



UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTA' DI INGEGNERIA

---

Corso di Laurea Triennale In Ingegneria Civile Ambientale

FILIERA CIRCOLARE PER LE ATTIVITÀ DI COSTRUZIONE E  
DEMOLIZIONE: PROGETTAZIONE DI UN IMPIANTO DI RECUPERO

CIRCULAR CHAIN FOR CONSTRUCTION AND DEMOLITION SECTOR:  
DESIGN OF A RECOVERY PLANT

Relatrice: Chiar.ma Prof.ssa Chiara Giusuè

Correlatrice: Chiar.ma Prof.ssa Maria Letizia Ruello

Tesi di Laurea di:

Letizia Marziali

A.A. 2023 / 2024



# Indice

<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>1</b>
<b>1. NORMATIVE VIGENTI.....</b>	<b>3</b>
1.1    Testo Unico Ambiente .....	3
1.2    End of Waste .....	6
1.3    End of Waste: rifiuti da costruzione e demolizione .....	7
1.4    Test di cessione .....	11
<b>2. PROGETTO DI RICERCA.....</b>	<b>14</b>
2.1    Stato attuale.....	14
2.2    Analisi flusso.....	18
2.2.1    Micro e macro raccolta.....	20
2.3    Descrizione attività EoW e trattamento .....	24
2.3.1    Flow-chart attività di recupero.....	27
2.4    Descrizione capacità.....	28
2.5    Descrizione impianto R-5 e accessori .....	28
2.6    Caratteristiche tecniche .....	33
2.7    Caratteristiche ambientali del prodotto finale .....	34
<b>3. FATTIBILITÀ DEL PROGETTO PROPOSTO .....</b>	<b>35</b>
3.1    Fattibilità tecnica.....	35
3.2    Fattibilità economica.....	36
<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>38</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>39</b>
<b>4. ALLEGATI.....</b>	<b>42</b>
4.1    Scheda tecnica MOBY600 transformer della Rimac Technology SA.....	42
4.2    Scheda tecnica MOBY VAI della Rimac Technology SA.....	46
4.3    Scheda tecnica chiusino in ghisa lamellare Montini .....	52
4.4    Scheda tecnica vasca prima pioggia.....	53



## INTRODUZIONE

È ormai noto come le attività antropiche abbiano un grande impatto sull'ambiente. La richiesta di risorse ed energie naturali al giorno d'oggi è superiore rispetto a quella che la Terra sia in grado di generare. Infatti, servirebbero ben 1,7 pianeti per compensare il nostro debito ecologico [1]. Una soluzione affrontata negli obiettivi di sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite (SDG 12) è di promuovere un'economia circolare e di abbandonare definitivamente quella lineare. *“Attualmente l'economia globale circolare è solo per il 7,2% e sta peggiorando di anno in anno a causa dell'aumento dell'estrazione e dell'utilizzo di materiali”* [2]. L'economia lineare *“prendi – usa – getta”* non è più sostenibile in nessun settore, a maggior ragione per il settore edilizio che, da solo, estrae oltre il 50% [3] di risorse minerarie. È essenziale, quindi, il cambio di approvvigionamento delle materie prime passando dall'estrazione alla rigenerazione.

A questa criticità se ne aggiungono altre come le fasi di produzione degli elementi edilizi. Il materiale da costruzione più utilizzato al mondo è il calcestruzzo che, nonostante i suoi molteplici utilizzi e vantaggi, è responsabile di circa l'8% delle emissioni globali di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>); la reazione di decarbonatazione, durante la realizzazione del clinker, libera una notevole quantità di CO<sub>2</sub> che si aggiunge a quella emessa dai forni i quali raggiungono elevatissime temperature. A fronte di questo, ogni anno, nel mondo vengono utilizzati oltre 4 miliardi di tonnellate di cemento provocando un'emissione di quasi 3 miliardi di tonnellate di CO<sub>2</sub>. L'utilizzo dell'acqua è inoltre un elemento da non sottovalutare, difatti, ne servono fino a 500 litri per ogni tonnellata di clinker [4].

Questi numeri evidenziano solamente una parte del problema. Molteplici sono gli aspetti ambientali influenzati, basti pensare al declino della biodiversità e all'aumento dell'urbanizzazione che impatta sull'impiego del suolo e quindi sull'impermeabilizzazione del terreno. Ciò viene aggravato dall'esigenza di estrarre materiale, da cave e miniere, e dall'alto utilizzo di acqua dolce al fine di produrre materiale edilizio.

Secondo l'economia lineare del ciclo edilizio, alla fine della vita utile dei materiali da costruzione essi si trasformano in rifiuti portando ad evidenti e ulteriori ripercussioni ambientali. Stando a quanto riportato nel rapporto rifiuti speciali 2023 dell'ISPRA (istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale) [5] *“i rifiuti generati dalle attività di costruzione e demolizione costituiscono il flusso più rilevante di rifiuti speciali, sia a livello europeo che nazionale”* (47,7%). Dato tuttavia confortante è il tasso di recupero in crescita (80,1% nel 2021) che si mantiene superiore ormai dal 2011 all'obiettivo del 70% fissato per il 2020 dalla Comunità Europea [6].

L'aumento del tasso di recupero è un segnale positivo e pone le basi per questo studio, che punta a promuovere un'economia circolare nel settore edilizio. Le fasi cruciali per una corretta gestione dei rifiuti implicano una fase di raccolta, trasporto, trattamento e smaltimento o recupero. La raccolta e il trasporto vanno di pari passo,

svolta la prima fase attraverso la selezione e la classificazione dei rifiuti quest'ultimi vengono spostati ad impianti specializzati nel recupero o nello smaltimento. In questa fase è essenziale che la logistica sia attenta nella pianificazione dei percorsi al fine di ridurre l'impatto ambientale e minimizzare i costi associati. Un trasporto efficiente ed ecocompatibile garantisce la tracciabilità della movimentazione, dal sito di produzione alla destinazione finale, in modo da monitorare al meglio i diversi flussi.

Seguendo quest'ottica la ricerca verte sulla progettazione di un impianto di recupero dei rifiuti misti provenienti da attività di costruzione e demolizione (C&D) con l'intento di concretizzare una filiera circolare che nasca dal trasporto e arrivi alla reintroduzione nel mercato di materia prima riciclata. A tal fine viene analizzata un'azienda marchigiana ritenuta "rilevante" nel settore dei trasporti dei rifiuti pericolosi e non pericolosi, in termini di flussi trattati. In particolare, nel 2022, anno di studio, tale azienda ha effettuato 791 viaggi del rifiuto misto proveniente dall'attività di costruzione e demolizione. Di conseguenza si prende in considerazione l'ipotesi per cui l'azienda non trasporti solamente il rifiuto ma possa avvalersi dei futuri aggiornamenti normativi così da poterlo trasformare in aggregato riciclato da reimmettere nel mercato. Tale progetto è supportato dal confronto dei dati aziendali, dall'analisi della letteratura, dalle modifiche al Testo Unico Ambientale (TUA) [7] e dalle bozze del decreto 27 settembre 2022 sui rifiuti C&D [8,9], non ancora vigente.

La ricerca nella prima fase approfondisce le normative ambientali nazionali e indaga le norme tecniche utili per i test di cessione e per la certificazione CE [8]. Dopodiché si analizza la progettazione dell'impianto attraverso la descrizione dell'azienda al suo stato attuale, delle portate trasportate e quelle ipoteticamente in ingresso, per analizzare così le possibili raccolte in relazione alle quantità. Ulteriori aspetti descritti per avvalorare la tesi sono le caratteristiche tecniche della strumentazione, la planimetria e la disposizione della piazzola di stoccaggio e di lavorazione, i percorsi di carico e scarico e i sistemi di raccolta idrica.

Effettuata l'analisi degli aspetti alla base della ricerca lo scopo è di ipotizzare un modello di frantumazione e vagliatura per i rifiuti misti provenienti dall'attività di costruzione e demolizione, in grado di anticipare i decreti ancora in fase di modifiche. L'obiettivo è di studiare la fattibilità di un impianto escludendo l'aspetto economico e soffermandosi sulla realizzabilità da un punto di vista progettuale e normativo.

# 1. NORMATIVE VIGENTI

Nel capitolo corrente si analizzeranno i decreti e le normative vigenti utili all'elaborazione del caso studio.

Nello specifico, verrà esaminato il TUA [7] che promuove la sostenibilità ambientale, l'end of waste che definisce la cessazione della qualifica dei rifiuti [10], il decreto 27 settembre 2022 n.152 [9] che disciplina il ciclo di recupero dei rifiuti inerti derivanti da attività di costruzione e demolizione e i test da effettuare sui campioni precedentemente e successivamente al recupero.

## 1.1 Testo Unico Ambiente

Si può desumere che il Decreto Legislativo n. 152 del 3 aprile 2006, aggiornato con l'atto del 25 giugno 2024 [7] costituisca la normativa ambientale italiana. Esso subentrò al Decreto Legislativo 5 febbraio 1997 n.22 [11], anche noto come Decreto Ronchi, che rappresentò la pietra miliare nella gestione dei rifiuti e nella bonifica dei siti contaminanti italiani. Il nuovo decreto [7] ha lo scopo di tutelare l'ambiente e la salute umana dalle possibili conseguenze negative dell'utilizzo delle risorse naturali e delle attività umane. Promuove il principio di sviluppo sostenibile, l'adozione di pratiche ambientali responsabili, la tutela della salute e il benessere della popolazione nonché la conservazione e il miglioramento del patrimonio naturale.

Il Testo Unico Ambientale (TUA) è originariamente nato con cinque parti, 318 articoli e 45 allegati. In seguito, si sono aggiunte altre due parti (quinta-bis e sesta-bis). Ogni sua suddivisione si occupa di settori ambientali diversi ma con l'unico obiettivo di unificare e semplificare la legislazione ambientale.

Nello specifico tratta nella:

- Parte prima le disposizioni comuni e i principi generali;
- Parte seconda le procedure per la valutazione ambientale strategica (VAS), per la valutazione di azione dell'impatto ambientale (VIA) e per l'autorizzazione integrata ambientale (IPPC);
- Parte terza le norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche;
- Parte quarta le regolamentazioni in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati;
- Parte quinta e quinta-bis le leggi in materia di tutela dell'aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera e le disposizioni per particolari installazioni;
- Parte sesta e sesta-bis le procedure in materia di tutela risarcitoria contro i danni all'ambiente e la disciplina sanzionatoria degli illeciti amministrativi e penali in materia di tutela ambientale.

In estrema sintesi, stabilisce le regole e le responsabilità per la gestione dei rifiuti, la prevenzione e il controllo dell'inquinamento, la tutela della biodiversità, la qualità dell'aria, dell'acqua e del suolo e il rispetto degli

standard ambientali minimi. Inoltre, disciplina le autorizzazioni e le procedure per le attività che possono avere impatti ambientali significativi prevedendo anche sanzioni per le violazioni delle norme ambientali.

Prendendo in esame la categoria che interessa la ricerca, la quarta parte del codice dell'ambiente (dall'articolo 177 al 266) contiene disposizioni in materia di rifiuti in cui si definiscono le responsabilità dei produttori e dei gestori, le modalità per il loro trattamento e smaltimento, le autorizzazioni e le procedure necessarie per l'esercizio di attività di produzione, raccolta, trasporto, recupero e smaltimento dei rifiuti.

La loro gestione avviene nel rispetto della seguente gerarchia (Art.179 D.Lgs 152 del 2006 criteri di priorità nella gestione dei rifiuti [7]):

- **Prevenzione:** attraverso l'introduzione del programma nazionale di prevenzione dei rifiuti sono stati fissati indicatori ed obiettivi qualitativi e quantitativi. Tale programma promuove modelli di progettazione sostenibile analizzando la durevolezza, la riparabilità, la riutilizzabilità e va ad incentivare la riduzione di sostanze pericolose, la produzione di rifiuti e a supportare campagne di informazione (Art.180 D.Lgs 152 del 2006 prevenzione della produzione di rifiuto [7]);
- **Preparazione per il riutilizzo, riciclaggio e recupero;**
- **Smaltimento:** i rifiuti da avviare allo smaltimento finale vengono ridotti di massa e volume (Art.182 D.Lgs 152 del 2006 smaltimento dei rifiuti [7]).

Nell'immagine sottostante si può visualizzare la gerarchia della gestione dei rifiuti designata dall'Unione Europea.



Figura 1 La gerarchia europea dei rifiuti [12]

Nel TUA [7] sono inoltre specificate le modalità con cui è possibile attuare la gerarchia dei rifiuti e cessare<sup>1</sup>, così, la qualifica del rifiuto. Tali procedure vengono descritte, come si può osservare nelle tabelle sottostanti, dagli allegati B e C della parte IV del decreto, le quali, descrivono dettagliatamente le operazioni di smaltimento (Disposal) e di recupero (Recovery) che un gestore può essere autorizzato ad effettuare per trasformare il rifiuto.

Tabella 1 Operazioni di smaltimento

<b>Operazioni di smaltimento (D)</b>	
D1	Deposito sul o nel suolo (ad esempio discarica)
D2	Trattamento in ambiente terrestre (ad esempio biodegradazione di rifiuti liquidi o fanghi nei suoli)
D3	Iniezioni in profondità (ad esempio iniezioni dei rifiuti pompabili in pozzi, in cupole saline o faglie geologiche naturali)
D4	Lagunaggio (ad esempio scarico di rifiuti liquidi o di fanghi in pozzi, stagni o lagune, ecc.)
D5	Messa in discarica specialmente allestita (ad esempio sistemizzazione in alveoli stagni, separati, ricoperti o isolati gli uni dagli altri e dall'ambiente)
D6	Scarico dei rifiuti solidi nell'ambiente idrico eccetto l'immersione
D7	Immersione, compreso il seppellimento nel sottosuolo marino
D8	Trattamento biologico non specificato altrove nel presente allegato, che dia origine a composti o a miscugli che vengono eliminati secondo uno dei procedimenti elencati nei punti da D1 a D12
D9	Trattamento fisico-chimico non specificato altrove nel presente allegato, che dia origine a composti o a miscugli eliminati secondo uno dei procedimenti elencati nei punti da D1 a D12 (ad esempio evaporazione, essiccazione, calcinazione, ecc.)
D10	Incenerimento a terra
D11	Incenerimento in mare
D12	Deposito permanente (ad esempio sistemazione di contenitori in una miniera)
D13	Raggruppamento preliminare prima di una delle operazioni di cui ai punti da D1 a D12
D14	Ricondizionamento preliminare prima di una delle operazioni di cui ai punti da D1 a D13
D15	Deposito preliminare prima di uno delle operazioni di cui ai punti da D1 a D14 (escluso il deposito temporaneo, prima della raccolta, nel luogo in cui sono prodotti)

Tabella 2 Operazioni di recupero

<b>Operazioni di recupero (R)</b>	
R1	Utilizzazione principalmente come combustibile o come altro mezzo per produrre energia
R2	Rigenerazione/recupero di solventi
R3	Riciclaggio/recupero delle sostanze organiche non utilizzate come solventi (comprese le operazioni di compostaggio e altre trasformazioni biologiche)
R4	Riciclaggio /recupero dei metalli e dei composti metallici
R5	Riciclaggio/recupero di altre sostanze inorganiche

<sup>1</sup> Cessazione della qualifica di rifiuto: “Un rifiuto cessa di essere tale, quando è stato sottoposto a un'operazione di recupero, incluso il riciclaggio, e soddisfa i criteri specifici” [7].

R6	Rigenerazione degli acidi o delle basi
R7	Recupero dei prodotti che servono a ridurre l'inquinamento
R8	Recupero dei prodotti provenienti dai catalizzatori
R9	Rigenerazione o altri reimpieghi degli oli
R10	Trattamento in ambiente terrestre a beneficio dell'agricoltura o dell'ecologia
R11	Utilizzazione di rifiuti ottenuti da una delle operazioni indicate da R1 a R10
R12	Scambio di rifiuti per sottoporli a una delle operazioni indicate da R1 a R11
R13	Messa in riserva di rifiuti per sottoporli a una delle operazioni indicate nei punti da R1 a R12 (escluso il deposito temporaneo, prima della raccolta, nel luogo in cui sono prodotti)

Le procedure di smaltimento, come descritto dall'Art.182, sono la gestione finale del rifiuto senza la possibilità di riutilizzo o riciclaggio mentre quelle di recupero, normate dagli Art.181-214-215 e dal 216, garantiscono “*il riutilizzo, il reimpiego ed il riciclaggio*” [7].

Grazie all'Art.181 del TUA [7] si è delineato l'obiettivo, entro il 2020, di preparare i rifiuti da costruzione e demolizione non pericolosi al riutilizzo e riciclaggio. Tuttavia, come vedremo dettagliatamente nel paragrafo “End of Waste: rifiuto da costruzione e demolizione”, solo con il decreto del 27 Settembre 2022 [8] (ai sensi dell'Articolo 184-ter, comma 2 e del D.Lgs 3 aprile 2006, n. 152) si sono definiti i principali criteri e parametri utili alla produzione dell'aggregato recuperato<sup>2</sup>.

## 1.2 End of Waste

Il concetto di End of Waste (cessazione della qualifica di rifiuto) si sviluppa, per la prima volta, all'interno della direttiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 evidenziando come si possa trasformare, attraverso dei processi di recupero, un rifiuto in una risorsa. Proprio l'Art.6 enuncia che i “*rifiuti specifici cessano di essere tali [...] quando siano sottoposti a un'operazione di recupero, incluso il riciclaggio, e soddisfino criteri specifici*” [10]. La qualifica decadrà quando il materiale sarà sottoposto ad operazioni di recupero e rispetterà tutte le condizioni e i parametri dettati dalle normative vigenti.

