

COMUNE DI PECCIOLI - Pisa

POLO DI GESTIONE INTEGRATA DEI RIFIUTI DI LEGOLI

IMPIANTO DI OSSIDAZIONE TERMICA MEDIANTE TECNOLOGIA FLAMELESS CON RECUPERO DI MATERIA

PROGETTO DEFINITIVO

da sottoporre a Valutazione di Impatto Ambientale

Novatosc s.r.l.

NUOVE TECNOLOGIE PER LA TOSCANA

PROGETTAZIONE DEFINITIVA - STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE



Dott.ssa Grazia di Salvia



Ing. Paolo Ghezzi

Elaborato:

AIA-RT-014

RELAZIONE TECNICA DI A.I.A.

Maggio 2025



NUOVE TECNOLOGIE PER LA TOSCANA

POLO DI GESTIONE INTEGRATA DEI RIFIUTI DI LEGOLI

IMPIANTO DI OSSIDAZIONE TERMICA MEDIANTE TECNOLOGIA FLAMELESS CON RECUPERO DI MATERIA

PROGETTO DEFINITIVO

da sottoporre a Valutazione di Impatto Ambientale

GRUPPO DI LAVORO

Progettisti firmatari

Grazia Di Salvia (Itea)
Paolo Ghezzi (Getas Petrogeo)

Project management

Paolo Ghezzi (General Project Manager)
Roberto Ricelli (Itea Project Manager)
Carlo Meoni
Francesco Ghezzi

ITEA - Infrastrutture tecnologiche

Ambrogio Carone (Project Engineer)
Angelo Cortese (Chimico di Processo e PMeC)
Enrico Gadda (Progettista meccanico)
Maurizio Giotta (Processista e PMeC)
Massimo Malavasi (Responsabile Basic Design)

Francesco Miccolis (Progettista piping)
Edoardo Moioli (Responsabile Basic Engineering)
Alessandro Petrucci (Progettista elettro-strumentale)
Anna Poli (Requisitioning)
Vito Recchia (Responsabile impianto pilota)
Giovanni Signorile (Progettista meccanico)

Getas Petrogeo - Infrastrutture Civili

Raffaele Battaglini (Emissioni in atmosfera)
Chiara Beconcini (V.I.A.)
Francesca Bertelloni (Opere idrauliche)
Giacomo Bruno (V.I.A.)
Nicola Casati (Opere idrauliche)
Matteo Colombini (Strutture)
Andrea D'Angelo (Strutture)
Francesco Dal Canto (Architettonico e Demanio)
Lorenzo Dal Canto (Architettonico e Demanio)
Roberta Frosini (Rendering)
Paolo Ghezzi (Progettazione, muri rinforzati e V.I.A.)
Michele Giovannetti (Sicurezza cantiere)

Michele Luppichini (Impianti tecnici)
Simone Macchi (Impianto antincendio)
Lorenzo Mancini (Impianti elettrici e AUE)
Angela Masuccio (V.I.A.)
Carlo Meoni (Pratiche VIA-AIA e PAUR)
Monica Moroni (Emissioni in atmosfera)
Elisabetta Norci (Aspetti naturalistici e paesaggio)
Massimo Pellegrini (Verifiche Geotecniche)
Alessio Preta (Strutture)
Tiziana Pugliesi (Geologia, indagini e PMeC)
Luca Rizza (Topografia e modelli)
Samuele Tolomei (Acustica)



NUOVE TECNOLOGIE PER LA TOSCANA

POLO DI GESTIONE INTEGRATA DEI RIFIUTI DI LEGOLI

**IMPIANTO DI OSSIDAZIONE TERMICA MEDIANTE
TECNOLOGIA FLAMELESS CON RECUPERO DI MATERIA**

PROGETTO DEFINITIVO

da sottoporre a Valutazione di Impatto Ambientale

Elaborato:

AIA-RT-014

RELAZIONE TECNICA DI A.I.A.

A cura di:



Ing. Paolo Ghezzi

PROGETTO DEFINITIVO
da sottoporre a Valutazione di Impatto Ambientale

Elaborato AIA-RT-014
RELAZIONE TECNICA DI A.I.A.

INDICE

1. PREMESSA	7
1.1. ORGANIZZAZIONE E NUMERAZIONE DEGLI ELABORATI	8
2. ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEL PROGETTO	10
2.1. INQUADRAMENTO NEL PRB VIGENTE	17
2.2. NUOVO PIANO REGIONALE DI GESTIONE RIFIUTI	20
2.3. PIANIFICAZIONE DI AMBITO IN MATERIA DI RIFIUTI	25
2.3.1. ATO TOSCANA COSTA	25
2.3.2. RETIAMBIENTE.....	26
2.4. CONTESTO GENERALE IN CUI SI INSERISCE IL PROGETTO	31
2.4.1. LA DISCARICA DI BELVEDERE	31
2.4.1.1. Lo stato autorizzato e la gestione attuale	31
2.4.1.2. Il progetto di adeguamento del Dicembre 2021	34
2.4.2. L'IMPIANTO TMB	36
2.4.3. IL BIODIGESTORE ANAEROBICO DI ALBE	37
3. DESCRIZIONE DELL'ATTIVITA' DI PROGETTO	40
3.1. DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO	40
3.2. CONDIZIONI ATTUALI E DI PROGETTO	40
3.2.1. - SITUAZIONE ATTUALE	40
3.2.2. SITUAZIONE DI PROGETTO	41
3.3. INFRASTRUTTURE	42
3.3.1. OPERE DI CONTENIMENTO IN TERRA RINFORZATA.....	42
3.3.2. EDIFICI E PLATEE	49
3.3.2.1. Berlinese di sostegno sul lato Nord.....	51
3.3.2.2. Opere di fondazione.....	52
3.3.2.3. Opere in elevazione.....	53
3.3.2.4. Struttura Pipe Rack.....	53
3.3.2.5. Analisi Sismica	55
3.3.3. VIABILITA' E ACCESSO	55
3.3.4. EDIFICIO ISOLA FUNZIONALE IF02	56
3.4. DESCRIZIONE SCHEMATICA DEL CICLO PRODUTTIVO	65
3.4.1. RICEZIONE – PRETRATTAMENTO – PREPARAZIONE SLURRY	68
3.4.2. IMPIANTO DI OSSIDAZIONE TERMICA SENZA FIAMMA ISOTHERM.....	74
3.4.3. TRATTAMENTO DEGLI EFFLUENTI GASSOSI.....	84
3.4.4. SEZIONE DI CATTURA DELLA CO ₂ DAGLI EFFLUENTI GASSOSI	89
3.4.5. SEZIONE DI RECUPERO DEL MATERIALE VETROSO	90
3.4.6. SEZIONE DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA	91
3.4.7. PRODUZIONE OSSIGENO.....	95
3.4.8. GESTIONE DELLE ACQUE DI PROCESSO.....	97

3.4.9.	PRODUZIONE RIFIUTI.....	104
3.5.	IMPIANTO ANTINCENDIO	106
3.5.1.	PRINCIPALE NORMATIVA DI RIFERIMENTO	106
3.5.2.	INDIVIDUAZIONE DELLE MISURE PREVENTIVE	107
3.5.2.1.	Ottimizzazione delle misure organizzative e tecniche	107
3.5.2.2.	Adegua informazione e formazione del personale.	108
3.5.2.3.	Controllo e monitoraggio sorgenti di innesco e fonti di calore	108
3.5.2.4.	Adegua manutenzione delle aree, dei mezzi d'opera e degli impianti tecnologici, nonché degli impianti di protezione antincendio.	109
3.5.3.	CLASSIFICAZIONE AI SENSI DEL D.M. 25 LUGLIO 2022 (RTV)	109
3.6.	IMPIANTO ELETTRICO	109
3.7.	MOVIMENTI TERRA	109
3.7.1.	RILIEVO TOPOGRAFICO E MORFOLOGIA	109
3.7.2.	INDAGINI, MODELLO GEOLOGICO E CARATTERISTICHE DEI TERRENI.....	111
3.7.2.1.	Indagini pregresse su TMB	111
3.7.2.2.	Indagini pregresse sulla discarica	111
3.7.2.3.	Nuove indagini eseguite sull'area dell'impianto	112
3.7.2.4.	Quadro geotecnico di riferimento	113
3.7.2.5.	Caratterizzazione chimica e applicabilità del D.P.R 120/2017	114
3.7.2.6.	Quantitativi di terreni movimentati	117
3.8.	GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE.....	118
3.8.1.	ANALISI PLUVIOMETRICA E PORTATE DI PRIMA PIOGGIA	119
3.8.2.	PROGETTAZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO INTERNO	121
3.8.3.	DIMENSIONAMENTO DELLA RETE IDRAULICA STRADALE	124
3.8.4.	CONTROLLO ACQUE DEFLUENTI SULLE TERRE RINFORZATE	125
3.8.5.	SCARICHI NEL FOSSO CERRETELLO.....	126
3.9.	SISTEMAZIONE A VERDE E RECINZIONE	126
3.9.1.	OPERE A VERDE DI MITIGAZIONE AMBIENTALE	128
3.10.	FLUSSI ATTESI DI TRAFFICO VEICOLARE	130
3.11.	FASI DI CANTIERE E OBIETTIVI DI SICUREZZA	131
3.12.	RENDERING	133
4.	PIANI DI GESTIONE, MONITORAGGIO E CONTROLLO	135
4.1.	PIANI DI GESTIONE E CONTROLLO	135
4.2.	PIANO DI MONITORAGGIO E CONTROLLO AMBIENTALE	135
4.3.	PIANO DI RIPRISTINO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE	135
4.4.	PIANO ECONOMICO FINANZIARIO.....	135
4.5.	PIANO DI DECOMMISSIONING	135
4.6.	PIANO DI EMERGENZA INTERNO	135
4.7.	MANUALE SME – LINEE DI INDIRIZZO	135
5.	PROCEDIMENTI AMMINISTRATIVI CONNESSI	136
5.1.	VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE	136
5.2.	OCCUPAZIONE AREA.....	136
5.3.	AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE	136
5.4.	SCARICHI SUL SUOLO E IN ACQUE SUPERFICIALI.....	136
5.5.	EMISSIONI IN ATMOSFERA	137
5.6.	AUTORIZZAZIONE DEL M.I.S.E. E CONNESSIONE A E-DISTRIBUZIONE	137
5.7.	PERMESSO A COSTRUIRE	138
5.8.	OCCUPAZIONE AREE DEMANIALI.....	138
5.9.	GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO.....	138
5.10.	CERTIFICATO DI PREVENZIONE INCENDI.....	138
5.11.	VARIANTE URBANISTICA PER LA STAZIONE DI UTENZA	138
6.	MOTIVAZIONI E FINALITA' DELLA SOLUZIONE PRESCELTA	139
7.	INTERVENTI ALTERNATIVI IPOTIZZABILI	142

7.1.	ALTRO SITO	142
7.2.	OPZIONE ZERO	142
8.	QUADRO TEMPORALE DEGLI INTERVENTI E VITA UTILE DELL'IMPIANTO	143
9.	VERIFICA DELLA SUSSISTENZA DELL'OBBLIGO DI PRESENTAZIONE DELLA RELAZIONE DI RIFERIMENTO	143
10.	QUADRO ECONOMICO E PIANO ECONOMICO-FINANZIARIO	144

1. PREMESSA

RetiAmbiente, gestore unico dell'ATO Toscana Costa con mandato in scadenza 2036, propone la realizzazione di un impianto di trattamento rifiuti non diversamente valorizzabili, basato sulla Tecnologia OXI e, confidando in una valutazione positiva da parte della Regione con inclusione dello stesso nel Piano Regionale, ha previsto di realizzare l'Impianto con il supporto della società OXOCO nel territorio del Comune di Peccioli (PI) presso il polo impiantistico Belvedere con significative sinergie ecologico-industriali tra l'impianto di "Ossidazione termica con tecnologia flameless (nei diversi documenti sinteticamente denominato Ossicombustore)" e gli altri adiacenti e già esistenti (TMB) o in fase di costruzione (biodigestore anaerobico).

Per dare concretezza al progetto, è stata costituita una società ad hoc, Novatosc srl (Nuove Tecnologie per la Toscana) i cui soci, al momento, sono:

- **Belvedere S.p.A.**, con sede legale in Peccioli (PI), via G. Marconi n. 5. Partita IVA 01404590505, rappresentata dal proprio legale rappresentante *pro-tempore* Silvano Crecchi Presidente del Consiglio di Amministrazione. Belvedere è una Società a capitale prevalente del Comune di Peccioli (PI) ed azionariato popolare, che gestisce l'impianto di discarica autorizzata in località Legoli. BELVEDERE partecipa a progetti di sviluppo di attività industriali ecologicamente sostenibili e di alta rilevanza sociale per la salvaguardia e la crescita, anche economica, del proprio territorio. Il Comune di Peccioli (PI) è socio di RETIAMBIENTE ed il suo Sindaco è l'attuale Presidente dell'Assemblea dell'ATO Toscana Costa
- **OXOCO S.r.l.**, con sede legale in Bari (BA), Piazza Massari n. 19, Partita IVA 08637680722, rappresentata dal proprio amministratore delegato, Ing. Antonio Di Biase, in forza di delibera del CdA della Società. OXOCO è una società a capitale interamente posseduto da Holding S1 S.p.A., holding finanziaria a sua volta controllata da Siryo S.p.A. un operatore di *venture capital* focalizzato sulle tecnologie dirompenti nell'ambito della scienza dei materiali con applicazioni in vari settori, tra i quali quello ambientale. In virtù di un contratto di licenza sottoscritto in data 23 dicembre 2021 con la società del Gruppo Sofinter **ITEA S.p.A.**, OXOCO è **licenziataria esclusiva**, per l'intero territorio mondiale e per il settore dei rifiuti, della tecnologia *Isotherm PWR Flameless Oxycombustion*® sviluppata da ITEA stessa ("**Tecnologia OXI**").

Nell'Atto Costitutivo della società Novatosc S.r.l., il Socio Belvedere S.p.A. che detiene l'85% del capitale sociale iniziale, dando atto degli iter pubblicitari autorizzativi riguardanti la società **Retiambiente S.p.A** necessari all'ingresso in una società di capitale, si obbliga a cedere, a prima richiesta e al valore nominale di costituzione, il 34% a Retiambiente S.p.A., con sede legale in Pisa (PI), piazza Vittorio Emanuele 2, Partita IVA 02031380500. RETIAMBIENTE, infatti, è una società per azioni a totale capitale pubblico, partecipata da 100 Comuni delle province di Pisa, Livorno, Lucca e Massa Carrara, costituita nel 2011 nell'ottica del ridisegno del servizio di gestione dei rifiuti urbani nell'ambito dell'ATO Toscana Costa, per favorire la transizione verso una gestione integrata dei servizi nell'area di riferimento. Dal 2021 RETIAMBIENTE è il gestore unico del ciclo integrato dei rifiuti nel perimetro dell'Ambito Territoriale Ottimale (ATO) Toscana Costa.

La Tecnologia OXI, nota a livello internazionale come uno dei più innovativi processi di ossidazione avanzata, è protetta da vari brevetti internazionali (già concessi in taluni paesi e in corso di estensione in altri) ed è stata inserita, in sede Comunitaria Europea, fra le *Best Available Techniques (BAT) for Waste Incineration*. La Tecnologia OXI è stata ad oggi sviluppata principalmente attraverso campagne di prova sull'impianto prototipo da 5MW ubicato all'interno del Centro Ricerche del Gruppo Sofinter a Gioia del Colle (BA) e OXOCO intende ora realizzarne la prima applicazione in impianti su scala industriale.

La presente relazione illustra il progetto rimandando, di volta in volta, agli elaborati di dettaglio che fanno parte integrante della presente relazione tecnica.

1.1. ORGANIZZAZIONE E NUMERAZIONE DEGLI ELABORATI

Al fine di rendere agevole la consultazione dei numerosi elaborati che sono presentati, ad ognuno di essi è stata applicata una sigla alfa-numerica che individua con immediatezza il tema a cui l'elaborato si riferisce e fornisce inoltre ulteriori indicazioni, come di seguito descritto.

Gli elaborati hanno infatti la seguente composizione della sigla di riconoscimento:

- **XXX-ZZ-NNN**

nella quale le **prime tre lettere (XXX)** individuano il **TEMA**, ad esempio:

- **GEN** = elaborati di inquadramento generale
- **APR** = autorizzazioni pregresse
- **SIA** = studio di impatto ambientale
- **AIA** = autorizzazione integrata ambientale
- **TRS** = terre e rocce da scavo

oppure possono dare ulteriori indicazioni di dettaglio, come ad esempio nel caso degli elaborati riguardanti l'**impianto di ossidazione termica flameless**, in quanto le **prime due lettere** sono sempre **IT**, mentre **la terza lettera individua la componente impiantistica** trattata, ad esempio:

- **ITG** = elaborati di inquadramento **generale**
- **ITS** = **sezioni** di impianto
- **ITP** = descrizioni di **processo**
- **ITF** = schemi di **flusso**
- **ITA** = **apparecchiature**

e nel caso degli elaborati riguardanti i **fabbricati**, in quanto la prima lettera è sempre **F**, mentre la seconda e la terza lettera individuano il tema trattato, ad esempio:

- **FEA** = fabbricati elaborati **architetonici**
- **FES** = fabbricati elaborati **strutturali**
- **FIM** = fabbricati **impianti meccanici**

il **secondo gruppo di due lettere (ZZ)** individua invece il **TIPO** di elaborato:

- **RT** = relazione tecnica

- **EG** = tavola / elaborato grafico
- **AL** = allegato

infine, la parte di sigla alfabetica viene seguita da 3 numeri (**NNN**) che procedono per decadi, del tipo GEN-RT-**010**, GEN-RT-**020**, cioè con valore dell'unità pari a ZERO; qualora un elaborato sia successivamente revisionato sarà aggiunta una unità per ogni singola revisione; pertanto, un elaborato siglato GEN-RT-**010**, quindi con unità pari a ZERO, costituisce la **prima stesura**, mentre un elaborato siglato GEN-RT-**011** costituisce la **prima revisione**, un elaborato siglato GEN-RT-**012** costituisce la **seconda revisione**, e così via.

Inoltre, dove possibile e/o utile, è stata indicata anche la **numerazione degli elaborati riportata nella modulistica approvata con la DGRT 1227/2015** e riportata anche nella istanza di AIA, come risulta esaminando l'**ELENCO ELABORATI** presentato.

2. ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEL PROGETTO

L'impianto proposto si basa sulla tecnologia ISOTHERM "Flameless Pressurized Oxy-Combustion" (FPO), un particolare processo di ossidazione termica mediante una tecnologia di combustione senza fiamma molto diverso dalla combustione tradizionale, ottenibile con una combinazione innovativa di parametri di processo. La sua collocazione nel polo impiantistico di Belvedere (Peccioli) consente di prevedere importanti sinergie volte alla migliore interpretazione possibile della circolarità di settore. Infatti:

- Per la produzione dello slurry potrà essere utilizzato del percolato prodotto dalla discarica di Legoli;
- Potrà essere utilizzato biogas prodotto nei due impianti limitrofi (discarica di Legoli e Biodigestore di Albe) ;
- L'acqua generata dal processo potrà essere riutilizzata anche per le necessità impiantistiche e di manutenzione del verde del Polo;
- I rifiuti che si prevede di trattare, provenienti dall'ATO Toscana Costa, sono i medesimi destinati alla discarica di Legoli;
- L'impianto tratterà rifiuti non diversamente valorizzabili il cui destino finale sarebbe stato l'impianto discarica, consentendo di anticipare il raggiungimento dell'obiettivo comunitario di smaltimento in discarica al 2030 che non dovrà superare il 10% del rifiuto prodotto.

L'area su cui ricade l'Impianto è di proprietà di Belvedere Spa che si è impegnata a metterla a disposizione di Novatosc srl, di cui è socia maggioritaria.

L'area richiede significativi interventi di regolarizzazione per ottenere un piano stabile e uniforme su cui fondare le componenti tecnologiche. La maggior parte delle strutture di sostegno, necessarie alla regolarizzazione del piano, sono previste in terra rinforzata, in qualche caso rivestita per fini estetici, così da garantirne il miglior inserimento ambientale possibile. Sono previsti adattamenti anche della viabilità complessiva di accesso, coerente con l'intero piano di sviluppo del Polo industriale.

Il ciclo di trattamento prevede la possibilità di co-ossidazione del rifiuto solido e di un altro rifiuto liquido a basso potere calorifico utilizzandolo per la preparazione dello slurry in sostituzione dell'acqua. L'impianto potrà ricevere pertanto sia rifiuto solido proveniente dal ciclo dei rifiuti urbani (a titolo di esempio: CER 19.12.12 sottovaglio non bio-stabilizzato oppure sopravaglio; CER 19.05.01 sottovaglio biostabilizzato), sia rifiuto liquido (percolato da discarica CER 19.07.03 oppure acque da processi di biostabilizzazione CER 19.05.99).

I codici CER di riferimento che caratterizzano la richiesta di autorizzazione sono:

- **19.12.12** altri rifiuti (compresi materiali misti) prodotti dal trattamento meccanico dei rifiuti, diversi da quelli di cui alla voce 19 12 11
- **19.12.10** rifiuti combustibili (CDR: combustibile derivato da rifiuti)
- **19.05.01** parte di rifiuti urbani e simili non compostata
- **19.05.03** compost fuori specifica
- **19.05.99** Rifiuti non specificati altrimenti (**percolati da TMB**)
- **19.07.03** - percolato di discarica, diverso da quello di cui alla voce 19 07 02
- **19.06.04** – digestato prodotto dal trattamento anaerobico di rifiuti urbani

L'impianto prevede una doppia linea di trattamento per fare fronte alle esigenze di chiusura del ciclo di ATO Toscana Costa.

Quantità massime annue gestibili presso l'impianto

Trattandosi di macchina termica, dalle potenzialità complessive di 30 MW su due linee, diventano fondamentali i parametri di PCI (potere calorifico inferiore) o NET calorific value e il tenore di umidità caratteristici dei rifiuti in ingresso. E' per questo che per valutare gli impatti, e di conseguenza per richiedere l'autorizzazione, è opportuno definire le quantità massime in ingresso nelle condizioni più favorevoli pur mantenendo una certa tolleranza per l'indeterminatezza dei parametri in gioco. Nella Tabella 2/1 si riportano le quantità annue e giornaliere attese in funzione delle caratteristiche dei singoli codici CER.

SCENARIO MASSIME ALIMENTAZIONI													
CER	Descrizione	Provenienza	PCI rifiuto su base secca	Umidità rifiuto tal quale	PCI rifiuto tal quale	Umidità slurry	PCI slurry	Massimo slurry alimentabile		Massimo rifiuto in ingresso		Massimo percolato per formulazione slurry	
			kJ/kg	w/w	kJ/kg	w/w	kJ/kg	t/a	t/g	t/a	t/g	t/a	t/g
19.12.12		Scarti (fine linea) piattaforme MULTI	16861	20%	13000	52%	6823	130848	393	78509	236	52339	157
19.12.12	Altri rifiuti (compresi materiali misti) prodotti dal trattamento meccanico dei rifiuti, diversi da quelli di cui alla voce 19 12 11	Scarti (fine linea) piattaforme carta	14549	15%	12000	52%	5713	156262	469	88242	265	68020	204
19.12.12		Sottovaglio non biostabilizzato	13940	50%	5700	52%	4975	177005	531	159532	479	11798	35
19.12.12		Scarti da biodigestore (da preselezione FORSU)	11442	50%	4500	52%	4222	167938	504	161221	484	6718	20
19.05.01	Parte di rifiuti urbani e simili non destinata al compost	Sottovaglio biostabilizzato	10618	30%	6700	52%	3486	196241	589	125577	377	64372	193
19.05.03	Compost fuori specifica		10618	30%	6700	52%	3486	196241	589	125577	377	64372	193
19.12.10	Rifiuti combustibili (combustibile da rifiuti)	Sopravvaglio	18189	30%	12000	52%	7284	122562	368	82343	247	39030	117
19.05.04	Digestato prodotto dal trattamento anaerobico di rifiuti urbani	Digestato da biodigestore anaerobico	14442	50%	6000	52%	5662	157674	473	151367	454	6307	19

Tabella 2/1A – Quantità massime gestibili nell'Ossidatore termico flameless per singolo CER

La richiesta autorizzatoria, dunque si riferisce ad un quantitativo massimo di 177.000 t/anno di rifiuti solidi (161.221 t/anno + 10% di tolleranza) cui si aggiungono un massimo di 75.000 t/anno di percolati (68.020 t/anno + 10% di tolleranza). Come si comprende facilmente, le due quantità, per cui si richiede l'autorizzazione come massimo all'ingresso in impianto, non potranno mai essere processate nella loro interezza in quanto all'aumentare dei quantitativi di rifiuto solido processato andrà contestualmente diminuendo il quantitativo di percolato necessario per la produzione dello slurry.

Il processo di ossidazione termica con tecnologia flameless, è stato ad oggi sviluppato e implementato dalla Società ITEA sull'impianto pilota da 5MW termici presso il centro ricerche ITEA di Gioia del Colle (BA), dal 2003 ad oggi, con varie matrici combustibili, principalmente rifiuti industriali, carbone di vari tipi, biomasse. Prove estese e specifiche sono state condotte sulle frazioni di rifiuti oggetto della presente iniziativa. Il lavoro complessivo sulla flameless ha consentito di generare diversi brevetti internazionali:

- WO2004/094904 "Method and plant for the treatment of materials, in particular waste materials and refuse"
- WO2005/108867 "High-efficiency combustors with reduced environmental impact and processes for power generation derivable there from"
- WO2009/071230 "Combustion process"
- WO2009/071238 "Combustion process"
- WO2009/071239 "Combustion process"
- WO2011/012516 "Steam generator"
- WO2008/080561 "Process for the purification of combustion fumes"
- WO2014-016235 Combustion process for fuel containing Vanadium Compound
- WO2014/016237 Combustion process for fuel containing Vanadium Compound
- WO2015/097001 Pressurized Oxy-combustion process.

Quantitativi massimi di stoccaggio istantaneo

I rifiuti conferiti presso l'installazione, nell'area di stoccaggio predisposta all'interno dell'isola funzionale IF01, sono alimentabili a trattamento di Ossidazione Termica (operazione R1), solo in forma di slurry. Lo slurry è definito come matrice determinata dalla miscelazione tra rifiuto solido e rifiuto liquido (percolato e/o acqua recuperata internamente dall'impianto in caso di parziale o totale indisponibilità di percolato), con aggiunta di additivo opportunamente dosato. Al fine di costituire tale matrice, il rifiuto solido, stoccato nell'area di deposito, deve essere avviato ad operazioni di pretrattamento e macinazione (operazioni R12), allo scopo di ottenere un materiale di congrue caratteristiche per la successiva operazione di miscelazione con la matrice liquida. Il processo di Ossidazione Termica è rappresentabile come una "macchina termica a riempimento", vale a dire che la quantità di combustibile che deve essere alimentato è quello in grado di saturare ("riempire") la capacità termica del processo (a pieno regime) e, quindi, fornire un input termico all'impianto pari a circa 30 MW termici (sviluppati complessivamente dalla combustione). Sulla base di tale fondamentale presupposto, la quantità di slurry (l'effettivo combustibile del processo) alimentato è funzione del suo PCI ed è determinato secondo l'equazione:

$$Portata\ slurry = \frac{Capacità\ termica\ nominale\ (MWt)}{PCI_{slurry}}$$

La quantità di slurry così determinata governa in cascata le quantità massime di rifiuto solido (o miscela di rifiuti solidi) e rifiuto liquido che devono essere processate per la formulazione del suddetto slurry. Premesso che la ricetta di formulazione dello slurry prevede la miscelazione di una matrice solida ed una liquida in rapporto tale da costituire una corrente con contenuto complessivo di acqua pari al 52 % w/w, le quantità da impiegare saranno:

- Per il rifiuto solido o miscela di rifiuti solidi (post-pretrattamento e macinazione) funzione del PCI e dell'umidità della stessa matrice solida complessiva
- Per il rifiuto liquido funzione dell'umidità e della quantità di matrice solida impiegata per la formazione dello slurry.

Quanto appena descritto costituisce il criterio di valutazione che permette di delineare ogni scenario di alimentazione, sia che preveda uno solo rifiuto solido sia che ne preveda più di uno (miscela di rifiuti solidi) da avviare a trattamento, determinandone i quantitativi necessari.

A tal proposito, i possibili scenari di alimentazione possono classificarsi all'interno di due macro-casistiche:

- Alimentazione costituita da percolato e singolo rifiuto solido, per ogni singolo CER di rifiuto solido richiesto in autorizzazione
- Alimentazione costituita da percolato e due o più rifiuti solidi tra quelli previsti in autorizzazione.

La casistica 1, in quanto la più generale, è stata presa come riferimento nella determinazione della Tabella 2/1A. Il criterio di valutazione adottato prevede di determinare il quantitativo teorico massimo annuo per ogni rifiuto solido ammesso all'installazione, supponendo che lo stesso sia alimentato singolarmente e tale da saturare la capacità termica dell'impianto. Il set di valori così ottenuti permette di:

- definire i massimi quantitativi ammissibili all'installazione per ogni codice EER, e da questi, il massimo quantitativo di rifiuto solido ammissibile richiesto in autorizzazione;
- definire i limiti di esistenza di ogni possibile scenario di alimentazione che preveda il mix di due o più rifiuti solidi da avviare a trattamento di Ossidazione Termica (macro-casistica 2), e cioè i valori massimi entro i quali rientrano ogni singolo rifiuto solido per comporre la miscela.

Relativamente al secondo punto, considerando, a titolo di esempio, di avviare a trattamento una miscela di due rifiuti solidi (A e B), la tabella in questione indica che, per comporre tale miscela, il quantitativo di rifiuto A assumerà un valore inferiore al suo massimo, e così anche il quantitativo di rifiuto B. In base a quanto sopra esposto ne deriva una “modulazione” quantitativa che non può che risultare generica pur senza eccedere mai i quantitativi riportati in Tabella 2/1A.

Gli stessi criteri utilizzati per valutare le quantità massime trattabili nell’impianto sono impiegati anche per la determinazione dei massimi stoccaggi istantanei richiesti all’interno dell’area di stoccaggio all’interno del capannone (isola funzionale IF01).

I massimi stoccaggi istantanei sono definiti come i quantitativi necessari alla produzione di slurry da alimentare in continuo al processo di Ossidazione Termica, operante a pieno regime per tre giorni. I valori identificati per ogni rifiuto solido sono ottenuti, anche in questo caso, supponendo che lo stesso sia alimentato singolarmente all’impianto. Nella tabella 2/1B per ogni rifiuto il massimo quantitativo in stoccaggio istantaneo, ed il relativo massimo quantitativo di percolato necessario alla formulazione dello slurry.

QUANTITATIVI MASSIMI IN STOCCAGGIO ISTANTANEO				
CER	Descrizione	Provenienza	Massimo rifiuto solido	Massimo percolato per formulazione slurry
			t	t
19.12.12	Altri rifiuti (compresi materiali misti) prodotti dal trattamento meccanico dei rifiuti, diversi da quelli di cui alla voce 19 12 11	Scarti (fine linea) piattaforme MULTI	707	471
19.12.12		Scarti (fine linea) piattaforme carta	794	612
19.12.12		Sottovaglio non biostabilizzato	1400	115
19.12.12		Scarti da biodigestore (da preselezione FORSU)	1400	60
19.05.01	Parte di rifiuti urbani e simili non destinata al compost	Sottovaglio biostabilizzato	1130	579
19.05.03	Compost fuori specifica		1130	579
19.12.10	Rifiuti combustibili (combustibile da rifiuti)	Sopravvaglio	785	752
19.06.04	Digestato prodotto dal trattamento anaerobico di rifiuti urbani	Digestato da biodigestore anaerobico	1362	57

Tabella 2/1B - Quantitativi massimi in stoccaggio istantaneo previsti per ogni rifiuto solido autorizzato e relativo massimo quantitativo di percolato da impiegare per la formulazione dello slurry.

Si ribadisce che i quantitativi riportati per ogni codice EER in tabella sono indicativi dello stoccaggio da prevedere per il singolo rifiuto per far fronte all’alimentazione della sezione di trattamento termico dell’installazione per **3 giorni a pieno regime**. Tali quantitativi, dunque, non costituiscono un vincolo sul quantitativo stoccabile di ogni singola matrice in un dato momento, che, difatti, è subordinato all’effettiva disponibilità e/o alle esigenze operative di alimentazione dell’impianto.

Resta fermo, invece, che l’unico limite allo stoccaggio istantaneo o di ogni singolo rifiuto (se presente da solo) o per miscela di rifiuti, è definito dalla capacità di conferimento in area di stoccaggio, pari a **1400 t**, applicabile o al complesso di rifiuti presenti in baia o al singolo rifiuto se questo è l’unico ad essere effettivamente stoccato.

L’ultima colonna della Tabella di cui sopra ha la finalità di riportare il quantitativo di percolato necessario all’avviamento di ogni matrice di rifiuto solido alla formulazione dello slurry. Nessuno dei valori riportati definisce, dunque, il massimo stoccaggio istantaneo del percolato, che invece ammonta alla capacità complessiva dei serbatoi previsti ed è pari a 100 m³.

Il processo risulta l'unico caso al mondo di applicazione industriale della ossi-combustione flameless in pressione. La tecnologia ha dimostrato una accentuata flessibilità nel trattamento di una grande varietà di materiali (combustibili, combustibili di basso rango, rifiuti), mostrando risultati sempre simili, tra cui fumi molto puliti in uscita dal reattore, prima quindi del relativo trattamento, e materiale vetroso inerte che ingloba gli incombustibili.

Il modulo "Flameless Pressurized Oxy-Combustion" (FPO) è costituito da poche semplici operazioni unitarie:

- pretrattamento del materiale
- reattore pressurizzato
- recupero del materiale vetroso
- caldaia pressurizzata
- trattamento fumi.

Il modulo FPO ha in ingresso l'ossigeno tecnico e il materiale da trattare e produce vapore ad alta pressione, materiale vetroso inerte e fumi molto puliti. Il modulo FPO è il cuore di una piattaforma tecnologica, che prevede alcune unità ausiliarie:

- l'unità di produzione dell'ossigeno
- l'unità di produzione di energia elettrica
- l'unità di recupero di CO₂ dai fumi.

Da rilevare che la tecnologia ISOTHERM proposta da OXOCO srl è stata riconosciuta quale nuova BAT nel settore dell'incenerimento rifiuti come risulta dal nuovo BREFs – Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Incineration, pubblicato ufficialmente a dicembre 2019 dalla Commissione Europea e nel quale è ad essa dedicato il paragrafo 6.3 "Flameless Pressurized Oxycombustion" consultabile al link:

https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2020-01/JRC118637_WI_Bref_2019_published_0.pdf

pag. 513, par. 6.3, cap. 6, tra le tecnologie emergenti. Il riconoscimento a "migliore tecnologia disponibile" è stato assegnato all'intero processo e non a singoli componenti o circuiti d'impianto.

La tecnologia ISOTHERM® si pone all'avanguardia in quanto garantisce, oltre alla riduzione del quantitativo di rifiuto esitato in discarica con recupero energetico, anche un recupero della frazione incombustibile del rifiuto trattato con produzione di un materiale vetroso inerte classificabile End of Waste (EoW), che viene impiegato in sostituzione di materia prima vergine, nonché il recupero della CO₂ presente nei gas, (nei quali è contenuta già in concentrazioni superiori all'80%) evitandone l'emissione in atmosfera e producendo gas tecnico con una qualità tale da consentirne la commercializzazione. In più la tecnologia ISOTHERM® garantisce prestazioni ambientali nettamente superiori a quelle degli impianti tradizionali, essendo caratterizzata da livelli di emissioni gassose ampiamente al di sotto dei limiti di legge, con abbattimento, pressoché totale e sicuro in tutte le condizioni di funzionamento, inclusi i transitori, degli inquinanti organici (IPA, Diossine, Furani, PCB) e dei metalli pesanti, il contenimento degli NO_x senza bisogno di trattamenti specifici, e l'assenza praticamente totale di ceneri prodotte (sia fly che heavy ash). I risultati inerenti alle prestazioni della tecnologia ISOTHERM® per il trattamento di rifiuti speciali derivanti dal ciclo dei rifiuti urbani sono stati frutto di una campagna sperimentale condotta nel 2014 presso l'impianto pilota da 5 MW di ITEA S.p.A. sito in Gioia del Colle, impiegando come materiale di test rifiuti provenienti

dall'impianto di trattamento AMIU PUGLIA S.p.A. di Bari. L'impianto in oggetto è costituito da 2 linee con una capacità, ciascuna, 3 volte superiore.

