3).



Figura 3. Piramide gerarchia rifiuti, Art. 4 DQR 2008/98/CE, 19 novembre 2008.

La gerarchia dei rifiuti mira a incoraggiare le opzioni che globalmente producono i migliori risultati sul piano ambientale. In funzione alle modalità di raccolta e gestione rifiuti è possibile innalzare i tassi di riciclaggio, rimettendo nell'economia materiali di valore, oppure si alimenta un sistema inefficiente in cui la maggior parte dei rifiuti riciclabili finisce nelle discariche o negli inceneritori, con effetti potenzialmente dannosi per l'ambiente e significative perdite economiche. Per conseguire un elevato livello di recupero dei materiali, è essenziale inviare segnali a lungo termine alle autorità pubbliche, alle imprese e agli investitori, e creare le giuste condizioni a livello di Unione, imponendo il rispetto coerente degli obblighi esistenti.

La Direttiva 2008/98/CE rifiuti nasce anche dall'esigenza di precisare alcuni concetti basilari, essenziali per una corretta applicazione della normativa sui rifiuti, e per evitare che se ne faccia un uso interpretativo disinvolto. Definizioni chiare e univoche sono un punto di partenza fondamentale, per questo è importante prestare la giusta attenzione al corretto uso delle parole. Di seguito sono così ribadite alcune delle definizioni fondamentali:

- «Rifiuto» qualsiasi sostanza od oggetto di cui il detentore si disfi o abbia l'intenzione o l'obbligo di disfarsi;
- «Rifiuto pericoloso» rifiuto che presenta una o più caratteristiche pericolose;
- «Produttore di rifiuti» la persona la cui attività produce rifiuti o chiunque effettui operazioni che hanno modificato la natura o la composizione di detti rifiuti;
- «Sottoprodotto» sostanza o oggetto derivante da un processo di produzione il cui scopo primario non è la produzione di tale articolo, a patto che certamente quest'ultimo sia ulteriormente utilizzato, o possa essere riutilizzato direttamente senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale, che sia prodotto come parte integrante di un processo produttivo o che il suo utilizzo sia legale;
- «Cessazione della qualifica di rifiuto» taluni rifiuti specifici che cessano di essere tali quando sono sottoposti ad operazioni di recupero incluso il riciclaggio e rispettano le seguenti condizioni:
 - a) La sostanza o oggetto è comunemente utilizzata per scopi specifici;
 - b) Esiste un mercato o una domanda per tale sostanza;
 - c) La sostanza o oggetto soddisfa i requisiti tecnici per gli scopi specifici e rispetta la normativa e gli standard esistenti;
 - d) L'utilizzo della sostanza o oggetto non porterà a impatti complessivi negativi sull'ambiente o sulla salute umana.

Assieme a fornire definizioni univoche, la Direttiva invita gli Stati membri a codificare i rifiuti generati in modo univoco all'interno dell'intera Comunità. Con la decisione 2000/532/CE,

ha istituito una lista europea di rifiuti, che include al suo interno anche i rifiuti pericolosi e tiene conto dell'origine e della composizione e, dove necessario, dei valori limite di concentrazione delle sostanze pericolose. Esso è vincolante per quanto concerne la determinazione dei rifiuti pericolosi. L'inclusione di una sostanza o oggetto nell'elenco non significa che esso sia un rifiuto in tutti i casi. Pertanto con riferimento a tale elenco rifiuti, è possibile attribuire un codice a qualunque tipologia di rifiuto, che sia unilateralmente riconosciuto e interpretato all'interno della Comunità. Per i rifiuti pericolosi è inoltre necessario non solo l'attribuzione di un codice, ma anche un adeguato imballaggio e etichettatura conforme alle norme internazionali.

Per rafforzare le politiche di prevenzione nella formazione dei rifiuti, la Direttiva 2008/98/CE invita gli Stati membri ad adottare misure per conferire una "responsabilità estesa" a chiunque professionalmente sviluppi, fabbrichi, trasformi, venda o importi prodotti.

Questi provvedimenti potranno includere l'accettazione dei prodotti restituiti e dei rifiuti che restano dopo il loro utilizzo, nonché la successiva gestione e la responsabilità finanziaria per tali attività. In pratica, gli Stati membri preciseranno le condizioni di responsabilità e decideranno quando il produttore originario mantiene la responsabilità per l'intera catena di trattamento o quando la responsabilità del produttore e del detentore può essere condivisa o delegata tra i diversi soggetti della catena del trattamento. La volontà di applicare il principio della responsabilità estesa indica che nel settore dei rifiuti si è ormai raggiunto il livello di guardia e che occorre porsi obiettivi più impegnativi e dare applicazione concreta al vecchio principio "chi inquina paga".

Riguardo alla gestione dei rifiuti, la Direttiva impone agli Stati membri di adottare misure per garantire che ogni produttore iniziale provveda personalmente al loro trattamento oppure li consegna ad un ente o un'impresa che ne effettui operazioni di trattamento. In tal caso, ogni paese dovrà imporre a tali enti o imprese di ottenere le autorizzazioni dalle autorità competenti e di essere iscritti nei loro registri. Tali enti o imprese hanno inoltre l'obbligo di tenere un registro cronologico in cui siano indicate quantità, natura e origine dei rifiuti, nonché se opportuno, la destinazione, la frequenza di raccolta, il mezzo di trasporto e il metodo di trattamento previsto. Per i rifiuti pericolosi i registri saranno conservati per un periodo minimo di tre anni.

Infine, la Direttiva invita gli Stati membri ad attuare politiche pubbliche in materia di rifiuti attraverso l'adozione di appositi strumenti quali:

- Piani di gestione rifiuti che comprendono un'analisi della situazione della gestione dei rifiuti esistente nell'ambito geografico interessato nonché le misure da adottare per migliorare una preparazione per il riutilizzo, un riciclaggio, un recupero e uno

smaltimento dei rifiuti corretti dal punto vista ambientale e una valutazione del modo in cui i piani contribuiranno all'attuazione degli obiettivi. I piani devono contenere almeno i seguenti elementi:

- a) Tipo, quantità e fonte dei rifiuti prodotti all'interno del territorio, rifiuti che saranno spediti da o verso il territorio nazionale e una valutazione dell'evoluzione futura dei flussi di rifiuti;
- b) Sistemi di raccolta dei rifiuti e grandi impianti di smaltimento e recupero esistenti;
- c) Valutazione della necessità di nuovi sistemi di raccolta;
- d) Politiche generali di gestione rifiuti, incluse tecnologie e metodi di gestione pianificata;
- e) Aspetti organizzativi, inclusa una descrizione della ripartizione delle competenze tra soggetti pubblici e privati;
- f) Valutazione dell'utilità e dell'idoneità al ricorso a strumenti economici e di altro tipo per la risoluzione di problemi;
- g) Campagne di sensibilizzazione e diffusione di informazioni destinate al pubblico.

- Programmi di prevenzione rifiuti, da adottare entro il 12 dicembre 2013.

1.3.2 Italia

Nel complesso quadro normativo italiano, la materia ambientale, e con essa la disciplina relativa alla gestione dei rifiuti, non godeva di un esplicito riconoscimento costituzionale. Solo a partire dagli anni '90, con il Decreto Legislativo n. 22 del 5 febbraio 1997, cosiddetto Decreto Ronchi, l'ordinamento italiano ha operato una completa riformulazione dell'intera legislazione sull'ambiente. Il Decreto, che ha rappresentato una vera e propria legge quadro del settore emanata in attuazione delle vigenti direttive europee in materia di rifiuti, ha assunto nel corso del tempo, a causa dell'intervento di successivi provvedimenti, la natura di un sistema normativo complesso e articolato, la cui finalità principale era quella di ridurre la produzione di rifiuti e di incentivarne il recupero ed il riciclaggio, garantendo un elevato grado di protezione della salute dell'uomo e dell'ambiente.

Nell'aprile 2006 fu emanato il Decreto Legislativo n. 152, noto come Testo Unico ambientale o Codice dell'Ambiente, che, con vari aggiornamenti, ha permesso al diritto nazionale di mantenere il passo con il sovraordinato diritto europeo. Si trattava di un provvedimento nazionale di riferimento in materia di valutazione di impatto ambientale, difesa del suolo e tutela delle acque, gestione rifiuti, riduzione dell'inquinamento atmosferico e risarcimento dei danni ambientali. In particolare, la parte IV del suddetto decreto è quella che disciplinava la gestione dei rifiuti. Dalla sua entrata in vigore ad oggi il Codice dell'ambiente ha subito numerose modifiche ed integrazioni ad opera di successivi

provvedimenti che ne hanno ridisegnato il contenuto, così come numerosi sono stati i provvedimenti emanati in attuazione delle singole parti dello stesso decreto legislativo.

In seguito alla pubblicazione del Decreto Legislativo n. 205 del 3 dicembre 2010, anche l'ordinamento italiano ha provveduto a recepire la direttiva 2008/98/CE in materia di rifiuti. Come si è già potuto esaminare nel paragrafo 1.3.1, la direttiva 2008/98/CE ha introdotto significative novità in materia di precauzione e prevenzione nella produzione dei rifiuti, riciclaggio e recupero. La norma di recepimento ha dunque introdotto molti elementi di novità con riguardo a tutte le fasi di cui si compone la filiera della gestione dei rifiuti, oltre a recare l'attuazione dei principi guida contenuti nella stessa disciplina europea quali i principi di precauzione, di prevenzione, di proporzionalità, di responsabilizzazione e di cooperazione di tutti i soggetti coinvolti nella produzione, nella distribuzione, nell'utilizzo e nel consumo di beni da cui originano i rifiuti, nel rispetto dei principi dell'ordinamento nazionale e dell'UE, con particolare riferimento al principio europeo "chi inquina paga".

Di seguito sono riportati i punti salienti del Decreto 205/2010:

- Al fine di rafforzare la prevenzione e facilitare l'utilizzo efficiente delle risorse durante l'intero ciclo di vita, l'art. 3 introduce le modalità e i criteri di introduzione della Responsabilità estesa del produttore del prodotto nell'organizzazione del sistema di gestione rifiuti e nell'accettazione dei prodotti restituiti e dei rifiuti che restano dopo il loro utilizzo. Tali modalità si concretizzano principalmente nell'adozione di decreti ministeriali che regolino il sostenimento parziale o totale dei costi di gestione rifiuti da parte del produttore.
- I rifiuti speciali devono essere raggruppati, prima della raccolta, nel luogo in cui gli stessi sono prodotti nella forma del cosiddetto deposito temporaneo (art. 10, comma 1, lett. bb), effettuato per categorie omogenee di rifiuti e nel rispetto delle norme tecniche. I rifiuti pericolosi devono essere depositati nel rispetto delle norme tecniche che regolano lo stoccaggio, l'imballaggio ed etichettatura dei rifiuti contenenti sostanze pericolose. Una volta raccolti, i rifiuti devono essere avviati alle operazioni di recupero o di smaltimento secondo una delle seguenti modalità operative:
 1. con cadenza trimestrale, indipendentemente dalle quantità in deposito;
 2. quando il quantitativo di rifiuti in deposito raggiunge complessivamente i 30 metri cubi di cui al massimo 10 metri cubi di rifiuti pericolosi;
 3. allo scadere di un anno dalla sua creazione, indipendentemente dal limite quantitativo stabilito.

-
- La fase terminale dello smaltimento/recupero dei rifiuti da costruzione e demolizione, si attua mediante il trasporto degli stessi, dal luogo di produzione al luogo di smaltimento o di recupero. Il produttore o detentore dei rifiuti assolve l'obbligo di provvedere direttamente al loro trattamento oppure li consegna ad un intermediario, ente o impresa che effettui operazione di trattamento, fermo restando che egli conserva la responsabilità per l'intera catena di trattamento. La tracciabilità dei rifiuti deve essere garantita dalla loro produzione sino alla loro destinazione finale (art. 16). A tal fine due sono i modus operandi:

1. Rispetto degli obblighi istituiti attraverso il sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti SISTRI:

Il SISTRI è uno strumento informatico per il controllo puntuale della movimentazione dei rifiuti speciali lungo tutta la filiera. Sono obbligati ad aderire a tale sistema tutti gli enti o le imprese produttori di rifiuti speciali pericolosi, le imprese che effettuano operazioni di recupero o smaltimento, così come enti o imprese che raccolgono o trasportano rifiuti speciali a titolo professionale. Nel settore edile, indipendentemente dal numero di dipendenti dell'impresa, per i soli rifiuti speciali non pericolosi, non si ha alcun obbligo di aderenza. Durante il trasporto, i rifiuti sono accompagnati dalla copia cartacea della scheda di movimentazione SISTRI e le imprese hanno l'obbligo di conservare suddette schede e i registri cronologici per almeno tre anni dalla rispettiva data di registrazione o di movimentazione rifiuti, ad eccezione di quelli relativi alle operazioni di smaltimento in discarica, che devono essere conservate a tempo indeterminato e consegnate alle autorità che ha rilasciato l'autorizzazione al termine dell'attività. I dati acquisiti attraverso il SISTRI sono raccolti in un Catasto dei rifiuti, e vengono annualmente elaborati e aggiornati dall'ISPRA.

2. Rispetto degli obblighi relativi alla tenuta di registri di carico e scarico:

I soggetti che non aderiscono su base volontaria al SISTRI, hanno l'obbligo di tenere un registro di carico e scarico (RCS) su cui devono annotare le informazioni sulle caratteristiche qualitative e quantitative dei rifiuti. Le annotazioni devono essere effettuate almeno entro 10 giorni lavorativi dalla produzione del rifiuto e dallo scarico del medesimo, i registri devono inoltre essere conservati per 5 anni dalla data dell'ultima registrazione. I RCS sono tenuti presso ogni sito di produzione e sono integrati con i formulari di

identificazione rifiuto (FIR), relativi al trasporto, che contengano almeno i seguenti dati:

- a. Nome e indirizzo del produttore e del detentore dei rifiuti;
- b. Origine, tipologia e quantità del rifiuti;
- c. Impianto di destinazione;
- d. Data e percorso dell'instradamento;
- e. Nome e indirizzo del destinatario.

Il FIR deve essere redatto in quattro esemplari, compilato datato e firmato dal produttore dei rifiuti e controfirmato dal trasportatore che in tal modo dà atto di aver ricevuto i rifiuti. Una copia del formulario deve rimanere presso il produttore e le altre tre, controfirmate e datate in arrivo dal destinatario, sono acquisite una dal destinatario e due dal trasportatore, che provvede a trasmetterne una al predetto produttore dei rifiuti. Le copie del formulario devono essere conservate per cinque anni. Durante la raccolta ed il trasporto i rifiuti pericolosi devono essere imballati ed etichettati in conformità alle norme vigenti in materia di imballaggio e etichettatura delle sostanze pericolose. I formulari di identificazione devono essere numerati e vidimati dagli uffici dell'Agenzia delle entrate o dalle Camere di commercio, industria, artigianato e agricoltura.

- L'iscrizione all'Albo Nazionale Gestori Ambientali è un requisito indispensabile per tutti gli enti o imprese che svolgono attività di raccolta e trasporto rifiuti. L'iscrizione deve essere rinnovata ogni 5 anni ed è subordinata alla prestazione di idonee garanzie finanziarie a favore dello Stato, nel caso di rifiuti pericolosi. Quando i produttori di rifiuti speciali (pericolosi e non) effettuano operazioni di raccolta e trasporto dei propri rifiuti, non sono soggetti a garanzie finanziarie e sono iscritti in un'apposita sezione dell'Albo in base alla presentazione di una comunicazione contenente gli estremi dell'impresa (sede, attività, mezzi) così come le caratteristiche dei rifiuti prodotti.
- La gestione dei rifiuti avviene nel rispetto della "gerarchia dei rifiuti" attraverso la promozione dello sviluppo di tecnologie pulite e di tecniche appropriate per l'eliminazione di sostanze pericolose contenute nei rifiuti, dell'immissione nel mercato di prodotti concepiti in modo da contribuire il meno possibile ad incrementare la produzione di rifiuti e attraverso la determinazione dei criteri a base di gara per l'appalto di opere pubbliche che favoriscano la salvaguardia dell'ambiente e utilizzino in parte materiali recuperati.

CAM: criteri minimi ambientali per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici e per la gestione dei cantieri della pubblica amministrazione.

Con il Decreto ministeriale del 24 dicembre 2015, il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e delle acque ha predisposto l'adozione di Criteri Minimi Ambientali (CAM) per gli appalti di nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici e per la gestione dei cantieri. Esso è parte integrante del Piano d'Azione Nazionale sul Green Public Procurement (PANGPP) e sfrutta l'uso degli appalti pubblici a fini strategici, come la tutela dell'ambiente.

Infatti, l'uso dei CAM consente alla stazione appaltante di ridurre gli impatti ambientali derivanti da interventi di nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione degli edifici, considerati in un'ottica di ciclo di vita. La stazione appaltante, ovvero la Pubblica Amministrazione, ha il compito di verificare la conformità alle caratteristiche ambientali richieste e di definire un sistema di sanzioni da applicare all'aggiudicatario qualora le opere in esecuzione non consentano il raggiungimento degli obiettivi previsti.