Rifacendo all'Art.6 è importate che siano rispettate le seguenti condizioni:

- a) la sostanza o l'oggetto è comunemente utilizzata/o per scopi specifici;
- b) esiste un mercato o una domanda per tale sostanza od oggetto;
- c) la sostanza o l'oggetto soddisfa i requisiti tecnici per gli scopi specifici e rispetta la normativa e gli standard esistenti applicabili ai prodotti;

---

<sup>2</sup> Definizione di “aggregato recuperato”: “*i rifiuti di cui alle lettere a) e b) che hanno cessato di essere tali a seguito di una o più operazioni di recupero nel rispetto delle condizioni di cui all'articolo 184-ter, comma 1, del decreto legislativo n. 152 del 2006, e delle disposizioni del presente regolamento*” [8].

- d) l'utilizzo della sostanza o dell'oggetto non porterà a impatti complessivi negativi sull'ambiente o sulla salute umana.

Nello specifico, la direttiva europea [10] è composta da 43 articoli distinti in sette diversi capi che esprimono:

- capo I l'oggetto, l'ambito di applicazione e le definizioni;
- capo II i requisiti generali;
- capo III la gestione dei rifiuti;
- capo IV le autorizzazioni e le registrazioni;
- capo V i piani e i programmi;
- capo VI le ispezioni e i registri;
- capo VII le disposizioni finali.

Inoltre, è composto di cinque allegati in cui si definiscono le operazioni di smaltimento e recupero, le caratteristiche di pericolo dei rifiuti, misure di prevenzione e la tavola di concordanza. Ad oggi, sono state varate a livello europeo le direttive inerenti il vetro, il metallo e il rame mentre a livello nazionale si normalizza i combustibili solidi secondari (CSS), i conglomerati bituminosi, i prodotti assorbenti per la persona (PAP), la gomma vulcanizzata derivante da pneumatici fuori uso, la carta e il cartone.

In previsione della fine dell'anno corrente, come definito nell'Art.2 del DD 26/2024 (Decreto del direttore generale Economia circolare 25 marzo 2024, n. 26 di programmazione delle attività per il 2024) si è posto l'obiettivo di concludere l'iter istruttorio dei procedimenti relativi al *“Regolamento che disciplina la cessazione della qualifica di rifiuto dei rifiuti inerti da costruzione demolizione e di altri rifiuti inerti di origine minerale, ai sensi dell'articolo 184-ter, comma 2, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 ed abroga il DM 22 settembre 2022, n. 152”* [13] di cui si parlerà, in modo approfondito e pratico, nel paragrafo che segue.

### 1.3 End of Waste: rifiuti da costruzione e demolizione

Ai fini di trattare i rifiuti C&D è fondamentale riferirsi al Decreto del 27 settembre 2022 e SMI<sup>3</sup>, n.152 [8] (cosiddetto “End of Waste - inerti”). Esso definisce, per la prima volta, che i rifiuti inerti provenienti dalle attività di costruzione e demolizione e gli altri rifiuti inerti di origine minerale, cessino di essere qualificati tali quando, a seguito di un processo di recupero, rispettino i requisiti definiti dagli allegati. Specificatamente, il rifiuto non deve risultare pericoloso e provenire dalle attività di costruzione e di demolizione abbandonate o sotterrate ma devono essere classificati secondo la tabella 1 dell'allegato 1. L'aggregato recuperato dovrà,

---

<sup>3</sup> SMI: successive modificazioni e integrazioni

invece, rispettare i requisiti della tabella 2 del medesimo allegato ed essere conforme al test di cessione di cui si discuterà nel paragrafo successivo.

Grazie all'articolo 7 si è lasciata la possibilità *“di una revisione dei criteri per la cessazione della qualifica di rifiuto dei rifiuti di cui all'articolo 2, comma 1, lettere a) e b), per tenere conto, ove necessario, delle evidenze emerse in fase applicativa”* [8]. Questo aspetto è particolarmente rilevante in quanto riconosce che gli articoli alla base di questa sperimentazione sono ancora in fase di valutazione e monitoraggio. Di fatto, grazie al supporto del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (ISPRA) e dell'Istituto Superiore di Sanità (ISS), si è avviato il procedimento di revisione in cui si modificano e integrano gli scopi specifici degli aggregati recuperati e i parametri con i valori da ricercare. Tutto ciò *“consentirà di intercettare e gestire un maggior flusso di rifiuti provenienti dal settore costruzioni e demolizioni, agevolando, altresì, il raggiungimento degli obiettivi di economia circolare”* [9].

Nel EoW inerti si possono evidenziare quindi le tabelle che vengono riportate di seguito, approfondendo rispettivamente i rifiuti che possono essere ammessi al recupero, i parametri da analizzare e i valori limiti e le analisi da ricercare con annesse concentrazioni limite. Tali informazioni permettono di definire la recuperabilità dell'aggregato (Allegato 1 Art.3 D. 27 settembre 2022 e SMI, n.152 ai sensi dell'Articolo 184-ter, comma 2 e del D.Lgs 3 aprile 2006, n. 152 [9]).

Tabella 3 Rifiuti ammessi per la produzione di aggregato recuperato

**Rifiuti inerti dalle attività di costruzione e demolizione (Capitolo 17 dell'elenco europeo dei rifiuti):**

170101	cemento
170102	mattoni
170103	mattonelle e ceramiche
170107	Miscugli o scorie di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche, diverse da quelle di cui alla voce 170106
170302	Miscele bituminose diverse da quelle di cui alla voce 170301
170504	Terre e rocce da scavo, diverse da quelle di cui alla voce 170503
170508	Pietrisco per massicciate ferroviarie, diverso da quello di cui alla voce 170507
170904	Rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione, diversi da quelli di cui alle voci 170901, 170902 e 170903

**Altri rifiuti inerti di origine minerale (non appartenenti al Capitolo 17 dell'elenco europeo dei rifiuti):**

010408	Scarti di ghiaia e pietrisco, diversi da quelli di cui alla voce 010407
010409	Scarti di sabbia e argilla
010410	Polveri e residui affini, diversi da quelli di cui alla voce 010407
010413	Rifiuti prodotti dal taglio e dalla segazione della pietra, diversi da quelli di cui alla voce 010407
101201	Residui di miscela di preparazione non sottoposti a trattamento termico
101206	Stampi di scarto costituiti esclusivamente da sfridi e scarti di prodotti ceramici crudi smaltati e cotti o da sfridi di laterizio cotto e argilla espansa eventualmente ricoperti con smalto crudo in concentrazione < 10% in peso
101208	Scarti di ceramica, mattoni, mattonelle e materiali da costruzione (sottoposti a trattamento termico)
101311	Rifiuti della produzione di materiali compositi a base di cemento, diversi da quelli di cui alle voci 101309 e 101310

120117	Residui di materiale di sabbiatura, diversi da quelli di cui alla voce 120116 costituiti esclusivamente da sabbie abrasive di scarto
191209	Minerali (ad esempio, sabbia, rocce inerti)
200301	Rifiuti urbani non differenziati, limitatamente alla frazione inerte dei rifiuti abbandonati provenienti da attività di costruzione e demolizione

Tabella 4 Parametri da ricercare e valori limiti

Parametri	Unità di misura	Concentrazioni limite di utilizzo	
		Utilizzo di cui alla lettera a) dell'Allegato 2	Utilizzi di cui alle lettere da b) a g) dell'Allegato 2
Amianto	mg/kg espressi come sostanza secca	100 <sup>(1)</sup>	100 <sup>(1)</sup>
<b>(IDROCARBURI AROMATICI)</b>			
Benzene	mg/kg espressi come sostanza secca	0.1	2
Etilbenzene	mg/kg espressi come sostanza secca	0.5	50
Stirene	mg/kg espressi come sostanza secca	0.5	50
Toluene	mg/kg espressi come sostanza secca	0.5	50
Xilene	mg/kg espressi come sostanza secca	0.5	50
Sommatori organici aromatici (da 20 a 23) <sup>(2)</sup>	mg/kg espressi come sostanza secca	1	100
<b>(IDROCARBURI AROMATICI POLICICLICI)</b>			
Benzo(a)antracene	mg/kg espressi come sostanza secca	0.5	10
Benzo(a)pirene	mg/kg espressi come sostanza secca	0.1	10
Benzo(b)fluorantene	mg/kg espressi come sostanza secca	0.5	10
Benzo(k,)fluorantene	mg/kg espressi come sostanza secca	0.5	10
Benzo(g, h, i,)perilene	mg/kg espressi come sostanza secca	0.1	10
Crisene	mg/kg espressi come sostanza secca	5	50
Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg espressi come sostanza secca	0.1	10
Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg espressi come sostanza secca	0.1	10
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg espressi come sostanza secca	0.1	10

Dibenzo(a,h)pirene.	Mg/kg espressi come sostanza secca	0.1	10
Dibenzo(a,h) antracene	Mg/kg espressi come sostanza secca	0.1	10
Indenopirene	Mg/kg espressi come sostanza secca	0.1	5
Pirene	Mg/kg espressi come sostanza secca	5	50
Sommatoria policiclici aromatici (da 25 a 34) <sup>(3)</sup>	mg/kg espressi come sostanza secca	10	100
Fenolo	mg/kg espressi come sostanza secca	1	60
PCB	mg/kg espressi come sostanza secca	0.06	5
C>12	mg/kg espressi come sostanza secca	50	750
Cr VI	mg/kg espressi come sostanza secca	2	15
Materiali galleggianti <sup>(4)</sup>	cm <sup>3</sup> /kg	<5	<5
Frazioni estranee <sup>(4)</sup>	% in peso	<1%	<1%

Nel secondo allegato del decreto [9], inoltre, vengono riportate le norme tecniche di utilizzo che regolamentano i diversi impieghi dell'aggregato recuperato così da realizzare:

- il corpo dei rilevati di opere in terra dell'ingegneria civile;
- i sottofondi stradali, ferroviari, aeroportuali e di piazzali civili ed industriali;
- gli strati di fondazione delle infrastrutture di trasporto e di piazzali civili ed industriali;
- recuperi ambientali, riempimenti e colmate;
- gli strati accessori aventi funzione anti-capillare, antigelo, drenante;
- il confezionamento di calcestruzzi e miscele legate con leganti idraulici;
- produzione di clinker per cemento e cemento.

Ogni utilizzo viene contraddistinto dalle norme tecniche, descritte nella tabella 5 del secondo allegato, da attuare per impiegate l'aggregato recuperato. Nel caso in cui lo si adotti per la produzione di clinker si dovrà considerare la tabella sottostante, la quale riporta i parametri prestazionali dell'aggregato.

Tabella 5 Parametri prestazionali dell'aggregato recuperato per la produzione di clinker

<b>PARAMETRI</b>	<b>UNITÀ DI MISURA</b>	<b>VALORI LIMITE</b>
Sostanze organiche (TOC)	% espresso come sostanza secca	2
Mercurio	mg/kg espressi come sostanza secca	1
Sommatoria tallio+cadmio	mg/kg espressi come sostanza secca	5
Cloruri come Cl	% espresso come sostanza secca	0,5

Solfati come SO <sub>3</sub>	% espresso come sostanza secca	2
Magnesio come MgO	% espresso come sostanza secca	15
Amianto	mg/kg espressi come sostanza secca	100 <sup>1</sup>

Altro articolo del decreto [9] è il 5, il quale stabilisce alcune responsabilità per il produttore di rifiuti destinati alla produzione di aggregato recuperato. In particolare, il produttore è responsabile dell'attribuzione corretta del codice dell'elenco europeo dei rifiuti (EER) [14] e delle caratteristiche di pericolo dei rifiuti (HP) [10], nonché della compilazione di un formulario di identificazione del rifiuto<sup>4</sup> (FIR) [15].

Mentre il produttore dell'aggregato recuperato dovrà presentare una dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà, utilizzando un modulo specifico presente nel terzo allegato del decreto [9], che attesti il rispetto dei criteri stabiliti dall'articolo 3 del medesimo decreto. Questa dichiarazione deve essere conservata per cinque anni insieme a un campione di aggregato recuperato, prelevato alla fine del processo produttivo e preservato in modo tale da garantire sia la non alterazione delle sue caratteristiche chimico-fisiche che la possibilità di ripetere le analisi tutto in conformità alla norma UNI 10802. Il produttore, inoltre, è tenuto ad applicare un sistema di gestione della qualità secondo la norma UNI EN ISO 9001.

Per riassumere, gli aspetti fondamentali del riutilizzo dei rifiuti da costruzione e demolizioni contribuiscono a:

- Ridurre l'impatto ambientale causato dall'estrazione di materie prime dalle cave;
- Diminuire l'impatto ambientale causato dal conferimento dei rifiuti in discarica;
- Promuovere il riciclaggio e il riutilizzo dei materiali;

favorendo così una maggiore sostenibilità ambientale.

In conclusione, i rifiuti da costruzione e demolizione possono essere riciclati sviluppando degli aggregati recuperati a condizione che rispettino tutti i requisiti delle tabelle sopra descritte e che non siano inquinanti per il suolo, sottosuolo e le acque sotterranee.

## 1.4 Test di cessione

I test di cessione sono analisi impiegate per valutare l'idoneità del materiale all'ammissione in discarica o, come per il caso studio, per identificare quale matrice possa essere reimpiegata o recuperata.

---

<sup>4</sup> FIR: documento di accompagnamento per il trasporto dei rifiuti, contenente tutte le informazioni relative alla tipologia del rifiuto, al produttore, al trasportatore ed al destinatario.

Tale test fu per la prima volta normato dal decreto ministeriale del 5 febbraio 1998 [16] in cui si sono definiti i rifiuti che avrebbero dovuto sostenere tale prova. Nello specifico, il campione avrebbe dovuto avere “*la stessa forma fisica prevista nelle condizioni finali d’uso*” [16] ed essere effettuato almeno ogni inizio attività e ogni 24 mesi a meno di modifiche sostanziali. La procedura prevedeva l’utilizzo di reagenti puri e di acqua deionizzata, un ambiente a temperatura di  $20 \pm 5^\circ \text{C}$  e una durata di 16 giorni con 8 rinnovi della fase liquida. Tutto ciò al fine di stabilire i microinquinanti presenti nel campione e confrontarli quindi con i valori limiti stabiliti nella tabella dell’allegato 3 del decreto.

Ad oggi, la norma in vigore appartiene al decreto del 5 aprile 2006 n.186 [17] in cui si va a modificare le procedure attuative, i tempi di campionamento e i valori limiti. In particolare, l’Art. 9 richiede l’applicazione della norma UNI 10802 con l’attuazione del metodo UNI EN 12457-2 che prevede un rapporto liquido/solido di 10 l/Kg di sostanza secca per una durata di 24 ore. Il test di cessione non avverrà più ogni 24 mesi ma ogni 12 salvo, comunque, diverse prescrizioni dell’autorità competente e/o modifiche sostanziali nel processo di recupero.

I risultati della determinazione analitica del campione dovranno essere confrontati con i valori limite espressi nella tabella sottostante. Di seguito si mette in relazione le dosi limite definite dal decreto del 1998 [16], 2006 [17] i valori attinenti al caso studio definiti nella tabella 3 dell’allegato 1 del decreto del 27 settembre 2022 e SMI [9].

Tabella 6 Valori limite dei risultati analitici del test di cessione

PARAMETRI	UNITÀ DI MISURA	D.M. 5/02/1998	D.M. 5/04/2006 n.186	D. 27/09/22 n.152 e SMI
		[16]	[17]	[9]
		CONCENTRAZIONI LIMITI		
Nitrati	mg/l NO <sub>3</sub>	50	50	50
Fluoruri	mg/l F	1,5	1,5	1,5
Solfati	mg/l SO <sub>4</sub>	250	250	750
Cloruri	mg/l Cl	200	100	750
Cianuri	µg/l Cn	50	50	50
Bario	mg/l Ba	1	1	1
Rame	mg/l Cu	0,05	0,05	0,05
Zinco	mg/l Zn	3	3	3
Berillio	µg/l Be	10	10	10
Cobalto	µg/l Co	250	250	250
Nichel	µg/l Ni	10	10	10
Vanadio	µg/l V	250	250	250
Arsenico	µg/l As	50	50	50
Cadmio	µg/l Cd	5	5	5
Cromo totale	µg/l Cr	50	50	50
Piombo	µg/l Pb	50	50	50

Selenio	µg/l Se	10	10	10
Mercurio	µg/l Hg	1	1	1
Amianto	mg/l	30	30	30
COD	mg/l	30	30	30
Ph		5,5 <> 12,0	5,5 <> 12,0	5,5 <> 12,0

Leggendo la tabella possiamo osservare come i solfuri contraddistinguano l'evoluzione del decreto del 2006 [17] mentre i parametri rilevanti il rifiuto da costruzione e demolizione siano, oltre ai solfuri, anche i cloruri.

## 2. PROGETTO DI RICERCA

Questa ricerca si dedica alla progettazione di un impianto di trattamento per frantumazione e vagliatura (R-5) per il recupero del rifiuto misto proveniente da costruzione e demolizione.

In esame viene presa un'azienda marchigiana che si occupa da oltre 15 anni di trasporto rifiuti urbani, speciali, pericolosi e non. La scelta è stata effettuata considerando la sua rilevanza nel settore logistico, l'entità del parco mezzi (100 automezzi e 900 container scarrabili) e per la notevole organizzazione operativa.

Durante lo studio si fa riferimento all'analisi dei dati giornalieri dell'anno 2022 che l'azienda ha trasportato dentro e fuori regione. Si è cercato, quindi, di individuare un ipotetico flusso in ingresso che preveda il transit point del rifiuto C&D e non unicamente il suo trasporto. Nel corso della valutazione statistica è emersa la necessità di studiare i tragitti in funzione delle portate, pertanto, si descriverà la macro e micro raccolta.