Il processo ISOTHERM®, quale particolare e avanzato processo di ossidazione termica, pur inserito come *Best Available Techniques (BAT) for Waste Incineration*, non è assimilabile ai tradizionali inceneritori per rifiuti solidi, da cui differisce in modo sostanziale prima di tutto per i seguenti aspetti:

- i processi di ossidazione avvengono in pressione, a temperatura alta ed uniforme in tutto il reattore ISOTHERM® (1250-1500 C, condizioni *flameless*), distruggendo (e/o non formando) gli inquinanti organici (IPA, Diossine, Furani, PCB) e fondendo gli incombustibili contenuti nel rifiuto, sequestrandoli dai fumi e segregandoli, attraverso un repentino raffreddamento in acqua, in un prodotto vetroso (eliminando così del tutto il problema delle ceneri)
- ampie evidenze sperimentali sul pilota dimostrativo da 5 MWt hanno evidenziato costantemente che, in condizioni "flameless", una volta assicurata la temperatura voluta in camera di combustione e la condizione di eccesso Ossigeno sopra lo stechiometrico, è assicurata la prestazione di combustione totale dei combustibili con ridottissime emissioni nel gas, già all'uscita dal reattore, così come la prestazione di fusione e separazione qualitativa dell'incombustibile fuso ed esitazione sotto forma di perle vetrificate inerti. Ancor più importante, le prestazioni ambientali sono costanti al variare del carico termico all'impianto, azzerando così i problemi dei transitori, e sono ottenute anche a fronte di una alimentazione fortemente eterogenea ed ampiamente fluttuante come quella dei Rifiuti Urbani;
- il punto sopra rappresenta l'inusuale opportunità di poter attuare un software di controllo del processo in tempo reale, autodiagnostico e con interventi diretti in campo, automazione avanzata e secondo criteri di "automazione intelligente";
- come comburente si utilizza ossigeno tecnico anziché aria (*oxy-combustion*), riducendo così il volume degli effluenti totali, rendendoli idonei al recupero di CO₂ commerciale;
- a conferma industriale dei dati di letteratura sull'ossi-combustione pressurizzata, il trattamento senza fiamma risulta al vertice dell'efficienza di recupero termico (>95% perché recupera anche una parte del calore di condensazione dell'acqua di processo) e permette di produrre vapore ad alto contenuto energetico (520°C e 80 bar-a) totalmente sfruttato nella turbina a vapore commerciale (efficienza elettrica 38% lorda) ;
- non c'è accumulo di materiale incombusto nel combustore, per cui sono possibili variazioni di carico in tempo reale ed un arresto istantaneo. Anche una fermata di emergenza non comporta nessun picco né aumento dei valori di emissione;
- il processo di post-trattamento dei gas emessi è limitato all'eliminazione dell'acidità e delle tracce di polveri residue, grazie anche al fatto che i gas in uscita dal combustore non contengono inquinanti organici, ed è attuato con un processo di assorbimento multistadio ad umido, con fase di esaurimento molto spinta (grazie al multistadio), allineando così anche questi ultimi residui di inquinanti ai bassissimi livelli degli altri, molto al di sotto dei limiti di legge, e che per sua natura tecnica facilita enormemente le problematiche di controllo delle emissioni al variare del carico di composti acidi;
- la tecnologia senza fiamma non richiede prelievi di acqua (l'impianto è produttore netto di acqua recuperata), e le correnti di effluente liquido di FGC-neutralizzazione sono riciclate/riutilizzate;
- vantaggi addizionali sono legati al ridotto ingombro dell'impianto, nonché l'alimentazione del rifiuto solido come dispersione in acqua/percolato, riducendo i problemi legati a polverosità ed odori, e riuscendo a trattare contestualmente anche il percolato derivante da biostabilizzazione dei rifiuti solidi urbani.

In tema rischi, si osserva che nessuna parte di impianto tratta materiale combustibile secco. Anche la parte a monte della formazione slurry tratta rifiuto ad alto contenuto di umidità totale (i.e. 40-60% a seconda del grado di stabilizzazione), senza trattamenti preliminari, con emissioni di polveri molto ridotte, ovvero a concentrazione in aria molto al di sotto del limite di pericolo. Circa l'aria di contenimento dei mulini (3 mm), anche lì c'è evidenza, in base a prove sperimentali dirette, che il rifiuto entra umido nel mulino perdendo una parte modesta dell'umidità, e ne esce macinato, ma ancora con un alto contenuto di umidità totale. L'aria di macinazione risulta pertanto anch'essa con concentrazioni di polveri molto al di sotto del limite di pericolo.

Infine, gli ulteriori vantaggi in comune con altri impianti tradizionali sono:

- elevato recupero energetico (>95%) mediante produzione di vapore e utilizzo di questo in turbina (ciclo Rankine)
- trattamento di elevate quantità di rifiuto, che viene così "sottratto" al conferimento in discarica.

Un impianto analogo è stato già autorizzato in Puglia mediante procedimento regionale VIA – AIA coordinata con Determinazione del dirigente Sezione Autorizzazioni Ambientali n. 7 del 25/01/2018, pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Puglia (BURP) n. 17 del 01/02/2018.

Per l'allestimento dell'impianto, in virtù della conformazione dell'area disponibile, sono necessarie opere significative di ingegneria ambientale e civile tra cui:

- Muri di contenimento in terra rinforzata sul lato Sud e sul lato Est.
- Berlinese a sostegno della viabilità di transito sul lato Nord
- Scavi e riporti per la regolarizzazione del piano di appoggio
- Adeguamento della strada di accesso con raccordi alla viabilità prevista con i progetti di Legoli 3 e del biodigestore anaerobico
- Capannone prefabbricato di 3200 m² per l'accettazione dei rifiuti e la preparazione dello slurry con sistemi di pompaggio. Il capannone sarà sede anche di spogliatoi, uffici e, sulla sommità, ospiterà sia il biofiltro per il trattamento dell'aria che pannelli solari.
- Strutture metalliche e altre strutture prefabbricate a supporto dei macchinari dell'impianto di trattamento nelle diverse isole funzionali
- Reti idrauliche e impianto di trattamento acque di prima pioggia
- Opere di urbanizzazione (alimentazione elettrica, cabine di trasformazione, illuminazione esterna e interna alle strutture, reti logiche e funzionali)
- Reti di adduzione del percolato e del biogas dalla discarica
- Impianto antincendio
- Piazzali e viabilità interna
- Opere a verde

Nella Figura 2/1 si riporta l'ubicazione dell'impianto



Figura 2/1 -Inquadramento dell'impianto

Per una visione di insieme e di interesse generale si rimanda agli elaborati:

- **GEN-RT-020** – Relazione Topografica
- **GEN-EG-010** – Stato attuale – Planimetria generale
- **GEN-EG-020** – Stato di progetto – Planimetria generale
- **GEN-EG-030** – Stato di progetto – Dettagli e sezioni ambientali
- **GEN-EG-040** – Stato di progetto – Rendering
- **CPR-RT-010** – Tempi e modalità di realizzazione e messa a regime
- **CPR-EG-010** – Cronoprogramma dei lavori

2.1. INQUADRAMENTO NEL PRB VIGENTE

Il Piano regionale di gestione dei rifiuti e bonifica dei siti inquinati (PRB) è stato approvato con Deliberazione del Consiglio regionale del 18 novembre 2014, n. 94 e va a sostituire il precedente, dopo oltre un decennio, per recepire la profonda revisione avvenuta nel periodo sia nella normativa europea (nuova direttiva quadro, 2008) che nella normativa nazionale e regionale. Il PRB si configura come un piano diretto a minimizzare il consumo di risorse e materiali, puntando alla chiusura del ciclo di gestione dei rifiuti attraverso la loro re-immissione nei processi produttivi, agronomici ed energetici; si propone altresì di garantire un continuo monitoraggio e risanamento dei siti inquinati al fine di poterli restituire all'uso pubblico e privato.

In relazione agli indirizzi strategici, il piano sceglie di operare in discontinuità rispetto al passato, avanzando proposte improntate al rispetto della sostenibilità ambientale e, al tempo stesso, a un forte impulso verso lo sviluppo economico, in quanto:

- persegue in via prioritaria strategie orientate al riciclo della materia e al recupero anche energetico, attraverso la promozione di politiche industriali finalizzate a sviluppare nuovi settori produttivi nell'ambito dell'economia verde;
- afferma un ruolo più incisivo di governance per la Regione, in collaborazione con le Autorità d'ambito e con gli enti locali, per migliorare l'efficienza organizzativa del sistema di gestione, attraverso l'individuazione di gestori unici capaci di generare sinergie ed economie di scala e di scopo;

- promuove l'adeguamento e l'ammodernamento dell'assetto impiantistico, anche attraverso la riconversione degli impianti esistenti, così da garantire una maggiore valorizzazione dei rifiuti differenziati e non; promuove altresì il ridimensionamento delle disponibilità impiantistiche necessarie per la gestione dei flussi dei rifiuti previsti, qualora risultino capacità di trattamento in eccesso;
- sceglie una programmazione della gestione dei rifiuti speciali e pericolosi orientata a garantire la salubrità dei territori e la competitività delle imprese toscane, insieme al rafforzamento del ruolo della Regione in materia di bonifiche, al fine di operare efficacemente per la restituzione agli usi legittimi delle aree contaminate.

L'intera architettura del piano si fonda sulla consapevolezza che il rifiuto è una risorsa. Il recupero delle risorse contenute nei rifiuti, il loro reinserimento nel circuito economico secondo il concetto di "economia circolare", la riduzione degli sprechi e dei prelievi di flussi di materia, contribuiscono infatti al raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità economica e ambientale, coerentemente con la Direttiva comunitaria n. 98 del 2008, articolo 4, di gestire i rifiuti secondo un preciso ordine di priorità, che si pone come obiettivo finale quello di minimizzare lo smaltimento in discarica, attraverso priorità successive.

In relazione ai rifiuti urbani, particolare attenzione viene posta all'autosufficienza in tema di smaltimento, alla razionalizzazione dei flussi tra le aree della regione, all'efficienza impiantistica, all'efficacia e alla qualità del sistema di gestione del servizio nonché al miglioramento della qualità delle raccolte differenziate finalizzata al riciclo. Questa serie di attività è necessaria a porre le basi per un generale ammodernamento del sistema di gestione dei rifiuti in una prospettiva di più lungo periodo.

Con riferimento agli obiettivi specifici e alle linee di intervento per l'attuazione della strategia per la gestione dei rifiuti, il PRB punta all'uso efficiente delle risorse naturali, alla riduzione della generazione di scarti e al reimpiego di tutti i rifiuti prodotti in nuovi usi ed attività, attraverso il riutilizzo, il riciclo industriale e agronomico e, in subordine, il recupero energetico.

La Regione Toscana si era posta l'obiettivo di arrivare, nel 2020, ad un tasso complessivo di recupero di oltre l'80% dei rifiuti urbani prodotti attraverso il riutilizzo, il riciclo industriale e il recupero agronomico o energetico, in particolare:

- almeno il 70% di raccolta differenziata, per conseguire un effettivo avvio al riciclo (al netto degli scarti) di almeno l'85% della raccolta differenziata (che corrisponde al 60% del totale dei rifiuti urbani); tra le azioni previste si evidenzia che, al fine di migliorare la qualità delle frazioni e ridurre i costi di trattamento, la raccolta degli imballaggi deve essere progressivamente convertita in due tipi di raccolta: quella monomateriale del vetro e quella multimateriale leggera, costituita da rifiuti di imballaggi in plastica e lattine;
- una quota pari a circa il 20% di recupero energetico dai rifiuti urbani, oltre a eventuali scarti da valorizzazione della RD;
- una quota pari al massimo al 10% di rifiuti urbani residui trattati e stabilizzati avviati a smaltimento in discarica oltre a eventuali scarti da valorizzazione della RD.

L'incremento della capacità di recupero interno costituisce, come già sottolineato, un'occasione di sviluppo di nuove filiere industriali: quella della preparazione al riciclo, quella della meccanica specializzata e quella della rilavorazione finale. Gli investimenti in quest'ambito di attività sono peraltro caratterizzati da un forte tasso di manodopera e da una quota elevata di occupazione specializzata e di ricerca. Sarà dunque incentivata la realizzazione degli impianti necessari a

garantire il trattamento dei rifiuti dei principali distretti e poli industriali, con il fine principale di valorizzare i rifiuti prodotti e promuovere il loro recupero.

L'Allegato di Piano n. 4 riporta i Criteri localizzativi di nuovi impianti di smaltimento e di recupero dei rifiuti, identificando gli specifici criteri per l'individuazione delle aree non idonee alla localizzazione dei nuovi impianti di recupero e di smaltimento dei rifiuti urbani e speciali. Tali criteri sono finalizzati a garantire un congruo inserimento degli stessi sia in relazione alla disciplina territoriale del PIT, sia in relazione ad aspetti specifici del contesto territoriale e ambientale di riferimento (es. presenza di vincoli e invarianti).

Gli stessi criteri localizzativi individuano inoltre i luoghi adatti al trattamento dei rifiuti che, secondo quanto disposto dall'art. 196 comma 3 del D.Lgs. 152/2006, vedono privilegiare, in via generale, la realizzazione di impianti di smaltimento e recupero in aree industriali, compatibilmente con le caratteristiche delle aree medesime, incentivando le iniziative di auto-smaltimento.

Gli elementi che sono stati considerati dal PRB per la localizzazione degli impianti di gestione dei rifiuti sono riassumibili in vincolo paesaggistico, vincolo storico ed archeologico, vincolo ambientale e tutela del territorio rurale, pericolosità idrogeologica, protezione delle risorse idriche, altri vincoli ed elementi da considerare ed, infine, elementi preferenziali.

Con riferimento al caso di studio, il PRB afferma che gli impianti a tecnologia complessa (selezione e produzione compost/CDR, compostaggio, digestione anaerobica, ecc.) e gli altri impianti di recupero o smaltimento diversi da quelli citati (incenerimento, discariche, trattamento veicoli fuori uso, etc.) non devono ricadere in aree di notevole interesse pubblico in, aree individuate come "invarianti strutturali" a valenza ambientale definiti dagli strumenti della pianificazione e dagli atti di governo del territorio, in parchi e riserve provinciali nonché altre aree sottoposte al regime di riserva naturale o integrale, in aree classificate dai piani strutturali, dai piani regolatori generali o dai piani di assetto idrogeologico a pericolosità idraulica molto elevata, in zone di rispetto da punti di approvvigionamento idrico, stradale, autostradale o di gasdotti, oleodotti, elettrodotti, ecc, e in ogni altra area esclusa dagli strumenti di pianificazione del territorio.

Nel caso di localizzazione di impianti in aree idonee, costituiscono poi criteri preferenziali per la positiva valutazione:

- aree a destinazione industriale (aree artigianali e industriali esistenti o previste dalla pianificazione comunale) o a servizi tecnici o contigue alle stesse e a destinazione agricola per gli impianti di compostaggio;
- aree vicine agli utilizzatori finali;
- baricentricità del sito rispetto al bacino di produzione e al sistema di impianti per la gestione dei rifiuti;
- dotazione di infrastrutture;
- impianti di recupero rifiuti già esistenti;
- localizzazione in aree bonificate o messe in sicurezza o adiacenti a discariche;
- possibilità di trasporto intermodale dei rifiuti raccolti nelle zone più lontane dal sistema di gestione dei rifiuti;
- preesistenza di reti di monitoraggio per il controllo ambientale;
- viabilità d'accesso esistente o facilmente realizzabile, disponibilità di collegamenti stradali e ferroviari esterni ai centri abitati.

Premesso quanto sopra, è stato effettuato l'esame di conformità dell'area di intervento con i suddetti criteri di localizzazione, con lo scopo di **valutare eventuali criticità** e, se necessario, mettere in atto azioni di mitigazione dei potenziali impatti connessi.

Nell'elaborato **SIA-RT-010** viene descritta una puntuale verifica dei criteri previsti dall'allegato 4 al **PRB** per le attività di gestione rifiuti svolte nell'impianto, facendo, ove necessario, riferimento alla cartografia tecnica sviluppata a supporto dell'analisi svolta, nonché una valutazione delle eventuali criticità emerse e, se necessario, la previsione di interventi di mitigazione dei potenziali impatti evidenziati.

2.2. NUOVO PIANO REGIONALE DI GESTIONE RIFIUTI

Nel marzo 2023 è stato adottato il Piano Regionale di gestione dei Rifiuti e Bonifica dei siti inquinati – Piano Regionale di Economia Circolare. Come si legge nel Rapporto Ambientale, *“Il Piano viene proposto come naturale evoluzione di un percorso delineato e avviato nel 2014 con l'entrata in vigore del vigente Piano di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati. La normativa nazionale e regionale prevede l'aggiornamento periodico del Piano di gestione dei rifiuti, ma le importanti innovazioni legislative comunitarie intervenute dopo l'approvazione del Piano vigente nonché i rilevanti e rapidi cambiamenti nella realtà socioeconomica e ambientale che hanno caratterizzato gli ultimi anni, non solo richiedono l'aggiornamento del Piano vigente agli obiettivi contenuti nei decreti di recepimento delle direttive UE “economia circolare” (d.lgs.116/20208, d.lgs.118/2020, d.lgs.119/2020, d.lgs.121/2020 riportate in dettaglio nell'inquadramento normativo), ma impongono di ripensare al concetto di “gestione dei rifiuti” e concepire un modello complesso che punti a recuperare tutta la materia possibile, nell'ottica di creare un'industria del riciclo con impatti positivi in termini ambientali, ma anche sociali ed economici. Nonostante il Piano vigente sia stato adottato prima dei più recenti indirizzi comunitari e nazionali, il suo contenuto ne anticipa i concetti e in parte gli obiettivi e già si pone importanti traguardi di stabilizzazione nella produzione dei rifiuti, di incremento delle raccolte differenziate e di riduzione dei rifiuti indifferenziati da conferire negli impianti di smaltimento”*.

Tra i diversi obiettivi prefissati dal Piano, vi è anche quello di garantire che lo smaltimento in discarica non superi il 10% dei rifiuti urbani prodotti al 2035 così come prescritto dalle direttive europee ed il recepimento nella normativa Nazionale.

Secondo quanto previsto dal Piano, la gestione dei rifiuti *“va orientata verso le opzioni più virtuose di trattamento per raggiungere l'obiettivo del 65% di riciclo di materia al 2035”* riguardando, su tutto il territorio regionale, il raggiungimento dell'obiettivo di lungo periodo dell'80-85% di raccolta differenziata nel 2035 *“che non può essere disgiunto dal miglioramento della sua qualità, e sarà perseguito anche con l'estensione degli obblighi e l'ulteriore implementazione delle raccolte separate dei rifiuti organici, tessili e domestici pericolosi, nonché dei RAEE (rifiuti da apparecchiature elettriche ed elettroniche), dei rifiuti ingombranti e assorbenti, anche prevedendo il rafforzamento dei centri di raccolta e di ulteriori sistemi di raccolta dedicati e di prossimità”*.

Per raggiungere questi ambiziosi obiettivi di lungo periodo al 2035, il Piano si propone di incrementare la raccolta differenziata al 75% del rifiuto urbano prodotto all'anno 2028 sviluppando anche la tariffazione puntuale.

Il Progetto dell’Impianto di Ossidazione termica flameless risponde pienamente agli indirizzi e agli obiettivi di Piano là dove si delineano gli scenari di chiusura del ciclo gestionale con recupero di materia/energia. Nel Piano, infatti, si legge che

- *“è di fondamentale importanza quanto sarà sviluppato sul territorio tra gli interventi prospettati in risposta alla richiesta di “Manifestazione d’Interesse”; il quadro dell’offerta impiantistica che si è delineata costituirà elemento essenziale del “Quadro esclusivamente conoscitivo” in termini di impiantistica di riferimento da implementare durante il periodo di vigenza del Piano, per i flussi di rifiuti per i quali deve essere garantito il destino finale a trattamento/smaltimento (...).La molteplicità delle proposte avanzate è, sia in termini dimensionali che tipologici, potenzialmente in grado di fornire risposte coerenti con l’obiettivo del contenimento dei rifiuti a smaltimento in discarica. La strategia gestionale messa in campo dal “Piano per l’Economia Circolare” mira alla realizzazione di impianti prioritariamente orientati al recupero di materia e al riciclo; i nuovi impianti affiancheranno l’impiantistica di recupero energetico.”*
- *Dovrà essere perseguita l’autosufficienza nella gestione dei rifiuti urbani attraverso un’omogenea distribuzione territoriale degli impianti sul territorio nel rispetto del “principio di prossimità” e di equa distribuzione dei carichi ambientali comunque associati alla presenza di impianti; l’autosufficienza sarà da conseguire tendenzialmente a livello di ATO anche grazie alle proposte derivanti dalla “Manifestazione d’interesse” o di altre iniziative di libero mercato. Il Piano prefigurerà pertanto un sistema gestionale integrato a scala regionale che veda all’occorrenza e motivatamente il complesso dell’impiantistica a servizio di tutti i territori con riferimento principale all’impiantistica per la chiusura del ciclo gestionale.*
- *Lo smaltimento in discarica è, in base alla normativa, l’ultima opzione della gerarchia dei rifiuti. Il Piano regionale di gestione dei rifiuti prospetta un percorso di progressivo avvicinamento all’obiettivo normativo di smaltimento in discarica al 2035 di non più del 10% della produzione di rifiuti urbani, traguardando, già al 2027, l’obiettivo di smaltimento in discarica di non più del 19% in peso del totale dei RU prodotti.*

L’impianto di Ossidazione termica flameless consente di recuperare materia (acqua, CO₂, vetro) da rifiuti che diversamente sarebbero destinati alla discarica autosostenendosi energeticamente e chiudendo il ciclo dell’ATO Toscana Costa.

Nella Tabella 2.2/1 si riportano gli obiettivi generali e quelli specifici inseriti nel Piano.

OBIETTIVI GENERALI	OBIETTIVI SPECIFICI
Riduzione della produzione di rifiuti	<ul style="list-style-type: none"> • Contenimento della produzione dei RS • Riduzione produzione pro - capite RU
Massimizzazione di riciclo e recupero-RU	<ul style="list-style-type: none"> • Minimizzazione del RUR prodotto • Massimizzazione delle quantità intercettate con RD • Miglioramento della qualità delle RD • Minimizzazione degli scarti da selezione/riciclaggio RD • Potenziamento dei servizi di raccolta con estensione del pap • Potenziamento della rete dei centri di raccolta
Massimizzazione di riciclo e recupero-RS	<ul style="list-style-type: none"> • Contenimento della produzione dei RS • Incremento dell'avvio a recupero dei RS • Prossimità nella gestione dei RS
La chiusura del ciclo gestionale RU: Recupero di materia / Recupero di energia	<ul style="list-style-type: none"> • Ottimizzato utilizzo impiantistica esistente di recupero energetico • Realizzazione della "nuova impiantistica EC" • Realizzazione di impiantistica per il recupero di energia e materia per la FORSU
Ottimizzazione gestionale	<ul style="list-style-type: none"> • Corretta destinazione dei flussi a recupero • Razionalizzazione dell'impiantistica • Garanzia della sostenibilità del sistema di smaltimento • Autosufficienza gestionale di ATO • Contenimento dei costi gestionali
Riduzione dello smaltimento finale	<ul style="list-style-type: none"> • Marginalizzazione del conferimento a discarica • Azzeramento dei rifiuti biodegradabili in discarica

Tabella 2.2/1 – Obiettivi generali e specifici del nuovo Piano

Il contributo che l’Impianto di Ossidazione termica con tecnologia flameless potrà dare al raggiungimento degli obiettivi del Piano Regionale appare ancora più evidente là dove si affrontano gli scenari evolutivi delle quantità di rifiuto non valorizzabile e da avviare a smaltimento in discarica. Il Piano evidenzia l’esigenza di un cambio di passo, anche a livello impiantistico, per ridurre drasticamente entro il 2028 i quantitativi di rifiuti smaltiti in discarica (da 900.000 tonnellate circa nel 2022 a 400.000 tonnellate nel 2028).

Le Figure 2.2/1 e 2.2/2 illustrano, nell’orizzonte di Piano, il fabbisogno di recupero per la “chiusura del ciclo” a confronto con l’impiantistica installata e, nel 2028, con la “nuova impiantistica di mercato per EC” di futura realizzazione (rappresentata, nell’istogramma relativo allo scenario programmatico, con la colorazione verde); tale impiantistica, presente nello scenario programmatico, permetterà di rispondere pienamente ai fabbisogni di recupero, fabbisogni di recupero, fino a quel momento solo parzialmente soddisfatti.

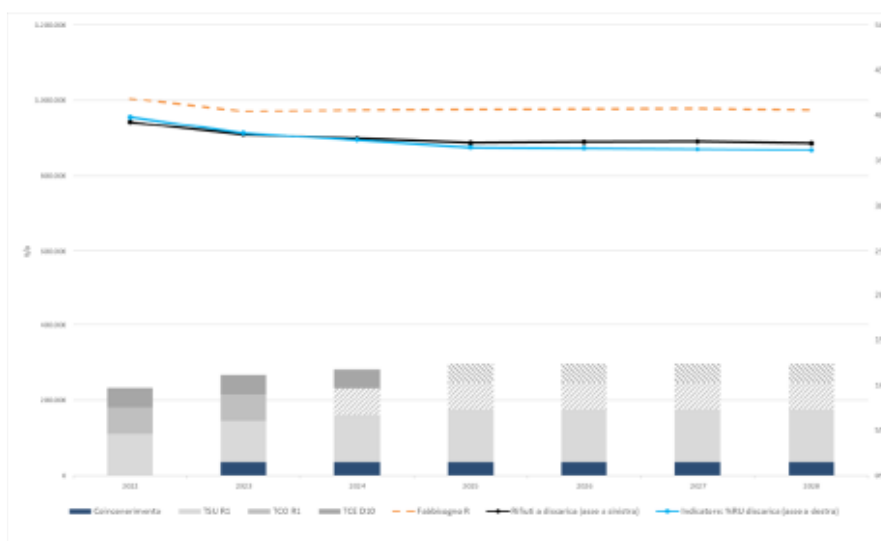


Figura 2.2/1 – Scenario Inerziale: potenzialità dell’impiantistica di “chiusura del ciclo” a confronto con il fabbisogno di recupero nel periodo di Piano

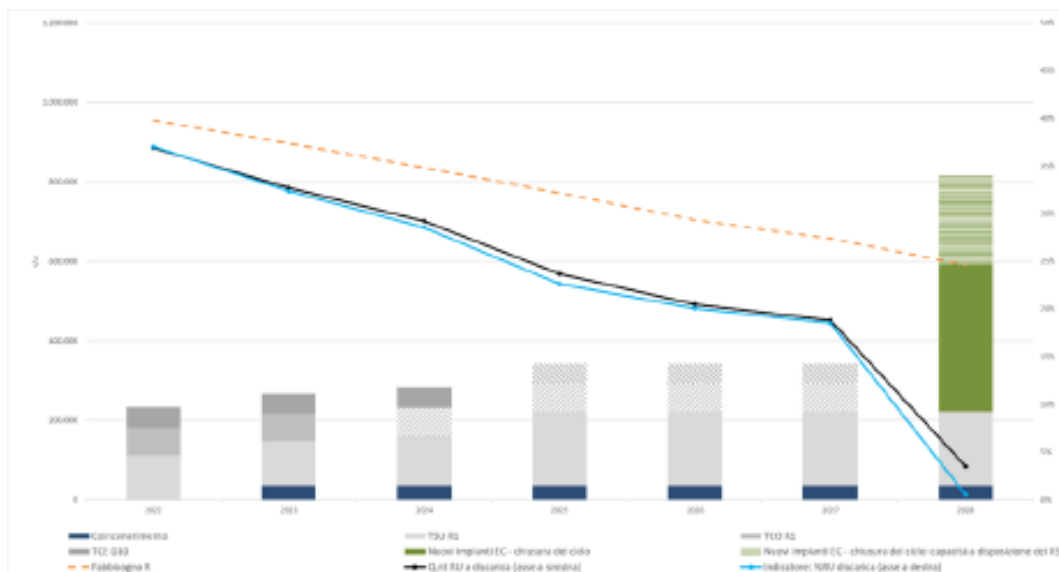


Figura 2.2/2 – Scenario Programmatico: potenzialità dell’impiantistica di “chiusura del ciclo” a confronto con il fabbisogno di recupero nel periodo di Piano

Nella Figura 2.2/3 si riporta il diagramma a blocchi che caratterizza lo schema di flusso nello scenario programmatico a cui l'impianto di Ossidazione termica flameless, distraendo oltre 160.000 t/anno di rifiuti allo smaltimento in discarica, contribuirà in maniera determinante.

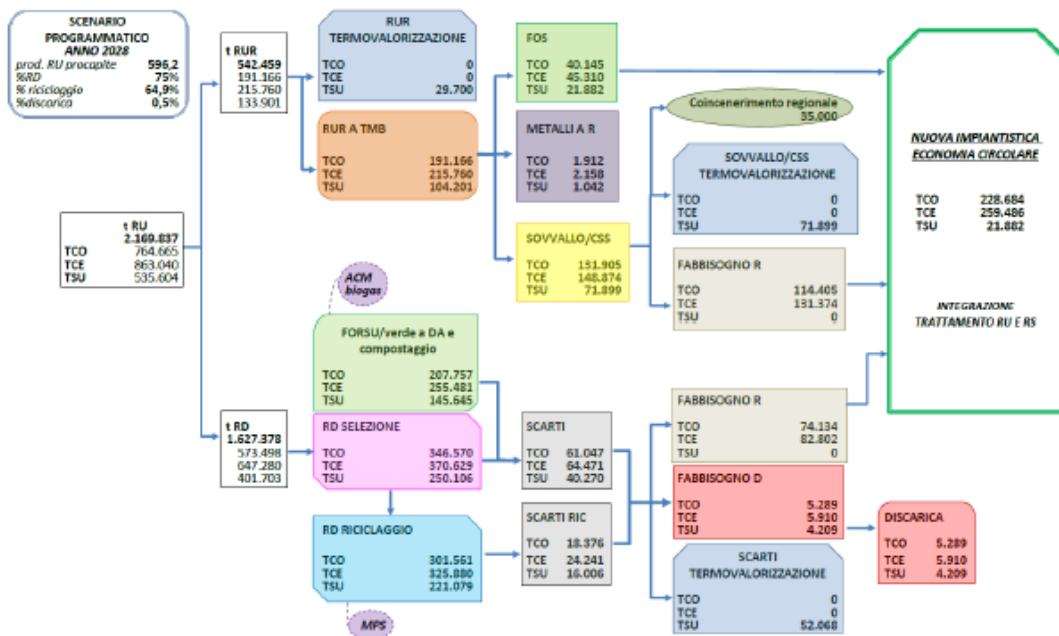


Figura 2.2/3 – Scenario Programmatico: diaframma dei flussi

Nella Figura 2.2/4 – si riporta, nello scenario inerziale e quello programmatico, la disaggregazione dei flussi suddivisi per ATO di competenza.

ATO	Sc. Inerziale	Sc. Programmatico
	RUR	
TCO	275.381	191.166
TCE	310.809	215.760
TSU	192.889	133.901
	RD	
TCO	511.422	573.498
TCE	577.217	647.280
TSU	358.222	401.703
	FORSU	
TCO	136.161	148.540
TCE	167.439	182.661
TSU	95.454	104.132
	verde	
TCO	43.567	59.217
TCE	53.575	72.820
TSU	30.542	41.513
	imballaggi	
TCO	206.047	224.752
TCE	253.774	276.852
TSU	143.796	156.785

Figura 2.2/4 – Scenari a confronto: diaframma dei flussi suddivisi per ATO

Gli obiettivi del Piano regionale dell'economia circolare (Prec), prendono spunto dalla "Informativa preliminare ai sensi dell'articolo 48 dello Statuto regionale", dal "Documento di avvio del procedimento ai sensi dell'articolo 17 della legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 - Norme per il governo del territorio", che definisce il quadro generale di riferimento e individua gli obiettivi generali del nuovo strumento di pianificazione per la gestione dei rifiuti e per la bonifica delle aree inquinate, nonché dalle risoluzioni del Consiglio regionale n. 173 e 175 approvate nel corso della seduta del 23 febbraio 2022, . L'impianto di Ossidazione termica flameless in progetto risponde pienamente anche a questi indirizzi in quanto:

- *"promuovere l'economia circolare e una gestione sempre più sostenibile dei rifiuti, mettendo in campo ogni azione utile volta ad aumentare la raccolta differenziata fino all'80 per cento e il riciclo della materia fino al 65 per cento entro il 2030, lavorando alla creazione di filiere produttive incentrate sui rifiuti come risorsa, riducendo al massimo la presenza di termovalorizzatori e discariche e favorendo la riconversione tecnologica degli impianti esistenti"* (**Risoluzione 173 – punto 1**). L'ubicazione dell'Impianto nel polo industriale di Legoli consente, oltre al recupero di materia e alla chiusura virtuosa del ciclo, di alimentarsi del biogas della discarica di Legoli e di utilizzare il percolato quale matrice liquida per la preparazione dello slurry.
- *"ribadire la contrarietà all'apertura di nuove discariche, programmando una progressiva riduzione del numero di quelle attive che porti la Toscana a raggiungere gli obiettivi comunitari nel più breve tempo possibile"*. (**Risoluzione 173 – punto 2**). L'impianto è dedicato al recupero delle frazioni non diversamente valorizzabili e oggi destinati allo smaltimento in discarica.
- *"prevedere un'adeguata dotazione impiantistica basata su tecnologie green e pienamente affidabili, anche tenendo conto degli esiti e degli orientamenti che emergeranno a seguito dell'avviso pubblico esplorativo, in grado di garantire la piena autosufficienza regionale e dei diversi ambiti e territori della Toscana nella gestione dei rifiuti"* (**Risoluzione 173 – punto 5**). Il progetto è fra quelli ritenuti compatibili agli indirizzi della manifestazione di interesse della Regione Toscana.

- *“prevedere qualsiasi dotazione impiantistica tecnologicamente avanzata in grado di garantire la piena autosufficienza regionale dentro lo sviluppo, programmazione e attuazione del Piano per l’economia circolare e a promuovere la chiusura del ciclo di trattamento dei rifiuti dei diversi ambiti della Toscana mediante logiche compensative tra territori e atte a favorire una equa riduzione dell’imposizione tariffaria” (Risoluzione 175).* La tecnologia dell’ossidazione termica flameless senza fiamma è tecnologicamente molto avanzata e consente per l’intero sistema ATO Costa di gestire con la massima flessibilità rifiuti di varia natura non diversamente valorizzabile con un prevedibile contenimento dei costi complessivi del ciclo.

2.3. PIANIFICAZIONE DI AMBITO IN MATERIA DI RIFIUTI

2.3.1.ATO TOSCANA COSTA

L’ATO Toscana Costa è uno dei tre Ambiti Ottimali della Regione Toscana e rappresenta un Ente Regionale costituito con L.R. n. 69 del 28.12.2011. Svolge funzioni di programmazione, organizzazione e controllo del servizio di gestione dei rifiuti urbani, e comprendente 100 comuni di 4 province Toscane: quelle di Livorno (esclusi i Comuni di Campiglia Marittima, Castagneto Carducci, Piombino, San Vincenzo, Sassetta, Suvereto), Lucca, Massa Carrara e Pisa.

Ai sensi della L.R. n. 69 del 28.12.2011., a decorrere dal 01.01.2012, le funzioni già esercitate, secondo la normativa statale e regionale, dalle autorità di ambito territoriale ottimale di cui all'articolo 201 del D.Lgs. 152/2006 sono quindi state trasferite ai comuni che le esercitano obbligatoriamente tramite l'Autorità servizio rifiuti.

Secondo lo Statuto, l’ATO svolge più nello specifico, le seguenti funzioni:

- *L’Autorità svolge le funzioni di programmazione, organizzazione e controllo sulle attività di gestione di cui all’articolo 32 della l.r.t. 69/201, nonché le funzioni attribuite all’Assemblea e al Direttore generale dagli articoli 36 e 38 della medesima l.r.t. 69/2011.*
- *L’Autorità, nell’esercizio delle funzioni di cui al comma 1, garantisce efficienza, efficacia, economicità e trasparenza nella gestione dei rifiuti urbani, anche attraverso il superamento della frammentazione della gestione all’interno dell’Ambito di competenza.*
- *L’Autorità si dota di strumenti idonei a monitorare e vigilare sull’efficienza e sull’efficacia dei servizi di gestione dei rifiuti urbani in attuazione dei contenuti del contratto di servizio e nel rispetto dei contenuti del piano regionale dei rifiuti di cui all’articolo 9, comma 1, della legge regionale 18 maggio 1998, n.25 (Norme per la gestione dei rifiuti e la bonifica dei siti inquinati).*
- *L’Autorità promuove ogni azione utile al fine di rendere effettiva, in conformità alle norme e ai principi comunitari, la seguente gerarchia in materia di gestione dei rifiuti urbani: a) prevenzione della produzione; b) preparazione per il riutilizzo; c) riciclaggio; d) recupero di altro tipo (ad es. energetico); e) smaltimento. L’Autorità realizzerà ogni azione diretta alla effettiva e rapida attuazione di quanto previsto dagli strumenti di pianificazione vigenti in materia di gestione dei rifiuti urbani. L’Autorità assicura il rispetto di indirizzi ed obblighi da parte del gestore attraverso il Contratto di Servizio.*
- *L’Autorità assicura, altresì, che il soggetto gestore attui i contenuti della carta della qualità del servizio adottata dal gestore nei rapporti con gli utenti, anche riuniti in forma associata, e tutti i principi sull’erogazione dei servizi pubblici contenuti nella normativa di settore.*

Nel Novembre 2020, con delibera n° 12, ATO Toscana Costi e il Gestore Unico **RetiAmbiente S.p.A** del contratto di servizio, hanno sottoscritto il “Contratto di servizio per la gestione integrata dei rifiuti urbani nell’ato toscana costa per il periodo 2021 – 2035” con le seguenti finalità:

1. *L’affidamento secondo lo schema dell’in house providing del Servizio di gestione integrata dei rifiuti urbani, di cui all’art. 183, comma 1, lett. II) del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, (d’ora in poi anche solo “Decreto”) da svolgersi nel territorio dell’Ambito Territoriale Ottimale Toscana Costa, comprendente i Comuni delle province di Massa Carrara, Lucca, Pisa e Livorno, con l’esclusione dei Comuni di Campiglia Marittima, Castagneto Carducci, Piombino, San Vincenzo, Sassetta, Suvereto (d’ora in poi anche solo “ATO”), secondo la scansione temporale di cui al successivo Articolo 7.*
2. *L’affidamento è effettuato garantendo che il Servizio sia rispettoso delle norme di attuazione contenute nel Decreto, di quanto contenuto nel D.T.S., di cui all’Allegato n.1, e venga reso secondo le modalità attuative definite nel Piano Industriale, di cui all’Allegato n. 2 e d’ora in poi definito anche solo “PI”.*
3. *L’Autorità affida in via esclusiva e diretta con modalità in house providing al Gestore, che accetta, il Servizio di gestione integrata dei rifiuti urbani, di cui all’art. 183, comma 1, lett. II) del Decreto (nel proseguo, anche solo “Servizio”).*
4. *Il Servizio ha ad oggetto le attività di cui al successivo Articolo 3, da svolgersi alle condizioni indicate nel presente Contratto e nei relativi allegati;*
5. *Il Gestore si obbliga ad erogare il Servizio nel rispetto di quanto previsto dal Contratto, dalle disposizioni di legge e di regolamento, nonché dagli atti di pianificazione adottati dagli enti pubblici competenti in vigore ratione temporis.*
6. *La Società RetiAmbiente, nel rispetto ed alle condizioni di quanto previsto nel proprio piano industriale, svolgerà il Servizio come specificato al successivo art. 3, direttamente o avvalendosi delle proprie Società Operative Locali (SOL).*

2.3.2.RETIAMBIENTE

RetiAmbiente, come sopra anticipato, è il gestore unico del ciclo integrato dei rifiuti nel perimetro dell’Ambito Territoriale Ottimale (ATO) Toscana Costa. Per dimensioni economico finanziarie e bacino d’utenza è il secondo operatore della Toscana e sesto in Italia nel settore dell’igiene ambientale. E’ una Società per azioni a totale capitale pubblico, partecipata da cento Comuni delle province di Pisa, Livorno, Lucca e Massa Carrara. La Società è strutturata secondo il modello in house providing. RetiAmbiente è la capogruppo di un insieme di società operative locali (cosiddette SOL) controllate integralmente, anch’esse in house providing, sulle quali i Comuni che ne ricevono le prestazioni di servizio possono esercitare il “controllo analogo” secondo quanto previsto dalle norme vigenti e in particolare dal Dlgs. 175/2016 “TUSP”.

