

4.4.5 Considerazioni sul quadro programmatico

Nel presente quadro di riferimento programmatico sono stati forniti gli elementi conoscitivi sulle relazioni tra l'opera proposta e gli atti di pianificazione e programmazione territoriale.

Nell'analisi di tale elementi non sono stati registrati contrasti fra quanto indicato dai piani di pianificazione considerati e la nuova opera in progetto.

È possibile affermare che la realizzazione dell'opera proposta è:

- conforme con i vincoli progettuali imposti dalla legislazione vigente in tema di smaltimento rifiuti, qualità delle acque, qualità dell'aria, emissioni acustiche, rispetto delle aree protette, dei beni culturali e del paesaggio;
- conforme con le strategie adottate per il riutilizzo e il riciclaggio dei rifiuti;
- coerente con la volontà dei vari strumenti di pianificazione di ridurre la quantità di rifiuti da smaltire in discarica;
- conforme con la zonizzazione prevista dal Piano Regolatore Generale del Comune di Pignataro Maggiore, visto che l'opera proposta si colloca in un'area industriale;
- in linea con la volontà di ottimizzare la logistica del trasporto dei rifiuti.

Da segnalare inoltre i seguenti aspetti:

- non sono state riscontrate disarmonie tra i vari strumenti di pianificazione presi in esame.

5 Quadro di riferimento progettuale

Il quadro di riferimento progettuale ha lo scopo di descrivere il progetto e le soluzioni adottate a seguito degli studi effettuati, nonché l'inquadramento del territorio, inteso come sito e come area vasta interessati.

5.1 Inquadramento geografico, urbanistico e catastale

Il sito d'intervento ricade all'interno del Comune di Pignataro Maggiore, Provincia di Caserta i cui confini amministrativi sono riportati in Figura 54 con indicazione dei comuni confinanti.

Nello specifico, il sito oggetto dell'intervento ricade all'interno della zona industriale Volturno Nord (Figura 55 e 56).

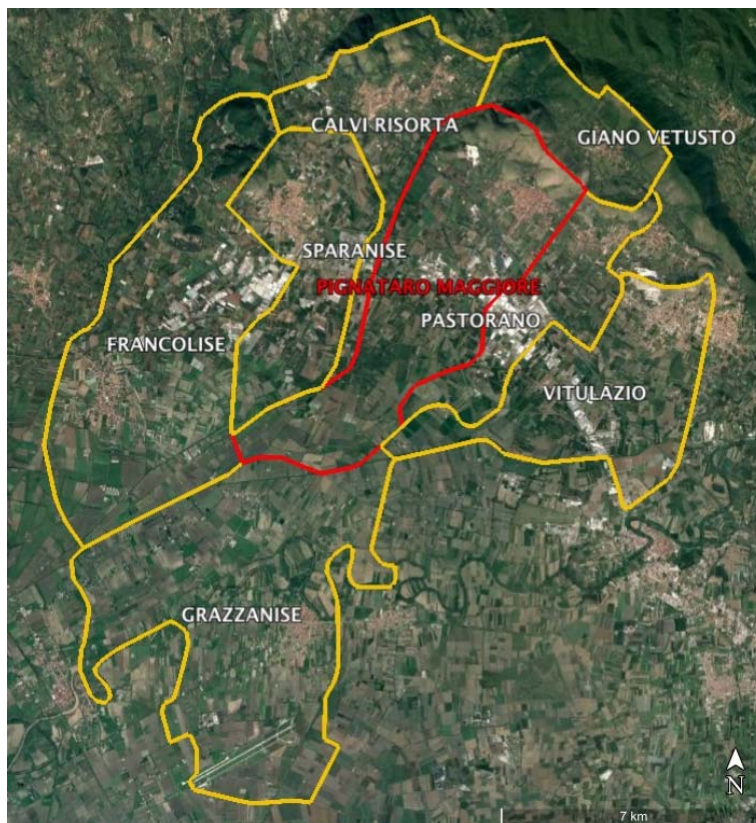


Figura 54. Localizzazione del Comune di Pignataro Maggiore: focus su limiti amministrativi.

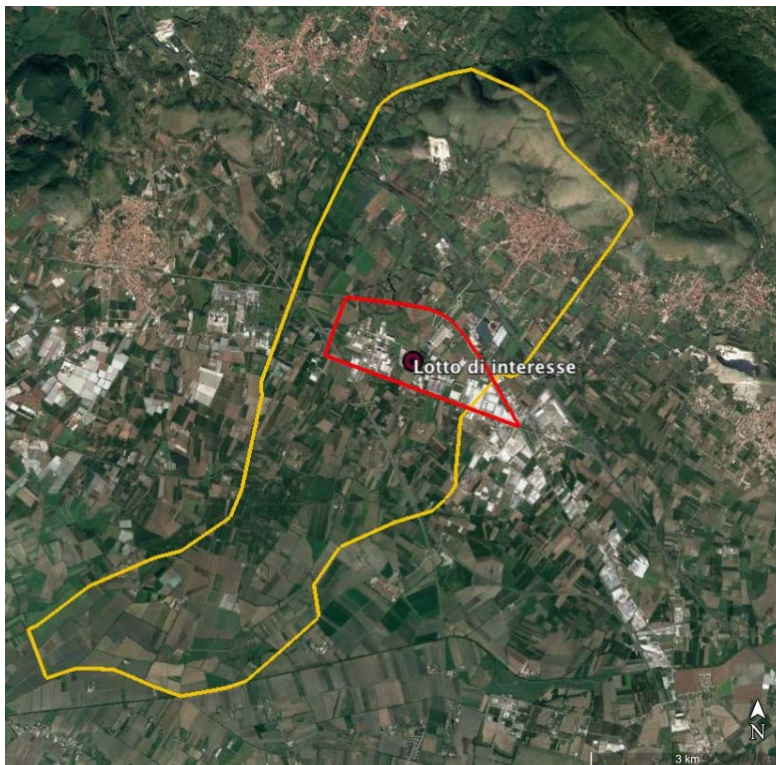


Figura 55. Localizzazione della zona industriale A.S.I. Volturmo Nord all'interno dei confini amministrativi del comune di Pignataro Maggiore



Figura 56. Focus su zona industriale A.S.I. Volturmo Nord e localizzazione delle particelle di interesse.

Nella figura sottostante è riportata lo stralcio catastale con l'individuazione dei lotti di interesse ricadenti nel Foglio 18, particelle 80 e 92 (parziale) del Catasto terreni.

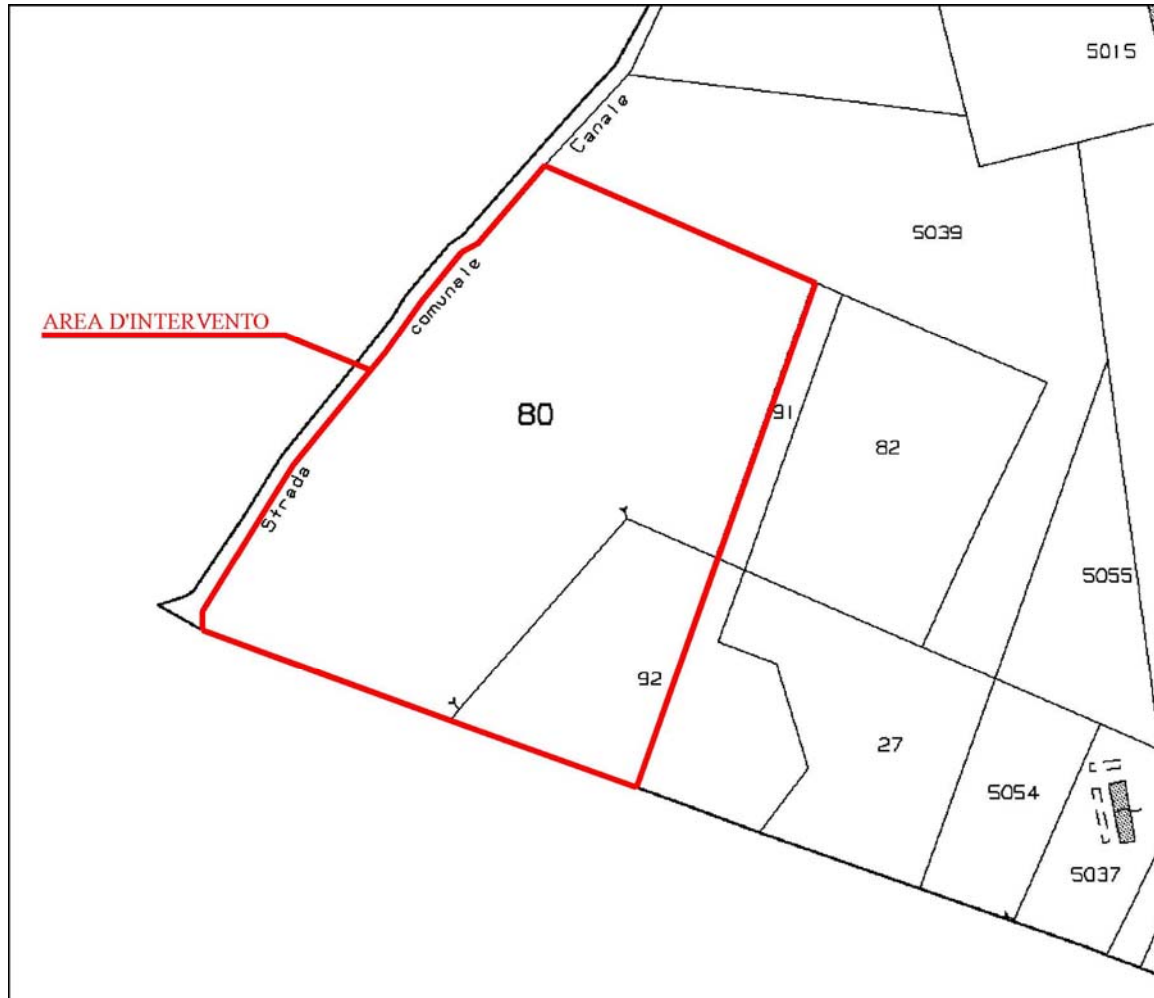


Figura 57. Foglio 18 part. 80 e 92 (parziale)

Dalla proposta di piano urbanistico comunale (PUC) del Comune di Pignataro Maggiore e dal PRG si evince che l'area di interesse ricade in Zona D, Consorzio ASI – agglomerato Volturmo Nord (Figura 5). L'impianto sarà caratterizzato da un accesso ad uso promiscuo mezzi d'opera/autovetture lungo la S.P. 93 "Conte", e da un ingresso lungo la S.S. 7 riservato esclusivamente all'accesso di autovetture.

Dallo stesso piano emerge la mancata presenza di un qualsiasi impianto sul territorio comunale atto al trattamento e smaltimento dei rifiuti.

Unica particolarità del lotto scelto è che esso ha una destinazione attuale di area agricola/frutteto – incolto – verde vivo (Figura58): è dunque necessario un cambio destinazione d'uso dell'area

interessata dal progetto che comunque sarebbe coerente con le zone circostanti già destinate all'utilizzo industriale.

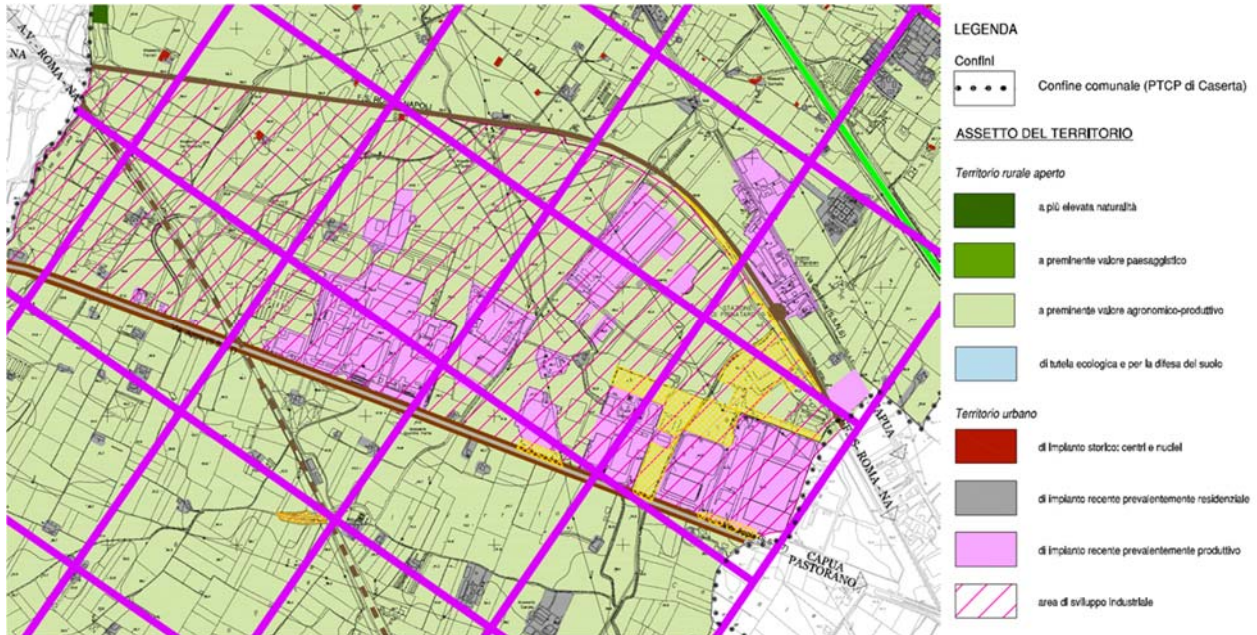
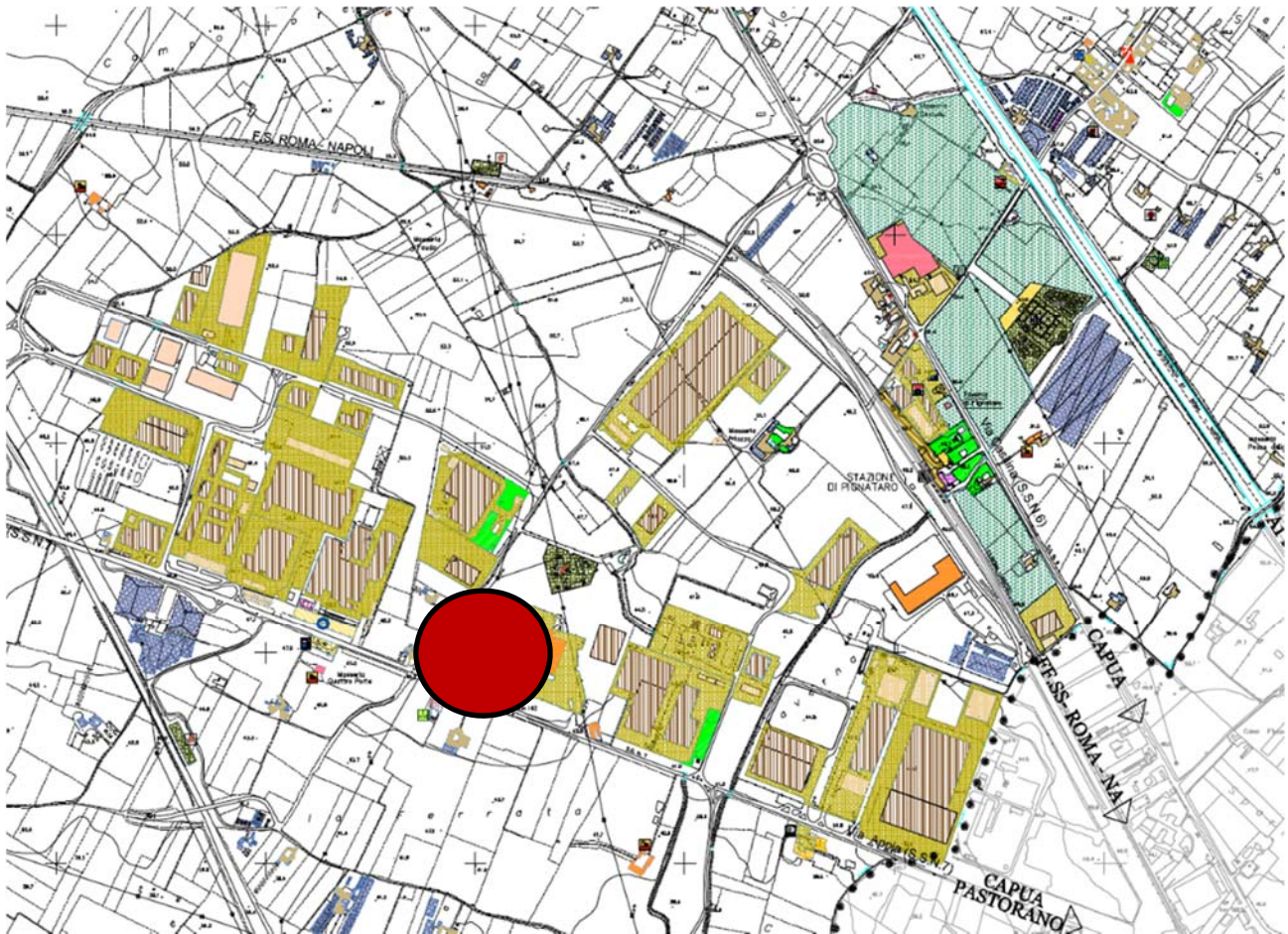


Figura 58. Stralcio proposta di PUC



DESTINAZIONE PREVALENTE DELLE AREE SCOPERTE:

RESIDENZIALE





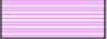
	Area di pertinenza
	Area di sedime
	Verde privato (orti e giardini)
	Aree agricole / frutteti - incolto - Verde vivo
	Piazze e Parcheggi

Figura 59. Stralcio Cartografia destinazione d'uso del sistema insediativo.