Inoltre, spostando l'attenzione verso la parte progettuale, si andranno a definire i processi di lavorazione, le caratteristiche sia dell'impianto che dei macchinari e le proprietà della materia prima seconda (MPS).

Nei paragrafi seguenti si andranno a definire ulteriormente i dettagli della ricerca in essere.

### 2.1 Stato attuale

Ad oggi l'Azienda occupa ben più di 16.000 mq utilizzati sia per l'attività produttiva che per lo stoccaggio dei rifiuti speciali non pericolosi. Di questi, 5.000 mq sono destinati alla conservazione dei cassoni vuoti e al ricovero degli automezzi.

Come si può osservare nella figura 2 si distinguono due edifici, il primo di circa 500 mq è utilizzato come deposito attrezzature, officina e uffici sia amministrativi che logistici (edificio A estratto catastale). L'altro è un deposito per lo stoccaggio dei rifiuti non pericolosi (edificio B estratto catastale).



Figura 2 Estratto catastale della zona di interesse. <https://geoportale.cartografia.agenziaen>

L'articolo 6 del Decreto 5 febbraio 1998 [16] enuncia come l'attività di messa in riserva sia consentita *“esclusivamente per una sola volta ed ai soli fini della cernita o selezione o frantumazione o macinazione o riduzione volumetrica dei rifiuti”*.

Nell'azienda, ciò viene applicato in una tettoia in grado di stoccare fino a 162 ton/giorno.

Come da autorizzazione provinciale, al suo interno si evidenziano ben dieci diverse aree definite dal decreto sopra citato [16] (allegato 1, suballegato1):

- 2.1: imballaggi, vetro di scarto ed altri rifiuti e frammenti di vetro; rottami di vetro [170202] [200102] [150107] [191205] [160120];
- 2.2: vetro di scarto e frammenti di vetro da ricerca medica e veterinaria [200102] [150107];
- 3.1: rifiuti di ferro, acciaio e ghisa [120102] [120101] [160117] [150104] [170405] [190118] [190102] [200140] e, limitatamente ai cascami di lavorazione, i rifiuti identificati dai codici [100299] e [120199];
- 3.2: rifiuti di metalli non ferrosi o loro leghe [110599] [110501] [150104] [200140] [191203] [120103] [120104] [170401] [170402] [170403] [170404] [170406] [191002] [170407] e, limitatamente ai cascami di lavorazione i rifiuti individuati dai seguenti codici [100899] [120199];
- 5.19: apparecchi domestici, apparecchiature e macchinari post-consumo non contenenti sostanze lesive dell'ozono stratosferico di cui alla legge 549/93 o HFC<sup>5</sup> [160216] [160214] [200136] (RAEE);

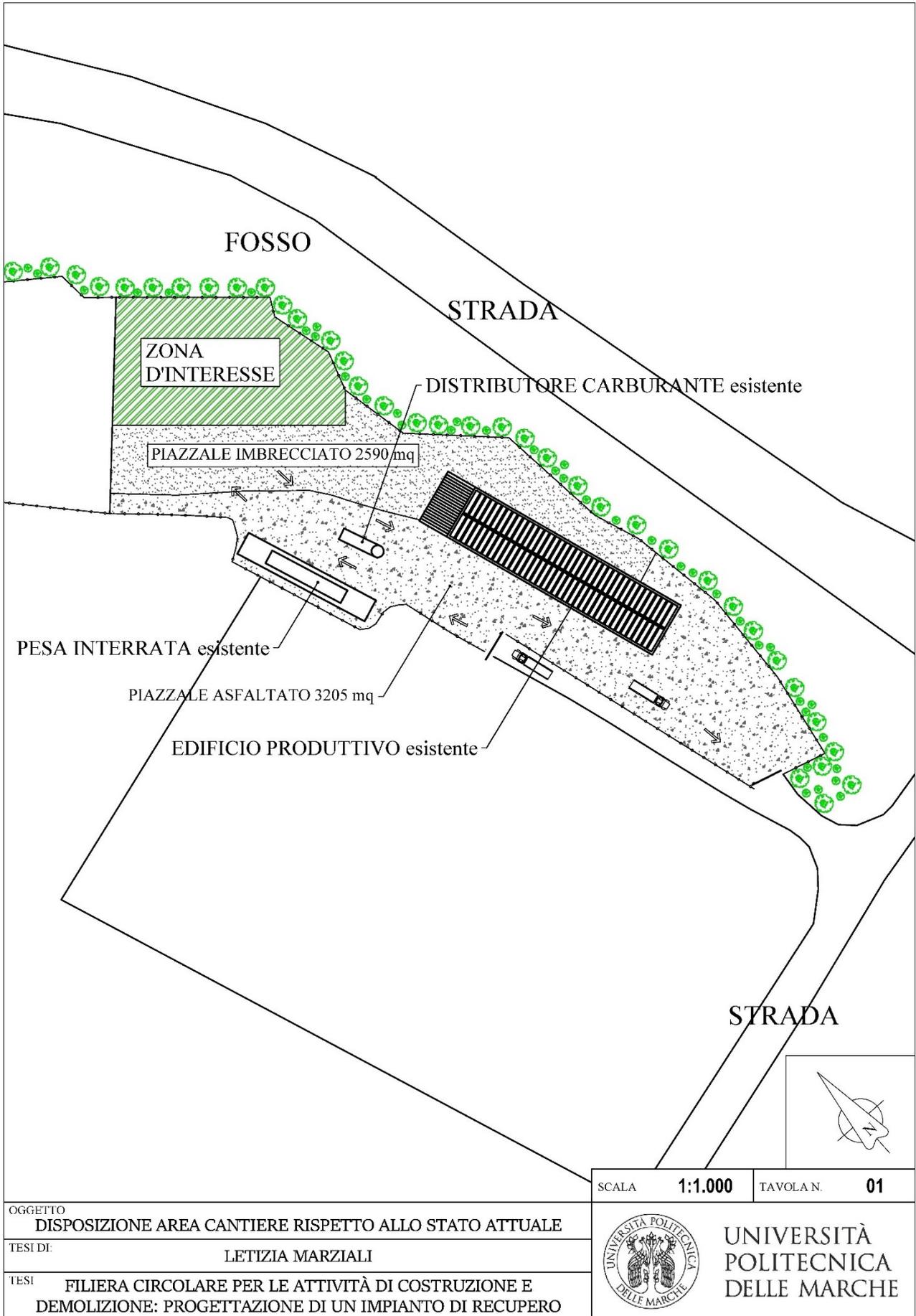
---

<sup>5</sup> Idrofluorocarburi: sostanze chimiche utilizzate principalmente per il raffreddamento e la refrigerazione sviluppati per sostituire le sostanze che riducono lo strato di ozono

- 7.30: sabbia e conchiglie che residuano dalla vagliatura dei rifiuti provenienti dalla pulizia degli arenili [170506] [200303] (residui da pulizia stradale);
- 9.1: scarti di legno e sughero, imballaggi di legno [030101] [030105] [150103] [030199] [170201] [200138] [191207] [200301];
- 9.2: scarti di legno e sughero, imballaggi di legno [030101] [030105];
- 10.2: pneumatici non ricostruibili, camere d'aria non riparabili e altri scarti di gomma [160103];
- 17.1: rifiuti solidi urbani ed assimilabili ad esclusione delle frazioni omogenee derivanti da raccolta differenziata; combustibile da rifiuti (CDR) di cui al precedente punto 14 [200301].

Un altro elemento presente in sito è un serbatoio mobile per il deposito del carburante destinato al rifornimento dei mezzi. È inoltre posizionata all'ingresso dell'azienda, una pesa interrata che fornisce delle precise letture di peso degli automezzi e dei cassoni.

I componenti sopracitati si possono osservare nella planimetria allegata in cui viene messa in evidenza anche l'area del cantiere designata per l'installazione dell'impianto di recupero.



OGGETTO	DISPOSIZIONE AREA CANTIERE RISPETTO ALLO STATO ATTUALE
TESI DI:	LETIZIA MARZIALI
TESI	FILIERA CIRCOLARE PER LE ATTIVITÀ DI COSTRUZIONE E DEMOLIZIONE: PROGETTAZIONE DI UN IMPIANTO DI RECUPERO

SCALA **1:1.000** TAVOLA N. **01**



**UNIVERSITÀ  
POLITECNICA  
DELLE MARCHE**

Figura 3 Disposizione del cantiere rispetto allo stato attuale

## 2.2 Analisi flusso

Analizzando i dati del 2022 si può, fin da subito, notare come il trasporto dei rifiuti provenienti da operazioni di costruzione e demolizione potrebbe essere uno dei principali settori di crescita dell'azienda.

Il grafico 1 mostra tale incremento rapportando il numero di viaggi mensili per i rifiuti del flusso analizzato.

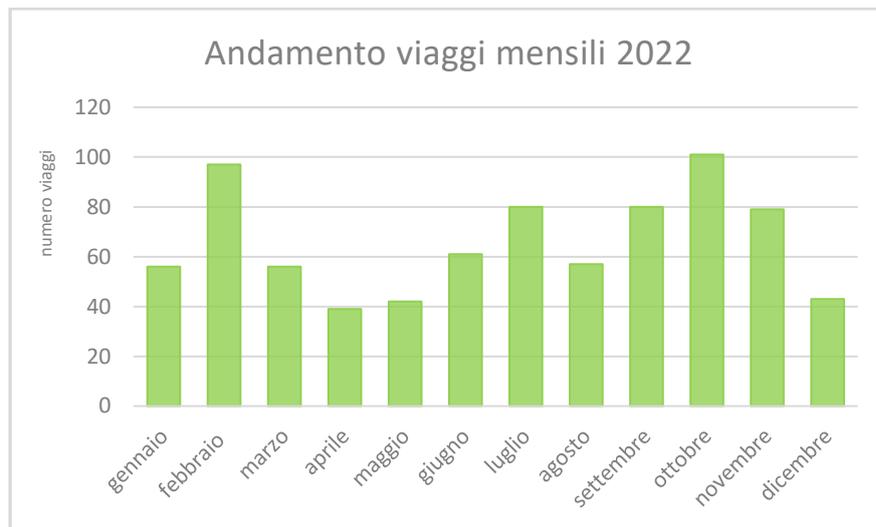


Grafico 1 Valori dei viaggi effettuali per ogni mese EER 17.09.04

In particolare, l'azienda ha effettuato 791 viaggi per i rifiuti 17.09.04, dentro e fuori regione, con un andamento crescente dalla seconda metà dell'anno. I viaggi provengono da 141 diverse sedi operative e confluiscono in 23 smaltitori, trasportando così un totale di 13.750,18 tonnellate nel 2022.

Tale rifiuto può facilmente trasformarsi in MPS per l'edilizia, reinserendosi nel mercato in modo totale o parziale, aggiungendo dei materiali vergini, affinché siano in grado di rispettare tutti i parametri definiti dall'allegato 1 del Decreto Ministeriale n. 152 del 27 settembre 2022 e SMI [9]. I rifiuti C&D sono dei materiali di scarto prevalentemente costituiti da laterizi, murature, frammenti di conglomerati cementizi (anche armati), rivestimenti e prodotti ceramici, scarti dell'industria di prefabbricazione di manufatti in calcestruzzo (anche armato), frammenti di sovrastrutture stradali o ferroviarie, conglomerati bituminosi fresati a freddo, intonaci, allettamenti.

Definiti i rifiuti appartenenti alla categoria C&D si procede all'analisi dei flussi del caso di studio. Nell'anno 2022 si nota come l'azienda abbia trasportato notevoli quantità di rifiuti che afferiscono ai codici trattati dal decreto. Nella seguente tabella vengono riportate le quantità trasportate nell'anno di analisi in relazione al numero identificativo nell'Elenco Europeo dei Rifiuti [14] (EER). Inoltre, descrive il numero di produttori e di smaltitori per ogni singolo EER.

Tabella 7 Quantità trasportata per ogni rifiuto nel 2022

EER	DESCRIZIONE	N. Produttori	N. Smaltitori	Quantità (ton)
170101	Cemento	12	9	2015,77
170103	Mattonelle e ceramiche	1	1	7,27
170107	Miscugli di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche, diversi da quelle di cui alla voce 17.01.06	1	1	3,20
170302	miscele bituminose diverse da quelle di cui alla voce 17 03 01	15	11	1910,61
170504	terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17.05.03	23	10	13258,92
170904	rifiuto misto dell'attività di costruzione e demolizione, diverso da quelli di cui alle voci 17.09.01, 17.09.02 e 17.09.03	75	23	13750,18
120117	residui di materiale di sabbiatura, diversi da quelli di cui alla voce 12.01.16	16	7	185,08
191209	minerali (ad esempio sabbia, rocce)	3	5	235,64
<b>TOTALE QUANTITA'</b>				<b>31366,67</b>
<b>TOTALI PRODUTTORI</b>				<b>123</b>
<b>TOTALI SMALTITORI</b>				<b>47</b>

Dall'indagine e dall'analisi dei dati è emerso che i produttori totali siano 123, di cui il 60% ha generato il rifiuto con il codice EER 17.09.04 (rifiuto misto dell'attività di costruzione e demolizione, diverso da quelli di cui alle voci 17.09.01, 17.09.02 e 17.09.03). Tale codice, non solo proviene da molte unità locali ma è anche quello maggiormente trasportato rispetto agli altri, pari a circa il 45% rispetto al totale.

Dalla valutazione dei dati si è deciso di porre particolare attenzione sul rifiuto misto proveniente dall'attività di costruzione e demolizione per delineare le ipotesi del progetto di ricerca che verrà presentato nel paragrafo 2.3.

## 2.2.1 Micro e macro raccolta

Dall'indagine del flusso si analizzano 791 viaggi, di cui 186 derivano dalla somma dei trasporti, con medesimo produttore e smaltitore, effettuati in uno stesso giorno. Avremo, quindi, il 25% dei viaggi eseguiti giornalmente e il 75% distribuiti durante l'anno. Osservando i dati dal punto di vista delle portate e non dei viaggi, si registra un quantitativo totale di rifiuto trattato pari a 13.750,18 ton.; il 56% risulta avere origine da conferimenti maggiori a 20 tonnellate mentre il 44% risulta da conferimenti minori.

Da una valutazione preliminare si suppone che, per avere un guadagno in termini economici, di praticità e di efficienza si debbano considerare delle portate maggiori a 20 ton per effettuare il recupero del rifiuto. Quanto detto è esplicitato nel paragrafo "fattibilità economica" in cui si esaminano i costi da sostenere per ogni diverso cantiere. Ottimizzare i viaggi consentirà anche di risparmiare tempo nel trasporto e nella lavorazione dell'impianto, aumentare l'efficienza e, di conseguenza, ridurre le emissioni di anidride carbonica.

Per queste ragioni, nella tabella 8, vengono introdotti i dati delle portate analizzati in due diversi intervalli (minore di 20 ton e maggiore di 20 ton). Le quantità minori di 20 ton sono state ulteriormente suddivise in tre range: minori di 10 ton, comprese tra 10 e 15 ton, tra 15 e 20 ton. Questa scelta nasce dall'osservazione di molti dati esclusi a priori perché minori di 20 ton ma non necessariamente inutilizzabili per il recupero. Infatti, si rileva come quasi il 50% dei viaggi minori a 20 ton appartengano al terzo intervallo ovvero quello in cui si ha una portata maggiore a 15 ton.

Tabella 8 Quantità studiata in relazione alle 20 ton

<b>PORTATE</b>		<b>TONNELLATE</b>
<b>MINORI DI 20 TON</b>	43,8 %	6022,15
<i>MINORI DI 10 TON</i>	8,2 %	494,78
<i>TRA 10 E 15 TON</i>	43,4 %	2614,62
<i>TRA 15 E 20 TON</i>	48,4 %	2912,75
<b>MAGGIORI DI 20 TON</b>	56,2 %	7728,03

Si rende quindi necessaria un'analisi approfondita dei viaggi appartenenti al 44% delle portate (minore a 20 ton) poiché questi valori sono generati dallo studio dei singoli viaggi, ma non da una visione mensile. Il grafico 2 suddivide in percentuali le portate trasportate dall'azienda nel 2022.

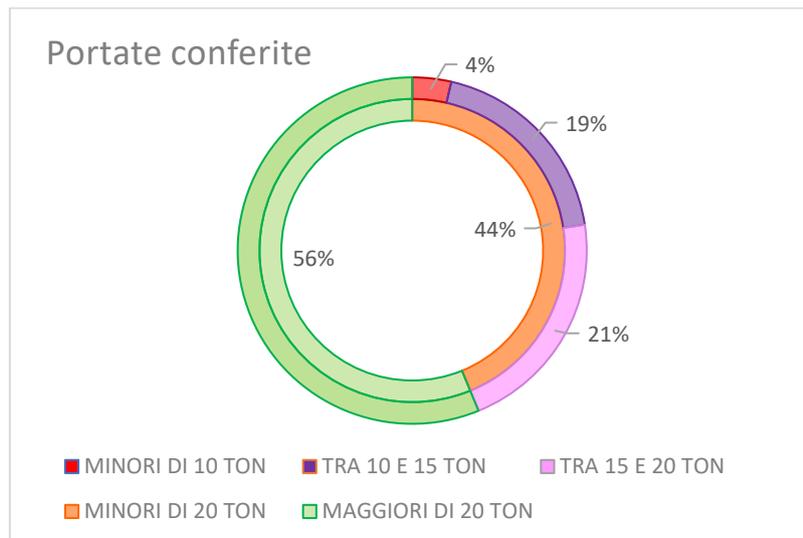


Grafico 2 Percentuale delle portate conferite

Esaminando tali valori, si ipotizza l'utilizzo di cassoni depositati in sito per un periodo di 30 giorni al fine di raggiungere le 20 ton utili al recupero anziché organizzare la raccolta per singoli viaggi. La scelta del cassone scarrabile non ricade solamente su un aspetto puramente economico, ma anche su un aspetto ambientale. Difatti ottimizzerà lo stoccaggio in sito, mantenendo ordine e pulizia, ingombrerà poco spazio e aumenterà l'efficienza dei conferimenti.

