



POLITECNICO
MILANO 1863

La transizione digitale e la gestione rifiuti nel settore delle costruzioni

Digital transition and waste management in AECO industry

*Prof. Giuseppe Martino Di Giuda, Prof. Lavinia Chiara Tagliabue, PhD Ing. Elena Seghezzi
PhD Candidate Laura Pellegrini, Stefano Campi, Mirko Locatelli, Giulia Pattini*



POLITECNICO
MILANO 1863

Il contesto economico e normativo europeo

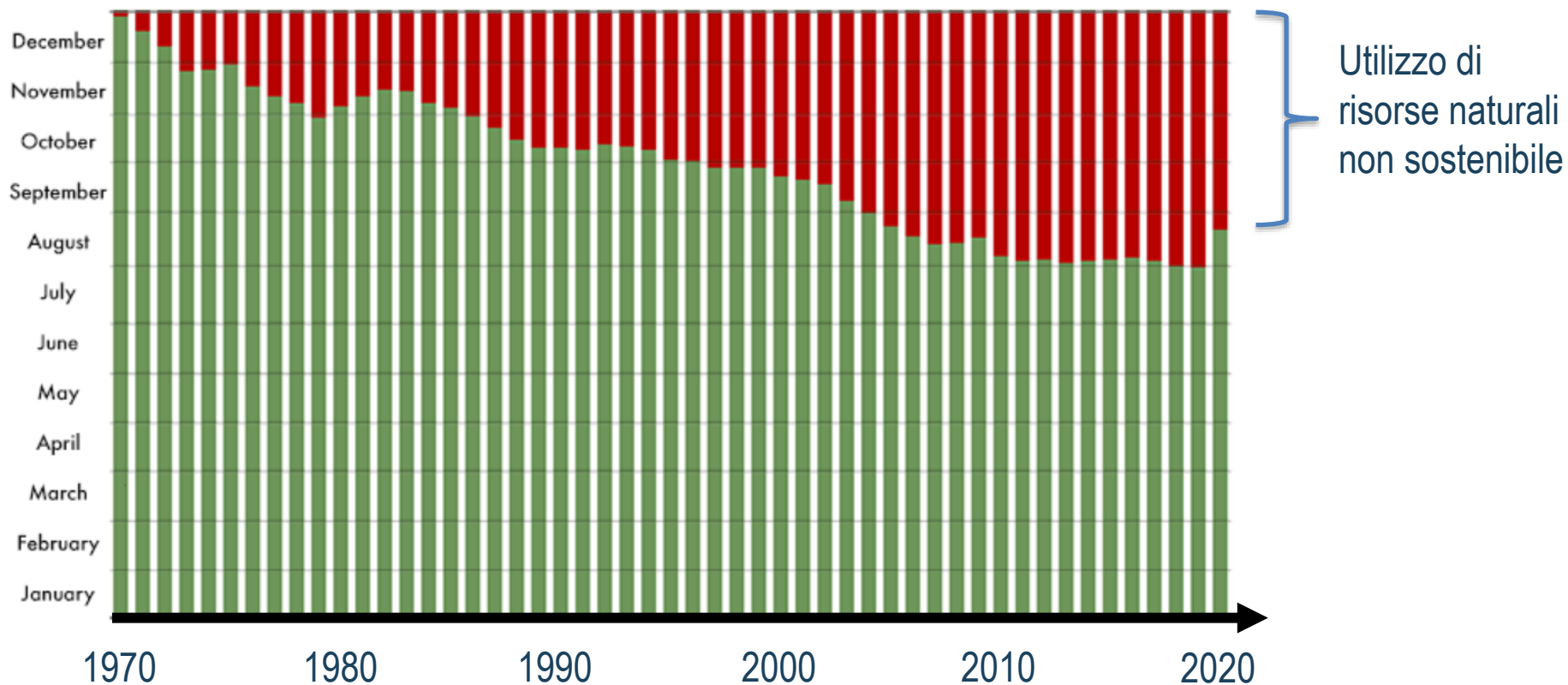


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TORINO



POLITECNICO
MILANO 1863