Secondo il regolamento urbanistico per le aree di sviluppo industriale, sono previsti i seguenti limiti:

- Superficie edificabile non superiore al 50%;
- Altezza degli edifici non superiore a 15m;
- Distanza dai confini del lotto non inferiore a 6m;
- Distanza minima dalla strada pari a 10m;
- Distanza minima dalla strada statale Appia pari a 30m.

Tali direttive e limiti sono stati tenuti in considerazione durante la progettazione dell'interno impianto, così come è possibile verificare nell' "Allegato 1".

5.2 Impianto di compostaggio

Come indicato in precedenza l'impianto di compostaggio sarà realizzato nella zona industriale ASI del Comune di Pignataro Maggiore (CE), su di una superficie complessiva, interamente recintata, pari a circa 35.000 mq.

L'impianto è individuabile geograficamente tramite le seguenti coordinate UTM:

428561.216 mE ; 4558188.01 mN



Figura 60. Impianto di compostaggio e particelle interessate dall'intervento

Le opere previste per l'ampliamento dell'insediamento esistente finalizzate al miglioramento dei processi produttivi mediante la riduzione delle interferenze ed il miglioramento dei flussi di lavorazione sono:

- Capannone lavorazione;
- Tettoia;

- Palazzina Uffici;
- Guardiania;
- Opere esterne.

5.3 Capannone lavorazione

Il capannone, sarà destinato allo stoccaggio dei rifiuti conferiti in impianto, fonte di emissioni odorigene, ed ospiterà l'intero ciclo di lavorazione a cui saranno sottoposti gli stessi. La scelta di concentrare l'intero ciclo di lavorazione all'interno del capannone, rende più agevole il ricambio d'aria ed il trattamento della stessa, limitando quindi il raggio di azione dei cattivi odori all'interno del capannone stesso. Lo stesso si estenderà per una superficie pari a circa 12800 m². Il capannone sarà suddiviso a sua volta in 3 sotto aree, al fine di rendere più agevoli le lavorazioni da effettuare in ogni parte di esso. Possiamo quindi definire:

Capannone – zona 1: copre un'area di 8640 m² e le dimensioni in pianta sono pari a 80x108 metri. L'altezza interna del capannone è di 8 metri e l'altezza esterna pari a 10.30 metri;

Capannone – zona 2: copre un'area di 2956 m² e le dimensioni in pianta sono pari a 80x37 metri. L'altezza interna del capannone è di 10 metri e l'altezza esterna pari a 12.30 metri;

Capannone – zona 3: copre un'area di 1209 m² e le dimensioni in pianta sono pari a 60x20.10 metri. L'altezza interna del capannone è di 10 metri e l'altezza esterna pari a 12.30 metri;

La struttura del capannone sarà in calcestruzzo armato prefabbricato per la parte in elevazione composta da pilastri, travi, copertura e setti perimetrali di chiusura in c.a.p., e in calcestruzzo gettato in opera per la parte in fondazione e per parte delle pareti perimetrali iniziali fino ad un'altezza di 6,30 metri.

La copertura della zona 1 e 2 sarà caratterizzata da due campate a doppia falda, mentre la copertura della zona 3 sarà a campata e falda singola, composta in entrambi i casi da tegoli in c.a.p. dotati di lucernari al fine di consentire l'illuminazione all'interno del capannone.

Il capannone sarà dotato di una serie di varchi di larghezza pari a 8,00 metri ed altezza pari a 5,50 metri, per consentire il transito dei mezzi e macchinari di lavorazione oltre ad una serie di porte antincendio di larghezza 1,00 metro.

Ulteriori opere previste sono:

- Pavimentazione interna in cls industriale (spessore 20 cm con rete elettrosaldata);
- Realizzazione di setti interni di separazione nella zona 3, al fine di isolare quanto meglio possibile l'area di scarico dall'esterno e dalla zona di lavorazione;
- Realizzazione di camera di controllo all'interno della zona 2;
- Realizzazione di setti in cls gettato in opera di altezza pari a 2.50 metri per la realizzazione delle corsie di maturazione;
- Realizzazione di setti in cls gettato in opera di altezza pari a 2.50 metri per la realizzazione delle corsie di stabilizzazione;
- Realizzazione sistema canalizzazione delle acque di processo mediante griglie e canalette interne;

- Messa in opera di canali e grondaie di raccolta delle acque meteoriche di copertura;
- Realizzazione impianto elettrico e di illuminazione e idrico;
- Tinteggiatura delle pareti;
- Installazione delle apparecchiature e delle opere elettromeccaniche;
- Realizzazione impianto di captazione aria;
- Realizzazione impianto di captazione polveri.

Per ulteriori dettagli si rimanda agli allegati:

- Allegato 1 – Planimetria Impianto ed Aree di Lavorazione;
- Allegato 2 – Tavola delle reti fognarie.

5.4 Tettoia

È prevista la realizzazione di una tettoia in carpenteria metallica sul lato nord dell'impianto, che sarà destinata allo stoccaggio dei prodotti alimentari scaduti confezionati, ovvero non secernenti alcuna emissione odorigena.

La tettoia in questione, sarà caratterizzata da una struttura ad una campata e singola falda, copre una superficie pari a 1200 m² e le sue dimensioni in pianta sono pari a 20x60 metri. L'altezza interna della tettoia è di 6.00 metri ed esternamente avrà un'altezza minima di 6.65 metri ed un'altezza massima di 8.15 metri.

L'opera sarà realizzata interamente in carpenteria metallica, ad esclusione dei plinti di fondazione e delle travi di collegamento, realizzate in calcestruzzo gettato in opera. La copertura sarà caratterizzata da capriate in travatura reticolare, sulla quale verranno installati pannelli in lamiera grecata.

Non è prevista alcuna chiusura perimetrale per la tettoia.

Ulteriori opere previste sono:

- Pavimentazione interna in cls industriale (spessore 20 cm con rete elettrosaldata);
- Messa in opera di canali e grondaie di raccolta delle acque meteoriche di copertura;
- Realizzazione impianto elettrico e di illuminazione e idrico;

Per ulteriori dettagli si rimanda all' allegato:

- Allegato 1 – Planimetria Impianto ed Aree di Lavorazione;

5.5 Palazzina uffici

Su lato sud-ovest del capannone, si prevede la realizzazione di una palazzina composta da piano terra e primo piano a servizio del capannone stesso, in cui saranno collocati al piano terra la sala accoglienza, servizi igienici, spogliatoi e servizi riservati al personale, refettorio, mentre al piano primo, accessibile tramite scala interna, si collocheranno gli uffici in ambiente open-space, con i relativi servizi igienici.

La palazzina presenterà una forma rettangolare di lati maggiori 10,00 x 25,00 metri con una superficie totale in pianta pari a circa 250,00 mq. Come evincibile dagli elaborati grafici, il piano terra sarà realizzato rispetto l'attuale piano campagna, ad una quota di + 15 cm; l'altezza interna di ciascun piano sarà pari a 3,10 metri, mentre l'altezza totale dell'intera palazzina, sarà pari a 7,80 metri.

L'intera struttura sarà realizzata in calcestruzzo armato gettato in opera composto da pilastri e travi a formare i telai di supporto dei solai sempre in c.a. opportunamente giuntato rispetto al capannone lavorazione

Nello specifico l'intervento comporterà le seguenti lavorazioni:

- Scavo a sezione obbligatoria e realizzazione delle fondazioni;
- Posa in opera armature e casseforme per la realizzazione dei telai in c.a.;
- Realizzazione dei solai di piano e di copertura;
- Realizzazione di tamponature esterne con blocchi forati;
- Realizzazione di tramezzi interni con blocchi e/o mattoni forati;
- Messa in opera di manto di copertura isolante;
- Realizzazione delle opere da lattoneria per lo smaltimento delle acque piovane (canali di gronda e pluviali);
- Realizzazione di impianto elettrico, di messa a terra, idraulico e di condizionamento;

Per ulteriori dettagli si rimanda all'allegato:

- Allegato 1 – Planimetria Impianto ed Aree di Lavorazione;

5.6 Guardiania

All'interno dell'impianto, ad Ovest rispetto al capannone, verrà realizzato un manufatto in calcestruzzo gettato in opera con una superficie in pianta pari a 15,00 mq. La struttura avrà forma rettangolare, con dimensione 5,00x3,00 metri ed altezza pari a 3,00 metri.

L'opera sarà dotata di un doppio accesso, rivolti rispettivamente verso la pista di accesso all'impianto e verso la piazzola di manovra antistante l'area di scarico.

Vi saranno inoltre due finestrate orientate rispettivamente verso gli impianti di pesatura in ingresso ed in uscita dall'impianto.

Nello specifico l'intervento comporterà le seguenti lavorazioni:

- Scavo a sezione obbligatoria e realizzazione delle fondazioni;
- Posa in opera armature e casseforme per la realizzazione dei telai in c.a.;
- Realizzazione del solaio di copertura;
- Realizzazione di tamponature esterne con blocchi forati;
- Messa in opera di manto di copertura isolante;
- Realizzazione di impianto elettrico, di messa a terra, idraulico e di condizionamento;

5.7 Opere esterne

Completeranno i lavori, l'esecuzione dei seguenti interventi nell'area esterna:

- Realizzazione recinzione perimetrale di delimitazione dello stabilimento dotato di varchi di accesso, in conformità alle vigenti norme ASI (muretto alto 1,00 metro con sovrastante barriera metallica di altezza 2,00 metri, per un totale di metri 3,00);
- Installazione di una pesa per gli automezzi in ingresso e di una pesa per gli automezzi in uscita;
- Realizzazione sistema fognario di smaltimento delle acque piovane ed installazione vasca di prima pioggia;
- Realizzazione sistema fognario di smaltimento delle acque nere dei servizi igienici ed installazione di impianto biologico a fanghi attivi;
- Realizzazione rete di raccolta e stoccaggio acque di processo e realizzazione vasca per installazione dei serbatoi di raccolta;
- Realizzazione rete di raccolta e stoccaggio acque di lavaggio gomme e realizzazione vasca per installazione dei serbatoi di raccolta;
- Realizzazione rete di raccolta e stoccaggio acque di copertura ed installazione vasca di accumulo;
- Realizzazione sistema di illuminazione esterna;
- Installazione impianto di videosorveglianza;
- Realizzazione di pacchetto stradale nell'area parcheggio e nell'area di accesso all'impianto;
- Realizzazione di pavimentazione industriale;
- Realizzazione di aiuole perimetrali e piantumazioni arboree.

Infine, si evidenzia che i lavori saranno conformi agli strumenti urbanistici, attuativi e regolamentari Comunali vigenti adottati alla data della presente relazione, nonché nel rispetto delle norme igienico-sanitarie e di sicurezza.

5.8 Processo di compostaggio

5.8.1 Premessa

Il recupero del rifiuto organico biodegradabile ovvero quel rifiuto costituito da sostanze metabolizzabili da microorganismi per il loro metabolismo cellulare, viene sottoposto a trattamenti di natura biologica per recuperare materie utili (compost, biometano) e/o energia.

Il ricorso al processo totalmente aerobico ovvero realizzato insufflando un corretto quantitativo di ossigeno (aria) consente la trasformazione della parte biodegradabile (solidi volatili, sv) in un materiale solido stabile e inerte, utilizzabile in vari ambiti a seconda delle sue proprietà, e in composti gassosi prodotti dal catabolismo (anidride carbonica, acqua, piccole quantità di ammoniaca, ...). Il compost di qualità è utilizzabile in agricoltura e/o in ambito di ricomposizione ambientale mentre il prodotto stabilizzato ma privo delle necessarie proprietà agronomiche o

contaminato da microinquinanti è comunque smaltibile senza che diventi causa di emissioni gassose essendo stabile ed inerte.

Il recupero dei rifiuti a matrice biodegradabile tramite compostaggio non è quindi un processo di smaltimento bensì di recupero seppur la prestazione e l'efficienza del processo dipendano dalla qualità del rifiuto alimentato e dal controllo del processo di ossidazione biologica che deve essere condotto monitorando tutti i parametri in grado di influenzare la cinetica biologica e la microbiologia del processo.

L'impossibilità di poter ricevere rifiuti totalmente privi di frazioni “estranee” ovvero non biodegradabili (plastiche, tessili) o addirittura non organiche (metalli, vetro) rende necessario integrare il processo biologico con processi meccanici che provvedano a preparare un substrato idoneo (a monte del processo biologico) e a preparare un buon prodotto (a valle del processo biologico).

5.8.2 Descrizione del processo di compostaggio

Il compostaggio è il processo aerobico di decomposizione biologica della sostanza organica che avviene in condizioni controllate e che permette di ottenere un prodotto biologicamente stabile in cui la componente organica presenta un elevato grado di evoluzione. In genere, il processo di compostaggio viene suddiviso in due fasi:

fase attiva, caratterizzata da intensi processi di degradazione delle componenti organiche più facilmente degradabili

fase di curing, caratterizzata da processi di trasformazione della sostanza organica la cui massima espressione è la formazione di sostanze umiche.

Gli attori principali del compostaggio sono i microrganismi, generalmente presenti in misura sufficiente negli scarti e nell'ambiente circostante, che vanno messi tuttavia nelle condizioni ideali per trasformare le componenti organiche e contestualmente riprodursi, accelerando così i processi.

I fattori principali che influenzano le capacità microbiche di trasformazione sono essenzialmente:

- adeguata quantità di ossigeno che provveda all'ossidazione uniforme e totale del substrato volatile; in assenza di ossigeno, infatti, le trasformazioni ossidative, che garantiscono la stabilizzazione del materiale, si arresterebbero ed insorgerebbero invece processi anaerobi il cui risultato sarebbero prodotti ridotti (acidi, ammoniaca) maleodoranti;
- acqua (umidità), che deve essere in misura sufficiente a garantire un idoneo ambiente di vita per i microorganismi, ma non tanto da occupare gli spazi vuoti necessari al passaggio dell'ossigeno;
- azoto (N). L'azoto, infatti, deve essere contenuto nei residui organici in quantità sufficiente a garantire la riproduzione e lo sviluppo dei microrganismi in modo da consentire un buon andamento del processo, anche in termini di velocità, ed innalzamento della temperatura. L'azoto non deve essere presente in quantità eccessiva rispetto ai materiali carboniosi da trasformare, in quanto verrebbe liberato essenzialmente come ammoniaca, con perdita di valore fertilizzante del prodotto solido e odori sgradevoli liberati in ambiente.