Rapportando ogni singola unità locale con la durata del cantiere, si è potuto supporre quali siti avessero bisogno o meno di depositi temporanei. Nello specifico, solo 41 delle 116 unità locali totali ne necessiterebbero.

Per ottimizzare i viaggi, in relazione ai quantitativi, servirebbero 161 cassoni in tutto l'anno. Potendo utilizzare gli stessi cassoni in periodi dell'anno diversi e quindi non contemporaneamente, l'azienda non sarebbe tenuta ad acquistarne l'intero ammontare ma solamente una parte, garantendo così il loro impiego in più unità locali. Infatti, come si può notare nel grafico 3, il picco mensile massimo si è riscontrato nel mese di ottobre la cui richiesta sarebbe di 10. Tale richiesta viene considerata quindi la massima contemporanea che deve essere garantita per far sì che non vengano meno le ipotesi di rifiuto raccolto.

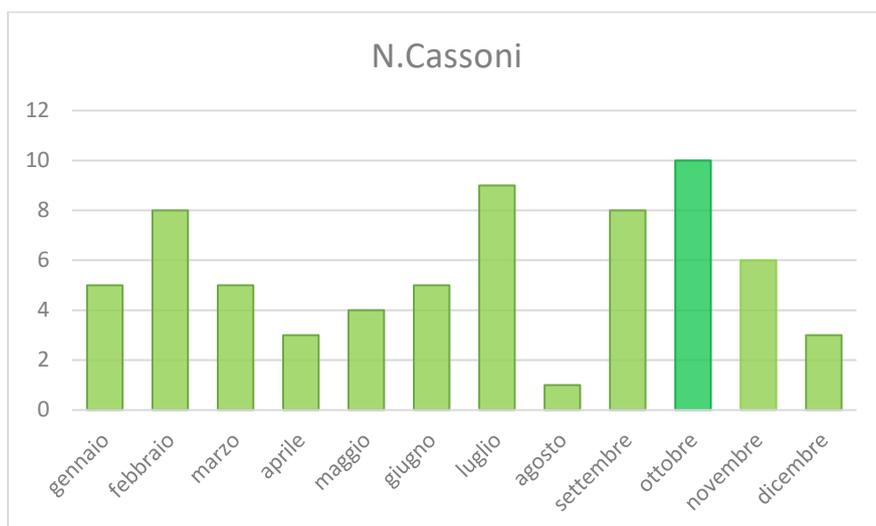


Grafico 3 Numero dei cassoni utili nei diversi mesi per tutti i siti

Particolare attenzione va posta su tre unità locali, le quali hanno prodotto mensilmente più di cento tonnellate. Nello specifico, nel primo cantiere dovranno essere effettuati 7 ritiri, nel secondo 5, nel terzo, invece, ne occorreranno 13 in un solo mese. In caso contrario, qualora si scegliesse di effettuare meno viaggi si potrebbe valutare il deposito di due o più cassoni in relazione, anche, alla capacità del sito. Proprio per questo, non solo va valutata una messa in riserva e la sua grandezza ma, soprattutto, andrà organizzata una flotta coordinata anche con le richieste del produttore. Inoltre, si dovrà considerare che tutte le 41 sedi operative, che usufruiranno dei cassoni, avranno bisogno almeno di un ritiro del mensile e/o al termine del cantiere, tenendo sempre conto delle disposizioni specificate nell'autorizzazione per il deposito temporaneo.

Come l'analisi dei dati può confermare, si può osservare nel grafico 4 che, con lo stoccaggio in sito, si potrà recuperare il 25% del flusso (rappresentato in viola) rispetto a quello che andrebbe perso qualora non si provveda all'utilizzo dei cassoni. I dati sembrano suggerire che, se inglobassimo nella nostra ipotesi anche l'utilizzo dei cassoni, ci sarebbe un margine di miglioramento che genererebbe una maggiore quantità di materia prima seconda.

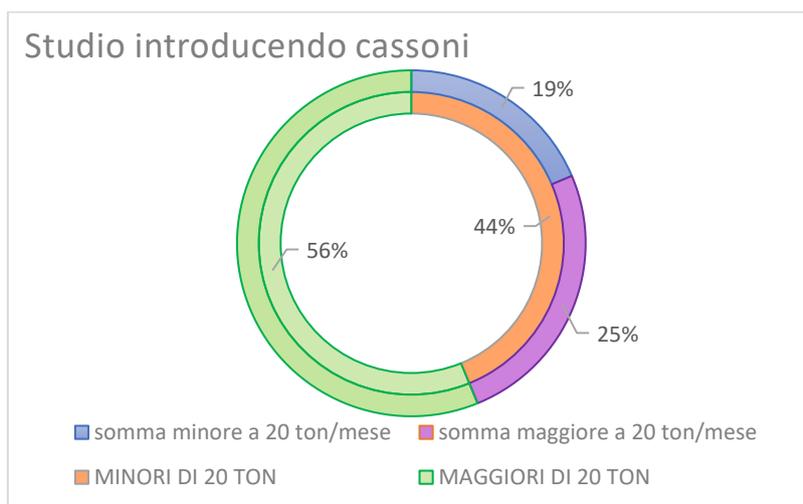


Grafico 4 Evoluzione percentuale delle portate analizzando l'utilizzo dei cassoni

In ultima analisi, si andrà a distinguere il flusso di una macro raccolta, la quale prevede conferimenti diretti in impianto, e il flusso di una micro raccolta che prevederà l'utilizzo di un deposito temporaneo mensile in sito. Secondo quanto emerge dallo studio statistico, si evidenzia come ci sarebbe una crescita dal 56% (grafico 2) al 81% di materiale destinato al recupero in R-5 e solamente il 19% rimarrebbe rivolto al recupero in R-13.

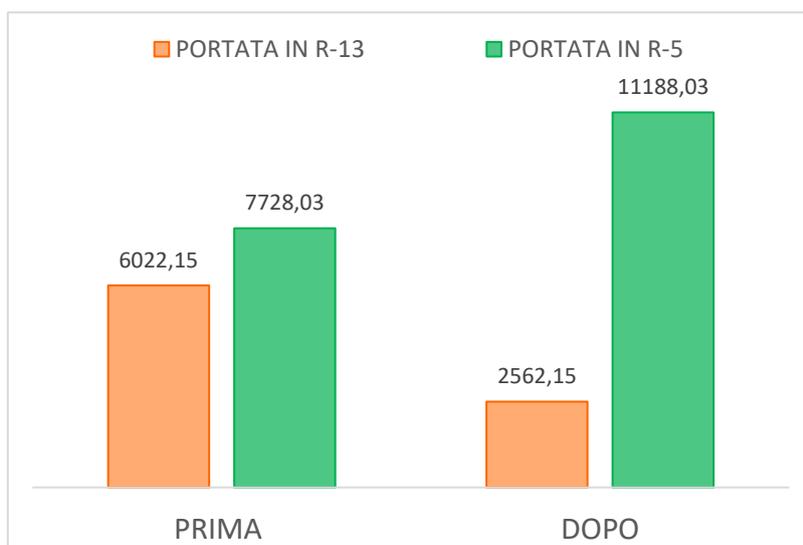


Grafico 5 Confronto tra la prima soluzione e quella in cui si analizza la messa in riserva in sito

Riassumendo, le 13.750,18 ton totali si possono distinguere due diversi recuperi con l'obiettivo di poter ricadere nella cessazione della qualifica di rifiuto e reintegrarlo nel ciclo produttivo. Il primo di 2.562,15 ton è destinato alla messa in riserva (R-13), mentre l'altro, costituito da 11.188,03 ton, al trattamento di frantumazione e vagliatura (R-5). Il flusso in ingresso all'impianto progettato sarà garantito sia da una micro raccolta pari a 3.460 ton che da una macro di 7.728,03 ton.

## 2.3 Descrizione attività EoW e trattamento

Grazie all’ausilio dei recenti decreti si stabiliscono per la prima volta i nuovi criteri specifici per avviarli ad un nuovo ciclo produttivo.

Come definito dall’allegato 1 dell’articolo 3 del Decreto 27 settembre 2022 n.152 e SMI [9], ampiamente descritto nel paragrafo 1.3, le lavorazioni minime da effettuare presso il produttore sono la macinazione, la vagliatura, la selezione granulometrica e la separazione della frazione metallica e delle frazioni indesiderate.

Nel caso dello studio, le prime tre fasi avvengono nel macchinario mentre la separazione delle frazioni estranee si svolge in fasi distinte.

Nello specifico le fasi sono le seguenti:

1. Test di accettazione;
2. Separazione manuale delle frazioni estranee;
3. Frantumazione e vagliatura;
4. Deferrizzazione;
5. Test di cessione.

In prima analisi, si deve verificare che l’attribuzione del codice EER [14] sia congrua al carico in ingresso, quindi che corrisponda al 17.09.04. Inoltre, è importante appurare che esso sia riportato correttamente nel Formulario di Identificazione dei Rifiuti [15] e/o nel Registro Elettronico Nazionale per la Tracciabilità dei Rifiuti<sup>6</sup> [7] (RENTRI). Al fine di eseguire, come esposto dall’allegato 1 dell’EoW inerti [9], un “*esame della documentazione a corredo dei rifiuti in ingresso, a controllo visivo e, qualora se ne ravveda la necessità, a controlli supplementari*”. Qualora il rifiuto non sia conforme lo si deve stoccare separatamente ed eventualmente optare per dei controlli supplementari.

A seguito dell’accettazione nell’impianto si procede con la pesatura e la registrazione nel documento di carico dei rifiuti in ingresso. Il materiale viene messo in riserva in un’area dedicata, progettata per impedire la miscelazione accidentale con altre tipologie di rifiuti non ammessi. In seguito, si prosegue con la separazione manuale della frazione estranea che viene depositata in un cassone segnalato dal EER 19.12.12 (*altri rifiuti (compresi materiali misti) prodotti dal trattamento meccanico dei rifiuti, diversi da quelli di cui alla voce 19.12.11* [7]). In questo cassone vengono confluiti i rifiuti di carta, plastica e legno.

Rimosso il materiale estraneo, si avvanza verso il macchinario per la riduzione volumetrica. Un esempio di un possibile impianto per la frantumazione può essere il MOBY600 transformer della Rimac Technology SA, la cui scheda tecnica è riportata in dettaglio nell’allegato 7.1. La scelta ricade su di un macchinario in grado di

---

<sup>6</sup> entrata in vigore a partire dal 15 dicembre 2024

trattare da un minimo di 20 ad un massimo di 80 t/h. Tale preferenza, rispetto ad altre potenze, nasce dal confronto dei dati aziendali con l'analisi della letteratura che ci permette di definire i carichi più vantaggiosi.

Infine, il materiale frantumato, in uscita dal mulino, viene accolto su di un nastro trasportatore per la rimozione delle frazioni metalliche attraverso l'utilizzo di nastri magnetici. I metalli verranno raccolti in uno specifico box contraddistinto da un'etichetta EER 19.12.02 [14] (*metalli ferrosi*) per poter essere avviato allo stoccaggio. Nel paragrafo 1.3 "End of Waste: rifiuti da costruzione e demolizione" dell'elaborato vengono descritti i parametri e i valori limiti da ricercare nel prodotto in uscita, nello specifico il campione deve essere conforme alla tabella 4 mentre nel caso in cui l'aggregato venisse utilizzato nella produzione del clinker si deve tener conto anche della tabella 5. Valutata la conformità si procede con il test di cessione secondo l'appendice A alla norma uni 10802 con metodologia UNI EN 12457-2 del medesimo. Altro caso particolare si ha qualora sia destinato al confezionamento di calcestruzzi, infatti, si deve applicare la norma UNI EN 12620 con classe di resistenza  $R_{ck}/f_{eq} \geq 15 \text{ Mpa}$  [9].

L'aggregato recuperato, a questo punto, verrà depositato in attesa del trasporto al sito di utilizzo.

La planimetria allegata descrive graficamente le zone che vengono utilizzate dalle singole fasi. Si distinguono diverse zone, tra le quali l'area di conferimento, utile a far transitare i mezzi di trasporto che scaricheranno il rifiuto nella zona di messa in riserva. L'area della lavorazione, invece, contiene i macchinari sopra citati e garantisce l'esecuzione del trattamento R-5 producendo dei cumuli di diverse granulometrie. Concludendo il materiale vagliato viene convogliato, attraverso la movimentazione meccanica, nella zona di stoccaggio in cui viene effettuato il campionamento e il test di cessione.

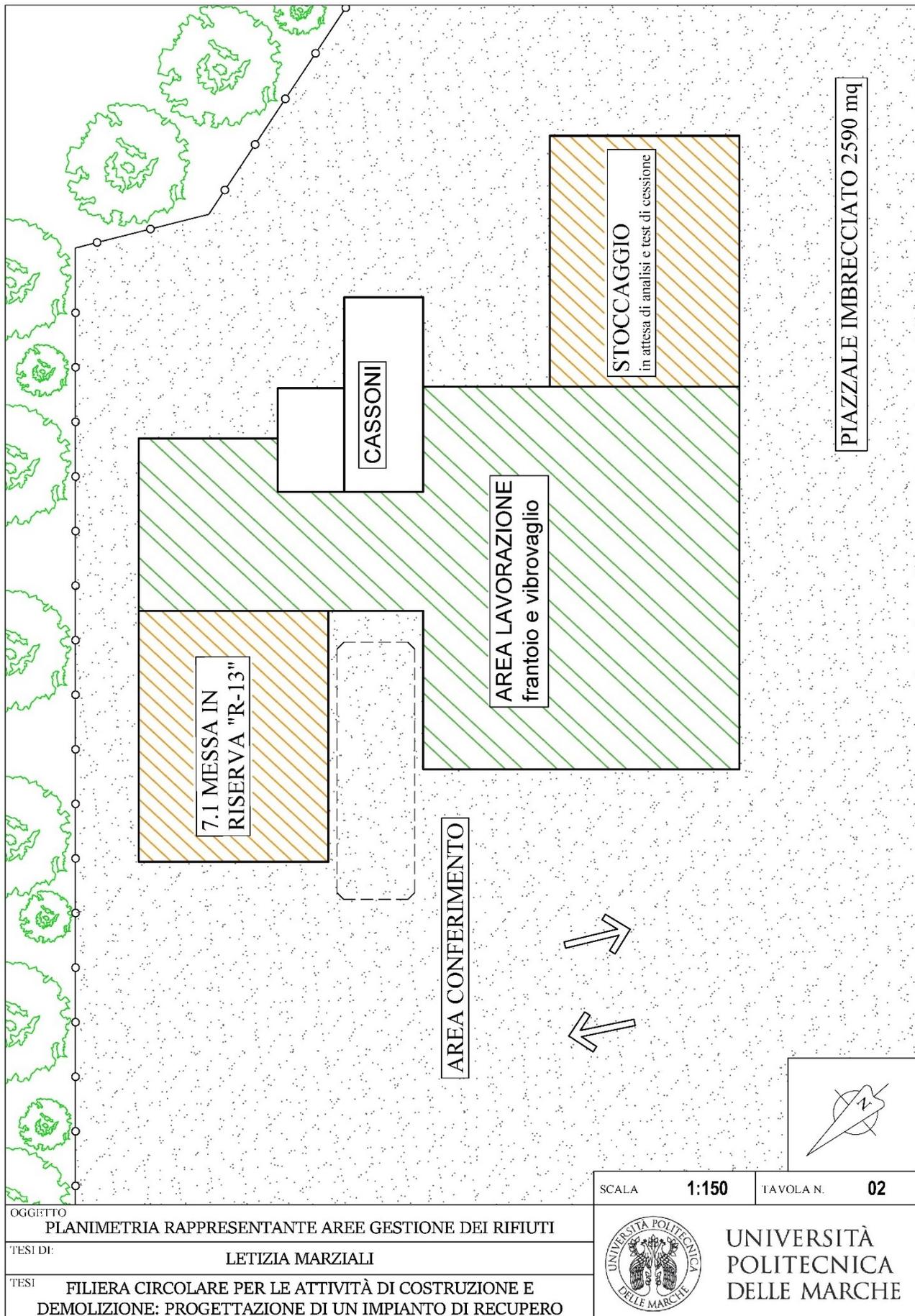


Figura 4 Planimetria rappresentante le aree di gestione dei rifiuti

### 2.3.1 Flow-chart attività di recupero

Nel diagramma di flusso sottostante si mostra il percorso che segue il rifiuto all'interno dell'impianto includendo anche il tragitto dei materiali di scarto ottenuti in fase di separazione manuale e meccanica. Per una lettura più chiara sono stati utilizzati due codici colori differenti vale a dire il verde per evidenziare le fasi di recupero mentre l'arancione quelle di messa in riserva.