Allo scopo di ridurre l'impatto ambientale sulle risorse naturali, di aumentare l'uso di materiali riciclati ed il conseguente recupero dei rifiuti, coerentemente con l'obiettivo comunitario di recuperare e riciclare entro il 2020 almeno il 70% in peso dei rifiuti non pericolosi da costruzione e demolizione (DQR 2008/98/CE, art. 11), fermo restando il rispetto di tutte le norme vigenti, il progetto di un edificio pubblico deve prevedere i seguenti criteri. Il progettista deve compiere scelte tecniche di progetto, specificare le informazioni ambientali dei prodotti scelti e fornire la documentazione tecnica che consenta di soddisfare tali criteri e deve inoltre prescrivere che in fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza a tali criteri comuni tramite la documentazione indicata nella verifica di ogni criterio. Tale documentazione dovrà essere presentata alla stazione appaltante in fase di esecuzione dei lavori, nelle modalità indicate nel capitolato.

Di seguito sono riportati solo alcuni dei criteri minimi ambientali contenuti nell'Allegato 2 del D.M. del 17 gennaio 2017, relativi al recupero e riutilizzo in opera di materiali:

- Almeno il 50% in peso dei componenti edilizi e degli elementi prefabbricati, escludendo gli impianti, deve essere sottoponibile, a fine vita, a demolizione selettiva ed essere riciclabile o riutilizzabile. Di tale percentuale, almeno il 15% deve essere costituito da materiali non strutturali;
- Il contenuto di materia recuperata o riciclata nei materiali utilizzati per l'edificio, anche considerando diverse percentuali per ogni materiale, deve essere pari ad

-
- almeno il 15% in peso valutato sul totale di tutti i materiali utilizzati. Di tale percentuale, almeno il 5% deve essere costituita da materiali non strutturali;
- Calcestruzzi: calcestruzzi usati per il progetto devono essere prodotti con un contenuto minimo di materiale riciclato (secco) di almeno il 5% sul peso del prodotto;
 - Laterizi: I laterizi usati per muratura e solai devono avere un contenuto di materiale riciclato (secco) di almeno il 10% sul peso del prodotto. I laterizi per coperture, pavimenti e muratura faccia vista devono avere un contenuto di materiale riciclato (secco) di almeno il 5% sul peso del prodotto;
 - Legno: Per materiali e i prodotti costituiti di legno o in materiale a base di legno, o contenenti elementi di origine legnosa, il materiale deve provenire da boschi/foreste gestiti in maniera sostenibile/responsabile o essere costituito da legno riciclato o un insieme dei due.
 - Ghisa, ferro, acciaio: Per gli usi strutturali deve essere utilizzato acciaio prodotto con un contenuto minimo di materiale riciclato come di seguito specificato in base al tipo di processo industriale:
 - Acciaio da forno elettrico: contenuto minimo di materiale riciclato pari al 70%.
 - Acciaio da ciclo integrale: contenuto minimo di materiale riciclato pari al 10%.
 - Plastica: Il contenuto di materia prima seconda riciclata o recuperata deve essere pari ad almeno il 30% in peso valutato sul totale di tutti i componenti in materia plastica utilizzati. Il suddetto requisito può essere derogato nel caso in cui il componente impiegato abbia una specifica funzione di protezione dell'edificio da agenti esterni o sussistano specifici obblighi di legge relativi a garanzie minime di durabilità legate alla suddetta funzione;
 - Murature in pietrame o miste: Per le murature per opere di fondazione e opere in elevazione il progettista deve prescrivere l'uso di solo materiale di recupero (pietrame e blocchetti);
 - Tramezzature e controsoffitti: Le lastre di cartongesso, destinate alla posa in opera di sistemi a secco quali tramezzature e controsoffitti, devono avere un contenuto di almeno il 5% in peso di materie riciclate e/o recuperate;
 - Isolanti termici ed acustici: Gli isolanti utilizzati devono rispettare i seguenti criteri:
 - non devono essere prodotti utilizzando ritardanti di fiamma che siano oggetto di restrizioni o proibizioni previste da normative nazionali o comunitarie applicabili;
 - non devono essere prodotti con agenti espandenti con un potenziale di riduzione dell'ozono superiore a zero;
 - non devono essere prodotti o formulati utilizzando catalizzatori al piombo quando spruzzati o nel corso della formazione della schiuma di plastica;
-

- se prodotti da una resina di polistirene espandibile gli agenti espandenti devono essere inferiori al 6% del peso del prodotto finito;
- se costituiti da lane minerali, queste devono essere conformi alla Nota Q o alla Nota R di cui al regolamento 1272/2008/CE;
- il prodotto finito deve contenere le seguenti quantità minime di materiale riciclato e/o recuperato da pre consumo, (intendendosi per quantità minima la somma dei due) , misurato sul peso del prodotto finito (Tabella 5).

	Isolante in forma di pannello	Isolante stipato, a spruzzo/insufflato	Isolante in materassini
Cellulosa		80%	
Lana di vetro	60%	60%	60%
Lana di roccia	15%	15%	15%
Perlite espansa	30%	40%	8%-10%
Fibre in poliestere	60-80%		60 – 80%
Polistirene espanso	dal 10% al 60% in funzione della tecnologia adottata per la produzione.	dal 10% al 60% in funzione della tecnologia adottata per la produzione.	
Polistirene estruso	dal 5 al 45% in funzione della tipologia del prodotto e della tecnologia adottata per la produzione.		
Poliuretano espanso	1-10% in funzione della tipologia del prodotto e della tecnologia adottata per la produzione.	1-10% in funzione della tipologia del prodotto e della tecnologia adottata per la produzione.	
Isolante riflettente in alluminio			15%

Tabella 5. Quantità minime di materiale riciclato e/o recuperato da pre consumo sul peso del prodotto finito.

Per quanto riguarda invece le specifiche tecniche da adottare in cantiere, il progetto deve prevedere che:

- Nei casi di ristrutturazione, manutenzione e demolizione, almeno il 70% in peso dei rifiuti non pericolosi generati durante la demolizione e rimozione di edifici e parti di edifici ,presenti in cantiere, ed escludendo gli scavi, deve essere avviato a operazioni di preparazione per il riutilizzo, recupero o riciclaggio.

-
- Il contraente dovrà effettuare una verifica precedente alla demolizione al fine di determinare ciò che può essere riutilizzato, riciclato o recuperato. Tale verifica comprende l'individuazione e la valutazione dei rischi legati ai rifiuti pericolosi, una stima delle quantità con ripartizione dei diversi materiali da costruzione, stima della percentuale di riutilizzo e del potenziale di riciclaggio eseguendo la demolizione selettiva, stima della percentuale potenziale raggiungibile con altre forme di recupero dal processo di demolizione.

1.3.3 Spagna

In Spagna, la vecchia Legge 10/1998 costituiva la prima norma di carattere generale per la gestione dei rifiuti, aggiornata con i requisiti emanati a livello europeo dalla Direttiva 91/159/CEE, che disciplina tutti i tipi di rifiuti, dai rifiuti urbani a quelli considerati pericolosi.

Con l'entrata in vigore nel 2008 della Direttiva Quadro Rifiuti 98/2008/CE, la legislazione spagnola si adeguò alla nuova direttiva europea attraverso la Legge 22/2011, emanata nel luglio 2008, ma messa in atto dalle imprese solo nel 2015.

L'impatto che questa legge ebbe sul sistema legislativo spagnolo si dissolse con il ritardo con cui essa fu recepita, dal momento che furono avanzate altre norme statali e delle comunità autonome spagnole in materia di rifiuti. Difatti, la legge 22/2011 rimane una mera trasposizione della DQR. Essa coinvolge tutti gli agenti economici, promuove la stretta applicazione del principio "chi inquina paga" e ha come obiettivo prioritario la minimizzazione alla fonte del volume di rifiuti generati, riciclando tutti i materiali possibili, riutilizzando quelli che sono utilizzabili e valorizzando energeticamente il resto dei rifiuti, per ridurre al massimo il quantitativo diretto in discarica. La suddetta legge ha carattere standard per la gestione di qualunque tipologia di rifiuti.

Diversamente dall'Italia, il Governo spagnolo ha emanato il 1 febbraio 2008 il Real Decreto 105/2008, con il quale regola nello specifico la produzione e gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione.

Real Decreto 105/2008

Il Real Decreto (RD) 105/2008 è il punto di riferimento legale per la gestione dei RCD. Questo decreto regola la produzione e la gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione, andando oltre la normativa europea e contemplando la concreta applicazione del principio di responsabilità del produttore e del possessore di tali rifiuti. Il suddetto RD combina tre principi fondamentali:

- Responsabilità del produttore;

-
- Prevenzione dei rifiuti;
 - Responsabilità congiunta tra tutti gli agenti coinvolti nella catena di produzione e gestione dei RCD.

Il RD 105/2008 si applica ai RCD generati in opere di costruzione, ristrutturazione, recupero o demolizione sia di beni immobili sia di opere civili, escludendo terre e rocce non contaminate da sostanze pericolose, rifiuti proveniente da processi estrattivi, fanghi di drenaggio non pericolosi e opere minori o ristrutturazioni domestiche, che non richiedono un progetto.

Inoltre, impone determinati obblighi sia al produttore che al possessore di questa tipologia di rifiuti. A tal proposito, stabilisce l'obbligo di includere nel progetto uno Studio di gestione dei RCD con una stima delle quantità generate, misure da adottare e costi sostenuti dall'appaltatore.

Sebbene il regime di controllo della produzione, possessione e gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione si basi sulla necessaria collaborazione tra le comunità autonome spagnole e le entità locali per l'adempimento delle competenze ad essi attribuite dalla legislazione vigente in materia di rifiuti, si contempla la possibilità di stabilire un meccanismo di controllo vincolato all'acquisizione del permesso di costruire, mediante la costituzione di una cauzione o garanzia finanziaria equivalente, che assicuri l'osservanza dei requisiti del RD e, in particolare, della gestione dei RCD che si produrranno in cantiere.

L'obiettivo fondamentale del Real Decreto è stabilire un regime giuridico per la produzione e gestione dei RCD con il fine di fomentare la loro prevenzione, riutilizzo, riciclaggio e altre forme di valorizzazione, assicurando che i rifiuti destinati ad operazione di smaltimento ricevano un adeguato trattamento per contribuire in questo modo a uno sviluppo sostenibile in campo edilizio evitando, tra le altre cose, la contaminazione del suolo e delle acque, il deterioramento paesaggistico e l'eliminazione di questi rifiuti senza sfruttamento delle sue risorse valorizzabili. Al contrario, non stabilisce obiettivi in termini quantitativi sulla prevenzione, riciclaggio o smaltimento dei RCD.

Per conseguire tale obiettivo, il RD propone una serie di azioni, tra le quali risaltano le seguenti, per il loro carattere innovativo:

- Separare i rifiuti da costruzione e demolizione alla fonte (in cantiere), secondo le seguenti frazioni, quando in forma individuale per ognuna delle suddette frazioni, la quantità prevista di generazione per l'opera in totale supera le quantità rappresentate nella tabella 6;

Quantità minime di RCD per la separazione individuale	
Calcestruzzo	80 t
Mattoni, tegole, ceramiche	40 t
Metalli	2 t
Legno	1 t
Vetro	1 t
Plastica	0,5 t
Carta e cartone	0,5 t

Tabella 6. Quantità minime di RCD per la separazione individuale, Real Decreto 105/2008 (Art.5, comma 5).

- La separazione alla fonte può generare beneficio dalla vendita diretta dei suddetti materiali separati, per i quali già esiste un mercato. Cioè vieta lo smaltimento dei RCD in discarica senza previo trattamento, ad eccezione dei rifiuti inerti il cui trattamento è tecnicamente infattibile e/o i RCD il cui trattamento né contribuisce al raggiungimento degli obiettivi stabiliti dal RD e né riduce i pericoli per la salute o l'ambiente;
- Obbligo del produttore (titolare del permesso) dei RCD di elaborare nel progetto dell'opera uno Studio di gestione dei RCD che si produrranno, così come una stima dei costi previsti per la loro gestione;
- Obbligo del possessore (colui che esegue l'opera) dei RCD di stabilire la separazione e la classificazione dei rifiuti, di elaborare un Piano di esecuzione e di farsi carico dei costi di gestione;
- Rafforzare la posizione commerciale di quei materiali riutilizzabili (metalli e/o legno) per i quali esiste già un mercato e incoraggiare la creazione di altri mercati come quello degli aggregati riciclati;
- Promuovere un comportamento esemplare in quelle opere in cui le amministrazioni pubbliche intervengono come promotrici, assicurandosi ad esempio che già in fase progettuale si tengano in conto le alternative costruttive che generano meno RCD e/o quelle che favoriscono una dismissione dell'opera ambientalmente adeguata alla fine della sua vita utile. Inoltre gli organi appaltanti devono tener conto delle misure sulla prevenzione e riutilizzo o riciclaggio dei RCD nel momento in cui stabiliscono i criteri a base di gara per la valutazione dell'offerta più vantaggiosa, così come l'uso nelle unità dell'opera di aggregati e altri prodotti provenienti dalla valorizzazione di rifiuti.
- Obbligo del possessore di consegnare i RCD generati ad un gestore autorizzato per operazioni di trattamento o riciclaggio, ma anche raccolta, stoccaggio e trasporto, quando non provvede lui stesso a gestirli. La consegna dei RCD dovrà essere certificata da un documento probatorio nel quale figurino almeno l'identificazione del possessore e del produttore, il cantiere di provenienza e il suo numero di licenza, le

quantità espresse in tonnellate o in metri cubi e il tipo di rifiuti consegnati codificati con riferimento alla lista europea dei rifiuti.

- Obbligo del gestore (autorizzato legalmente) di tenere un registro in cui figurino almeno le quantità di RCD gestiti espresse in tonnellate o in metri cubi, il tipo di rifiuti consegnati codificati con riferimento alla lista europea dei rifiuti, l'identificazione del possessore, del produttore e del cantiere di provenienza e il metodo di gestione applicato, così come le quantità e il destino di prodotti e residui, risultato della sua attività.

Pertanto lo Studio di gestione dei RCD ha come obiettivo quello di stabilire il quadro della gestione tecnica dell'impresa appaltatrice in materia di RCD generati, in accordo con la normativa della comunità autonoma di appartenenza e il Real Decreto. Tale studio sarà redatto dal produttore dei RCD o da un tecnico competente da lui incaricato, ed includerà:

- Una descrizione dell'opera;
- Una stima delle quantità di RCD che si genereranno in cantiere, espresse in tonnellate o metri cubi;
- Le operazioni di riutilizzo, valorizzazione o smaltimento a cui saranno destinati i rifiuti;
- I piani degli impianti previsti per lo stoccaggio, la movimentazione o altre operazioni di gestione dei RCD in cantiere, i quali potranno successivamente adattarsi alle caratteristiche particolari dell'opera e dei suoi sistemi di esecuzione;
- Le misure per la separazione dei rifiuti in cantiere;
- Una stima dei costi previsti per la gestione dei RCD generati in cantiere;
- Dovrà inoltre disporre della documentazione che accrediti l'effettiva gestione dei RCD prodotti in cantiere o consegnati ad un impianto di valorizzazione o smaltimento. La documentazione corrispondente ad ogni anno dovrà essere conservata per i successivi cinque anni, al fine di consentire una tracciabilità dei rifiuti.

D'altra parte, il Piano di gestione RCD, redatto dal possessore, altro non è se non la concretizzazione dello Studio di gestione degli RCD al caso particolare dell'opera da eseguire. Tale piano dovrà essere approvato dalla direzione facoltativa ed inoltre essere accettato dal promotore, entrando a far parte dei documenti contrattuali dell'opera.

Detto Piano dovrà essere eseguito in loco, in modo che il coordinatore responsabile della gestione dei RCD in opera possa seguirlo, così come dimostrare la sua esecuzione.

Il possessore dei RCD dovrà concretizzare, con i dati finali del progetto esecutivo e le circostanze di lavoro, le sezioni di seguito elencate e precedentemente definite nello Studio di gestione dei RCD:

- La descrizione delle modalità di applicazione dello Studio nel progetto;
- La descrizione delle modalità di copertura dei costi;
- La documentazione che accredita la corretta gestione dei rifiuti.

1.4 Gestione dei RCD

Per gestione si intende l'insieme di sistemi, strumenti e piani che portano al raggiungimento di un obiettivo. Nel caso dei rifiuti da costruzione e demolizione, la loro gestione deve avvenire in forma integrata: essa si realizza registrando il percorso definito per il rifiuto, dalla sua produzione fino alla sua disposizione finale, in modo controllato e sicuro per l'ambiente (Rey y Alvarez-Campana, 2007).

Per quanto riguarda la gestione dei RCD, essa può essere attuata in due differenti opzioni:

1. Gestire i RCD in loco e successivamente depositarli in un impianto autorizzato allo smaltimento.
2. Consegnare i RCD ad un gestore di rifiuti autorizzato, diretti preferibilmente al riutilizzo, al riciclaggio o ad altre forme di valorizzazione.