La capogruppo esercita le attività tipiche di una holding industriale operativa e in particolare:

- Indirizzo, pianificazione, coordinamento e controllo operativo sulle società operative locali controllate, gestione dei rapporti con ATO per tutto il Gruppo.
- Attività corporate e di supporto – come ad esempio amministrazione, tesoreria e finanza, gare e approvvigionamenti, politiche del personale, ICT e altre attività centralizzate – per garantire uniformità, standardizzazione ed efficacia dalle sinergie di gruppo.
- Proprietà e gestione degli impianti.
- Gestione dei flussi da e per gli impianti.

Mentre le controllate, **società operative locali**, si occupano della:

- Gestione di tutti i servizi d'igiene urbana e ambientale.
- Raccolta e spazzamento dei rifiuti.
- Gestione dei rapporti con il territorio di riferimento specifico.

Attualmente RetiAmbiente opera su **83 Comuni** dei **100 soci**, che rappresentano circa il 70% della popolazione del territorio di riferimento con oltre il 65% della quantità totale di rifiuti prodotti nell'Ambito. Il percorso evolutivo prevede la progressiva integrazione di tutte le altre gestioni del territorio di riferimento di ATO Toscana Costa a partire dal 2022.

Il CDA di RetiAmbiente in data 4 gennaio 2023 ha approvato il Piano Industriale 2023-2035 che costituisce un aggiornamento del Piano Industriale, Strategico, Economico e Finanziario, posto alla base dell'affidamento in "house providing" della gestione del ciclo integrato dei rifiuti effettuato dalla Autorità d'Ambito ATO Toscana Costa a RetiAmbiente il 17 novembre 2020.

Secondo quanto si legge nell'Introduzione al Piano Industriale 2023 *"L'obiettivo strategico di Retiambiente è quello di completare le finalità del "Pacchetto Europeo per l'Economia Circolare" (Direttive UE 850/2018, 851/2018 e 852/2018) con cinque anni di anticipo e quindi, entro il 2030, anziché entro il 2035. Tale anticipazione, rispetto agli obiettivi comunitari europei fissati al 2035, comporterà tangibili vantaggi in termini di riduzione dei costi ambientali, economici e sociali altrimenti da sostenere per ulteriori anni e determinerà un assetto finalmente orientato alla sostenibilità del ciclo dei rifiuti, ad un più efficace contrasto dei processi di cambiamento climatico, ad un più efficiente sistema gestionale e ad un più equo costo sociale, nonché qualificherà il territorio servito dalla Società come attrattivo e competitivo, anche grazie alla virtuosità del ciclo dei rifiuti.*

I principi cardine rilevabili nel Piano sono riconducibili all'incremento costante delle raccolte selettive di rifiuti recuperabili grazie alla diffusione capillare della raccolta domiciliare, dei Centri di raccolta e della tariffazione puntuale.

Secondo quanto si legge nel Piano, *"la fragilità strutturale della Società dipende principalmente dalla totale assenza di impianti di smaltimento di proprietà e dunque dalla sua esposizione alle condizioni di mercato praticate da terzi, a cui si aggiunge l'insufficiente dotazione di moderni impianti intermedi di trattamento dei rifiuti indifferenziati e la totale assenza di impianti di valorizzazione di rifiuti riciclabili. RetiAmbiente non possiede impianti industriali di trattamento, valorizzazione e smaltimento dei rifiuti che raccoglie se non, temporaneamente, il termovalorizzatore di Livorno; perciò, tutti i rifiuti differenziati e riciclabili sono conferiti alle piattaforme del CONAI oppure ceduti a terzi a condizioni di mercato, in particolare i rifiuti organici. RetiAmbiente dispone dell'uso di impianti di trattamento meccanico-biologico (Massarosa, Massa, Rosignano e Peccioli) di proprietà di Consorzi o Società costituiti da Comuni soci di RetiAmbiente. I rifiuti destinati allo smaltimento con recupero di energia sono termovalorizzati a Livorno, in impianto di proprietà la cui autorizzazione scadrà nel mese di ottobre 2023. I rifiuti destinati ad interrimento in discarica sono conferiti ad impianti di ambito (ATO Toscana Costa) di proprietà di terzi. (...) Perciò l'azione della Società deve essere concentrata sul mantenimento e miglioramento della raccolta differenziata e soprattutto, sulla dotazione impiantistica industriale necessaria a garantire il massimo livello di autonomia dei processi di trattamento, valorizzazione e smaltimento dei rifiuti raccolti".*

Fra le linee strategiche del Piano Industriale si intravedono almeno tre ambiti specifici in cui si inserisce la proposta progettuale dell'Ossidatore termico flameless:

1. Archiviare la vecchia generazione di impianti di trattamento meccanico-biologico ed introdurre processi industriali per il recupero di materia dai rifiuti indifferenziati:

L'attuale sistema di trattamento meccanico-biologico (TMB) dei rifiuti indifferenziati è stato introdotto negli anni '90 del secolo scorso e non corrisponde più al fabbisogno impiantistico necessario a sostenere i processi di economia circolare. I TMB costituiscono, oramai, un insopportabile vincolo di sistema che obbliga a disporre di inceneritori e discariche nei quali conferire, inevitabilmente, i flussi di rifiuti trattati. I vecchi TMB hanno svolto, dunque, la sola funzione di ottimizzare l'alimentazione degli inceneritori e minimizzare il potenziale inquinamento dei suoli (discariche) senza alcun riferimento ai processi "end of waste" (fine della caratterizzazione di rifiuto) dell'economia circolare. La trasformazione dei vecchi TMB in impianti vocati al recupero di materia (end of waste) è possibile e conveniente, nonché ecologicamente indispensabile. Nelle BAT (Best Available Techniques) e nelle BRef (Best Reference) europee, aggiornate nel 2018, è possibile rinvenire tecniche, processi, attrezzature ed equipaggiamenti utili a trasformare i vecchi TMB in moderni impianti per il recupero di materia (end of waste) e per la minimizzazione del fabbisogno di discariche. Stressando il recupero di matrici riciclabili all'ingresso del trattamento meccanico, tramite moderne attrezzature, è possibile estrarre dai rifiuti indifferenziati almeno il 13% di matrici da inviare al riciclo. A valle della tritovagliatura di rifiuti non estraibili per matrici pure, il processo potrà rilasciare due flussi in uscita da sottoporre a ulteriori raffinazioni per ottenere un flusso con elevato potere calorifico (CSS rifiuto e "End of Waste") e un flusso composto, prevalentemente, da frazioni organiche. Il CSS combustibile, non più classificato come "rifiuto", potrà essere valorizzato a mercato (cementifici, centrali termiche, forni industriali) ovvero avviato al successivo impiego nell'impianto di ossidazione pianificato da Retiambiente, mentre la frazione di sottovaglio del TMB sarà interamente utilizzata nell'ossidatore. Il fabbisogno di incenerimento tradizionale, a valle del TMB, sarà ridotto dall'attuale 20% a zero mentre il fabbisogno di interrimento in discarica sarà ridotto dall'attuale 25% al 5% massimo. Gli attuali stabilimenti di trattamento rappresentano, comunque, un asset irrinunciabile, sia per il loro consolidato inserimento nel territorio, sia per il possesso delle autorizzazioni ambientali e sia per la possibilità di inserirvi radicali innovazioni; la trasformazione in impianti vocati al recupero di materia, anziché impianti a servizio di inceneritori e discariche come oggi sono, ne permette una maggior accettazione sociale e l'ingresso nei processi di economia circolare

2. Dotarsi di impianti industriali, alternativi agli inceneritori, per il recupero di materia dai rifiuti non riciclabili

Per quanto si possa spingere la raccolta differenziata e il riciclo di materia, a valle dei processi di riconversione ecologica dell'economia, finalizzata al minor spreco di risorse e dunque alla minor produzione di rifiuti, una parte di residui dovrà, comunque, essere smaltita seguendo la "gerarchia europea" che prevede la minimizzazione dell'interrimento in discarica (max 10% entro il 2035 dei rifiuti generati nel territorio). La termovalorizzazione tradizionale (forni a griglia, caldaie produzione vapore, turbina, gruppo fumi), largamente diffusa in Europa e in Italia non pare essere la tecnologia preferibile per il futuro, sia per la salubrità ambientale (emissioni e scorie), sia per la dimensione degli investimenti e sia per l'efficienza complessiva del ciclo di trattamento

termico, oltre che per le politiche di decommissioning sospinte dall'Unione Europea. Vengono affermandosi tecniche di trattamento dei rifiuti residui non riciclabili, altrimenti destinati all'interramento in discarica, alternative all'incenerimento tradizionale e promettenti migliori performance ambientali, ridotti investimenti e maggior efficienza sia nel campo del "Waste to Energy" che in quello del "Waste to Chemical". L'opzione preferita da Retiambiente, quindi ed anche in ragione degli indirizzi strategici della Regione Toscana, è quella di rinunciare all'incenerimento tradizionale e creare asset industriali innovativi proiettati al futuro. Tra le tecnologie più promettenti, sospinte dall'esigenza primaria di recuperare quanto più possibile dai rifiuti (materia ed energia) evitandone l'interramento, i risultati tecnici più incoraggianti sono quelli ottenuti da ITEA (spin-off di Ansaldo) che ha brevettato l'intero processo di ossicombustione pressurizzata in assenza di fiamma di matrici provenienti dal trattamento di rifiuti urbani eterogenei. La tecnologia di ITEA è stata sostenuta dal Ministero per Ambiente e riconosciuta dalle BAT (Best Available Techniques) dell'Unione Europea, aggiornate nel 2019, a valle delle risultanze tecnico-analitiche condotte, per 9 anni, sul funzionamento (25.000 ore) di un prototipo installato a Gioia del Colle (BA). Il processo di ossicombustione pressurizzata in assenza di fiamma, proposto da ITEA per tramite della licenziataria OXOCO, prevede la generazione di syngas, procurato dalla combustione a 1.400° di matrici eterogenee provenienti dal trattamento di rifiuti urbani, l'utilizzo in turbina dei vapori e il rilascio di residui vetrosi con la produzione di anidride carbonica ed energia elettrica. Il processo non contempla la produzione di polveri volatili e quindi non richiede sistemi di filtraggio e cattura di polveri volatili né il rilascio di ceneri. (...). Avendo acquisito le disponibilità del Comune di Peccioli ad ospitare l'impianto e di Belvedere S.p.A. ad esserne partner, mettendo a disposizione il terreno nel perimetro della discarica, si è proceduto a siglare un pre-accordo con OXOCO per l'utilizzo del brevetto di ossicombustione pressurizzata in assenza di fiamma. L'investimento complessivo è stimato in 80 €/Ml con il concorso in equity del 60% e una partecipazione di Retiambiente stabilita ad un terzo del capitale. Il progetto prevede che l'impianto di Peccioli possa lavorare su due linee, ciascuna di circa 80.000 t/a di rifiuti solidi trattati nei TMB (frazioni di scarto e sottovaglio), scarti della RD e 40.000 t/a di rifiuti liquidi (percolato). (...) Il contributo dell'impianto di ossicombustione, alla chiusura del ciclo integrato dei rifiuti urbani dell'ATO Toscana Costa, è decisivo allo scopo di minimizzare il ricorso all'interramento in discarica e costituisce un fattore distintivo proprio il suo posizionamento all'interno di un'area di discarica che, con il tempo, dovrà essere residuale. L'ossicombustione si candida ad essere la miglior tecnologia disponibile per il superamento della termovalorizzazione tradizionale, poiché garantisce il trattamento di tutti i flussi di rifiuti urbani residui non riciclabili, siano essi secchi che umidi, altrimenti da interrare in discarica e recuperando materie riutilizzabili (vetro e CO₂) ed energia.

3. Minimizzare fino all'azzeramento il conferimento in discarica di rifiuti

Delle discariche, purtroppo e per lungo tempo, ci sarà ancora bisogno, poiché una parte dei rifiuti urbani non potrà essere riciclata o recuperata (come materia o energia) e non vi saranno altre forme di smaltimento finale sostitutive delle discariche. Tuttavia, è dimostrato, da anni e nell'esperienza europea, che è possibile conferire all'interramento in discarica meno del 5% dei rifiuti urbani che vengono prodotti e raccolti in un territorio. Tutta l'azione di Retiambiente, mutuata dalle proprie società operative locali e nella coerenza con i dettami dell'economia circolare è, dunque, orientata alla minimizzazione dell'interramento in discarica di rifiuti, diversamente valorizzabili sia ecologicamente che economicamente. L'obiettivo di conferire all'interramento in discarica meno del 10% dei

rifiuti generati nell'ATO Toscana Costa è ragionevolmente perseguibile e ottenibile entro il 2030 con cinque anni di anticipo sulla scadenza imposta dalle Direttive Europee del "Pacchetto Economia Circolare". Il fatto che l'impianto di maggior contrasto all'interramento, l'ossicombustore, venga realizzato proprio in una sede di discarica costituisce motivo di lampante evidenza e garanzia che il ciclo integrato dei rifiuti urbani possa concludersi virtuosamente, con vantaggi ambientali, sociali ed economici di enorme rilievo. Entro il 2030 la raccolta differenziata supererà il 76% e consentirà di estrarre oltre 575.000 ton di rifiuti riciclabili dal totale previsto di oltre 751.000 ton. Tutti i rifiuti residui indifferenziati saranno trattati nei TMB, ammodernati e finalizzati al recupero di materia, cosicché oltre 176.000 ton di rifiuti saranno processate per estrarne matrici riciclabili (9.000 ton), preparare combustibile solido secondario da destinare ad impieghi industriali a mercato e materiale da valorizzare nell'ossicombustore. I nuovi processi tecnici rilasceranno minime quantità di scarti da interrare in discarica.

In questo quadro programmatorio, dunque, l'impianto in oggetto trova un ruolo essenziale sia per ricevere materia di qualità dai TMB che per rispondere alle esigenze di innovazione e azzeramento degli smaltimenti in discarica. Il tutto appare ancor più chiaro analizzando i diagrammi di flusso del ciclo di gestione a regime e l'assetto impiantistico di riferimento (Figura 2.3/1 tratta dal Capitolo 2.2 del Piano Industriale).

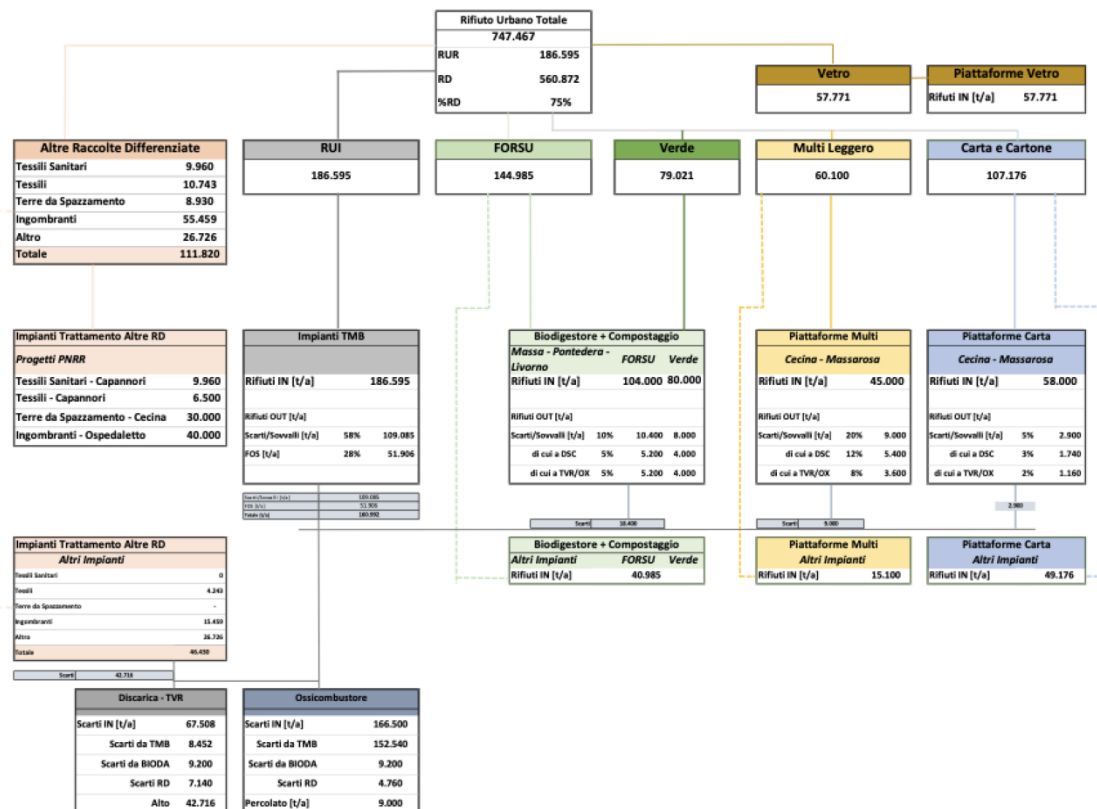


Figura 2.3/1 – Diagramma di Flusso del Piano Industriale di RetiAmbiente 2023-2035

2.4. CONTESTO GENERALE IN CUI SI INSERISCE IL PROGETTO

Il progetto si inserisce in un contesto industriale interamente dedicato al trattamento dei rifiuti urbani e speciali che comprende:

- Una discarica (attiva e con un progetto di ampliamento in corso di istruttoria)
- Un TMB (attivo)
- Un biodigestore anaerobico (in fase di costruzione)

in riferimento al quale costituisce un valore aggiunto per la tecnologia proposta.

2.4.1.LA DISCARICA DI BELVEDERE

2.4.1.1. LO STATO AUTORIZZATO E LA GESTIONE ATTUALE

Il quadro autorizzatorio della discarica Belvedere è il seguente:

- DD n. 2857 del 20/06/2012 della Provincia di Pisa con cui è stata rilasciato il provvedimento conclusivo di VIA, approvando il progetto del SECONDO AMPLIAMENTO DELLA DISCARICA PER RIFIUTI URBANI E RIFIUTI NON PERICOLOSI SITA IN LOCALITA' LEGOLI NEL COMUNE DI PECCIOLI, autorizzandone la realizzazione e rinviando l'autorizzazione all'esercizio alla conclusione dei lavori; il progetto approvato riguarda una volumetria utile di 4.490.000;

- DD n. 4702 del 11/11/2014 della Provincia di Pisa con cui è stata rilasciata l'Autorizzazione Integrata Ambientale, ai sensi del Titolo III bis del D.Lgs 152/2006 e smi, per l'esercizio del lotto di ampliamento della discarica e per l'esercizio post chiusura dei lotti esauriti, limitatamente alla volumetria utile di 1.970.000 m³, demandando l'esercizio delle ulteriori volumetrie residue al rilascio di un'ulteriore AIA;
- nota prot. n. 74974 del 19/03/2015 della Provincia di Pisa, di precisazioni e rettifica della DD 4702/2014;
- Decreto n. 449 del 19/01/2019 della Regione Toscana, di aggiornamento dell'AIA 4702/2014, inerente il bacino di provenienza dei rifiuti urbani trattati e degli scarti e sovvalli ammessi allo smaltimento e di ridefinizione dell'operazione di recupero pneumatici come materiali ingegneristici;
- con DD n. 8360 del 09/06/2020 la Regione Toscana ha approvato l'esercizio della volumetria complementare a 1.970.000 mc di cui alla DD n. 2857 del 20/06/2012 della Provincia di Pisa;
- con DD 610 del 19/01/2021 la Regione Toscana ha aggiornato l'AIA.

Belvedere Spa deve assicurare lo smaltimento, per tutta la durata dell'esercizio della volumetria complementare a 1.970.000 m³ di cui alla DD n. 2857 del 20/06/2012 della Provincia di Pisa, approvato con DD n. 8360 del 09/06/2020 della Regione Toscana, dei rifiuti urbani e degli scarti del trattamento degli stessi prodotti nel territorio dell'Ambito Territoriale di appartenenza, secondo le indicazioni contenute negli atti di pianificazione, nonché nel rispetto della programmazione dei flussi effettuata dall'Autorità d'ambito di riferimento in accordo con la Regione.

La discarica deve altresì ricevere, ai sensi dei provvedimenti sopra citati, i rifiuti urbani e/o di derivazione urbana anche extraregionali, in attuazione agli accordi stipulati a livello regionale. Il gestore deve programmare e monitorare i flussi di rifiuti in ingresso, nel rispetto delle seguenti condizioni:

- deve essere garantita priorità al conferimento dei rifiuti speciali di derivazione urbana di provenienza dell'ambito territoriale di riferimento e dal territorio regionale;
- deve essere garantita priorità di conferimento della FOS proveniente dagli impianti dell'ATO di riferimento e di quella prodotta nel territorio regionale, con priorità per quella prodotta dal TMB presente nel comparto;
- qualora dovessero emergere ulteriori fabbisogni di smaltimento da parte di ATO Toscana Costa e ATO Toscana Centro superiori a quelli programmati, il gestore ne dovrà comunque garantire lo smaltimento a invarianza dei quantitativi annualmente programmati;
- i rifiuti urbani trattati e scarti e sovvalli dal loro trattamento, di provenienza extra-regionale, potranno essere ammessi solo subordinatamente al soddisfacimento dei fabbisogni regionali e nel rispetto della programmazione dei flussi disposta dall'Autorità di Servizio rifiuti (ATO) di riferimento e secondo specifici accordi regionali eventualmente previsti dalle normative settoriali, confermando quanto già stabilito nel proprio decreto 449/2017;
- il gestore deve comunicare mensilmente i dati di gestione dei rifiuti, utilizzando l'applicativo web dell'Osservatorio Rifiuti SOvraregionale (ORSO).

Nel rispetto delle condizioni sopra riportate, possono essere conferiti in discarica, a smaltimento **D1**, i seguenti rifiuti:

- i rifiuti urbani trattati e scarti e sovvalli dal loro trattamento, individuati dai seguenti codici dell'EER: 190501 (FOS), 190503 (FOS), 191212 prodotti nel territorio della Regione

Toscana o anche da fuori regione, nel rispetto della programmazione dei flussi disposta dall'Autorità di servizio rifiuti (ATO) di riferimento e secondo specifici accordi regionali eventualmente previsti dalle normative settoriali;

- i rifiuti urbani individuati dai codici CER 200203, 200303 e 200399 (rifiuti cimiteriali), prodotti nell'ambito territoriale di riferimento;
- i rifiuti speciali individuati dai codici CER 030105, provenienti da attività ubicate nei comuni di Peccioli e di Terricciola per un quantitativo massimo totale di 100 t/anno;
- i seguenti rifiuti speciali individuati dai rispettivi codici CER:
 - terre di bonifica e terre di scavo CER 170504;
 - fanghi di dragaggio CER 170506;
 - il compost fuori specifica CER 190503, purché con IRDP <1000 mgO₂/KgVSh;

I rifiuti speciali sopra individuati possono essere ammessi nel rispetto dei criteri di ammissibilità di cui alla tabella 5 del DM 27/9/2010 e smi.

I rifiuti sopra elencati sono ammessi in discarica in operazione **D1** di cui all'allegato B alla parte IV del dlgs 152/2006, mentre i seguenti rifiuti possono essere conferiti in operazioni di recupero (**R3/R11**) ai sensi dell'allegato C alla parte IV del D.Lgs. 152/2006:

- la frazione organica stabilizzata (FOS) proveniente dagli impianti di trattamento meccanico biologico dei RSU, individuata dai CER 190501 e 190503, per la copertura giornaliera della discarica, alle condizioni definite ai sensi dell'art. 20 septies della LR 18 maggio 1998, n. 25 e s.m.i. e dalla DGRT n. 878 del 30/07/2018 "Linee Guida recanti attività di recupero della frazione organica stabilizzata (FOS) in discarica" e quindi:
 - IRDP inferiore a 1.000 mgO₂/KgVSh;
 - spessore massimo di 20 cm;
- gli pneumatici fuori uso (CER 160103) utilizzati come materiali da costruzione, a protezione della geomembrana.

Considerato che la discarica può ricevere solo rifiuti urbani trattati, a seguito dell'autorizzazione alla realizzazione e all'esercizio dell'impianto di trattamento meccanico biologico (TMB) presente presso lo stesso comparto impiantistico della discarica, avvenuta con AIA n. 4738 del 13/11/2014 della Provincia di Pisa e smi, i rifiuti urbani tal quali (CER 200301) possono essere conferiti solo in caso di fermate straordinarie del succitato impianto di TMB; in caso di fermate per manutenzione programmata il conferimento di rifiuti tal quali può essere ammesso solo a seguito di nulla osta da parte dell'Autorità d'ambito territorialmente competente, circa la valutazione di assenza di impianti di trattamento alternativi.

Come previsto dalla DGRT n. 275 del 20.03.2018, fatti salvi eventuali accordi interregionali ai sensi dell'articolo 182 comma 3 del d.lgs. 152/2006, è vietato il conferimento dei rifiuti prodotti fuori dal territorio regionale di seguito elencati:

- frazione secca di sopravaglio prodotta dai processi di selezione meccanica effettuata sui rifiuti urbani non differenziati (CER 200301) in impianti autorizzati per operazioni di recupero o smaltimento e codificata con codice CER 191212;
- scarti e sovralli prodotti dai processi di selezione meccanica effettuata sui rifiuti urbani non differenziati (CER 20.03.01) in impianti autorizzati per operazioni di recupero o smaltimento e codificati con codice CER 191212.

Inoltre, in attuazione a quanto previsto dalla succitata DGRT n. 275 del 20/03/2018, Belvedere Spa deve assicurare prioritariamente il recupero e lo smaltimento della frazione organica stabilizzata (FOS) prodotta sul territorio regionale dal trattamento di rifiuti urbani non

differenziati, rispetto a quella di provenienza extra-regionale, ed inoltre, indipendentemente dalla provenienza, la FOS utilizzata a copertura deve sempre avere un IRDP < 1.000 mgO₂/kgSVh.

La discarica, dunque, è pienamente funzionante e a regime. Il sistema di captazione del percolato è formato da una batteria di n. 4 pozzi inclinati, appoggiati al paramento interno dell'argine di sbarramento di valle, realizzati in polietilene spiralato rinforzato con diametro interno 1.200 mm e classe di rigidità SN16 e di cui n. 2 dotati di pompe di sollevamento principali, n. 1 pozzo dotato di pompa di sollevamento ausiliaria per basse portate e n. 1 pozzo allestito con misuratore di livello piezoelettrico, per la misura del battente di percolato all'interno dell'ammasso e per il comando automatico delle pompe di sollevamento; inoltre, all'interno del corpo discarica è presente una batteria di pozzi di controllo dei livelli, allestiti o predisposti per l'alloggiamento di pompe di sollevamento. Lo stoccaggio del percolato emunto avviene per mezzo di una vasca in c.a. fuori terra e dotata di bacino di contenimento, da 750 mc, e di una batteria di n. 3 serbatoi cilindrici in acciaio da 300 mc/cad., anch'essi dotati di bacino di contenimento.

Il sistema di captazione biogas della discarica in esercizio comprende pozzi verticali, De200 mm e De400mm, connessi all'impianto di aspirazione mediante collettori secondari in HDPE De90 e collettori principali in HDPE De250. Il sistema di aspirazione comprende n. 2 soffianti centrifughe, con portata di esercizio complessiva pari a 1.200 Nmc/hr. Il biogas profondo aspirato viene inviato al trattamento prima dell'impiego nei motori di cogenerazione installati. In caso di blocco dei motori è disponibile una torcia da 1.200 mc/h per la combustione del biogas prodotto dalla Legoli 2 e una torcia da 500 mc/h è dedicata al biogas profondo del vecchio modulo (Legoli 1) interessato dal ripristino ambientale; il biogas superficiale di tutti i moduli viene inviato ad una torcia da 800 mc/h.

2.4.1.2. IL PROGETTO DI ADEGUAMENTO DEL DICEMBRE 2021

La Società Belvedere ha presentato un progetto di "Razionalizzazione funzionale degli impianti di servizio e contestuale recupero di nuove volumetrie" datato Dicembre 2021.

Il progetto presentato è stato redatto in ottemperanza al recente Decreto Legislativo 3 settembre 2020, n. 121 - Attuazione della direttiva (UE) 2018/850, che modifica la direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti, con lo scopo di prevedere, mediante requisiti operativi e tecnici per i rifiuti e le discariche, misure, procedure e orientamenti volti a prevenire o a ridurre il più possibile le ripercussioni negative sull'ambiente, in particolare l'inquinamento delle acque superficiali, delle acque di falda, del suolo e dell'aria, sul patrimonio agroalimentare, culturale e il paesaggio, e sull'ambiente globale, compreso l'effetto serra, nonché i rischi per la salute umana risultanti durante l'intero ciclo di vita della discarica.

La sequenza dei principali lavori di approntamento previsti alla base della discarica si svilupperà come segue:

- a) realizzazione di nuova pista di accesso alla discarica, esterna al cantiere di approntamento della nuova opera di sbarramento e del nuovo piazzale impianti, finalizzata al mantenimento della continuità gestionale della discarica
- b) realizzazione di opere provvisorie di captazione delle acque meteoriche e loro smaltimento a valle dell'area di intervento
- c) realizzazione di by-pass delle infrastrutture interessate dal cantiere di approntamento della nuova opera di sbarramento (linee percolato e impianti elettrici)
- d) realizzazione di paratia di diaframmi

- e) realizzazione di argine in argilla di protezione della paratia e contestuale approntamento del nuovo piazzale impianti a valle della paratia
- f) preparazione ed impermeabilizzazione artificiale del fondo discarica e contestuale approntamento del nuovo impianto di gestione del biogas e del nuovo impianto di trattamento in sito del percolato
- g) realizzazione del sistema di raccolta e sollevamento del percolato e inizio posa in opera dreno di fondo
- h) realizzazione dei by-pass biogas e percolato ai nuovi impianti
- i) demolizione vecchi impianti e servizi
- j) realizzazione della connessione idraulica della Legoli 1 e della Legoli 2 al sistema drenante della Legoli 3 mediante perforazione delle paratie esistenti
- k) inizio coltivazione Legoli 3

Contestualmente ai suddetti lavori potranno essere realizzate le seguenti opere:

- a) realizzazione della nuova viabilità di accesso
- b) realizzazione della nuova area accettazione/uffici/spogliatoi
- c) realizzazione del nuovo impianto antincendio
- d) realizzazione del nuovo impianto elettrico
- e) realizzazione ingressi controllati e completamento della recinzione
- f) regimazione acque pluviali
- g) opere per la mitigazione dell'impatto ambientale

Per quanto attiene le tipologie di rifiuti da conferire in discarica, è stata richiesta la conferma per i rifiuti già autorizzati **per tutta la durata relativa all'esercizio della volumetria autorizzata con l'AIA vigente**. Inoltre, per soddisfare le esigenze del tessuto produttivo e consentire una maggiore autonomia del sistema di gestione dei rifiuti e la possibilità di sopperire alle emergenze nella gestione dei rifiuti non pericolosi che si dovessero presentare sul territorio, è stato richiesto di autorizzare il conferimento di Rifiuti Speciali Non Pericolosi.

Infine è stata richiesta l'autorizzazione a smaltire in discarica il concentrato derivante dalla depurazione del percolato (unicamente quello prodotto dall'impianto presente in sito); per tale tipologia di rifiuto è stata redatta una specifica procedura di Valutazione del Rischio e sono state definite adeguate procedure gestionali nel Piano di Gestione Operativa.

Per quanto attiene le tipologie di rifiuti da conferire in discarica successivamente all'esercizio della volumetria già autorizzata con l'AIA vigente, potranno essere conferiti a smaltimento solo rifiuti speciali non pericolosi.

Per quanto riguarda i quantitativi di rifiuti da smaltire, in via previsionale è stato ipotizzato un flusso medio annuo di rifiuti analogo all'attuale, e cioè circa 320.000 t/a di rifiuti inviati a smaltimento e 100.000 t/a di rifiuti inviati a recupero.

Per quanto attiene la capacità utile della discarica, l'effettivo aumento volumetrico richiesto con il presente progetto risulta pari a circa **5.445.000 mc**.

Nel febbraio 2023 il progetto ha avuto un iniziale parere negativo in sede di VIA contro il quale la Società Belvedere ha presentato ricorso al Tar. Indipendentemente dalle tempistiche e dalle modalità con cui si evolverà il procedimento, per il progetto di Ossidazione termica senza fiamma sono stati considerati, cautelativamente, gli scenari evolutivi più penalizzanti della discarica, ovvero quelli del progetto presentato nel dicembre 2021.

2.4.2.L'IMPIANTO TMB

L'impianto realizzato consiste nella selezione meccanica e biostabilizzazione della frazione organica con tecnologia a cumulo statico insufflato coperto con membrana perm-selettiva e caratterizzato dalla seguente linea di processo:

- Scarico RSU in area dedicata e quindi in tramoggia interrata di alimentazione del trituratore con trasportatore a nastro
- Triturazione
- Vagliatura con vaglio a tamburo e maglia Ø 100 mm
- Separazione dei metalli ferrosi in uscita dal sottovaglio
- Separazione dei metalli non ferrosi in uscita dal sottovaglio Biostabilizzazione del sottovaglio Ø 100 mm del R.S.U. non differenziato
- Separazione dei materiali ferrosi in uscita dal sopravaglio
- Separazione dei metalli non ferrosi in uscita dal sopravaglio

Dal trattamento del sottovaglio ne deriva una significativa riduzione in volume dei rifiuti a matrice prevalentemente organica ed alla relativa igienizzazione, basandosi sulla riproposizione e l'ottimizzazione dei processi biologici che avvengono normalmente in natura. Il sottovaglio in uscita dalle corsie dedicate alla biostabilizzazione dopo il periodo di processo, di durata di almeno 21 giorni, viene smaltito in discarica ovvero a recupero per l'esecuzione delle coperture giornaliere, previa verifica analitica del rispetto dell'IRDR ($< 1000 \text{ mgO}_2/\text{KgSVxh}$) La tecnologia di stabilizzazione adottata è riferita ad una membrana permeabile selettiva e controllo di processo computerizzato di cumuli statici con insufflazione di aria dal pavimento

Il TMB è costituito dalle seguenti sezioni tecnologiche:

- Piattaforma in c.a. a forma trapezia di superficie pari a circa 4700 mq per la selezione meccanica, stoccaggi e aree di manovra con:
 - tramoggia e nastro a tapparelle di alimentazione del trituratore;
 - triturazione e vagliatura, con separazione del sottovaglio e sopravaglio;
 - recupero delle frazioni metalliche ferrose e non;
 - nastri trasportatori (di cui uno va e vieni) per il carico del sopravaglio direttamente su walking floor.
- Platea di bio-stabilizzazione formata da:
 - piattaforma in c.a., delle dimensioni in pianta di circa 143x47, al di sopra della quale sono state collocate le celle di biostabilizzazione, oltre ad una corsia di manovra e transito mezzi avente larghezza di circa 10 m;
 - biostabilizzazione composta da 13 celle, di cui due di riserva per far fronte ad interventi di manutenzione, pulizia, etc., aventi ognuna dimensioni utili in pianta pari a circa 10x25 m ed altezza utile $h=2,5\div 3,5\text{m}$.

Come esposto, la copertura delle biocelle in progetto era prevista con telo permeabile-selettivo posato direttamente sui cumuli di rifiuto e movimentati a mano. In fase realizzativa Belvedere ha optato per la realizzazione di una copertura dei cumuli di tipo fisso, mediante una capriata metallica appoggiata ai muri perimetrali della biocella, e copertura laterale e sommitale con telo in PVC e telo perm selettivo (solo sulle falde di copertura). Il carico e lo scarico del rifiuto avviene con pala gommata che entra nelle celle da portelloni ad avvolgimento ad apertura automatica.

L'impianto di selezione è stato dimensionato per trattare a regime 40 t/h. La potenzialità della linea di selezione dipende dalla capacità di trattamento della linea di biostabilizzazione. Col processo attuale la potenzialità della linea di stabilizzazione è di circa 72.000 t/a. Ne consegue che il limite di trattamento della linea di selezione è 120.000 t/a. In realtà, considerato che una parte di rifiuti da biostabilizzare può arrivare direttamente da fuori, si potrebbe avere flusso annuo più basso in ingresso alla linea di selezione. La vagliatura, operata con vaglio circolare con fori a 100 mm, produce due flussi: il sottovaglio, pari a circa il 60-65% del totale di RSU in ingresso ed il sopravaglio, pari a circa il 35-40%. Il sottovaglio durante il processo di biostabilizzazione si riduce in peso sia per parziale perdita di umidità, sia la bioossidazione della sostanza organica. La perdita di peso è mediamente circa 25%.