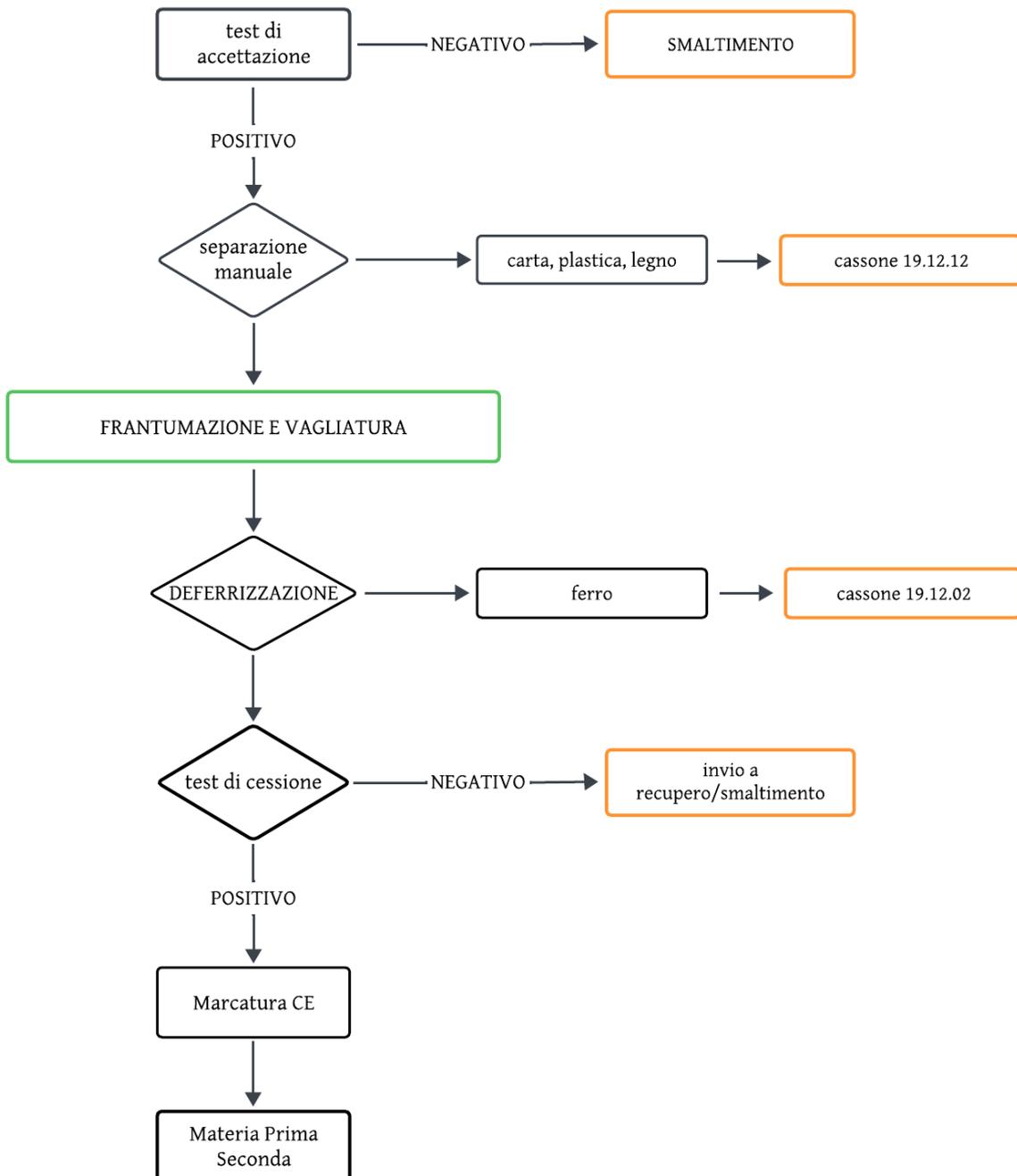


Figura 5 Flow-chart descrizione del flusso in impianto

## 2.4 Descrizione capacità

Per una miglior comprensione dei dati finora esaminati, è importante riassumere le portate in ingresso all'impianto e descrivere le capacità da gestire.

Come emerge dall'analisi aziendale si dovrà chiedere una modifica dell'autorizzazione provinciale. Nell'anno 2022 sono state spostate 13.750,18 ton in totale di cui, secondo quanto elaborato nel paragrafo 2.2.1 micro e macro raccolta, 11.188,03 ton avrebbero potuto essere destinate all'impianto ipotizzato nella ricerca. Supponendo che il macchinario sia in funzione cinque giorni settimanali, 261 giorni all'anno, si sarebbero potute trattare 42,87 tonnellate quotidianamente; dunque, basterebbe un'autorizzazione per il trattamento in R-5 per 45 tonnellate al giorno.

Poiché l'azienda ha incrementato negli ultimi anni il proprio business aziendale, si potrebbe, fin da subito iniziare l'iter per poter richiedere un'autorizzazione per 15.000 tonnellate annuali in modo da gestire quasi tre carichi giornalieri (57.5 ton/giorno). Pertanto, il frantoio MOBY600 transformer selezionato per l'impianto dovrà lavorare almeno due ore al giorno garantendo così l'efficienza dell'impianto, poiché la sua produzione minima risulta essere di 20 ton/ora.

## 2.5 Descrizione impianto R-5 e accessori

All'ingresso dell'impianto si dovrà procedere con la pesatura attraverso la pesa interrata già presente all'entrata dell'azienda. Quando il mezzo sarà autorizzato allo scarico ci si dovrà spostare nel settore di conferimento per depositare il materiale nell'area della messa in riserva del rifiuto definito dalla categoria 7.1<sup>7</sup>. Qualora ce ne fosse l'esigenza si può utilizzare una pala meccanica o l'escavatore per sistemare il materiale.

È fondamentale, inoltre, che tale settore sia dotato di una pavimentazione in calcestruzzo armato impermeabile e di un sistema di raccolta per le acque meteoriche caratterizzato da pendenze adeguate al convogliamento su canalette e pozzetti. Il processo di recupero (R-5) non prevede la produzione di acque reflue industriali ma di acque di dilavamento meteorico. Quest'ultime potranno essere riutilizzate durante tutte le fasi di lavorazione per limitare la generazione di polveri, soprattutto nei momenti di maggior siccità.

---

<sup>7</sup> Rifiuti costituiti da laterizi, intonaci e conglomerati di cemento armato e non, comprese le traverse e traversoni ferroviari e i pali in calcestruzzo armato provenienti da linee ferroviarie, telematiche ed elettriche e frammenti di rivestimenti stradali, purché privi di amianto [16]

L'impianto progettato per la ricerca in essere sarà dotato di un mulino per inerti, in grado di frantumare il rifiuto, di un vaglio vibrante, utile per selezionare granulometricamente del prodotto, e di nastri trasportatori, per movimentare il materiale.

I mulini per inerti adeguati a un impianto di frantumazione sono progettati per gestire diverse tipologie di materiali e garantire un prodotto finale di qualità. La scelta è influenzata dalle caratteristiche fisiche del materiale in ingresso, dai costi di acquisto e di manutenzione, dallo spazio disponibile e soprattutto dalla granulometria finale desiderata. Il frantoio che si ritiene più idoneo alle necessità dello studio è quello dotato di mascelle, infatti, è in grado di lavorare materiali di vario genere come agglomerato, cemento e pietra naturale. Le mascelle applicano il principio della triturazione per compressione, infatti, la mascella mobile frantuma il materiale grazie a dei movimenti ellittici su quella fissa [18]. La granulometria del prodotto finale potrà avere diverse dimensioni in funzione all'apertura o alla chiusura delle mascelle.

Un possibile mulino a mascelle potrebbe essere come il tipo MOBY600 transformer della Rimac Technology SA, la cui scheda tecnica è riportata in dettaglio nell'allegato 4.1. Si è scelto questo macchinario rispetto ad altri perché può consentire la produzione anche solo per un conferimento ma permette, nel caso di uno stoccaggio in sito, anche di essere più efficiente in meno tempo.

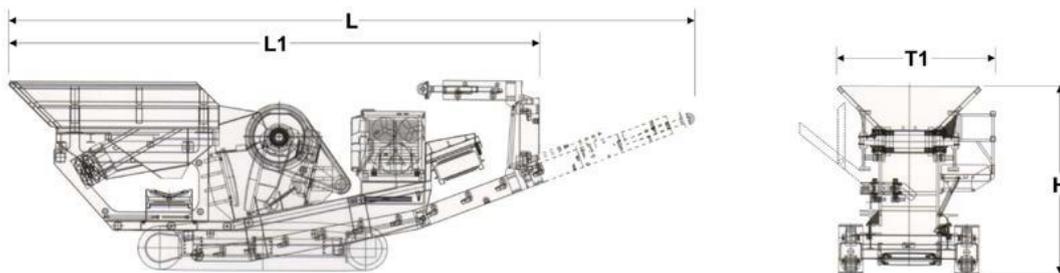


Figura 6 Impianto di frantumazione MOBY600 transformer della Rimac Technology SA

Il MOBY600 transformer è un mezzo cingolato dotato di una tramoggia con sistema di sollevamento idraulico, ciò consente una configurazione più compatta quindi, nel caso di grandi cantieri, si potrà valutare se sia più efficiente trasportarlo. Anche la sua leggerezza è un aspetto da considerare qualora lo si volesse spostare infatti, come si può accertare nella scheda tecnica allegata, pesa 12,6 tonnellate per cui risulta trasportabile facilmente su un autocarro scarrabile.

Questo impianto non incorpora un sistema di vagliatura ma possiede un sistema di collegamento in modo da effettuare l'intero processo lungo la stessa catena di recupero. Il flusso del rifiuto in ingresso seguirà diverse tappe all'interno del macchinario. In primo luogo, il materiale verrà inserito nella tramoggia di carico attraverso un escavatore per poi proseguire verso le mascelle.



Figura 7 Tramoggia di carico in Hardox

Le mascelle lavoreranno ad elevata potenza e a bassa velocità così da tritare il materiale e lasciarlo cadere, per gravità, su di un separatore magnetico a nastro bidirezionale. Il separatore magnetico o deferizzatore è un dispositivo che sfrutta un magnete per attirare i materiali ferrosi, quest'ultimi vengono di seguito convogliati su un cassone contrassegnato con il codice EER 19.12.02 (metalli ferrosi).

Una caratteristica del macchinario a cui prestare attenzione è il sistema di nebulizzazione a tre zone che consentirà di ammortare le polveri generate dal processo di lavorazione.



Figura 8 Sistema di nebulizzazione a tre zone comprensivo di serbatoio acqua a bordo macchina.  
Bocchetta di protezione frantoio apribile.

In seguito al processo di riduzione volumetrica, il rifiuto verrà sottoposto alla vagliatura, una procedura utilizzata per la separazione dei materiali inerti di diverse dimensioni. L'impianto di vagliatura è composto a monte da un vaglio meccanico (rete metallica) che permette la divisione granulometrica. Nel mercato esistono molteplici tipologie di vagli come quello vibrante, oscillazione libera, rotante oppure drenanti ad ogni modo, si ritiene importante considerare gli impianti di selezione della stessa casa produttrice così da semplificare la cooperazione nelle fasi di montaggio e di manutenzione. Pertanto, il sistema di vagliatura migliore è del tipo MOBYVAI 25 della Rimac Technology SA, la cui scheda tecnica è riportata in dettaglio nell'allegato 4.2. Tale macchinario è caratterizzato da un vaglio vibrante di due piani le cui caratteristiche tecniche (andamento del piano di vagliatura, velocità dei nastri) potranno essere modificate in proporzione alle molteplici esigenze operative. Come il sistema di frantumazione anche quest'ultimo viene reso disponibile in versione scarrabile su cingoli allo scopo di garantire flessibilità nell'utilizzo e la possibilità di spostarlo qualora ce ne sia la necessità.

A compimento del trattamento R-5 il prodotto vagliato verrà depositato su aree apposite in attesa del campionamento e dei relativi test così da poter definire la materia prima seconda. Il prodotto finale, per essere reimmesso nel mercato, avrà bisogno della marcatura CE [9] come descritto nel paragrafo 2.7 “caratteristiche ambientali del prodotto finale”.

La lettura grafica della planimetria (figura 9) sottostante descrive la collocazione spaziale degli elementi utili all’impianto.

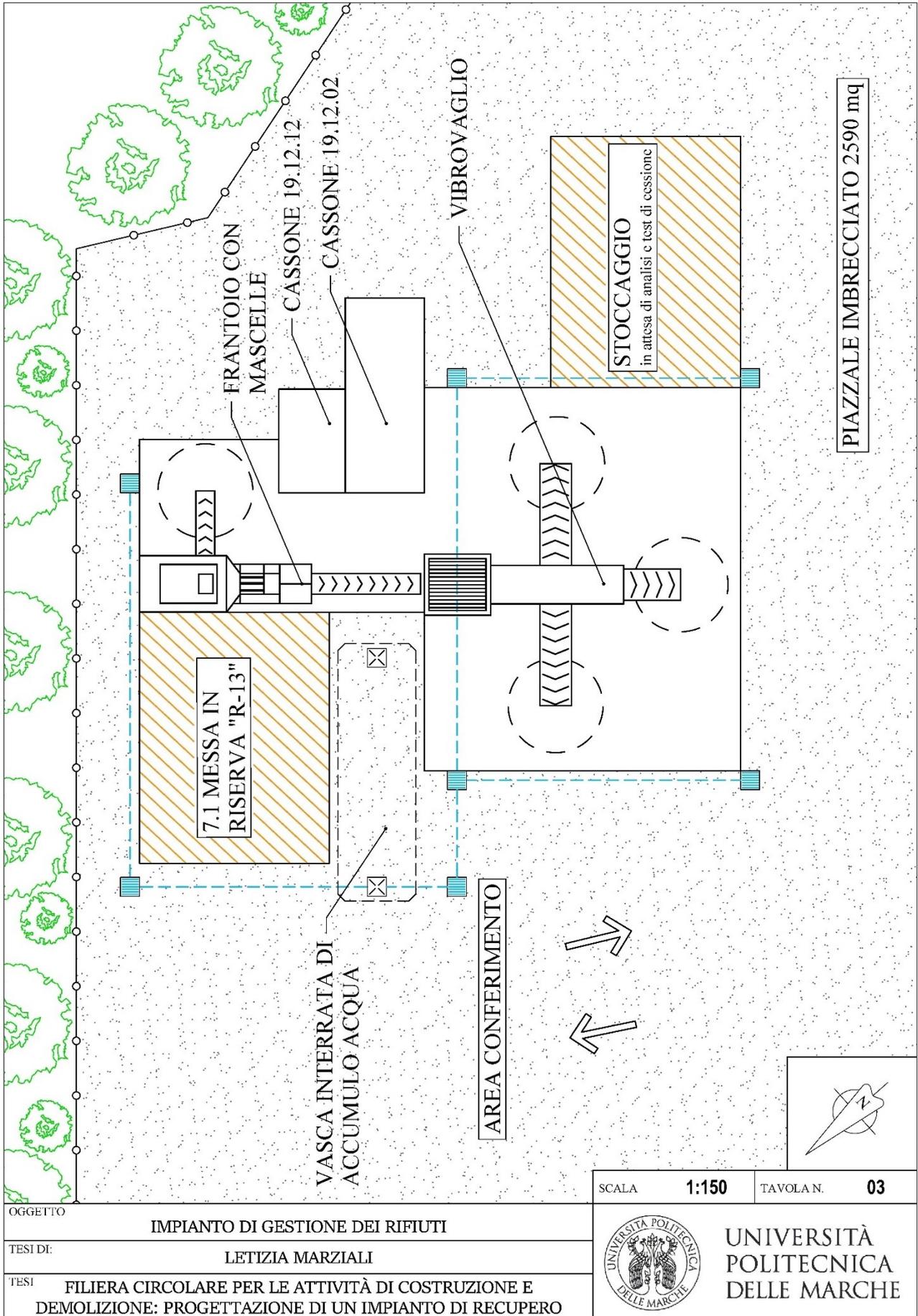


Figura 9 Planimetria dell'impianto di gestione dei rifiuti

## 2.6 Caratteristiche tecniche

Le molteplici fasi di movimentazione dei rifiuti inerti possono generare emissioni di polveri che si minimizzano attraverso la nebulizzazione di acqua sui cumuli; a tal scopo, come si può evincere dalla planimetria, lo stabilimento è dotato di un sistema di raccolta acqua meteorica. In primo luogo si rilevano le caditoie di grandezza 0,60x0,60 m (scheda tecnica allegato 4.3) nei principali angoli della platea in calcestruzzo. L'acqua immagazzinata confluisce in una vasca interrata di accumulo con dimensione 2,46x8,20 m (scheda tecnica allegato 4.4) e un'altezza di 1,50 m. La scelta è ricaduta su queste grandezze a seguito dell'analisi delle precipitazioni atmosferiche avvenute nell'anno 2023 nelle Marche. Non è considerato il 2022, come eseguito invece per i dati aziendali, poiché secondo l'indagine svolta dal Prof. Mariani si riscontra un'*anomalia negativa sostenuta* [19] rispetto ai dati analizzati dal 1971 [20]. Nelle Marche è piovuto 903 mm [21] per l'intero anno 2023 con una media di caduta mensile di 80 mm circa. Proprio per questo dato la vasca valutata ha un volume di 24 m<sup>3</sup> in modo da contenere l'acqua di prima pioggia che cade in tutta la platea in calcestruzzo.

L'acqua necessaria per l'abbattimento polveri deve garantire sia il processo di recupero R-5 sia lo stoccaggio in R-13 poiché è necessaria una bagnatura nel tempo dei cumuli stazionati. Rispetto al sistema di recupero si prevede un consumo di 2 l/minuto per cui, essendo i macchinari accesi almeno per due ore al giorno, si stima che l'acqua utilizzata in un anno sia pari a 63 m<sup>3</sup>/anno. Analogamente per la messa in riserva si necessita di 14 m<sup>3</sup>/anno. Quest'ultimo valore è calcolato in funzione di "linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, stoccaggio, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti". Nello specifico analizza la condizione in cui la strada non sia asfaltata e che il transito dei mezzi proceda ad una velocità minore a 30 km/h quindi, si può definire come siano necessari 0,1 l/m<sup>3</sup> di acqua ogni 2 ore per avere un'efficienza di abbattimento dell'80% [22]. Il consumo annuale pertanto risulta essere approssimativamente di 80 m<sup>3</sup>. Rapportando i valori di acqua piovana con quelli necessari all'impianto, si nota fin da subito come sia sufficiente la vasca di prima pioggia, tuttavia è necessario considerare l'imprevedibilità degli agenti atmosferici.