Earth Overshoot Day



Fonte: www.overshootday.org

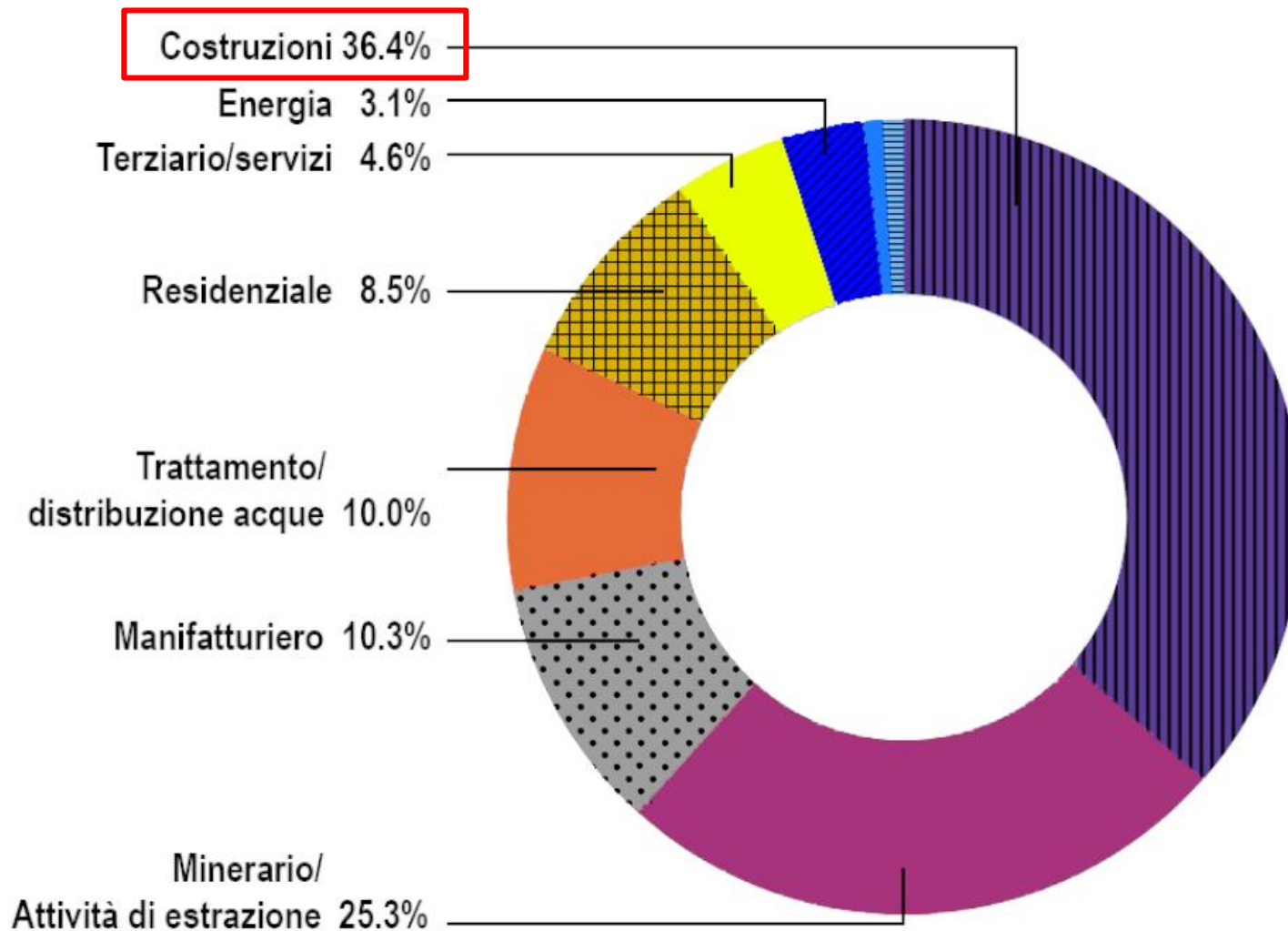


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TORINO



POLITECNICO
MILANO 1863

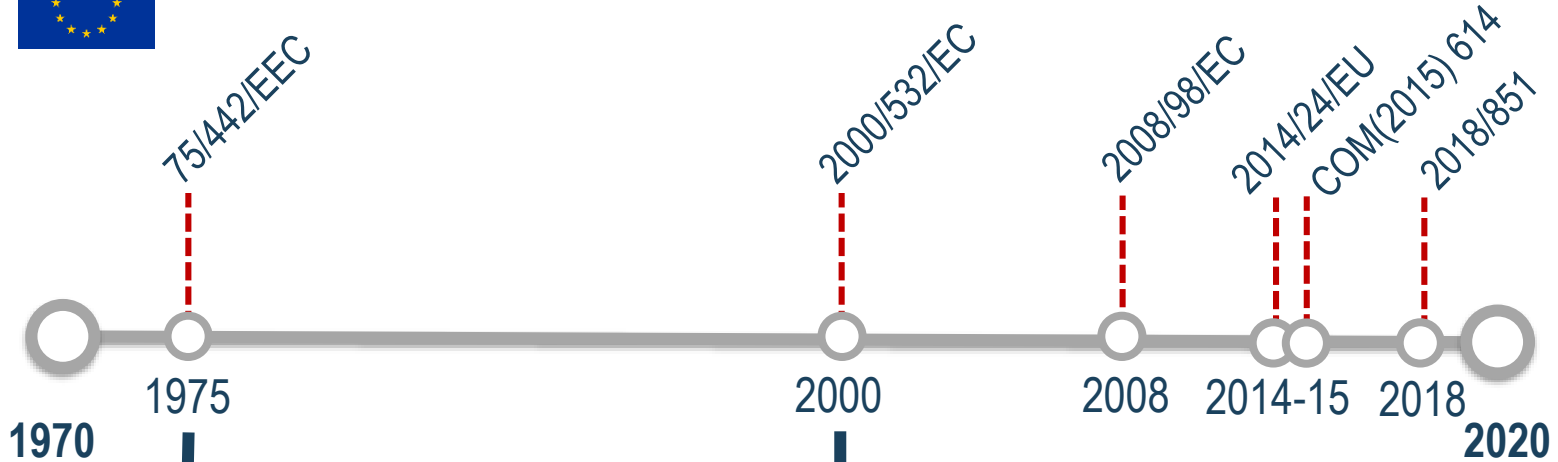
Produzione di rifiuti - settore delle costruzioni



Fonte: Eurostat (env_wasgen)



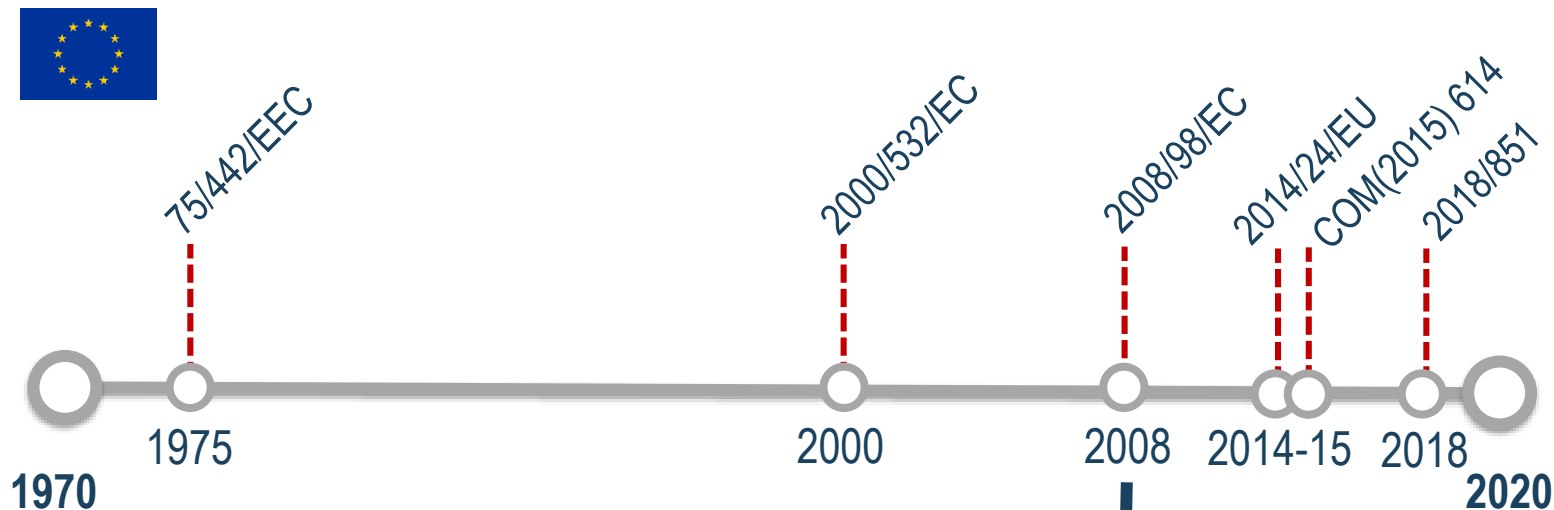
Evoluzione normativa Unione Europea



- Definizione di rifiuto
- Definizione attività di gestione dei rifiuti
- Classificazione dei rifiuti, in particolare dei rifiuti da costruzione e demolizione