2.4.3.IL BIODIGESTORE ANAEROBICO DI ALBE

Il nuovo impianto di Albe è destinato al trattamento di circa 105.000 ton/a di rifiuti così suddivisi:

- 97.000 t/a di FORSU – CER 20 01 08 – e altri rifiuti organici assimilabili;
- 8.000 t/a di rifiuti verdi – CER 20 02 01 – e altri rifiuti biodegradabili assimilabili.

I rifiuti organici saranno avviati ad una sezione di pretrattamento da cui verranno separate le frazioni di materiale non compostabili, pari a circa il 6% del materiale avviato a trattamento. Il rimanente sottovaglio e quota parte dei rifiuti biodegradabili sarà inviato alla sezione di digestione anaerobica per la produzione di biometano pari a circa 12.400.000 Nm³/anno e del digestato da avviare alla sezione di compostaggio.

Dal compostaggio si otterrà Ammendante Compostato Misto, così come definito all'allegato 2 del D. Lgs. 75/10 per un quantitativo pari a circa il 16% dei rifiuti avviati a trattamento e il rimanente scarto di processo pari al 9%.

Verranno inoltre installati n. 2 motori di cogenerazione da circa 490 kW cadauno per soddisfare i consumi energetici e termici dell'impianto.

Il processo di trattamento della FORSU prevede le seguenti fasi operative:

- pretrattamento;
- digestione anaerobica;
- upgrading del biogas a biometano;
- compostaggio;
- raffinazione finale.

- **Pretrattamento**

I rifiuti organici – CER 20 01 08 – e quota parte dei rifiuti biodegradabili – CER 20 02 01 - in arrivo all'impianto saranno conferiti nel locale ricezione previa pesatura e da qui saranno movimentati per essere avviati alle successive fasi di pretrattamento, costituite dall'impianto di lacerazione/triturazione per l'apertura dei sacchi e blanda riduzione volumetrica del materiale e successiva vagliatura per separare la frazione organica (sottovaglio) dallo scarto costituito principalmente da plastica, materiale ligneo-cellulosico e altro materiale grossolano non adeguato al trattamento anaerobico. Tutto il locale ricezione sarà chiuso e tenuto in depressione dal sistema di estrazione aria e sarà dotato di Impiego di porte di accesso automatico, in modo da limitare la fuoriuscita di maleodoranze. Le arie esauste aspirate saranno inviate ad un sistema di trattamento costituito da scrubber e biofiltro di trattamento.

Il sopra-vaglio, quale scarto del trattamento, ricco di frazione ligneo-cellulosica, potrà, quindi:

- essere ricircolato in testa al processo di compostaggio;
- allontanato come rifiuto con codice CER 19 12 12, per essere conferito previa le opportune caratterizzazioni analitiche presso impianto di smaltimento.

Il sotto-vaglio sarà avviato alla fase di digestione anaerobica.

- **Digestione anaerobica**

Il materiale verrà introdotto all'interno del digestore mediante una tramoggia di miscelazione ed a seguire uno scambiatore di calore, che lo preriscalderà prima dell'immissione nell'impianto. Nel miscelatore verrà preparato il substrato, costituito da:

- sotto-vaglio in uscita dalla precedente fase di pretrattamento;
- scarti della raffinazione finale;
- quota parte del digestato liquido.

Flussi i quali saranno miscelati in modo tale da regolare la densità, l'umidità e inoculare la matrice fresca, favorendo i successivi processi di degradazione.

La sezione impiantistica anaerobica scelta si basa su un processo Dry in termofilia. Il processo sarà condotto a temperature prossime ai 55°C, grazie ad un circuito di riscaldamento distribuito su tutta la superficie, alimentato con acqua calda prodotta dalla rete di recupero del calore a bassa temperatura. Il materiale verrà spinto in avanti pneumaticamente grazie ad agitatori meccanici, in un reattore di tipo Plug Flow monostadio. Questa tipologia di impianti si adatta ottimamente, al trattamento della FORSU da R.D. in quanto è quella che riduce al minimo le necessità di trattamento di liquidi di processo (digestato liquido) non necessitando di aggiungere acqua in alcuno stadio. L'applicazione di questa tecnologia consentirà inoltre di avere elevate rese di conversione in metano del biogas prodotto. L'impianto è dimensionato per garantire un tempo di permanenza idraulica di circa 28 giorni e a fine ciclo il digestato sarà scaricato mediante pompe a pistone, che lo avvieranno alla successiva fase di finissaggio aerobico.

- **Upgrading del biogas a biometano**

Il biogas prodotto nella fase anaerobica, contenente circa il 50-60% di metano, sarà avviato ad un sistema di upgrading, per rimuovere la CO₂, che pur non essendo pericolosa determina una notevole diminuzione del potere calorifico del biogas.

La tecnologia di trattamento scelta sfrutta l'assorbimento selettivo fisico e chimico della CO₂ rispetto al CH₄ in una soluzione acquosa di Carbonato di Potassio (K₂CO₃).

- **Compostaggio**

Il digestato in uscita dalla fase anaerobica verrà pompato alla sezione di separazione, da cui verranno separati due flussi:

- il digestato liquido in quota parte ricircolato in testa al digestore e per la rimanente parte avviato a smaltimento;
- il digestato solido alimentato al miscelatore, insieme alla frazione verde, che garantirà la giusta porosità e agli scarti di processo, che costituiranno la miscela da avviare alla fase di biostabilizzazione.

La sezione di compostaggio ha lo scopo di abbattere la fermentescibilità residua, ottenendo un prodotto maturo (cioè non fitotossico), evoluto (cioè ricco di sostanze umiche) e stabile (cioè

con un basso indice di respirazione) avente le caratteristiche di un Ammendante Compostato Misto come definito dalla normativa sui fertilizzanti. La fase aerobica persegue anche lo scopo di ridurre l'umidità dello stesso a valori molto inferiori a quelli del digestato rendendo il prodotto facilmente raffinabile, conservabile ed utilizzabile in agricoltura.

Dato che la fase anaerobica è molto efficiente nel ridurre la percentuale di matrice organica fermentescibile della FORSU trasformandola in biogas, il processo di compostaggio del digestato è relativamente più agevole rispetto al compostaggio della FORSU tal quale e può essere descritto come un "finissaggio aerobico" i cui tempi di trattamento possono essere ridotti fino a 20 giorni. Le problematiche di controllo del processo ne risultano molto agevolate e il risultato può essere ottenuto anche con tecnologie semplificate.

In particolare la miscela ottenuta sarà inviata alla fase di biostabilizzazione aerobica in tunnel, dove verrà fatta permanere per un tempo di circa 10 giorni. Per la prima fase di biostabilizzazione saranno utilizzati 10 dei tunnel realizzati, ciascuno dei quali sarà in grado di trattare un quantitativo di materiale pari alla potenzialità massima di un giorno lavorativo circa. Successivamente il materiale subirà un rivoltamento tramite pala meccanica, in modo da movimentare la massa e ricrearne le condizioni di porosità e strutturazione ottimali per la successiva fase di biostabilizzazione della durata di ulteriori 10 giorni. Anche per questa fase saranno utilizzati 10 tunnel, ciascuno dei quali tratterà il materiale scaricato da un tunnel di la fase, ma con altezze inferiori.

Tutti i tunnel saranno dotati di sistema di insufflazione dell'aria, l'aria esausta sarà aspirata e inviata al sistema di trattamento prima dell'immissione in atmosfera.

- **Raffinazione**

Il prodotto finale rappresentato dal compost di qualità dovrà essere coerente all'utilizzo in agricoltura secondo i limiti previsti dalla normativa sui fertilizzanti per l'ammendante compostato misto - allegato 2 del D. Lgs. 75/10.

Per il raggiungimento delle performances richieste, il materiale verrà vagliato mediante vaglio fine $\phi < 10$ mm e trattato mediante una sezione di deplastificazione per eliminare le plastiche frammentate. Tali operazioni saranno svolte prima dello stoccaggio finale a conclusione della fase di stabilizzazione biologica.

Il materiale raffinato-ammendante compostato misto sarà stoccato all'interno dell'edificio e da qui caricato su camion per il trasporto agli utilizzatori finali.

Attraverso le due fasi di vagliatura primaria e secondaria sarà possibile eliminare le impurezze costituite principalmente da inerti e plastiche. Il materiale di scarto sarà ricircolato nel processo di trattamento e/o allontanato quale sovrappiù di lavorazione (codice CER 19 05 01) in discarica.

3. DESCRIZIONE DELL'ATTIVITA' DI PROGETTO

L'istanza è riferita al Provvedimento Autorizzatorio Unico Regionale (PAUR) per un impianto di recupero di rifiuti urbani, oggi destinati allo smaltimento in discarica, attraverso la tecnologia dell'ossidazione termica flameless. La proposta progettuale è coerente con l'elenco di progetti presentati dalla società Reti Ambiente in occasione della manifestazione di interesse delle Regione Toscana del novembre 2021 ⁽¹⁾.

Il progetto per il quale viene richiesta l'autorizzazione ricade tra quelli previsti alla Parte Seconda - Allegato III del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., ed in particolare alla **lettera n)** : Impianto di smaltimento e recupero di rifiuti non pericolosi, con capacità superiore a 100 t/giorno, mediante operazioni di incenerimento o di trattamento di cui all'allegato B, lettere D9, D10 e D11, ed allegato C, lettera R1, della parte quarta del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

3.1. DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

La richiesta autorizzatoria si riferisce ad un quantitativo massimo di 177.000 t/anno di rifiuti solidi (161.221 t/anno + 10% di tolleranza) cui si aggiungono un massimo 75.000 t/anno di percolati (68.020 t/anno + 10% di tolleranza). Come già evidenziato in premessa le due quantità, per cui si richiede l'autorizzazione come massimo all'ingresso in impianto, non potranno mai essere processate nella loro interezza in quanto all'aumentare dei quantitativi di rifiuto solido processato va contestualmente diminuendo il quantitativo di percolato necessario per la produzione dello slurry.

3.2. CONDIZIONI ATTUALI E DI PROGETTO

3.2.1.- SITUAZIONE ATTUALE

L'impianto è stato proposto da Retiambiente che, come detto, eserciterà il proprio diritto di ingresso nella Società Novatosc e raccoglie 610.000 ton/anno di rifiuti urbani generati da una popolazione di 1.300.000 abitanti. La raccolta differenziata, nel 2021, ha raggiunto la soglia del 70% ed è proiettata, nel triennio 2022/2024 al raggiungimento del 75%.

Il ciclo dei rifiuti urbani dell'ATO Toscana Costa soffre ancora di un eccessivo ricorso all'interramento in discariche (25% dei rifiuti generati dei quali oltre il 41% sono rifiuti secchi). Il contributo della termovalorizzazione è marginale (6%) e destinato ad esaurirsi.

Aumentando il tasso di raccolta differenziata, specialmente dei rifiuti biodegradabili, è ipotizzabile che aumentino anche gli scarti del riciclaggio, pur diminuendo i rifiuti da trattare. Il raggiungimento degli obiettivi europei per la riduzione dell'interramento in discarica al 2035 (solo il 10% dei rifiuti generati potrà essere collocato in discarica) comporterà la necessità di deviare dalle discariche dell'ATO Toscana Costa **circa 120.000 t/a ora interrate**.

¹ Avviso Pubblico esplorativo "per la manifestazione di interesse alla realizzazione di impianti di recupero/riciclo rifiuti urbani e/o rifiuti derivati dal trattamento degli urbani", con scadenza prorogata al 31 marzo 2022

Per quanto possano spingersi, dunque, le raccolte differenziate e la qualità dei rifiuti riciclabili da esse derivanti e per quanto possano svilupparsi le politiche virtuose di prevenzione (plastic free, reverse vending ecc) e per quanto, infine, possano migliorare le lavorazioni di trattamento dei rifiuti residui, finalizzate al recupero di materia (end of waste), la problematica dei rifiuti residui non riciclabili resterà incombente.

E' proprio a queste frazioni merceologiche, oggi non valorizzabili e destinate allo smaltimento, che è destinato l'impianto in esame.

Inoltre il progetto si inserisce in un contesto industriale interamente dedicato al trattamento dei rifiuti urbani e speciali (vedi **Tavola GEN-EG-010**) che costituisce un valore aggiunto per la tecnologia proposta che comprende:

- Una discarica (attiva e con un progetto di ampliamento in corso di istruttoria)
- Un TMB (attivo)
- Un biodigestore anaerobico (in fase di costruzione)

La discarica è pienamente funzionante e a regime. Il sistema di captazione del percolato è formato da una batteria di n. 4 pozzi inclinati, appoggiati al paramento interno dell'argine di sbarramento di valle, realizzati in polietilene spiralato rinforzato con diametro interno 1.200 mm e classe di rigidità SN16 e di cui n. 2 dotati di pompe di sollevamento principali, n. 1 pozzo dotato di pompa di sollevamento ausiliaria per basse portate e n. 1 pozzo allestito con misuratore di livello piezoelettrico, per la misura del battente di percolato all'interno dell'ammasso e per il comando automatico delle pompe di sollevamento; inoltre, all'interno del corpo discarica è presente una batteria di pozzi di controllo dei livelli, allestiti o predisposti per l'alloggiamento di pompe di sollevamento.

Lo stoccaggio del percolato emunto avviene per mezzo di una vasca in c.a, fuori terra e dotata di bacino di contenimento, da 750 mc, e di una batteria di n. 3 serbatoi cilindrici in acciaio da 300 mc/cad., anch'essi dotati di bacino di contenimento.

Il sistema di captazione biogas della discarica in esercizio comprende pozzi verticali, De200 mm e De400mm, connessi all'impianto di aspirazione mediante collettori secondari in HDPE De90 e collettori principali in HDPE De250. Il sistema di aspirazione comprende n. 2 soffianti centrifughe, con portata di esercizio complessiva pari a 1.200 Nmc/hr. Il biogas profondo aspirato viene inviato al trattamento prima dell'impiego nei motori di cogenerazione installati. In caso di blocco dei motori è disponibile una torcia da 1.200 mc/h per la combustione del biogas prodotto dalla Legoli 2 e una torcia da 500 mc/h è dedicata al biogas profondo del vecchio modulo (Legoli 1) interessato dal ripristino ambientale; il biogas superficiale di tutti i moduli viene inviato ad una torcia da 800 mc/h.

3.2.2.SITUAZIONE DI PROGETTO

L'impianto si inserisce in un contesto ottimale in grado di assicurare valore aggiunto non comune alla circolarità nel ciclo integrato dei rifiuti. E' infatti previsto che lo slurry venga eseguito utilizzando, quando necessario, il percolato prodotto in discarica, così come gli spunti energetici per avvio o particolari fasi gestionali, possono essere garantiti dal metano derivato dall'impianto biogas della discarica o dal biodigestore anaerobico di ALBE. Parte dei rifiuti solidi di alimentazione poi, potranno essere derivati dal TMB antistante l'impianto. L'impianto è tra quelli individuati nelle previsioni di Piano industriale di Retiambiente e diventa un elemento fondamentale per garantire l'abbattimento dei rifiuti destinati in discarica. E' proprio questa

funzione prioritaria che conferisce all'impianto un ruolo strategico nel raggiungimento dei limiti imposti al 2035 dalla Comunità Europea, recepiti dal Decreto Legislativo 121/2020, per limitare al 10% del peso dei rifiuti totali prodotti i quantitativi avviati a discarica.

3.3. INFRASTRUTTURE

3.3.1. OPERE DI CONTENIMENTO IN TERRA RINFORZATA

Per costruire l'impianto, vista la morfologia del terreno a disposizione, si prevede la realizzazione di un piano, in buona misura rialzato rispetto alle attuali quote del piano campagna. Per stabilizzare le scarpate laterali di tale piattaforma verranno realizzati due fronti in terra rinforzata, uno rinverdito a pendenza 70° con il sistema tipo "Fortrac Nature", uno rivestito in blocchi di calcestruzzo a pendenza sub-verticale con il sistema tipo "Rockwood" con inclinazione 83° (vedi **elaborati MTR**).

Le geometrie dei paramenti, i parametri geotecnici, la stratigrafia e le condizioni di carico sono state ricavate attraverso una modellazione del terreno basata su uno specifico rilievo topografico (vedi **Tavola GEN-EG-010**).

La prima struttura è quella sul lato Sud composta da una terra rinforzata di altezza complessiva 9 metri, composta da due paramenti di terra rinforzata separati da una berma orizzontale intermedia larga 3,0 m per il passaggio di mezzi da costruzione e manutenzione. Il primo paramento ha un'altezza totale pari a 6,0 m, di cui la maggior parte fuori terra, mentre il secondo paramento ha un'altezza pari a 3,0 m, per un'altezza totale dell'opera pari a 9,0 m.

La terra rinforzata sarà realizzata mediante la posa successiva in 15 strati da 60 cm di spessore di una geogriglia tipo "Fortrac T", di resistenza decrementale con l'altezza, che verrà risvoltata sul fronte e in sommità per una lunghezza pari ad almeno 1,50 m, fino a raggiungere l'altezza desiderata di 9,00 m. I primi 4 strati saranno realizzati posando degli strati di griglia tipo "Fortrac 110 T" per una lunghezza di 8,0 m, cui seguiranno 6 strati di griglia tipo "Fortrac 80 T" per una lunghezza di 8,0 m, a costituire la prima scarpata. La seconda sarà realizzata posando 3 strati di griglia tipo "Fortrac 55 T" con una lunghezza di 6,0 m, cui seguiranno gli ultimi strati di griglia tipo "Fortrac 55 T" di lunghezza pari a 3,0 m. L'inclinazione del paramento è fissata a 60° rispetto all'orizzontale; il fronte inclinato sarà realizzato con l'ausilio di casseri a perdere in rete elettrosaldata piegata a circa 60°, fissati con tiranti e picchetti. Nella Figura 3.3.1/1 si riporta uno schema tipologico di una terra rinforzata rinverdita.

Tutti gli strati di terreno, compreso il piano di imposta, ove non fosse composto da roccia monolitica, dovranno essere compattati in strati di massimo 30 cm di spessore fino a raggiungere il 95% della densità ottenibile in una prova Proctor (AASHTO modificata). Sul paramento esterno è previsto l'utilizzo di una rete antierosione tipo "HaTe 23.142 GR" da installare durante le fasi costruttive assieme alle geogriglie, per evitare la fuoriuscita ed il progressivo dilavamento del terreno.

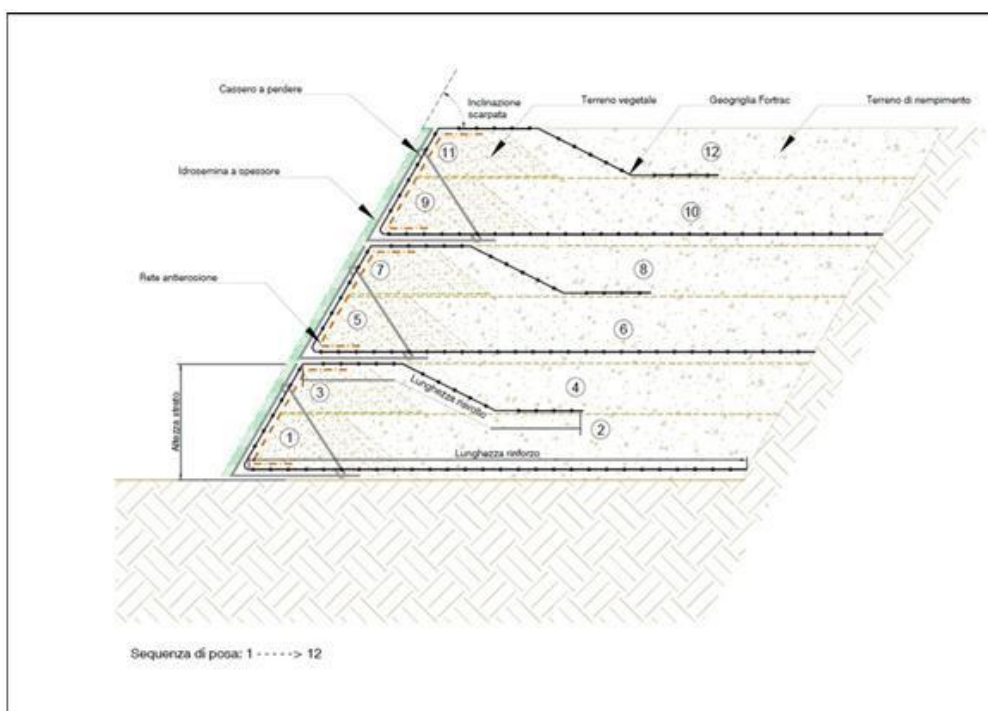


Figura 3.3/1 – Schema tipologica di una terra rinforzata rinverditata

Nel caso in cui il terreno di riempimento non fosse fertile, sarà necessario disporre almeno 30 cm di terreno vegetale sul fronte della terra rinforzata, all'interno di ogni strato, per favorire la crescita di vegetazione. E' prevista un'idrosemina sul paramento inclinato del muro al fine di rendere uniforme e speditivo il processo di rinverdimento.

La seconda struttura di sostegno è prevista prevalentemente sul lato Est, con un modesto raccordo sul lato Nord verso al cancello di ingresso. Si tratta sempre di una terra rinforzata ma composta da un singolo paramento di terra rinforzata rivestito tramite blocchi cementizi tipo "ROCKWOOD". L'opera nella sua sezione di massima altezza raggiunge un'elevazione totale fuori terra di 7,40 m. A valle dell'opera, dalla parte opposta della strada, è esistente una seconda terra rinforzata già eseguita con rinforzi considerati nelle diverse verifiche globali. Nella sua sezione di massima altezza, la terra rinforzata sarà realizzata mediante la posa successiva in strati di spessore variabile geogriglia tipo "Fortrac T" di resistenza decrementale con l'altezza, che sul fronte verrà assicurata ai blocchi tramite apposito incastro con i blocchi tra strati successivi, fino a raggiungere l'altezza desiderata. Le lunghezze di ancoraggio e le relative spaziatore saranno quindi le seguenti (dal basso verso l'alto):

- 6 strati da 0,40 m di Fortrac 80 T con 6,0 m di ancoraggio;
- 1 strato da 0,60 m di Fortrac 80 T con 6,0 m di ancoraggio;
- 4 strati da 0,60 m di Fortrac 80 T con 5,0 m di ancoraggio;
- 3 strati da 0,60 m di Fortrac 55 T con 4,0 m di ancoraggio;
- 1 strato da 0,20 m di Fortrac 55 T con 4,0 m di ancoraggio;

Per la stratigrafia dei rinforzi delle sezioni con altezza minore si rimanda alla relazione specialistica **MTR-RT-010**. L'inclinazione del paramento è fissata a circa 83° rispetto all'orizzontale; il fronte inclinato sarà realizzato con l'ausilio dei blocchi cementizi tipo "ROCKWOOD".

Tutti gli strati di terreno, compreso il piano di imposta, ove non fosse composto da roccia monolitica, dovranno essere compattati in strati di massimo 20 cm (altezza del singolo blocco ROCKWOOD) di spessore fino a raggiungere il 95% della densità ottenibile in una prova Proctor (AASHTO modificata). In concomitanza alla posa di ogni fila di blocchi cementizi sarà necessario disporre materiale granulare drenante che vada a riempire i blocchi e si stenda per almeno 30 cm a tergo degli stessi. A seguire il corpo del muro deve essere riempito e compattato con il terreno di riempimento previsto da progetto. Alla base del muro stesso va posizionato un tubo fessurato drenante per la raccolta delle acque, al fine di assicurare la dissipazione delle sovrappressioni idrauliche dietro al paramento murario. Nella Figura 3.3/2 si riporta lo schema tipologico del muro.

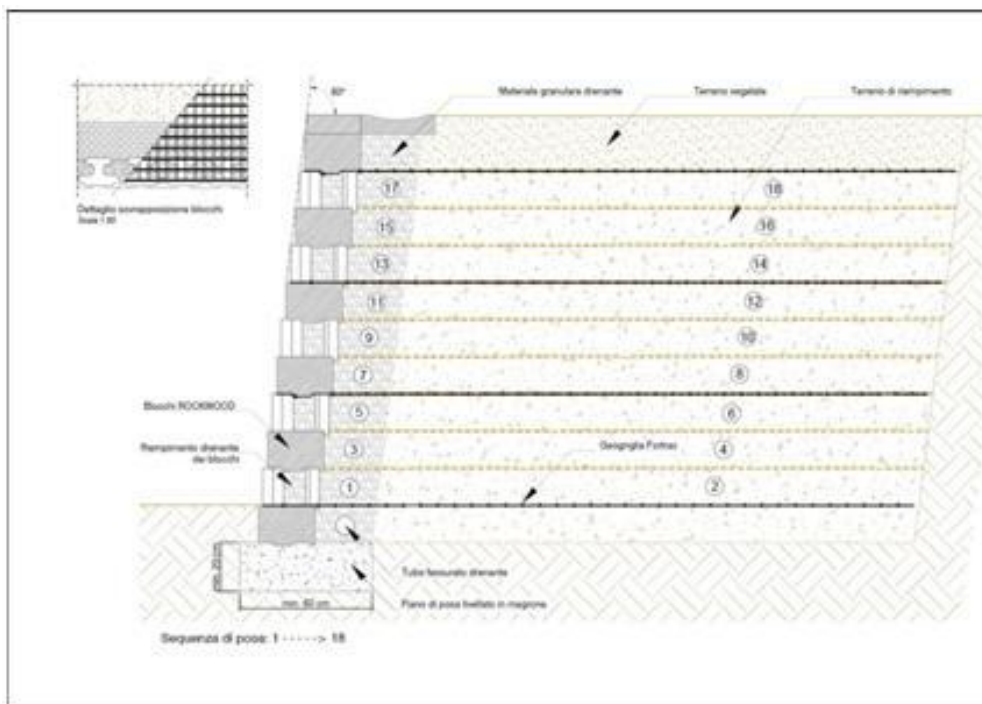


Figura 3.3/2 – Schema tipologica del muro di sostegno tipo “Rockwood”

Le strutture sono state verificate secondo i seguenti riferimenti normativi

- D.M. 17 Gennaio 2018 - Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni - Gazzetta Ufficiale n.42 del 20 Febbraio 2018;
- British Standard: BS 8006:1/2010 - Code of Practice for strengthened/reinforced soils and others fills - BSI Standards Publication.

I calcoli di stabilità dei rilevati sono stati eseguiti considerando i seguenti parametri geotecnici:

	Terreno di riempimento	Terreno vegetale	Limo sabbioso in sito	Limo con argilla in sito	Blocchi Rockwood
Angolo d'attrito interno ϕ_k [°]	27,0	25,0	25,0	22,0	11,0
Coesione drenata c_k [kN/m²]	11,00	10,00	12,0	31,0	16,00
Peso in volume γ_k [kN/m³]	20,17	18,0	19,79	20,43	22,0

I valori utilizzati per i blocchi ROCKWOOD rappresentano il comportamento tipico di connessione tra questa tipologia di blocchi e le geogriglie tipo Fortrac, basati su prove di laboratorio specifiche. Qualora in fase esecutiva non si rispettassero i valori sopra adottati la presente verifica perderebbe ogni sua validità.

Le caratteristiche dei materiali di rinforzo utilizzati sono le seguenti:

- Il Fortrac® T è una geogriglia realizzata in fibre di poliestere (PET) e rivestita con uno strato di protezione polimerico avente elevato modulo di Young (sopportano alte tensioni con basse deformazioni) e basso creep (subiscono piccole deformazioni sotto l'azione di carichi prolungati nel tempo).
- La rete antierosione HaTe 23.142 GR è una geogriglia realizzata in fibre di PET con rivestimento polimerico di colore verde, capace di trattenere gli inerti fini ed impedirne il dilavamento, permettendo al contempo la crescita della vegetazione.
- La posa dei geosintetici avverrà utilizzando dei casseri a perdere in rete elettrosaldata Ø7/8, di maglia variabile piegata a 70°.

Sono stati considerati anche adeguati carichi accidentali. Per tutto lo sviluppo delle sezioni considerate, a partire da 1,0 m di distanza dalla cresta delle scarpate, è stato considerato un carico stradale accidentale di 20,0 kPa. Le verifiche sono state eseguite considerando la sismicità dell'area. L'azione sismica è stata modellata secondo la metodologia agli Stati Limite Ultimi SLU-SLV richiesta dalla NTC18, attraverso azioni quasi-statiche equivalenti ricavate tramite i coefficienti sismici k_h e k_v . Sono stati utilizzati i valori $k_h=0.096$ e $k_v=0.048$ ricavati tramite il servizio GeoStru (<https://geoapp.eu/parametrisismici2018/>), utilizzando l'approccio semplificato e come parametri topo-stratigrafici per i valori C per il terreno e T2. Per la tipologia dell'opera, pur prevedendo un drenaggio tergo muro, le verifiche sono state eseguite senza considerare la presenza di falda.

• Calcolo tensioni di progetto

Nelle verifiche di stabilità, le tensioni di progetto dei geosintetici di rinforzo sono state determinate applicando una serie di fattori di riduzione secondo quanto previsto dal British Standard BS 8006, essendo la normativa italiana correntemente sprovvista di indicazioni specifiche a riguardo. Tali fattori sono ricavati dai rispettivi certificati rilasciati per quanto riguarda la geogriglia Fortrac dall'istituto di accreditamento BBA (British Board of Agreement), certificato BBA HAPAS Certificate 13/H197.

$$T_{D(ULS)} = \frac{T_{CR}}{RF_{CR} \times RF_{ID} \times RF_W \times RF_{CH} \times f_s}$$

dove i coefficienti hanno il seguente significato:

- $T_{D(ULS)}$ [kN/m]: tensione di progetto a lungo termine;
- T_{CR} [kN/m]: tensione caratteristica nominale di rottura istantanea (a breve termine);
- RF_{CR} : fattore di riduzione per creep considerando una vita utile di 120 anni;
- RF_D : fattore di riduzione per danneggiamento meccanico considerando ghiaia sabbiosa come materiale di riempimento;
- RF_W : fattore di riduzione effetti ambientali (incluso esposizione ai raggi UV);
- RF_{CH} : fattore di riduzione per attacchi chimici (considerando terreni con $pH\ 2,0 \div 12,5$);
- f_s : fattore di sicurezza per estrapolazione dei dati (vita utile pari a 120 anni)

Ne derivano, di conseguenza, i seguenti risultati di calcolo

MATERIALE	T _{CR}	RF _{CR}	RF _D	RF _W	RF _{CH}	f _s	T _{D(ULS)}
Fortrac® 55 T	55.0 kN/m	1.52	1.20	1.00	1.03	1.02	28.70 kN/m
Fortrac® 80 T	80.0 kN/m	1.52	1.15	1.00	1.03	1.02	43.56 kN/m
Fortrac® 110 T	110.0 kN/m	1.52	1.10	1.00	1.03	1.02	62.62 kN/m

- **Verifiche di stabilità interna**

La valutazione del coefficiente di sicurezza, nei riguardi della stabilità del rilevato, si è basata sulla metodologia agli Stati Limite Ultimi di salvaguardia della vita utilizzando, come superfici di scorrimento critiche, superfici circolari (metodo di Bishop). I calcoli sono stati realizzati tenendo conto dell'accelerazione dovuta all'effetto di un eventuale sisma secondo la NTC del 2018; i parametri adottati, ricavati dalla relazione geologica e sismica da voi fornita, sono: Kh=0.096; Kv=0.048. Qualora sia ritenuto che queste assunzioni non rappresentino la situazione reale, la presente verifica perde ogni sua validità.

Sulla terra rinforzata sono state effettuate solo verifiche di stabilità interne e composte, quindi analizzando le superfici di scivolamento che attraversano la terra rinforzata. Non sono state effettuate verifiche di stabilità globali, ovvero non sono state prese in considerazione le superfici di scivolamento che non attraversano completamente la terra rinforzata. Tra tutte le superfici di scorrimento analizzate, si è ottenuto il valore della superficie più critica c, vale a dire, quella che fornisce il fattore di sicurezza più basso.

Il risultato delle verifiche di stabilità interne, composte e globali effettuate è espresso in termini di "grado di utilizzo del sistema" (μ), che è per definizione il reciproco del cosiddetto fattore di sicurezza FS: più piccolo è " μ ", maggiore sarà il fattore di sicurezza.

Quindi

$$F_s = 1 / \mu$$

la condizione per cui la verifica è soddisfatta è:

$$F_s \geq 1$$

In modo equivalente, nei termini della NTC 2018 cap.6.2.I, la verifica è soddisfatta per:

$$E_d \leq R_d \rightarrow E_d / R_d \leq 1$$

dove E_d è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione e R_d è il valore di progetto delle resistenze del sistema geotecnico. In questo caso la relazione con μ risulta essere:

$$E_d / R_d = \mu$$

Come riportato nella legenda all'interno degli allegati di calcolo, sono stati utilizzati i fattori per le azioni e le resistenze riferiti alla combinazione "A2+M2+R2" (Approccio 1, Combinazione 2) secondo la NTC del 2018 (tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I).

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno è da effettuarsi, come riportato nel cap. 6.5.3.1.1, utilizzando il coefficiente di riduzione della resistenza del sistema

$\gamma_R=1,1$ (1,2 in condizioni sismiche) per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e fronti di scavo previsto nella tabella 6.8.I. Quindi, la formulazione completa della resistenza R_d risulta essere:

$$E_d/(R/\gamma_R) \leq 1 \quad \text{cioè} \quad E_d \leq R/\gamma_R$$

Per una corretta interpretazione dei risultati delle verifiche dovrà essere soddisfatta la disuguaglianza: $F_S \geq \gamma_R$, oppure $E_d/R \leq 1/\gamma_R$. Per quanto riguarda le verifiche del profilo di scavo, non sono stati applicati fattori di sicurezza parziali

Nelle Figure 3.3/3 - 3.3/6 si riportano gli esiti delle verifiche di entrambi i muri, eseguite nelle condizioni più penalizzanti, che considerano anche gli effetti globali tenendo conto sia della presenza del fosso per il lato Sud che delle terre rinforzate esistenti per le verifiche del muro in rockwood del lato Est.

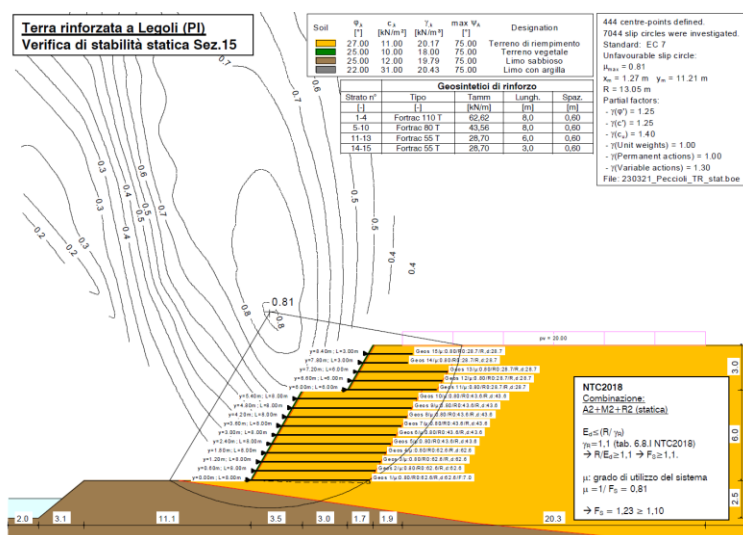


Figura 3.3/3 – Verifica muro in TR doppia parete: stabilità statica

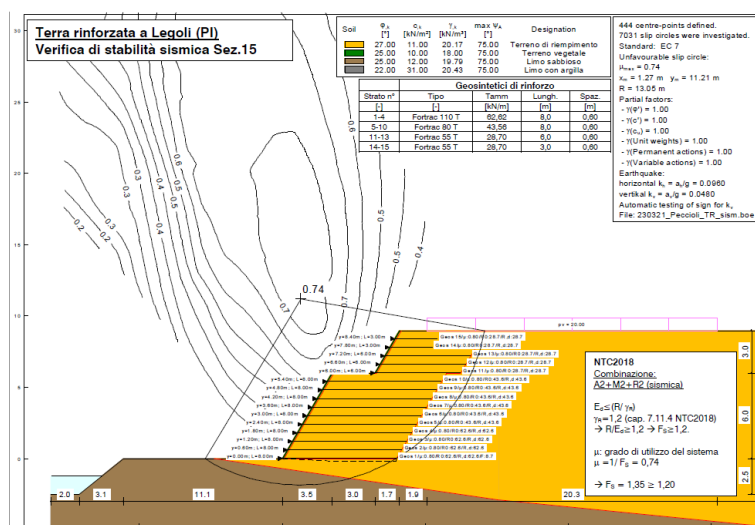


Figura 3.3/4 – Verifica muro in TR doppia parete: stabilità sismica

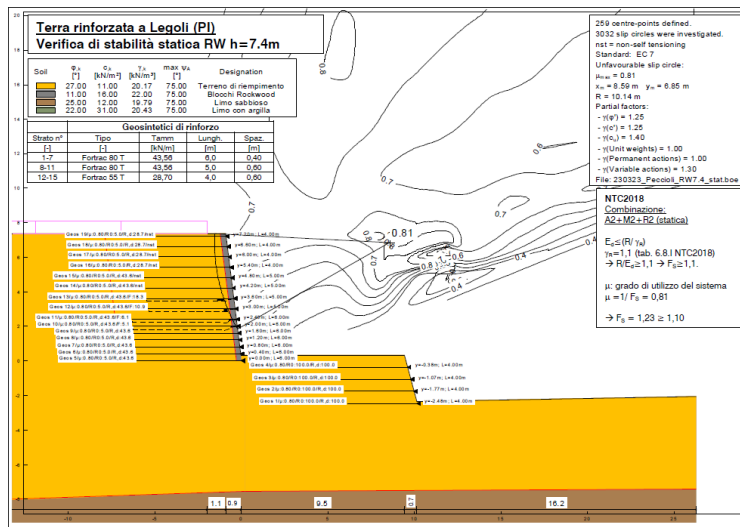


Figura 3.3/5 – Verifica muro in TR tipo Rockwood: stabilità statica

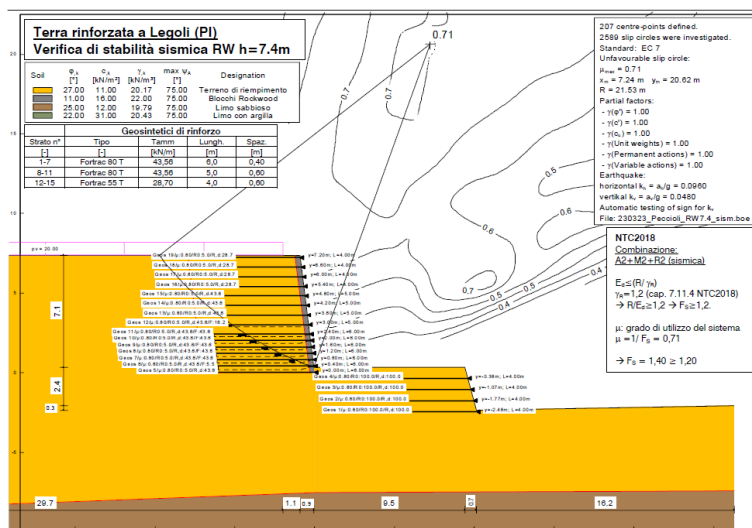


Figura 3.3/6 – Verifica muro in TR tipo Rockwood: stabilità sismica

Per i dettagli progettuali si rimanda alla relazione specialistica di progetto **MTR-RT-010**.