Ulteriore riflessione ricade sulla produzione di rifiuti di scarto generati durante la separazione manuale ed elettromagnetica. Nell'impianto in essere si creano due diverse categorie di rifiuti; i metalli ferrosi e altri rifiuti misti come scarti di legno e plastica. Per questo motivo sono stati scelti due cassoni di dimensioni diverse, il più piccolo contiene EER 19.12.12 mentre l'altro il EER 19.12.02, questo perché i metalli ferrosi risultino essere più ingombranti rispetto i materiali misti. Durante la lavorazione i container vengono posizionati al di sotto dei nastri trasportatori in uscita, mentre, una volta concluso il processo li si collocano a destra del frantoio.

## 2.7 Caratteristiche ambientali del prodotto finale

Il prodotto in uscita dall'impianto, per essere commercializzato e reintrodotta nel mercato europeo, avrà obbligatoriamente bisogno della marcatura CE (conformità europea). Questa, garantisce al consumatore, che siano stati soddisfatti i requisiti essenziali di tutte le direttive previste dall'UE e che siano state eseguite tutte le prove tecniche.

Si possono approfondire, nella tabella sottostante, le norme tecniche da osservare sull'aggregato recuperato per ottenere la dichiarazione di conformità. (Tab.4, All.1 dell'EoW inerti [9]).

Tabella 9 norme tecniche per l'attribuzione della marcatura CE

<b>NORMA</b>	<b>TITOLO</b>
UNI EN 13242	aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade
UNI EN 12620	aggregati per calcestruzzo
UNI EN 13139	aggregati per malta
UNI EN 13043	aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico
UNI EN 13055	aggregati leggeri
UNI EN 13450	aggregati per massicciate per ferrovie
UNI EN 13383-1	aggregati per opere di protezione (armourstone) - specifiche
UNI EN 13108	Miscele bituminose – specifiche del materiale – parte 8: conglomerato bituminoso di recupero

### 3. FATTIBILITÀ DEL PROGETTO PROPOSTO

In questa fase della ricerca si affronteranno i termini pratici dell'impianto analizzando l'aspetto tecnico ed economico. Nello specifico, verranno esaminate le aree d'interesse delle fasi di lavorazione, dei macchinari e dei box per lo stoccaggio. Inoltre, si esaminerà in dettaglio l'ipotesi per cui sia funzionale recuperare i rifiuti con portate maggiore a 20 ton.

#### 3.1 Fattibilità tecnica

L'impianto è installato a nord dell'edificio produttivo così da conservare la circolazione dei mezzi di trasporto.

Il camion dopo aver pesato il carico procede verso la zona di conferimento in cui scarica il rifiuto su di una platea in CLS armato con superficie pari a 48 m<sup>2</sup>. Conciliando lo stoccaggio istantaneo (57,5 ton/m<sup>3</sup>) con l'area si può definire l'altezza dei cumuli. Quest'ultima varia in funzione della provenienza dei carichi poiché, qualora provenissero da cantieri diversi, non li si potrebbero mescolare. Nel caso di un'unica sede di produzione l'altezza massima è di 2,30 m, in caso contrario, l'altezza è di 2,20 m. In questa stessa area viene effettuata la separazione manuale della frazione estranea che verrà convogliata in un cassone 2,10x3,30 m, posto a destra dell'impianto.

Un ulteriore spazio è la zona di lavorazione interamente occupata dai macchinari di frantumazione e vagliatura. Il primo macchinario ingombra 2,29x8,88 m mentre il secondo 7,70x8,10 m, entrambi considerati con i nastri trasportatori estesi. L'area complessiva di questa zona tiene conto anche dell'ingombro degli aggregati trattati per cui si considera una superficie di 164 m<sup>2</sup>. All'interno di questi macchinari si effettua la deferrizzazione, per la quale, si è previsto un box di dimensioni 2,50x6,20 m posto vicino all'altro cassone.

L'ultima zona dell'impianto è dedicata allo stoccaggio degli aggregati, su una superficie di 48 m<sup>2</sup>, nella quale il materiale sarà diversificato in base all'assortimento granulometrico, in attesa delle analisi che consenta di definire l'aggregato recuperato. Un ulteriore elemento presente è la vasca di accumulo interrata che, come descritto nel paragrafo 2.6, con all'ausilio di canalette e pozzetti consenta la raccolta di acque meteoriche. Essa viene posta all'interno dell'impianto così da evitare lunghi percorsi e grandi pendenze alle condutture.

La superficie totale adibita, tenendo conto anche della viabilità dei mezzi, è pari a 1000 m<sup>2</sup>.

## 3.2 Fattibilità economica

Riferendosi a quanto descritto nel paragrafo “micro e macro raccolta” è nata la necessità di sfruttare la messa in riserva in cantiere, al fine di ottimizzare i viaggi in ingresso all’impianto e massimizzare la portata destinata al trattamento. In virtù di ciò si passa da un 56% di materiali destinati al recupero in R-5 ad un 81%. Bisogna però considerare la sostenibilità dal punto di vista economico e i costi da sostenere durante tutto il processo.

Nella fase preliminare di progetto si è valutata l’attuabilità e la validità dell’impianto, riconoscendo che il mercato della MPS è in aumento, grazie alla crescente consapevolezza ambientale e alle politiche che promuovono il riciclo di materiali da costruzione. L’analisi svolta prevede una riflessione sui costi dei test da eseguire per i diversi lotti, ma non esamina l’investimento iniziale utile all’acquisto dei macchinari.

Una prima indagine analitica riconosce come i costi per la totalità del rifiuto trasportato nel 2022 sia pari a 18.330 € mentre la vendita della MPS consenta di ottenere 58.325,32 €.

Tali risultati sono stati raggiunti seguendo la procedura descritta di seguito:

$$\text{costo analisi} = 141 \text{ siti} \times 130 \text{ €} = 18.330 \text{ €}$$

$$V = 7.728 \text{ ton} \div 2,65 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} = 2.916,27 \text{ m}^3$$

$$\text{vendita MPS} = 2.916,27 \text{ m}^3 \times 20 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} = 58.325,32 \text{ €}$$

Valutando lo scenario in cui il viaggio sia di 20 ton, i risultati sarebbero:

$$\text{costo analisi} = 1 \text{ sito} \times 130 \text{ €} = 130 \text{ €}$$

$$V = 20 \text{ ton} \div 2,65 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} = 7,55 \text{ m}^3$$

$$\text{vendita MPS} = 7,55 \text{ m}^3 \times 20 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} = 151 \text{ €}$$

Lampante è il dato per il quale un ritorno economico vi sia solamente se il trasporto abbia una portata uguale o superiore alle 20 tonnellate; pertanto, lo si assume come parametro minimo per il funzionamento dell’impianto.

Le ipotesi inoltre assunte sono supportate da un’analisi della letteratura in cui si assumono i valori medi per i test di cessione, la densità e il valore economico dell’aggregato. Secondo quanto descritto nel paragrafo 1.4 “test di cessione”, si richiede l’applicazione della norma UNI 10802 con l’attuazione del metodo UNI EN 12457-2 [9]; dall’indagine emerge che tale costo è mediamente pari a 130 € caduno. Nello specifico deve essere effettuato in ogni sito di provenienza ed a ogni inizio attività. Il costo del test può variare notevolmente

in funzione della complessità di esecuzione, della tipologia di rifiuto e dal laboratorio di analisi. D'altro canto, i valori dell'aggregato recuperato variano in relazione all'assortimento granulometrico, infatti, generalmente è compreso da 6 a 10 € / ton (16 - 26 € / m<sup>3</sup> al netto di iva, stimando una densità 2.65 ton/m<sup>3</sup>). Si è considerato quindi come possibile prezzo di vendita 20 €/m<sup>3</sup>.

Ulteriori valori assunti sono già stati contestualizzati nel paragrafo 2.2.1 in cui si esaminavano i benefici di una raccolta diretta e di una messa in riserva nel luogo della produzione. Si precisa, inoltre, che i cantieri totali siano 141, di cui 55 si escludono poiché, per tutto l'anno in esame, non hanno mai superato le 20 ton. Dei restanti 86 cantieri, 65 non necessitano di disporre del cassone ogni mese, ma solo in periodi circoscritti. Si ipotizza comunque che, nonostante i conferimenti avvengano in intervalli di tempo prolungati, non sia necessario ripetere i test di cessione, considerandoli come un conferimento unico.

L'analisi della fattibilità economica ha permesso di esaminare in dettaglio le condizioni minime di trasporto e di capire quando sia più efficace la messa in riserva in loco. Lo scenario d'uso del cassone assume maggior rilevanza in quanto comporterà benefici economici, risparmio di tempo, maggiore efficienza e, di conseguenza, una riduzione delle emissioni prodotte durante i trasporti.

## CONCLUSIONI

Questo studio, partendo da una riflessione sull'economia circolare, ha proposto uno strumento per rendere il settore edilizio maggiormente sostenibile. Infatti, in un Paese come l'Italia, povero di materie prime, è fondamentale creare una filiera autonoma dall'estrazione mineraria. Proprio con questo scopo, la ricerca si è posta l'obiettivo di valutare se anche il settore dei trasporti possa contribuirvi rispondendo alla domanda: cosa succederebbe se si facesse un transit-point capace di trattare e recuperare il rifiuto?

Proprio per questo si è svolta un'indagine quantitativa in un'Azienda marchigiana, basata sulla valutazione delle portate intercettabili. Ciò ha permesso di dimostrare come l'81% delle portate sarebbe potuto essere destinato al recupero R-5 e solamente il 19% impiegato per la messa in riserva. D'altro canto, anche il numero dei viaggi subirebbe un significativo calo grazie all'ipotesi di utilizzare i cassoni, che ha reso più efficienti i carichi in ingresso all'impianto. Dai dati raccolti è stato strutturato e descritto lo stabilimento di frantumazione e vagliatura che consentirà di riciclare il rifiuto e creare così l'aggregato recuperato. Si è, quindi, valutata la fattibilità tecnica, approfondendo le aree utili, i possibili macchinari fruibili e le caratteristiche che dovrà rispettare la MPS per essere reintrodotta nel mercato. Le fasi di lavorazioni, in virtù delle proprietà utili all'aggregato, hanno tenuto conto delle normative vigenti.

Durante la fase di studio si è approfondito il costo delle analisi per far sì che l'aggregato sia conforme ai decreti ma non si è tenuto conto dell'investimento iniziale. In virtù di ciò vi sono ancora delle ricerche da effettuare per avere una panoramica completa del progetto finale. In linea con questo è bene tener conto dell'evolversi della situazione dovuta alla promulgazione di nuovi decreti.

Ad ogni modo, si ritiene che i benefici superino le limitazioni dell'impianto ipotizzato, giustificando così la sua implementazione. Facendo ciò il mondo dei trasporti non avrà solo un ruolo da spettatore nell'economia circolare edilizia, ma sarà lungimirante e portatrice di un messaggio di speranza per l'intero settore. Questa idea progettuale potrebbe far fiorire un seme di cambiamento in modo che l'edilizia possa essere un passo più vicina alla sostenibilità ambientale.

## BIBLIOGRAFIA

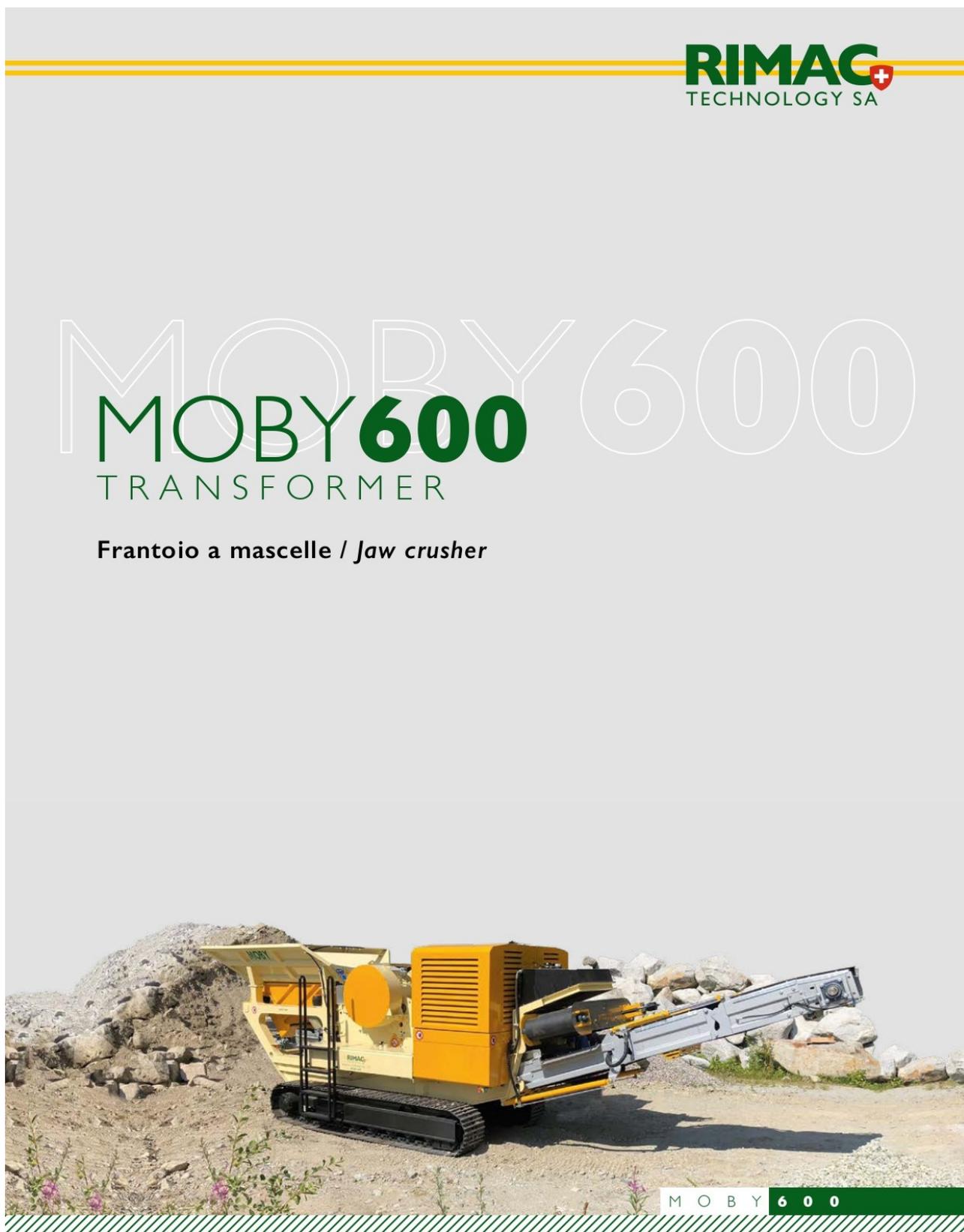
1. Earth Overshoot Day. (2023). *Past Earth Overshoot Days*. Disponibile da <https://www.overshootday.org/newsroom/past-earth-overshoot-days/> [24/04/2024].
2. Circle Economy. (2023). *The circularity gap report 2023*. Amsterdam: Circle Economy.
3. Ministero della Transizione Ecologica. (2022). *Strategia nazionale per l'economia circolare*. Roma: Ministero della Transizione Ecologica.
4. Di Stefano, D. (2021). *Cemento: il materiale più distruttivo del mondo o una leva dell'evoluzione?* Disponibile da <https://www.renewablematter.eu/cemento-il-materiale-piu-distruttivo-del-mondo-o-una-leva-dellevoluzione> [12/05/2024].
5. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale. (2023). *Rapporto rifiuti speciali edizione 2023*. Roma: Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.
6. Mariotta, C. (2023). *Riciclaggio/Recupero di rifiuti da costruzione e demolizione*. Disponibile da <https://indicatoriambientali.isprambiente.it/rifiuti/riciclaggiorecupero-di-rifiuti-da-costruzione-e-demolizione> [28/05/2024]
7. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. (2006). *Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n.152*. Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana.
8. Ministero della Transizione Ecologica. (2022). *Decreto 27 settembre 2022, n.152*. In Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Serie Generale n.246 del 20-10-2022 (pp. 1-19). Gazzetta Ufficiale.
9. Ministero dell'Ambiente e della Salute Energetica. (2024). *Aggiornamento del DM 27 settembre 2022 n.152*. Roma: Ministero dell'Ambiente e della Salute Energetica.
10. Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea. (2008). *Direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 19 novembre 2008, relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive (Testo rilevante ai fini del SEE)*. Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea.
11. Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana. (1997). *Decreto Legislativo 5 febbraio 1997 n.22*. Roma: Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana.