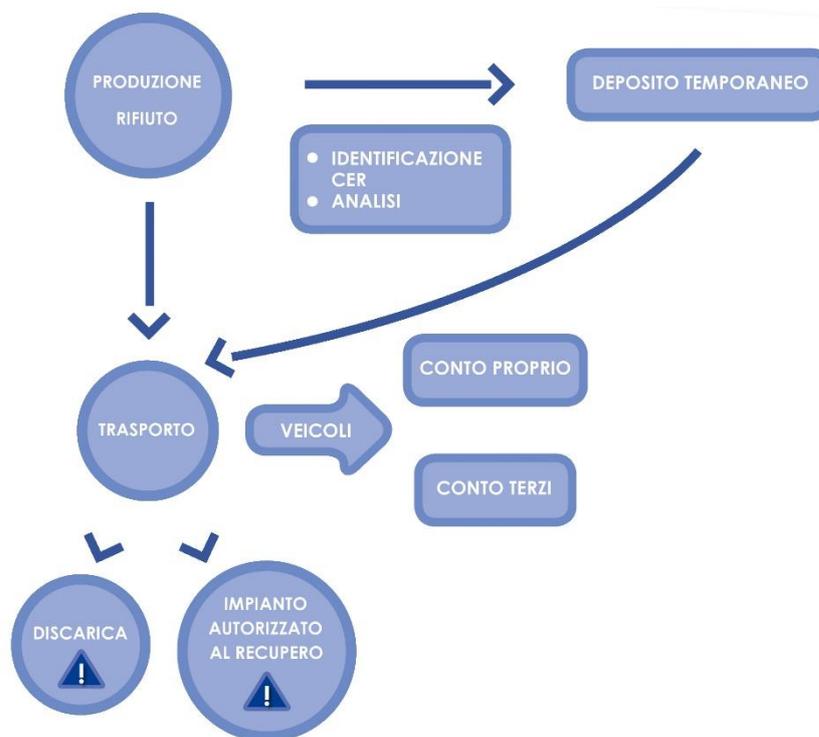


Figura 4. Percorso rifiuti da costruzione e demolizione.

1.4.1 Gestione RCD in fase progettuale

La previa pianificazione della gestione dei RCD, per minimizzare la loro generazione ed evitare maggiori danni all'ambiente, deve essere realizzata già nella fase di elaborazione del progetto, definendo le azioni concrete da attuare, in funzione delle contesto dell'opera e delle sue caratteristiche morfologiche. Tutte le imprese che operano nel campo edilizio devono come minimo tener conto delle seguenti azioni:

- Possibilità di utilizzare elementi prefabbricati che producono un minor volume di RCD, così come contemplare l'utilizzo di elementi provenienti da operazioni di recupero e/o riciclaggio;
- Identificare, classificare e stimare quantità e tipologie dei rifiuti che si produrranno, in modo da avere già un quadro quantitativo.
- Individuare e quantificare i possibili rifiuti pericolosi, e prevedere il loro smaltimento.
- Stabilire le regole per la separazione selettiva, stoccaggio, deposito temporaneo nel rispetto della salute umana e dell'ambiente.
- Pianificare operazioni di trattamento per ogni tipologia di rifiuto (riutilizzo, riciclaggio, in loco o in impianti di gestori autorizzati).
- Fornire un'adeguata formazione a tutti gli operai del cantiere.
- Nel caso di opere di demolizione o ristrutturazione, prevedere un piano di demolizione ed organizzare la raccolta selettiva.

1.4.2 Gestione RCD in fase esecutiva

Dopo la fase di pianificazione delle azioni, la vera e propria gestione dei RCD si attua in cantiere, con i seguenti step.

1. Identificazione, separazione selettiva e deposito temporaneo

La prima operazione da eseguire in cantiere per la gestione dei RCD prevede l'identificazione e la separazione selettiva alla fonte per cada tipologia di rifiuti. Bisogna tenere distinti tutti i rifiuti prodotti, ponendo particolare attenzione ai rifiuti pericolosi ed evitando mescolanze, raccogliendoli ordinatamente in modo differenziato. Ad ogni tipologia di rifiuto generato sarà affidato un codice CER, in modo da garantire una interpretazione univoca del rifiuto in tutto il territorio europeo. I rifiuti così smistati, sono raccolti in un'apposita area segnalata nel cantiere adibita a deposito temporaneo in attesa delle successive operazioni.



Figura 5. Esempio di separazione selettiva e deposito temporaneo (www.asarva.org).

Per i rifiuti pericolosi, quest'ultimi saranno obbligatoriamente etichettati con la simbologia che ne indica il pericolo, e mantenuti in condizioni di igiene, evitando la contaminazione con altri materiali.



Figura 6. Esempi di imballaggio rifiuti pericolosi e relativa etichetta (www.aglioniangelo.it).

2. Trattamento in loco, operazioni di riutilizzo

È possibile prendere in considerazione le operazioni in loco in quanto possono essere vantaggiose in termini di costi e ridurre le esigenze di trasporto. Tuttavia, le decisioni su tale preparazione in loco per il riutilizzo e il riciclaggio devono essere prese caso per caso, a seconda delle caratteristiche del cantiere quali le dimensioni del cantiere e la prossimità ad aree verdi, residenti e imprese. Tali decisioni devono tener conto di fattori e rischi economici, ambientali, sociali e per la salute. Questo tipo di operazioni spesso richiede autorizzazioni o licenze. Un esempio di riutilizzo in sito è rappresentato dai rifiuti inerti non contaminati, come le terre e rocce da scavo, che vengono reimpiegati nello stesso cantiere, successivamente ad operazioni di trattamento in impianti mobili di recupero. In questo modo i rifiuti perdono il loro carattere di rifiuto e vengono denominati come sottoprodotti.



Figura 7. Impianto mobile per il trattamento dei rifiuti inerti in sito (www.4cecosoluzioni.it).

3. Logistica e trasporto

Successivamente alla fase di stoccaggio in depositi temporanei, i RCD, laddove non riutilizzati in sito previo trattamento, vengono consegnati in impianti autorizzati al riciclo e/o recupero oppure smaltiti in discarica. La consegna dei rifiuti può avvenire per conto proprio dell'impresa che esegue i lavori, oppure attraverso un'impresa trasportista, registrata e autorizzata dalle autorità statali. La consegna deve essere opportunamente documentata tanto dall'impresa che esegue i lavori quanto dall'impianto che accoglierà tali rifiuti, con l'identificazione dei rifiuti trasportati (quantità, tipologia, codice CER, produttore, gestore). Fondamentale è la tracciabilità dei rifiuti, ovvero la possibilità di conoscere l'esatta ubicazione del rifiuto così come la sua provenienza.

FORMULARIO RIFIUTI		RF	NUMERO REGISTRO	DATA DI EMISSIONE DEL FORMULARIO
<small>Il Lgt. del 5 febbraio 1997, n. 22 (l.M. del 2° aprile 1998, n. 145 art. 15 e successive modifiche e integrazioni) - Direttiva Min. Ambiente 9 aprile 2002</small>		111111 /07	0 0 0 0 2 / 1 3	1 6 0 5 2 0 1 3
1 PRODUTTORE o DETENTORE				
Denominazione o Ragione sociale Impresa Edile Leccese S.r.l.				
Unità Locale Cantiere di Via Partigiani n.8, Lecce				
Cod. fis. 0 1 2 3 4 5 6 7 8 8 9 N. Autorizz. / Albo _____ del _____				
2 DESTINATARIO				
Denominazione o Ragione sociale Nome del Destinatario				
Lungo di Destinazione Indirizzo del Destinatario				
Cod. fis. 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 N. Autorizz. / Albo 123456/2011 del 0 1 0 1 1 1				
3 TRASPORTATORE				
Denominazione o Ragione sociale Nome del Trasportatore				
Indirizzo Indirizzo del Trasportatore				
Cod. fis. 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 N. Autorizz. / Albo BA 000123 del 0 1 0 1 1 1				
Trasporto di rifiuti non pericolosi prodotti nel proprio stabilimento <input type="checkbox"/> di _____				
4 CARATTERISTICHE DEL RIFIUTO				
Denominazione / Descrizione del rifiuto rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione, diversi da quelli di cui 170901, 170902 e 170903				
CODICE DEL RIFIUTO (*) 17 09 04		STATO FISICO 1 2 3 4 <input checked="" type="checkbox"/> Solido non polv.		CARATTERISTICHE DI PERICOLOSI _____
N. COLLI/CONTENITORI _____				
5 DESTINAZIONE DEL RIFIUTO				
<input checked="" type="checkbox"/> Recupero <input type="checkbox"/> Smaltimento R13				
6 QUANTITÀ		7 PERCORSO		8 TRASPORTO SOTTOPOSTO A NORMATIVA ADR / RID
<input checked="" type="checkbox"/> Kg 5000 <input type="checkbox"/> Litri _____		Se diverso dal più breve _____		<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
P.I. loco _____				
Tara <input checked="" type="checkbox"/> Assa da verificarsi a destino				
9 FIRME				
FIRMA DEL PRODUTTORE/DETENTORE Mario Rossi			FIRMA DEL TRASPORTATORE Luigi Bianchi	
10 MODALITÀ E MEZZO DI TRASPORTO				
Targa automezzo BB 000 AA		Targa rimorchio AA 111 BB		
Cognome e Nome del Conducente Bianchi Luigi			Data e Ora Inizio Trasporto 1 6 0 5 2 0 1 3 1 0 2 0	
11 RISERVATO AL DESTINATARIO				
Si dichiara che il carico è stato: <input type="checkbox"/> Accettato per intero <input checked="" type="checkbox"/> Accettato per la seguente quantità: <input type="checkbox"/> Kg. <input type="checkbox"/> Litri				
<input type="checkbox"/> Respinto per le seguenti motivazioni: _____				
Data 1 6 0 5 2 0 1 3		Ora 1 2 0 0		Firma del Destinatario Timbro e firma destinatario

Figura 8. Facsimile formulario identificazione rifiuti italiano.

4. Operazioni di valorizzazione

Tutti i soggetti che producono materiale derivante da lavori di costruzione e demolizione adottano tutte le misure atte a favorire la riduzione di rifiuti da smaltire in discarica, attraverso operazioni di reimpiego nel rispetto della gerarchia dei rifiuti, previa verifica della compatibilità tecnica al riutilizzo in relazione alla tipologia dei lavori previsti. Il conferimento in discarica avviene (con le modalità previste dalla normativa vigente) esclusivamente nei casi in cui non risulti possibile una delle operazioni di riutilizzo e recupero.

TIPOLOGIA RCD	TRATTAMENTO
PIETRA (Terra superficiale e da scavo)	RIUTILIZZO in sito come rinterro nello stesso cantiere o in un altro cantiere.
CALCESTRUZZO	RICICLAGGIO, previa frantumazione, come pietrisco per calcestruzzi, drenaggi o rinterri
METALLO	RIUTILIZZO/RICICLAGGIO in nuovi prodotti
MATERIALE CERAMICO	RIUTILIZZO/RICICLAGGIO, previa frantumazione, per rinterri
LEGNO	RIUTILIZZO/RICICLAGGIO per la fabbricazione di compensati
VETRO	RICICLAGGIO, previa frantumazione, come pietrisco per calcestruzzi, drenaggi o rinterri
ASFALTO	RICICLAGGIO per rinterri o come asfalto
CONTENITORI e IMBALLAGGI IN PLASTICA/CARTONE	RIUTILIZZO/RICICLAGGIO in nuovi prodotti
OLI, PITTURE e PRODOTTI CHIMICI	TRATTAMENTO SPECIALE in impianti autorizzati
APPARECCHI ELETTRICI – MACCHINARI	DEPOSITO in punti puliti
MACERIE	RICICLAGGIO o TRATTAMENTO in impianti autorizzati
RIFIUTI PERICOLOSI	TRATTAMENTO SPECIALE in impianti autorizzati
RIFIUTI ORDINARI	DEPOSITO in discarica

Tabella 7. Proposta di trattamento RCD in funzione della loro tipologia.

Di seguito sono indicate le possibili operazioni di recupero, inserite nell'Allegato II del DQR 98/2008/CE:

R 1 Utilizzazione principalmente come combustibile o come altro mezzo per produrre energia

R 2 Recupero/rigenerazione dei solventi

R 3 Riciclaggio/recupero delle sostanze organiche non utilizzate come solventi (comprese le operazioni di compostaggio e altre trasformazioni biologiche)

R 4 Riciclaggio/recupero dei metalli e dei composti metallici

R 5 Riciclaggio/recupero di altre sostanze inorganiche

R 6 Rigenerazione degli acidi o delle basi

R 7 Recupero dei prodotti che servono a ridurre l'inquinamento

R 8 Recupero dei prodotti provenienti da catalizzatori

R 9 Rigenerazione o altri reimpieghi degli oli

R 10 Trattamento in ambiente terrestre a beneficio dell'agricoltura o dell'ecologia

R 11 Utilizzazione di rifiuti ottenuti da una delle operazioni indicate da R 1 a R 10

R 12 Scambio di rifiuti per sottoporli a una delle operazioni indicate da R 1 a R 11

R 13 Messa in riserva di rifiuti in attesa di una delle operazioni indicate da R 1 a R 12 (escluso il deposito temporaneo, prima della raccolta, nel luogo in cui i rifiuti sono prodotti)

Di seguito sono indicate le possibili operazioni di smaltimento, inserite nell'Allegato I del DQR 98/2008/CE:

D 1 Deposito sul o nel suolo (ad es. discarica, ecc.)

D 2 Trattamento in ambiente terrestre (ad es. biodegradazione di rifiuti liquidi o fanghi nei suoli, ecc.)

D 3 Iniezioni in profondità (ad es. iniezione dei rifiuti pompabili in pozzi, in cupole saline o in faglie geologiche naturali, ecc.)

D 4 Lagunaggio (ad es. scarico di rifiuti liquidi o di fanghi in pozzi, stagni o lagune, ecc.)

D 5 Messa in discarica specialmente allestita (ad es. sistemazione in alveoli stagni separati, ricoperti e isolati gli uni dagli altri e dall'ambiente, ecc.)

D 6 Scarico dei rifiuti solidi nell'ambiente idrico eccetto l'immersione

D 7 Immersione, compreso il seppellimento nel sottosuolo marino

D 8 Trattamento biologico non specificato altrove nel presente allegato, che dia origine a composti o a miscugli che vengono eliminati secondo uno dei procedimenti indicati da D 1 a D 12

D 9 Trattamento fisico-chimico non specificato altrove nel presente allegato, che dia origine a composti o a miscugli che vengono eliminati secondo uno dei procedimenti indicati da D 1 a D 12 (ad es. evaporazione, essiccazione, calcinazione, ecc.)

D 10 Incenerimento a terra

D 11 Incenerimento in mare

D 12 Deposito permanente (ad es. sistemazione di contenitori in una miniera)

D 13 Raggruppamento preliminare prima di una delle operazioni indicate da D 1 a D 12

D 14 Ricondizionamento preliminare prima di una delle operazioni indicate da D 1 a D 13

D 15 Deposito preliminare prima di una delle operazioni di cui ai punti da D 1 a D 14 (escluso il deposito temporaneo, prima della raccolta, nel luogo in cui i rifiuti sono prodotti)

5. Demolizione selettiva

Negli interventi di demolizione, il recupero della massima quantità possibile di rifiuti dipende dalla adozione di prassi di demolizione di tipo selettivo, che consentono la separazione dei materiali di risulta in frazioni omogenee, al fine di favorirne la valorizzazione in termini di recupero e di ridurre le quantità da smaltire in discarica. L'efficacia della demolizione selettiva aumenta quando le attività di disassemblaggio vengono opportunamente programmate per modalità di esecuzione e sequenza. Tali attività non sono necessariamente conseguenti nel tempo ma, ad eccezione di alcune, possono essere eseguite in contemporanea.

Per tale ragione, la demolizione è supportata da un’attenta progettazione, capace di organizzare le molteplici fasi di lavoro attraverso precise indicazioni sulle tecnologie, sulla sequenza e sulle modalità del disassemblaggio.

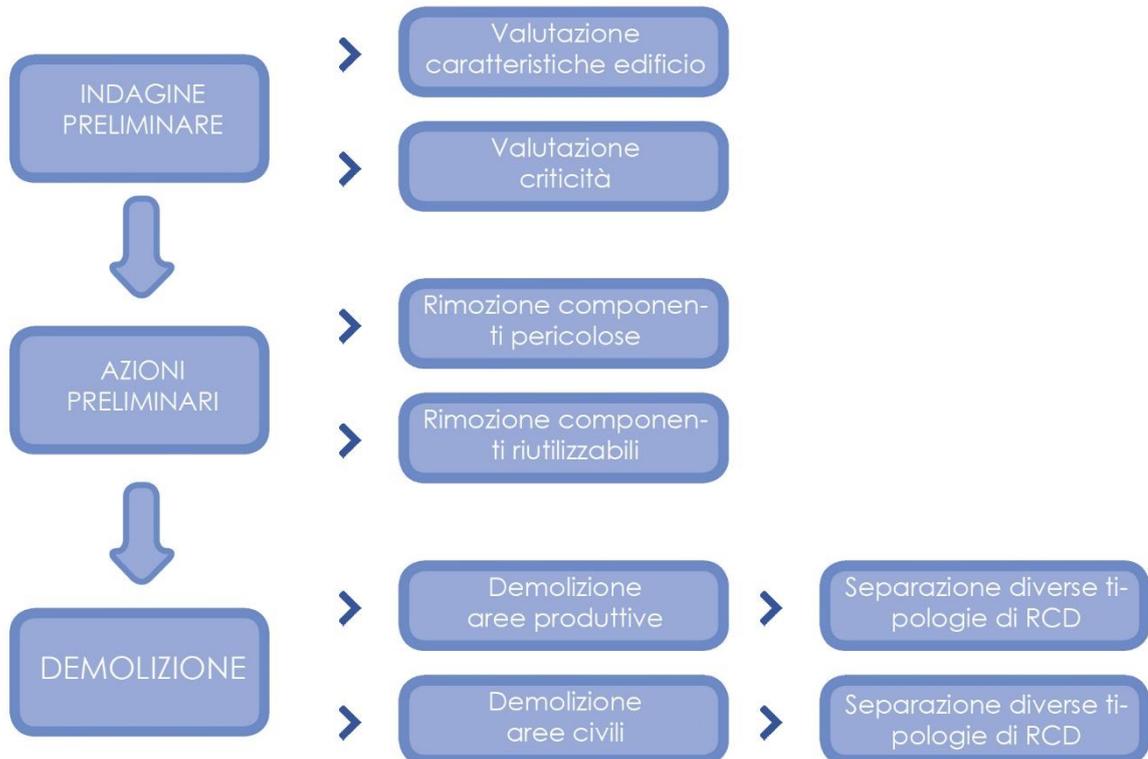


Figura 9. Fasi operative demolizione selettiva.