Il compostaggio inizia non appena la biomassa viene disposta in quantità tale da consentire la ritenzione di calore, indispensabile per avviare il processo di bioossidazione della stessa.

La miscelazione iniziale della matrice organica di partenza introduce ossigeno sufficiente per avviare le reazioni di bioossidazione, con il progredire delle stesse risulta necessario fornire ulteriore ossigeno con continuità. I microrganismi cominciano a consumare ossigeno e, contemporaneamente, l'assestamento della matrice organica espelle l'aria dagli spazi esistenti tra le particelle di substrato. Se l'adduzione di ossigeno dovesse diminuire la decomposizione aerobica rallenterebbe dando luogo a reazioni anaerobiche.

L'aerazione del substrato è quindi una condizione fondamentale per fornire continuamente ossigeno. Essa può avvenire attraverso gli scambi passivi (diffusione e convezione), tra aria esterna e atmosfera interna alla matrice in compostaggio che risultano però insufficienti a garantire un processo veloce per cui negli impianti di una certa capacità si sceglie sempre la ventilazione forzata. La movimentazione del materiale in compostaggio (rivoltamento) garantisce un apporto limitato di ossigeno che viene rapidamente consumato. Il rivoltamento contribuisce, tuttavia, a ridare porosità alla biomassa, favorendo così l'eventuale aerazione passiva.

Poiché il rilascio di calore è direttamente collegato all'attività microbica ossidativa, la temperatura è un ottimo indicatore di processo. L'innalzamento della temperatura a seguito dell'attività microbica è particolarmente marcato nelle 12 - 48 ore successive alla sistemazione della quantità critica del substrato nel bioreattore contestualmente al consumo di composti facilmente degradabili (zuccheri solubili, acidi organici, ecc.).

Le temperature dei materiali sottoposti a compostaggio seguono di norma un andamento di rapida crescita fino a 55 - 60°C. Se il calore non viene adeguatamente dissipato, la temperatura di alcune matrici organiche in bioossidazione può superare con facilità anche i 65 - 70°C, provocando la morte della maggior parte dei microrganismi. Il rivoltamento e l'aerazione forzata consentono la dissipazione del calore ed il mantenimento della temperatura a valori ottimali per la crescita microbica. Allo stadio termofilo segue una fase di lenta ma progressiva diminuzione della temperatura, durante la quale la matrice in compostaggio si arricchisce di composti umici, perde la eventuale fitotossicità residua, mentre la biomassa microbica si avvia ad una condizione di equilibrio dinamico (fase di curing).

Il prodotto ottenuto può rientrare all'interno della normativa sui fertilizzanti. Essa definisce gli ammendanti come "materiali da aggiungere al suolo in situ, principalmente per conservarne o migliorarne le caratteristiche fisiche o chimiche o l'attività biologica, disgiuntamente o unitamente tra loro, i cui tipi e caratteristiche sono elencati nell' Allegato 2 del D.lgs. 75/2010.

La normativa sui fertilizzanti distingue il compost di qualità in due categorie:

- Ammendante Compostato Verde (ACV)
- Ammendante Compostato Misto (ACM)

a seconda che le matrici organiche di origine siano, rispettivamente, solo scarti vegetali (sfalci d'erba, ramaglie, potature, legno) oppure scarti vegetali mescolati ad altri rifiuti organici (umido

domestico, scarti dell’agroindustria, digestati, fanghi di depurazione, altri sottoprodotti agroforestali).

La qualità del compost è funzione di due parametri: la qualità dei rifiuti in ingresso e la buona conduzione del processo. Di seguito si riportano le informazioni relative alla qualità dell’ingresso e la determinazione della miscela ottimale da sottoporre a processo di compostaggio.

5.9 Dati principali

5.9.1 Categoria IPPC

Il processo realizzato nell’impianto è una combinazione tra processi meccanici per la rimozione dei rifiuti non biodegradabili e/o non idonei al recupero e un processo biologico aerobico teso alla produzione di compost di qualità.

La categoria IPPC è:

5.3 lettera b ovvero: *“Il recupero, o una combinazione di recupero e smaltimento, di rifiuti non pericolosi, con una capacità superiore a 75 Mg al giorno, che comportano il ricorso ad una o più delle seguenti attività:*

trattamento biologico;

...omissis...

5.9.2 Categoria operazioni R

Le Operazioni di Recupero che si effettueranno all’interno dell’impianto, di cui all’allegato C lettere R3 e R12 nota 7 della parte IV Rifiuti del D.Lgs 152/06, sono:

ATTIVITA’ A: operazione R12 (nota 7) che recita “in mancanza di un altro codice R appropriato, può comprendere le operazioni preliminari precedenti al recupero, incluso il pretrattamento come tra l’altro, la cernita, la frammentazione, la compattazione, la pellettizzazione, l’essiccamento, la triturazione, il condizionamento, il ricondizionamento, la separazione, il raggruppamento prima di una delle Operazioni da R1 a R11”:

ATTIVITA’ B: operazione R3 ovvero: “riciclo/recupero delle sostanze organiche non utilizzate come solventi (comprese le operazioni di compostaggio e altre trasformazioni biologiche)”.

5.9.3 Codici CER da autorizzare in ingresso

I rifiuti con matrice biodegradabile sono molteplici; l’impianto tratterà però solo alcune specifiche categorie per le quali vi è un evidente deficit di capacità di trattamento in regione Campania oppure che servono per migliorare le proprietà del substrato compostabile. Il prospetto dei codici CER in ingresso all’impianto è il seguente:

CER	Descrizione	Operazioni³
20 01 08	Scarti di mense e cucina	R3 – R12–R13
20 02 01	Rifiuti biodegradabili di giardino: ramaglie, sfalci d'erba, patate	R3 – R12–R13
20 03 02	Scarti mercatali	R3 – R12–R13
02 01 03	Scarti di tessuti vegetali	R3 – R12–R13
02 02 03	Scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione (a base animale)	R3 – R12–R13
02 03 04	Scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione (a base vegetale)	R3 – R12–R13
03 01 01	Scarti di corteccia e sughero	R3 – R12–R13
03 03 01	Scarti di corteccia e legno	R3 – R12–R13
15 01 03	Imballaggi in legno	R3 – R12–R13

Tabella 4 Tipologia dei rifiuti in ingresso all'impianto

5.9.4 Miscela da sottoporre a trattamento

La buona conduzione del processo biologico richiede che la miscela abbia precise caratteristiche chimiche e fisiche per poter risultare efficacemente stabilizzata per cui di seguito si ripartisce la miscela da trattare sulla base delle caratteristiche qualitative oggettive dei rifiuti piuttosto che su quelle legate all'identificazione normativa (codice CER). I parametri qualitativi caratterizzanti il substrato sono: C/N (carbonio/azoto), solidi volatili, umidità e densità di bulk. I parametri devono rientrare negli intervalli riportati di seguito:

- C/N: 25-30
- Umidità: 57-63%
- Densità: <650kg/m³

Le analisi immediate dei rifiuti di interesse sono riportate di seguito.

Con riferimento ai rifiuti provenienti dalla raccolta differenziata e degli scarti mercatali si farà riferimento al rifiuto come pervenuto (FORSU) ed alla sua sola frazione al netto della parte non organica (FORSUn). Sul valore lordo, FORSU, si stimano le capacità in ingresso, le volumetrie di stoccaggio e le capacità di trattamento meccanico delle macchine preliminari; la frazione FORSUn

³ **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)".

R12: scambio di rifiuti per sottoporli ad una delle operazioni indicate da R1 a R11". Esso ricomprende le operazioni preliminari precedenti al recupero, incluso il pretrattamento come, tra l'altro, la cernita, la frammentazione, la compattazione, la pellettizzazione, l'essicazione, la triturazione, il condizionamento, il ricondizionamento, la separazione, il raggruppamento prima di una delle operazioni indicate da R1 a R11".

R3: riciclo/recupero delle sostanze organiche non utilizzate come solventi (comprese le operazioni di compostaggio e altre trasformazioni biologiche)

invece è utilizzata per il dimensionamento dei reattori biologici e per il calcolo dell'aria stechiometrica di reazione.

COMPOSIZIONE FORSU

FE	Frazione estranea in FORSU	12%	t/t_{FORSU}
$FORSU_n$	FORSU al netto della frazione estranea	88%	t/t
$U _{\text{FORSU}_n}$	Umidità della FORSU _n	69%	t/t
$SS _{\text{FORSU}_n}$	Sostanza secca della FORSU _n	31%	t/t
$TSV/SS _{\text{FORSU}_n}$	Frazione di solidi volatili della FORSU _n	85%	$t/t_{\text{sostanza secca}}$
$SI _{\text{FORSU}_n}$	Solidi inerti nella FORSU _n	5%	t/t
$TSV _{\text{FORSU}_n}$	Solidi volatili della FORSU _n	26,4%	t/t

Tabella 5 Composizione ed analisi immediata della FORSU

COMPOSIZIONE VERDE

$U _{\text{verde}}$	Umidità	45%	t/t
$SS _{\text{verde}}$	Sostanza secca	55%	t/t
$TSV/SS _{\text{verde}}$	Frazione di solidi volatili	92%	$t/t_{\text{sostanza secca}}$
$SI _{\text{verde}}$	Solidi inerti	4%	t/t
$TSV _{\text{verde}}$	Solidi volatili	50,6%	t/t

Tabella 6 Composizione ed analisi immediata del verde

COMPOSIZIONE RAMAGLIE / LEGNO

$U _{\text{ramaglie}}$	Umidità	15%	t/t
$SS _{\text{ramaglie}}$	Sostanza secca	85%	t/t
$TSV/SS _{\text{ramaglie}}$	Frazione di solidi volatili	20%	$t/t_{\text{sostanza secca}}$
$SI _{\text{ramaglie}}$	Solidi inerti	68%	t/t
$TSV _{\text{ramaglie}}$	Solidi volatili	17,0%	t/t

Tabella 7 Composizione ed analisi immediata di ramaglie e legno

Oltre all'analisi immediata è necessario conoscere quella elementare, almeno per ciò che concerne il contenuto del carbonio, azoto, idrogeno, ossigeno. Naturalmente questa analisi fa riferimento alla frazione di solidi volatili del substrato.

Analisi elementare FORSU

<i>C</i>	Carbonio	43%	t/t _{sostanza volatile}
<i>N</i>	Azoto	3%	t/t _{sostanza volatile}
<i>C/N</i>	Carbonio/azoto	15,5	-
<i>d</i>	Densità apparente	450	kg/m ³

Tabella 8 Analisi elementare della FORSU

Analisi elementare VERDE

<i>C</i>	Carbonio	49%	t/t _{sostanza volatile}
<i>N</i>	Azoto	0,9%	t/t _{sostanza volatile}
<i>C/N</i>	Carbonio/azoto	54	-
<i>d</i>	Densità apparente	350	kg/m ³

Tabella 9 Analisi elementare del verde

Analisi elementare RAMAGLIE/LEGNO

<i>C</i>	Carbonio	58%	t/t _{sostanza volatile}
<i>N</i>	Azoto	0,8%	t/t _{sostanza volatile}
<i>C/N</i>	Carbonio/azoto	73	-
<i>d</i>	Densità apparente	255	kg/m ³

Tabella 10 Analisi elementare delle ramaglie/legno

Gli intervalli di variazione delle portate di ciascuna tipologia di rifiuto sono valutabili considerando la necessità di ricadere negli intervalli sopra riportati per i parametri C/N, umidità e densità. Si tenga inoltre conto che le ramaglie ed il legno in generale non sono biodegradabili nei tempi tipici del processo di compostaggio quindi la loro funzione è principalmente di strutturante. La quantità di materiali lignei non dovrebbe quindi essere accresciuta oltre il limite già riportato in Tabella 2 in quanto il contenuto in carbonio realmente utilizzabile dai microorganismi non ne avrebbe alcun giovamento.

<i>TIPOLOGIA</i>	<i>Valore medio, %</i>	<i>Portata media, t/d</i>
<i>FORSU</i>	63,0%	131,6
<i>VERDE</i>	30,0%	48,4

RAMAGLIE

7,0%

13,5

Tabella 11 Composizione media dei rifiuti in ingresso al trattamento biologico

I valori medi dei parametri C/N, umidità e densità sono stati calcolati senza considerare l’apporto di carbonio della frazione estranea.

5.9.5 Capacità di trattamento annuale e portata giornaliera

Pur nella necessaria assunzione che le portate in ingresso per ogni codice CER possano variare su scala giornaliera in base alle disponibilità, la potenzialità massima di trattamento rimarrà comunque sempre pari a 60.000t/anno.

I giorni lavorativi sono stati fissati a 310giorni/anno.

La capacità di trattamento è in grado di trattare una frazione dei rifiuti biodegradabili inferiore al 9,5% di quella raccolta in tutta la regione nell’anno 2016 (

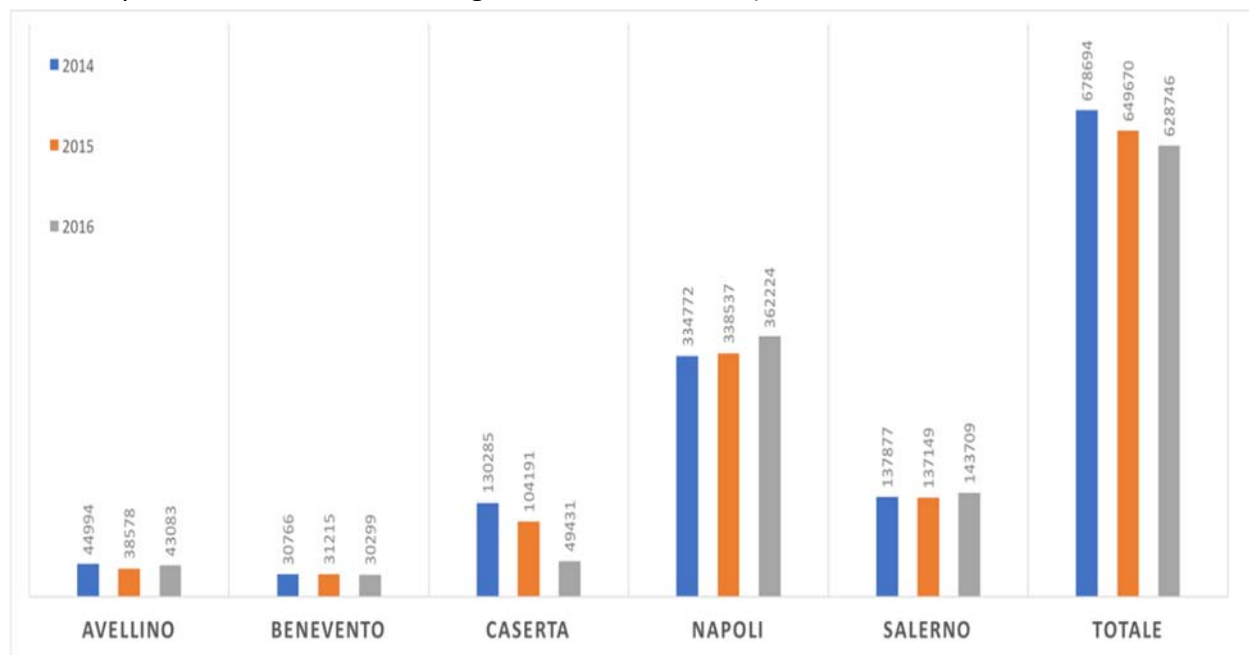


Figura 61- dati ORR).