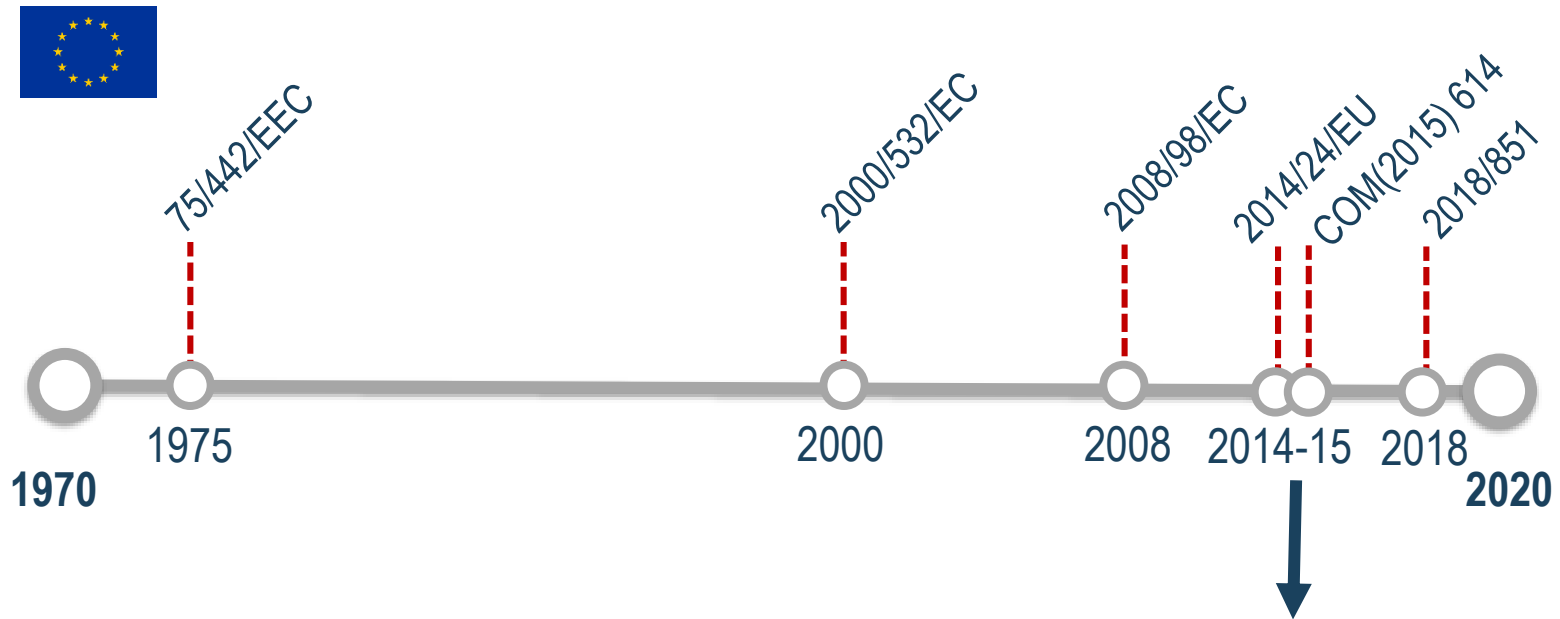


Evoluzione normativa Unione Europea



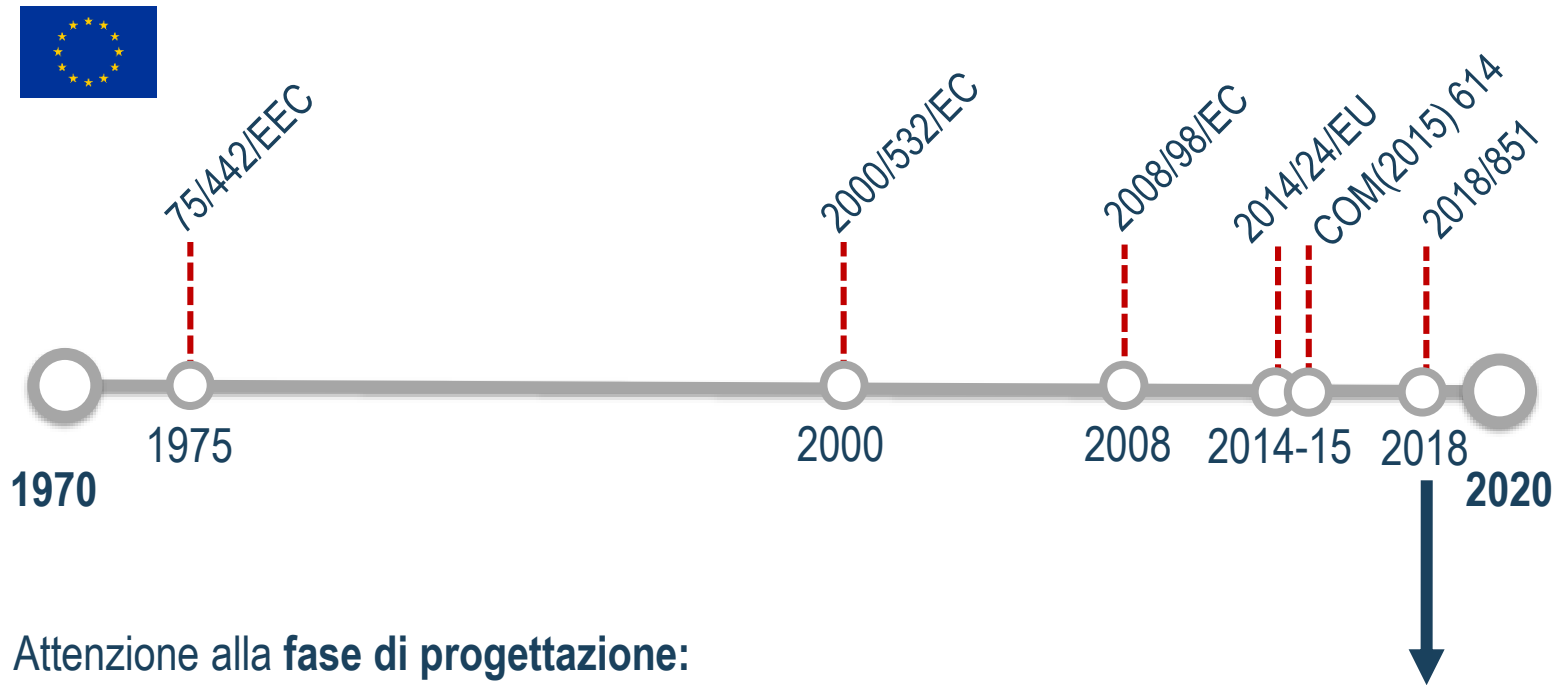
- Definizione gerarchia delle attività di gestione rifiuti:
 - **Prevenzione, riuso, riciclo, recupero, conferimento a discarica**
- Concetto di responsabilità estesa al produttore
- Obiettivi di riciclo e recupero:
 - **70% dei rifiuti da costruzione e demolizione**

Evoluzione normativa Unione Europea



- Introduzione **BIM e strategie di gestione efficiente dei rifiuti** nella **normativa contrattuale**
- Obiettivi a lungo termine di **riduzione del conferimento a discarica e aumento riuso/riciclo**
- Contrastare trasporto e trattamento illegale dei rifiuti:
 - **Identificazione, classificazione e tracciabilità dei rifiuti**
- **Identificazione e separazione** dei rifiuti da costruzione e demolizione per favorire il riciclo
- Transizione concetto di rifiuto: **da rifiuto a risorsa** in un processo di **economia circolare**

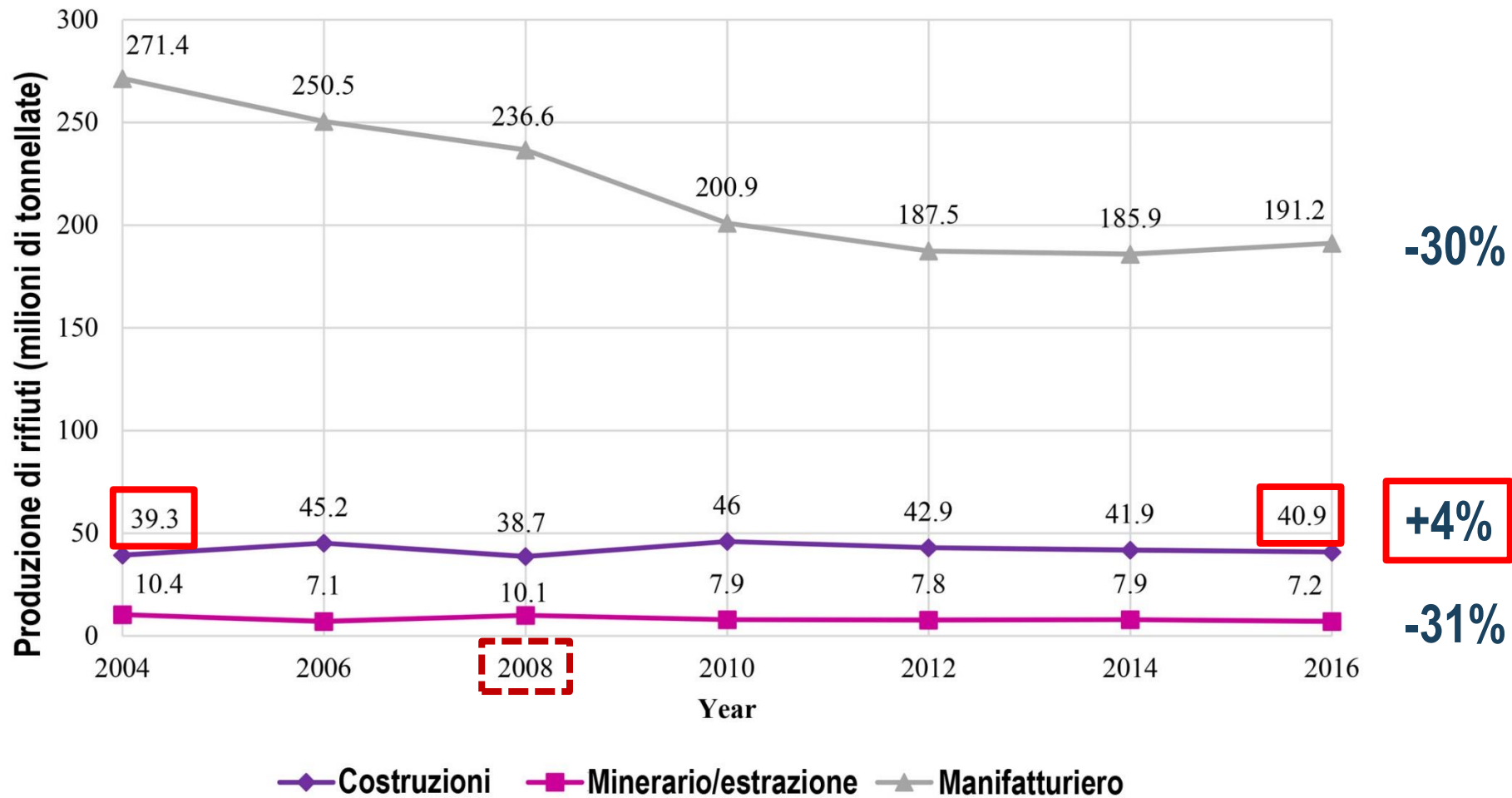
Evoluzione normativa Unione Europea



- **Attenzione alla fase di progettazione:**
 - **Scelta consapevole dei materiali**, minimizzazione produzione di rifiuti pericolosi
 - Studio delle **strategie di riuso, riciclo, recupero lungo il ciclo di vita** e riduzione imballaggi
- Definizione di **demolizione selettiva**
- Introduzione della possibilità di **riempimento** tramite terre di scavo e rifiuti non pericolosi
- Introduzione di **registri elettronici** per garantire **tracciabilità dei rifiuti**