1.4.3 Protocollo UE per la gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione

Nel settembre 2016 l'UE ha emanato un protocollo specifico per la corretta gestione degli RCD, dato che la direttiva europea in materia di rifiuti norma a livello generale la gestione di quest'ultimi, non trattando specificamente i soli rifiuti da costruzione e demolizione. Il suddetto protocollo si inserisce nell'ambito della strategia per il settore delle costruzioni 2020, nonché della Comunicazione sulle opportunità per migliorare l'efficienza delle risorse nell'edilizia. Esso fa inoltre parte del più recente e ambizioso Pacchetto sull'economia circolare presentato dalla Commissione europea, che contiene proposte legislative riviste in materia di rifiuti per stimolare la transizione dell'Europa verso un'economia circolare e aumentare così la competitività globale, promuovere la crescita economica sostenibile e creare nuova occupazione.

L'obiettivo generale del protocollo è aumentare la fiducia nel processo di gestione dei RCD e nella qualità dei materiali riciclati da tali rifiuti. Ciò sarà possibile mediante (Figura 10):

- una migliore identificazione, separazione alla fonte e raccolta dei rifiuti;
- una migliore logistica dei rifiuti;
- un miglior trattamento dei rifiuti;
- la gestione della qualità;
- condizioni politiche e condizioni quadro adeguate.

Esso è rivolto a operatori del settore delle costruzioni (incluse le imprese di ristrutturazioni e le imprese specializzate in opere di demolizione), fabbricanti di prodotti da costruzione, imprese di trattamento, trasporto, logistica e riciclaggio dei rifiuti; alle autorità pubbliche a livello locale, regionale, nazionale e dell'Unione europea; agli organismi di certificazione della qualità per edifici e infrastrutture; agli acquirenti di materiali riciclati da RCD.

Al fine di mettere in atto tutti gli obiettivi prefissati lungo la catena di gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione, il protocollo si basa sui seguenti 8 principi:

1. Basato sul mercato e promotore della competitività: il protocollo è basato sul mercato e tiene pienamente conto dei costi e dei benefici (compresi quelli ambientali) della gestione dei RCD. Esso ha carattere volontario;
2. Titolarità degli operatori e approvazione e sostegno da parte dei responsabili politici: il protocollo deve essere riconosciuto e utilizzato da un gruppo il più ampio possibile di operatori e responsabili politici;
3. Trasparenza e rintracciabilità nel corso dell'intero processo di gestione dei RCD: occorre garantire la trasparenza di ciò che accade ai rifiuti in tutte le fasi del

processo di gestione dei RCD. In questo modo si contribuirà ad accrescere la fiducia nei confronti dei prodotti riciclati. La rintracciabilità è quindi importante;

4. Promuovere la certificazione e le verifiche in ogni fase del processo: al fine di assicurare un livello minimo di qualità lungo l'intero processo di gestione dei rifiuti, le attività di verifica e la certificazione sono strumenti importanti per aumentare la qualità e ispirare maggiore fiducia nei materiali riciclati dai RCD;
5. Non occorre reinventare la ruota: il protocollo si basa sulle norme, sulle linee direttrici, sui protocolli, sulle migliori pratiche e sui sistemi di certificazione esistenti;
6. Ubicazione: poiché le circostanze locali, tra cui la portata e le zone limitrofe del progetto, influenzano notevolmente il potenziale di gestione dei RCD, è fondamentale riconoscere e rispettare tale diversità. Vanno riconosciute pienamente soprattutto le questioni di prossimità e quindi il diverso potenziale tra contesti urbani e rurali: la fattibilità del riciclaggio dei RCD, infatti, è molto più elevata in zone con una maggiore densità di popolazione. Anche la diversità geografica (zona montuosa o pianeggiante) e i tipi di costruzione sono due aspetti da tenere in considerazione;
7. Rispetto delle regole e delle norme ambientali, di salute e sicurezza: non ha senso promuovere il riciclaggio o il riutilizzo di RCD se ciò va a scapito dell'ambiente, della salute o della sicurezza. Il protocollo promuove inoltre l'adozione, all'interno del settore, del sistema dell'UE di ecogestione e audit (EMAS) dell'UE come strumento per valutare, segnalare e migliorare le prestazioni ambientali delle imprese.
8. Raccolta e generazione di dati nel corso dell'intero processo di gestione dei RCD: vanno perfezionate la raccolta e la generazione di dati e statistiche per l'adozione di migliori politiche e pratiche, consentendo anche un confronto tra Stati membri. Ciò richiede il tracciamento e la rintracciabilità di tutti i RCD generati. Ai fini della comparabilità dei dati è importante utilizzare denominazioni comuni per le diverse frazioni di RCD.

Seguendo il suddetto protocollo e dotandosi di un sistema di gestione ambientale le imprese del settore edilizio saranno in grado di operare nel rispetto dell'ambiente e della salute umana.

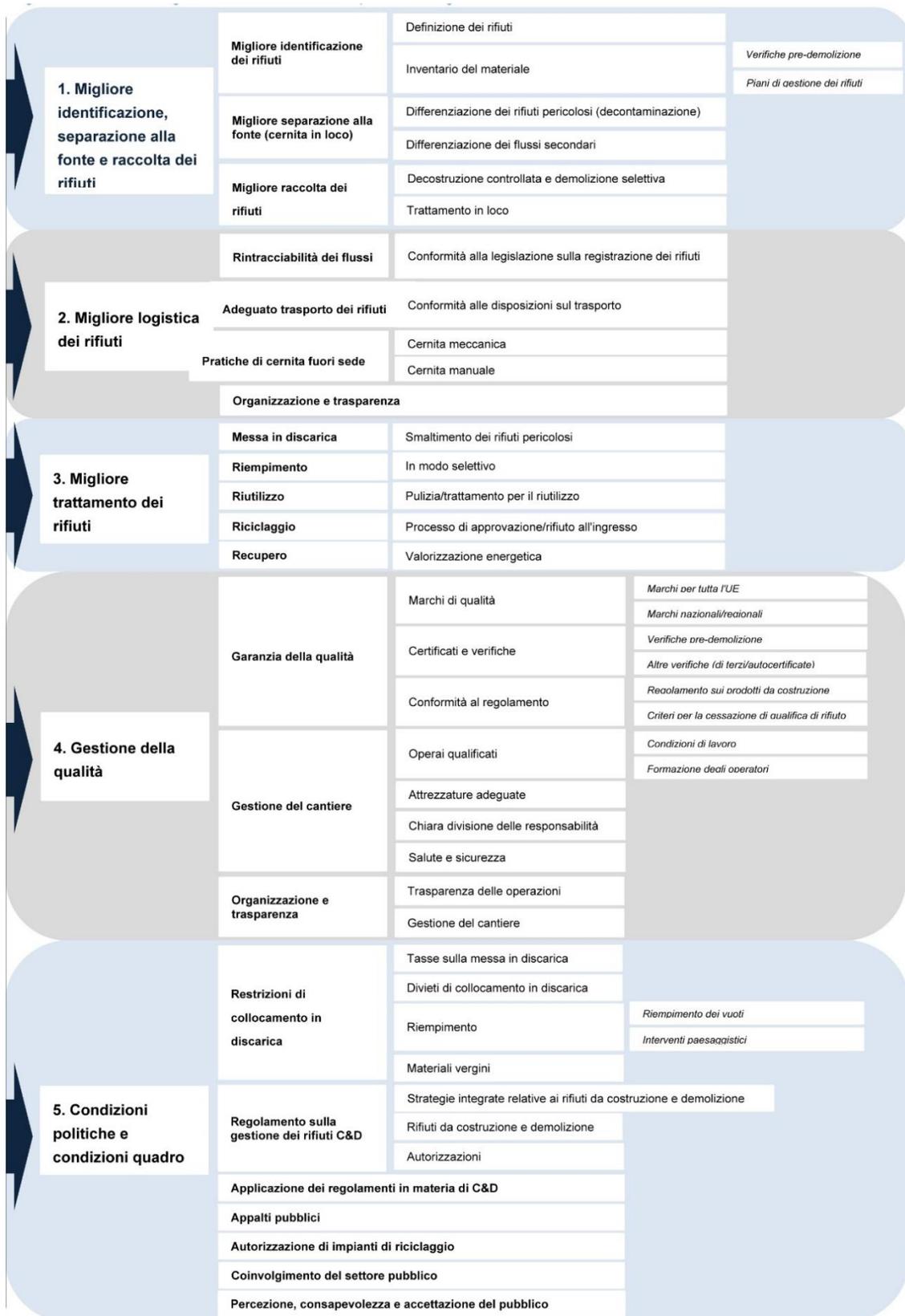


Figura 10. Albero degli obiettivi e delle azioni del protocollo di gestione dei RCD dell'UE, anno 2016.

2. OBIETTIVI

L'obiettivo principale di questa tesi è quello di tentare di stilare una lista di buone pratiche (BP) per migliorare la gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione nei cantieri edili e di implementare tale lista nel Sistema di gestione degli RCD in Italia. Lo scopo è quello, quindi, di fornire utili coordinate ai soggetti interessati in materia di RCD, per operare nel rispetto dei principi ambientali, in uno scenario in cui i cambiamenti legislativi risultano frequenti negli ultimi anni. L'applicazione di BP non solo aiuterà i tecnici a gestire i RCD in accordo con la normativa vigente, ma anche a minimizzare la loro produzione alla fonte, al fine di raggiungere l'obiettivo europeo di "zero rifiuti".

A tal fine si seguiranno i seguenti obiettivi specifici:

OB.1 Ponderare e analizzare tutte le BP adottate nel mondo, partendo dalla ricerca di articoli, documenti, pubblicazioni e normative in materia di RCD.

OB.2 Porre particolare attenzione alle BP adottate in Italia e in Spagna, frutto dell'analisi dei due casi di studio analizzati.

OB.3 Stesura di una lista generale di BP, incontrate nella fase di indagine e analisi.

OB.4 Stesura di una lista di BP da adottare in Italia. La gamma di buone pratiche incontrate è ampia e non tutte sono ugualmente efficaci per ridurre la generazione di RCD. Tenendo conto non solo dei fattori economici, ma anche dei fattori ambientali e territoriali, così come delle caratteristiche e condizioni di lavoro, tale lista viene filtrata, proponendo una serie di BP adatte al contesto italiano.

3. METODOLOGIA

Per conoscere la realtà attuale circa la gestione dei RCD nelle opere di costruzione e poter quindi conseguire l'obiettivo fondamentale di questa tesi, ovvero l'elaborazione di una lista di buone pratiche, si è deciso di analizzare due casi di studio, rispettivamente uno in Spagna e uno in Italia.

Si tratta, in entrambi i casi, di tipologie costruttive a destinazione d'uso residenziale di nuova costruzione, al fine di poter effettuare un confronto tra dati e informazioni elaborate che sia il più veritiero possibile.

La figura successiva schematizza le fasi metodologiche seguite durante il processo di studio.



Figura 11. Schema fasi metodologiche perseguite.

3.1 Fase I

3.1.1 Definizione punti da analizzare

Vengono ora definiti i vari punti da esaminare in ogni caso di studio:

1. Descrizione dell'opera, ubicazione e caratteristiche morfologiche.
2. Stima delle quantità dei RCD generati totali e per tipologia.
3. Analisi gestione RCD: misure preventive in cantiere, destino rifiuti pericolosi, operazioni di trattamento rifiuti non pericolosi.
4. Valutazione BP adottate in cantiere.
5. Stima dei costi di gestione.

3.1.2 Raccolta dati

Si passa successivamente alla fase di ricerca e raccolta dati, riguardanti i due casi di studio, in riferimento ai punti precedentemente identificati. Per la ricerca si è utilizzato principalmente il web. Ulteriori dati sono stati forniti dalle imprese appaltatrici che hanno realizzato le due opere.

3.2 Fase II

3.2.1 Analisi caso studio spagnolo NEINOR 76

Studio del caso NEINOR 76. L'analisi viene condotta in riferimento ai punti elencati nel paragrafo 3.1.1. Si pone l'attenzione sulle modalità di analisi dati condotte nella pratica spagnola per una successiva rielaborazione e applicazione al caso studio italiano.

3.3 Fase III

3.3.1 Analisi caso studio italiano RESIDENZA SAN ROCCO con metodo spagnolo

Con le modalità di analisi dati incontrate nel caso studio spagnolo, si è proceduto alla loro applicazione al caso della Residenza San Rocco. In particolar modo ci si è focalizzati sull'analisi dei punti 2. e 5. Per l'elaborazione dei dati si sono utilizzati principalmente fogli Excel.

3.4 Fase IV

3.4.1 Confronti

Si esegue innanzitutto un primo confronto tra i due casi studio sulla base dei punti esaminati. Successivamente è proposto un confronto tra i dati ottenuti attraverso l'analisi del caso studio italiano con le modalità pratiche utilizzate in Spagna e i dati reali dello stesso raccolti in fase di ricerca.

3.5 Fase V

3.5.1 Conclusioni

Le comparazioni effettuate metteranno in risalto le buone pratiche adottate nei due casi studio, permettendo di raggiungere l'obiettivo principale di questo lavoro di tesi.

4. RISULTATI

4.1 NEINOR 76

Il caso di studio analizzato in Spagna tratta di un complesso residenziale privato dal nome Dehesa Homes NEINOR 76. È costituito da 76 unità abitative, da tre o quattro camere da letto e ampie terrazze, garage, cantine, piscine esterne, palestra, campo da tennis, area gioco bimbi e locali commerciali, per una superficie totale di 16.877,81 m².



Figura 12. Render complesso residenziale NEINOR 76 (www.neinorhomes.com).

Promotore: NEINOR HOMES, S.L.

Progettista: D. José Javier García Alba.

Appaltatore: Arpada, S.A.

	Ordenanza	Proyecto
Superficie parcela	7.732,00 m ²	7.732,00 m ²
Edificabilidad	9.502 m ² <small>(mas 3.5% por artículo 7.3.3 de la norma)</small>	Cumple [9776.26m ²]
Ocupación	65% S.R.=6176,30 m ²	2635,09 m ²
Uso característico	Residencial colectivo. Residencial unifamiliar.	Residencial colectivo
Ordenanza	Zona A. Vivienda libre.	Zona A. Bloque abierto.
Altura	B+4 (+Bc) 15,15 altura máxima	B+4 (+Bc) 15,10 m a cornisa.
Retranqueo	Lindero: H/2	Lindero: 7,57 m
Nº de viviendas	76	76
Garaje Aparcamiento	1,5 pl/ vivienda 1,5 pl/ 100 m ² de comercial	114 plazas 6 plazas
Trasteros	1 T/ viv= 76	1 T/ viv= 76

Tabella 8. Parametri urbanistici dell'opera (Fonte Arpada).

4.1.1 Ubicazione e localizzazione

NEINOR 76 è situato a San Sebastian de los Reyes, comune a Nord di Madrid, appartenente alla comunità autonoma di Madrid.



Figura 10. Ubicazione comune di San Sebastian de los Reyes all'interno del territorio spagnolo.

Il complesso è collocato nel lotto compreso tra Avenida de los Quiñones, Calle Julio Rey Pastor, Calle José Hierro e il Paseo Gregorio Marañón.

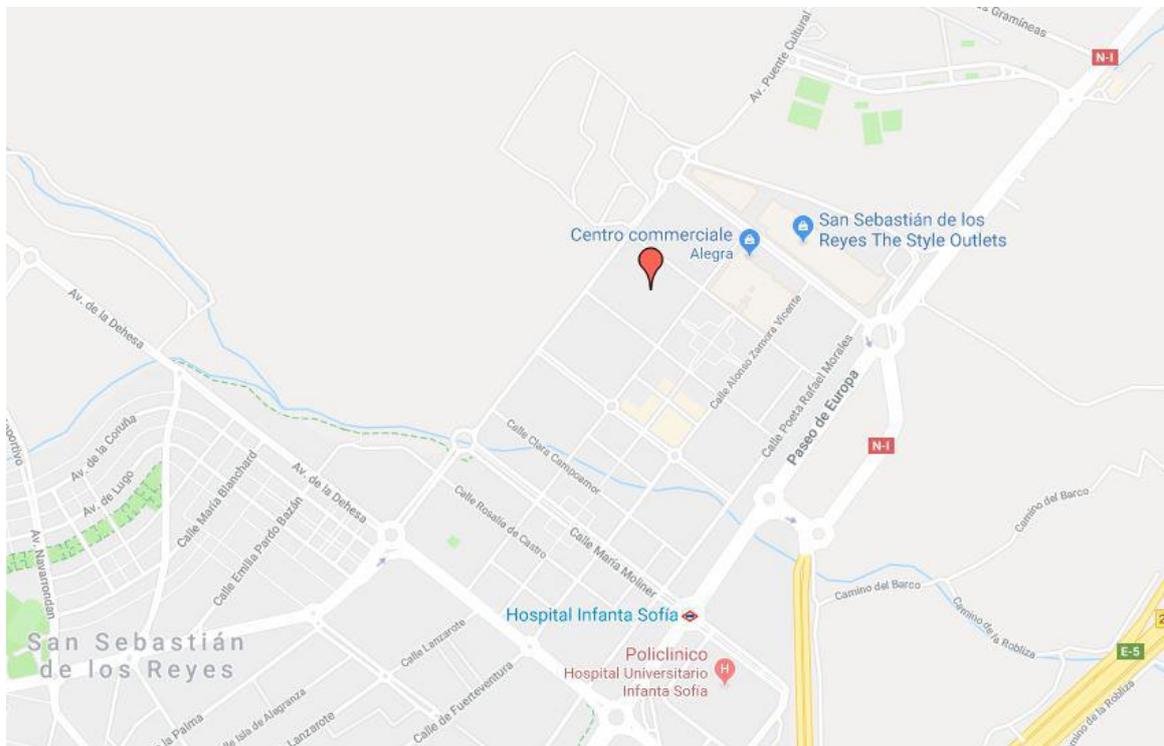


Figura 11. Mappa stradale di San Sebastian de los Reyes, Comunità autonoma di Madrid (Fonte Google Maps).