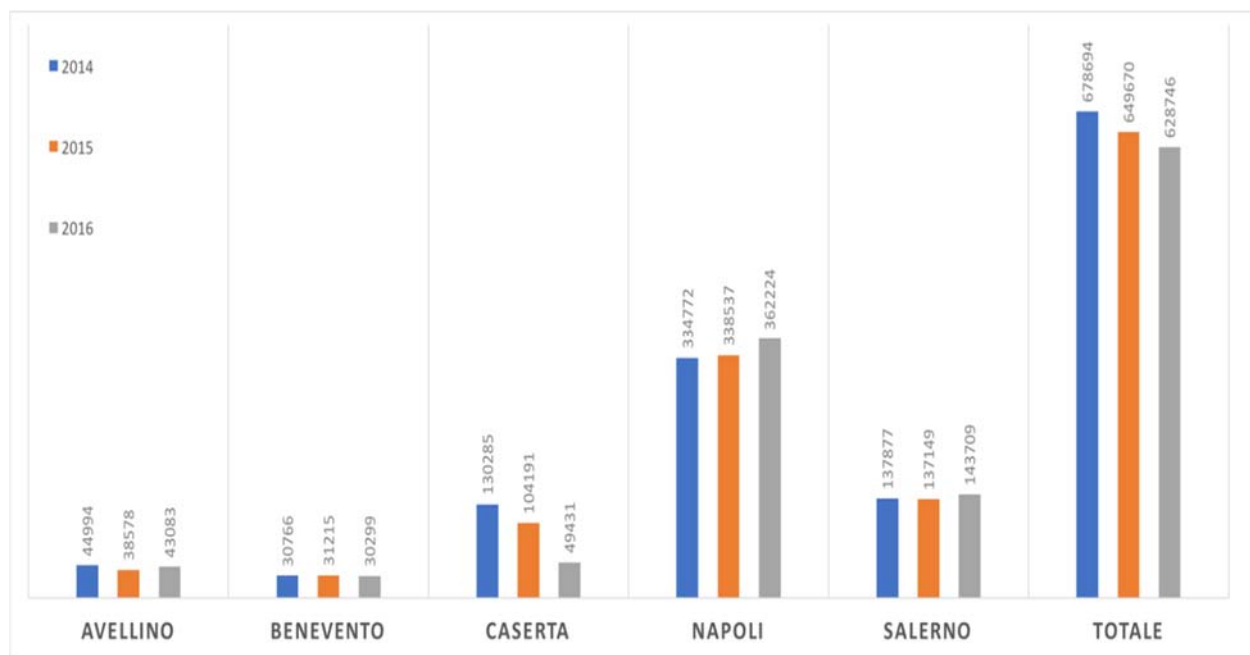


Figura 61 Raccolta dei rifiuti con codice CER 20 01 08 e 20 02 01 in regione

I rifiuti in ingresso all’impianto avranno portate giornaliere non necessariamente coincidenti con quelle alimentate al trattamento biologico in quanto i rifiuti di provenienza urbana hanno un calendario di raccolta che non ne prevede il prelievo giornaliero bensì ogni due/tre giorni. Sarà quindi possibile avere portate in ingresso di FORSU (codice 20 01 08 e 20 03 02) variabili in un intervallo il cui valore massimo giornaliero non sarà superiore a 263t, corrispondente ad una situazione estrema in cui tutti i comuni che conferiscono all’impianto prelevano nelle medesime giornate e consegnano quindi in modo non omogeneo durante la settimana.

La tabella seguente riporta le quantità annuali massime in ingresso all’impianto per codice CER. Si precisa che le quantità massime per CER non vanno sommate poiché, salvo la FORSU 20 01 08, il cui quantitativo non subirà variazioni, gli altri rifiuti sono tra loro alternativi secondo il fabbisogno di azoto, umidità, ecc. oltre alla disponibilità di mercato.

CER	Descrizione	Portata annuale massima in ingresso (t/anno)
20 01 08	Rifiuti biodegradabili di cucine e mense	40.800
20 02 01	Rifiuti biodegradabili di giardino: ramaglie, sfalci d’erba, potature	15.000
20 03 02	Scarti mercatali	15.000
02 01 03	Scarti di tessuti vegetali	5.000

02 02 03	Scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione (a base animale)	5.000
02 03 04	Scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione (a base vegetale)	10.000
03 01 01	Scarti di corteccia e sughero	5.000
03 03 01	Scarti di corteccia e legno	5.000
15 01 03	Imballaggi in legno	5.000

Tabella 12. *Quantità massima annuale in ingresso all'impianto per codice CER*

I rifiuti corrispondenti ai vari codici CER saranno accettati in impianto secondo una procedura di verifica di conformità tesa a dimostrare:

- verifica di una precedente accettazione nel corso della formulazione del contratto;
- coerenza tra l'aspetto esteriore e il codice CER assegnato dal produttore;
- coerenza tra il codice CER assegnato dal produttore e i codici CER autorizzati;
- assenza di contaminanti evidenti (indifferenziato, ingombranti, copertoni, ...);
- disponibilità di idonea superficie di stoccaggio (interna, confinata, su platea impermeabile, ...);
- disponibilità di poter trattare il rifiuto in tempi compatibili con le caratteristiche di putrescibilità dello stesso.

5.9.6 Stoccaggio dei rifiuti in ingresso ed uscita

I rifiuti in ingresso (Tabella 12) vengono stoccati in attesa di pre-trattamento e recupero per un tempo massimo non superiore a:

molto putrescibili → FORSU e affini: 3 giorni

poco putrescibili → VERDE e affini: 10 giorni

molto stabili → RAMAGLIE/LEGNO e affini: 30 giorni

La superficie dedicata a tale operazione (R13) è conforme a quanto richiesto dalla DGR 81/2015 per ciò che concerne la superficie massima utilizzabile e per ciò che concerne le caratteristiche del sito ovvero:

- i cumuli sono stoccati su basamenti impermeabili resistenti all'attacco chimico dei rifiuti e permettono la separazione dei rifiuti dal suolo sottostante;
- l'area ha una pendenza tale da convogliare gli eventuali liquidi in apposite canalette e in pozzetti di raccolta collegati ad appositi serbatoi di stoccaggio;
- lo stoccaggio in cumuli di rifiuti avviene in aree confinate, specificatamente all'interno del capannone. Di conseguenza i rifiuti sono protetti dalle acque meteoriche e dall'azione del vento poiché sotto capannone chiuso;
- I cumuli non superano l'altezza di tre metri per cui non vi è necessità di verifica della stabilità.
- I rifiuti in uscita vengono stoccati in attesa di avvio a smaltimento o recupero presso terzi per un periodo coerente con quanto previsto dal D.Lgvo 152/2006 s.m.i. ovvero:

- “i rifiuti non pericolosi devono essere raccolti ed avviati alle operazioni di recupero o di smaltimento secondo le seguenti modalità alternative, a scelta del produttore:
- con cadenza almeno trimestrale, indipendentemente dalle quantità in deposito, oppure (in alternativa), quando il quantitativo di rifiuti non pericolosi in deposito raggiunga i 20 metri cubi. In ogni caso, allorché il quantitativo di rifiuti non superi i 20 metri cubi l’anno, il deposito temporaneo non può avere durata superiore ad un anno;

Il seguente schema riepiloga alcuni dei codici CER dei rifiuti in ingresso ed uscita dall’impianto.

Tra questi si segnalano i rifiuti derivanti dalle attività di vagliatura della FORSU (19 12 12), dalla raffinazione del compost (19 05 01, 19 05 03) e dal disimballaggio dei cibi scaduti (15 01 06).

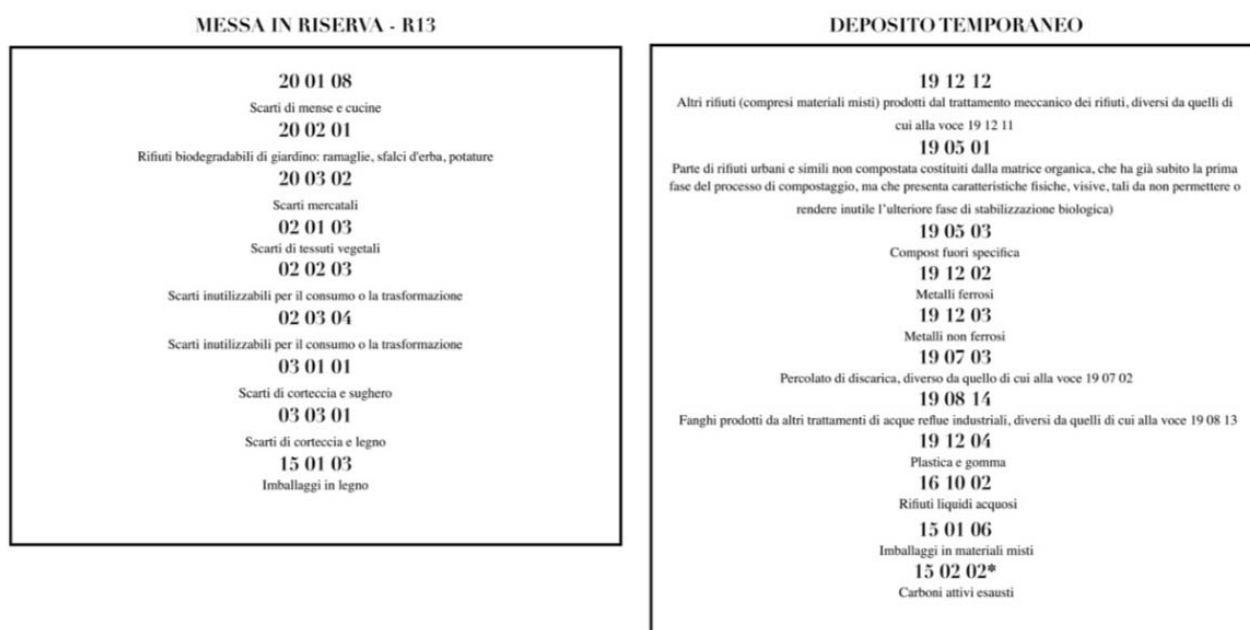


Figura 62 Rifiuti in ingresso e in uscita dall’impianto

5.10 Schema di processo

Il processo di compostaggio ha l’obiettivo di ottenere un buon prodotto utilizzabile in agricoltura e vivaistica. L’ottenimento di tale prodotto, ACM – Ammendante Compostato Misto, richiede un processo controllato che può essere schematizzato nelle seguenti fasi da realizzarsi in serie-parallelo:

- 1) triturazione delle ramaglie e vagliatura della FORSU e successiva miscelazione delle diverse frazioni (umido domestico, scarti vegetali) in rapporti di miscela ottimali;
- 2) bio-ossidazione accelerata con consumo di ossigeno, innalzamento della temperatura a 55°C (con punte di 60-70°C) e conseguente eliminazione degli organismi patogeni;
- 3) maturazione e stabilizzazione del prodotto ottenuto dalla fase precedente con rivoltamenti periodici e insufflaggio d’aria al termine delle quali si ottiene un prodotto cosiddetto “maturo”, ricco di humus e biologicamente stabile;
- 4) raffinazione tramite vagliatura con l’allontanamento degli scarti e l’omogeneizzazione di pezzatura e umidità.

Lo schema a blocchi del processo rappresenta in modo conciso la sequenza delle operazioni principali effettuate nell'impianto e denomina le principali aree in:

- A. accettazione, ingresso
- B. scarico, pretrattamento, miscelazione
- C. bioossidazione accelerata in biocelle
- D. maturazione
- E. stabilizzazione
- F. raffinazione
- G. assorbimento con reazione acido-base dell'aria contenente inquinanti (acidi, basi, voc,....)
- H. adsorbimento composti organici volatili dall'aria esausta
- I. depolverazione.

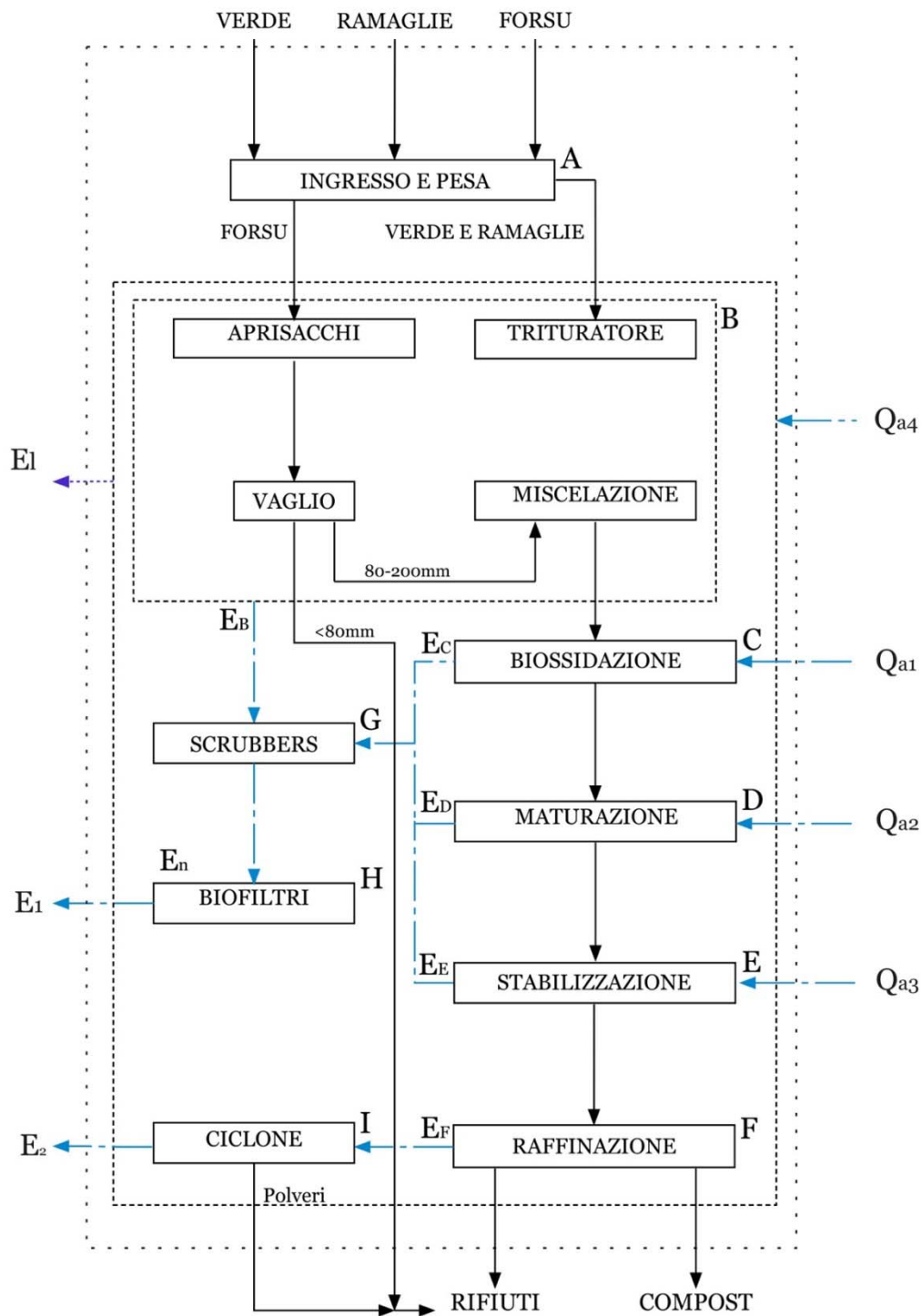


Figura 63. Schema a blocchi del processo

5.11 Calcolo della domanda di aria nelle sezioni dell'impianto

L'aria deve essere fornita al substrato in compostaggio per tre diversi motivi:

- per soddisfare la domanda di ossigeno richiesta dalle reazioni stechiometriche;
- per promuovere l’evaporazione dell’acqua dal substrato e consentirne una parziale deumidificazione grazie all’innalzamento della temperatura del cumulo;
- per estrarre parte dell’energia termica dovuta alla reazione esotermica di ossidazione.