Trend della produzione di rifiuti a confronto

Principale evoluzione Direttive UE a partire dal 2008



Fonte: Eurostat (env_wasgen)



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TORINO



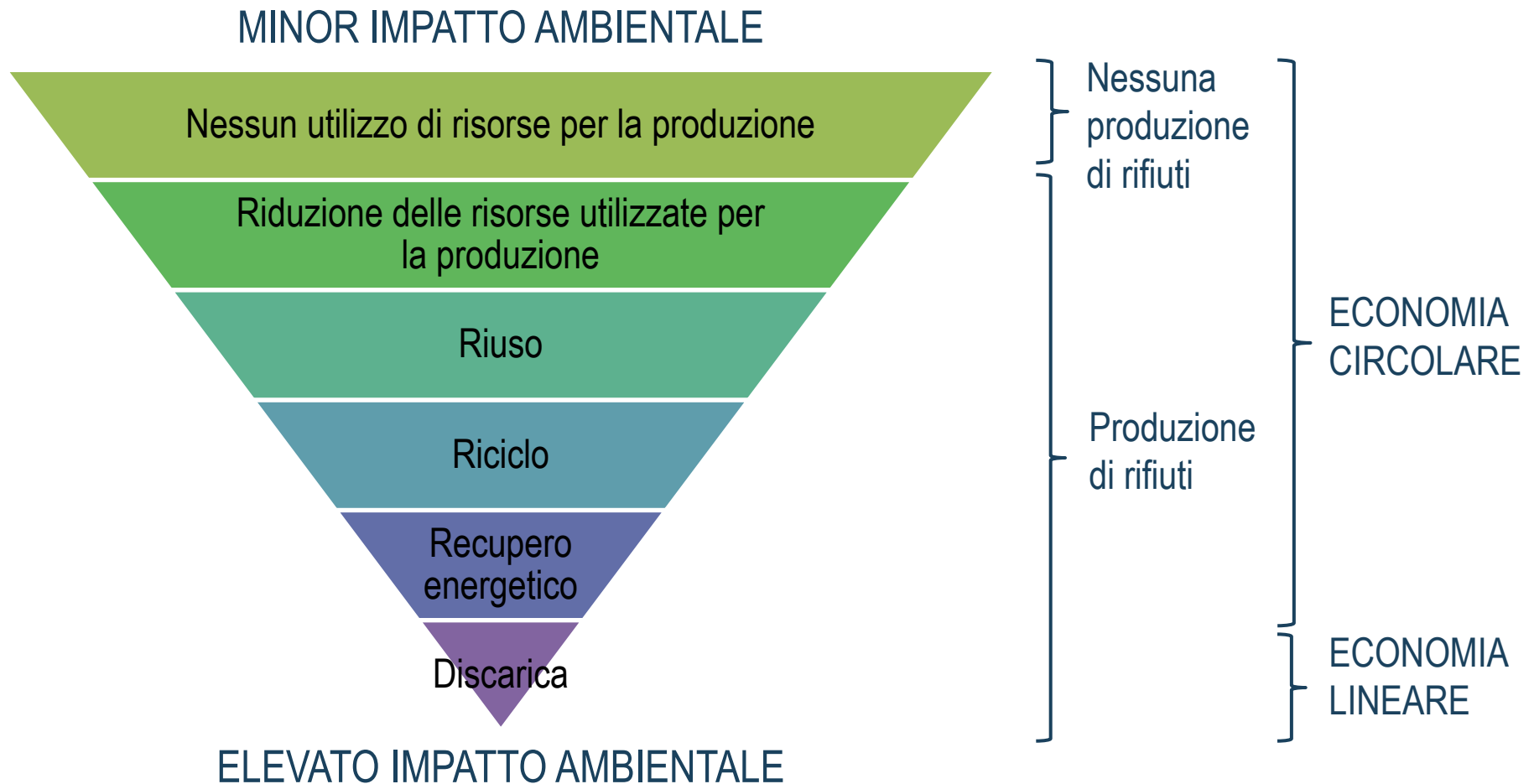
POLITECNICO
MILANO 1863

Barriere socio-economiche

- Errori, incoerenze progettuali, documentazione incompleta e ridotta collaborazione:
 - Rilavorazioni in fase d'opera
 - » Difficoltà di gestione e aumento della produzione di rifiuti
- Bassa attitudine all'assunzione di responsabilità per la produzione e gestione dei rifiuti
- Pensiero diffuso che la produzione di rifiuti nei processi produttivi sia inevitabile
 - » Strategie per la riduzione dei rifiuti in fase progettuale spesso non applicate
- Assenza di collaborazione continuativa tra gli attori e limitata propensione all'innovazione