Le caratteristiche geometriche dei due muri sono le seguenti:

Muro doppia berma su lato Sud inclinato a 60°

- Lunghezza 315 m
- Altezza da 0 metri a 9 metri
- Superficie sulla verticale 2527 m²
- Volumi di scavo per piano fondazione 650 m³
- Volumi di riporto 1.7500 m³

Muro su lato Est inclinato a 83°

- Lunghezza 192 m
- Altezza da 0 metri a 7,4 metri
- Superficie sulla verticale 917 m²
- Volumi di scavo 350 m³
- Volumi di riporto 6.600 m³

3.3.2. EDIFICI E PLATEE

L'area di intervento è un lotto declivio, che verrà reso pianeggiante a fronte di movimenti terra, avvalendosi di opere di sostegno di diversa tipologia:

- A nord è prevista la realizzazione di una berlinese finalizzata al contenimento della viabilità esistente, quest'ultima a livello superiore rispetto al p.c. dell'area di intervento, nonché di un muro di sostegno in cls armato di altezza ridotta per il contenimento di terra posta a quota superiore della predetta viabilità;
- A sud, sud-est, e in parte a nord è prevista la realizzazione di muri di contenimento in terra armata descritti nel paragrafo precedente.

A titolo esemplificativo in *figura 3.3/7* è evidenziata l'ubicazione delle opere di sostegno.

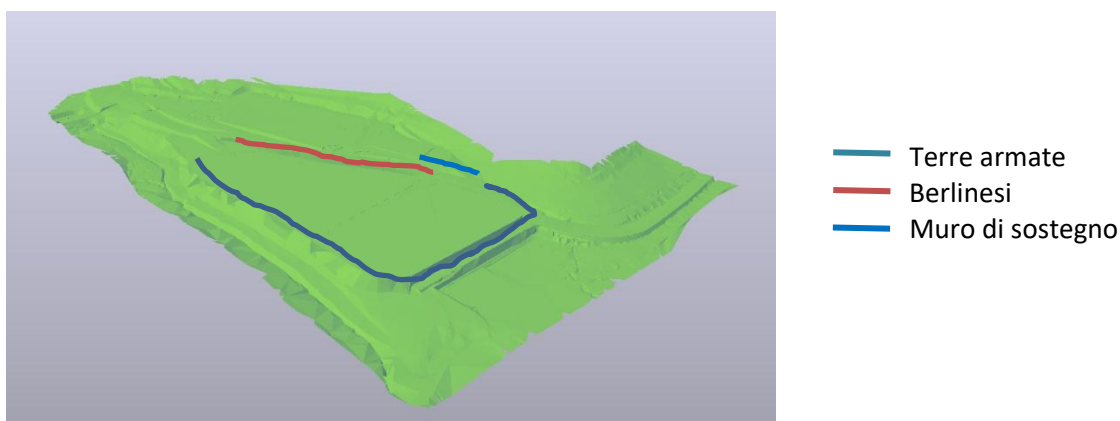


Figura 3.3/7 – Rappresentazione ubicazione opere di sostegno

L'impianto succitato è stato suddiviso in **isole funzionali "IF"**, ciascuna contraddistinta da corpi di fabbrica, o in alcuni casi solo da platee, strutture queste ultime comunque dotate di fondazioni del tipo profonde su pali trivellati.

Si riporta di seguito una raffigurazione delle predette isole funzionali:



Figura 3.3/8 – Rappresentazione isole funzionali all'interno dell'area di intervento

Le strutture in questione, almeno in termini di funzionalità, possono essere distinte complessivamente in almeno due tipologie:

- -strutture costituenti **involucro** per le macchine dell'impianto,
- -strutture a sostegno **diretto** delle macchine costituenti l'impianto (incluse le platee prive di strutture in elevazione previste nelle isole funzionali 04, 05, 06, 07),

fatti salvi i casi in cui vi sono entrambe le tipologie per singola struttura, come nel caso dell'isola funzionale 02 e 03, e nello specifico per i corpi denominati "Trattamento rifiuti" e "Combustore". Detti casi, infatti, si contraddistinguono non solo perchè il sistema strutturale è stato progettato in funzione dei carichi delle singole componenti impiantistiche e delle loro caratteristiche geometriche ma anche dovendo tenere in considerazione altre esigenze tra cui quelle architettoniche, impiantistiche (elettrico, antincendio, termici, ecc...), estetiche o gestionali. Per questo, nei casi specifici, sono state effettuate scelte diversificate rispetto alle altre strutture (come si vedrà infra ai paragrafi dedicati).

Per entrambe le tipologie sopra richiamate è stato impostato il medesimo grado di performance, ovvero il rispetto dei limiti di deformazione nei confronti delle azioni sismiche di massima intensità (SLC).

Per la realizzazione dei nuovi corpi di fabbrica sono state adottate le seguenti tipologie costruttive:

- -sistema in cls armato ordinario: gettato a piè d'opera o semiprefabbricato,
- -sistemi in carpenteria metallica,
- sistemi in cui vi sono entrambe le tipologie per singola struttura.

Per quanto concerne le caratteristiche strutturali degli interventi si rimanda alla Relazione Strutturale (**FES-RT-010**) e ai relativi allegati di progetto (**elaborati FES**).

Per quanto riguarda la modellazione del terreno, quest'ultimo contraddistinto da un primo strato di riporto antropico, attraverso sondaggi e indagini CPT è stato possibile acquisire le stratigrafie in punti strategici, e risalire alla profondità di quest'ultimo. In aggiunta sono stati forniti all'uopo dati omogenizzati dei vari strati, nonché la loro caratterizzazione generale secondo l'elenco di seguito riportato:

- -Riporto antropico di spessore variabile,
- -Limo sabbioso argilloso di spessore variabile,
- -Limo con argille debolmente sabbiose.

E' proprio all'interno di quest'ultimo strato che saranno ammorsarsi i pali di fondazione delle varie strutture da realizzare. Resta inteso che i parametri del terreno, omogenizzati ai valori medi, dovranno essere oggetto di verifiche ulteriori in base ai nuovi dati e risultati resi disponibili prima della fase esecutiva.

Le normative cui è fatto riferimento sono le seguenti: NTC 2018 (D.M. 17.1.2018) e sua Circolare Esplicativa n.7 del 21 gennaio 2019.

Si rimanda per ogni approfondimento alle relazioni specifiche di dettaglio con relative Tavole secondo l'elenco della **Tabella 3.3/1**:

FES	FABBRICATI - ELABORATI STRUTTURALI
FES-RT-010	Relazione Strutturale
FES-RT-020	Fascicolo Opere di Sostegno
FES-RT-030	Fascicolo Isola Funzionale 1
FES-RT-040	Fascicolo Isola Funzionale 2
FES-RT-050	Fascicolo Isola Funzionale 3
FES-RT-060	Fascicolo Isola Funzionale 4
FES-RT-070	Fascicolo Isola Funzionale 5
FES-RT-080	Fascicolo Isola Funzionale 6
FES-RT-090	Fascicolo Isola Funzionale 7
FES-RT-100	Fascicolo Piperack
FES-RT-110	Relazione Materiali
FES-RT-120	Piano di Manutenzione
FES-EG-010	Layout generale
FES-EG-020	Berlinese e muri lungo strada - Tavole
FES-EG-030	Tavole Isola Funzionale 1
FES-EG-040	Tavole Isola Funzionale 2
FES-EG-050	Tavole Isola Funzionale 3
FES-EG-060	Tavole Isola Funzionale 4
FES-EG-070	Tavole Isola Funzionale 5
FES-EG-080	Tavole Isola Funzionale 6
FES-EG-090	Tavole Isola Funzionale 7
FES-EG-100	Tavole Isola Funzionale 8
FES-EG-110	Tavole Piperack

Tabella 3.3/1– Riepilogo principali documenti di riferimento strutturale

3.3.2.1. BERLINESE DI SOSTEGNO SUL LATO NORD

Le opere di sostegno previste all'interno dell'area di intervento si rendono necessarie in conseguenza ai movimenti terra finalizzati alla realizzazione di un piano unico orizzontale alla quota di 118 m.s.lm..

Si tratta di un muro di contenimento, di modesta altezza, e di una più consistente berlinese sul lato Nord, finalizzata al contenimento della viabilità esistente che si trova a quote ben superiori. La berlinese avrà altezza variabile parimenti all'andamento della strada limitrofa, e in sommità, in corrispondenza del cordolo in cls armato, sarà realizzata una "passerella panoramica" in aggetto in carpenteria metallica dotata di apposito parapetto anch'esso metallico. Tale opera, la prima da eseguire nell'ordine cronologico dei lavori, sarà costituita da pali di diametro 0,6m ad interasse di 1,20m al cui interno è annegato un profilato metallico HEA200 S275. Il profilo altimetrico della berlinese sarà il medesimo di quello previsto per la viabilità.

Nella Figura 3.3/9 e 3.3/10 si riporta una raffigurazione esemplificativa dell'opera in questione:

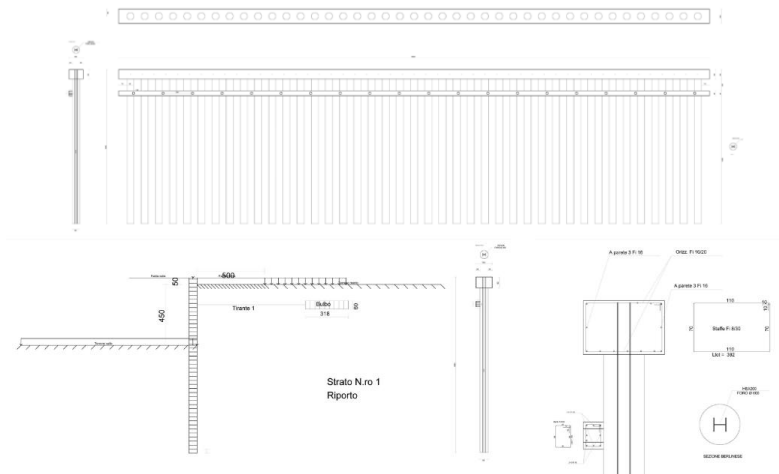


Figura 3.3/9 – Rappresentazione esemplificativa della berlinese

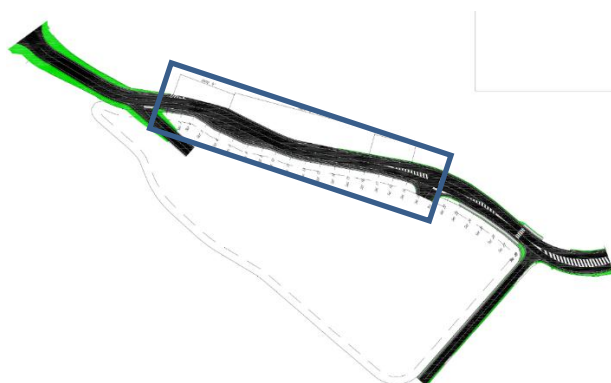


Figura 3.3/10 – Rappresentazione tratto con *berlinese*

Il *muro di sostegno* sarà dotato di altezza costante seppur contenuta e realizzato in cls armato del tipo “*a gravita*”. La zattera di fondazione sarà supportata da micropali di profondità contenuta (non superiore a 12 m, con camicia in acciaio grado S275 $\phi 203 \times 16$ mm), ciò al fine di evitare fenomeni di plasticizzazione del terreno più superficiale, quest’ultimo di natura prevalentemente mista. La classe di consistenza del cls prevista è la C28/35.

3.3.2.2. OPERE DI FONDAZIONE

La presenza del riporto antropico, di caratteristiche variabili, comporta la necessità di prevedere pali in cls armato al di sotto delle fondazioni delle varie unità strutturali. La profondità di detti pali è dettata dalla stratigrafia sulla quale il corpo di fabbrica dovrà essere eretto.

La quota di imposta dei pali, di diametro complessivamente compreso tra 0,4-0,8m, varia tra i 25-30m di profondità rispetto al p.c. dell’area di intervento.

Le fondazioni, prevalentemente a platea, salvo nei casi in cui sono previste travi rovesce, hanno quote di imposte comunque differenti tra loro, seppur di poco. Tale quota di imposta è variabile prevalentemente tra 0,7-1,4 m, ad eccezione del sistema strutturale denominato **vasca scorie** la cui profondità è ben maggiore rispetto al p.c. dell'area di intervento e rispetto alle fondazioni delle altre strutture.

Particolare attenzione è stata riposta nella disposizione dei pali, con l'intento di limitare il più possibile i carichi da punzonamento per le platee, ed al contempo contenere i cedimenti assoluti e differenziali, sempre nell'ottica di limitare le deformazioni a salvaguardia degli impianti (nonché dei carriponte presenti all'interno di alcuni manufatti) e del loro funzionamento.

Tutte le strutture sono state modellate per il calcolo. Si rimanda ai documenti strutturali di dettaglio (vedi **elaborati FES**) per ogni approfondimento.

3.3.2.3. OPERE IN ELEVAZIONE

Particolare attenzione nel corso della progettazione è stata riservata alle travi tralicciate autoportanti e alle caratteristiche dei solai per le quali si rimanda ai documenti strutturali di dettaglio (vedi **elaborati FES**) per ogni approfondimento.

In particolare è stato trattato il tema della possibilità di smontaggio di alcuni elementi, all'occorrenza, per facilitare le operazioni di manutenzione e sostituzione dei componenti impiantistici, mansioni quest'ultima da effettuarsi preferibilmente dall'alto con l'ausilio di autogru.

Le connessioni sono, quindi, previste del tipo bullonato, aspetto quest'ultimo per cui è stato preferito adottare maggiormente giunti a cerniera piuttosto che ad incastro. A tal proposito i sistemi strutturali in carpenteria metallica sono, in termini generali, costituiti da bielle verticali, affidando interamente l'azione orizzontale (vento, sisma) ai controventi verticali, quest'ultimo costituiti nella maggior parte dei casi da elementi tubolari cavi.

Anche per le carpenterie metalliche sono state eseguite le necessarie modellazioni (vedi **elaborati FES**).

3.3.2.4. STRUTTURA PIPE RACK

L'opera in questione, sebbene apparentemente secondaria rispetto alle altre, ricopre un ruolo strategico in quanto costituisce il sostegno aereo delle tubazioni di collegamento tra i vari impianti ubicati nelle rispettive isole funzionali (vedi **FES-RT-100**).

Per garantire la necessaria regolarità in pianta il pipe rack è stato suddiviso in più tratti come da Figura 3.3/11

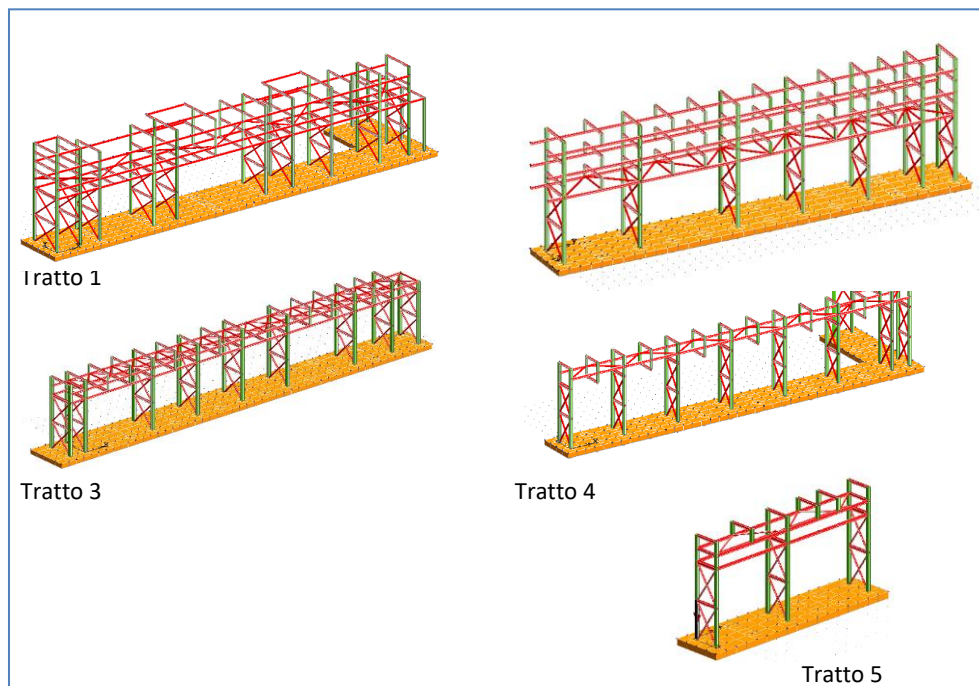


Figura 3.3/11 – Rappresentazione grafica dei tratti del pipe rack

garantendo inoltre il necessario piano rigido di appoggio e una limitata deformabilità sia longitudinale che trasversale (vedi **FES-RT-100**). Nella Figura 3.3/12 si riporta la raffigurazione planimetrica del *piperack* :



Figura 3.3/12 – Rappresentazione planimetrica pipe rack suddiviso in tratti

- | | |
|--|--|
|  Tratto 1 pipe rack |  Tratto 2 pipe rack |
|  Tratto 3 pipe rack |  Tratto 4 pipe rack |
|  Tratto 5 pipe rack | |

3.3.2.5. ANALISI SISMICA

Per i sistemi strutturali in questione è stata utilizzata l'analisi dinamica lineare per il calcolo delle sollecitazioni e delle deformazioni in campo sismico. Tale analisi, comunemente conosciuta anche come "*analisi modale con spettro di risposta*", non è altro che la combinazione (del tipo CQC) dei massimi effetti in corrispondenza dei periodi che caratterizzano i modi propri della struttura, ciascuno con massa partecipante superiore al 5%, per un numero complessivo di modi atti a movimentare almeno l'85% della massa complessiva (solitamente n. 12 modi).

Particolare attenzione in sede di progettazione è stata riposta nella distribuzione in pianta delle rigidità degli elementi verticali (pilastri e setti), sebbene in determinati casi obbligata dal passaggio delle componenti impiantistiche; ciò al fine di ottenere modi propri con traslazione nelle due direzioni orizzontali (vedi **elaborati FES**).

Tale ultima circostanza, ricopre un ruolo fondamentale sulle strutture, ed in particolar modo su quelle da realizzare all'interno dell'area di intervento:

- -modi propri principali di tipo regolare consentono di non aggiungere ulteriori forze di taglio agli elementi verticali, altrimenti indotte da effetti torsionali;
- -si ottimizzano i massimi effetti derivanti in corrispondenza di ciascun periodo contemplato all'interno della combinazione cui fa mero riferimento l'analisi dinamica.

Si evidenziano alcuni aspetti legati ai fabbricati da realizzare di maggiori dimensioni, nello specifico presenti all'interno delle isole IF02 e IF03.

- -All'interno della IF02, il fabbricato dello "*Stoccaggio rifiuti*" è stato reso indipendente dal fabbricato "*Trattamento rifiuti*" per mezzo di giunto sismico, finalizzato a garantire la regolarità in altezza per entrambi i sistemi, e limitare quanto più possibile gli effetti torsionali di piano;
- -All'interno della IF03, il fabbricato denominato "*Combustore*" è stato progettato con un nucleo centrale in cls armato al fine di assorbire oltre il 50% dell'azione sismica, ed al contempo assicurare ridotta eccentricità rispetto al centro di massa. In tale modo è stato possibile ottenere un comportamento dinamico della struttura di tipo regolare.

3.3.3. VIABILITA' E ACCESSO

Il progetto prevede di riadattare la viabilità esistente così da raccordarsi sia con quanto previsto dal progetto ALBE che dal progetto Legoli 3, risultando funzionale per tutto il polo impiantistico.

Nella documentazione di dettaglio cui si rimanda (**IEV-RT-010 e IEV-EG-010_IEV-EG-080**) è descritto il tipo di intervento con la definizione dei diversi tratti con larghezza e pendenze di riferimento.

Nel progettare la strada, è stato necessario uniformarsi alle esigenze al contorno tra cui: i vincoli di accesso verso il TMB; una rotonda già prevista in direzione discarica e che consente una agevole manovra anche dei mezzi in uscita dal cancello secondario dell'impianto sul lato Nord-Est e, sul lato opposto, al nuovo piazzale servizi previsto per il biodigestore anaerobico.

La strada è dotata di regimazione delle acque e di guard rail di protezione sul lato che guarda all'impianto oltre ad essere completata con segnaletica orizzontale.

Da questa viabilità si accede al piazzale dell’Impianto che risulta interamente recintato e con due cancelli automatici: uno in corrispondenza dell’accesso principale da cui entreranno, tra gli altri, tutti i mezzi di conferimento ed un secondo sul lato Nord-Ovest dove potranno accedere o uscire i mezzi di servizio

In corrispondenza dell’accesso è previsto un ampio piazzale di manovra (vedi **GEN-EG-020**) per un agevole ingresso in retromarcia dei mezzi che scaricheranno nel capannone di accettazione, individuato come **Isola Funzionale 02** e descritto nei successivi paragrafi.

3.3.4. EDIFICIO ISOLA FUNZIONALE IF02

L’accettazione dei rifiuti e la preparazione dello Slurry sono previsti all’interno di un capannone prefabbricato di dimensione in pianta 80*40 metri. Nella Figura 3.3/13 si riporta lo stralcio planimetrico con la relativa ubicazione.



Figura 3.3/13-Area isola funzionale IF02

L’isola funzionale IF02 consiste in un capannone diviso in 6 zone principali:

- la prima destinata allo stoccaggio- approvvigionamento dei rifiuti solidi in ingresso all’impianto,
- la seconda al loro successivo pretrattamento (triturazione primaria di guardia, eliminazione dei materiali ferrosi e non ferrosi, macinazione a ca. 5 mm),
- la terza a servizio dei locali ad uso spogliatoio e per il personale,
- la quarta ai locali alla parte degli uffici e sala controllo.
- la quinta al piano destinato ai quadri elettrici etc,

- I la sesta destinata ad ospitare, su gran parte della copertura, il biofiltro che tratta l'area dei locali 1 e 2 prima di essere immessa all'esterno.

Il rifiuto una volta stoccato, viene macinato ed inviato, insieme al percolato e ad un additivo, alla slurrificazione e da qui, attraverso un serbatoio di stoccaggio, pompato in alimentazione dei due combustori (Isola Funzionale IF-03).

All'interno del fabbricato si trovano inoltre la sala controllo, la cabina elettrica Isotherm e i locali di servizio (uffici, spogliatoi e WC).

E' prevista una struttura in c.a. prefabbricato o semiprefabbricato. In realtà si tratta di 2 strutture adiacenti ma strutturalmente indipendenti. La tecnologia prefabbricata in c.a.p. consente di unire i vantaggi della prefabbricazione (maggior titolo di cls, maggior qualità, maggior velocità di esecuzione) alle necessità statiche legate ai rilevati.

Progettualmente si prevede di operare mediante:

- sbancamento e realizzazione di platea a circa 150 cm di profondità (evitando dislivelli di profondità maggiore di 2 m ai fini di una migliore gestione della sicurezza);
- realizzazione del piano di terra mediante nervature estradossate dalla platea e tegoloni, per creare una intercapedine ispezionabile e utile per passaggi tecnici, impianti e scarichi;
- Zona rifiuti: struttura intelaiata monopiano, con pilastri (posti alle estremità delle aree stoccaggio per luci libere pari a circa 30m) che sostengono travi tralicciate con fondello metallico, portanti orizzontamenti di soffitto in lbond, e superiormente copertura metallica leggera;
- Zona pretrattamento: struttura intelaiata di due piani con pilastri che sostengono travi tralicciate con fondello metallico, portanti orizzontamenti in solai predalle, e superiormente copertura in tegoloni nella parte uffici e metallica leggera sopra il biofiltro;
- Tamponamenti con parte a secco del tipo Knauf successivamente rasate e tinteggiate
- La parte che interessa il prospetto sud est prevede l'inserimento di un sistema di verde verticale che interessa gran parte della facciata, per il dettaglio si rimanda al tavole della parte paesaggistica;
- Sulla copertura del fabbricato sarà installato il biofiltro, considerato a tutti gli effetti una componente impiantistica.

Il Piano Terra è il piano dove inizia il processo del trattamento dei rifiuti, partendo dal loro conferimento a Nord del fabbricato e scendendo verso Sud per lo stoccaggio e la successiva lavorazione.

Il Piano Terra è il piano dove inizia il processo del trattamento dei rifiuti, partendo dal loro conferimento a Nord del fabbricato e scendendo verso Sud per lo stoccaggio e la successiva lavorazione. Nella parte più a Sud sono posizionati tutti i servizi necessari ai dipendenti, quali: spogliatoi, docce, servizi igienici, etc. ed i vani scala-ascensore che consentono l'accesso ai piani superiori. I due vani scala si trovano: uno, principale, posto sul lato Sud-ovest e l'altro, secondario, posto sul lato Sud-est del fabbricato. Quello posto a Sud-Ovest è provvisto anche di ascensore e conduce al Piano Primo, mentre quello a Sud-est conduce unicamente al Piano Mezzanino.

Escludendo i servizi, si tratta di superfici vaste (partendo da una superficie di circa 600 mq per il conferimento, continuando con una superficie di circa 1.000 mq per lo stoccaggio e finendo con

una superficie di circa 1400 mq per la lavorazione) per le quali è stata posta una particolare attenzione ai rapporti aeroilluminanti nel vano lavorazione. Questa necessità ha condotto alla previsione di una vasta metratura vetrata dell'edificio (parte a Sud) che, al contempo, consente un miglior inserimento nel contesto paesaggistico e quindi un alleggerimento prospettico diminuendo la parti PIENE. Per una migliore lettura si rimanda agli elaborati grafici **FEA-EG-040/050/060**.

Come precedentemente accennato è possibile accedere al Piano Mezzanino dalle scale poste sul lato Sud-Est del fabbricato. A questo piano sono presenti principalmente locali tecnici, quali: locali dei quadri elettrici che conducono al locale trasformatore, locale batteria, sala DCS. L'unica eccezione del piano è il locale archivio dal quale è possibile accedere dal pianerottolo della scala principale posta a Sud-Ovest. Per una migliore lettura si rimanda agli elaborati grafici **FEA-EG-040/050/060**.

È possibile accedere al Piano Primo unicamente dalle scale poste sul lato Sud-Ovest del fabbricato. Questo piano ospita un grande spazio dedicato al Biofiltro con lo scopo di trattare l'aria presente nell'edificio dovuta al trattamento dei rifiuti. Questo vano può essere considerato aperto, in quanto, nonostante sia presente una copertura, le pareti verticali non coprono l'intera superficie. In adiacenza è presente una terrazza coperta dedicata all'area di manovra dell'escavatore. Oltre al Biofiltro il Piano Primo ospita degli ambienti volti alla quotidianità dei dipendenti, quali: servizi igienici, ripostiglio, refettorio, sala riunioni, oltre alla sala di controllo, l'archivio e la sala server. Anche questi ultimi ambienti offrono un'ampia superficie finestrata che consente un alleggerimento prospettico dei "PIENI". Questo piano non copre l'intera superficie del Piano Terra, ma solo una porzione identificata come Corpo Sud, mentre l'altra porzione del fabbricato, che possiamo identificare come Corpo Nord, termina a questo livello. Per una migliore lettura si rimanda agli elaborati grafici **FEA-EG-040/050/060**.

Il vano scala principale posto a Sud-Ovest conduce, infine, ad una terrazza dal quale è possibile accedere al Piano di Copertura sia del Corpo Sud che del Corpo Nord. Sulla copertura del Corpo Sud sono presenti due vuoti parapettati, necessari per introdurre i mezzi per la manutenzione del biofiltro. È possibile accedere a questa copertura, per ogni manutenzione, grazie ad una scala a pioli posta sulla terrazza. Sulla copertura del Corpo Nord sono presenti vari lucernari ed è possibile accedervi dalla terrazza, per ogni manutenzione, per mezzo di una rampa di scale. Per una migliore lettura si rimanda agli elaborati grafici **FEA-EG-040/050/060** e all'elaborato grafico **FEA-EG-070**.

Tutte le richieste dei rapporti indicati dalla Delibera Regionale n° 211 del 28.02.2022 "**INDIRIZZI TECNICI DI IGIENE EDILIZIA PER I LOCALI E GLI AMBIENTI DI LAVORO**" risultano essere soddisfatte, sia dai rapporti di 1/8, 1/10 ed 1/12 a seconda della Categoria USL nei quali i vani ricadono, sia dalla quantità minima di superficie finestrata richiesta dalle dimensioni del vano. Si rimanda alle tabelle riportate nella tavola **FEA-EG-170**

Tra gli allegati, cui si rimanda per i dettagli, è presente anche l'abaco degli infissi con l'identificazione degli stessi e le loro dimensioni, per una migliore lettura si rimanda quindi all'elaborato grafico **FEA-EG-170** che rappresenta le verifiche aeroilluminanti ed all'elaborato grafico **FEA-EG-180** che rappresenta ed elenca l'abaco degli infissi.

E' stata calcolata, ai sensi dell'art. 10 del Decreto Regionale n°39/2018, la S.E. dell'intero edificio IF02 che è risultata pari a circa **4800 m²** come dettagliato nella Tabella 3.3/2

NOME AREA	LIVELLO	AREA
1-STOCCAGGIO	Piano Terra	1 884,89 mq
2-IMPIANTI	Piano Terra	1 234,29 mq
3-INGRESSO	Piano Terra	65,52 mq
2-SERVIZI	Piano Terra	181,89 mq
6-ARCHIVIO	Piano Mezzanino	33,13 mq
8-UFFICI	Piano Primo	354,07 mq
9-BIOFILTRO	Piano Primo	1 071,26 mq
TOTALE		4 825,06 mq

Tabella 3.3/2- Dettaglio Superfici edificabili dell'Isola IF02

Per una migliore lettura si rimanda all'elaborato grafico **FEA-EG-190**

In funzione della destinazione d'uso degli immobili, ai sensi di quanto stabilito DM 236 del 1989, è stato necessario verificare il requisito di Accessibilità (Art.3 comma 3.4 lettera g), ritenuto soddisfatto quando tramite l'esecuzione in differita nel tempo di lavori che non modificano la rete degli impianti comuni, possono essere resi idonei a costi contenuti.

L'intervento in oggetto è soggetto alle prescrizioni degli articoli 77 e seguenti del d.P.R. n. 380/2001 e del d.m. n. 236/1989, della l.r. 47/1991 e al d.p.g.r. 41r/2009 e, come da relazione e schemi dimostrativi allegati, soddisfa il requisito di adattabilità per mezzo di semplici interventi descritti nel dettaglio nell'elaborato **FEA-EG-160**.

Sono stati previsti adeguati impianti fognari. La soluzione progettuale è a servizio di un'attività industriale per gli scarichi assimilati ai domestici per reflui non recapitati in pubblica fognatura e prevede il convogliamento delle acque saponose e grasse, provenienti dall'area lavorazione e dai servizi igienici, quali docce e bagni, in appositi pozzetti degrassatori.

Successivamente le acque grigie, una volta pretrattate per la rimozione di oli, schiume e grassi, Successivamente le acque grigie, una volta pretrattate mediante flottazione all'interno del Degrassatore per rimuovere oli, schiume e grassi, saranno unite nella tubazione delle acque nere per confluire nella vasca Imhoff. Tutti gli scarichi (**FEA-RT-051**), sia quelli delle acque nere che delle acque grigie, saranno dotati di apposita canna d'aerazione fino alla copertura.

Ad ogni uscita dal fabbricato sarà realizzato un apposito pozzetto sifonato ed ispezionabile, anch'esso dotato di areazione. L'intero impianto sarà realizzato in tubazione in PVC Termoresistente fino a 95 C° posato su letto di sabbia e ricoperto con camicia in c.a. a protezione di eventuali rotture accidentali. Tutti i pozzetti (Ispezione, Firenze, prelievo campioni, etc.) saranno prefabbricati in c.a., posati su letto di sabbia con rinfiato in c.a. e dotati di chiusino in c.a.. Al loro interno saranno posizionati tutti i pezzi speciali in P.V.C. termoresistente 95° (ispezione, sifone, etc.) evitando così ristagni di fluido nei pozzetti e ottenendo una condotta ermetica in modo da evitare esalazioni spiacevoli. I raccordi così come le curve dovranno essere realizzati a 45° nell'intento di facilitare l'afflusso del refluo.

- **Degrassatori**

Sono vasche di calma in cui si dà modo agli oli, alle schiume e ai grassi di flottare secondo meccanismi fisici di separazione liquido-liquido [oli e schiume] o solido-liquido [grassi se le temperature non sono troppo elevate].

- ***Vasche Imhoff***

Le acque di rifiuto grezze vengono sottoposte a pretrattamenti di natura meccanica per l'eliminazione di materiale che, per le sue dimensioni e le sue caratteristiche, determinerebbe difficoltà nel corretto espletamento delle successive fasi di depurazione. In uno scarico civile il 60-70% dei solidi sospesi risulta sedimentabile; dunque, i solidi possono essere rimossi attraverso trattamenti primari di decantazione. Questo tipo di trattamenti consente anche una contestuale rimozione del 25-30% del contenuto organico inteso come BOD5.

Le vasche Imhoff sono impiegate come trattamento primario delle acque nere provenienti dai WC a servizio di scarichi domestici o assimilabili. Sono costituite da due scomparti sovrapposti e idraulicamente comunicanti. Nel comparto superiore, i solidi sedimentabili raggiungono per gravità il fondo del sedimentatore, che ha una opportuna inclinazione per consentire il passaggio dei fanghi nel comparto inferiore dove avviene la digestione; questo tipo di impianto sfrutta l'azione combinata di un trattamento meccanico di sedimentazione e di un trattamento biologico di digestione anaerobica fredda.

Le vasche Imhoff devono essere precedute da una fase di degrassatura, così da scaricare il refluo trattato in dispersione sotterranea (dove previsto da regolamenti locali) che, in alternativa, si può convogliare in un trattamento secondario per affinarlo e recapitarlo nel corpo ricettore idoneo. (Per la scheda tecnica si veda **FEA-AL-030**)

Una volta che i reflui hanno subito il trattamento primario, saranno convogliati per mezzo di condotta, all'impianto di trattamento secondario, che consiste in un percolatore aerobico.

- ***Percolatori***

Il filtro percolatore è un reattore biologico all'interno del quale i microrganismi, che svolgono la depurazione del refluo, si sviluppano sulla superficie di appositi corpi di riempimento disposti alla rinfusa. La distribuzione uniforme del liquame attraverso il filtro garantisce il massimo contatto tra il materiale organico da degradare e le pellicole biologiche che ricoprono le sfere di riempimento. Nello specifico la flora batterica che cresce e si sviluppa all'interno del filtro percolatore aerobico ad uscita alta consuma il carico organico contenuto nel refluo in presenza di ossigeno, continuamente immesso nella vasca attraverso il compressore esterno e distribuito dai piatti diffusori.

I filtri percolatori aerobici ad uscita alta con soffiante sono impiegati come trattamento secondario delle acque reflue domestiche o assimilabili. Devono essere preceduti da una fase di degrassatura e da una fase di sedimentazione primaria (vasca Imhoff o settica), in questo modo si può scaricare il refluo trattato in dispersione sotterranea o su corso idrico superficiale. (Per la scheda tecnica si veda **FEA-AL-030**)

Una volta terminato il processo di trattamento sopra descritto il refluo sarà convogliato nel fiume a Sud-Est. Per un miglior dettaglio si rimanda alla lettura della relazione e degli elaborati grafici **FEA-EG-210**.

L'intervento in oggetto È **SOGGETTO** a progetto acustico e prevenzione incendi. Si rimanda pertanto alla lettura della relazione acustica **FEA-RT-030** ed alle relazioni di impianto antincendio **IAP-RT-010/020** e relativi elaborati grafici **IAP-EG-010/100**.

L'intervento in oggetto È **SOGGETTO** a progetto degli impianti meccanici. Si rimanda pertanto alla lettura degli elaborati grafici **FIM-EG-010/050**, degli allegati **FIM-AL-010/030** e alle relazioni **FIM-RT-010/020**.

Nel rispetto dell'obbligo normativo previsto dall'art. 82 a L.R. 01/05 e ss.mm.ii. l'intervento **È SOGGETTO** al progetto dell'Elaborato tecnico della copertura completo di tutte le sue parti e del sistema di messa in sicurezza degli accessi e percorsi in copertura ai sensi di quanto indicato dall'art 6 comma 1 lettere a) della D.p.g.r 75R del 15/12/2013.