Infatti l’aria deve anche favorire un flusso di calore verso l’esterno evitando che lo stesso si accumuli e conseguentemente faccia innalzare eccessivamente la temperatura. Quest’ultima infatti si deve attestare a 55°C e non superare, se non per brevi periodi, i 65°C.

Il sistema di aerazione è quindi un aspetto molto importante dell’intero sistema di compostaggio. La corretta progettazione e l’idoneo controllo della aerazione è un punto chiave per il buon esito del processo.

Il calcolo della portata di aria necessaria a trattare il substrato biodegradabile può essere quindi suddiviso in tre step:

- richiesta stechiometrica
- deumidificazione
- rimozione del calore

5.11.1 Calcolo della domanda di aria stechiometrica

Il calcolo dell’ossigeno necessario alla reazione metabolica di digestione del substrato biodegradabile dei rifiuti organici è basato sui seguenti dati:

- 1) analisi immediata
- 2) analisi elementare
- 3) formula chimica bruta

In base all’analisi immediata si stima quanta parte del rifiuto sia effettivamente oggetto della reazione metabolica dovendo infatti escludere:

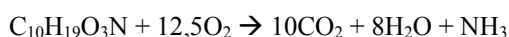
- frazione inorganica (frazione estranea, minerali)
- umidità
- carbonio minerale

Per ognuna delle frazioni occorrono anche le formule chimiche “brute”, derivanti dalle analisi elementari complete. Esse sono riportate di seguito.

<i>FORMULE BRUTE</i>	
<i>FORSU</i>	$C_{18}H_{26}O_{10}N$
<i>VERDE</i>	$C_{23}H_{36}O_{17}N$
<i>RAMAGLIE</i>	$C_{27}H_{36}O_{17}N$
<i>LEGNO</i>	$C_{225}H_{420}O_{186}N$
<i>MISCELA</i>	$C_{10}H_{19}O_3N$

Tabella 43 Formule brute di substrati di interesse e della miscela di riferimento

Le reazioni di ossidazione sono:





In realtà solo una parte dell'ammoniaca reagisce divenendo nitrato poiché gran parte lascia il cumulo sotto forma gassosa ed inoltre parte dell'azoto serve per la sintesi cellulare. Il valore è quindi conservativo.

Si aggiunga a ciò che il coefficiente di resa biomassa/substrato per l'aerobiosi è 0,5 quindi metà del substrato volatile va a formare biomassa non metaboliti gassosi.

Nelle ipotesi conservative fatte, che portano a sovradimensionare la domanda di ossigeno si arriva a calcolare una richiesta di ossigeno pari a:

2,27gO₂/gVS.

Sapendo che la frazione massica dell'ossigeno in aria è 0,23 e che la frazione dei solidi volatili è 0,31 gVS/gsubstrato, si ha:

$D_{\text{aria}} = 9,9 \text{ garia/g} = 7,7 \text{ m}^3 \text{aria/kg}$

Quindi per ogni tonnellata di substrato in ingresso al bioreattore, al netto della frazione estranea ci vogliono, circa 10 tonnellate di aria ovvero 7700Nm³.

Per eliminare il calore in eccesso invece il computo prevede che si calcoli prima il calore liberato dalla reazione di ossidazione e che poi si calcoli quanta parte di questo calore è trasferito all'aria in flusso attraverso il cumulo considerando i termini di sottrazione del calore ovvero:

- evaporazione dell'umidità del cumulo fino alla saturazione dell'aria
- riscaldamento (entalpia sensibile) fino alla temperatura del cumulo posta a 55°C di obiettivo.

I calcoli portano al seguente risultato:

<i>Temperatura reazione</i>	55	°C
<i>Temperatura ambiente</i>	20	°C
<i>cp aria</i>	0,240	cal/g/°C
<i>cp vapore</i>	0,440	cal/g/°C
<i>Calore latente di vaporizzazione</i>	586	cal/g/°C
<i>umidità aria a T=55°C</i>	0,103	g/g
<i>umidità aria a T=20°C</i>	0,011	g/g
<i>Energia assorbita fino a saturazione dell'aria (latente)</i>	60,541	Mcal/t/h
<i>Energia assorbita fino a saturazione dell'aria (sensibile)</i>	1,766	Mcal/t/h
<i>Energia assorbita dall'aria (sensibile)</i>	8,400	Mcal/t/h
<i>Energia rilasciata dalla reazione</i>	3385	Mcal/t
<i>Portata di aria da insufflare per assorbire il calore</i>	53	t _{aria} /t _{SS}
<i>Portata di aria da insufflare per assorbire il calore</i>	17000	Nm ³ /t _{SS}

Tabella 14 Calcolo della quantità di aria necessaria per assorbire e trasferire all'esterno il calore in eccesso

Essendo la quantità di aria necessaria per motivi energetici maggiore di quella stechiometrica si assume che la richiesta di aria sia:

$$D_{\text{aria}} = 17000 \text{ Nm}^3/\text{t}$$

Tale valore verrà applicato nel dimensionamento delle varie sezioni di biossidazione.

5.12 Dimensionamento delle sezioni d'impianto

5.12.1 Sezione A. Ricezione ed accettazione

- **Funzionalità**

La sezione A dell'impianto è adibita ad attività prevalentemente di guardiania, controllo documentale e di accettazione dei carichi. I mezzi giungeranno dalla "S.P. 93 Conte" ed entreranno in impianto lungo un viale interno, parallelo alla strada esterna, sufficientemente lungo da evitare problemi di intasamento del traffico veicolare o attese degli autisti sulla strada.

Il viale è stato dimensionato per consentire un'attesa molto più lunga di quanto realmente accadrà proprio per evitare, anche in condizioni eccezionali, ripercussioni sulla viabilità esterna. Sul viale d'accesso, prima di raggiungere la guardiania, verrà installata una barriera per il controllo radiometrico dei rifiuti in ingresso.

Successivamente l'autista consegnerà, all'operatore in guardiania, copia del formulario, attenderà l'ispezione del carico ed il via libera per poi procedere alla pesatura ed alla formale accettazione. A questo punto, ricevuto il via libera allo scarico l'autista porterà l'automezzo nei pressi dell'area antistante il capannone adibito a scarico (Area B, sottosezione B1).

- **Lay-out**



Figura 64. Area ricezione ed accettazione

5.12.2 Sezione B - sottosezione B1. Scarico

- **Funzionalità**

Dopo aver ricevuto la formale accettazione del carico, e attesa la segnalazione luminosa di colore verde a cui corrisponderà l'apertura del portone esterno, l'autista porterà l'automezzo in prossimità dell'accesso indicatogli per lo scarico ed entrerà in retromarcia in esso procedendo a velocità minima. Non appena il veicolo sarà completamente all'interno un sensore comanderà la chiusura del portone esterno e l'apertura di quello interno, retrostante il veicolo, rendendo quindi possibile lo scarico. L'autista comincerà il ribaltamento del carico solo dopo aver avuto un segnale sonoro di via libera. A scarico ultimato un semaforo interno segnalerà all'autista l'ultimazione delle procedure di scarico; dopo aver riposizionato il planale in posizione orizzontale l'autista si appresterà a posizionare il mezzo su una delle due griglie degli impianti di lavaggio gomme ed al termine della

pulizia attenderà l'apertura del portellone anteriore e si muoverà verso l'uscita. Il portellone anteriore si aprirà solo dopo la procedura di decontaminazione del volume del garage; infatti, a scarico ultimato e a riposizionamento avvenuto il portellone posteriore si chiude, una forte aspirazione libera l'aria interna dagli odori accumulati e, solo dopo aver ultimato almeno quattro ricambi completi il portellone anteriore si aprirà. Tale procedura consente l'eliminazione totale del rilascio di emissioni odorigene legate allo scarico del rifiuto. L'intera operazione non supererà i 15 minuti a partire dall'accettazione formale del carico. Questa procedura consente la minimizzazione totale dell'impatto sull'ambiente circostante legato agli odori rilasciati durante lo scarico e quelli collegati allo sporcarsi delle ruote.

- **Lay-out**

L'area di scarico è concepita come un ingresso a doppio portellone per meglio isolare dal restante ambiente l'area di scarico e poterne effettuare un ricambio d'aria più spinto. Il calcolo del numero di portoni di scarico necessari alla gestione del reparto conferimento è stata eseguita in base ai seguenti parametri:

*quantitativo giornaliero di rifiuto conferito
(sovradimensionata per tenere conto dei
picchi)
tempo medio di pesatura e scarico di ogni
veicolo
tempo di afflusso dei veicoli
portata dei veicoli (minicompattatore da 10-
12m³)*

200	t
15	min
6	h/d
5	t

Tabella 55 Dati dimensionamento accessi

Numero dei veicoli in ingresso all'impianto: $200/5=40$ veicoli/turno

Numero dei veicoli orari: $40/6=7$ veicoli/h.

Numero di portoni d'ingresso= $7/60*15=1,7=2$

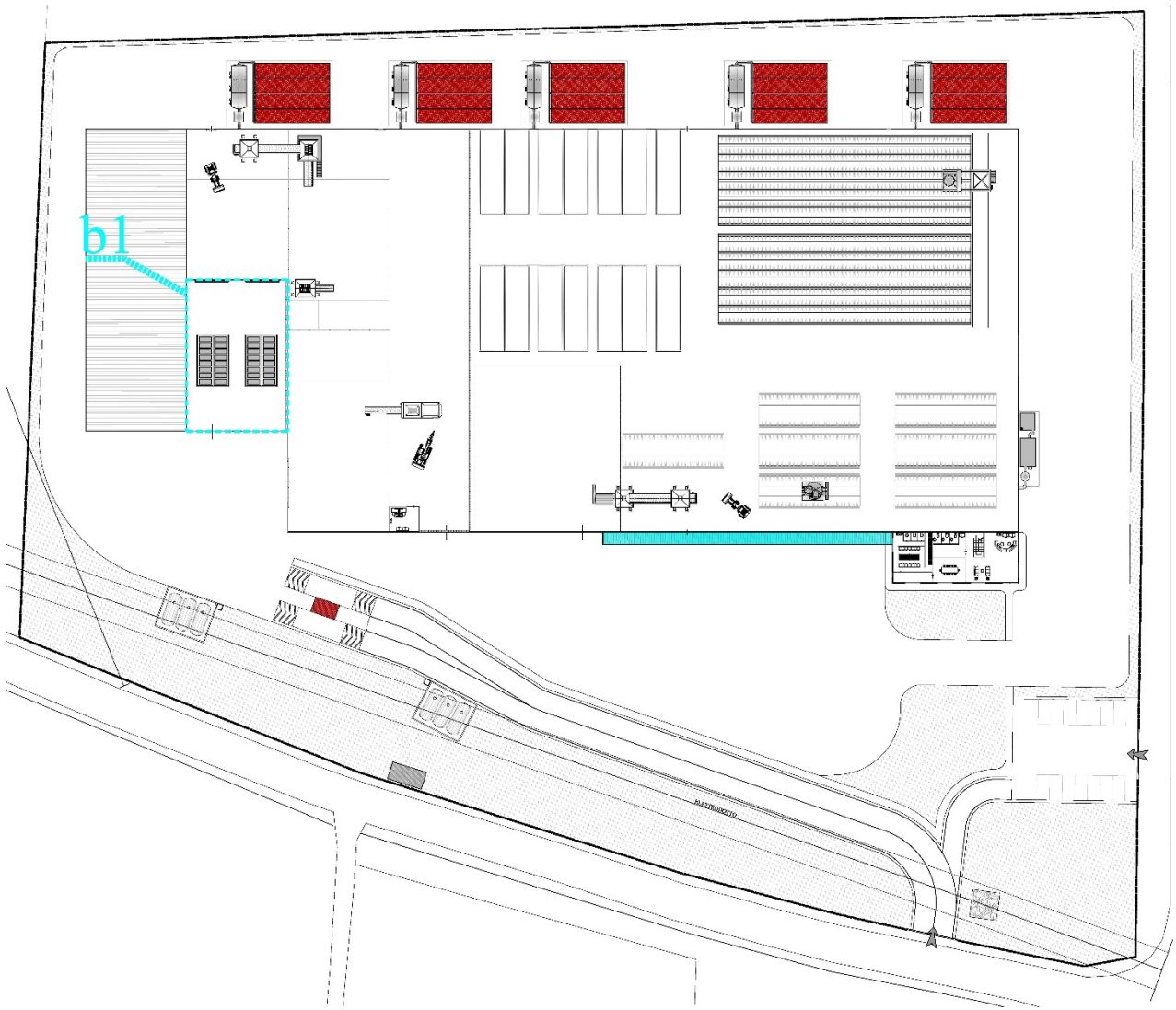


Figura 65 Area scarico

5.12.3 Sezione B – sottosezione b2. Pretrattamento e preparazione miscela

- **Funzionalità**

Rifiuti diversi dal 20 01 08

I rifiuti a base lignea, derivanti dalla manutenzione del verde pubblico ed i rifiuti non imballati provenienti dalle attività industriali e commerciali verranno conferiti separatamente dalla FORSU attraverso un ingresso dedicato, temporaneamente stoccati in un'area attrezzata interna al capannone di ricezione B in attesa di essere triturati ed aggiunti alla frazione putrescibile FORSU. I cibi scaduti imballati invece verranno stoccati sotto tettoia all'esterno in attesa di essere sottoposti alle operazioni di deconfezionamento e cernita presso la medesima area di movimentazione della FORSU. Questa differente organizzazione è giustificata dalla diversa natura di tali rifiuti (non maleodoranti) e/o dalla natura dell'imballaggio che richiede un'operazione di apertura diversa da quella attuata dalla lacerasacchi.

Il rifiuto ligneo, ed eventualmente il rifiuto dalla manutenzione dei giardini, è soggetto a triturazione preventiva per portarlo a dimensioni compatibili con la costituzione della miscela da compostare. La configurazione del trituratore permette di poter triturare anche la frazione grossolana dei rifiuti organici proveniente dal vaglio dedicato. Tale operazione non è necessariamente realizzata giornalmente poiché il materiale ligneo arriva in impianto in modo discontinuo; essa è attuata quando il materiale si rende necessario per la miscelazione con la FORSU oppure lo si vuole pretrattare per aumentarne la densità di bulk e stoccarlo in modo più efficiente.

Rifiuti umidi da raccolta differenziata (20 01 08)

- ✓ *Alimentatore della FORSU a piastre metalliche*

Per l'alimentazione dei rifiuti putrescibili dalla zona di scarico alla sezione di miscelazione è prevista l'adozione di due alimentatori a piastre metalliche, con larghezza utile di 2.800 mm e velocità 60m/min. La portata di ciascun trasportatore a piastre risulta pari a: 15-20t/h.

- ✓ *Apertura buste (lacerasacchi)*

Il rifiuto confezionato in buste è poi alimentato tramite benna mobile alla macchina aprisacchi per procedere alla liberazione del contenuto e la separazione dalle buste plastiche. La macchina lacerasacchi non tritura il rifiuto lasciando pressoché intatte le buste non biodegradabili e la frazione estranea permettendo una separazione più agevole in seguito al processo di biossificazione accelerata.

La macchina lacerasacchi ha una tramoggia di alimentazione di 6m³ ed una dimensione della camera di macinazione di 1100 × 1500mm. La potenza installata è di 75kW e la produzione oraria arriva a 30t/h permettendo quindi una liberazione dell'area di scarico rifiuti in meno di 8h.