Strategie di minimizzazione e gestione rifiuti



Fonte: EPA, United States Environmental Protection Agency

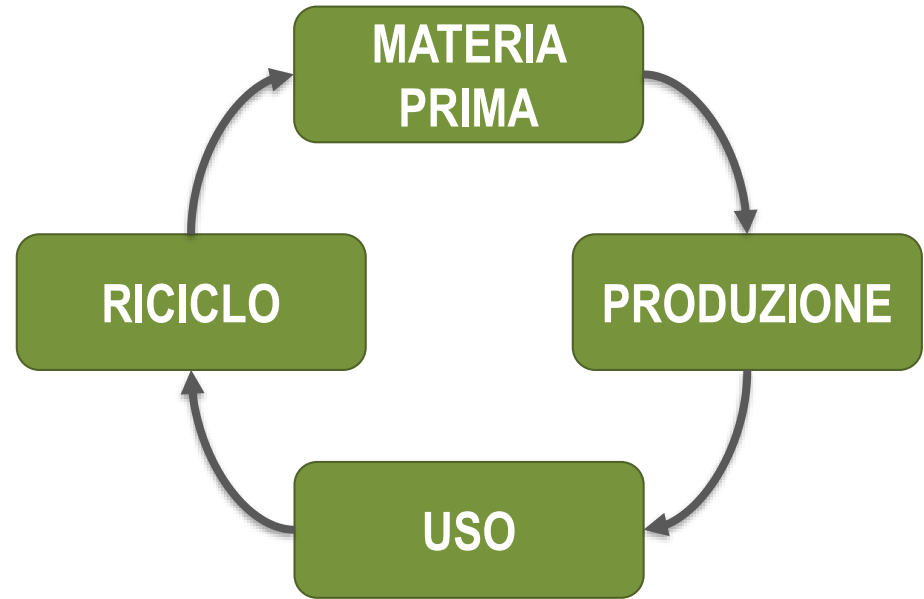


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TORINO



POLITECNICO
MILANO 1863

Transizione da Economia Lineare a Circolare



Transizione da Economia Lineare a Circolare



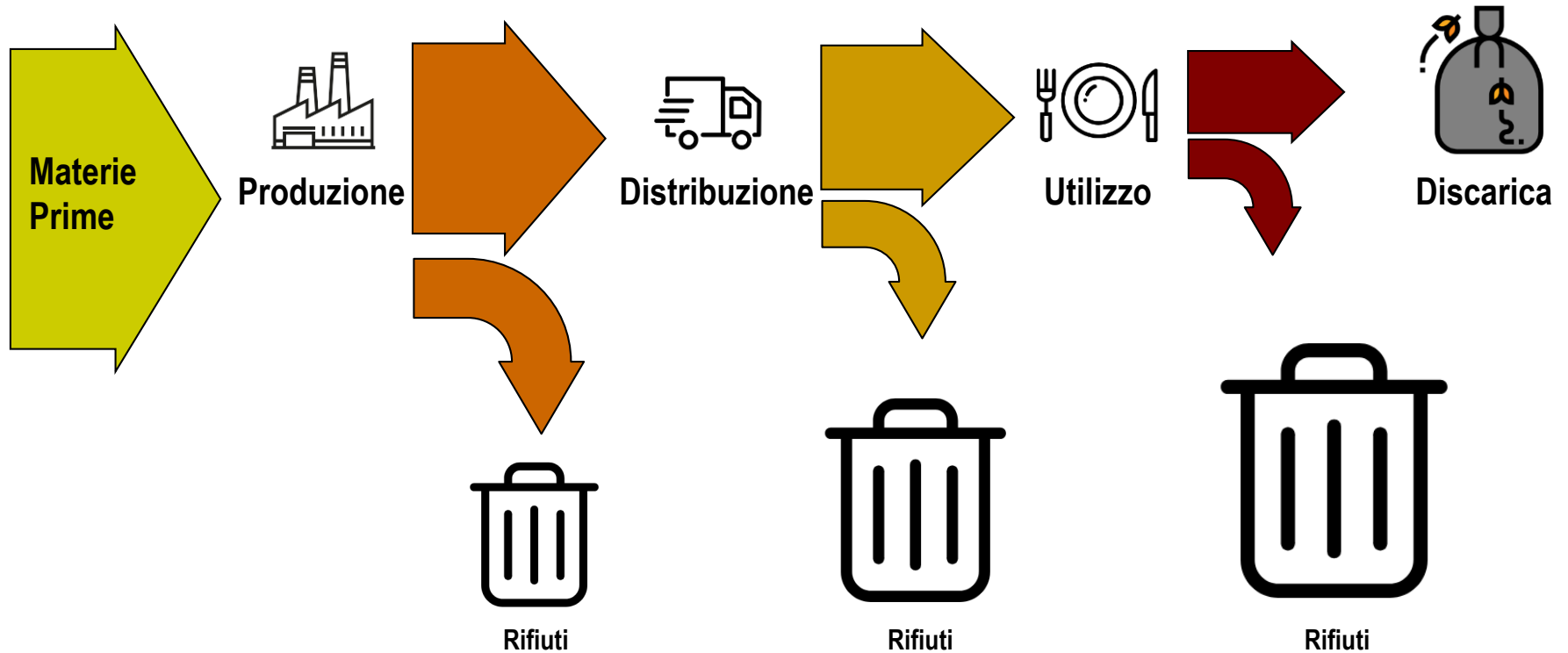
Modello economico:

- Sfruttamento di una elevata quantità di risorse ed energie
- Utilizzo delle materie prime e risparmio sulla forza lavoro

Processo lineare:

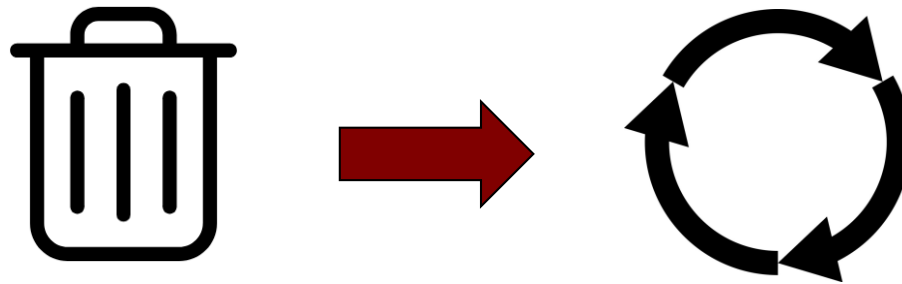
- Estrazione ed impiego di materie prime
- Produzione di beni
- Ottenimento di profitto

Transizione da Economia Lineare a Circolare



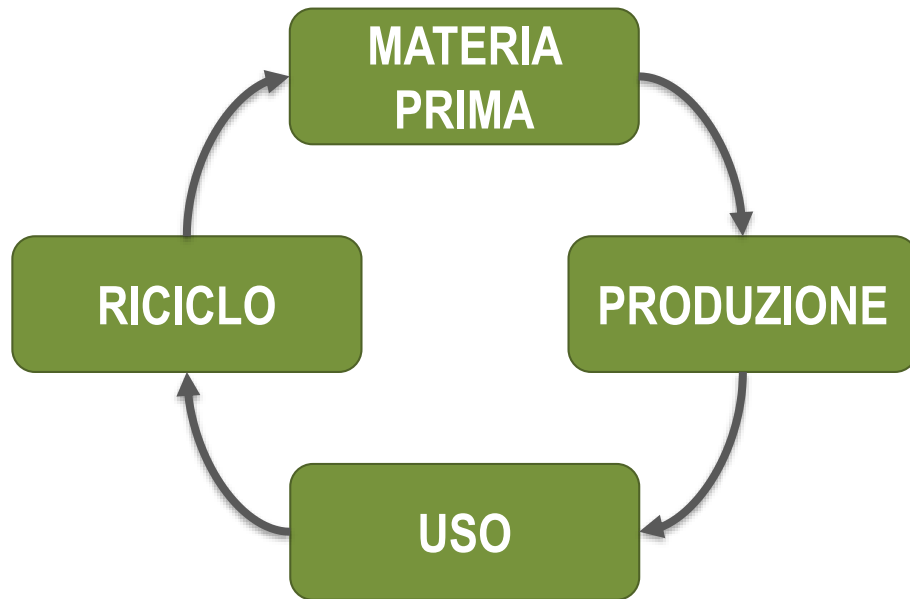
Transizione da Economia Lineare a Circolare

Transizione verso l'economia circolare:



- Uso più efficiente e sostenibile delle risorse
- Nuovo modello integrato di produzione, distribuzione e consumo
- Passaggio da rifiuto a risorsa per un nuovo ciclo produttivo

Transizione da Economia Lineare a Circolare



Modello economico:

- Approccio dell'industria ecologica
- Creazione di processi a circuito chiuso
- Minimizzazione degli sprechi

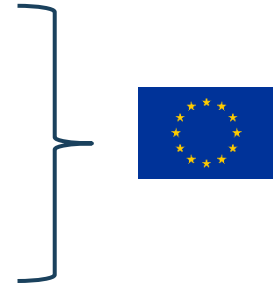
Principi:

- Conservazione del capitale naturale
- Ottimizzazione dei cicli costituenti il circuito chiuso
- Mantenimento dell'efficienza globale del sistema

Driver

Legislativi

- Economia circolare settore delle costruzioni
- Strategie contrattuali di minimizzazione e gestione dei rifiuti
- Clausola contrattuale per demolizione selettiva
- Ruolo centrale della Committenza (Green Public Procurement)



Socio-economici

- Adozione di strategie di minimizzazione e gestione rifiuti per la competitività in un mercato aperto

Gestionali e tecnologici

- Gestione e modellazione informativa
- Processi collaborativi
- Digitalizzazione dei processi



POLITECNICO
MILANO 1863

Procedura di gara innovativa per applicazione di strategie di gestione rifiuti

Il contesto Italiano

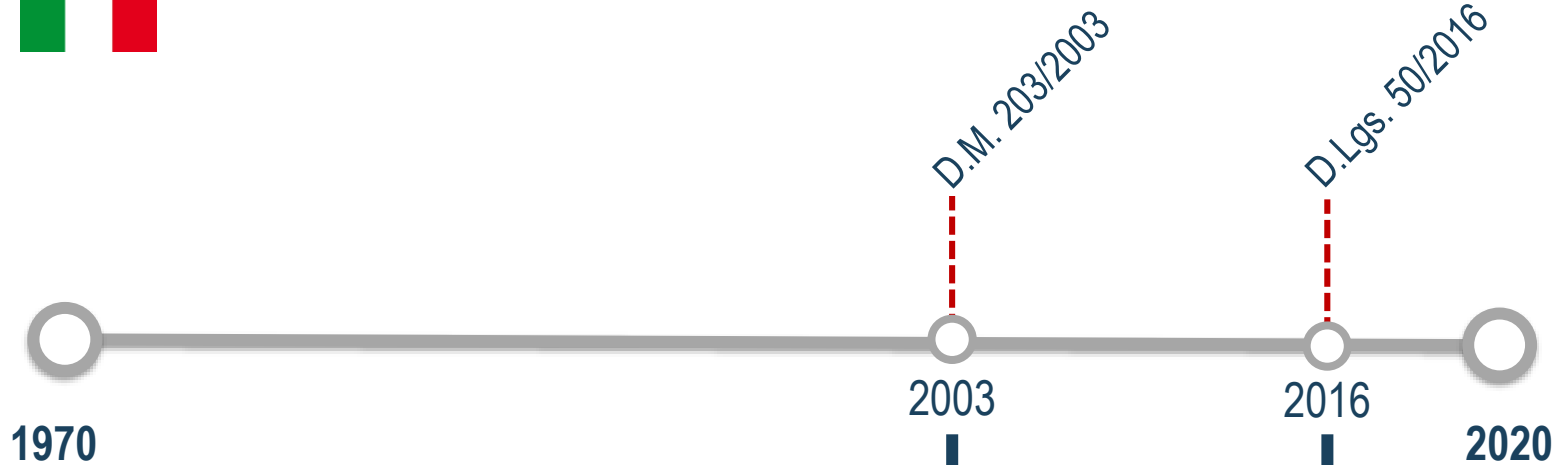


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TORINO



POLITECNICO
MILANO 1863

Evoluzione normativa italiana



- **Prodotti riciclati 30%** minimo sul totale annuale di beni e servizi
 - Limiti per l'applicazione al settore delle costruzioni