12. Meloni, E. (2022). *Il ciclo dei rifiuti: la gerarchia nell'economia circolare* [infografica]. Disponibile da <https://www.infobuildenergia.it/approfondimenti/ciclo-dei-rifiuti-economia-circolare/> [02/06/2024].
13. Ministero dell'Ambiente e della Salute Energetica. (2024). *Decreto del direttore generale Economia circolare 25 marzo 2024, n. 26 di programmazione delle attività per il 2024*. Roma: Ministero dell'Ambiente e della Salute Energetica.
14. Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea. (2014). *2014/955/UE: Decisione della Commissione, del 18 dicembre 2014, che modifica la decisione 2000/532/CE relativa all'elenco dei rifiuti ai sensi della direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio Testo rilevante ai fini del SEE*. Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea.
15. Consiglio Nazionale delle Ricerche. (2021). *Formulario di identificazione dei rifiuti (FIR)*. Disponibile da <https://www.cnr.it/it/formulario-identificazione-rifiuti> [16/05/2024].
16. Ministero dell'Ambiente. (1998). *Decreto Ministeriale 5 febbraio 1998*. Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana.
17. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. (2006). *Decreto 5 aprile 2006 n.186. In Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Serie Generale n.115 del 19-05-2006 (pp. 8-39)*. Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana.
18. Wirtgen Group. (n.d.). *Tecnica di frantumazione*. Disponibile da <https://www.wirtgen-group.com/it-it/prodotti/kleemann/tecnologie/tecnica-di-frantumazione/> [25/05/2024]
19. Mariani, L. (2023). *Precipitazioni dell'anno idrologico 2023 – analisi di anomalia*. Disponibile da <http://www.climatemonitor.it/?p=58625> [05/06/2024]
20. Istituto Nazionale di Statistica. (2022). *Temperatura e precipitazione nei Comuni capoluogo di Provincia - Anno 2022 - Serie storica 2006-2022*. Disponibile da <https://www.istat.it/tavole-di-dati/temperatura-e-precipitazione-nei-comuni-capoluogo-di-provincia-anno-2022-serie-storica-2006-2022/> [30/05/2024]
21. Stanislao, E. (2024). *Le precipitazioni sulle regioni italiane nel 2023*. Roma: Pianeta Programmi di Sviluppo Rurale. Disponibile da <https://www.pianetapsr.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/3012> [20/05/2024].

22. Antongiulio, B., Giovannini, F., & Maltagliati, S. (2010). *Linee guida per intervenire sulle attività che producono polveri*. Firenze: Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana.

## 4. ALLEGATI

### 4.1 Scheda tecnica MOBY600 transformer della Rimac Technology SA



# MOBY600



**L'UNICO** impianto di frantumazione vagliato con peso di **13 T. AL MONDO** trasportabile con un autocarro scarrabile.

**THE ONLY** tri-axle crushing plant weighing **13 T. IN THE WORLD** that can be transported with a rail-off truck.

**Nastro trasportatore principale ripiegabile idraulicamente** per facilitare il trasporto.

*Hydraulically folding main conveyor belt to facilitate the transport.*



**INTERCAMBIABILITÀ** del motore che permette la rapida sostituzione in caso di guasto.

*Engine INTERCHANGEABILITY allowing a quick replacement in case of failure.*



**POLIFUNZIONALITÀ** dell'unità di frantumazione che permette, con sistema di attacco rapido, la sostituzione del frantoio a mascelle con altri sistemi RIMAC (frantoio ad urto/martelli, granulatore, trituratore per metalli ecc.).

*MULTIFUNCTIONALITY* crushing unit allowing substitution of the jaw crusher thanks to the quick coupling system with other RIMAC systems (impact crusher, granulator, metals shredder, etc.).



**Alimentatore Grizzly** dotato di unità di vagliatura integrata con rete intercambiabile.

*Grizzly power feeder equipped of integrated screening unit with interchangeable net.*



**Cilindro per estensione idraulica** del nastro trasportatore principale, per favorire la manutenzione e l'eventuale evacuazione di materiali inframontabili.

*Cylinder for hydraulic extension of the main conveyor belt to facilitate maintenance and a possible evacuation of non-breakable materials.*



**Carro guidato** che, grazie al circuito idraulico indipendente, permette di movimentare il macchinario durante la fase di lavoro.

*The machine can be moved during the working stages thanks to the crawler track equipped with an independent hydraulic circuit.*

P 0 2

P 0

# MOBY600



**Separatore magnetico a nastro BIDIREZIONALE** regolabile idraulicamente e con sistema di sicurezza a molla.

*BIDIRECTIONAL* magnetic belt separator, hydraulically adjustable with spring security systems.



**Cofani con apertura idraulica** ad "ali di gabbiano" per una facile manutenzione.

*Hoods with hydraulic "gullwing" opening for an easy maintenance.*



**Sistema di nebulizzazione a tre zone** comprensivo di serbatoio acqua a bordo macchina. Bocchetta di protezione frantoio apribile.

*Three-zone nebulization system inclusive of on-board water tank. Openable crushing plant protection nozzle.*



**Tramoggia di carico in Hardox.**

*Hardox feed hopper.*



**Sistema di collegamento rapido** che permette il funzionamento idraulico del sistema di vagliatura (VAI CONN, VALTRACK, ecc.).

*Quick connection system for the hydraulic functioning of screening systems (VAI CONN, VALTRACK, etc.).*



**Vibratore a trasmissione idraulica** che alimenta l'unità di frantumazione in maniera automatica.

*Hydraulic transmission vibrator to automatically feed the crushing unit.*



**Radiocontrol NOVAL 24.**

*Radio control NOVAL 24.*



**Pannello con tutti i comandi operativi.** Sportello di chiusura ermetica e serratura di sicurezza.

*Panel with all operational commands. Hermetically sealed door and safety lock.*



**Compressore a bordo macchina** per facilitare le operazioni di manutenzione.

*Compressor on the machine to facilitate the maintenance operations.*



**Unità di frantumazione BIDIREZIONALE** con regolazione idraulica. L'apertura e la chiusura può essere eseguita anche durante la fase di lavoro.

*BIDIRECTIONAL* crushing unit with hydraulic regulation. Open and close can be done even during functioning.



**Nastro trasportatore laterale** con sistema di chiusura/apertura idraulica.

*Lateral conveyor belt with hydraulic opening/closing system.*

4

P 0 5

# MOBY600

## TRANSFORMER

### CARATTERISTICHE TECNICHE

#### FRANTOIO A MASCELLE

Dimensione bocca di carico	mm 620 x 450
Regolazione allo scarico	mm 20 x 100

#### ALIMENTATORE SGROSSATORE O CON UNITÀ DI VAGLIATURA INTEGRATA

Tramoggia di carico	m <sup>3</sup> 3,5
---------------------	--------------------

#### PRODUZIONE

Min/Max t/h	20÷80
-------------	-------

#### NASTRO TRASPORTATORE PRINCIPALE

Larghezza	mm 650
Lunghezza	mm 6000

#### NASTRO LATERALE

Lunghezza	mm 400
Lunghezza	mm 2060
Altezza cumulo - Sottonastro	mm 1530

#### MOTORE DIESEL RAFFREDDATO AD ACQUA

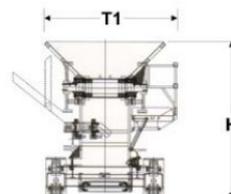
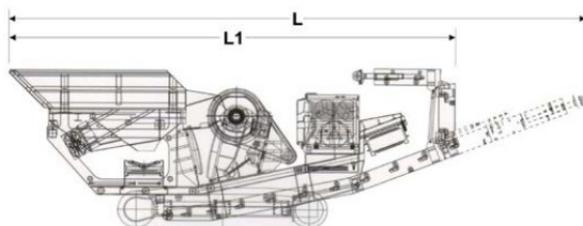
Potenza max	KW 104 2300 g/m
Sovralimentazione	Turbo compressore

#### RADIOCOMANDO HETRONIC NOVA L2.4 CON CARICABATTERIE A BORDO MACCHINA

#### MISURE

Lunghezza di trasporto (L1)	mm 6980
Lunghezza di lavoro (L)	mm 8880
Larghezza di trasporto (T1)	mm 2290
Altezza massima (H)	mm 2500
Peso	t 12,6

#### DOCUMENTAZIONE CE



I dati di questo catalogo sono solo informativi e suscettibili di modifiche senza preavviso da parte della RIMAC che declina ogni responsabilità in caso di errori od omissioni. Dato il costante sviluppo dei prodotti RIMAC essa si riserva il diritto di modificare i dati senza preavviso alcuno.  
The informations contained in this catalogue are provided purely for the informative purposes and is subject to change without prior notification from RIMAC, which accepts no responsibility for any errors or omissions. Due to the ongoing development of all RIMAC products the company reserves the right to modify the data without giving any prior notification whatsoever.

### TECHNICAL FEATURES

#### JAW CRUSHER

Loading mouth dimensions	mm 620 x 450
Adjustment	mm 20 x 100

#### HOPPER AND VIBRATING FEEDER OR WITH INTEGRATED SCREENING UNIT

Hopper capacity	m <sup>3</sup> 3,5
-----------------	--------------------

#### PRODUCTION

Min/Max t/h	20÷80
-------------	-------

#### MAIN CONVEYOR

Width	mm 650
Lenght	mm 6000

#### SIDE CONVEYOR

Lenght	mm 400
Width	mm 2060
Accumulation height - Under conveyor	mm 1530

#### ENGINE TYPE: WATER COOLED DIESEL ENGINE

Max power	KW 104 2300 g/m
Supercharging	Turbo compressor

#### HETRONIC NOVA L2.4 RADIO CONTROL WITH ON-BOARD CHARGER

#### DIMENSIONS

Transportation lenght (L1)	mm 6980
Working lenght (L)	mm 8880
Transportation width (T1)	mm 2290
Maximum height (H)	mm 2500
Weight	t 12,6

#### CE CERTIFICATE

# PROJECT RIMAC 4.0

Controllo totale serie MOBY / Total control of machines series MOBY

Gli impianti di frantumazione RIMAC sono realizzati seguendo una doppia logica:

- **POLIFUNZIONALITÀ:** è possibile installare sullo stesso corpo macchina tutti i sistemi di trattamento RIMAC (per esempio sostituire il frantoio a mascelle con il mulino ad urto).
- **INTERCAMBIABILITÀ:** al fine di evitare la possibilità di fermo macchina, RIMAC è realizzata con un sistema che permette di sostituire velocemente la maggior parte dei suoi componenti (motore, carro cingolato, impianto elettrico ecc.)

RIMAC è dotata di due impianti elettrici indipendenti: il **PANNELLO DI CONTROLLO** ed il **RADIOCOMANDO**. Questi consentono la totale gestione dell'impianto, la tele-manutenzione, la tele-diagnosi, il monitoraggio ed archiviazione dei dati. Tutte le funzioni sono proporzionali e possono essere personalizzate dall'operatore (per esempio è possibile regolare la velocità dei nastri trasportatori, decidere il posizionamento del magnete in altezza o la rotazione DX/SX, accendere o spegnere l'impianto, aprire e chiudere il frantoio ecc.). RIMAC funziona anche in assenza di impianto elettrico utilizzando le leve del distributore idraulico posto nel pannello EMERGENZA.

## PANNELLO DI CONTROLLO CONTROL PANELS



**PANNELLO DI CONTROLLO 4.3" CON DISPLAY GRAFICO A COLORI**  
L'operatore, manualmente, può attivare le funzioni da un interruttore rotante posto sul display. La logica interna CAN-BUS e l'innovativo ricevitore MLC permettono di operare in totale sicurezza in quanto, in caso di feedback negativo o stato non sicuro della macchina, la funzione selezionata non funzionerà.

*4.3" CONTROL PANEL WITH GRAPHIC COLOURED DISPLAY*  
The operator can manually activate the functions from a rotating switch placed on the display. The internal logic CAN-BUS and the innovative receiver MLC allow to operate completely safely as, in case of negative feedback or unsafe state of the machine, the selected function won't work.

RIMAC crushing plants are made following a dual-basis:

- **MULTIFUNCTIONALITY:** it is possible to install on the same machine body every RIMAC processing system (for example: replacing the jaw crusher with the impact mill).
- **INTERCHANGEABILITY:** in order to avoid the possibility of machine down RIMAC is made with a system that allows to quickly replace the majority of its components (engine, crawler truck, electrical system, etc.).

RIMAC is equipped with two independent electric systems: **CONTROL PANEL** and **RADIO CONTROL**. These two allow the complete management of the plant, remote-maintenance, remote-diagnosis, monitoring and archiving data. All the functions are proportionate and can be personalised by the operator (for example: it is possible to regulate the speed of conveyor belts, decide the placing of magnet's height or DX/SX rotation, turn on and off the machine, open and close the crusher, etc.). RIMAC works also in the absence of electric system using the levers of hydraulic distributor placed on the **EMERGENCY** panel.

## RADIOCOMANDO REMOTE CONTROL



**RADIOCOMANDO NOVA-L 2.4"**  
Progettato in modo ergonomico con schermo a colori TFT in alta risoluzione da 2.4" e può essere utilizzato per la gestione e la movimentazione dell'impianto a distanza e in totale sicurezza.

*RADIOCOMANDO NOVA-L 2.4"*  
Progettato in modo ergonomico con schermo a colori TFT in alta risoluzione da 2.4" e può essere utilizzato per la gestione e la movimentazione dell'impianto a distanza e in totale sicurezza.

## SVILUPPO GRAFICO GRAPHIC DEVELOPMENT



## 4.2 Scheda tecnica MOBY VAI della Rimac Technology SA

**RIMAC**<sup>+</sup>  
TECHNOLOGY SA

# MOBYVAI

Impianto di vagliatura / Screening machine

**MOBYVAI25**

**MOBYVAI36**

**MOBYVAI55**

**MOBYVAI28**

**MOBYVAI40**

**MOBYVAITRACK**

**MOBYVAI32**

**MOBYVAI45**

**MOBYVAISTAR**



MOBYVAI



**Tramoglia di carico con griglia vibrante.**  
Loading hopper equipped with vibrating grid.

Le funzioni dell'impianto di vagliatura (velocità dei nastri, sistema di alimentazione, andamento del piano vagliante ecc.) sono proporzionali ossia personalizzabili con un potenziometro 0-100%.

The screening machine functions (belt speed, feeding system, screening deck performance, etc.) are proportional, that is, customizable with a 0-100% potentiometer.



**Nastro trasportatore principale ripiegabile idraulicamente per facilitare il trasporto.**

Hydraulic folding main conveyor belt to facilitate transport.



**Radio comando NOVA L 2.4.**  
NOVA L 2.4 radio control.

**Pannello con tutti i comandi operativi. Sportello di chiusura ermetica e serratura di sicurezza.**  
Control panel with all operational commands. Equipped with hermetic door and safety lock.



**Compressore a bordo macchina per facilitare le operazioni di manutenzione.**  
On board compressor to facilitate maintenance operations.



**Nastri trasportatori laterali con sistema di apertura/chiusura idraulica.**  
Lateral conveyor belts with hydraulic opening/closing system.



**Nastro trasportatore principale ripiegabile idraulicamente "a collo d'oca" per facilitare il trasporto.**  
Hydraulic folding main conveyor belt for easy transport.

Le funzioni dell'impianto di vagliatura (velocità dei nastri, sistema di alimentazione, andamento del piano vagliante ecc.) sono proporzionali ossia personalizzabili con un potenziometro 0-100%.

The screening machine functions (belt speed, feeding system, screening deck performance, etc.) are proportional, that is, customizable with a 0-100% potentiometer.



**Tramoglia di carico con griglia vibrante e con possibilità di sollevamento idraulico.**  
Loading hopper equipped with vibrating grid and hydraulic lifting system.



**Piano vagliante inclinabile idraulicamente per ottimizzare le operazioni di vagliatura e permettere la messa in sagoma per le fasi di trasporto.**  
Screening deck with hydraulic-tilt to optimize screening operations and adjust configuration to simplify transport.



**Nastri trasportatori laterali con sistema di apertura/chiusura idraulica a tre pleghe.**  
Lateral conveyor belts with three-fold hydraulic opening/closing system.



**Compressore a bordo macchina per facilitare le operazioni di manutenzione.**  
On board compressor to facilitate maintenance operations.



**Radio comando NOVA L 2.4.**  
NOVA L 2.4 radio control.



**Pannello con tutti i comandi operativi. Sportello di chiusura ermetica e serratura di sicurezza.**  
Control panel with all operational commands. Equipped with hermetic door and safety lock.

# MOBYVAI25



## CARATTERISTICHE TECNICHE

### VAGLIO A DUE PIANI A TRE SELEZIONI

Dimensione piani mm 1000 x 2500

Produzione massima t/h 80

### MOTORE

Diesel 40 KW 4C

### MISURE

Lunghezza di trasporto mm 7300

Lunghezza di lavoro mm 8100

Larghezza di trasporto mm 1950

Larghezza di lavoro mm 7700

Altezza massima mm 2850

Peso t 6,4

### DOCUMENTAZIONE CE

Disponibile nella versione  
**T-TRAINABILE** e **S-SCARRABILE**



## TECHNICAL FEATURES

### THREE-WAY DOUBLE-DECK SCREENER

Deck dimensions mm 1000 x 2500

Max. output t/h 80

### ENGINE

Diesel 40 KW 4C

### DIMENSIONS

Transportation length mm 7300

Working length mm 8100

Transportation width mm 1950

Working width mm 7700

Maximum height mm 2850

Weight t 6,4

### CE CERTIFICATE

Available in two versions  
**T-TRAINABILE** and **S-SCARRABILE**



I dati di questo catalogo sono solo informativi e suscettibili di modifiche senza preavviso da parte della RIMAC che declina ogni responsabilità in caso di errori od omissioni. Dato il costante sviluppo dei prodotti RIMAC essa si riserva il diritto di modificare i dati senza preavviso alcuno.  
All data contained in this catalogue are for informative purposes only and subject to change without notice by RIMAC, which declines any responsibility in the event of errors or omissions. Given the constant development RIMAC products are subject to, the company reserves the right to modify such data without prior notification whatsoever.