Si rimanda pertanto alla lettura degli elaborati grafici **FEA-EG-070** e della relazione **FEA-RT-040**.

L'intervento in oggetto **È SOGGETTO** a progetto degli impianti elettrici. Si rimanda pertanto alla lettura della relazione tecnica **FIE-RT-010** e degli elaborati grafici **IEP-EG-010/020 e FIE-EG-010/070**.

L'impianto elettrico presente all'interno dell'edificio principale merita di essere descritto con maggiore dettaglio congiuntamente ai presidi di sicurezza antincendio ed alcune particolarità tecnologiche. Tutte le utenze descritte saranno alimentate da trasformatore e sezione di potenza. L'impianto complessivo comprende:

- l'impianto di Illuminazione degli edifici;
- l'impianto di Forza Motrice;
- impianto fotovoltaico sulla copertura del capannone;
- impianti ausiliari previsti.

Gli interventi previsti sono i seguenti:

- Esecuzione dei quadri elettrici di distribuzione in bassa tensione presenti;
- Esecuzione di tutte le linee di bassa tensione;
- Esecuzione di tutte le linee d'alimentazione per l'illuminazione ordinaria e per la forza motrice;
- Messa in opera delle plafoniere e delle prese stabilite;
- Esecuzione dell'illuminazione d'emergenza;
- Esecuzione dell'impianto di terra;
- Esecuzione dell'impianto equipotenziale (se necessario);
- Esecuzione dell'impianto di trasmissione dati (escluso parti attive);
- Esecuzione dell'impianto video-citofonico;
- Esecuzione impianto rilevazione incendi;

Gli ambienti, interni ed esterni, sono classificabili come segue:

- *Laboratori*: luogo a maggior rischio in caso di incendio con grado di protezione richiesto minimo IP44;
- *Spogliatoi e servizi igienici (WC)*: luogo ordinario grado minimo richiesto IP4X;
- *Locali da bagno o docce*: l'installazione dei componenti sarà effettuata considerando le zone di pericolosità, con riferimento alla tabella 5.D secondo quanto prescritto dalla norma CEI 64-8/7 sez. 701;
- *Uffici, sala riunioni, refettorio e visita medica*: locali considerati luoghi ordinari e il grado di protezione minimo richiesto è IP2X;
- *Tettoie*: luogo bagnato con grado di protezione richiesto IP65;
- *Esterno*: luogo bagnato con grado di protezione richiesto IP65.

Le caratteristiche della fornitura sono:

- | | |
|---|------------------|
| ○ Tipo fornitura MT: | MT |
| ○ Alimentazione generale: | da rete pubblica |
| ○ Tensione di fornitura: | 15kV |
| ○ Frequenza di rete | 50Hz |
| ○ Tipo di distribuzione dell'energia: | TN-S |
| ○ Potenza di progetto (sezione impianto trattata) | 6,5MW |

• MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

L'impianto di terra esterno alla cabina sarà realizzato installando n. 4 picchetti a croce in acciaio zincato Fe-Zn dim 50x50x2000x5mm infissi nel terreno collegati con treccia di rame nuda con sezione 50 mmq e collegati all'impianto di terra del fabbricato di nuova realizzazione e di tutto il complesso esterno. I collegamenti tra corda di terra e i collettori saranno realizzati usando cavo FS17 di sez. adeguata, isolato in PVC in modo da verificare il soddisfacimento della relazione che garantisce la protezione contro i contatti indiretti. La protezione dai contatti diretti con parti in tensione sarà affidata ad involucri tali da assicurare il grado di protezione minimo IPXXB. Il progetto prevede, sulle linee che alimentano gli utilizzatori finali, l'installazione di interruttori con taratura 30 mA in classe "A" e/o "B" con intervento istantaneo. Tale tipo di dispositivo offre una protezione addizionale contro i pericoli di contatto diretto con parti in tensione.

• LIVELLI DI ILLUMINAMENTO

I valori dei livelli di illuminamento medi dei vari locali NON risulteranno essere inferiori ai seguenti valori:

- | | |
|--|--------|
| ○ Locali di passaggio, corridoi: | 100 Lx |
| ○ Servizi, spogliatoi, centrale termica, locali tecnici: | 150 Lx |
| ○ Ufficio, refettorio, mostra: | 300 Lx |
| ○ Laboratori, magazzini: | 250 Lx |
| ○ Esterno: | 100 Lx |

• CAVI E CONDUITTURE

Le sezioni dei conduttori sono state scelte in funzione della corrente nominale del carico alimentato, del dispositivo di protezione installato a monte, dell'eventuale coefficiente di riduzione per tenere conto di problemi di stipamento nelle tubazioni o nei canali e della caduta di tensione massima ammissibile che, come stabilisce la norma 64.8, in condizioni ordinarie di funzionamento non dovrà mai superare il 4% della tensione nominale nel punto di consegna.

I conduttori posti in opera dovranno possedere caratteristiche di "non propagazione dell'incendio", in conformità al CPR UE 305/11 e in base alle modalità di posa, individuate nell'ambiente in esame, saranno impiegati i seguenti tipi:

- posa interrata: FG16OR16 0,6/1kV;
- posa in tubo PVC o canaletta PVC a parete o sotto traccia: FS17 o FG16OR16;
- posa in passerella metallica a filo: FG16OR16 0,6/1kV;
- posa in canale PVC: FG16OR16 0,6/1kV.

I conduttori unipolari impiegati nell'esecuzione degli impianti dovranno essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle d'unificazione CEI-UNEL 00722 e 00712 In particolare:

- blu chiaro per il conduttore di neutro;
- giallo/verde per i conduttori di protezione ed equipotenziali;

- i conduttori di fase, devono essere contraddistinti in modo univoco dai colori: nero, grigio e marrone.

I carichi saranno opportunamente equilibrati sulle fasi, in modo tale che il massimo grado di squilibrio, ad impianto completamente funzionante, non superi il 20% tra le fasi. La sezione del conduttore di neutro risulterà pari a quella del conduttore di fase se la sezione della fase sarà inferiore a 16mm² o (per qualunque sezione della fase) se il circuito sarà monofase. Nel caso in cui la sezione del conduttore di fase sia maggiore di 16mm² il neutro potrà avere una sezione pari alla metà di quella della fase e in ogni caso mai al disotto di 16mm².

• CANALIZZAZIONE

Le tipologie delle canalizzazioni che dovranno contenere le linee elettriche d'alimentazione per i vari carichi saranno le seguenti:

- Tubo flessibile in HD-PE per posa interrata (a doppia parete) nei tratti di distribuzione esterna (il diametro dei tubi utilizzati sono riportati in planimetria);
- Tubo portacavi rigido in PVC, autoestinguente di opportuni diametri (mai inferiore a 20 mm di diametro) di tipo pesante, conforme alla relativa Norma di prodotto, per posa a parete e a soffitto;
- Tubo flessibile d'opportuni diametri (mai inferiore a 20 mm di diametro), conforme alla norma CEI 23-14 per posa sotto traccia a parete o a soffitto o sotto il pavimento;
- Canale o Passerella perforata portacavi in PVC conforme alle norme del prodotto. Per evitare di danneggiare il materiale isolante durante la posa delle condutture si dovranno usare pezzi speciali prefabbricati (es. curve) per evitare la eventuale presenza di spigoli vivi;
- Passerella portacavi metalliche e/o PVC conformi alle norme del prodotto.

• RIVELAZIONE INCENDI

Si prevede l'installazione di un impianto rivelazione incendi conforme alla UNI EN 9795 ed. 12-2021. In linea generale è previsto l'impiego di sensori di fumo di varia tipologia.

Il posizionamento degli apparecchi è indicato negli elaborati di progetto ed è stato stabilito secondo i criteri della norma UNI 9795 ed. 12-2021.

• RETE TRASMISSIONI DATI-FONIA

È prevista la realizzazione di reti di trasmissione dati/fonia includendo la posa dei conduttori in cat. 6a attestati a presa RJ45 lato utente e a patch panel lato rack, la fornitura e posa in opera dei rack, compresi i collegamenti in fibra fra rack di area e centro stella. La rete di distribuzione si svilupperà, con caratteristiche identiche a quelle descritte per gli impianti elettrici ordinari, in condotti separati oppure in porzioni dedicate di condotti comuni.

La distribuzione terminale sarà realizzata utilizzando tubazioni in materiale plastico autoestinguente di tipo rigido od in acciaio zincato leggero, derivate dal sistema di distribuzione dorsale realizzato in passerella metallica asolata; l'impiego di tubazioni in acciaio sarà limitato ai soli casi in cui le condizioni di installazione rendano necessarie caratteristiche di elevata resistenza meccanica nei confronti di urti e/o danneggiamenti in genere. L'impianto dovrà complessivamente garantire un grado di protezione minimo pari ad IP44 nelle aree interne ed IP55 nelle aree esterne.

• TRASMISSIONE DATI

E' previsto un cablaggio strutturato dati; in particolare il cablaggio passivo di distribuzione consisterà in un cablaggio strutturato di cat. 6a certificato per una velocità di trasmissione fino

a 10 Gbps e larghezza di banda fino a 550 MHz per la rete standard. Il sistema consentirà l'attivazione e la riconfigurazione di ogni presa utente, indifferentemente come dati o fonia tramite semplice permutazione passiva eseguita nell'armadio di distribuzione. All'interno dell'area sarà prevista l'installazione di prese dati per l'installazione di access point per il collegamento Wi-Fi degli utenti.

- **IMPIANTO VIDEOCITOFONICO**

Si prevede installazione di un videocitofono composto dalle seguenti unità:

- Postazione interna area uffici;
- Postazione interna ingresso principale;
- Postazione esterna cancello;
- Postazione esterna cancelletto pedonabile;
- L'impianto sarà con comunicazione bus a due fili;
- L'impianto e le relative serrature elettriche comandate, verrà alimentato a 24 V a bassissima tensione tramite alimentatore con trasformatore di sicurezza (SELV).

Tale impianto non sarà deputato alla videosorveglianza e sarà installato nel rispetto della privacy ovvero:

- Sarà installato in modo tale che l'angolo di ripresa sia il più possibile ristretto in modo da evitare che esso inquadri l'immagine di una persona diversa dal soggetto che ha digitato sul citofono e interferisca con parti di altre proprietà;
- Prevedendo la trasmissione sia dell'immagine video sia dell'audio per un breve tempo, ovvero solo il tempo strettamente necessario ad assolvere la funzione di verifica dell'identità del soggetto che ha digitato sul citofono.

Non saranno previste registrazioni né del video né dell'audio.

- **IMPIANTO FOTOVOLTAICO PRODUZIONE DI ENERGIA**

E' previsto un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari ad 166 kWp, destinato a operare in parallelo alla rete elettrica di distribuzione e connesso alla rete di utente, a valle del dispositivo generale. Il progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico della potenza totale di 166 kWp, installato sulla copertura del fabbricato ad uso industriale ubicato per la produzione di energia elettrica da solare fotovoltaico. L'impianto funzionerà in parallelo alla rete di distribuzione dell'energia elettrica e provvederà a coprire parzialmente il fabbisogno energetico delle utenze che andrà a servire. Il campo fotovoltaico sarà costituito da 18 stringhe costituite da un massimo di n° 19 moduli fotovoltaici ciascuna, collegati in serie per una superficie totale netta di 775,00 m².

3.4. DESCRIZIONE SCHEMATICA DEL CICLO PRODUTTIVO

Il principio della riduzione dei rifiuti attraverso tecnologie di ossidazione termica con tecnologia flamless è certamente fra i più promettenti e potenzialmente in grado di ridurre al minimo l'impatto ambientale integrale.

Vari processi ne hanno proposto l'attuazione, specificatamente per l'eliminazione di rifiuti industriali o altamente inquinanti, con vario potere calorifico.

Tra essi ricordiamo la termossidazione ad altissima temperatura mediante ossigeno tecnico, sia nella versione a due stadi, di gassificazione del rifiuto seguita da ossidazione (Thermoselect[®]), sia nella versione di ossidazione diretta e completa in reattori in pressione (DISMO[®]), prima esperienza di ITEA.

Negli ultimi anni poi, particolare attenzione ed impegno per lo sviluppo è stato speso per processi di dissociazione molecolare basati su sorgenti ad altissima energia specifica, quali sorgenti laser e plasmi ad arco elettrico. Per queste tecnologie si registra l'impasse di una barriera di consumi energetici, per kg di rifiuto trattato, così elevati da mettere in dubbio il valore dell'impatto ambientale integrale, e comunque del profilo economico.

ITEA è impegnata dal 2002 nello sviluppo della tecnologia ISOTHERM[®].

Innanzitutto, si è sperimentato e sviluppato un processo di termossidazione con ossigeno tecnico, ad alte prestazioni ed in grado di essere competitivo per uno spettro allargato di rifiuti. Per fare ciò si sono affrontati argomenti complessi nel campo della reattoristica ad elevata temperatura sia per i materiali sia per i criteri di progettazione, con ricadute in termini di conoscenze scientifiche avanzate del sistema fisico e del controllo. Si sono sviluppati e validati sperimentalmente strumenti avanzati di modellistica numerica di tipo previsionale fondati su algoritmi rappresentativi dei fenomeni, base poi per successive ottimizzazioni del processo e dei singoli componenti e per nuovi criteri progettuali.

La peculiarità dei gas generati suggerì infine lo sviluppo di processi di recupero energetico e di materia che si giovano delle peculiarità dei gas ad alta temperatura prodotti. Da questo un recupero energetico producendo corrente elettrica mediante turbina a vapore con i migliori risultati di efficienza della categoria ed un recupero di materia di:

- materiale vetroso, ottenuto ad alta temperatura (almeno 1250 °C) che è caratterizzato dalla assenza di incombusti e dall'inglobare – legare chimicamente in una matrice vetrosa silico alluminosa anche i sali e gli ossidi dei metalli (compresi i metalli pesanti). La massa vetrosa, refrattaria a fenomeni di lisciviazione, comporta come conseguenza la inertizzazione delle specie pericolose e la sua idoneità per l'utilizzo in sostituzione di materie prime vergini.
- Anidride Carbonica ottenuta dopo condensazione dell'acqua contenuta nei fumi e strippata dagli incondensabili. Per motivi di trasporto l'anidride carbonica viene raffreddata, compressa e liquefatta al fine di una più facile trasportabilità.

Il processo proposto realizza una ossidazione flamless in atmosfera di ossigeno, anidride carbonica e vapore acqueo, a temperature di 1250-1500 °C e sotto pressione.

La condizione flamless, che si realizza a causa della opacità dei gas di combustione alla radiazione termica², ulteriormente esaltata dalla pressione superiore a quella atmosferica e

² La CO₂ e l'H₂O sono gas triatomici, caratterizzati all'infrarosso da coefficienti di assorbanza ed emittanza elevati.

dalla ridotta presenza di gas trasparenti³, consente di realizzare la combustione sull'intero volume, evitando fronti di fiamma e zone più fredde.

Nella Figura 3.4/1 mettono a confronto una combustione classica con fiamma e una combustione flameless.

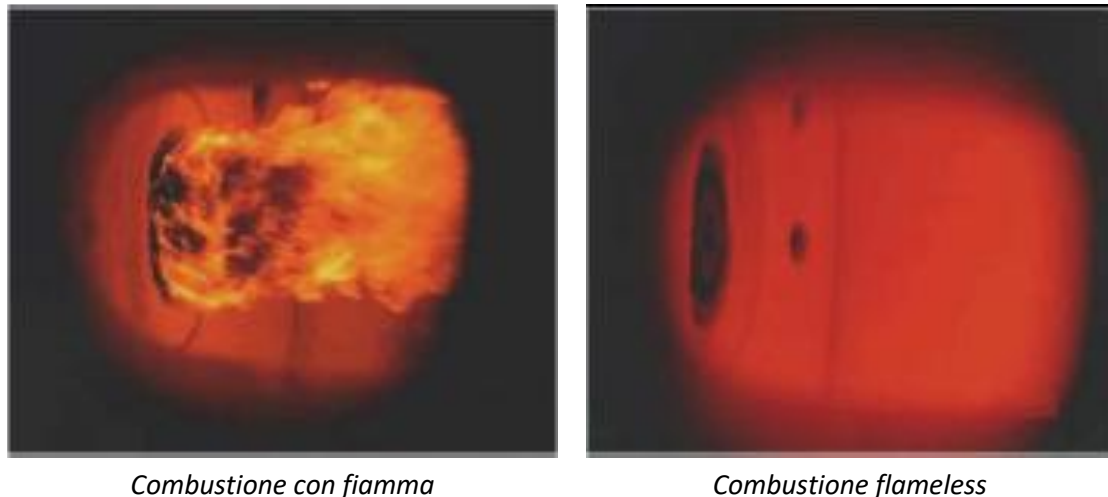


Figura 3.4/1 – Confronto combustione con e senza fiamma

I fronti di fiamma, che si trovano a temperature molto superiori a quella media di combustione, sono i responsabili della formazione dei thermal NOx⁴, mentre le zone fredde sono quelle che possono facilitare la formazione di incombusti, anche pericolosi.

La temperatura di combustione, mantenuta relativamente elevata anche allo scopo di fondere gli incombustibili, crea anche una condizione che sfavorisce termodinamicamente e cineticamente la trasformazione dell'anidride solforosa in anidride solforica.

Le condizioni realizzate all'interno del combustore di ossidazione, consentono quindi una completa distruzione dei composti organici alimentati (con produzione del tutto trascurabile di sottoprodotti organici indesiderati come IPA, Diossine, Furani, PCB), che sono trasformati in acqua ed anidride carbonica, una ridotta produzione di ossidi di azoto (come detto praticamente azzerati dalle condizioni flameless risultano in particolare i cosiddetti thermal NOx), produzione estremamente contenuta di anidride solforica.

Il processo consente la fusione quantitativa delle frazioni incombustibili e il loro recupero dal combustore come materiale vetroso fuso, che viene quindi vetrificato mediante raffreddamento repentino in acqua, con sostanziale abbattimento delle polveri residue trasportate dai gas di combustione.

Poiché l'impianto è in pressione, l'alimentazione dei residui solidi da trattare deve avvenire sotto forma di fluido pompabile. Questo viene realizzato macinando il solido ed, eventualmente, aggiungendo percolato. Lo slurry viene poi disperso nella fase gas presente nel combustore mediante vapore di dispersione.

L'impianto richiede a monte un'unità di produzione di ossigeno. Le tecniche possibili sono la separazione criogenica e quella per adsorbimento - deadsorbimento su zeoliti mediante cicli di variazione della temperatura o della pressione (tecniche più recenti come la separazione con

³ La opacità dipende dal prodotto della pressione parziale del gas e dallo spessore dello strato di gas.

⁴ NOx che si formano ad elevate temperature durante le fasi intermedie della combustione 'classica' (caratterizzata da presenza di fronti di fiamma – fronte di fiamma: superficie ideale che separa ciò che è combusto dall'incombusto)

membrane sono ancora in sviluppo). La separazione criogenica produce un ossigeno quasi puro, ma risulta energeticamente più onerosa, oltre ad introdurre rischi industriali che se possibile è meglio evitare.

Nel caso di specie, risulta conveniente adottare la tecnica dell'adsorbimento/deadsorbimento mediante cicli di variazione della pressione (VPSA – Vacuum Pressure Swing Adsorption), per la produzione di ossigeno 90÷95% vol di titolo. L'ossigeno, prodotto a pressione poco superiore a quella atmosferica, deve poi essere compresso a 7÷8 bar-a per poter essere alimentato in impianto.

A causa dell'assenza dell'azoto nel comburente, l'impianto mette a disposizione gas sostanzialmente puliti, costituiti principalmente da acqua e anidride carbonica, oltre alla modesta quantità di incondensabili (azoto e argon) e all'ossigeno in eccesso.

Condensando l'acqua di processo, l'impianto produce quindi gas ad alta concentrazione di CO₂, dai quali è possibile recuperare questo gas con elevata purezza per scopi commerciali.

Come già accennato, la combustione senza fiamma riduce drasticamente la formazione di NOx a partire dall'azoto gassoso presente nell'aria di combustione (thermal NOx). La formazione di ossidi di azoto dall'azoto organico del combustibile, comunque ridotta per le caratteristiche della combustione, viene tenuta sotto controllo mediante oxygen-staging, ovvero mediante il dosaggio di ossigeno in due stadi, realizzando così una prima zona di combustione "ricca" e poi una zona di completamento delle reazioni⁵.

I gas di combustione uscenti dal combustore vengono rapidamente raffreddati mediante miscelamento con gas freddi (attemperamento nell'apparecchiatura chiamata quencher) fino a temperature che:

- bloccano reazioni indesiderate (quale ad esempio la trasformazione della anidride solforosa in anidride solforica).
- solidificano i modesti residui di frazione incombustibile liquida ancora presenti nei gas (ordine di grandezza poche centinaia di milligrammi per normal metro cubo di gas secchi).
- sono compatibili, come livello termico, con i materiali di generatori di vapore a recupero, per la generazione di vapore da impiegare nella produzione di energia elettrica.

I gas di combustione, dopo aver prodotto vapore, vengono in parte riciclati al combustore e al quencher, e in parte, pari alla produzione netta, vengono espulsi dall'impianto, per essere inviati agli impianti di post-trattamento e recupero termico finale.

A corollario di quanto sopra va ancora aggiunto che l'elevata concentrazione di acqua nei gas consente di recuperare calore latente sotto forma di condensato caldo, il cui contenuto energetico può essere impiegato in vari modi, come indicato nelle descrizioni delle singole sezioni.

Nell'impianto, assieme allo slurry da rifiuto, caratterizzato da basso potere calorifico, sono alimentati all'impianto, solo in casi eccezionali, anche dei combustibili ausiliari con lo scopo di assicurare il raggiungimento della temperatura di combustione richiesta.

Sono previste le seguenti sezioni impiantistiche

- sezione di ricezione e trattamento fisico del rifiuto, finalizzata alla produzione del combustibile, denominato *slurry*, di alimentazione della sezione termica;
- sezione processo di ossidazione termica flameless, alimentato con lo *slurry*, attraverso la innovativa tecnologia di Ossidazione termica flameless ISOTHERM della ITEA SpA;
- sezione di trattamento degli effluenti gassosi;

⁵ Si tratta di una tecnica ampiamente usata nell'industria e nella generazione di energia elettrica proprio per il contenimento della produzione di ossidi di azoto, sperimentata con risultati positivi anche per la combustione flameless.

- sezione di accoppiamento turbina-alternatore per la produzione di energia elettrica sfruttando il calore del vapore prodotto dall'ISOTHERM nel processo di ossidazione termica flameless;
- sezione di estrazione della CO₂ dagli effluenti gassosi rivenienti dal processo di ossidazione termica flameless dell'ISOTHERM;
- sezione di recupero del materiale vetroso (silico-alluminati) derivante dalla frazione incombustibile dello *slurry*;
- attività di produzione/fornitura dell'ossigeno – di proprietà e gestione da parte di soggetti terzi qualificati – da utilizzare come comburente nel processo di ossidazione termica flameless dell'ISOTHERM.

Nel documento **ITP-EG-010** "Schema a blocchi", per ogni sezione, sono identificati tutti gli elementi in ingresso (materie prime, ausiliarie, energia, risorse idriche, etc.) ed in uscita (emissioni, rifiuti, prodotti, intermedi).

3.4.1.RICEZIONE – PRETRATTAMENTO – PREPARAZIONE SLURRY

La ricezione del rifiuto avverrà all'interno di un capannone prefabbricato di dimensioni 80x40 con superficie totale di 3200 m². Lo scarico avverrà all'interno della struttura a porte chiuse e in ambiente controllato e con aspirazione dell'aria per il successivo trattamento nel biofiltro. All'interno del capannone è prevista un'ampia area di deposito rifiuti, suddivisi per CER in apposite aree delimitate da pareti. I rifiuti saranno movimentati mediante mezzo meccanico dotato di cabina climatizzata.

Gli schemi di flusso di riferimento, cui si rimanda per i dettagli sono i seguenti:

- ITF-EG-010 - Preparazione slurry - Ricezione, stoccaggio e macinazione rifiuto
- ITF-EG-020 - Preparazione slurry - Ricezione, stoccaggio e dosaggio percolato
- ITF-EG-030 - Preparazione slurry - Preparazione slurry e trattamento aria

Il rifiuto ricevuto all'interno del capannone e sistemato opportunamente nelle baie verrà alimentato sempre mediante pala meccanica ai due trituratori primari dove avverrà una prima macinazione grossolana e in seguito inviato attraverso un nastro trasportatore prima alla separazione dei materiali ferrosi e poi alla separazione dei non ferrosi. Un sistema di nastri elevatori e distributori raccoglierà quindi il rifiuto deferrizzato e lo trasporterà ai box di stoccaggio per il successivo processo di macinazione fine.

Da questi box di stoccaggio, tramite nastri alimentatori, il rifiuto pre-triturato andrà ad alimentare sei mulini (quattro in esercizio e due di riserva. Il macinato prodotto dai mulini verrà estratto da coclee estrattrici (in dotazione ai mulini stessi) e scaricato su un unico nastro trasportatore, per essere inviato al nastro di pesatura finale e quindi al miscelatore continuo dello *slurry*. Gli eventuali gocciolamenti di liquido che dovessero avvenire in questa sezione saranno convogliati mediante opportuna pendenza della pavimentazione in un pozzetto di raccolta a servizio del quale ci sarà una pompa di trasferimento ad un serbatoio di stoccaggio, dal quale il percolato sarà ripreso per essere poi riutilizzato per la preparazione dello *slurry*.

Lo stoccaggio del rifiuto tal quale e le sezioni di macinazione del rifiuto e di preparazione *slurry* sono previste all'interno di un capannone la cui aria verrà aspirata tramite un sistema di ventilazione per evitare la propagazione di odori sgradevoli.

Gli automezzi per il trasporto del rifiuto (del tipo con o senza piastra di spinta) scaricheranno in un'area apposita all'interno del capannone il materiale ricevuto dal produttore, che avrà provveduto preliminarmente a deferrizzarlo.

Il materiale scaricato verrà quindi sistemato all'interno dell'area di stoccaggio, mediante utilizzo di pala meccanica, in modo da sfruttare al meglio l'area disponibile. Sempre mediante pala meccanica il rifiuto sarà caricato nella tramoggia di alimentazione dei due tritutori posizionati all'inizio della linea di pretrattamento.

Il capannone destinato allo stoccaggio, pretrattamento e macinazione del rifiuto, nonché alla preparazione slurry, ha una superficie complessiva interna di circa 3200 m², con altezza utile di 10 m nell'area di stoccaggio rifiuti (1800 m²) e 7 m in quella di pretrattamento e macinazione. L'area netta disponibile per il deposito del rifiuto solido non pericoloso (al netto delle aree di movimentazione dei mezzi e di scarico) avrà una dimensione in pianta di circa 1000 m² e potrà accogliere un quantitativo di rifiuto tal quale pari a circa 1'440 t, corrispondenti a tre giorni di alimentazione dell'impianto a pieno regime.

I camion accederanno all'interno del capannone attraverso due portoni automatici che resteranno aperti per il tempo strettamente necessario per l'ingresso e l'uscita dei camion. Lo scarico avverrà nella zona ad esso dedicata e da qui portato nell'area di stoccaggio mediante pala meccanica (dotata di cabina climatizzata), in modo da sfruttare al meglio l'area disponibile. Rifiuti con CER diversi saranno stoccati in aree diverse, separate da pareti (costituiti da geoblock), amovibili, di altezza pari a 3 m. Dall'area di stoccaggio o direttamente dalla zona di scarico, il rifiuto sarà alimentato sempre mediante pala meccanica alle tramogge di carico dei due tritutori secondari, posizionati all'inizio della linea di pretrattamento. Il pavimento di tutta questa area sarà caratterizzato da opportune pendenze, in modo che il percolato, separato dal rifiuto, sia convogliato attraverso canalette di raccolta con griglia carrabile in una vasca di raccolta (questa zona è infatti cordolata). Il percolato sarà quindi ripreso, previa filtrazione, mediante pompa sommersa ed inviato ad un serbatoio di stoccaggio per essere poi riutilizzato per la preparazione dello slurry.

L'impianto sarà comunque attrezzato con mezzi di pulizia delle superfici, di raccolta dei residui al suolo del materiale dopo ripresa per l'ulteriore processo.

Demetallizzazione e sgrossatura - il rifiuto ricevuto verrà caricato mediante pala meccanica a due tritutori secondari per la sua riduzione (lacerazione) ad una pezzatura media di 80-60 mm. I tritutori secondari scaricheranno il rifiuto ridotto su nastro gommato, sul quale si effettuerà la separazione dei materiali metallici e non metallici. Tale nastro sarà dotato di deferriizzatore trasversale di adeguata profondità di campo in modo da massimizzare l'estrazione di ferromagnetici indipendentemente dalla posizione in cui essi si trovino rispetto al mucchio di rifiuti che precede sul nastro. Il complesso di deferriizzazione sarà seguito da sistema a correnti indotte di separazione materiali non ferromagnetici.

Seguirà, a valle del complesso di deferriizzazione, un sistema di trasporto ed elevazione a nastri fino ad un sistema di distribuzione, costituito da nastri bidirezionali, che permette il conferimento del materiale premacinato a 6 box di stoccaggio.

Il primo nastro, che riceve la totalità del premacinato, distribuisce agli altri due.

Ognuno di questi ultimi, a loro volta, conferisce il materiale a due box di stoccaggio, quelli di fatto operativi. Ogni nastro è in grado di gestire tre box di stoccaggio, uno dei quali non operativo, alimentandone due alla volta. Quando un box di stoccaggio va in fermata, e al suo posto ne deve entrare in funzione un altro, il nastro bidirezionale può essere traslato facendo sì che le bocche di scarico dello stesso siano allineate con i box di stoccaggio operativi.

Ciascun box di stoccaggio è dotato di nastro di estrazione ed elevazione che alimenterà la tramoggia di carico di un mulino finitore, di progettazione proprietaria ITEA, per la riduzione del materiale alla granulometria richiesta per la preparazione dello slurry (fino ad una dimensione compresa tra 3 e 5 mm).

I metalli separati verranno recuperati e stoccati in un'apposita area all'uopo destinata. In seguito, saranno conferiti ad aziende esterne autorizzate.

Macinazione - L'impianto è in grado di trattare sia rifiuto ad elevato tenore di umidità, nel qual caso il rifiuto solido da processare per la formulazione dello slurry può arrivare a circa 20 t/h, sia a relativamente più basso tenore di umidità, nel qual caso il rifiuto solido processato può essere notevolmente inferiore. Ciascuna delle sei linee di macinazione avrà pertanto una potenzialità nominale in grado di trattare circa il 25 % del carico complessivo nel caso di massima quantità di rifiuto solido (cioè circa 5000 kg/h di rifiuto tal quale per linea), con un'opportuna maggiorazione, per cui quattro linee saranno normalmente in funzione e due saranno in stand-by o in eventuale manutenzione. La velocità del nastro estrattore/elevatore di ciascun box di stoccaggio sarà regolata sulla base della potenza assorbita dai mulini. Il dosaggio all'insieme dei mulini in marcia sarà regolato per ottenere il macinato totale richiesto misurato dal nastro pesatore posto alla fine della sezione di macinazione.

Ciascun mulino sarà dotato di un sistema di aspirazione, servito da un ventilatore comune, per rimuovere il vapore che si svilupperà durante la macinazione, e per aspirare aria dalle varie aperture per evitare la dispersione di effluvi verso il resto dello stabile. La corrente d'aria aspirata sarà inviata agli scrubber pre-biofiltro per il successivo trattamento.

Ricezione, stoccaggio e dosaggio del percolato. Il percolato sarà stoccato in due serbatoi, uno per il percolato proveniente attraverso tubazione dedicata (percolatodotto) direttamente dalla discarica di Legoli e l'altro per il percolato proveniente dall'esterno, che sarà conferito mediante serbatoi mobili e/o autobotti. Entrambi i serbatoi saranno provvisti di sfiato convogliato al biofiltro (nello specifico collettati sui canali dell'aria provenienti dal capannone stoccaggio e pretrattamento diretti ai ventilatori di aspirazione in dotazione agli scrubber pre-biofiltro). Dai due serbatoi il percolato sarà prelevato mediante pompe dosatrici ed inviato al miscelatore in cui verrà preparato lo slurry.

Entrambi i serbatoi saranno realizzati in resina rinforzata con fibra di vetro, serviti da due pompe dosatrici (una stand by) per il rilancio, sotto controllo di portata, verso la preparazione dello slurry (si veda preparazione slurry). Sia i due serbatoi di stoccaggio che le due pompe saranno alloggiati all'interno di un bacino di contenimento, realizzato mediante una vasca impermeabile e dotato di apposito pozzetto isolato rispetto alla rete di raccolta delle acque meteoriche. Il liquido raccolto in caso di sversamento sarà utilizzato per la preparazione dello slurry. Sullo scarico dalle autobotti o dai serbatoi mobili è installato un filtro di guardia con luci di passaggio di qualche millimetro per la rimozione di eventuali materiali in sospensione che potrebbero dare problemi alla pompa del percolato o alle lance di alimentazione dello slurry al loop Isotherm. Lo scarico dei mezzi avverrà tramite montaliquidi (mettendo cioè in pressione il serbatoio mobile, se dotato di compressore) o mediante pompa, con i mezzi posizionati su apposita piazzola impermeabile cordolata e convogliata mediante adeguate pendenze allo stesso pozzetto del bacino di contenimento, per la raccolta di eventuali spandimenti. In caso di mancanza di percolato esso sarà sostituito da acqua ottenuta per condensazione di quella dei fumi di processo (prelevata dal serbatoio dell'acqua industriale). I serbatoi del percolato saranno dotati di valvola di respirazione, la cui uscita in fase di carico del serbatoio sarà inviata a scrubber e biofiltro (si veda in seguito).

Durante lo scarico dei serbatoi, per consumo del materiale, l'aria sarà aspirata dall'ambiente.

Ricezione, stoccaggio e dosaggio dell'additivo. L'additivo impiegato sarà un silico alluminato di origine naturale, di larga disponibilità in natura, aggiunto con la funzione di stabilizzare le oscillazioni intrinseche del materiale trattato, al fine di assicurare la costanza compositiva del materiale vetroso.

Tale additivo perverrà in stabilimento sotto forma di granuli grossolani e confezionato in sacconi (big-bags).

Il saccone sarà posizionato su un apposito rompisacchi dotato di estrattore e coclea di dosaggio. L'additivo sarà quindi alimentato ad una piccola cilindraia a giri lenti che avrà lo scopo di rompere i fragili aggregati eventualmente presenti nel materiale, per migliorare dosaggio e dispersione in fase di miscelazione slurry. L'additivo all'uscita della cilindraia sarà ripreso mediante coclea che lo alimenterà alla tramoggia di carico del miscelatore slurry.

Preparazione slurry - La linea di preparazione dello slurry sarà costituita da un miscelatore continuo dello slurry che alimenterà un serbatoio di stoccaggio dello slurry, da cui due pompe lo estrarranno e lo invieranno alle pompe di alimentazione dei due reattori.

Un nastro trasportatore raccoglierà il materiale proveniente dai mulini finitori operativi e lo invierà ad un nastro pesatore che rileverà la portata per la successiva elaborazione da parte della logica di processo.

Il materiale raggiungerà un mescolatore continuo. Nel miscelatore perverranno:

- il rifiuto solido macinato
- l'additivo
- il percolato
- l'acqua proveniente dal serbatoio acqua industriale, sostitutiva od integrativa del percolato
- percolati prodotti e raccolti dalle zone stoccaggio, pretrattamento e macinazione del rifiuto solido, o prodotti dai letti filtranti del biofiltro.

Il dosaggio dell'additivo verrà periodicamente resettato tenendo conto dell'umidità del macinato e della frazione incombustibile sul solido secco del rifiuto urbano. In questo modo sarà possibile conoscere la quantità di incombustibile alimentata al miscelatore e quindi determinare, in rapporto, la quantità di additivo da alimentare (la quantità di additivo macinato sarà regolata variando la velocità di rotazione della coclea di alimentazione).

Il dosaggio del percolato, mediante pompa volumetrica di alimentazione, è soggetto a logica di controllo agganciata alla produzione dello slurry, che rileva l'energia consumata dall'operazione di miscela: nello specifico, la rilevazione di un aumento di sforzo della macchina corrisponde ad un sotto dosaggio di frazione liquida aggiunta e la logica di controllo agisce aumentandone il dosaggio, viceversa nel caso di riduzione del suddetto sforzo. La filosofia di dosaggio vale anche per l'acqua integrativa o sostitutiva del percolato.

Il miscelatore continuo invierà lo slurry prodotto, mediante pompa monovite, prima ad una coppia di mulini omogeneizzatori (un in esercizio e uno di riserva) aventi lo scopo di disgregare fibre e piccoli grumi residui, ed infine a un serbatoio di stoccaggio (garantendo così una dimensione delle eventuali particelle presenti non superiore a 3 mm), dotato di un blando sistema di miscelazione (agitatore a giri lenti) dello slurry per evitare stratificazioni del materiale e formazione di acqua separata. Questo miscelatore, da circa 15 m³, sarà mantenuto normalmente pieno per omogeneizzare l'alimentazione, per far fronte a piccole interruzioni nell'alimentazione del macinato (ad esempio per cambio linea di macinazione) o per consentire un arresto controllato in caso di fermata accidentale del sistema a monte. Il livello sarà controllato mediante un sensore, e dal rilievo della potenza assorbita dal motore.

In caso di diminuzione del livello, il sistema forzerà la macinazione in aumento. Il contrario avverrà se si rivelerà un aumento del livello.

Dal serbatoio di accumulo dello slurry partiranno due linee di alimentazione dello slurry ai due reattori, ognuna delle quali sarà costituita da una coppia di pompe monoviti di trasferimento a cavità progressive (10 m³/h circa, regolate da inverter – una in esercizio e una di riserva).