- **Requisito di applicazione di Green Public Procurement (GPP) nei contratti pubblici**
- Acquisto di prodotti che rispondano ai Criteri Ambientali Minimi (CAM)



Offerta economicamente più vantaggiosa (OEPV)

- Definizione di criteri ambientali nell'Offerta economicamente più vantaggiosa (OEPV)
- Valutazione della qualità delle offerte basata su criteri oggettivi alfa-numeric
- Appalto tradizionale (Design Bid Build)
 - Due fasi: progettazione esecutiva e costruzione
 - Assenza di flusso informativo e ridotta collaborazione tra le due fasi
- Appalto integrato (Design Build)
 - Bando in un'unica fase: progetto esecutivo e lavori
 - Trasferimento efficiente delle informazioni



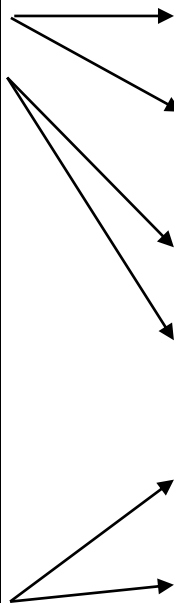
Bando di gara – requisiti gestione e minimizzazione rifiuti

Codice categoria	Categoria di valutazione	Codice criteri	CRITERI DI VALUTAZIONE
A	Requisiti elementi passivi	A.1	Trasmittanza involucro
		A.2	Requisiti Materiali offerti
		A.3	Requisiti ambientali
B	Requisiti elementi attivi	B.1	Funzionamento impianto
		B.2	Componenti impianto
		B.3	Incremento di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili
		B.4	Utilizzo intelligente delle risorse
C	Fase operativa	C.1	Sicurezza
		C.2	Soluzioni costruttive, gestione cantiere
D	Manutenzione	D.1	Manutenzione parte Edile
		D.2	Manutenzione parte Impianti

Bando di gara – requisiti gestione e minimizzazione rifiuti

Codice criteri	CRITERI DI VALUTAZIONE
A.1	Trasmittanza involucro
A.2	Requisiti Materiali offerti
A.3	Requisiti ambientali
B.1	Funzionamento impianto
B.2	Componenti impianto
B.3	Incremento di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili
B.4	Utilizzo intelligente delle risorse
C.1	Sicurezza
C.2	Soluzioni costruttive, gestione cantiere
D.1	Manutenzione parte Edile
D.2	Manutenzione parte Impianti

Cod. sub	SUBCRITERI
....	...
A.2.1	Distanza Località di prod. materiali offerti
A.2.3	Grado di manutenibilità dei materiali offerti
...	...
A.3.1	Cert. UNI EN ISO 14001 impresa affidataria
A.3.2	Cert. UNI EN ISO 14001 prodotti prevalenti
...	...
C.2.2	Layout di cantiere (Fasi scavi e strutture)
C.2.3	Gestione rifiuti/Sfridi (D.lgs. 152/06) con part. riferimento allo smaltimento rifiuti speciali
...	...



- Requisiti quantitativi
- Certificazioni
- Requisiti qualitativi - classi prestazionali
- Requisiti con valutazione su layout e manutenzione

Requisito C.2.3 – Gestione di rifiuti e sfridi

- Definizione della quantità di rifiuti:
 - Riuso in loco
 - Riciclo – classificazione dei rifiuti per raccolta differenziata
 - Conferimento a discarica – materiali pericolosi

- Individuazione Codici CER

Classe di gestione dei rifiuti	Coefficiente
Rifiuti non pericolosi per riuso	100 %
Rifiuti non pericolosi per riciclo	80 %
Rifiuti speciali pericolosi per conferimento a discarica	75 %
Rifiuti non pericolosi per conferimento a discarica	50 %



La Modellazione Informativa per il bando di gara

Modello BIM

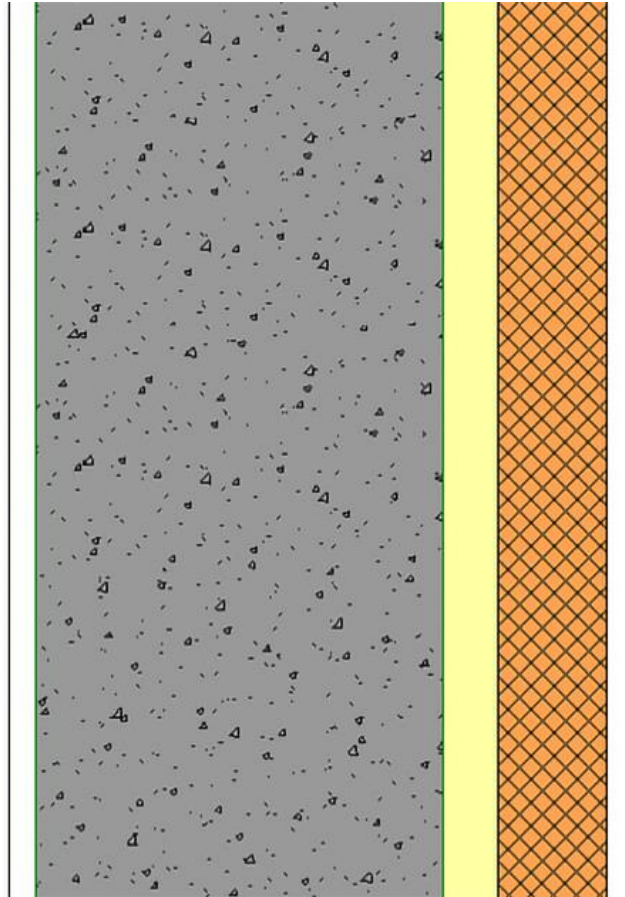
- Singola fonte di informazioni ed elaborati grafici e non
- Collaborazione e scambio di informazioni tra professionisti - diverse discipline
- Congruenza e coerenza tra gli elaborati

Vantaggi per gestione e minimizzazione rifiuti

- Possibilità di calcolare e mantenere aggiornate le quantità dei rifiuti
- Classificazione automatica dei rifiuti per codice CER associando i codici ai materiali
- Rapida estrazione di tabelle di quantità per la gestione rifiuti e la verifica dell'impatto delle scelte sul ciclo di vita del fabbricato
- Database e gestione delle informazioni relative a rifiuti e materiali anche nelle successive fasi di vita del fabbricato



La Modellazione Informativa per il bando di gara



Italian CER code	Volume
01 04 08	66.47 m ³
17 01	13.71 m ³
17 01 01	954.55 m ³
17 01 02	77.84 m ³
17 01 03	7.21 m ³
17 01 07	561.97 m ³
17 02 01	3.06 m ³
17 02 02	2.68 m ³
17 02 03	6.31 m ³
17 03 01*	0.66 m ³
17 04 01	0.00 m ³
17 04 07	0.57 m ³
17 06 04	14.90 m ³
17 08 02	53.66 m ³
Total:	1,766.18 m³

Caso studio – La nuova scuola primaria di Melzo



Caso studio – La nuova scuola primaria di Melzo

- Melzo (MI)
- Scuola primaria per 500 studenti
- Completamento: 2015
- Appalto integrato