Figura 12. Ortofoto di San Sebastian de los Reyes, Comunità autonoma di Madrid (Fonte Google Maps).

4.1.2 Caratteristiche morfologiche

NEINOR 76 è costituito da tre blocchi abitativi (Blocco A, Blocco B e Blocco C), ciascuno avente cinque piani fuori terra, copertura piana e un interrato comune adibito ad autorimessa.

La struttura portante dei blocchi è a telaio, con travi e pilastri in cemento armato gettato in opera, le partizioni verticali verso l'esterno sono pareti ventilate, partizione interne in pannelli di cartongesso e i serramenti verso l'esterno presentano doppio vetro camera.

4.1.3 Stima quantità RCD prodotti

Una volta identificati i diversi rifiuti che saranno prodotti in cantiere, si procede al calcolo delle quantità di ciascun tipo di rifiuto prodotto. In base a queste quantità l'impresa spagnola verserà un corrispettivo monetario, una sorta di cauzione o garanzia finanziaria (cfr. par. 1.3.3.), per tale ragione è importante che alla fine le quantità stimate e dichiarate inizialmente si approssimino ai dati reali.

Inoltre in Spagna, il Real Decreto 105/2008, che disciplina la produzione e la gestione dei RCD, richiede nuovi aspetti nella legislazione spagnola in materia di rifiuti. Tra questi vi è l'obbligo di redigere un piano di gestione rifiuti per ogni progetto che deve necessariamente includere una stima del quantitativo di RCD che saranno prodotti (Villoria Sáez et al., 2011).

Pertanto i tecnici spagnoli in fase di redazione di piani e studi di gestione RCD, utilizzano una metodologia basata su un singolo indicatore per la stima dei quantitativi di rifiuti prodotti, di seguito esplicitata.

Partendo dalla superficie costruita di progetto, si applica un parametro estimativo a fini statistici che esprime i m³ di rifiuti prodotti per ogni m² di superficie costruita. Si assume, pertanto, un parametro pari a 0,118 m³/ m² tratto da un rapporto dell'ITeC (Institut de Tecnología de la Construcció de Catalunya) dal nome "Situación actual y perspectivas de futuro de los residuos de la construcción", dove si incontra lo studio realizzato su diverse opere spagnole per l'acquisizione dei parametri indicati.

Si considera inoltre una densità tipo pari a 0,82 Tn/m³, compresa tra 0,50 Tn/m³ e 1,50 Tn/m³.

STIMA QUANTITATIVO RCD nell'opera		
Superficie Costruita totale	16.877,81	m ²
Volume RCD (S x 0,118)	1.991,58	m³
Densità Media	0,820	Tn/m ³
Peso RCD	1.633,10	Tn

Tabella 9. Stima quantitativo RCD prodotti nell'opera NEINOR 76.

Una volta ottenuto il dato globale in tonnellate dei RCD prodotti, si procede di seguito stimando il peso per tipologia di rifiuti. Si distinguono pertanto:

- **RCD Livello I:** terra e pietre da scavo non contaminate da sostanze inquinanti. Tali rifiuti presentano una composizione abbastanza omogenea. Non sono propriamente considerati rifiuti, quanto piuttosto sottoprodotti, e possono essere reimpiegati per rinterri nel cantiere stesso o in altre opere;
- **RCD Livello II:** macerie o detriti prodotti principalmente dall'attività edilizia. La loro composizione si presenta piuttosto eterogenea, includendo materiali come calcestruzzo, mattoni e altri materiali inerti, ma anche metalli, legno, plastica, rifiuti organici e altri rifiuti potenzialmente pericolosi.

A.1.: RCD Livello I			
	Tn	d	V
Valutazione teorica del peso per tipologia di RDC	Tonnellate per ciascun tipo di RDC	Densità tipo (tra 1,5 e 0,5)	m ³ Volume di Rifiuti
1. TERRE E PIETRE DA SCAVO			
Terre e pietre provenienti dallo scavo, stimate direttamente dai dati di progetto	24.877,06	1,25	19.901,65

Tabella 10. Stima quantitativo RCD Livello I, NEINOR 76.

Mentre per la stima delle tonnellate di RCD Livello I si fa riferimento direttamente ai dati di progetto, per la stima dei quantitativi di ciascuna tipologia di RCD Livello II si utilizzano dei parametri percentuali sul peso totale, estratti dal Piano Regionale RCD 2006-2016 della Comunità Autonoma di Madrid.

A.2.: RCD Livello II				
	%	Tn	d	V
Valutazione teorica del peso per tipologia di RDC		Tonnellate per ciascun tipo di RDC	Densità tipo (tra 1,5 e 0,5)	m ³ Volume di Rifiuti
RCD: Natura non pietrosa				
1. Materiale di isolamento	0,003	4,90	0,60	8,17
2. Legno	0,060	97,99	0,70	139,98
3. Metalli	0,045	73,49	1,50	48,99
4. Carta, cartone	0,004	6,53	0,70	9,33
5. Plastica	0,025	40,83	0,50	81,65
6. Vetro	0,005	8,17	0,90	9,07
7. Gesso	0,002	3,27	0,70	4,67
TOTALE stima	0,144	235,17		301,86
RCD: Natura pietrosa				
1. Sabbia, ghiaia e altro	0,050	81,65	1,00	81,65
2. Calcestruzzo	0,120	195,97	0,90	217,75
3. Mattoni, piastrelle e altri materiali ceramici	0,540	881,87	0,90	979,86
4. Pietra	0,050	81,65	0,90	90,73
TOTALE stima	0,760	1.241,15		1.369,99
RCD: Potenzialmente pericolosi e altro				
1. Spazzatura	0,066	107,78	0,90	119,76
2. Potenzialmente pericolosi	0,030	48,99	0,50	97,99
TOTALE stima	0,096	156,78		217,75

Tabella 11. Stima quantitativo RCD Livello II, NEINOR 76.

4.1.4 Analisi Gestione RCD

Piano Gestione rifiuti da costruzione e demolizione

NEINOR 76 dispone di un piano per la gestione dei RCD, come richiesto dall'articolo 5 del Real Decreto 105/2008, che contiene:

- Identificazione dei rifiuti prodotti, codificati con riferimento al CER.
- Stima dei quantitativi di ogni tipologia di rifiuto generato in cantiere.
- Operazioni di riutilizzo, valorizzazione o eliminazione.
- Destino previsto per i rifiuti.
- Stima del costo previsto per la gestione dei RCD.
- Misure per la prevenzione di rifiuti in cantiere.

Operazioni di riutilizzo, valorizzazione o eliminazione

OPERAZIONI PREVISTE	
RIUTILIZZO: l'impiego di un prodotto usato con lo stesso scopo per il quale era stato originariamente concepito	
<input checked="" type="checkbox"/>	Non si prevede alcuna operazione di riutilizzo
<input checked="" type="checkbox"/>	Riutilizzo di terra proveniente da scavo nella stessa opera
<input type="checkbox"/>	Riutilizzo di rifiuti minerali o pietrosi in aggregati riciclati o in opere di urbanizzazione
<input type="checkbox"/>	Riutilizzo di materiale ceramico
<input type="checkbox"/>	Riutilizzo di materiale non pietroso: legno, vetro...
<input type="checkbox"/>	Riutilizzo di materiale metallico
<input type="checkbox"/>	Altro (indicare)
VALORIZZAZIONE: tutto il procedimento che permette lo sfruttamento delle risorse contenute nei rifiuti senza mettere in pericolo la salute umana e senza utilizzare metodi che possono causare danno all'ambiente	
<input checked="" type="checkbox"/>	Non si prevede alcuna operazione di valorizzazione in cantiere
<input type="checkbox"/>	Utilizzo principale come combustibile o come altro mezzo per generare energia
<input type="checkbox"/>	Recupero o rigenerazione di solventi
<input type="checkbox"/>	Riciclaggio o recupero di sostanze organiche che non usano solventi
<input checked="" type="checkbox"/>	Riciclaggio e recupero di metalli o composti metallici
<input type="checkbox"/>	Riciclaggio o recupero di altre materie organiche
<input checked="" type="checkbox"/>	Riciclaggio e recupero di materiale plastico
<input checked="" type="checkbox"/>	Riciclaggio o recupero del legno
<input checked="" type="checkbox"/>	Riciclaggio e recupero del vetro
<input checked="" type="checkbox"/>	Riciclaggio e recupero di carta e cartone
<input type="checkbox"/>	Rigenerazione di acidi e basi
<input type="checkbox"/>	Trattamento del suolo

Accumulo di rifiuti per successive operazioni di recupero secondo Allegato II DQR 98/2008/CE	
Altro (indicare)	
ELIMINAZIONE: tutto il procedimento di conferimento dei rifiuti in discarica o di distruzione degli stessi, totale o parziale, realizzato senza mettere in pericolo la salute umana senza utilizzare metodi che possono causare danni all'ambiente	
Non si prevede alcuna operazione di eliminazione	
<input checked="" type="checkbox"/>	Deposito in discarica di rifiuti inerti
	Deposito in discarica di rifiuti non pericolosi
<input checked="" type="checkbox"/>	Deposito in discarica di rifiuti pericolosi
Altro (indicare)	

Tabella 12. Operazioni previste sui RCD, NEINOR 76.

Destino rifiuti non pericolosi

I rifiuti non pericolosi raccolti in cantiere in forma differenziata sono stati affidati ad un impianto autorizzato dalla comunità di Madrid per stoccaggio e classificazione e successiva consegna ai vari impianti di trattamento e riciclaggio a seconda della tipologia.

CODICE RIFIUTI	TIPO DI RIFIUTI	QUANTITA' TOTALI Tn	IMPRESA GESTIONE RIFIUTI	DESTINO PREVISTO
17 01 07	Miscuglio di cemento e altri rifiuti pietrosi	359,28	MACOTRAN S. L.	UTE PLANTA NAVALCARNERO
17 01 (02, 03, 07)	Mattoni, piastrelle e altri materiali ceramici	881,87	MACOTRAN S. L.	UTE PLANTA NAVALCARNERO
17 02 01	Legno	97,99	MACOTRAN S. L.	TECMASA
17 02 03	Plastico	40,83	MACOTRAN S. L.	UTE PLANTA NAVALCARNERO
17 04 07	Miscuglio di metalli	73,49	MACOTRAN S. L.	RECICLAJE GRUPO S. LEON
17 06 04	Materiali isolanti	4,90	MACOTRAN S. L.	UTE PLANTA NAVALCARNERO
17 08 02	Materiali da costruzione a base di gesso	3,27	MACOTRAN S. L.	PLANTA YESO LAMINADO
20 01 01	Carta e cartone	6,53	MACOTRAN S. L.	ECOVIVAL
17 02 02	Vetro	8,17	MACOTRAN S. L.	UTE PLANTA NAVALCARNERO

Tabella 13. Destino rifiuti non pericolosi, NEINOR 76.

Destino rifiuti pericolosi

TIPO DI RIFIUTI	IMPRESA DI TRASPORTO E GESTORE AUTORIZZATO
Contenitori vuoti in plastica	HERA - ALANSU S.L.
Bombolette spray	
Contenitori vuoti metallici	
Terra contaminata	
Acqua contaminata con gasolio	

Tabella 14. Destino rifiuti pericolosi, NEINOR 76.

4.1.5 Valutazione buone pratiche adottate in cantiere

1. La zona di **deposito temporaneo** rifiuti è stata scelta tenendo in conto la viabilità interna al cantiere, tanto pedonale quanto carrabile, in modo da garantire una circolazione sicura all'interno del perimetro dello stesso. Sono state stabilite tre aree differenti, una per l'accumulo temporaneo di RCD inerti, una per la raccolta dei rifiuti pericolosi e una per lo stoccaggio della terra provenienti dallo scavo, quest'ultima parzialmente utilizzata per rinterro all'interno del cantiere stesso.
2. I **rifiuti pericolosi** prodotti in cantiere sono stati raccolti in una casetta verde chiamata isola ecologica, collocata in modo che fosse accessibile sia dall'interno del cantiere, per lo stoccaggio, sia dall'esterno, per la raccolta dei contenitori. L'isola è

posizionata su una soletta di calcestruzzo per evitare l'eventuale contaminazione del suolo.

L'isola ecologica contiene tre sacchi industriali, uno per contenitori metallici vuoti che contenevano liquidi o paste che presentano uno dei pittogrammi di pericolo (Figura 14), un secondo



Figura 13. Isola Ecologica all'interno del cantiere NEINOR 76.

per contenitori plastici che contenevano liquidi pericolosi, contaminanti, corrosivi o tossici, ed un terzo per bombolette spray vuote.

Pericoli Fisici



Pericoli per la salute



Pericoli per l'ambiente



Figura 14. Pittogrammi di pericolo.

Sono presenti inoltre tre bidoni di colore azzurro che contengono rispettivamente acqua contaminata con gasolio, terra contaminata e assorbenti, materiale da filtrazione, roba ed indumenti contaminati.

I contenitori di rifiuti pericolosi sono stati etichettati in forma chiara, leggibile e indelebile. Sull'etichetta appare:

- Codice CER.
- Nome, indirizzo e recapito del produttore di tali RP.
- Data di inizio e fine confezionamento.
- Natura dei rischi connessi, indicati con il pittogramma corrispondente (Figura 14).

I rifiuti pericolosi sono stati depositati in cantiere per un massimo di 6 mesi, costantemente separati e differenziati. Raccolta e trasporto sono stati eseguiti da un gestore autorizzato dalla Comunità Autonoma di Madrid alla raccolta e al trattamento di RP e accompagnati da un documento di identificazione e controllo dei rifiuti pericolosi.

3. I **rifiuti non pericolosi** vengono raccolti in cantiere in forma differenziata, distinguendo la frazione inerte (calcinacci, macerie) da quella valorizzabile (metalli, legno, plastica), all'interno di contenitori metallici specifici o sacchi industriali, con capacità non inferiore a 1 metro cubo, ubicati sul perimetro esterno del cantiere, previa concessione municipale. I contenitori sono dipinti con colori che si distinguono per la loro visibilità, specialmente nelle ore notturne, e presentano una banda di 15 cm lungo il perimetro in materiale riflettente. Inoltre presentano, in forma visibile e leggibile, i dati identificativi dell'impresa che si occupa del loro trasporto verso discarica o impianti di recupero e/o trattamento. I contenitori rimangono chiusi o coperti, almeno fuori dall'orario di lavoro, evitando così il deposito di rifiuti estranei al cantiere.

I rifiuti della stessa tipologia sono raccolti ciascuno nel proprio contenitore metallico, organizzando in maniera efficiente gli spazi e facilitando la loro successiva gestione.



Figura 15. Contenitori metallici RCD valorizzabili, NEINOR 76.

4. **Condizioni di ordine e pulizia** nelle zone di raccolta rifiuti e in tutto il cantiere. Per evitare fuoriuscite accidentali di gasolio o oli dai macchinari che lavorano in loco è stata creata un'area provvista di una soletta di cemento per la sosta delle macchine edili, evitando l'eventuale contaminazione del suolo. Alle imprese subappaltatrici è stabilito il divieto di effettuare operazioni di manutenzione in sito.

Le fuoriuscite provenienti dal lavaggio delle canaline delle betoniere e dei tubi flessibili dei camion di pompaggio del calcestruzzo, sono state effettuate in un contenitore RCD, protetto con plastica dove, una volta evaporata l'acqua, il residuo risultante è considerato inerte ed è stato trattato come RCD, portandolo all'impianto di trattamento dei rifiuti con il relativo certificato di gestione. Allo stesso modo, il calcestruzzo in eccesso, una volta indurito, è stato depositato nel contenitore destinato ai miscugli di rifiuti inerti.

5. Minimizzazione della produzione di RCD seguendo una specifica **politica d'acquisto materiali**. L'impresa ha eseguito un rigoroso controllo sul materiale acquistato, non solo in fase di scelta quanto piuttosto in fase di accettazione materiale, in quanto se danneggiato dal trasporto si trasformerà presto in rifiuto. In particolare l'impresa ha acquistato materiale in quantità sufficiente al suo utilizzo, evitando eccedenze e sprechi. Si è data priorità all'acquisto di materiali ecologicamente certificati o che provengono dal recupero/riciclaggio di altri materiali, a quei materiali che vengono conferiti in cantiere in vuoto a rendere o in imballaggi riutilizzabili o riciclabili.