# MOBYVAITRACK



## CARATTERISTICHE TECNICHE

**VAGLIO a FUNZIONAMENTO IDRAULICO**  
**disponibile a TRE o QUATTRO SELEZIONI con**

Dimensione piani	mm 1000 x 2000	mm 1000 x 2500
	mm 1000 x 2800	mm 1200 x 3200
	mm 1200 x 3600	
Produzione massima	da t/h 60 a t/h 160	

### MISURE

Lunghezza di trasporto	da mm 7000 a mm 8500
Lunghezza di lavoro	da mm 7500 a mm 9500
Larghezza di trasporto	da mm 1950 a mm 2500
Larghezza di lavoro	da mm 7700 a mm 8700
Altezza di trasporto	da mm 2500 a mm 3000
Peso	da t 3 a t 7

## TECHNICAL FEATURES

**HYDRAULIC SCREENER**  
**Available in THREE- or FOUR-WAY version**

Deck dimensions	mm 1000 x 2000	mm 1000 x 2500
	mm 1000 x 2800	mm 1200 x 3200
	mm 1200 x 3600	
Max. output	da t/h 60 a t/h 160	

### DIMENSIONS

Transport length	da mm 7000 a mm 8500
Working Length	da mm 7500 a mm 9500
Transport width	da mm 1950 a mm 2500
Working width	da mm 7700 a mm 8700
Transport height	da mm 2500 a mm 3000
Weight	from t 3 to t 7

# MOBYVAI STAR



## CARATTERISTICHE TECNICHE

**VAGLIO STELLARE disponibile in due versioni:**

	MOBYVAI STAR4.0	MOBYVAI STAR7.0
Piano vagliante	mm 1200 x 4000	mm 1200 x 7000
Produzione massima	t/h 200	t/h 300

MOTORE	95 KW 4C	129 KW 6C
--------	----------	-----------

### MISURE

Lunghezza di trasporto	mm 9500	mm 12500
Lunghezza di lavoro	mm 11500	mm 14500
Larghezza di trasporto	mm 2550	mm 2550
Larghezza di lavoro	mm 5500	mm 5500
Altezza di trasporto	mm 3000	mm 3000
Peso	t 17	t 22

## TECHNICAL FEATURES

**STAR SCREENING available in two different models:**

	MOBYVAI STAR4.0	MOBYVAI STAR7.0
Screening deck	mm 1200 x 4000	mm 1200 x 7000
Max. Output	t/h 200	t/h 300

ENGINE	95 KW 4C	129 KW 6C
--------	----------	-----------

### DIMENSIONS

Transport length	mm 9500	mm 12500
Working length	mm 11500	mm 14500
Transport width	mm 2550	mm 2550
Working width	mm 5500	mm 5500
Transport height	mm 3000	mm 3000
Weight	t 17	t 22

I dati di questo catalogo sono solo informativi e suscettibili di modifiche senza preavviso da parte della RIMAC che declina ogni responsabilità in caso di errori od omissioni. Dato il costante sviluppo dei prodotti RIMAC essa si riserva il diritto di modificare i dati senza preavviso alcuno.  
 All data contained in this catalogue are for informative purposes only and subject to change without notice by RIMAC, which declines any responsibility in the event of errors or omissions. Given the constant development RIMAC products are subject to, the company reserves the right to modify such data without prior notification whatsoever.

# PROJECT RIMAC 4.0

Controllo totale serie MOBY VAI / Total control - series MOBY VAI

Gli impianti di vagliatura RIMAC sono realizzati seguendo la logica dell'INTERCAMBIABILITA': al fine di evitare il più possibile la possibilità di fermo macchina, RIMAC è realizzata con un sistema che permette di sostituire velocemente la maggior parte dei suoi componenti (motore, carro cingolato, impianto elettrico ecc.).

RIMAC è dotata di due impianti elettrici indipendenti: il PANNELLO DI CONTROLLO ed il RADIOCOMANDO. Questi consentono la totale gestione dell'impianto, la tele-manutenzione, la tele-diagnosi, il monitoraggio, l'archiviazione dei dati, l'accensione/spengimento del macchinario. Tutte le funzioni sono proporzionali e possono essere personalizzate dall'operatore (per esempio è possibile regolare velocità dei nastri, del sistema di alimentazione, l'andamento del piano vagliante ecc.).

RIMAC funziona anche in assenza di impianto elettrico utilizzando le leve del distributore idraulico posto nel pannello EMERGENZA.

RIMAC screening machines are made following the logic of INTERCHANGEABILITY: as a matter of fact, RIMAC is made with a system that allows to quickly replace the majority of its components (engine, crawler truck, electrical system, etc.) in order to avoid - as much as possible - the eventuality of machine downtime from occurring.

RIMAC is equipped with two independent electric systems: a CONTROL PANEL and a RADIO CONTROL. They allow for complete management of the machine, remote maintenance, remote diagnosis, monitoring, data archiving, turning on/off. All the functions are proportional and can be personalized by the operator (e.g.: it is possible to adjust conveyor belt, feeding system and screening deck speed etc.).

RIMAC also works in the absence of an electrical system by means of the levers of the hydraulic distributor located in the EMERGENCY panel.

## PANNELLO DI CONTROLLO CONTROL PANELS



**PANNELLO DI CONTROLLO 4.3" CON DISPLAY GRAFICO A COLORI**  
L'operatore, manualmente, può attivare le funzioni da un interruttore rotante posto sul display. La logica interna CAN-BUS e l'innovativo ricevitore MLC permettono di operare in totale sicurezza in quanto, in caso di feedback negativo o stato non sicuro della macchina, la funzione selezionata non funzionerà.

**4.3" CONTROL PANEL WITH GRAPHIC COLOURED DISPLAY**  
The operator can manually activate the functions from a rotating switch placed on the display. The internal logic CAN-BUS and the innovative receiver MLC allow to operate completely safely as, in case of negative feedback or unsafe state of the machine, the selected function won't work.

## RADIOCOMANDO REMOTE CONTROL

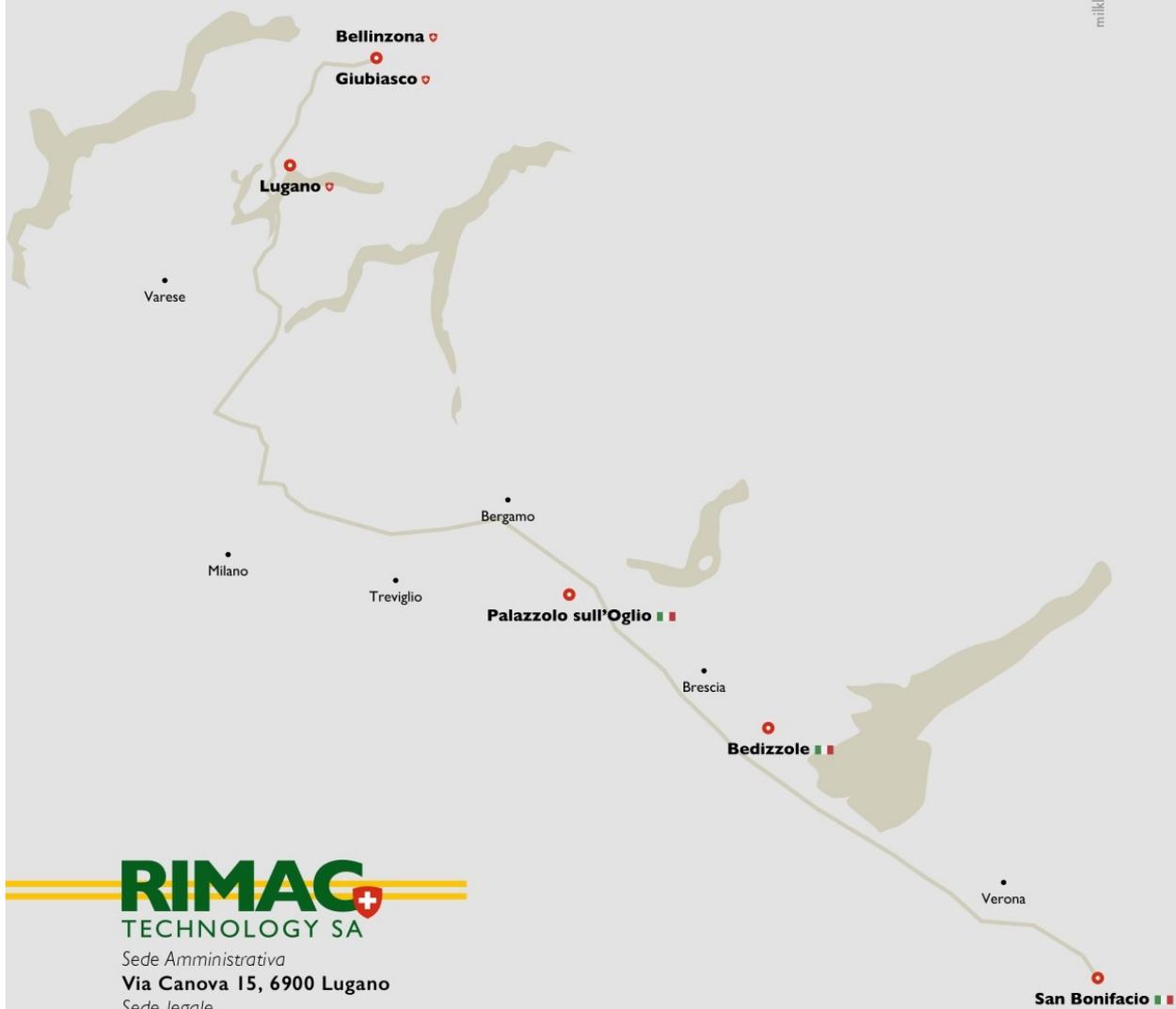


**RADIO CONTROL NOVA-L 2.4"**  
Progettato in modo ergonomico con schermo a colori TFT in alta risoluzione da 2.4" e può essere utilizzato per la gestione e la movimentazione dell'impianto a distanza e in totale sicurezza.

**NOVA-L 2.4" REMOTE CONTROL**  
Thanks to its ergonomic design and a high-resolution TFT 2.4" colour display, it can be used for machine management and remote handling in full safety.

## SVILUPPO GRAFICO GRAPHIC DEVELOPMENT





# RIMAC

TECHNOLOGY SA

*Sede Amministrativa*

**Via Canova 15, 6900 Lugano**

*Sede legale*

**Via dei Gaggini 6/B 6500 Bellinzona**

*Telefono*

**+41 (0) 91 260 8880**

*Mobile*

**+41 (0) 76 818 6179**

*eMail*

**info@rimacsa.ch**

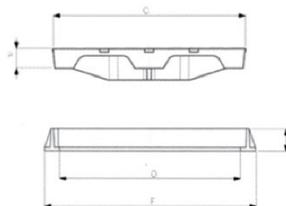
**direzione@rimacsa.ch**

**tecnico@rimacsa.ch**

[www.rimacsa.ch](http://www.rimacsa.ch)

## 4.3 Scheda tecnica chiusino in ghisa lamellare Montini

### Chiusino con telaio *Classe D400*

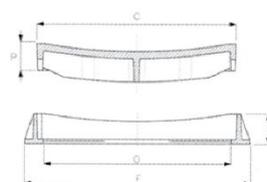


C = coperchio / cover  
 H = altezza telaio / frame height  
 O = luce / clear opening  
 F = telaio / frame  
 P = altezza coperchio / cover height

Codice	Dimensione esterna cm (F)	Luce cm (O)	Coperchio cm (C)	Altezza Cm (H)	Peso kg	Prezzo €/cad
36030001	50x50	37x37	40x40	7,5	49	<b>188,20</b>
36030002	60x60	46,5x46,5	50x50	7,5	77	<b>287,97</b>
36030003	70x70	54x54	58x58	7,5	94	<b>343,64</b>
36030004	80x80	65x65	70x70	7,5	145	<b>544,54</b>
36030005	90x90	75x75	80x80	8	202	<b>746,86</b>

Vie di circolazione (strade comunali, prov. e statali) aree di parcheggio per tutti i veicoli.

### Griglia concava con telaio *Classe C250*



C = coperchio / cover  
 H = altezza telaio / frame height  
 O = luce / clear opening  
 F = telaio / frame  
 P = altezza coperchio / cover height

Codice	Dimensione esterna cm (F)	Luce cm (O)	Coperchio cm (C)	Altezza Cm (H)	Peso kg	Prezzo €/cad
36050001	40x40	30x30	33,5x33,5	5	25	<b>94,99</b>
36050003	50x50	33x33	38x38	5,5	34	<b>142,67</b>
36050004	60x60	43x43	50x50	6,5	57	<b>227,83</b>

Griglia piana non sifonabile	70x70	54x54	58x58	7,5	75	<b>324,23</b>
------------------------------	-------	-------	-------	-----	----	---------------

Vie di circolazione (strade comunali, prov. e statali) aree di parcheggio per tutti i veicoli.

## 4.4 Scheda tecnica vasca prima pioggia

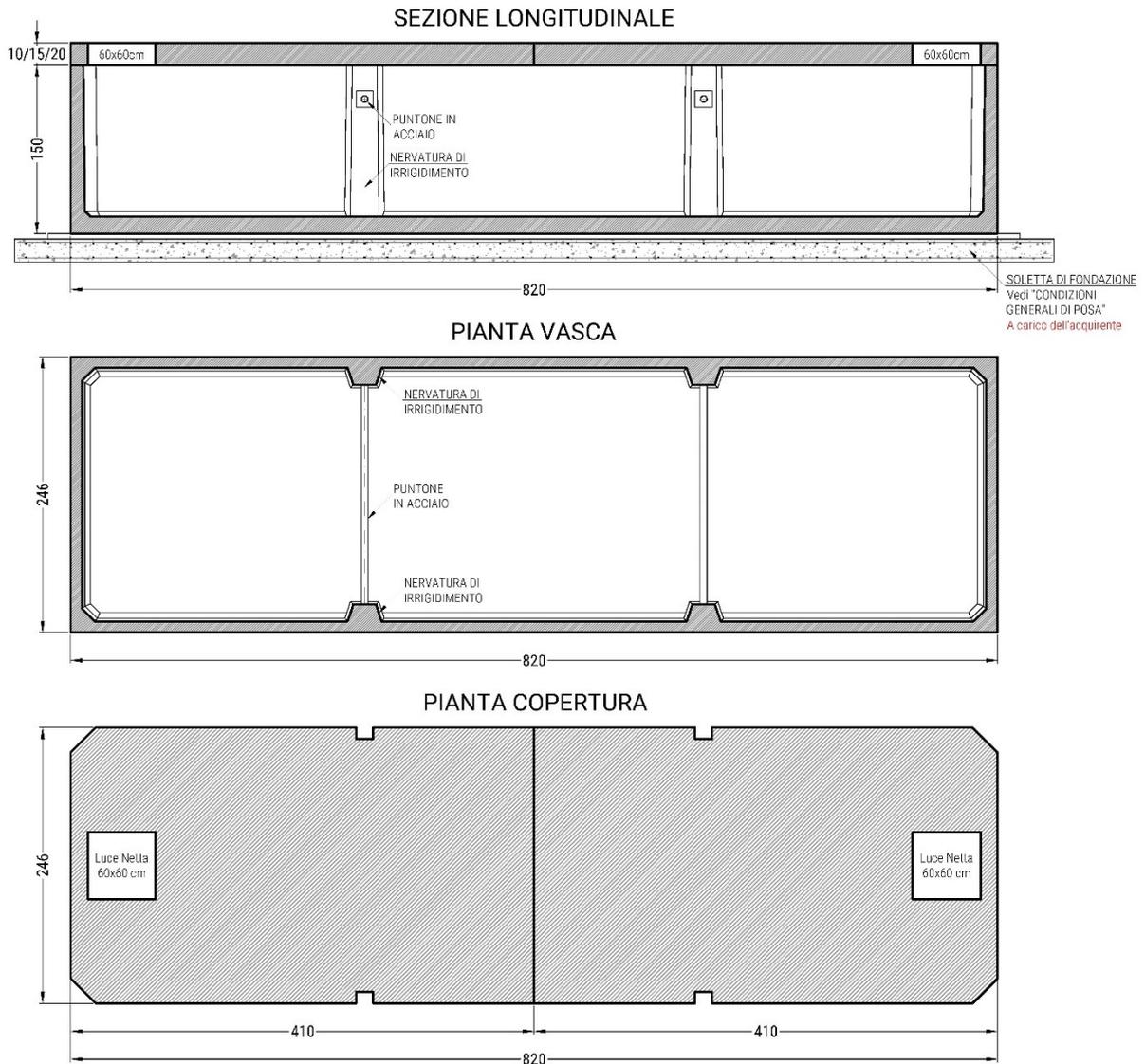


**EDIL IMPIANTI<sub>2</sub>**

Via A. Costa 139  
C.P. 90 - 47822  
Santarcangelo di  
Romagna (RN)

+39 0541 626 370  
+39 0541 626 939  
www.edilimpianti.it  
info@edilimpianti.it

### VACM26H150 - VASCA MONOBLOCCO PREFABBRICATA IN C.A.V. cm. 246x820xh150 + 10/15/20 cop.



#### SCHEDA TECNICA

N.B.: Le dimensioni e i materiali qui utilizzati sono riferiti a manufatti da installare entroterra

MATERIALI COSTITUENTI LA STRUTTURA	
Classe di Resistenza	C45/55
Slump	S5
Dmax	16mm
Classe di Esposizione	XC4 - XS3 - XD3 - XF3 - XA2
Acciaio d'Armatura	Tipo B 450 C (come Feb44k)
* Il mix può prevedere l'aggiunta di fibre d'acciaio GRF+SMIX5	

#### DESCRIZIONI TECNICHE

VOLUME TOTALE (mc)	DIMENSIONI ESTERNE (cm)			VASCA (q)	PESO LASTRA DI COPERTURA (q)		
	Larghezza	Lunghezza	Altezza		h 10 cm B125	h 15 cm C250	h 20 cm D400
24,0	246	820	150	165,1	50,1	75,2	100,2

Disegnato da  
EDIL IMPIANTI 2 S.r.l.

Disegnatore

Controllato da

Per lo scavo occorre maggiorare le misure di circa 50/100 cm  
Sui pesi Edil Impianti 2 S.r.l. si riserva una tolleranza del ± 5%

Questo disegno non può essere riprodotto o reso noto a terzi o aziende concorrenti senza la nostra autorizzazione

Rif.  
VACM26H150

N.B.  
Disegno non in scala

Data  
\_ / \_ / \_