Figura 66 Particolare del bi-albero della lacerasacchi

✓ *Miscelazione*

I rifiuti aventi diverse caratteristiche vengono miscelati tramite l'azione di una pala gommata all'interno di una area confinata. La platea è formata da un pavimento impermeabilizzato composto da uno strato di cemento industriale con una finitura superficiale caricata con inerti ad alta resistenza all'abrasione come il corindone e trattata con prodotti impermeabilizzanti e densificanti a base di silicati di litio. Il pavimento è realizzato con una inclinazione verso una griglia di raccolta dei colaticci e delle acque di lavaggio direttamente connessa a tre serbatoi di raccolta dei rifiuti liquidi da 30 m³ cadauno, installati all'interno di una vasca di contenimento. La griglia è posta a confine tra la zona di miscelazione e la zona di carico della sezione di bioossidazione e delimita due zone del capannone a diversa entità di ricambi aria. La miscelazione avviene garantendo le proprietà del substrato compostabile.

La fase di movimentazione, apertura sacchi e miscelazione porta alla liberazione di circa 0,5 m³/h di colaticcio che, a differenza di quello rilasciato durante il processo, non viene riciclato nel processo. Esso è convogliato assieme alle acque di lavaggio e stoccato per poi essere inviato presso terzi per il trattamento e smaltimento.

• Lay-out

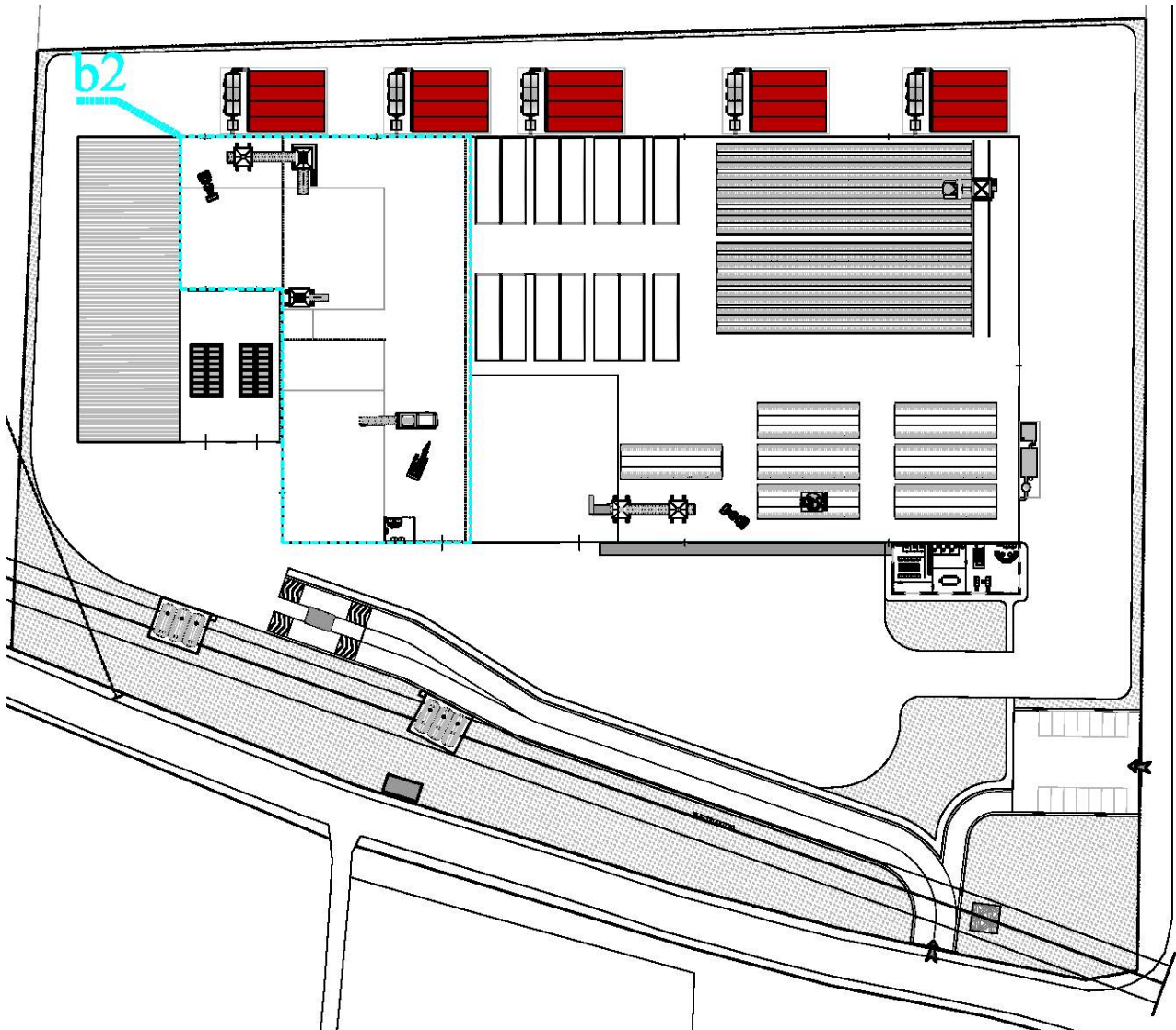


Figura 67. Area pretrattamento e miscelazione

5.12.4 Sezione C. Bioossidazione accelerata

La soluzione tecnologica adoperata per la bioossidazione accelerata è la biocella con insufflaggio forzato e controllo dei parametri di processo.

- **Biocelle di ossidazione accelerata**

La biocella è un reattore biologico di tipo batch (discontinuo) costituito da una camera in cemento armato, completamente tamponata e isolata dall'esterno, all'interno della quale avviene una degradazione intensiva delle sostanze biodegradabili. Il vantaggio della soluzione tecnologica “bioreattore” è duplice: maggiore facilità del controllo di processo e maggiore capacità di mitigare gli impatti ambientali legati al rilascio di sostanze maleodoranti sia gassose che liquide. Infatti, lo svolgimento di questa fase del ciclo in un ambiente chiuso e di ridotte dimensioni garantisce la captazione integrale delle emissioni ed una minore quantità di effluente da inviare a trattamento molto ridotta rispetto ad una soluzione con platea di uguale potenzialità.

Il processo di “bio-ossidazione” intensiva in biocella è caratterizzato da un’adduzione forzata di aria equamente distribuita per garantire una diffusione uniforme dell’aria all’interno del cumulo di biomassa. L’aria insufflata ha una serie di funzioni cruciali: in primis assicura la quantità di ossigeno necessaria per l’ossidazione stechiometrica dei solidi volatili; inoltre svolge una funzione assolutamente critica che consiste nella estrazione del calore in eccesso dal cumulo. Questa funzione permette di evitare il raggiungimento di temperature eccessive e viene aspirata e inviata al sistema di abbattimento prima di essere immessa in atmosfera. La biocella assimilabile quindi ad un reattore batch sarà caratterizzata da un tempo di residenza definito, in questo caso pari a 7 giorni per far avvenire la bio-ossidazione accelerata del rifiuto. In questa fase i fattori che determinano una corretta esecuzione del processo, e quindi una buona riuscita del prodotto, sono essenzialmente tre: tenore di ossigeno, la temperatura ed il grado di umidità. La particolarità costruttiva del sistema di distribuzione dell’aria rappresenta la principale tecnologica di gestione di questi parametri. L’aria prelevata dall’ambiente esterno mediante uno o più ventilatori centrifughi mono-assiali viene veicolata attraverso una serie di tubazioni che distribuiscono l’aria attraverso un pavimento appositamente forato. L’aria in eccesso, insieme ai prodotti metabolici e satura alla temperatura di processo è invece estratta ed inviata al sistema di abbattimento. I prodotti metabolici dell’aerobiosi infatti contengono principalmente anidride carbonica ed acqua con presenza di ammoniaca, mercaptani e composti organici volatili. Sebbene la presenza di idrogeno solforato e ammoniaca sia di molto inferiore a quella presente nel biogas da anaerobiosi, la loro presenza richiede comunque un abbattimento tramite assorbimento con reazione in fase acquosa e adsorbimento su biofiltro.

Le biocelle hanno dimensioni:

DIMENSIONI BIOCELLE
Lunghezza=17m
Larghezza=5m
Altezza=3,5m
Grado di riempimento=0,65
Massima altezza del cumulo all'interno=2,3m

Tabella 66 Dimensioni biocelle

Essendo la portata massica di miscela pari a: 182t/d

Con densità media pari a: 555kg/m³

Si ottiene una capacità volumetrica richiesta pari a: 468m³/d

Considerando che il volume lordo di una biocella è: 297m³

Il numero di carichi giornalieri, per biocelle con dimensioni quali quelle fissate, è di: 2

Le biocelle necessarie in totale, fissato un tempo di residenza di 8 giorni, sono: 14

- **Domanda di aria per le biocelle**

La richiesta di aria per la bio-ossidazione accelerata in biocelle è calcolata sulla base del calcolo riportato nel § 5.1111.1 tenendo conto del tempo di reazione impostato e della quantità di rifiuto con cui è alimentata da biocella.

La portata da fornire per l'intera durata del processo è pari a: 457741Nm³ ovvero 588t

Ovvero: 2384Nm³/h per tutta la durata della reazione.

- **Effluente gassoso in uscita dalle biocelle**

La richiesta di aria stechiometrica per la bio-ossidazione accelerata in biocelle è circa il 16% di quella fornita. Ciò implica che una minima parte (3%) viene realmente consumata dalle reazioni (l'ossigeno stechiometrico). L'effluente in uscita può quindi essere stimato sommando alla portata insufflata la quantità di solidi volatili che ha reagito divenendo prodotto gassoso del metabolismo. A tale quantità va aggiunta l'umidità relativa alla temperatura di processo. Quindi la portata di effluente in uscita è: 2722Nm³/h (valore approssimato senza aumento dell'umidità). Il termine di umidità non è stato aggiunto poiché ininfluente sulla capacità dei ventilatori e anche sulla progettazione dei dispositivi di abbattimento il cui primo stadio è uno scrubber ovvero un lavaggio con acqua.

• Lay-out

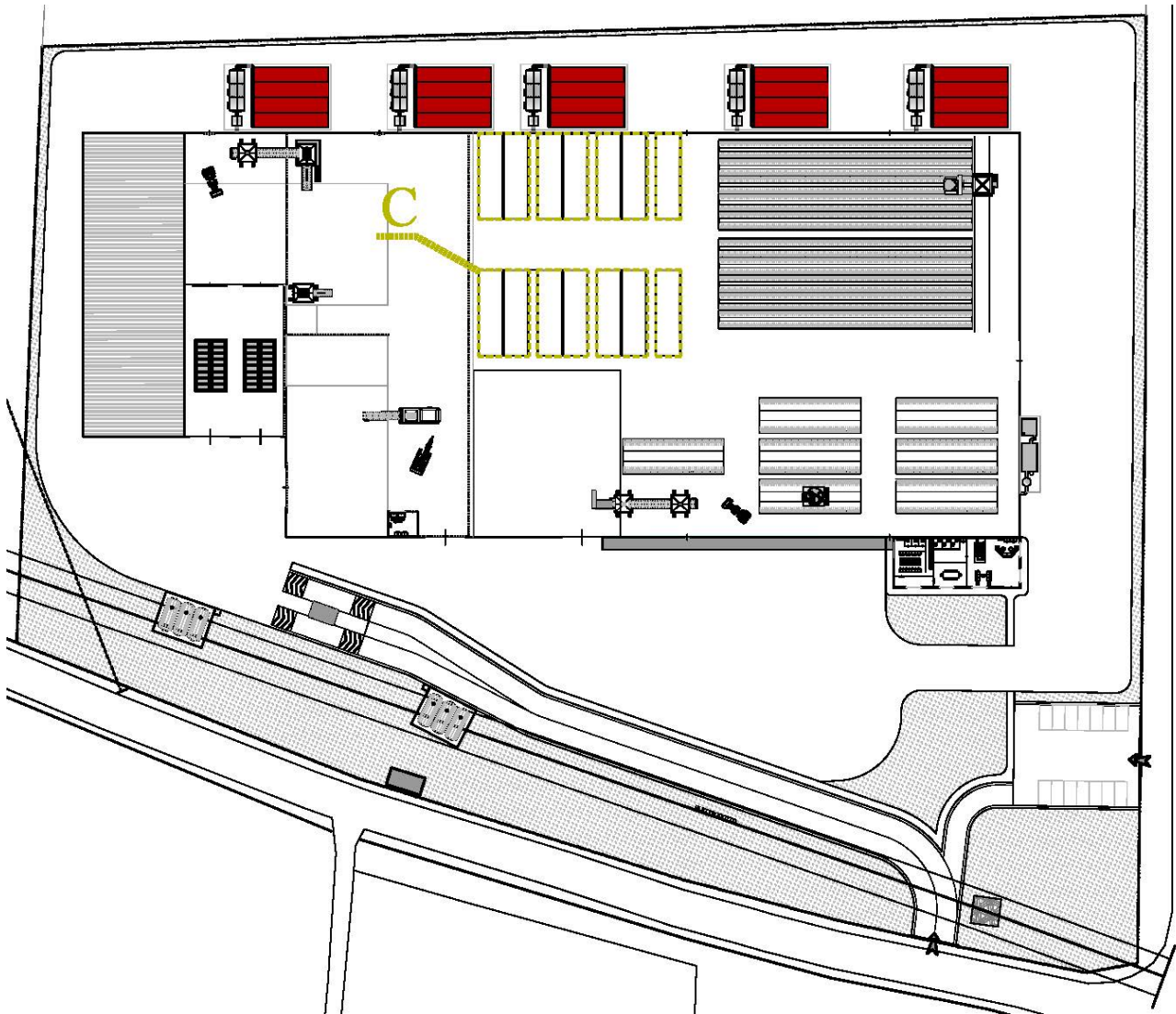


Figura 68. Area biossidazione

5.12.5 Sezione D. Maturazione

- **Corsie di maturazione**

L'aia di maturazione è costituita da una zona realizzata all'interno del capannone sempre su pavimentazione industriale impermeabile e dotata di griglie di raccolta dei liquidi. La zona è articolata in due serie, ciascuna composta da 5 corsie affiancate, poste in prossimità delle biocelle aventi, ciascuna, le seguenti dimensioni:

- Lunghezza: 50m
- Larghezza: 3m
- Altezza del cumulo: 1,65m (max 2,5m)

La superficie occupata dalle corsie è pari a: 1190m² al lordo degli interspazi tra i setti.

Ogni corsia è attrezzata con canaline per l'insufflazione dell'aria per favorire la maturazione del compost grezzo. La ripartizione dell'aria è omogenea lungo la corsia poiché esse sono progettate come reattori "batch" ovvero non vi è una graduale conversione lungo la corsia bensì una variazione omogenea nello spazio ma distribuita nel tempo. La rete di canalizzazione è quindi costruita per tenere conto delle perdite di carico distribuite lungo i 50 m di sviluppo lineare della corsia. Il rivoltamento del cumulo deve essere garantito $\frac{3}{4}$ volte a settimana per un tempo totale di maturazione di 2 settimane. Per realizzare tale rivoltamento si utilizza un'apparecchiatura in grado di muoversi su spallette di separazione delle corsie con cingolati rivoltando il cumulo senza spostarlo in avanti. La macchina ha una capacità di rivoltamento pari a 400-800m³/h, quindi, per una corsia contenente 1775m³, si necessita di un tempo pari a circa 3 ore. La macchina può quindi operare 4 rivoltamenti completi su due turni di lavoro e quindi terminare tutte le 10 corsie in meno di tre giorni tornando disponibile per la prima corsia in tempi idonei a garantire la frequenza fissata di rivoltamenti.