6. L'impresa appaltatrice ha elaborato uno **strumento informatico** per l'organizzazione e la reperibilità di documenti tra le diverse imprese che lavorano all'interno del cantiere. In tal modo si è migliorato il controllo dell'opera, risparmiando tempo, risorse umane e carta.

7. **Operai e personale di cantiere** vengono sensibilizzati alla tematica rifiuti. Vengono informati circa:

- Ubicazione dei contenitori rifiuti pericolosi
- Separazione e destino dei rifiuti non pericolosi
- Condizioni di utilizzo dei macchinari
- Avvio programmi di riciclaggio materiali

4.1.6 Stima dei costi di gestione

Per la valutazione del costo previsto per la corretta gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione i tecnici spagnoli individuano un parametro percentuale da applicare al preventivo dell'opera in questione, al fine di ottenere l'importo stimato per la sola gestione RCD.

Tale parametro proviene dalla somma delle incidenze dei costi di trattamento di ciascuna tipologia di RCD sul preventivo totale dell'opera. I costi di trattamento sono ottenuti applicando un costo al m³ ad ogni tipologia di RCD. I costi parametrici utilizzati sono estrapolati dall'Ordinamento 2690/2006 della Comunità Autonoma di Madrid, e sono generalmente utilizzati per il calcolo della garanzia finanziaria precedentemente citata.

Oltre ai costi per il trattamento rifiuti, si considera anche una percentuale sul preventivo dell'opera per gli eventuali costi di affitto mezzi e trasporto.

A.- STIMA DEL COSTO DI TRATTAMENTO DEI RCD				
Tipologia RCD	Stima quantità (m ³)	Prezzo gestione in impianto / Discarica / Gestore (€/m ³)	Importo (€)	% sul preventivo dell'opera
A1 RCD Livello I				
Terra e pietre da scavo	19.901,65	4,00	€ 79.606,58	1,0054%
				1,0054%
A2 RCD Livello II				
RCD Natura pietrosa	1.369,99	10,00	€ 13.699,87	0,1730%
RCD Natura non pietrosa	301,86	10,00	€ 3.018,64	0,0381%
RCD Potenzialmente pericolosi	217,75	10,00	€ 2.177,46	0,0275%
				0,2386%
B.- RESTO DEI COSTI DI GESTIONE				
B3.- % sul preventivo dell'opera per costi di affitto, trasporto			€ 7.918,07	0,1000%
PREVENTIVO DELL'OPERA			€ 7.918.066,00	
TOTALE PREVENTIVO GESTIONE RCD			€ 106.420,61	1,3440%

Tabella 15. Stima preventivo gestione RCD, NEINOR 76.

4.2 Residenza San Rocco

Il caso di studio analizzato in Italia tratta di un piccolo complesso residenziale privato di 592,60 m² chiamato Residenza San Rocco. È costituito da 9 unità abitative: quelle al piano terra presentano tavernette interrato e ampi giardini, quelle al piano intermedio hanno ampie terrazze abitabili e quelle all'ultimo piano sono dotate di grandi solarium in copertura.



Figura 16. Render Residenza San Rocco (www.residenzasanrocco.info).

Promotore: ROCCA 84 S.r.l.

Progettista: PM Studio Tecnico

Appaltatore: RIBAUDO Fratelli

4.2.1 Ubicazione e localizzazione

La Residenza San Rocco è situata ad Orbassano, comune a sud ovest di Torino in Piemonte.

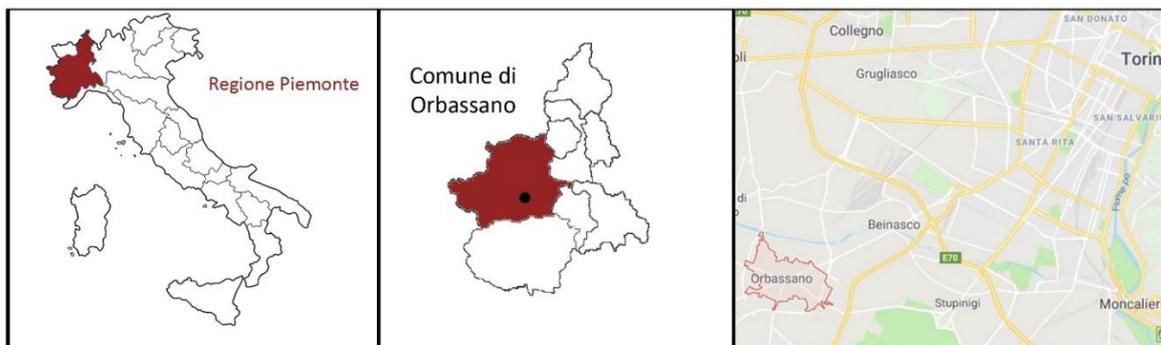


Figura 17. Ubicazione comune di Orbassano.

Il complesso è ubicato in Via San Rocco 31 e confina per tre lati con altre proprietà.



Figura 18. Mappa stradale di Orbassano, TO (Fonte Google Maps).

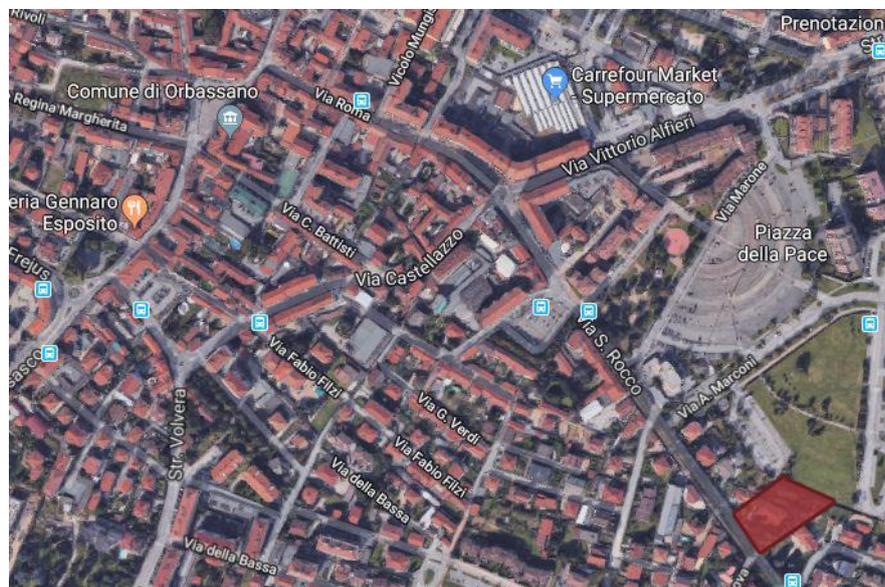


Figura 19. Ortofoto di Orbassano, TO (Fonte Google Maps).

4.2.2 Caratteristiche morfologiche

La Residenza San Rocco è un complesso composto da due palazzine di soli tre piani fuori terra, dalle ottime prestazioni energetiche. I due stabili presentano copertura piana, in parte adibita a terrazzo privato, in parte ospita pannelli solari per la produzione di acqua calda sanitaria.

La struttura portante è a telaio, con travi e pilastri in cemento armato gettato in opera, solaio in latero-cemento, le partizioni verticali verso l'esterno sono in muratura poroton con rivestimento a cappotto, partizioni interne in laterizio, e serramenti verso l'esterno a doppio vetro.

4.2.3 Stima quantità RCD prodotti

La previsione e la stima dei quantitativi di RCD prodotti in cantiere non è una consueta pratica tra le imprese italiane, poiché la legge italiana non ha imposto finora alcun obbligo simile in materia di RCD, fatta eccezione per gli appalti pubblici con l'adozione dei Criteri Minimi Ambientali.

Pertanto si è effettuata una stima delle quantità di RCD prodotti nel cantiere della Residenza San Rocco sulla base delle metodologie applicate dai tecnici spagnoli (cfr. paragrafo 4.1.3.).

STIMA QUANTITATIVO RCD nell'opera		
Superficie Costruita totale	592,60	m ²
Volume RCD (S x 0,118)	69,93	m ³
Densità Media (T/m ³)	0,820	Tn/m ³
Peso RCD	57,34	Tn

Tabella 16. Stima quantitativo RCD prodotti nella Residenza San Rocco.

Una volta ottenuto il dato globale in tonnellate dei RCD prodotti, si procede di seguito stimando il peso per tipologia di rifiuti, distinguendo anche in questo caso:

- RCD Livello I: terra e pietre da scavo non contaminate da sostanze inquinanti.
- RCD Livello II: macerie o detriti prodotti principalmente dall'attività edilizia.

A.1.: RCD Livello I			
	Tn	d	V
Valutazione teorica del peso per tipologia di RDC	Tonnellate per ciascun tipo di RDC	Densità tipo (tra 1,5 e 0,5)	m ³ Volume di Rifiuti
1. TERRE E PIETRE DA SCAVO			
Terre e pietre provenienti dallo scavo, stimate direttamente dai dati di progetto	5.553,62	1,25	4.442,89

Tabella 17. Stima quantitativo RCD Livello I, Residenza San Rocco.

Mentre per la stima delle tonnellate di RCD Livello I si fa riferimento direttamente ai dati di progetto, per la stima dei quantitativi di ciascuna tipologia di RCD Livello II si utilizzano dei parametri percentuali sul peso totale. In mancanza di indicatori percentuali provenienti dalla letteratura italiana in materia, si utilizzano in tal caso quelli estratti dal Piano Regionale RCD 2006-2016 della Comunità Autonoma di Madrid.

A.2.: RCD Livello II				
	%	Tn	d	V
Valutazione teorica del peso per tipologia di RDC		Tonnellate per ciascun tipo di RDC	Densità tipo (tra 1,5 e 0,5)	m ³ Volume di Rifiuti
RCD: Natura non pietrosa				
1. Materiale di isolamento	0,003	0,17	0,60	0,29
2. Legno	0,060	3,44	0,70	4,91
3. Metalli	0,045	2,58	1,50	1,72
4. Carta, cartone	0,004	0,23	0,70	0,33
5. Plastica	0,025	1,43	0,50	2,87
6. Vetro	0,005	0,29	0,90	0,32
7. Gesso	0,002	0,11	0,70	0,16
TOTALE stima	0,144	8,26		10,60
RCD: Natura pietrosa				
1. Sabbia, ghiaia e altro	0,050	2,87	1,00	2,87
2. Calcestruzzo	0,120	6,88	0,90	7,65
3. Mattoni, piastrelle e altri materiali ceramici	0,540	30,96	0,90	34,40
4. Pietra	0,050	2,87	0,90	3,19
TOTALE stima	0,760	43,58		48,10
RCD: Potenzialmente pericolosi e altro				
1. Spazzatura	0,066	3,78	0,90	4,20
2. Potenzialmente pericolosi	0,030	1,72	0,50	3,44
TOTALE stima	0,096	5,50		7,65

Tabella 18. Stima quantitativo RCD Livello II, Residenza San Rocco.

4.2.4 Analisi Gestione RCD

Nella realtà della pratica eseguita nel cantiere della Residenza San Rocco non si riscontra la redazione di alcun piano di gestione rifiuti. I dati reali evidenziano inoltre una mancata separazione selettiva in sito, con produzione per il 91% di miscugli o scorie di cemento, mattoni, mattonelle e per il restante 9% di rifiuti misti dall'attività di costruzione e demolizione.

DATI REALI QUANTITATIVO RCD nell'opera		
Superficie Costruita totale	592,60	m ²
Volume RCD	273,71	m ³
Densità Media (T/m ³)	0,820	Tn/m ³
Peso RCD	224,44	Tn
Volume terra proveniente dallo scavo	6.400,00	m ³

Tabella 19. Quantitativo RCD realmente prodotti nella Residenza San Rocco.

A.1.: RCD Livello I				
	Tn	d	V	
	tn	Tn/m ³	m ³	
1. TERRE E PIETRE DA SCAVO				
Terre e pietre provenienti dallo scavo, stimate direttamente dai dati di progetto	8.000,00	1,25	6.400,00	
A.2.: RCD Livello II				
	% sul Peso	Tn	d	V
	%	tn	Tn/m ³	m ³
RCD: Natura non pietrosa				
17 09 04 – Rifiuti misti dall'attività di costruzione e demolizione	9%	20,30	1,10	18,45
RCD: Natura pietrosa				
17 01 07 – miscuglio o scorie di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche	91%	204,14	1,30	157,03
TOTALE stima	100%	224,44		175,49

Tabella 20. Quantitativo RCD Livello I e Livello II realmente prodotti nella Residenza San Rocco.

Operazioni di riutilizzo, valorizzazione o eliminazione

OPERAZIONI PREVISTE	
RIUTILIZZO: l'impiego di un prodotto usato con lo stesso scopo per il quale era stato originariamente concepito	
X	Non si prevede alcuna operazione di riutilizzo
X	Riutilizzo di terra proveniente da scavo nella stessa opera
	Riutilizzo di rifiuti minerali o pietrosi in aggregati riciclati o in opere di urbanizzazione
	Riutilizzo di materiale ceramico
	Riutilizzo di materiale non pietroso: legno, vetro...
	Riutilizzo di materiale metallico
	Altro (indicare)
VALORIZZAZIONE: tutto il procedimento che permette lo sfruttamento delle risorse contenute nei rifiuti senza mettere in pericolo la salute umana e senza utilizzare metodi che possono causare danno all'ambiente	
X	Non si prevede alcuna operazione di valorizzazione in cantiere
	Utilizzo principale come combustibile o come altro mezzo per generare energia
	Recupero o rigenerazione di solventi
	Riciclaggio o recupero di sostanze organiche che non usano solventi
	Riciclaggio e recupero di metalli o composti metallici
	Riciclaggio o recupero di altre materie organiche
	Riciclaggio e recupero di materiale plastico
	Riciclaggio o recupero del legno
	Riciclaggio e recupero del vetro
	Riciclaggio e recupero di carta e cartone
	Rigenerazione di acidi e basi
	Trattamento del suolo
X	Accumulo di rifiuti per successive operazioni di recupero secondo Allegato II DQR 98/2008/CE
	Altro (indicare)
ELIMINAZIONE: tutto il procedimento di conferimento dei rifiuti in discarica o di distruzione degli stessi, totale o parziale, realizzato senza mettere in pericolo la salute umana senza utilizzare metodi che possono causare danni all'ambiente	
	Non si prevede alcuna operazione di eliminazione
	Deposito in discarica di rifiuti inerti
	Deposito in discarica di rifiuti non pericolosi
	Deposito in discarica di rifiuti pericolosi
	Altro (indicare)

Tabella 21. Operazioni previste sui RCD, Residenza San Rocco.

Destino rifiuti

I rifiuti generati in cantiere sono stati raccolti e trasportati dalla stessa impresa che si è poi occupata del loro trattamento in impianto autorizzato, ubicato a 11km dal cantiere.

CODICE RIFIUTI	TIPO DI RIFIUTI	QUANTITA' TOTALI Tn	IMPRESA GESTIONE RIFIUTI
17 01 07	Miscuglio di cemento e altri rifiuti pietrosi	207,14	I.CO.S ECOLOGIA srl
17 09 04	RCD misti	20,30	I.CO.S ECOLOGIA srl

Tabella 22. Destino RCD realmente prodotti, Residenza San Rocco.

Costo gestione rifiuti

I costi realmente sostenuti per la gestione dei rifiuti sono calcolati con riferimento al listino prezzi dell'impresa contrattata e all'effettivo quantitativo di rifiuti prodotto in cantiere.

CODICE RIFIUTI	TIPO DI RIFIUTI	QUANTITA' TOTALI Tn	IMPRESA GESTIONE RIFIUTI	COSTO (1)
17 01 07	Miscuglio di cemento e altri rifiuti pietrosi	207,14	I.CO.S ECOLOGIA srl	€ 2.720,00
17 09 04	RCD misti	17,30	I.CO.S ECOLOGIA srl	€ 4.559,00
COSTO TOTALE				€ 7.279,00

Tabella 23. Costo realmente sostenuto per la gestione degli RCD, Residenza San Rocco.

(1) I costi sono calcolati nelle seguenti modalità, riportate sul listino prezzi:

- 17 01 07: n°viaggi x 160 €/viaggio + n°mesi x 40 €/mese
- 17 09 04: n°viaggi x 120 €/viaggio + Tn x 130€/Tn

4.2.5 Stima dei costi di gestione

Così come già detto in precedenza per la stima delle quantità di rifiuti, anche la stima dei costi di gestione non è un aspetto richiesto per legge in Italia. È chiaro che non eseguendo una stima dei quantitativi prodotti risulta difficile poter effettuare un preventivo dei costi di gestione da sostenere e valutare l'incidenza che quest'ultimi hanno sul preventivo totale dell'opera. Per lo più i futuri produttori di rifiuti si limitano a prevedere i costi in forma orientativa, sulla base dei prezziari delle imprese che si occupano di gestione RCD in zona.

Difatti, tra le novità dell'edizione 2018 del prezziario Regione Piemonte per opere pubbliche compare la sezione riguardante il "conferimento a impianto di smaltimento autorizzato", da cui si estrapolano i prezzi a tonnellata, utilizzati nella tabella 24.

Di seguito si procede alla stima dei costi di gestione dei rifiuti così come è stata eseguita per il caso studio spagnolo NEINOR 76 (cfr. paragrafo 4.1.6.).