Per ognuno dei due loop, le pompe di trasferimento alimenteranno un circuito di distribuzione dello slurry ad anello chiuso dal quale preleveranno tre pompe a cavità progressive (due operative, la terza in riserva) e ad alta prevalenza, ciascuna delle quali servirà una lancia dell'alimentatore del combustore dell'impianto Isotherm (si veda ITF-EG-040 - PFD 2 Fg.1 - Isotherm -Loop Isotherm A e ITF-EG-050 - PFD 2 Fg.2 - Isotherm -Loop Isotherm B).

Un regolatore di pressione posto sull'aspirazione delle pompe ad alta pressione che alimenteranno le lance varierà il regime di rotazione delle pompe di trasferimento per mantenere una pressione positiva minima in aspirazione alle pompe delle lance stesse.

Sarà inoltre presente una valvola di protezione da sovrappressione in mandata a ciascuna delle pompe di trasferimento, la cui uscita sarà convogliata al serbatoio di stoccaggio slurry.

Sistema di aspirazione - Il trattamento dell'aria sarà effettuato in due scrubber, entrambi operativi in parallelo, e successivamente in un biofiltro. Al sistema scrubber/biofiltro giungeranno le correnti d'aria da depurare provenienti da:

- sfiati dai due serbatoi percolato
- area movimentazione e stoccaggio rifiuto
- area di pretrattamento e macinazione
- mulini finitori (aspirazioni localizzate)
- zona movimentazione additivo.

Le correnti da depurare passeranno prima attraverso un sistema costituito da due scrubber e poi saranno inviate al biofiltro.

Tutto il capannone, sia la parte destinata al ricevimento e allo stoccaggio dei rifiuti sia quella che accoglie la linea di pretrattamento, sarà mantenuto in leggera depressione attraverso un sistema di ventilazione al fine di evitare la propagazione di odori sgradevoli.

La zona dove avverrà lo stoccaggio sarà aspirata mediante 3 ricambi l'ora.

I locali di macinazione del rifiuto e preparazione slurry saranno aspirati mediante 4 ricambi l'ora. L'aria ambiente dalle due zone verrà aspirata da due appositi ventilatori che la convoglieranno al sistema scrubber / biofiltro.

I mulini saranno dotati di un sistema di captazione specifico, servito da un ventilatore dedicato che invierà l'aria al sistema scrubber / biofiltro sopra menzionato.

Il capannone sarà dotato di apposita rete di collettamento dell'aria, costituita da tubazioni di aspirazione (che collegano i punti di presa dell'aria con i ventilatori di aspirazione) e tubazioni di mandata (dai ventilatori di aspirazione agli scrubbers e successivamente al biofiltro).

Scubber pre-biofiltro - Il sistema di lavaggio dell'aria da trattare è realizzato in controcorrente all'interno di due torri a corpi di riempimento di tipo flottante, posizionate prima dell'ingresso dell'aria al biofiltro. In ogni torre di abbattimento la corrente del liquido di lavaggio, introdotta dall'alto per mezzo di ugelli spruzzatori, viene lasciata scorrere per gravità all'interno della torre mentre gli aeriformi, contemporaneamente introdotti dal fondo, sono fatti salire in controcorrente al liquido. Durante la fase di risalita, l'aeriforme attraversa le camere di contatto delimitate da griglie, all'interno delle quali sono contenuti corpi di riempimento costituiti da sfere cave in PE.

La loro elevata superficie specifica assicura un ottimale contatto e dunque lo scambio tra aeriforme e liquido. Questa caratteristica unita all'elevato rapporto di flusso liquido/aeriformi normalmente utilizzato assicurano elevati rendimenti di abbattimento del carico inquinante. Un

separatore di gocce ad alta efficienza, di tipo lamellare con labirinto, assicura il trattenimento degli aerosol trascinati dall'aria prima del passaggio allo stadio successivo, ovvero al biofiltro. Il fluido di lavaggio (costituito da acqua), stoccato nella sezione inferiore della torre, viene ricircolato sulle rampe di irrorazione mediante pompe centrifughe, una per ogni torre. Un gruppo di reintegro automatico dell'acqua perduta per evaporazione e trascinamento ne garantisce il livello costante nel serbatoio di base. L'acqua di reintegro è prelevata dal serbatoio di stoccaggio acqua industriale.

È prevista la possibilità di dosare, in modo automatico (mediante controllo di pH), un reagente chimico acido (soluzione di H₂SO₄ - al 45% massimo).

Biofiltro – L'aria pretrattata dagli scrubber sarà collettata ed inviata al biofiltro, allo scopo di depurare e attuare la completa deodorizzazione dell'aria aspirata dall'edificio che contiene le sezioni di ricezione, pretrattamento, macinazione del rifiuto solido e preparazione slurry. Per adempiere a tale scopo, il biofiltro dovrà rispondere a particolari caratteristiche impiantistiche:

- il letto di biofiltrazione deve evitare fenomeni di canalizzazione dell'aria dovuti all'effetto di bordo;
- un'altezza del biofiltro compresa tra 1 e 2 metri
- costruzione modulare con 4 moduli uguali, indipendenti e singolarmente disattivabili in sede di manutenzione straordinaria; tale accorgimento consentirà di disporre, anche durante gli interventi di manutenzione ordinaria/straordinaria (es. sostituzione del materiale filtrante), di $\frac{3}{4}$ della capacità di trattamento nominale.
- un materiale filtrante che fornisca un ambiente microbico ottimale (pH, abbondanza di carbonio, nutrienti inorganici) e un'ampia superficie specifica.

Il letto filtrante che sarà impiegato è costituito da torba granulare ed avrà caratteristiche tali da garantire la vita e la proliferazione dei microrganismi che ospita, ed in particolare:

- umidità del materiale filtrante: 50-70%;
- capacità di rimozione degli odori è di circa il 95%;
- Porosità > 40%; l'elevata porosità permette il passaggio e la distribuzione della corrente gassosa in ingresso (e quindi anche dell'ossigeno) su un'ampia superficie;
- perdite di carico iniziali saranno di 40 mm H₂O e saranno costanti nel tempo;
- altezza del biofiltro pari a 2 metri (incrementabile fino a 3 m senza rischi di compattazione nel caso di necessità di tempi di contatto superiori), per ottenere perdite di carico ridotte;
- temperatura di funzionamento 5÷40°C.

Il biofiltro è stato dimensionato per trattare una portata totale di aria pari a 119.500 m³/h (109.500 Nm³/h) calcolata come somma delle seguenti correnti:

- Aria proveniente dal locale ricezione e stoccaggio dei rifiuti, per il quale è stato previsto un ricambio d'aria di 3 volumi ambiente/ora: 59.500 m³/h (54.700 Nm³/h)
- Aria proveniente dai locali pretrattamento (macinazione e preparazione slurry), per i quali è stato previsto un ricambio d'aria pari a 4 volumi ambiente/ora: 44.000 m³/h (40.400 Nm³/h)
- Aria proveniente dalla ripresa localizzata dei mulini finitori: 16.000 m³/h (14.400 Nm³/h).

A tale scopo è stato previsto un letto filtrante di sezione pari a 650 m² e volume 1300 m³.

Il biofiltro sarà costituito da una vasca di contenimento. All'interno di questo contenitore verrà posizionato lo strato di materiale filtrante, che verrà adagiato su una superficie grigliata, in modo che al disotto di questa si formi una camera di distribuzione dell'aria.

La superficie grigliata sarà composta da piastrelle grigliate modulari in polipropilene rinforzato con fibra di vetro, e supporti tronco-conici anch'essi in polipropilene rinforzato con fibra di vetro

di altezza 500 mm, idonei ad un corretto passaggio a bassa velocità dell'aria, ed in grado di garantire una omogenea distribuzione.

I ventilatori utilizzati per l'aspirazione delle arie da trattare, provenienti dal fabbricato, forniscono la prevalenza per il trattamento dell'aria sia agli scrubber prima, sia al biofiltro dopo. La fuoriuscita dell'aria dai biofiltri è normalmente a cielo aperto. Le particolari condizioni climatiche in cui ci si troverà ad operare, caratterizzate da forte insolazione con conseguente rischio di eccessivo essiccamento del materiale filtrante, consigliano tuttavia l'utilizzo di un'adeguata copertura, utile per proteggere il letto biofiltrante anche dall'azione delle acque meteoriche. Il biofiltro sarà collocato sul tetto del fabbricato descritto in questo documento.

L'umettamento del biofiltro, necessario comunque a garantire il grado di umidità del materiale filtrante, avverrà in automatico. Una sonda monitora lo stato di umidità del letto, ed aziona gli irroratori di acqua. L'acqua utilizzata per l'umettamento sarà prelevata dal serbatoio di stoccaggio acqua industriale.

L'eventuale produzione di percolato da parte del letto filtrante sarà convogliata, tramite opportune pendenze della pavimentazione, alla base del biofiltro, in pozzetti di raccolta da cui ripreso integralmente riutilizzato per la preparazione dello slurry.

Le tecniche di monitoraggio del biofiltro ed in particolare i metodi di campionamento sono quelli proposti dalle Linee Guida della Regione Lombardia e dell'ARTA Abruzzo.

I parametri da monitorare e le relative metodiche adottate sono riportati nella relazione tecnica **PMC-RT-012**. Prima di procedere all'effettuazione dei campionamenti, è necessario verificare l'assenza di flussi preferenziali mediante il riscontro dei valori di velocità in uscita dell'effluente. I valori di velocità dovranno essere rilevati, mediante anemometro allocato nel punto di prelievo di una cappa acceleratrice, su sub-aree individuate secondo quanto indicato nelle Linee Guida e riportato qui di seguito per il caso in progetto. Per ognuno dei 4 moduli costituenti il biofiltro saranno individuate 2 aree di superficie inferiore a 100 m² e 15 sub-aree, per un totale complessivo di 8 aree e 120 sub-aree

Si rimanda per tutti i dettagli relativi alle velocità, dimensionamenti, punti di prelievo e quanto altro di interesse alla relazione tecnica **ITP-RT-011**.

3.4.2.IMPIANTO DI OSSIDAZIONE TERMICA SENZA FIAMMA ISOTHERM

L'impianto è composto da due sezioni gemelle denominate "Loop Isotherm A" e "Loop Isotherm B." Gli schemi di flusso di riferimento, cui si rimanda per i dettagli, sono:

- ITF-EG-140 - Ricezione e stoccaggio gasolio
- ITF-EG-040 - Isotherm -Loop Isotherm A
- ITF-EG-050 - Isotherm -Loop Isotherm B
- ITF-EG-040 - Isotherm -Loop Isotherm A
- ITF-EG-070 - Isotherm - Produzione materiale vetroso

I componenti principali dell'impianto Isotherm sono:

- Combustore, dove avvengono le reazioni di ossidazione tra slurry, combustibili ausiliari e ossigeno.
- Quencher, per l'atterramento dei gas uscenti dal combustore. L'atterramento è necessario per ridurre la temperatura dei fumi in uscita dal combustore (1300÷1450°C ca.), fino a circa 730°C, che dovranno poi entrare in caldaia.
- Caldaia a tubi d'acqua/vapore, per la produzione di vapore.

- Ventilatore di ricircolo, che aspira i gas in uscita dalla caldaia e li ricicla al combustore (per regolarne la temperatura) e al quencher.
- Sistema recupero prodotto vetroso.

Le caratteristiche della reazione ed i suoi vantaggi sono stati già descritti nella parte introduttiva. L'impianto è progettato per essere esercito ad una pressione di 7 bar-g. Il processo consente la fusione completa delle frazioni incombustibili ed il loro recupero dal combustore come materiale vetroso fuso, che viene quindi vetrificato in acqua, con sostanziale abbattimento delle polveri residue trasportate dai gas di processo. Lo schema del sistema di funzionamento è riportato nella Figura 3.4.2/1.

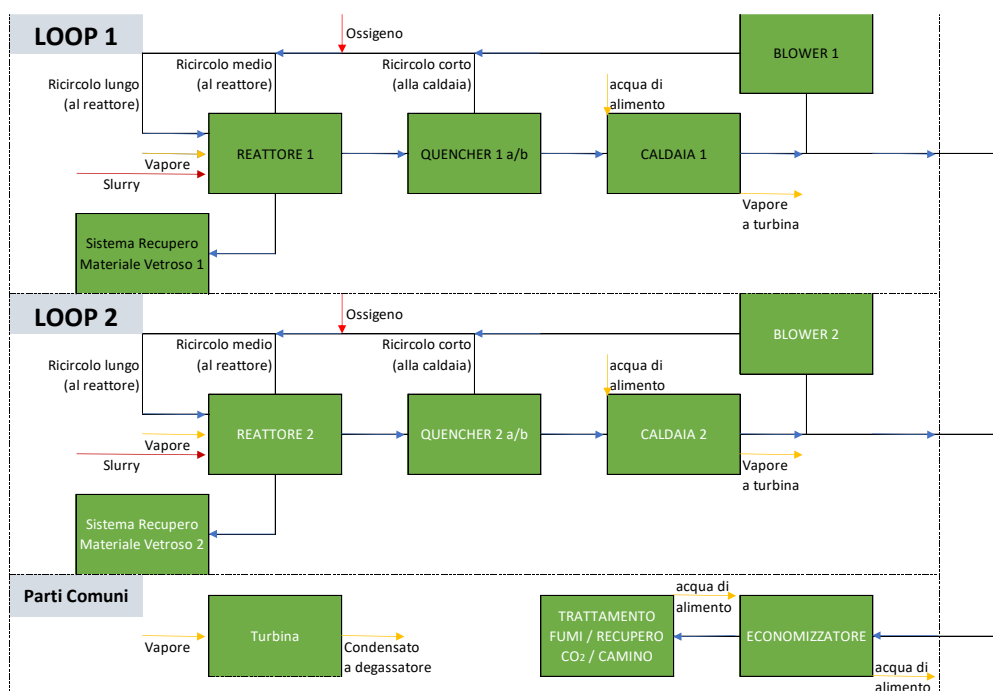


Figura 3.4.2/1 – schema funzionale dell'Isola Loop ISOTHERM

Il materiale vetroso, ottenuto in condizioni senza fiamma ed a temperatura più alta (nella fattispecie circa 1300-1400°C) che non nelle normali combustioni di rifiuti (850 ÷ 950 °C), è caratterizzato dalla sostanziale assenza di incombusti e dall'inglobare (legare) in una matrice vetrosa silico alluminosa anche i sali e gli ossidi dei metalli (compresi i metalli pesanti). La massa vetrosa, refrattaria a fenomeni di lisciviazione, comporta come conseguenza l'inertizzazione delle specie pericolose e la sua idoneità per l'utilizzo in sostituzione di materie prime vergini di composizione equivalente. L'impianto richiede l'alimentazione di ossigeno comburente. Nel caso specifico risulta sufficiente adottare la tecnica dell'adsorbimento/deadsorbimento mediante cicli di variazione della pressione (VPSA – Vacuum Pressure Swing Adsorption), per la produzione di Ossigeno 90-95%vol di titolo.

Nel processo termico in questione, la ridotta presenza di azoto nel fluido comburente (principalmente ossigeno), permetterà la produzione di un ridotto volume di gas di combustione puliti, costituiti per la gran parte da acqua e anidride carbonica, oltre che da ridotte quantità di azoto e dall'ossigeno in eccesso.

Separando l'acqua di processo mediante condensazione dal fumo di combustione, rimarrà in pratica un gas ad alta concentrazione di CO₂ dal quale, come detto, è possibile recuperare quest'ultima con elevata purezza, adatta per scopi commerciali. I gas di processo uscenti dal

combustore vengono rapidamente raffreddati mediante miscelazione con gas freddi (attemperamento nell'apparecchiatura chiamata quencher) fino a temperature che:

- bloccano reazioni indesiderate
- solidificano i modesti residui di frazione incombustibile liquida ancora presenti nei gas (poche centinaia di milligrammi per normal metro cubo di gas secchi)
- sono compatibili con i materiali ordinari dei generatori di vapore a recupero, per la generazione di vapore da impiegare nella produzione di energia elettrica

I gas di processo caldi, dopo essere stati utilizzati nella produzione di vapore vengono direttamente riciclati al combustore e al quencher, e in parte spurgati dal loop in pressione, per essere inviati agli impianti di trattamento e recupero termico.

La elevata concentrazione di acqua nei gas consente di recuperare calore latente sotto forma di condensato caldo, il cui contenuto energetico può essere impiegato per il riscaldamento dell'acqua di alimento del ciclo vapore.

Occasionalmente (ad esempio durante fasi di stand-by o durante le fasi finali di riscaldamento o nel caso in cui si alimenti occasionalmente rifiuto a potere calorifico eccessivamente basso) potrà essere alimentato Biogas, proveniente dalla discarica di Legoli (o gasolio, in caso di indisponibilità del Biogas) come combustibile ausiliario con lo scopo di assicurare il raggiungimento della temperatura di ossidazione richiesta. L'impianto consente di:

- Mantenere la temperatura in camera di combustione al valore voluto (1300-1400 °C), così da ottenere sempre la combustione quantitativa dell'entrante (zero Carbonio nell'uscita gas, sia TOC che IPA, nonché altri organici pericolosi – diossine, furani, PCB)
- Garantire prestazioni di combustione quantitativa costanti in tutto il campo operativo, dallo stand-by 5% al 100% del carico.

Ogni loop di impianto ha le seguenti condizioni operative di riferimento:

- | | |
|--|-------------|
| ○ Pressione esercizio dell'impianto | 8 bar-a |
| ○ Temperatura esercizio del combustore | 1'400 °C |
| ○ Temperatura ingresso caldaia | 730 °C |
| ○ Temperatura uscita caldaia | 256 °C |
| ○ Temperatura dei ricircoli | 259 °C |
| ○ Slurry di rifiuto alimentato al combustore | 10'124 kg/h |

Alimentazione dello slurry - Lo slurry, prodotto nella sezione dedicata al pretrattamento ed alla macinazione del rifiuto non pericoloso, sarà prelevato dall'apposito serbatoio di stoccaggio, mediante pompe monovite di trasferimento, ed alimentato ai circuiti di alimentazione dei combustori (un circuito per ogni combustore). Ogni circuito arriva ad alimentare le pompe di alimentazione del singolo combustore (tre pompe, di cui una in riserva, del tipo a cavità progressive, ad alta prevalenza, circa 50 bar). Le pompe spingeranno lo slurry nel combustore tramite delle lance appositamente disegnate per la migliore dispersione dello slurry all'interno della camera di ossidazione. Per favorire la dispersione verrà impiegato vapore (di servizio) di pressione pari a 20 bar-a, con una portata di 80 kg per tonnellata di slurry alimentato. La portata di slurry sarà dosata regolando il numero di giri delle pompe di alimentazione, che essendo di tipo volumetrico assicurano un'ottima regolarità.

Alimentazione del Biogas - Il biogas (costituito al 50% v/v circa in metano) sarà fornito dalla discarica di Legoli, presente nello stesso comprensorio in cui sorge l'impianto Isotherm. Il biogas sarà conferito, dall'impianto di estrazione/purificazione di cui dispone la discarica, ai limiti di batteria dell'impianto di ossidazione termica flameless mediante biogasdotto alimentato con apposita soffiante di trasferimento.

La pressione alla quale sarà ricevuto il gas è circa 1.25 bar-a. Un compressore permetterà di rimontare la pressione ad almeno 8.5 bar-a per consentire l'alimentazione del gas ad ogni singolo combustore.

Il biogas, come combustibile ausiliario, sarà così impiegato:

- in fase di avviamento dell'impianto (preriscaldamento da freddo);
- in regime di hot stand-by dell'impianto, che prevede il mantenimento del combustore e della caldaia in marcia al minimo tecnico senza alimentare lo slurry, ad esempio nel caso di guasti alla linea di preparazione slurry riparabili in tempi brevi, evitando che il loop Isotherm non si raffreddi;
- in regime di alimentazione slurry, solo nel caso di potere calorifico dei rifiuti trattati eccezionalmente basso (in regime di co-alimentazione). Il gas, caratterizzato da una velocità di reazione elevata, verrà dosato per fornire energia termica per il sostenimento della temperatura nella prima zona del combustore (zona a ridosso della testa del combustore).

Il biogas sarà alimentabile al combustore per due vie:

- mediante apposita lancia appositamente predisposta all'alimentatore di testa dell'apparecchiatura, per le fasi di avviamento o hot stand-by;
- premiscelato alla miscela riciclo lungo – ossigeno avviata anch'essa all'alimentatore di testa, in fase di alimentazione slurry, quindi in regime di co-alimentazione.

La disponibilità di Biogas da discarica ammonta a circa 700 Nm³/h. La quantità necessaria per la fase di preriscaldamento sarà pari a circa 600 Nm³/h, equivalenti allo sviluppo in camera di combustione pari a 3 MW termici (1.5 MW per ogni combustore).

Alimentazione del Gasolio - Il gasolio, utilizzato occasionalmente come combustibile ausiliario, sarà stoccato in un serbatoio dedicato da circa 10 m³, dotato di sistemi di scarico da autobotte. Il serbatoio sarà provvisto di un bocchello che, durante il riempimento, sarà messo in comunicazione con l'autobotte per il recupero dei vapori, e di un filtro, per il controllo delle eventuali emissioni di "respirazione" del serbatoio, collegato al camino EC6.

Il serbatoio sarà alloggiato in una vasca di contenimento a tenuta isolata rispetto alla rete fognaria, per la raccolta del fluido in caso di eventuali spandimenti o forature accidentali.

La piazzola di scarico e le pompe di servizio avranno pendenze verso la vasca di raccolta del serbatoio. Il gasolio sarà alimentato al combustore con pompa di lancio dedicate.

Il gasolio sarà occasionalmente alimentato solo nei casi in cui sia necessario l'intervento di combustibile ausiliario e non sia disponibile, per qualsiasi motivo, Biogas proveniente dalla discarica.

Qualora sia necessario l'utilizzo, il gasolio sarebbe impiegato nei seguenti casi:

- in regime di hot-stand-by dell'impianto
- in regime di alimentazione slurry, solo nel caso di potere calorifico dei rifiuti trattati eccezionalmente basso (in regime di co-alimentazione)

Il gasolio sarà alimentabile al combustore mediante la stessa lancia predisposta all'alimentatore di testa dell'apparecchiatura per l'alimentazione del Biogas.

Alimentazione dell'Ossigeno - L'ossigeno verrà fornito, da ogni unità VPSA, ad una pressione di circa 8,5 bar-a. All'ingresso di ogni loop Isotherm esso subirà un preriscaldamento in uno scambiatore di calore con vapore (di servizio), per poi essere miscelato quota parte alla corrente di gas di riciclo destinato alla testa del combustore (riciclo lungo), quota parte alla corrente di gas di riciclo destinato all'oxygen staging (riciclo medio). La miscela ossigeno – riciclo lungo (alla quale potrebbe essere ulteriormente addizionato Biogas) sarà introdotto nel combustore attraverso l'alimentatore di testa dell'apparecchiatura, la miscela ossigeno – riciclo medio sarà

invece alimentata in una zona intermedia del combustore (per realizzare la tecnica dell'oxygen-staging sopra descritta).

L'ossigeno verrà alimentato in automatico per mantenere un tenore di ossigeno residuo nei gas di combustione al 1-2% volume circa nei gas tal quali. Tale composizione verrà misurata in continuo mediante sonde e, tramite DCS, dà luogo alla regolazione fine, operando sulla valvola. In caso di mancanza ossigeno (bassa pressione alla linea di alimentazione) o in caso di bassissima concentrazione di ossigeno (minore dello 0.5% volume), l'alimentazione dei combustibili verrà interrotta immediatamente ed automaticamente.

Combustore - Il combustore sarà costituito da un'apparecchiatura metallica posizionata con asse verticale resistente alla pressione di 10 bar-g, rivestito internamente da vari strati di materiali refrattari e isolanti.

Lo strato più interno di refrattario (quello a contatto con il processo) sarà costituito da un materiale a base di allumina tabulare, additivata di cromia (10%), in mattoni maschiati high fired a 1450°C. Questo materiale avrà il compito di resistere chimicamente al materiale incombustibile fuso che si depositerà sulle pareti e che poi fluirà verso il punto di raccolta sul fondo inferiore dell'apparecchiatura. Gli altri strati saranno una sequenza di isolanti diversi di tipo più ordinario, con prestazioni crescenti in termini di capacità isolante e decrescenti in quanto alla temperatura massima di esercizio (le due caratteristiche sono in controtendenza e quindi verso l'esterno, più freddo, saranno presenti isolanti a più bassa conducibilità termica, cioè più isolanti) in modo da ridurre le dispersioni termiche.

Il flusso termico disperso sarà molto basso, inferiore a 1 kW/m², e complessivamente al di sotto dei 100 kW per ogni combustore.

La scelta del materiale è stata fatta sulla base dell'esperienza ITEA maturata con prove impiegando il combustibile specifico (rifiuto non pericoloso) e molte altre matrici combustibili differenti.

Le alimentazioni dei reagenti e del riciclo saranno poste sul fondo superiore del combustore verticale ed avvengono attraverso un alimentatore (di disegno proprietario al pari del combustore). Questo sarà costituito essenzialmente da una parte mobile che può essere retratta in fermata mediante servomeccanismi telecomandati per ridurre l'esposizione alle temperature del refrattario in assenza di flusso. Sulla parte centrale del sistema mobile saranno alloggiati le lance per l'alimentazione dei combustibili, che potranno essere singolarmente avanzate o retratte a seconda che siano in uso o meno, anch'esse mediante servomeccanismi telecomandati. Le lance potranno essere sostituite in marcia grazie alla possibilità di intercettare il loro alloggiamento mediante tenute e valvole.

Attraverso la parte periferica della sezione mobile saranno introdotti i gas di riciclo provenienti dall'uscita caldaia e spinti dal ventilatore, miscelati con ossigeno (miscela ossigeno – riciclo lungo). Una serie di parzializzatori provvederà a variare la sezione di passaggio di tali gas per assicurare una velocità e quindi una fluidodinamica ottimale all'interno dell'apparecchiatura.

Sulla parte superiore del combustore saranno alloggiati pure l'accenditore, il rilevatore di fiamma, spie visive, strumenti di misura.

Un sistema automatico provvederà a gestire l'accensione del combustore, che viene effettuata con aria e biogas, con il blocco dell'alimentazione ed il lavaggio del sistema in caso di mancanza fiamma, in accordo con la buona tecnica consolidata del settore. Va osservato che durante la marcia l'elevata temperatura del refrattario (superiore a 1250 °C) assicurerà il mantenimento della combustione.

I gas di riciclo avranno lo scopo di assicurare la presenza di gas opachi anche nella prima zona del combustore, migliorando gli scambi termici, di riscaldare in parte l'alimentazione e di termostatare la temperatura del combustore al valore desiderato. La temperatura dei gas in

uscita dall'apparecchio, sostanzialmente uguale a quella che si verifica in ogni parte di esso (condizione flameless isoterma) verrà infatti regolata variando la portata del riciclo complessivo al combustore.

Le temperature in prossimità della parete del combustore verranno misurate in diverse posizioni del combustore: esse verranno mantenute normalmente a valori superiori a 1250 °C e in caso di eccessivo raffreddamento verrà interrotta immediatamente e automaticamente l'alimentazione dello slurry.

Il fondo inferiore del combustore presenterà un particolare disegno per l'estrazione del materiale vetroso fuso prodotto alla temperatura di esercizio del combustore.

In opportuna posizione sul mantello saranno disposti gli ingressi della miscela gas di riciclo (riciclo medio) e ossigeno per l'effettuazione dell'oxygen staging, di cui si è detto precedentemente.

I gas in uscita dal combustore saranno raccolti da quattro uscite periferiche quasi orizzontali (pendenza di pochi gradi verso il combustore), posizionate a 90° di distanza sul piano orizzontale, nella parte alta del combustore. Le quattro uscite saranno rivestite internamente da uno strato di refrattario resistente alla frazione incombustibile fusa e da vari strati di refrattario isolante, in analogia con quanto previsto per il combustore.

La pressione del combustore e della sezione Isotherm in generale sarà regolata variando la portata dei gas in uscita verso i sistemi a valle.

La pressione nel sistema sarà generata dai gas di combustione. Poiché all'interno del combustore sarà presente un quantitativo molto modesto di combustibile di qualunque natura, la chiusura delle alimentazioni comporterà un arresto pressoché istantaneo delle reazioni e quindi dell'eventuale aumento di pressione.

Il sistema di supervisione (DCS – Distributed Control System), regola la pressione operando sulla valvola di spurgo gas dal loop pressurizzato.

Le misure di pressione saranno posizionate in varie posizioni di impianto e il superamento della soglia di massima pressione ammissibile per l'impianto (7 bar-g, rispetto 10 bar-g di progetto) provocherà la fermata istantanea delle alimentazioni. Ovviamente è comunque prevista la protezione mediante dischi di rottura.

Il combustore è progettato per assicurare un tempo di permanenza di almeno 2.5 s a temperature fino a 1450 °C (come già detto un blocco automatico interromperà istantaneamente l'alimentazione dello slurry se la temperatura scenderà al di sotto del valore limite inferiore; analogamente, viene impedita da blocco la ripresa dell'alimentazione di rifiuto). Se del caso, la temperatura minima della camera di reazione sarà assicurata dalla presenza dell'alimentazione del combustibile ausiliario.

L'alimentazione di ossigeno, misura master, è opportunamente ridondata. Entra come base, per gli interventi del software di controllo, che opera le procedure di gestione e di sicurezza di gestione.

Per il combustore, così come per il quencher e per le canale di trasporto dei gas caldi da combustore a quencher e da quencher verso la caldaia, sono previsti flussaggi (necessari ad evitare il contatto dei gas caldi di processo sulle superfici interne delle pareti, più fredde, delle suddette apparecchiature che determinerebbe la formazione di condense acide). Per i flussaggi è previsto l'impiego di aria compressa secca, prodotta da apposita package di produzione aria compressa.

In alternativa (e preferibilmente) può essere utilizzata, quando disponibile, una corrente di gas prelevata dall'unità di recupero della CO₂ (si veda ITP-RT-050).

Recupero materiale vetroso - Il materiale vetroso fuso derivante dalla frazione incombustibile dello slurry di rifiuto verrà estratto per caduta dal fondo inferiore del combustore attraverso

un'apposita apertura e cadrà liberamente, senza contatto con le pareti, all'interno di un condotto riscaldato con un sistema ausiliario, costituito da resistenze elettriche (muffole) e da un piccolo bruciatore ausiliario di gas combustibile (1-2 kg/h). Un insieme di misure assicurerà il mantenimento del corretto profilo di temperature nel condotto, mediante regolazione dell'apporto termico delle muffole mediante tiristori sulla potenza elettrica.

Il prodotto fuso giungerà ad un pozzetto in cui scorrerà acqua: il raffreddamento rapido provocherà la solidificazione del prodotto vetroso, e l'elevato stress termico ne provocherà la rottura in piccoli granuli (perle vetrose) che verranno trasportati dall'acqua in un apposito serbatoio decantatore (settler). I settler saranno due (per ogni loop), ma lavoreranno in modo alternato. Il raffreddamento del cumulo di perle nel settler è effettuato mediante estrazione dell'acqua di contatto dall'alto, invio dell'acqua a aircooler, e ritorno al settler dal basso.

L'accumulo di prodotto vetroso (volume) nel settler crea un eccesso d'acqua loop chiuso, che viene spurgata mediante controllo di livello del loop. Quota parte dell'acqua verrà estratta dal ciclo sotto controllo di livello. Il chiarificato del settler sarà inviato ad un aircooler per il raffreddamento e mantenimento della temperatura a 35°C della corrente, prima di fare ritorno al pozzetto sopra citato.

Quando un settler sarà pieno (l'apparecchio sarà montato su celle di carico; come back-up vi è anche la portata di acqua spurgata) esso verrà escluso dal ciclo per essere svuotato, inserendo l'apparecchio gemello, già riempito pronto per diventare operativo.

Il settler carico verrà scaricato del suo contenuto in un'apposita vasca.

Il contenuto scaricato dal settler è costituito da perle vetrose (solido granulare, a circa 50°C) e acqua residua da processo di sedimentazione del solido. La vasca è costituita da due bacini, separati da un setto grigliato. Lo scarico del settler viene riversato solo in un bacino: qui la fase solida (perle) si deposita e accumula, mentre l'acqua si separa dal cumulo e fluisce per pendenza del fondo verso il setto separatore e, attraversandolo, nel secondo bacino. Quest'ultimo, posto ad un livello più basso del bacino di accumulo del solido, costituisce un punto di accumulo dell'acqua separata, che ripresa tramite pompa sommersa ed inviata a stoccaggio in apposito serbatoio di accumulo (serbatoio acqua circuito scorie). Il solido in cumulo nel primo bacino, separato dunque dall'acqua viene caricato, mediante ragno movimentato da apposito carroponete posto sulla vasca, su appositi cassoni destinati, poi, ad uscire dallo stabilimento. Sia l'intera vasca che l'area di sosta del cassone sono posti sotto copertura (al di sotto della quale si muove il carroponete per le operazioni di trasferimento del materiale vetroso).

L'acqua contenuta nel serbatoio acqua circuito scorie viene riutilizzata per la ricarica ai settler.

Va osservato che, zero carbonio e natura vetrosa (ossidi misti), assicurano costante prestazione di zero leaching di organici e di metalli pesanti per il materiale vetroso.

Attemperamento (Quencher) - Le quattro uscite periferiche dal combustore saranno successivamente riunite a coppie in due tubazioni verticali (simmetriche e parallele all'asse del combustore) che si collegheranno a due quencher. Una corrente di gas freddi (riciclo corto), prelevata dall'uscita caldaia e spinta dallo stesso ventilatore che ricicla i gas al combustore, entrerà nei quencher (due per ogni loop) attraverso un ingresso circonferenziale, attorno al getto caldo.

In tal modo i gas caldi in uscita dal combustore saranno raffreddati dai gas di riciclo fino alla temperatura di circa 730°C circa, idonea per l'ingresso in caldaia. La percentuale (molto modesta) di polveri di incombustibili trascinata sotto forma di piccole gocce liquide dai gas in uscita dal combustore, si solidificherà nel quencher per raffreddamento.

La temperatura dei gas sarà regolata mediante variazione della portata dei gas di riciclo ai quencher.

Caldaia - La caldaia (processo brevettato) ad asse orizzontale sarà del tipo a tubi d'acqua/vapore once-through (cioè senza interruzioni). Il mantello esterno, di contenimento dei gas, resiste alla pressione dei gas di processo.

Ogni caldaia scambierà circa 14.3 MW termici nelle condizioni di riferimento.

La trasformazione da acqua (temperatura circa 236 °C) a vapore surriscaldato (120 bar-a e 540°C) avverrà all'interno di tubi in parallelo che scambieranno in controcorrente con i gas di processo, che si raffredderanno progressivamente da 730 a 256 °C circa. Nello stesso tubo si realizzeranno cioè, senza soluzione di continuità, le tre zone di scambio tipiche nella produzione di vapore: economizzatore, vaporizzatore, surriscaldatore.

I tubi sono disposti in parallelo, su bancate perpendicolari al flusso di gas. Passano da una bancata alla successiva mediante raccordo a "U". La posizione nella bancata successiva è spostata di una posizione sul piano bancata, collocando la "U" su un piano obliquo. Ciò permette di azzerare qualsiasi effetto di maldistribuzione del gas nel percorso assiale. Il condotto dove scorrono i gas di processo sarà isolato rispetto alla membratura dell'apparecchio mediante un sistema di convogliamento e materiali refrattari. L'esterno di questo condotto e il mantello esterno resistente a pressione vengono mantenuti a bassa temperatura mediante gas freddo di flussaggio, prelevato alla mandata del blower di riciclo gas di tempering.

La temperatura del vapore principale sarà controllata mediante controllo della temperatura gas in ingresso, ovvero la portata di gas di tempering al quencher. È una regolazione ad altissima velocità di risposta, che alleggerisce di molto la protezione della turbina vapore a valle. Al contrario delle tecnologie consolidate, la portata di acqua di alimento (regolazione lentissima) verrà modulata solo per mantenere costante nella caldaia la posizione geometrica del profilo di temperature di acqua vapore (processo "constant temperature profile control" brevettato da Itea). Con il processo e il disegno caldaia brevettati da Itea la regolazione ha tempi rapidissimi di risposta, con il pieno rispetto dell'integrità di apparecchi e macchine. Risulta pertanto, contrariamente al consolidato, ininfluenza sul controllo di impianto; in altre parole, non crea problemi di ritorno alla gestione della combustione a monte, fatto di importanza nodale sul mantenimento delle prestazioni ambientali della combustione (vedi BAT 14 Incenerimento).

La pressione vapore viene di fatto regolata dalla turbina.

La caldaia, come detto ad asse orizzontale, presenterà da un lato l'ingresso del gas di processo caldo: questo verrà convogliato all'interno di un condotto refrattariato e isolato termicamente, all'interno del quale saranno alloggiati i tubi di scambio. Il gas verrà raccolto dalla parte opposta ed estratto dalla caldaia. Il fondo opposto a quello di ingresso dei gas sarà flangiato e su di esso saranno posizionati i collettori di entrata dell'acque e di uscita del vapore. Il fascio tubiero sarà solidale a questo fondo e potrà quindi essere estratto disaccoppiando il fondo della caldaia dal mantello. L'intero fascio tubiero, alloggiato su una struttura di supporto, potrà scorrere su binari solidali al mantello e su una apposita struttura mobile esterna, per rendere facilmente accessibili tutte le parti per le operazioni di manutenzione.

I gas sostanzialmente "già puliti", e la facilità di manutenzione, offrono anche il vantaggio di ridurre drasticamente periodi di gestione impianto in condizioni di progressivo deterioramento delle prestazioni termiche, senza cioè ripercussioni sulla gestione generale (cosa che accade negli impianti tradizionali).

Si precisa che per la protezione della caldaia dalle radiazioni infrarosse (gas opachi pressurizzati), è prevista la disposizione di tubi schermo all'ingresso del gas. Questi tubi producono vapore di servizio (20 bar e 240°C), utilizzato per varie piccole utenze calore dell'impianto.