- **Sistema di insufflazione aria**

Il sistema di aerazione forzata nella fase di maturazione delle corsie prevede che:

- i ventilatori siano regolati da un PLC correlato alla misura della temperatura secondo una logica di controllo proporzionale.
- La temperatura sia misurata in continuo con sonde collegata al sistema di monitoraggio e controllo.
- Il sistema di insufflazione dell'aria posto al fondo di ciascuna zona aerata delle corsie sia costituito da canalette protette superiormente da piastre forate. Il sistema di distribuzione dell'aria installato assicura la diffusione e quindi il passaggio uniforme dell'aria attraverso tutto lo strato compost della corsia, evitando il pericolo dovuto alla formazione di zone anossiche.
- Sistema di controllo dell'aerazione basato sulla rilevazione delle temperature tramite sonde direttamente inserite sui cumuli.
- La tubazione di distribuzione aria è indipendente e singolarmente intercettabile mediante valvola a farfalla per ogni corsia.

- **Domanda di aria per la maturazione**

La richiesta di aria per la maturazione è calcolata sulla base del calcolo riportato nel § 5.11 tenendo conto del tempo di reazione impostato e della quantità di rifiuto con cui è alimentata da corsia.
La portata da fornire per l'intera durata del processo è pari a: 5634Nm³/h

Effluente gassoso in uscita dalla maturazione

La portata di effluente in uscita è: 6973Nm³/h

- **Lay-out**

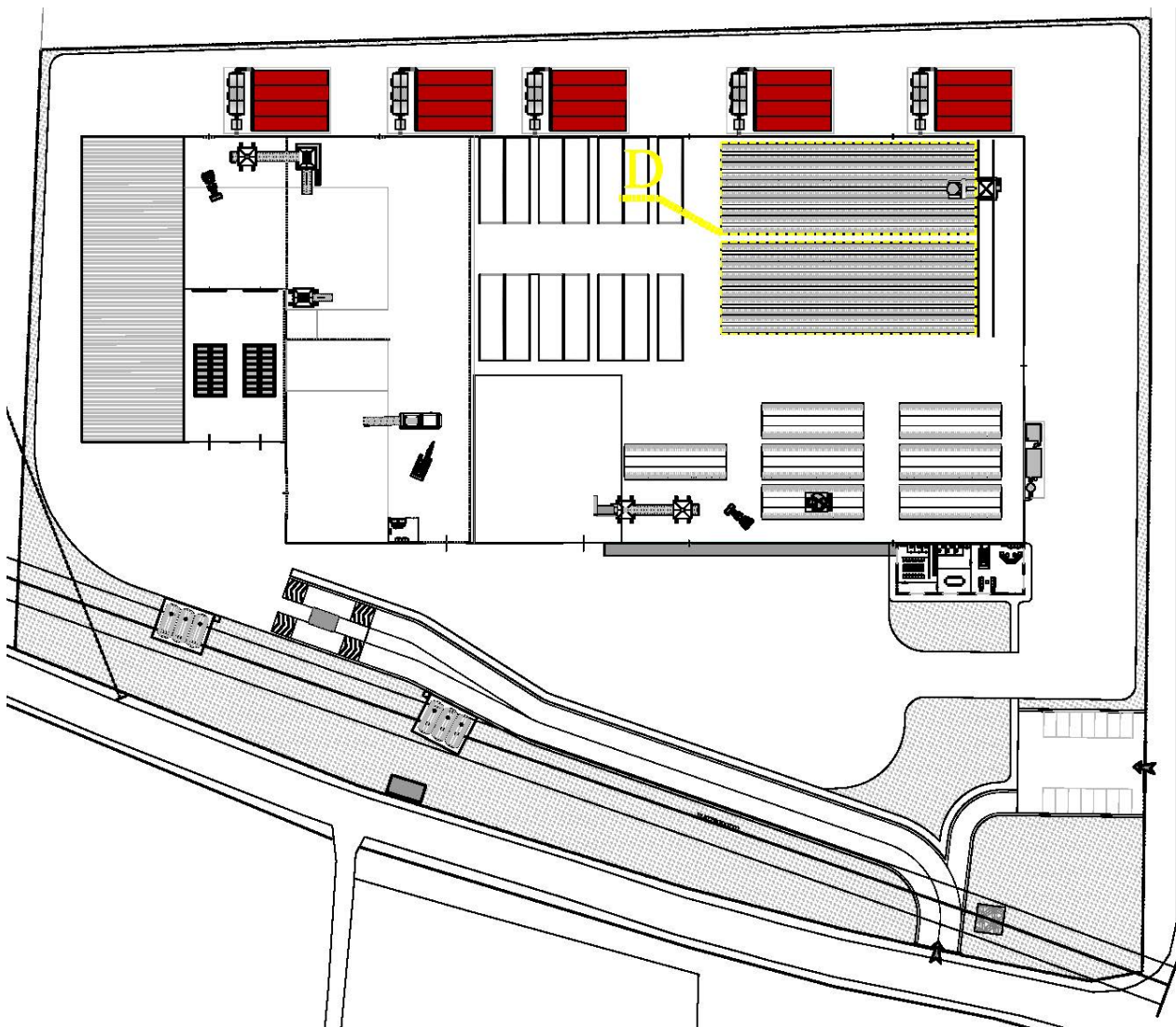


Figura 69. Area maturazione

5.12.6 Sezione E. Stabilizzazione (post maturazione)

La platea di stabilizzazione controllata

La platea di stabilizzazione è costituita da una platea impermeabilizzata, come tutto il pavimento interno del capannone, e da corsie (7) separate da un buffer di 3m attrezzate con canaline per l'insufflazione dell'aria eventualmente necessaria a completare la maturazione/umificazione. Il rivoltamento è realizzato con una macchina rivoltacumuli che provvede al rivoltamento del prodotto ed al suo trasferimento nella corsia successiva. Nell'ultima corsia, con l'ausilio di mezzi d'opera, si provvede a scaricare il compost sul nastro trasportatore per il trasferimento graduale alla successiva sezione di trattamento. Il tempo di stabilizzazione previsto è di 4 settimane. Le dimensioni delle corsie sono:

- Lunghezza di ogni corsia: 20m
- Larghezza di ogni corsia: 7m
- Buffer tra le corsie: 1m
- Altezza cumulo: 2,5m
- Angolo di base del cumulo: 60°
- Numero di corsie: 7
- Settori per corsia: 2
- Numero totale settori: 14
- Superficie totale: 1100 m2

- **Sistema di insufflazione aria**

Il sistema di aerazione forzata nella fase di post maturazione, da utilizzarsi solo qualora si rendesse necessario insufflare aria anche in questa fase, prevede la realizzazione di 2 settori aerati per ciascuna corsia (in totale 14 settori) alimentati da due ventilatori in modo da poter ottimizzare la fornitura di ossigeno ed il controllo delle temperature. Ogni ventilatore alimenta quindi 3,5 corsie ed attraverso delle valvole è possibile dosare il quantitativo di aria inviato in ogni settore. È infatti molto probabile che occorra alimentare aria solo nei primi 7 settori della platea (prime 3,5 corsie) in quanto la stabilizzazione dovrebbe ampiamente completarsi in 2 settimane. Sarà inoltre presente un sistema di controllo dell'aerazione basato sulla rilevazione delle temperature installata sulla rivoltacumuli ed all'occorrenza con sonde portatili direttamente sui cumuli ed alternativamente, il controllo della durata del periodo di aerazione o del periodo di assenza dell'aerazione, così da garantire la massima affidabilità, nonché un'ottima flessibilità operativa. Nella fase iniziale di gestione saranno installate sonde di temperatura sui muri delle corsie di tipo retrattile, azionate da pistoncino pneumatico, con segnalazione a quadro di comando e controllo. Le tubazioni di distribuzione aria sono indipendenti e singolarmente intercettabili mediante valvola a farfalla per ogni settore. Ogni ventilatore sarà provvisto di un sistema di temporizzazione indipendente per consentire la regolazione di portata in funzionamento semiautomatico. I ventilatori potranno funzionare a scelta in modalità tempo o temperatura sempre in insufflazione. L'aria viene aspirata dall'ambiente esterno e insufflata uniformemente sotto il letto del compost tramite le canalette

forate. Il controllo del processo è effettuato utilizzando il parametro fondamentale della temperatura della massa in stabilizzazione.



Figura 70. Rivoltacumuli

- **Domanda di aria per la stabilizzazione**

La richiesta di aria per la stabilizzazione è calcolata sulla base del calcolo riportato nel § 5.1111.1 tenendo conto che il contenuto dei solidi volatili è però diminuito di oltre il 90%.

La portata da fornire per l'intera durata del processo è teoricamente molto bassa se non nulla. Onde garantire flessibilità all'impianto ed un margine di sicurezza di gestione molto elevato si è prevista una quantità pari a: 291Nm³/h di aria, come se si necessitasse del 25% dell'aria necessaria partendo da un compost ancora grezzo.

- **Effluente gassoso in uscita dalla stabilizzazione**

Nel caso della stabilizzazione il problema principale dal punto di vista ambientale è la produzione di polveri. In questo punto del processo infatti le reazioni esotermiche sono quasi nulle e l'umidità potrebbe essere bassa. Per controllare la polverosità si provvederà ad una umificazione del cumulo durante il rivoltamento. Il dimensionamento dei sistemi di depolverazione e abbattimento dei contaminanti dell'aria estratta dalla sezione del capannone dove si effettua la maturazione è basato su una portata di 17600Nm³/h che corrisponde al volume di aria della sezione cambiata 2volte/ora.

• **Lay-out**

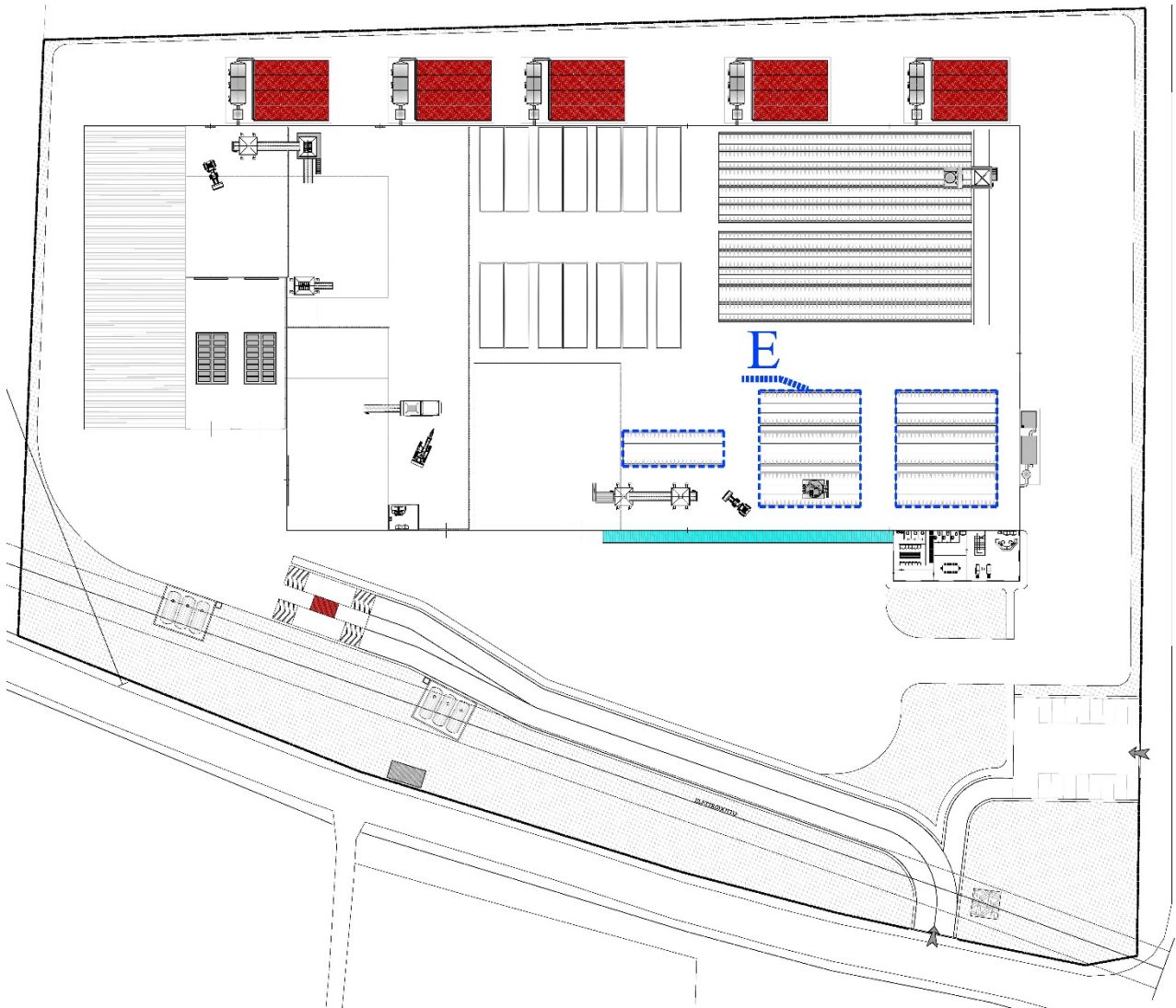


Figura 71. Area stabilizzazione

5.12.7 Sezione F. Raffinazione

La raffinazione del compost maturo e stabilizzato ha la doppia funzione di rimuovere le parti organiche non compostate (grossolane e generalmente rappresentate dal legno) e la frazione estranea. Il processo di raffinazione prevede l'utilizzo di un vaglio e di un separatore di metalli ferrosi posto in corrispondenza dell'estremità di un nastro trasportatore sul quale viene scaricata la frazione compostata raffinata ovvero il sottovaglio.

- **Vaglio di raffinazione**

La macchina separatrice è un vaglio che opera quindi sulla dimensione media delle particelle. In particolare, il vaglio rotante è costituito da maglie di dimensioni tali da dividere il compost in due "correnti": quella detta "sottovaglio" e quella detta "sopravaglio". La prima costituisce il compost raffinato mentre il sopravaglio è costituito da frazione estranea, generalmene plastica, e ramaglie da recuperare. Il vaglio sarà selezionato tra le macchine con motore elettrico visto che le operazioni si conducono all'interno del capannone al chiuso. Esso può essere dotato di separatore magnetico integrato.



Figura 72. Vaglio a tamburo mobile

- **Separatore magnetico**

La vagliatura iniziale permette di far lavorare il successivo separatore magnetico su granulometria e portata costante, aumentandone in questo modo il rendimento di separazione. Il compost subisce quindi una successiva pulizia mediante una separazione magnetica. La pulizia finale del compost (separazione degli inerti ferrosi residui) avviene mediante l'azione di un separatore magnetico a

tamburo. In questa fase vengono eliminati gli inerti ferrosi residui di piccole dimensioni. Il separatore adottato combina l'azione di un nastro magnetico con l'azione di un tamburo rotante che assicura l'allontanamento di inerti ferrosi di piccole dimensioni. Il materiale ferroso separato viene raccolto automaticamente e da qui scaricato in un cassone scarrabile.

La presenza di alluminio è normalmente tanto piccola da considerarsi nulla per cui non è previsto l'inserimento di una macchina a correnti parassite. Nel caso tale condizione generale non dovesse verificarsi si installerà un separatore a correnti parassite per l'eliminazione di tale frazione.