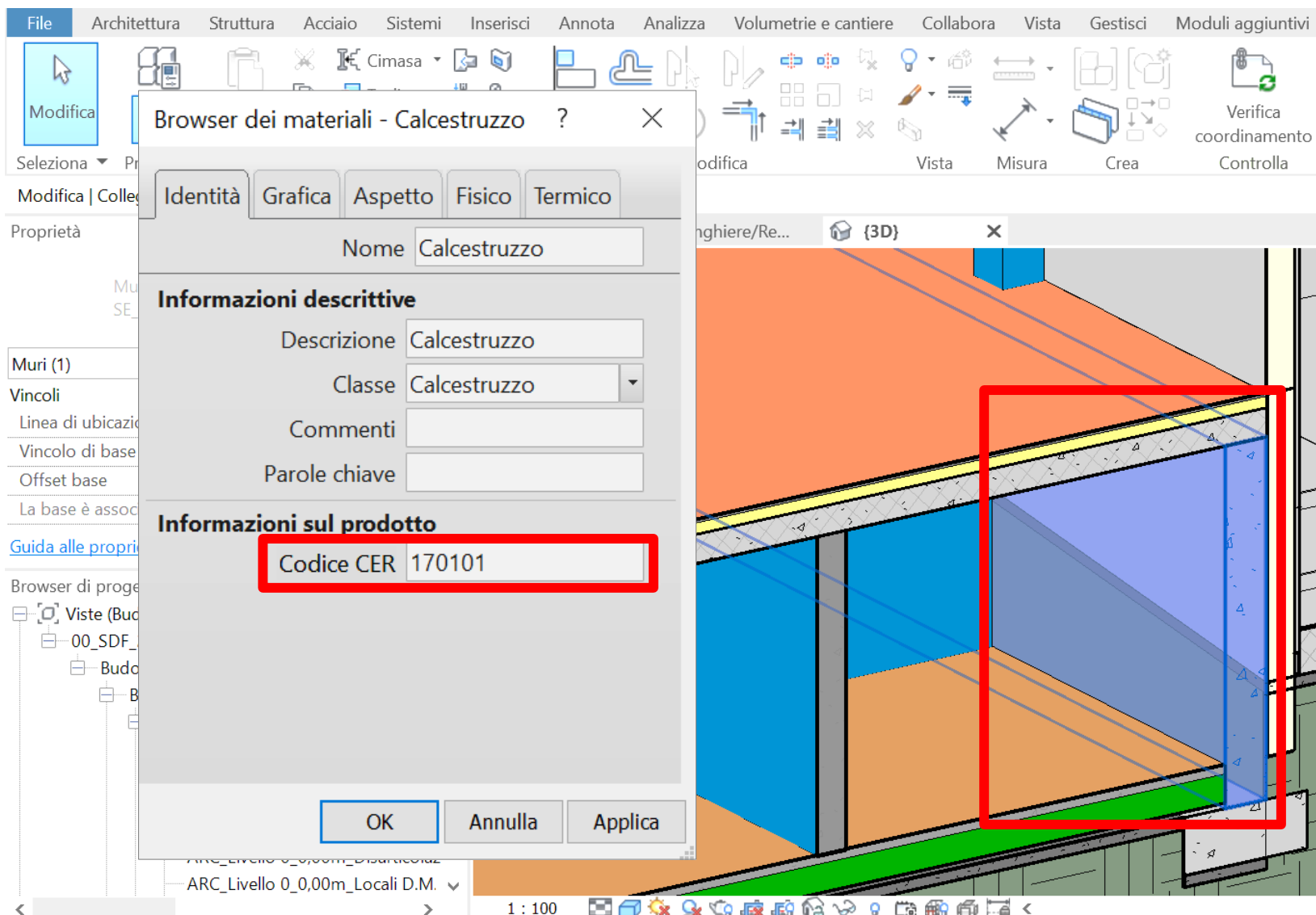
- Requisiti normativi: individuazione dei rifiuti pericolosi

- Applicazione della Modellazione Informativa lungo tutto il processo
- Gestione documentale parallela del bando di gara



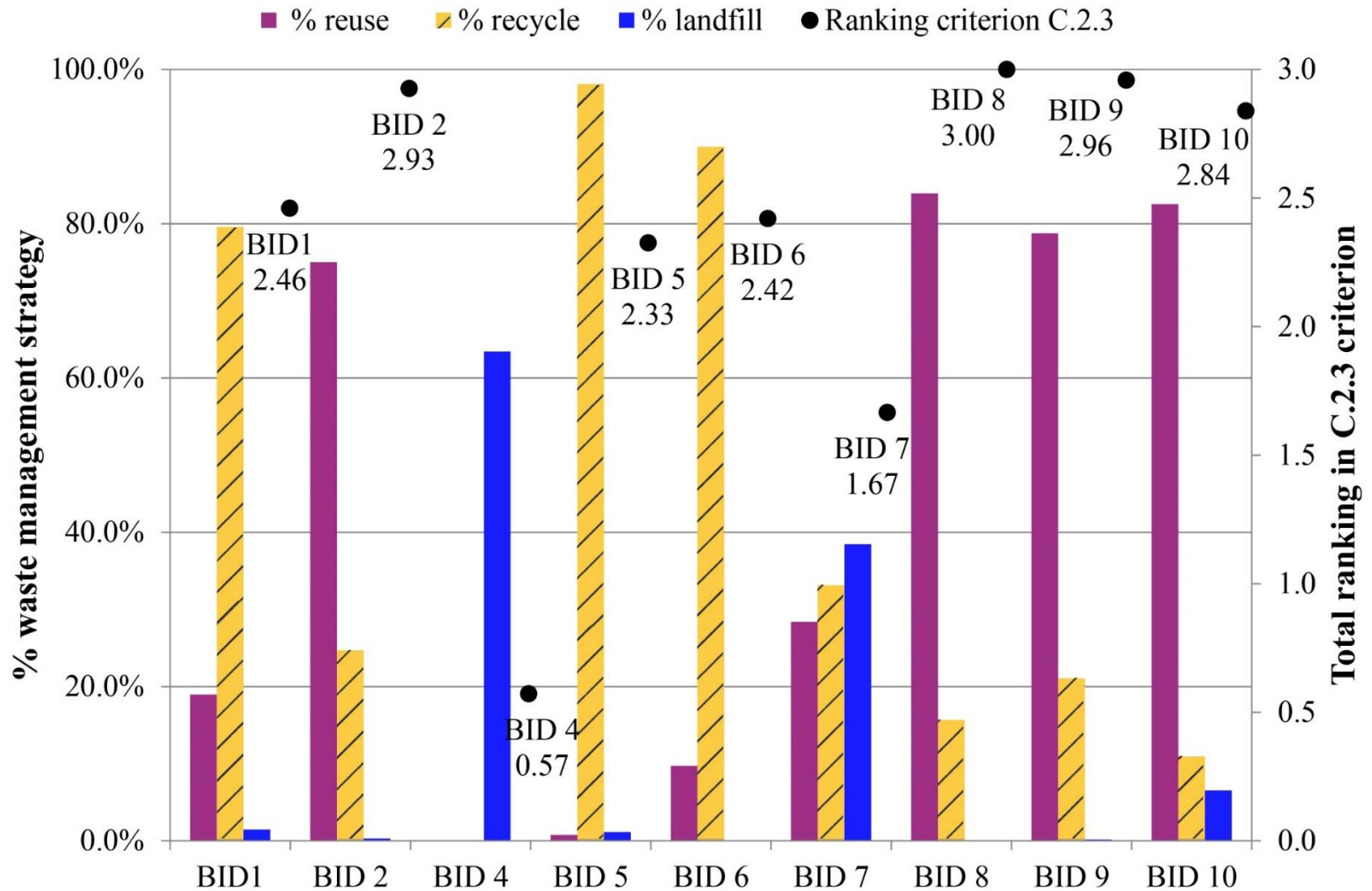
Caso studio – La nuova scuola primaria di Melzo