A.- STIMA DEL COSTO DI TRATTAMENTO DEI RCD				
Tipologia RCD	Stima quantità (Tn)	Prezzo gestione in impianto / Discarica / Gestore (€/Tn)	Importo (€)	% sul preventivo dell'opera
A1 RCD Livello I				
Terra e pietre da scavo	8.000,00	9,00	€ 72.000,00	2,6826%
				2,6826%
A2 RCD Livello II				
RCD Natura pietrosa	20,30	9,00	€ 182,70	0,0068%
RCD Natura non pietrosa	207,14	20,00	€ 4.142,80	0,1544%
				0,1612%
B.- RESTO DEI COSTI DI GESTIONE				
B3.- % sul preventivo dell'opera per costi di affitto, trasporto,			€ 2.684,00	0,1000%
PREVENTIVO DELL'OPERA			€ 2.684.000,00	
TOTALE PREVENTIVO GESTIONE RCD			€ 79.009,50	2,9437%

Tabella 24. Stima preventivo gestione RCD, Residenza San Rocco.

4.3 Confronti

I due casi di studio esaminati, come già precedentemente detto, sono ubicati in due Paesi dell'UE, Italia e Spagna, entrambi appartenenti al bacino mediterraneo e spesso accomunati da usi e consuetudini simili in molti ambiti. Ciò nonostante, le analisi condotte hanno dimostrato che questo non è sempre vero, in particolar modo per quanto riguarda le gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione.

Ubicati entrambi in piccoli comuni limitrofi a due grandi città, Madrid e Torino, i due complessi residenziali presentano una superficie costruita piuttosto differente, dovuta alla diversa disponibilità territoriale e alle scelte progettuali, e di conseguenza quantitativi di RCD prodotti altrettanto differenti. Dal punto di vista costruttivo, presentano entrambi una struttura a telaio, con travi, pilastri e solai in latero-cemento gettati in opera, tuttavia le partizioni verticali presentano delle caratteristiche costruttive decisamente differenti.

La differenza sostanziale riscontrata è la mancanza di un piano gestione RCD per la Residenza San Rocco. Indipendentemente dalle dimensioni dell'opera, la legislazione italiana non prevede l'obbligo per l'impresa esecutrice dei lavori di redigere un piano per la gestione dei rifiuti di cantiere, che contenga i seguenti aspetti:

- Identificazione dei rifiuti prodotti, codificati con riferimento al CER.
- Stima dei quantitativi di ogni tipologia di rifiuto generato in cantiere.
- Operazioni di riutilizzo, valorizzazione o eliminazione.
- Destino previsto per i rifiuti.
- Stima del costo previsto per la gestione dei RCD.
- Misure per la prevenzione di rifiuti in cantiere.

Difatti, nel caso della Residenza San Rocco, l'impresa si è limitata alla sola consegna dei miscugli di RCD generati ad un gestore, che si è occupato del trasporto e del conferimento al proprio centro autorizzato per successive operazioni di recupero e valorizzazione. Diverso invece è il caso di NEINOR76, dove il progetto è corredato da uno studio e da un successivo piano di gestione RCD.

L'analisi inoltre mette in evidenza una certa divergenza tra le buone pratiche adottate nei due cantieri. Nel cantiere della Residenza San Rocco non si riscontra alcuna selezione in sito. I dati rivelano la produzione di soli miscugli di cemento e materiale ceramico e di rifiuti misti dell'attività edilizia, escludendo le terre e le rocce provenienti dallo scavo. La ragione potrebbe essere legata alla mancanza di spazio fisico dentro il cantiere che renda tecnicamente fattibile tale operazione. Di conseguenza, l'impresa esecutrice ha affidato la separazione dei rifiuti in frazioni tipologiche ad un gestore, all'interno del suo impianto di

trattamento. All'intero del cantiere di NEINOR 76 invece si riscontra un'adeguata separazione in loco per tipologia di rifiuto, dettata soprattutto dal vincolo legislativo spagnolo che obbliga il possessore di rifiuti a differenziarli quando, in forma individuale, ciascuna frazione prodotta supera le seguenti quantità (Real Decreto 105/2008, Art. 5 Comma 5):

- Calcestruzzo	80 t
- Mattoni, tegole, ceramiche	40 t
- Metalli	2 t
- Legno	1 t
- Vetro	1 t
- Plastica	0,5 t
- Carta e cartone	0,5 t

Pertanto, nell'opera di NEINOR 76 si è prestata molta attenzione alle condizioni di deposito temporaneo, alla raccolta dei rifiuti pericolosi, ma anche alla scelta dei materiali utilizzati in fase costruttiva, diversamente dal cantiere della Residenza San Rocco dove non si è riscontrata la produzione di rifiuti pericolosi, il deposito temporaneo vede solo la presenza di miscugli di rifiuti ed i materiali utilizzati, specialmente i laterizi, hanno subito scarsi controlli in fase di accettazione materiale, tramutandosi ben presto in rifiuti.

Per quanto invece riguarda l'ambito economico, si è eseguita una stima dei costi di gestione dei RCD della Residenza San Rocco sulla base delle metodologie eseguite per la stima di quelli di NEINOR 76 (cfr. paragrafo 4.2.5). In questo caso, si sono utilizzati costi parametrici estrapolati dal prezzario regione Piemonte, quindi coerenti al contesto in cui è ubicata l'opera.

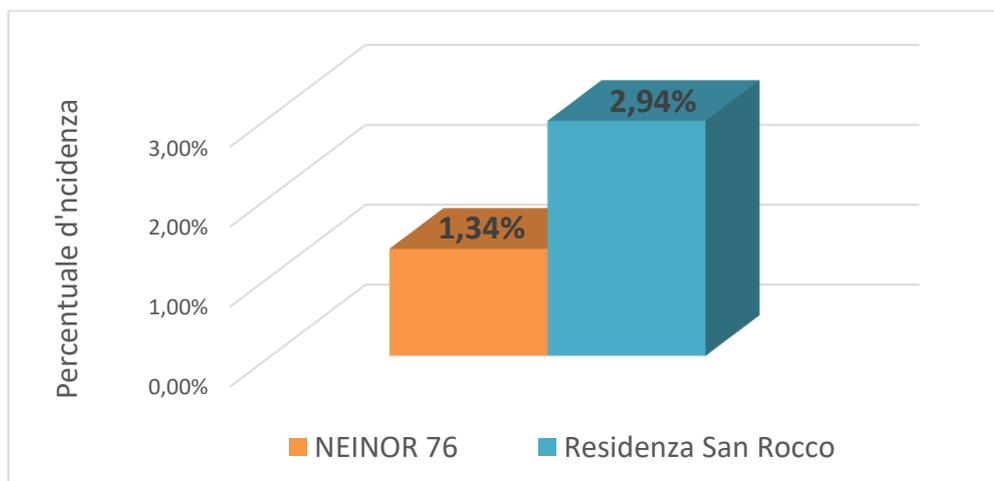


Grafico 6. Confronto incidenza percentuale dei costi di gestione RCD sui rispettivi preventivi dell'opera.

Il confronto tra i due casi studio (Grafico 6) mostra che, per la Residenza San Rocco i costi di gestione RCD hanno una maggiore incidenza sul preventivo dell'opera, rispetto a quella che hanno i costi di NEINOR 76 sul suo corrispettivo preventivo di realizzazione. D'altronde, analizzando i dati raccolti, si è osservato che il preventivo dei costi totali per la realizzazione della Residenza San Rocco è decisamente alto in confronto a quello del complesso spagnolo, tenendo conto della marcata minoranza di superficie costruita per la Residenza rispetto al caso madrileno.

Si deduce, quindi, che in generale nel territorio italiano i costi, tanto di costruzione quanto di gestione, siano piuttosto elevati rispetto alla Spagna, il che giustificherebbe anche la carente pianificazione delle operazioni di gestione RCD. I costi elevati, la scarsa sensibilizzazione alla tematica dei RCD e la carenza di vincoli normativi, rappresentano ancora un grosso limite per il nostro Paese.

4.3.1 Confronto tra dati stimati e dati reali, Residenza San Rocco

Al fine di migliorare l'attuale pianificazione della gestione dei RCD, ci si è proposto di eseguire una stima dei quantitativi che sarebbero stati prodotti nel cantiere di San Rocco, comparando i dati stimati con quelli reali dello stesso, raccolti in fase di ricerca.

Poiché la letteratura italiana in tale contesto non offre molte informazioni, si è proceduto stimando le quantità di rifiuti prodotti secondo le modalità riscontrate nel caso studio spagnolo (cfr. paragrafo 4.2.3).

Il grafico seguente confronta i quantitativi totali in tonnellate di RCD stimati con quelli reali.

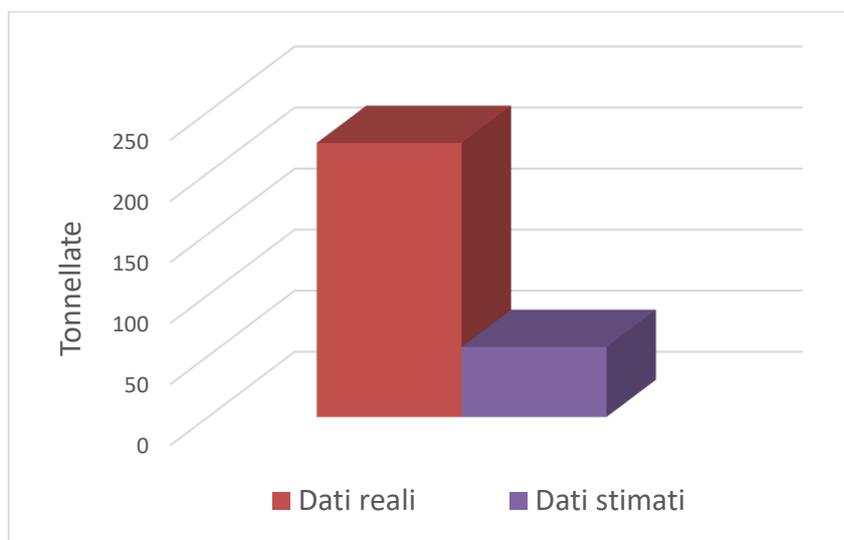


Grafico 7. Confronto tra quantitativi di RCD stimati e reali, Residenza San Rocco.

Si osserva come le tonnellate realmente prodotte superino ampiamente quelle stimate:

224,44 Tn reali contro 57,34 Tn stimate

I dati stimati si discostano da quelli reali con una percentuale di circa il 75%; l'insuccesso di tale stima trova le sue ragioni nel coefficiente estimativo utilizzato, che esprime i metri cubi di RCD prodotti per ogni metro quadro di superficie costruita. Il parametro utilizzato è stato ricavato empiricamente dall'Istituto di Tecnologia della costruzione della Catalogna sulla base di una serie di analisi condotte su edifici residenziali di nuova costruzione in Spagna, dei quali si conosceva superficie costruita e rifiuti prodotti successivamente alla loro realizzazione.

Il limite di tale coefficiente, nell'applicazione per stime italiane, proviene innanzitutto dal suo ottenimento, in quanto frutto di considerazioni effettuate su costruzioni presenti solo nel territorio spagnolo e quindi caratterizzate da sistemi costruttivi differenti dall'Italia e da altri paesi europei.

Difatti nel cantiere della Residenza San Rocco circa il 92% sul totale di RCD prodotti sono rifiuti inerti di natura pietrosa. Tale quantitativo si ipotizza sia stato originato dalle scelte costruttive compiute in fase progettuale, che prevedevano partizioni verticali, sia interne che esterne, in laterizio. Tramezzi e murature perimetrali si suppone siano stati realizzati in mattoni forati di qualità scadente e soggetti a sfrido, particolarmente suscettibili a rottura quando vengono posati in opera. Inoltre i dati raccolti dimostrano una cospicua produzione di scorie di mattoni in fase di esecuzione degli impianti, probabilmente realizzati ad incasso.

Risulta evidente quindi come la stima eseguita non fornisca dati plausibili poiché il parametro utilizzato non tiene conto delle reali caratteristiche costruttive dell'opera in questione. Si è pertanto calcolato con procedimento inverso, a partire dalla superficie costruita e dal quantitativo reale di RCD prodotti, un parametro pari a $0,46 \text{ m}^3/\text{m}^2$ contro lo $0,118 \text{ m}^3/\text{m}^2$ utilizzato.

A tal proposito, si rafforza la necessità di parametri applicabili al contesto italiano, che siano il frutto di studi focalizzati sui processi costruttivi più comuni realizzati in Italia. Vari autori nel mondo hanno sviluppato diverse metodologie per quantificare i RCD prodotti sia in opere di nuova costruzione che di demolizione. In modo particolare, lo studio condotto da Villoria Sáez et al. (2011) propone l'uso di tre indicatori con i quali non solo stimare la produzione globale di rifiuti in cantiere, ma anche specificare le differenti tipologie di rifiuti e individuare le diverse fasi costruttive in cui si generano. Nell'articolo "Estimation of construction and demolition waste volume generation in new residential buildings in Spain", Villoria Sáez et al. affermano che una dettagliata conoscenza delle tipologie di

rifiuti, delle quantità e persino delle fasi costruttive in cui essi saranno prodotti, aiuta a realizzare un adeguato piano di gestione RCD per un progetto specifico, dando priorità alle operazioni di riduzione e riutilizzo dei rifiuti piuttosto che al definitivo smaltimento in discarica, oltre a prevedere le buone pratiche per la corretta gestione dei rifiuti lungo tutto il processo costruttivo.

Tuttavia, tornando all'analisi del metodo estimativo spagnolo, utilizzato anche per il preventivo dei costi di gestione RCD della Residenza San Rocco, si osserva che l'importo stimato, al netto dei costi di gestione delle terre e rocce da scavo, si discosta solo del 3,7% dal costo realmente sostenuto dall'impresa italiana (Grafico 8).

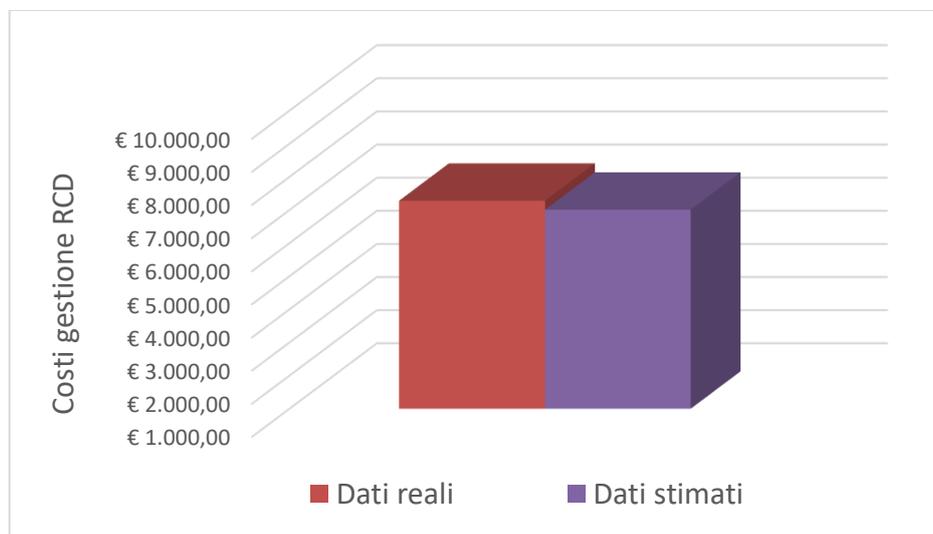


Grafico 8. Confronto tra costi gestione RCD stimati e reali, Residenza San Rocco.

Ciò implica che, per quanto riguarda le operazioni di stima dei costi, il metodo spagnolo è universalmente applicabile, tenendo sempre presente che i costi parametrici utilizzati provengono da fonti, in questo caso il prezziario regione Piemonte, coerenti al contesto in cui è ubicata l'opera.

5. CONCLUSIONI

I rifiuti da costruzione e demolizione rappresentano una delle maggiori componenti del flusso di rifiuti solidi. Ogni anno l'Italia produce circa 50 milioni di tonnellate di RCD. Tali rifiuti dovrebbero essere riconosciuti come preziose risorse dal momento che grandi quantità di questi possono essere riciclate o riutilizzate. Tuttavia, fino a poco tempo fa, i rifiuti da costruzione sono stati trascurati a favore del riciclaggio di rifiuti urbani, nel tentativo di ridurre la loro messa in discarica.

Questa tesi è stata intrapresa con lo scopo di identificare le questioni chiave che contribuiranno allo sviluppo di strategie manageriali che migliorino la gestione e la minimizzazione di RCD in Italia. Ciononostante, la velocità e il grado con cui tali strategie potranno essere attuate è funzione della fattibilità economica del processo. Ad oggi, i bassi costi di smaltimento in discarica e il facile reperimento di materie prime non invogliano le imprese italiane a eseguire una corretta gestione dei rifiuti di cantiere.