- **Produzione polveri**

Nell'area di vagliatura e separazione magnetica si può verificare una produzione di polveri a causa della movimentazione del compost. Tale polvere è costituita dalla frazione più fine del compost stesso ed è inerte. Cionondimeno essa può causare fastidi agli occhi ed alle vie respiratorie oltre a provocare sporco di macchine, quadri, ecc. Per ovviare a problemi inerenti la salubrità del luogo di lavoro ed evitare danni a macchinari elettrici si provvederà a delimitare l'area di azione del vaglio e del nastro di separazione magnetica con pareti verticali rimovibili in materiale plastico trasparente e si predisporrà un'aspirazione localizzata sull'area di maggiore produzione di polvere. Tali cappe sono collegate ad un sistema di depolverazione. L'aspirazione sarà tale da garantire una sufficiente rimozione delle polveri fini ed una idonea velocità di ingresso al sistema di depolverazione. Si stima una portata aspirata di 18.000Nm³/h ottenuta assumendo:

- Superficie di cappa aspirante pari a 10m²
- Velocità di aspirazione pari a 0,5m/s
- Velocità nel condotto di aspirazione pari a 10m/s

Quindi: $10 \cdot 0,5 \cdot 3600 = 18.000 \text{Nm}^3/\text{h}$

Con un condotto a sezione quadrata avente lato pari a: 0,7m (o equivalente nel caso di altra forma) Il progetto esecutivo potrà considerare l'opportunità di posizionare due cappe su due aree differenti in base al lay-out definito.

- **Reparto stoccaggio compost**

L'area di raffinazione e stoccaggio del compost raffinato ha una superficie totale di circa 945m², con un'occupazione da parte della lavorazione vera e propria di circa 50m². L'area delimitata per lo stoccaggio compost sarà di 700m² lasciando abbondante spazio alle lavorazioni. L'altezza massima di stoccaggio è di 3m; il tempo massimo di stoccaggio del prodotto finito è quindi:

quantità di compost raffinato = $700 \text{m}^2 \cdot 3 \text{m} \cdot 0,6 \text{t/m}^3 = 1260 \text{t}$

tempo stoccaggio di compost raffinato = $1260 \text{t} : 49 \text{t/g} = 26 \text{giorni}$

Una parte dell'area (circa 100m²) sarà tenuta disponibile per la successiva installazione di una linea di sacco e da una linea di pallettizzazione per commercializzare il compost in sacchi industriali (big bag).

5.13 Schema a blocchi quantificato

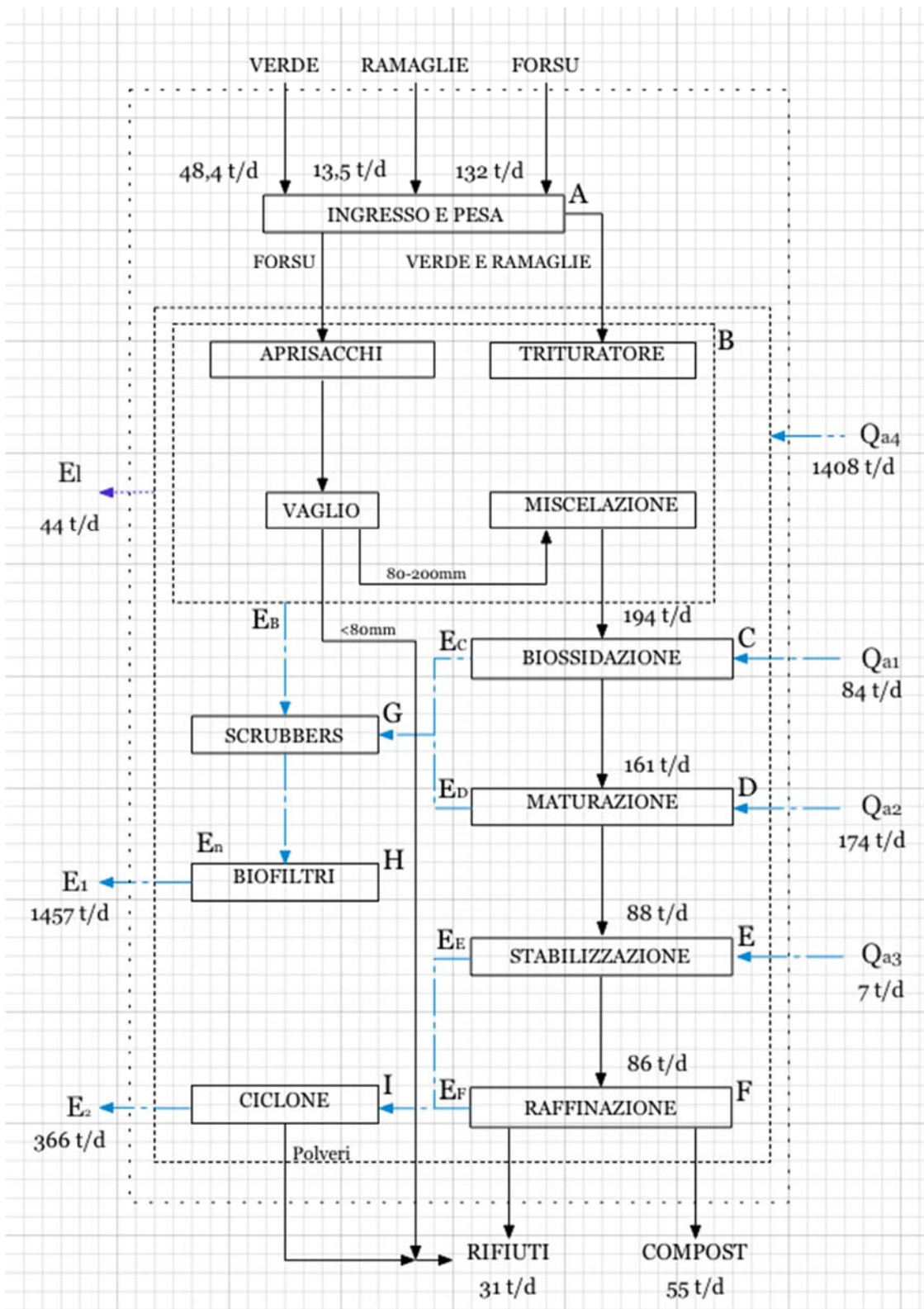


Figura 73. Schema a blocchi quantificato

5.14 Ciclo di lavorazione

Il ciclo di lavoro è ideato per essere agevolmente suddiviso in turni lavorativi da 8 ore, ogni sezione dell'impianto, come ogni suo processo, richiede tempistiche diverse su base giornaliera. Il ciclo di lavorazione, che segue lo schema di processo già descritto precedentemente, si sviluppa in un'operatività di:

- 8h/g edificio A ed uffici
- 8h/g edificio B
- 24h/g edificio C
- 24h/g edificio D (per la sola sezione di stabilizzazione)
- 8/g edificio D (sezione di raffinazione)

Gli edifici nel quale è richiesta una lavorazione continua, ovvero la sezione di ossidazione accelerata, maturazione e stabilizzazione, saranno presidiati per un solo turno lavorativo giornaliero: per gestire le eventuali operazioni di manutenzione ordinarie e straordinarie, e per effettuare l'alimentazione alla sezione di processo e lo svuotamento dello stesso al termine.

5.15 Depurazione effluente gassoso

5.15.1 Portate da trattare

Le portate effluenti da trattare derivano da diverse tipologie di sorgente:

- Aria ambiente da estrarre e trattare per eliminare una concentrazione odorigena bassa (<10.000ou/Nm³) → ricambi di aria delle sezioni di bioossidazione (escluso biocelle),
- Aria ambiente/effluente di processo da estrarre e trattare per eliminare una concentrazione odorigena alta (>20.000ou/Nm³)
- Aria da depolverare → stabilizzazione e raffinazione

La tabella seguente riporta le portate gassose suddivise in "ingresso" e "uscita".

	<i>Portata in, Nm³/h</i>	<i>Portata in, t/giorno</i>	<i>Portata out, Nm³/h</i>	<i>Portata out, t/giorno</i>
SEZIONE B (scarico)			24000	247
SEZIONE B (pretrattamento)			45246	465
SEZIONE C (biocelle)	2384	74	2722	84
SEZIONE C (ricambi)				
SEZIONE D (maturazione)	5634	163	6973	204
SEZIONE D (ricambi)			28400	292
SEZIONE E (stabilizzazione)	291	10	326	10
SEZIONE E (ricambi)			17600	181
SEZIONE F (raffinazione cappa)			18000	185
SEZIONE F (ricambi)			15120	155
TOTALE			146473	1704

Tabella 77 Portate di aria immessa ed effluenti gassosi estratti nelle varie sezioni del capannone

5.15.2 Funzionalità

- **Trattamento di deodorizzazione**

L'effluente gassoso prodotto in un impianto di compostaggio è fondamentalmente aria (con minore tenore di ossigeno) recante i prodotti gassosi del metabolismo biologico, polveri e composti volatili emessi durante le operazioni di movimentazione dei rifiuti stessi. Trattandosi di composti sia organici (mercaptani, voc, ...) che inorganici (ammoniaca, acido solfidrico, ...) si intende adottare una soluzione mista scrubber + biofiltro a sviluppo orizzontale, con emissione convogliata e quindi a getto verticale.

Lo scrubber sarà del tipo orizzontale a tre stadi con dosaggio di reattivi acidi e basici. Da esso è attesa un'efficienza del 100% sulla rimozione di acidi e basi (essenzialmente H₂S e NH₃), di polveri grossolane ed una rimozione di molecole odorigene non superiore al 70%. La rimozione di molecole odorigene non affini alla soluzione acquosa è completata nel biofiltro posto in successione allo scrubber. Il bioreattore è di tipo chiuso, con flusso di aria in espulsione canalizzato in apposito camino realizzato secondo quanto previsto dalla delibera della Giunta regionale della Regione Campania numero 243 del 08/05/2015. Il flusso di aria è diretto dall'alto verso il basso del bioreattore. Per quanto riguarda il materiale del biofiltro esso sarà selezionato per garantire una superficie specifica di almeno 850m²/g. La durata del materiale filtrante è legata al grado di crescita del biofilm e all'incremento della perdita di carico che viene anch'essa misurata continuamente.

Quando la perdita di carico cresce in maniera eccessiva vuol dire che gli spazi vuoti all'interno del mio filtro sono diminuiti in modo eccessivo ed esso va sostituito. Il sistema rimuoverà i composti organico volatili con efficienza molto alta partendo da condizioni anche critiche.

COMPONENTE	EFFICIENZA	NOTA
VOC (generale)	80-95%	
Ammoniaca	80-95%	
Odori	70-90%	
H ₂ S	80-95%	
Mercaptani	70-90%	
Solfuro di carbonio	98-99%	concentrazione in ingresso <100mg/Nm ³
Stirene	80%	concentrazione in ingresso <160mg/Nm ³

Tabella 18 Efficienza del sistema combinato assorbimento-adsorbimento per componente

Tali composti saranno demoliti da reazioni metaboliche su letti di materiale organico di altezza totale minore di 2,5m. La superficie biofiltrante è calcolata sulla base di un carico superficiale di 150m/h.

Il sistema di trattamento aria è quindi composto da:

- ✓ Cinque sistemi combinati scrubber a tre stadi + biofiltro suddiviso in 4 moduli da 15x5.5m

La portata di aria da inviare ai sistemi combinati viene prelevata da sezioni del capannone caratterizzate da concentrazione odorigena media pari a quella di progetto. Ciò significa che si preleva aria ambiente e effluente di processo da sezioni avente diverso carico inquinante avendo cura di distribuire il carico equamente per i sistemi di trattamento.

5.15.3 Trattamento di depolverazione

La portata di aria proveniente dalla stabilizzazione (sezione E) e dalla raffinazione (sezione F-vagliatura) ha un carico di polvere che va abbattuto prima dell'immissione in atmosfera. Il carico odorigeno è invece molto scarso poiché si tratta di zone di lavorazione di compost maturo e quindi privo di emissioni gassose. Non avendo a disposizione informazioni analitiche provenienti dal processo riguardanti la granulometria del particolato si è scelto di adottare in misura preventiva un depolveratore centrifugo in grado di abbattere il 50% del carico di polveri in ingresso al sistema di pulizia dell'aria in modo da aumentare l'efficienza di abbattimento totale e preservare il sistema di depolverazione successivo.

Nel depolveratore centrifugo il flusso d'aria aspirato entra tangenzialmente nella parte superiore del corpo cilindrico e prosegue a spirale verso la parte inferiore a forma conica; le particelle solide presenti nella corrente, a seguito della forza centrifuga, tendono ad assumere una direzione radiale, incontrando le pareti interne del ciclone ed ottenendo in tal modo un rallentamento della vena fluida che ne favorisce la separazione dall'aria. Sul fondo, l'aria si separa dalla polvere risalendo il

depolveratore secondo una spirale più stretta e fuoriesce dalla sommità. Le particelle sono raccolte sul fondo, da cui possono essere fatte cadere in un apposito contenitore o estratte con diversi ed opportuni sistemi.

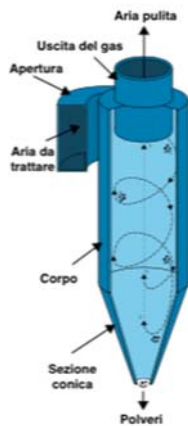


Figura 74 Schema e foto di un depolveratore centrifugo del tipo da installare in impianto

A valle del depolveratore centrifugo è installato un sistema di depolverazione filtri a maniche, costituito da una baghouse in materiale metallico all'interno della quale sono posizionate una serie di maniche in tessuto non tessuto in grado di bloccare le polveri che si andranno a depositare sulle stesse. Il deposito "cake" promuoverà la vera e propria depolverazione grazie alla formazione di un pannello filtrante capace di trattenere anche polveri con diametro inferiore a pochi micron con efficienza superiore al 99%. Nel caso specifico è stato fissato un valore di concentrazione in ingresso all'intero sistema pari a 10.000mg/Nm³ e un valore obiettivo di 10mg/Nm³.

- **Ciclone**

In ingresso al ciclone si prevede una portata di aria con un carico di polvere massimo di 10g/Nm³. Il particolato lo si intende composto da materiale inerte con ampia distribuzione granulometrica (vedi tabella seguente).

<i>diametro inferiore, μm</i>	<i>diametro superiore μm</i>	<i>Valore medio, μm</i>	<i>Frazione ponderale, %</i>
5	50	27,5	7,0
50	100	75	60,0
100	500	300	33,0

Larghezza del condotto di ingresso	0,79	m
Altezza del condotto di ingresso	0,39	m
Diametro del ciclone	1,57	m
Diametro della sezione verticale di uscita	0,79	m
Velocità di uscita	22,3	m/s
Perdita di carico	454	mmH ₂ O
Altezza del gambo cilindrico	3,14	m
Altezza totale	6,28	m
Altezza del condotto di uscita d'aria all'interno del ciclone	0,98	m

Tabella 89. Dati di progetto del ciclone separatore

- **Filtro a maniche**

In uscita dal ciclone si prevede una portata di aria con un carico di polvere massimo di 1g/Nm³. La progettazione è stata comunque realizzata con un dato di 5g/Nm³, ampiamente sovrastimato.



Figura 75. Schema e foto di un filtro a maniche del tipo da installare in impianto

I dati geometrici e di efficienza sono riportati di seguito.

Portata		35.600	m ³ /h
Velocità di filtrazione da tabella		2	m/min
Velocità di passaggio massima		60	m/min
Diametro delle maniche		12	cm
Lunghezza delle maniche		2	m
Concentrazione di polvere in ingresso		5	g/m ³
Diametro medio		50	mm
Carica di polvere richiesta in uscita		0,01	g/m ³
Efficienza richiesta		99,8	%
Velocità di filtrazione effettiva		2,38	m ²
Superficie filtrante		250	m ²
Numero di maniche		331	-
Numero di file	m =	16	
Numero di maniche per ogni fila	n =	35	
Numero di maniche totale		560	
Altezza del plenum, tipo walk-in		2,15	m
Spaziatura (quadrata)		20	cm
Altezza del plenum		0,70	m
Altezza della tramoggia		0,64	m
Altezza della baghouse		3,34	m
Larghezza della baghouse	W =	3,30	m
	L =	7,10	m
Perdita di carico attraverso il mezzo filtrante		150,9	mmH ₂ O

Tabella 20. Dati di progetto del filtro a maniche

• **Lay-out**



Figura 76. Impianto di depolverizzazione