Assegnazione Codice CER ai materiali



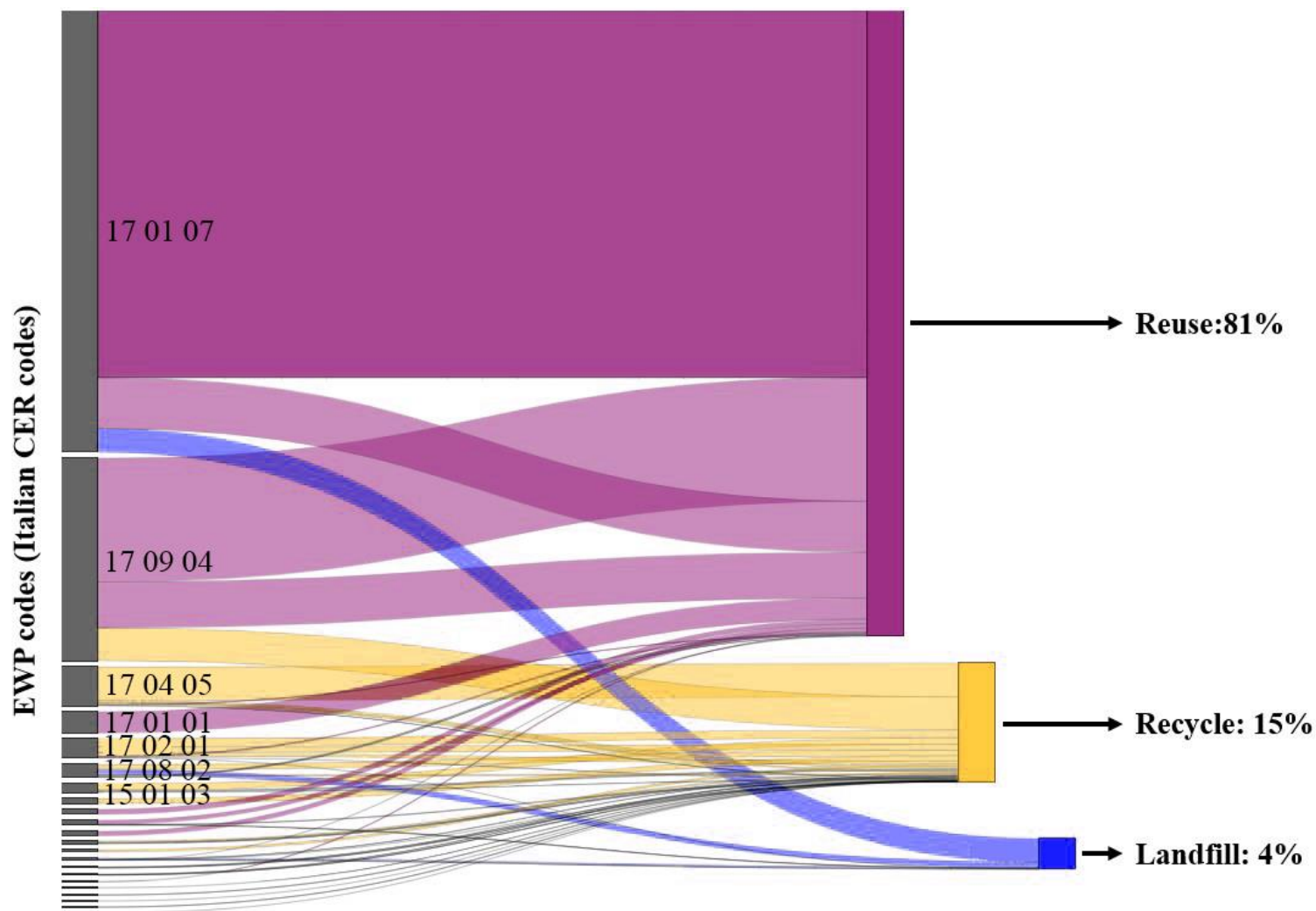
Caso studio – La nuova scuola primaria di Melzo

Confronto delle offerte



Caso studio – La nuova scuola primaria di Melzo

Confronto delle offerte



Caso studio – La nuova scuola primaria di Melzo

Risultati

- Circa la metà delle offerte ha proposto strategie di gestione e minimizzazione dei rifiuti
- Quantità di materiali per riuso: circa 80% (calcestruzzo, laterizi, ceramica)
- Quantità di materiali per riciclo: circa 15% (imballaggi, materiali metallici)

- L'appalto integrato garantisce al Contraente una maggiore possibilità di integrare strategie di gestione dei rifiuti
- Gestione del flusso informativo delle fasi di progettazione esecutiva e lavori, garantendo la minimizzazione dei rifiuti
- Ridotta rilavorazione e incompletezza di documenti ed elaborati
- Elevate quantità di materiali riutilizzati e riciclati



Conclusioni

- Integrazione di strategie sostenibili nei sistemi e procedure organizzative delle imprese
 - Estensione delle competenze per partecipare al bando di gara
 - Mantenere la competitività
- Appalto integrato
 - Gestione integrata di progettazione esecutiva e lavori, con un unico soggetto coinvolto
 - Progettazione esecutiva ottimizzata in relazione alle competenze e filiera costruttiva dell'impresa
 - Incremento della collaborazione tra Committente e impresa
 - Flusso di informazioni continuo e non frammentato



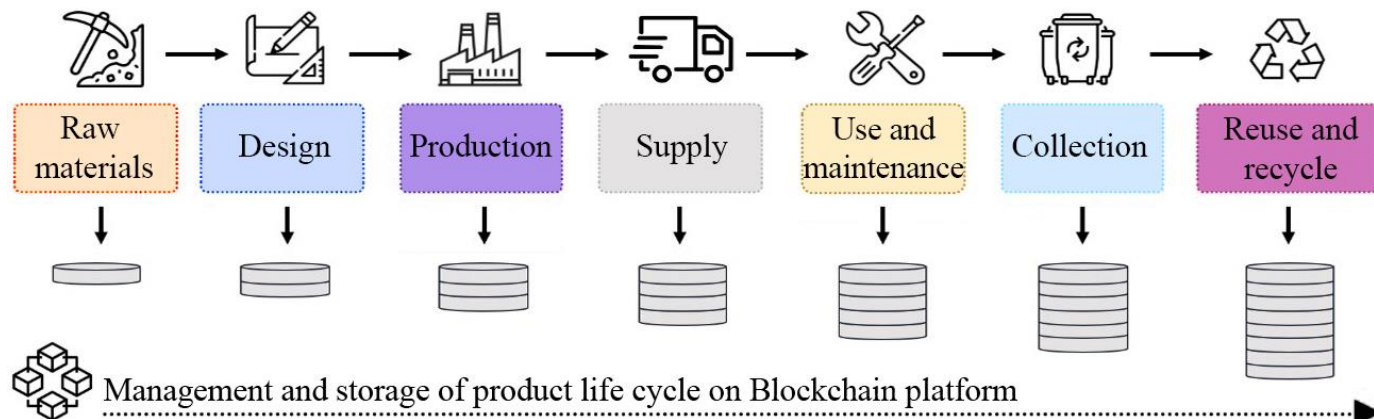
Conclusioni

- Modellazione Informativa
 - Collaborazione tra le parti per raggiungere gli obiettivi di sostenibilità
 - Supporto all'integrazione di strategie di riduzione rifiuti, alla definizione, classificazione e gestione delle quantità di rifiuti per riuso e riciclo
 - Possibilità di aggiornamento delle quantità di rifiuti nelle diverse fasi
 - Verifica da parte della Committenza della rispondenza delle offerte ai requisiti in termini di sostenibilità e gestione rifiuti
- Ruolo centrale della Committenza Pubblica: possibilità di innescare un cambiamento nel settore promuovendo l'integrazione di strategie sostenibili e di minimizzazione rifiuti tramite l'adozione di Green Public Procurement e il supporto della modellazione informativa



Possibili sviluppi futuri

- Blockchain per l'applicazione di Smart Contract
 - Tracciamento di materiali e rifiuti
 - Migliore integrazione tra i partecipanti
 - Gestione continua e trasparente delle informazioni riguardanti i rifiuti e l'impatto ambientale durante l'intero processo



Università coinvolte nella ricerca



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TORINO**

Dipartimento di Management
Prof. Giuseppe Martino Di Giuda



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TORINO**

Dipartimento di Computer Science
Prof. Lavinia Chiara Tagliabue



POLITECNICO
MILANO 1863

**Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e
Ambiente Costruito, BIMGroup LAB**

PhD Ing. Elena Seghezzi

PhD Candidate Ing.: Laura Pellegrini, Stefano Campi, Mirko Locatelli,
Giulia Pattini



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TORINO



POLITECNICO
MILANO 1863



POLITECNICO
MILANO 1863

Grazie dell'attenzione