L'Unione Europea ed i suoi Stati membri stanno dedicando grandi sforzi per migliorare la legislazione in materia di RCD. Difatti, dall'analisi delle normative italiana e spagnola, si evince come in Spagna la gestione dei RCD sia disciplinata da un apposito decreto, il Real Decreto 105/2008 le cui finalità sono da un lato stabilire i requisiti minimi per la produzione e gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione e dall'altro promuovere la loro prevenzione, riutilizzo, riciclaggio, valorizzazione e l'adeguato trattamento di quelli destinati allo smaltimento. Non è stato possibile eseguire un confronto con la norma italiana, poiché quest'ultima (d.lgs. 205/2010) va a disciplinare l'intero ambito dei rifiuti, sia urbani che speciali, non limitandosi ai soli rifiuti da costruzione e demolizione. Questa disparità si evince anche dai dati riguardanti la generazione di RCD: in Spagna infatti, nell'anno 2014, si stima un quantitativo di RCD prodotti inferiore alla metà del quantitativo generato in Italia nello stesso anno. Appare evidente, quindi, come lo Stato italiano necessiti di un decreto che disciplini la sola materia legata alla gestione degli RCD, in modo da ridurre considerevolmente la generazione di rifiuti e in modo da gestirli con specifici obblighi e misure attuative. Attualmente, con l'entrata in vigore dei Criteri Minimi Ambientali per appalti pubblici, il governo italiano sta cercando di ridurre i rischi ambientali dovuti anche alla produzione di RCD, ma si tratta principalmente di criteri che vincolano la materia in ingresso in cantiere, piuttosto che i materiali di risulta generati. Tuttavia essi restano una clausola ancora acerba e applicabile ai soli processi costruttivi di carattere pubblico. L'edilizia privata, riguardo la gestione dei rifiuti da costruzione, è ancora vincolata ad un riferimento normativo generico.

A tal fine, prendendo esempio dai requisiti richiesti dalla legislazione spagnola, un nuovo decreto in Italia potrebbe imporre l'obbligo per i progettisti di redigere un report tecnico da presentare insieme al permesso di costruire, che contenga le seguenti informazioni:

- Destino finale dei rifiuti. Se i detriti vengono riciclati o riutilizzati nello stesso cantiere, è d'obbligo giustificare nel presente report le specifiche disposizioni costruttive da adottare.
- Un'indagine sulla disponibilità di aree in cantiere destinate alle operazioni di separazione selettiva.
- Posizione delle discariche autorizzate e degli impianti di riciclaggio più vicini, considerando le distanze di trasporto ed i costi.
- Nel caso di demolizioni, il tipo di costruzione da demolire, con riferimento al tipo di sistema costruttivo utilizzato, i materiali impiegati e gli elementi costruttivi che possono essere riutilizzati.
- Volume totale dei rifiuti che si produrranno, stabilendo e giustificando le quantità dirette in discarica e le quantità da riciclare.
- Stima dei costi da sostenere.
- Fasi del diagramma temporale degli interventi in cui verranno prodotti rifiuti, programmando gli spazi necessari ed i fabbisogni economici.

Assieme al report, il nuovo decreto potrebbe inoltre sancire l'obbligo per le imprese appaltatrici di stilare un piano di gestione rifiuti. Tale piano è specifico per l'opera da realizzare e si basa sul suddetto report incluso nel progetto. Il piano dovrebbe necessariamente includere le seguenti informazioni:

- Una stima delle quantità, in tonnellate e in metri cubi, dei rifiuti che si produrranno.
- Le operazioni di riutilizzo, valorizzazione o smaltimento finale dei rifiuti, fermo restando la priorità di riutilizzo in loco e il conferimento in discarica come ultima soluzione.
- Il layout di cantiere con le installazioni e le aree previste per deposito temporaneo, movimentazione o qualunque altra operazione di gestione di RCD che sarà eseguita in cantiere.
- Le prescrizioni da adottare in cantiere per stoccaggio, trattamento o qualunque altra operazione di gestione di RCD eseguita in cantiere.
- Una stima del costo previsto per la corretta gestione dei RCD, che dovrebbe essere indicata nel budget del progetto in una sezione separata.
- Un documento che certifichi che i rifiuti prodotti in cantiere siano stati consegnati ad un impianto di valorizzazione o di trattamento autorizzato.

-
- La classificazione in frazioni tipologiche distinte quando vengono superati certi limiti di volumi di rifiuti prodotti. Quando per mancanza di spazi fisici questa operazione non può essere compiuta, l'impresa ha la possibilità di affidarsi a terzi autorizzati ad eseguire tali manovre.

A livello locale, inoltre, le legislazioni regionali potrebbero condizionare l'ottenimento del permesso di costruire sancendo una deposito cauzionale che funga da garanzia finanziaria per la corretta gestione dei RCD prodotti in cantiere. Le autorità regionali possono determinare l'ammontare di denaro da depositare in modo proporzionale alle quantità di rifiuti stimate nel piano di gestione. Al termine di tutto il processo costruttivo, se tutte le attività di gestione rifiuti sono state condotte nelle modalità stabilite nel piano redatto e opportunamente certificate, allora le autorità avranno la facoltà di restituire la suddetta cauzione al committente. In questo modo si vincola economicamente la committenza, che di conseguenza supervisionerà accuratamente le attività di cantiere, facendosi carico, assieme all'impresa costruttrice, dell'adeguata gestione dei rifiuti.

Come è stato dimostrato, solo con l'implicazione delle autorità amministrative e di tutte le figure coinvolte nel processo costruttivo, assieme ad un severo controllo delle misure proposte, è possibile raggiungere una gestione efficiente. Molti aspetti della gestione dei RCD dovrebbero essere considerati sia in fase progettuale che in fase esecutiva, coinvolgendo e preoccupando tutti gli addetti al settore. Tali aspetti dovrebbero essere raccolti in una sorta di manuale di buona pratica, che segua i principi della gerarchia dei rifiuti. L'uso di buone pratiche (BP) spinge ad andare oltre l'attuale prestazione di base del settore edilizio, il quale, solo negli ultimi anni, sta contribuendo ad un maggiore sviluppo sostenibile.

Diversi ricercatori nel mondo hanno condotti studi sulle migliori pratiche di gestione RCD da implementare nei processi costruttivi. Spesso le conoscenze sviluppate in una particolare area geografica non sempre sono adatte ed applicabili ad altre aree senza considerare le loro differenze contestuali. Tuttavia, di notevole importanza sono gli studi ed i risultati condotti da Villoria Sáez et al. (2013) in Spagna. Sebbene le BP analizzate nel suo lavoro siano ambientate in un contesto spagnolo, le conoscenze sviluppate rappresentano un importante riferimento per la corretta gestione dei RCD e potrebbero essere implementate anche nel contesto italiano.

A conclusione del presente lavoro di tesi, pertanto, vengono identificate un totale di 20 buone pratiche per la gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione, alcune inerenti alla fase progettuale, altre alla fase esecutiva. Tali BP sono tratte da diversi studi incontrati nella letteratura mondiale in materia di gestione RCD.

5.1 20 Buone Pratiche selezionate

Fase progettuale

1. Pianificare l'utilizzo della terra proveniente dagli scavi all'interno del cantiere stesso (Begum, et al., 2009). Con questa misura, è possibile minimizzare lo spreco generato dal movimento terra, compensando i volumi prodotti con i necessari riempimenti.
2. Prevedere un'area in cantiere per la corretta gestione dei RCD (Wang, et al., 2010; Yuan, 2010). Un corretto stoccaggio consente di mantenere inalterate le caratteristiche dei RCD, evitando la contaminazione con rifiuti pericolosi.
3. Rilevare le attività costruttive che possono ammettere l'uso di materiali riutilizzabili (del Río Merino, et al., 2010). Donare una seconda vita agli elementi costruttivi è il miglior modo di riciclare. Molti di questi, attraverso un'adeguata selezione, possono essere reincorporati in una nuova opera, come ad esempio i rifiuti di natura pietrosa o le scorie di ceramica.
4. L'uso di elementi prefabbricati e industrializzati produce un volume decisamente ridotto di rifiuti (Tam, et al., 2007; Yuan, 2010). Si evitano così i rifiuti provenienti dal taglio o dalla trasformazione di elementi.
5. Ottimizzare la progettazione delle sezioni resistenti per ridurre la quantità di materia prima utilizzata così come la produzione di rifiuti (Osmani, et al., 2008).
6. Uso di sistemi costruttivi che favoriscono la separazione dei loro elementi al termine della loro vita utile (Osmani, et al., 2008). Le tecniche costruttive basate ad esempio sull'assemblaggio a secco di elementi disposti in strati successivi facilita il recupero selettivo dei rifiuti.
7. Uso di materiali con un alto contenuto di materia riciclata (Wang, et al., 2010).

Fase esecutiva

8. Contrattare fornitori che gestiscono i rifiuti dei loro prodotti (Tam, et al., 2007). I fornitori di materiali da costruzione sono l'elemento chiave in quanto a produzione di RCD. È quindi preferibile dare precedenza a coloro che includono nel proprio servizio la raccolta e la gestione del packaging dei propri prodotti.
9. Pianificare il numero e le dimensioni dei contenitori necessari per ogni attività (del Río Merino, et al., 2010). In cantiere devono esserci come minimo un contenitore per i rifiuti inerti, uno per rifiuti misti (carta, legno, metalli) ed un deposito per liquidi e contenitori di rifiuti pericolosi.
10. Registrare quantità e caratteristiche dei rifiuti che escono dal cantiere ed effettuare un controllo degli stessi. Risulta fondamentale che le imprese controllino e analizzino i rifiuti che generano nei loro cantieri per poi successivamente elaborare

una base di dati propri che sia affidabile e che permetta di stimare con maggiore precisione i rifiuti che la sua attività genera.

11. Realizzare controlli periodici sull'uso appropriato dei contenitori di RCD (Audus, et al., 2010; Formoso, et al., 2002). È importante evitare che le distinte categorie di RCD vengano depositate nei luoghi sbagliati.
12. Seguire le operazioni pianificate nel progetto (Formoso, et al., 2002).
13. Eseguire una corretta separazione selettiva in sito per ogni categoria di RCD.
14. Rispettare le istruzioni del produttore per lo stoccaggio del materiale. Cattive pratiche nella manipolazione dei materiali nei cantieri sono causa della perdita di circa il 15% delle materie prime, aumentando la quantità di RCD da gestire (Audus, et al., 2010).
15. Informare i lavoratori circa la gestione dei RCD (Tam, 2008; Lu & Yuan, 2010). I lavoratori, come figure in prima linea nel processo di costruzione, devono essere i principali coinvolti nello sviluppo e nell'attuazione delle pratiche più rispettose per l'ambiente. I programmi di formazione del personale sono alla base di una corretta gestione, dal momento che la tematica ambientale viene spesso lasciata in disparte tra gli operai di cantiere.
16. Distribuire piccoli contenitori differenziati nelle aree di lavoro del cantiere, che facilitino la separazione selettiva (Audus, et al., 2010).
17. Ridurre l'eccesso di materiale richiesto, evitando le eventuale rottura del materiale in cantiere, che chiaramente si trasforma in rifiuto (del Río Merino, et al., 2010).
18. Acquistare materiali che evitano imballaggi superflui o che abbiano imballaggi riutilizzabili (del Río Merino, et al., 2010).
19. Pianificare riunioni di coordinamento e revisione sui RCD (del Río Merino, et al., 2010).
20. Utilizzare macchinari in loco per frantumazione o compattazione di RCD, specialmente per quelli di carattere inerte, quando presenti in quantità tali da rendere conveniente il loro trattamento in sito, piuttosto che il loro conferimento ad impianto esterno (Wang, et al., 2010).

RIFERIMENTI

Bibliografia

- [1] Alcaide Tur, A., & Gallardo Izquierdo, A. , 2012, *Residuos Sólidos Urbanos. Una consecuencia de la vida.*
- [2] Erias Rey, A., & Alvarez-Campana Gallo, J. M., 2007, *Evaluación ambiental y desarrollo Sostenible.*
- [3] Commissione Europea, 2014, *Eurostat statistiche sui rifiuti.*
- [4] ACEN, 2009, *La Gestione dei Rifiuti nelle Attività di Costruzione e Demolizione.*
- [5] ANCE Brescia, 2014, *La gestione ambientale del cantiere edile: Dal trattamento dei rifiuti da costruzione e demolizione alle procedure semplificate per il riutilizzo dei materiali da scavo.*
- [6] Legambiente, 2017, *L'economia circolare nel settore delle costruzioni.*
- [7] Commissione Europea, 2000, *L'UE e la gestione dei rifiuti.*
- [8] Commissione Europea, 2015, *L'anello mancante - Piano d'azione dell'Unione europea per l'economia circolare.*
- [9] ISPRA, 2015, *Rapporto rifiuti speciali.*
- [10] Antonini E. e Donati V., 2004, *Il Mattone ritrovato.*
- [11] Feliziani C., 2013, *La disciplina dei rifiuti tra normativa europea e normative nazionali. spunti di comparazione tra il sistema italiano e il sistema inglese.*
- [12] FERCD, 2015, *Informe de producción y gestión de los residuos de construcción y demolición en España, periodo 2009-2013.*
- [13] Colegio Oficial de Aparejadores, Arquitectos técnicos e Ingenieros de Edificación de Madrid, 2010, *Cuaderno Técnico: Gestión de residuos de construcción y demolición.*
- [14] ITeC, 2000, *Situación actual y perspectivas de futuro de los residuos de la construcción.*
- [15] Villoria Saez, P; del Rio Merino, M.; San-Antonio Gonzalez, A.; Porrás-Amores, C. , 2013, *Best practice measures assessment for construction and demolition waste management in building constructions.*

-
- [16] Villoria Saez, P; del Rio Merino, M.; Porrás-Amores, C. , 2012, *Estimation of construction and demolition waste volume generation in new residential buildings in Spain.*
- [17] del Rio Merino, M; Garcia Navarro, J; Villoria Saez, P. , 2011, *Legal Aspects which implement good practices measures in the management of construction and demolition waste.*
- [18] Villoria Saez, P., 2014, *Sistema de gestión de residuos de construcción y demolición en obras de edificación residencial. Buenas prácticas en la ejecución de obra.*
- [19] Begum RA, Siwar C, Pereira JJ, Jaafar AH., 2009, *Attitude and behavioral factors in waste management in the construction industry of Malaysia.*
- [20] Wang J, Yuan H, Kang X, Lu W., 2010, *Critical success factors for on-site sorting of construction waste: a China study.*
- [21] Yuan H, Shen L., 2011, *Trend of the research on construction and demolition waste management.*
- [22] del Río Merino M, Izquierdo Gracia PI, Saltoweis Azevedo I., 2010, *Sustainable construction: construction and demolition waste reconsidered.*
- [23] Tam VWY., 2008, *On the effectiveness in implementing a waste-management-plan method in construction.*
- [24] Tam VWY, Tam CM, Zeng SX, Ng WCY., 2007, *Towards adoption of prefabrication in construction.*
- [25] Osmani M, Glass J, Price ADF., 2008, *Architects' perspectives on construction waste reduction by design.*
- [26] Formoso CT, De Cesare C, Isatto EL., 2002, *Material waste in building industry: main causes and prevention.*
- [27] Audus I, Charles P, Evans S., 2010, *Environmental good practice on site.*
- [28] Lu W, Yuan H., 2010, *Exploring critical success factors for waste management in construction projects of China.*
-

Diritto

- *Il Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2008-2015, Anexo 6 de Plan Nacional Integrado de Residuos 2008-2015 del 20 gennaio 2009, Governo di Spagna, Bollettino Ufficiale di Stato del 26 febbraio 2009.*
- *Plan Regional de Residuos de Construcción y Demolición 2006-2016, Estrategia de Residuos de la Comunidad de Madrid del 18 ottobre 2007, Bollettino Ufficiale della Comunità Autonoma di Madrid del 5 novembre 2007.*
- *Direttiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive, Gazzetta Ufficiale dell'Unione europea del 22 novembre 2008.*
- *Catalogo Europeo Rifiuti, Allegato della Decisione 2000/532/CE della Commissione Europea del 3 maggio 2000, Gazzetta Ufficiale dell'Unione europea del 6 settembre 2000.*
- *Protocollo UE per la gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione, 2016, Commissione Europea.*
- *Decreto Legislativo n. 205 del 3 dicembre 2010. Disposizioni di attuazione della Direttiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo e del consiglio del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive, Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana del 10 dicembre 2010.*
- *Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici, Allegato 2 del D.M. del 17 gennaio 2017, Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana del 28 gennaio 2017.*
- *Real Decreto n. 105 del 1 febbraio 2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, Governo di Spagna, Bollettino Ufficiale di Stato del 13 febbraio 2008.*

-
- *ORDEN 2690/2006 del 28 de julio 2006 por la que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad de Madrid, Bollettino Ufficiale della Comunità Autonoma di Madrid del 14 agosto 2006.*

Sitografia

- http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste_statistics/it
- <http://risorsarifiuti.it/risorse/economia-circolare/>
- <http://www.qualenergia.it/articoli/20161227-edilizia-efficiente-Italia-e-opportunita-della-economia-circolare>
- http://digilander.libero.it/giabon/tesi/pastore/intro_pastore.pdf
- <http://www.lastampa.it/2017/03/09/scienza/ambiente/green-economy/calcinaggio-selvaggio-nei-rifiuti-edili-solo-il-di-riciclo-P8b8wOoulb5thxgLOEkVkn/pagina.html>
- [http://www.unindustria.treviso.it/confindustria/treviso/istituzionale.nsf/frame/7DA34D92F32F2E05C125784500393F4A/\\$File/correttivo-rifiuti.pdf?OpenElement](http://www.unindustria.treviso.it/confindustria/treviso/istituzionale.nsf/frame/7DA34D92F32F2E05C125784500393F4A/$File/correttivo-rifiuti.pdf?OpenElement)
- <http://www.ine.es/prensa/np949.pdf>
- http://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176841&menu=ultiDatos&idp=1254735976612
- http://www.mapama.gob.es/es/ministerio/servicios/publicaciones/g_gestion_de_residuos_tcm7-347415.pdf
- <http://www.asarva.org>
- <http://www.aglioniangelo.it>
- <http://www.4cecosoluzioni.it>