Invio a trattamento dei gas - La quota dei gas di processo corrispondente ai gas prodotti dalla combustione dell'impianto (produzione netta dei due loop Isotherm) verrà estratta in controllo di pressione loop gas. Il gas sarà laminato a circa 3.5 bar-a, che è la pressione di lavoro dei

successivi trattamenti (si veda ITP-RT-040 - Descrizione del processo trattamento gas e condensazione).

Prima di essere inviati a tale sistema i gas passeranno attraverso uno scambiatore di calore in cui fluirà acqua di alimento (si veda ITP-RT-030 - Descrizione del processo produzione di energia elettrica), che recupererà parte del calore ancora contenuto nei gas, riducendo la loro temperatura a circa 148 °C. Tale temperatura, più bassa di quella dei gas in uscita caldaia, sarà praticabile in quanto la pressione lato gas in questo apparecchio sarà più bassa (di quella in caldaia) e quindi i fenomeni di condensazione si sposteranno verso temperature più basse.

Soffiante di ricircolo, loop gas - La parte dei gas non inviata ai trattamenti gas sarà riciclata come gas di tempering al combustore e ai quencher di ogni loop, mediante una soffiante (una per ogni loop) a bassa prevalenza (20 kPa massimo) che elaborerà circa 11400 m³/h di gas.

La soffiante sarà in esecuzione standard come materiali. Infatti, si è ampiamente verificato nelle esperienze pilota l'assenza di alcun fenomeno, anche soltanto appena apprezzabile, di erosione, né sulla soffiante centrifuga impiegata; per inciso, nemmeno sulla valvola di laminazione dei gas (che pure lavora in condizioni di flusso sonico) fino ad oggi impiegata.

Questo perché comunque le polveri residue che fuoriescono dal combustore sono di dimensioni contenute e di forma sferica (sono goccioline solidificate), con superfici a capacità abrasive assai ridotte.

La soffiante sarà azionata da un motore comandato da un regolatore di frequenza elettrica (inverter) in modo da ottimizzare i consumi energetici: la posizione di apertura delle valvole dei ricicli al combustore e al quencher verrà cioè mantenuta a valori relativamente alti (quindi con dissipazioni energetiche minime) abbassando la velocità di rotazione della soffiante.

LE MODALITA' DI ESERCIZIO - Sono distinte in:

- Avviamento, a sua volta suddiviso in Preavviamento e Avviamento/Riscaldamento
- Esercizio
- Fermata

Avviamento - L'avviamento a freddo dell'impianto avverrà con frequenza probabilmente inferiore a 10 volte/anno. Riguarderà infatti le ripartenze dell'impianto dopo fermate di durata superiore ai 2 giorni.

Durante la fase di avviamento dell'impianto Isotherm, si impiegherà esclusivamente Biogas come combustibile e aria come comburente. In questa fase si stima che la massima quantità di calore da sviluppare aumenterà fino a raggiungere una potenza di circa 1.5 MW (per ogni loop) al termine dell'operazione, e secondo una rampa di salita delle temperature indicata dai fornitori dei refrattari (mediamente circa 80°C/h). I gas verranno inviati direttamente a camino locale EC2 fino al raggiungimento della temperatura di circa 200-250°C e successivamente deviati alla sezione di post-trattamento gas per il preriscaldamento della stessa; indi a camino di processo. La durata di questa fase è stimata al più in 48 h ed avverrà in occasione di riavviamenti a partire da impianto freddo, come sopra descritto; in condizioni di regime ciò avverrà in un numero limitato di occasioni/anno. Nel caso di avviamenti dopo fermate di durata limitata, la fase di riscaldamento risulterà molto più breve, tanto più contenuta quanto più le temperature del sistema saranno prossime a quelle dell'assetto di marcia. Il riscaldamento fino alla temperatura minima per l'alimentazione dello slurry sarà comunque eseguito con Biogas, ma avverrà in condizione pressurizzata e con invio dei gas di processo al post trattamento gas e quindi al camino EC3.

Durante gli avviamenti, raggiunta una temperatura in camera di combustione di 800÷1000 °C, inizierà la pressurizzazione dell'impianto e si alimenterà ossigeno come comburente, continuando ad inviare i gas al camino EC3.

Completata la salita di temperatura fino ai valori di regime (superiore a 1'300-1400 °C), si potrà iniziare ad alimentare slurry.

L'emissione caratteristica del camino EC2, relativo alla combustione di solo Biogas con aria in fase di riscaldamento, sarà costituita da una portata massima di circa 3000 Nm³/h per ogni loop. Tale emissione è poco impattante, in quanto trattasi di mera combustione di gas metano con potenza complessiva 3 MWt; quindi, si tratta di una emissione scarsamente rilevante i cui parametri di emissione in atmosfera sono soddisfatti ex lege (art. 272 comma 1 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.).

Di seguito si riportano le principali attività da svolgere nei due stadi dell'avviamento:

Preavviamento - Le principali attività previste in questa fase sono:

- Preparazione del quadro analisi per il campionamento degli effluenti gassosi
- Attivazione delle tracciature elettriche ed i sistemi di riscaldamento elettrico dei flussaggi aria
- Inserimento della lancia del combustibile (Biogas) nel bruciatore, dopo esser stata preventivamente spurgata tramite lavaggio della linea
- Allineamento della linea di by-pass del trattamento gas e della linea dell'aria compressa
- Apertura delle valvole manuali relative ai vari flussaggi d'aria
- Impostazione dal DCS di un valore di set-point gradualmente crescente, fino al raggiungimento di un valore d'esercizio dell'impianto, per portare in pressione l'impianto
- Posizionamento del bruciatore
- Apertura delle seguenti valvole
 - Valvole linea di alimentazione combustibile (da software)
 - Valvole dei ricicli lungo e corto (da software)
 - Valvola manuale di scarico all'atmosfera
- Lo scintillatore è portato in posizione 'avanti': in questa fase si apre l'elettrovalvola di alimentazione del combustibile e si accende, verificando la presenza della fiamma e assicurandosi che lo scintillatore sia stato arretrato.

Avviamento/Riscaldamento - Durante la fase di avviamento/riscaldamento vengono portate a termine le seguenti attività:

- Il sistema caldaia-condensatore è portato nelle condizioni di esercizio per poter disporre del vapore alla pressione desiderata per la dispersione alle lance o altri servizi
- Chiusura del loop al raggiungimento delle temperature desiderate
- Riscaldamento muffole del fondo camera di reazione
- Allineamento sezione trattamento gas, qualora necessario
- Allineamento linea ossigeno
- Pressurizzazione impianto ISOTHERM®
- Riempimento ed allineamento del circuito trasporto prodotto vetroso

Esercizio - La fase di esercizio consiste nell'alimentazione vera e propria dei rifiuti.

Al fine di favorire la combustione, qualora le caratteristiche del rifiuto (ad esempio basso potere calorifico o elevato contenuto di acqua) lo rendano necessario, potrebbe essere alimentato un co-combustibile.

Quando la temperatura superficiale interna del combustore raggiungerà i 1300-1400°C, si potrà procedere con l'alimentazione.

Nel caso di rifiuti solidi l'alimentazione avverrà previa macinazione e successiva miscelazione con percolato (e/o acqua in caso di indisponibilità parziale/totale del percolato) per formare un fango pompabile (slurry). Lo slurry, prodotto in apposito miscelatore, sarà trasferito in un serbatoio (di stoccaggio) con agitatore in cui sarà omogeneizzato continuamente. Lo slurry verrà alimentato alla fine del riscaldamento del combustore.

Fermata - Le operazioni sequenziali da eseguire in caso di fermata programmata dipenderanno dalle condizioni di marcia in cui si troverà al momento l'impianto. Di seguito sono descritte brevemente le procedure operative per fermare correttamente ed in tutta sicurezza l'impianto quando esso si troverà nelle diverse condizioni possibili di normale esercizio.

- Fermata durante la marcia con Biogas: si ridurrà gradualmente la portata di Biometano.
- Fermata durante la marcia con alimentazione di rifiuti: si dà input al software, che fermerà la portata di rifiuto e subito dopo quella dell'ossigeno e manovrerà le portate ricicli. Le canne ed il bruciatore verranno arretrate ed il blower fermato. Si arresterà il circuito di trasporto prodotto vetroso. L'impianto verrà depressurizzato.

Oltre alle fermate programmate, potrebbero verificarsi, a causa di disservizi, fermate d'emergenza. In questi casi, al fine di riportare l'impianto in condizioni di sicurezza, il sistema di controllo esegue in automatico le seguenti operazioni:

- Chiusura delle alimentazioni
- Chiusura linea ossigeno, se esso è alimentato
- Apertura valvola di by-pass della linea di trattamento gas; non si temono incrementi delle emissioni durante il transitorio
- Arresto blower
- Arretramento dell'equipaggio del bruciatore e delle canne
- Depressurizzazione della caldaia lato acqua/vapore

3.4.3. TRATTAMENTO DEGLI EFFLUENTI GASSOSI

Gli schemi di flusso di riferimento della sezione di trattamento gas all'impianto Isotherm, cui si rimanda per i dettagli, sono:

- ITF-EG-090 - Trattamento gas e condensazione – Deacidificazione
- ITF-EG-100 - Trattamento gas e condensazione – Condensazione

I componenti principali della sezione di trattamento e condensazione gas sono:

- Silo di stoccaggio del carbonato di calcio
- Serbatoio agitato per la preparazione della sospensione di carbonato in acqua
- Colonna di deacidificazione (o di lavaggio)
- Addensatore fanghi
- Circolazione e raffreddamento della sospensione di carbonato di calcio
- Colonna di condensazione
- Circolazione e raffreddamento del condensato

I gas in uscita dal loop Isotherm verranno laminati alla pressione di lavoro della linea di trattamento (circa 3,5 bar-a). Prima dell'ingresso alla linea di trattamento i gas verranno raffreddati da circa 256 °C a circa 148°C, recuperando calore in un economizzatore (economizzatore a fumi ECO1) in cui il fluido freddo sarà costituito da acqua di alimento

destinata a caldaia (per maggiori dettagli si veda ITP-RT-030 - Descrizione del processo produzione di energia elettrica). La pressione superiore a quella atmosferica consentirà di recuperare calore più pregiato (a temperatura più alta) e di avere apparecchiature di dimensioni più contenute.

I gas uscenti dall'economizzatore saranno immessi in una colonna di lavaggio a riempimento, la cui soluzione trattante sarà costituita da una sospensione alcalina acquosa, ricircolata dal fondo alla testa colonna. I gas usciranno dall'alto della colonna, dopo aver attraversato il riempimento. La sospensione sarà preparata in un apposito sistema, che impiegherà carbonato di calcio in polvere, ricevuto via autosili e immagazzinato in silo.

I fumi, prima di entrare in colonna per il trattamento di deacidificazione vengono desurriscaldati a valori prossimi al dew-point, tramite iniezione e dispersione (spray) nel condotto di ingresso del gas alla colonna di una piccola aliquota di condensato caldo, prelevato a valle dell'economizzatore a condense (ECO2), nella sezione di condensazione. In tal modo si realizza una condizione di condensazione incipiente, tipicamente favorevole alla rimozione sia delle polveri residue, sia delle specie acide (flusso di Stefan); le condizioni di lavoro sono mantenute per ridurre al minimo necessario la quantità di acqua condensata dai gas, per instaurare condizioni di condensazione incipiente, e quindi la produzione di effluenti.

La zona di riempimento ha lo scopo di fornire elevatissima superficie di interfaccia, dunque di contatto tra la fase gas e la fase liquida discendente, permettendo di rendere altamente efficace la rimozione (praticamente totale) e abbattimento dei composti acidi e del particolato residuo. Parte della soluzione di fondo colonna viene riciclata in testa alla stessa, mentre un'altra frazione viene spurgata e raffreddata con uno scambiatore a doppio tubo (raffreddato ad acqua di torre). Il flusso riciclato in testa è addizionato, prima dell'ingresso in colonna, con una sospensione di carbonato di calcio fresco, proveniente dall'apposito serbatoio di preparazione.

Lo spurgo, dopo raffreddamento, viene inviato ad un decanter (addensatore), per la sedimentazione e successiva estrazione dei fanghi di deacidificazione, inviati a smaltimento.

La soluzione chiarificata prodotta dal decanter viene gran parte recuperata per produrre la dispersione di carbonato di calcio da reintegrare alla colonna di deacidificazione, e in minima parte spurgata e destinata, anch'essa, a smaltimento.

I gas deacidificati saranno immessi in una colonna a riempimento dove si realizza la condensazione del contenuto d'acqua. Il principio di funzionamento sarà quello di uno scambiatore a contatto diretto, tra fluido caldo (i gas) e un fluido freddo (acqua). I gas entranti nella parte bassa della colonna usciranno dall'alto saturi d'acqua ad una temperatura dipendente dalle condizioni ambientali, al massimo di circa 40 °C. Il fluido freddo sarà costituito da acqua di condensa prelevata dal fondo della colonna e opportunamente raffreddata nell'economizzatore con acqua di alimento (ECO2), in un raffreddatore ad acqua di torre ed infine in un aircooler (si veda in seguito).

Dopo condensazione i gas saranno convogliati alla sezione di cattura della CO₂. Se l'impianto di cattura e stoccaggio della CO₂ sarà esercito a potenzialità inferiore a quella nominale o non operativo, i gas residui verranno parzialmente o totalmente inviati direttamente al camino EC3.

DESCRIZIONE DELLA LINEA FGT (FLUE GAS TREATMENT)

Stoccaggio del carbonato di calcio - Il carbonato di calcio sarà ricevuto preferibilmente mediante autosili dotati di compressore per il trasporto pneumatico e stoccato in apposito silo. Il materiale di opportuna granulometria entrerà nel silo assieme ai gas di trasporto, dove la gran parte della polvere cadrà per gravità. Un filtro a maniche posto sulla sommità del silo consentirà l'uscita dell'aria, opportunamente depurata dalle polveri di carbonato. L'efficienza attesa del filtro è superiore al 99% e garantirà emissioni di polvere in concentrazione inferiore a 50 mg/Nm³.

Preparazione della sospensione di CaCO_3 - Il carbonato di calcio dal silo di stoccaggio verrà alimentato tramite una coclea dosatrice in un mulino a barre con la funzione di rompere eventuali grumi presenti nella carica. A valle del mulino, una coclea di carico provvederà a caricare il carbonato ad un miscelatore agitato per la preparazione della sospensione di carbonato di calcio. Nel miscelatore entrerà la portata di soluzione chiarificata di riciclo dall'addensatore, impoverita di carbonato e costituita fundamentalmente da acqua e cloruro di calcio. La portata sarà controllata in base al livello di soluzione limpida all'interno del decanter. Al miscelatore sarà inoltre alimentato condensato caldo, prelevato a valle dell'economizzatore ECO2 nella sezione di condensazione, utilizzato come reintegro a fronte delle perdite d'acqua nette della sezione di deacidificazione, principalmente attraverso gli effluenti fanghi di deacidificazione e chiarificato. La portata di reintegro è controllata mediante regolazione di livello dell'accumulo di soluzione di lavoro di fondo colonna: una riduzione del livello richiama maggiore reintegro d'acqua, in caso contrario tende a ridurlo.

Il serbatoio per la preparazione della sospensione di carbonato sarà agitato con un opportuno miscelatore a elica immerso nella sospensione. La sospensione sarà estratta dal mescolatore da una pompa dosatrice ed inviata sulla linea di ricircolazione della soluzione di lavoro della colonna di abbattimento, a valle dello scambiatore a doppio tubo. La portata sarà regolata mediante un controllo di livello sul miscelatore. Il controllo del pH della soluzione circolante nella colonna di deacidificazione sarà effettuato regolando il dosaggio del carbonato di calcio dal silo al miscelatore.

Colonna di deacidificazione I fumi, prima di entrare in colonna per il trattamento di deacidificazione sono desurriscaldati a valori prossimi al dew-point, tramite iniezione e dispersione (spray) nel condotto di ingresso del gas alla colonna di una piccola aliquota di condensato caldo, prelevato a valle dell'economizzatore a condense (ECO2). In tal modo si realizza una condizione di condensazione incipiente, tipicamente favorevole alla rimozione sia delle polveri che delle specie acide (flusso di Stefan); come detto, le condizioni di lavoro sono mantenute per minimizzare la quantità di acqua condensata dai gas e quindi la produzione di effluenti. In questa fase i fumi passano da circa 148 °C a circa il dew-point degli stessi (intorno a 127 °C) con un effetto di saturazione dei gas.

A seguire, dunque, il riempimento, lungo il quale si distribuiscono i fumi, svolge una triplice azione:

- Condensare una piccola frazione di acqua: in tal modo le particelle di polvere (nuclei di condensazione) vengono bagnate dall'acqua condensante, con conseguente crescita delle particelle stesse e maggiore facilità di abbattimento.
- Abbattere le specie acide: la soluzione cattura facilmente le specie acide, che in presenza di carbonato di calcio possono essere assorbite anche a pH acidi (con eventuale rilascio di anidride carbonica, ampiamente già presente nei gas di processo); l'incipiente condensazione migliora l'efficienza di abbattimento in quanto le molecole acide sono trasportate verso il liquido oltre che dalla diffusione anche dal flusso di Stefan, ovvero dal moto dell'acqua che va condensando e si muove verso il liquido.
- Contattare ulteriormente i gas di processo e la soluzione acquosa di lavaggio, per affinare l'abbattimento sia delle specie acide sia delle polveri. L'abbattimento risulta facilitato per via dell'accrescimento delle particelle di polvere, grazie alla parziale condensazione dell'acqua contenuta nei gas.

In maniera discontinua alla colonna di trattamento è convogliato, insieme ai fumi da deacidificare, lo spurgo del ciclone per la captazione delle polveri a valle della caldaia a recupero.

Poiché in testa alla colonna si alimenta direttamente il liquido di fondo della colonna, sempre tramite un apposito distributore, le temperature dei gas e del liquido sono molto simili, minimizzando la possibilità di formazione di nebbie.

Lo spurgo del circuito di ricircolazione della soluzione di lavoro della sarà regolato da un controllo sulla densità della soluzione di fondo colonna; quando la concentrazione dei sali di neutralizzazione aumenterà nella soluzione ricircolante (aumentandone la densità), la quantità di soluzione scaricata verso il successivo trattamento viene aumentata; il contrario avviene se la concentrazione scende. Costruttivamente, la colonna, di diametro di 1.6 m, verrà realizzata di notevole altezza di riempimento, circa 9 m e comprensivo di demister in polimero, per ottenere conversioni spinte della SO₂ gas in solfati di calcio, ovvero assicurare comunque valori residui ridotti di SO₂ nei gas lavati al variare del carico di SO₂ presente nel gas in ingresso. Il riempimento alto 7 m, suddiviso in due tronchi da 3.5 m cadauno, è di tipo non strutturato e costituito da anelli Pall in fluoropolimero.

La sezione di deacidificazione prevede l'installazione di una seconda colonna, con identiche caratteristiche, da utilizzare come riserva nel caso in cui vi sia necessità di fermata per effettuare manutenzione e garantendo così la continuità operativa del processo di trattamento dei fumi. Le apparecchiature e la circuiteria che costituisce la sezione di trattamento è comune ad entrambe le colonne.

Sedimentazione - La soluzione spurgata sarà avviata, previo raffreddamento in scambiatore a doppio tubo alimentato ad acqua di torre (sono previsti due scambiatori, uno operativo e l'altro in riserva), ad uno stadio di sedimentazione da cui si otterrà dal fondo (underflow) un fango ad elevata concentrazione di solidi in sospensione e dalla parte alta (overflow) un liquido chiarificato, una parte del quale sarà riciclata al sistema di preparazione della sospensione di carbonato di calcio. Entrambe le correnti saranno movimentate con pompe apposite: il liquido in eccesso non riciclato alla preparazione della sospensione di carbonato verrà inviato ad un serbatoio. La portata di questo flusso sarà regolata mediante controllo sulla densità nel liquido ricircolato al miscelatore del carbonato di calcio, dipendente dalla concentrazione di sali disciolti in tale corrente. La quantità dei flussi uscenti verrà tenuta sotto controllo allo scopo di minimizzare lo spurgo (soluzione limpida non riciclata alla preparazione della sospensione di carbonato, denominato chiarificato): in caso di aumento verrà aumentata la densità della soluzione circolante, mentre una manovra opposta verrà eseguita in caso di riduzione dello spurgo al di sotto del valore atteso. I fanghi saranno smaltiti presso smaltitori autorizzati (per mezzo di cassoni scarrabili), mentre il chiarificato sarà stoccato in serbatoio dedicato e caricato su autobotte per essere anch'esso smaltito presso smaltitori autorizzati.

I vapori emessi dall'addensatore e dallo scarrabile saranno inviati al camino EC9 previo passaggio in un filtro a carboni attivi di guardia. Allo stesso modo, i vapori emessi dal serbatoio di raccolta del chiarificato verranno inviati a camino EC10 dopo essere stati trattati in un filtro a carboni attivi di guardia dedicato.

DESCRIZIONE DELLA LINEA DI CONDENSAZIONE GAS

La colonna di condensazione sarà realizzata con le seguenti caratteristiche: diametro circa 1.8 m e altezza 5.5 m; riempimento non strutturato di altezza circa 3 m suddiviso in due tronchi da 1.5 m cadauno e costituito da anelli Pall in polimero; comprensivo di demister anch'esso in polimero. La colonna non avrà la funzione di purificare i gas in vista della emissione all'atmosfera, in quanto la purificazione sarà eseguita dal sistema appena sopra descritto, ma servirà per recuperare acqua dai gas medesimi, allo scopo di non impiegare o minimizzare

l'utilizzo di acqua da risorse esterne (si veda **ITP-RT-061** - Descrizione del processo di gestione delle acque), e per recuperare calore.

I gas ad una temperatura di circa 126 °C entreranno dal basso tramite un apposito distributore, nella colonna di condensazione. Il raffreddamento e la condensazione dell'acqua contenuta nei gas avverranno grazie al contatto con acqua che nella colonna scorre in contro corrente rispetto ai gas.

La circolazione della colonna verrà raffreddata in sequenza: dall'economizzatore sull'acqua di alimento prima dell'ingresso nel degasatore (economizzatore a condense ECO2), da uno scambiatore ad acqua di torre e da un aircooler, per chiudere il bilancio entalpico.

Una pompa estrarrà il condensato dal fondo colonna e lo avvierà agli scambiatori per il raffreddamento fino ad una temperatura di circa 40°C (massimo).

La portata di acqua riciclata in testa (al tronco superiore del riempimento), alimentata tramite apposito distributore, sarà regolata in funzione della temperatura fumi in uscita dalla testa della colonna ed assicurerà la corretta bagnatura del riempimento e l'induzione della condensazione dell'acqua contenuta nei gas che risalgono la colonna.

Una aliquota di acqua, prelevata dall'uscita dell'economizzatore a condense (ECO2) sarà alimentata, tramite apposito distributore, sul tronco inferiore del riempimento (riflusso intermedio e sarà invece regolato sulla base della temperatura delle condense accumulate in fondo colonna. Lo scopo del riflusso intermedio è quello di generare una portata di condense calde in ingresso all'ECO2 aumentata, rispetto a quella nettamente inferiore che si otterrebbe se fosse previsto un solo riflusso alla colonna – quello di testa: questo permette di aumentare il delta di temperatura (medio logaritmico) per lo scambio termico all'interno dell'economizzatore e, quindi, diminuire sensibilmente le dimensioni dell'apparecchiatura (minore superficie di scambio).

A bilancio di materia, sotto controllo di livello del fondo colonna, l'acqua condensata a valle aeroterma sarà inviata ad apposito serbatoio di stoccaggio per il recupero per i vari utilizzi (si veda **ITP-RT-061** - Descrizione del processo di gestione delle acque).

I gas uscenti dalla colonna di condensazione verranno avviati all'impianto di cattura e stoccaggio dell'anidride carbonica; parte o la totalità dei gas uscenti dalla colonna di condensazione potranno essere inviati al camino EC3 quando l'impianto di cattura dell'anidride carbonica sarà esercito a potenzialità ridotta rispetto a quella nominale.

I fumi uscenti dalla colonna di condensazione (circa 3.4 bar-a e 40°C, tenore acqua tra 2 e 3% v/v) sono sempre, in ogni condizione stagionale, ad una umidità corrispondente a una decina di gradi centigradi al di sotto del punto di nebbia nell'atmosfera circostante. Pertanto, nel caso in cui l'unità di recupero della CO₂ sia in fermo impianto, o lavori a capacità ridotta (il che vuol dire minor ritiro da parte dell'unità dei fumi da trattare), l'invio diretto dei fumi (totale o parziale) a camino non procurerà mai la formazione del "pennacchio" di ciminiera.

Di fatti, la temperatura e pressione descritti sopra permettono, a valle della laminazione a pressione atmosferica per l'invio a camino, un gas con punto di nebbia circa 5 °C più basso della temperatura ambiente; ciò, associato alla grande prevalenza idraulica disponibile che permette, senza macchine e consumo di energia, elevata turbolenza e velocità di efflusso alla testa camino, produrrà l'effetto di emissione all'atmosfera del gas a zero "pennacchio" di nebbie in ogni condizione meteorologica dell'anno.

I gas che fuoriescono dall'unità di recupero CO₂ (e che sono inviati a camino), indipendentemente dalla capacità operativa dell'unità stessa, sono caratterizzati sempre da un tenore di acqua pari a zero (questo perché il processo di recupero della CO₂ prevede il completo abbattimento e condensazione dell'umidità residua dei fumi provenienti dalla colonna di condensazione). Anche in questo caso, dunque, non vi è formazione di "pennacchio" al camino, in ogni condizione meteorologica dell'anno.

3.4.4. SEZIONE DI CATTURA DELLA CO₂ DAGLI EFFLUENTI GASSOSI

L'anidride carbonica rappresenta una materia prima per vari settori produttivi, ad esempio metalmeccanico (gas inerte per la saldatura), estinguenza, alimentare (raffreddamento, conservazione, confezionamento).

Viene industrialmente ottenuta da reforming del Gas Naturale, conversione del CO a CO₂, e recupero (cattura con ammine, purificazione finale, compressione e condensazione).

Il sequestro della CO₂ dai gas al camino costituisce dunque una pratica di interesse economico oltre che ambientale (l'anidride carbonica, pur non essendo un inquinante, in quanto presente nella normale composizione dell'aria atmosferica nella misura di circa 0.04%, tuttavia è annoverata tra le sostanze aventi effetti climalteranti).

L'impianto ISOTHERM® produce gas costituiti in gran parte da acqua e anidride carbonica (manca infatti quasi totalmente l'azoto atmosferico); è pertanto molto più conveniente, rispetto ad impianti che utilizzano aria come comburente, condensare l'acqua in una prima fase (si vedano il **ITP-RT-040** e il **ITP-RT-061** per i dettagli) e successivamente, separando l'acqua residua, comprimendo e raffreddando, catturare la CO₂ allo stato liquido. Si evita così di ricorrere a sistemi di adsorbimento che impiegano solventi (tipicamente ammine).

Il principale schema di flusso, cui si rimanda per i dettagli, è **ITF-EG-110** - PFD 5- Cattura anidride carbonica. Sono inoltre richiamati i seguenti PFD in cui sono presenti scambiatori che interagiscono con la sezione descritta in questo documento:

- **ITF-EG-090** - PFD 4 Fg.1 - Trattamento gas e condensazione - Deacidificazione
- **ITF-EG-100** - PFD 4 Fg.2 - PFD trattamento gas e condensazione – Condensazione
- **ITF-EG-121** - PFD 6 Fg.1 - Gestione acque

Il gas proveniente dalla sezione di condensazione (CO₂ grezza) sarà costituito per la maggior parte da CO₂ (70÷87% molare). Verrà inviato direttamente dalla sezione di condensazione ad un polmone pressurizzato. Prima di passare alla seconda fase di compressione sono previsti il passaggio del gas in un letto a carboni attivi, con funzione di guardia per fermare eventuali tracce di inquinanti, ed il raffreddamento a circa 10 °C con un fluido frigorifero, rimuovendo così la maggior parte dell'acqua residua con un separatore di condensa.

L'ulteriore compressione porterà il gas a circa 22 bar-g, mediante un compressore multistadio con intercooler e aftercooler; in tal modo si avrà ulteriore eliminazione dell'umidità sotto forma di condense. Una piccola porzione del gas compresso verrà prelevata dall'interstadio, e impiegata come gas di flussaggio per il processo Isotherm® a monte. Le condense raccolte dagli appositi separatori verranno inviate al serbatoio acqua industriale, per poter essere riutilizzate per usi interni all'impianto.

Per la rimozione delle ultime tracce di umidità, il gas compresso verrà inviato ad adsorbitori ad allumina che ridurranno il contenuto d'acqua a meno di 1 ppm (punto di rugiada inferiore a - 60°C). La rigenerazione verrà condotta con gas caldo prelevato direttamente all'uscita del compressore e riciclato a monte alla sfera.

La parte successiva dell'impianto sarà costituita principalmente da quattro apparecchiature:

- **ribollitore**: uno scambiatore a superficie che riscalderebbe un volume di CO₂ in condizioni di equilibrio liquido-gas a spese di un flusso di CO₂ "calda"
- **colonna di stripping**: uno scambiatore a contatto diretto che bagnerà una corrente di CO₂ gassosa che percorrerà la colonna dal basso verso l'alto con un flusso di CO₂ liquida nebulizzata, in controcorrente
- **condensatore di testa**: uno scambiatore a superficie che, con un fluido frigorifero, raffredderà un flusso di CO₂ gassosa sino a condensarlo
- **condensatore**: uno scambiatore a superficie che condenserà un flusso di CO₂ gassosa facendo evaporare un altro di CO₂ liquida, a pressione più bassa

Il gas essiccato in uscita dall'adsorbitore ad allumina verrà inviato, con funzione di fluido caldo (per ridurre i consumi energetici), al ribollitore; raffreddandosi farà evaporare l'anidride carbonica liquida presente nell'altra sezione dello scambiatore; la CO₂ evaporata verrà inviata in colonna dal basso, come gas di stripping. Il gas raffreddato, invece, verrà inviato al condensatore di testa, dove si avrà la condensazione di gran parte dell'anidride carbonica. La miscela di liquido e gas così ottenuta verrà alimentata nebulizzata in testa alla colonna di stripping, con il liquido che ricadrà verso il fondo. Incontra quindi in controcorrente il flusso della fase vapore (inviata dal ribollitore) che salirà dal basso, e si libererà progressivamente degli incondensabili.

La fase vapore, in uscita dalla sommità della colonna, verrà inviata al condensatore, dove verrà in gran parte liquefatta a spese di anidride carbonica evaporante (si veda appresso); la miscela bifasica passerà in un separatore di fase: la frazione liquida costituirà il riflusso alla colonna di stripping, mentre la frazione gassosa, costituita principalmente da ossigeno, argon, azoto e anidride carbonica, verrà inviata al camino, previa riscaldamento prima con il fluido frigorifero dell'impianto (che in questo caso si comporta come fluido caldo, recuperando così frigoriferie).

La CO₂ liquida, in uscita dal fondo della colonna, verrà estratta dal ribollitore e inviata ai serbatoi, dopo essere passata in uno scambiatore a fluido frigorifero che la porterà alla temperatura richiesta dallo stoccaggio criogenico (circa -30 °C e 13 bar-g).

Prima dello stoccaggio verrà spillata una corrente, laminata alla pressione di circa 6 bar-g (la laminazione comporta un raffreddamento, così la temperatura si porta a circa -48 °C) e impiegata come fluido frigorifero nel condensatore di testa, come sopra indicato; questo flusso, cedendo calore, evaporerà e verrà rialimentato al compressore multistadio, ma ad uno stadio intermedio. Prima di essere ricircolato verranno recuperate le frigoriferie residue a favore del fluido frigorifero (ottimizzazione energetica).

La CO₂ liquida ottenuta a valle dello stripping verrà stoccata in 2 serbatoi da 200 m³ ciascuno (capacità totale circa 400 t); i serbatoi, completi di pompe di trasferimento e di dotazioni accessorie e di sicurezza, saranno pesati su celle di carico. Sul prodotto finito saranno previsti analizzatori: di umidità, di ossigeno, di azoto, di impurezze organiche. L'analisi verrà operata sul serbatoio pieno, prima del travaso nei mezzi di trasporto su strada. L'intera sezione sarà servita da un impianto frigorifero impiegante le refrigeranti R507, che lavorerà su più livelli termici differenziati.

Gli effluenti gassosi in uscita dalla sezione di cattura e stoccaggio dell'anidride carbonica (incondensabili e CO₂ residua) verranno inviati al punto di emissione EC3. Per limitare il più possibile la ricaduta (la CO₂ è un gas relativamente a più alto peso molecolare), i gas freddi saranno riscaldati con le modalità indicate nel paragrafo.

3.4.5.SEZIONE DI RECUPERO DEL MATERIALE VETROSO

Il prodotto vetroso verrà raccolto dalla sezione Isotherm e verrà trasferito su automezzi per il trasporto a destinazione. Si tratta di una matrice costituita prevalentemente da silice, ossido di calcio, allumina e altri ossidi metallici. La composizione puntuale dipende dalla natura della frazione incombustibile del rifiuto bruciato. La quantità che si stima di produrre nella condizione convenzionale di riferimento (legata comunque alla quantità di residuo solido nei rifiuti) è di circa 26.500 t/anno. Le variazioni del rifiuto trattato, in particolare le variazioni di contenuto di metalli pesanti, legati chimicamente sotto forma di ossidi misti in una matrice vetrosa impervia alla migrazione, e soprattutto le costanti caratteristiche di zero contenuto di carbonio (zero incombusti) che caratterizzano il materiale, non determinano variazioni delle caratteristiche di lisciviazione del materiale, ai fini del suo reimpiego in utilizzi industriali sostitutivi di altri materiali.

3.4.6. SEZIONE DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA

L'impianto, oltre a produrre materie prime, permette il recupero anche di energia elettrica, mediante un sistema caldaia – turbina che adotta un ciclo Rankine. È prevista anche una produzione di vapore pressurizzato per le necessità interne dell'impianto stesso.

Lo schema principale di flusso di riferimento (PFD - Process Flow Diagram), cui si rimanda per i dettagli, è ITF-EG-080 - Produzione energia elettrica - Isola di potenza.

Sono inoltre richiamati i seguenti PFD in cui sono presenti scambiatori che interagiscono con la sezione descritta in questo documento:

- ITF-EG-090 -Trattamento gas e condensazione – Deacidificazione
- ITF-EG-100 -Trattamento gas e condensazione – Condensazione
- ITF-EG-121 - Gestione acque

Il ciclo termico prevede la produzione di vapore surriscaldato, in una caldaia a recupero con tubi d'acqua, dal calore contenuto nel gas di processo del loop Isotherm. Tale vapore verrà inviato in una turbina in cui il vapore espanderà fino a raggiungere un titolo di circa 0.80-0.95. Tale vapore umido a bassa pressione (0.06÷0.15 bar-a a seconda delle condizioni ambientali) verrà condensato in un condensatore ad aria.

La caldaia a recupero provvede anche alla produzione di vapore di servizio per usi interni a pressione di 20 bar-a. nel caso in cui non dovessero essere sufficienti per gli scopi per esso previsti, si attua un reintegro con vapore di media pressione spillato da turbina.

Il condensato, prima di essere inviato a degasatore, sarà preriscaldato sfruttando il calore sensibile delle condense, in apposito economizzatore (ECO2), ottenute per condensazione dell'acqua dai gas di processo e disponibili nella sezione di condensazione dei fumi, provenienti dalla deacidificazione.

Il degasatore, che effettua l'estrazione di incondensabili presenti nel vapore condensato, lavorerà ad una pressione di 4 bar-a. L'estrazione degli incondensabili si eseguirà mediante stripping impiegando vapore di servizio.

Dal degasatore l'acqua di alimento caldaia verrà estratta e portata alla pressione di lavoro della caldaia tramite apposite pompe di alimento. Una aliquota sarà destinata ad ogni caldaia per la produzione di vapore surriscaldato ad alta pressione, un'altra aliquota (minoritaria) sarà invece destinata agli schermi di ogni caldaia (con relativa produzione di vapore di servizio).

Per la prima aliquota è previsto un'ulteriore fase di riscaldamento, in questa sequenza:

- preriscaldamento in apposito scambiatore alimentato con vapore di servizio
- preriscaldamento in apposito economizzatore (ECO1) che sfruttando il calore sensibile dei gas uscenti dai loop Isotherm
- preriscaldamento in scambiatore alimentato con vapore spillato da turbina (28 bar-a) prima di essere inviata ad ogni caldaia per la produzione di vapore destinato a turbina. Il circuito del vapore e dell'acqua di alimento sarà protetto da valvole di sicurezza.

Turbina - Alla generazione di vapore surriscaldato generato dalle caldaie sarà associata una turbina a condensazione con generazione di potenza meccanica da trasferire ad alternatore secondo tecnica consolidata. La descrizione della caldaia è presente nella descrizione del processo Isotherm (**ITP-RT-020** - Descrizione del processo Isotherm).

Le caratteristiche principali della turbina saranno le seguenti:

- Pressione del vapore di ingresso 120 bar-a
- Temperatura del vapore di ingresso 540 °C
- vapore ingresso turbina 41'000 kg/h circa

- Spillamenti fino a 7000 a 28 bar-a e 328 °C
- Scarico condizioni di vapore 0.06÷0.15 bar-a in base temperatura ambiente
- Vapore scarico turbina 34'000 kg/h circa
- Generatore elettrico 13050 kWe

Si assuma la circostanza di considerare una flessibilità di vapore da inviare (in eccesso rispetto al valore indicato) a turbina pari al 5%, fin dunque ad una produzione di vapore surriscaldato pari a 43 t/h.

La macchina proposta sarà una turbina appositamente progettata per applicazioni di generazione di energia.

La turbina sarà dotata degli accessori e sistemi di controllo tipici dei gruppi turbina/alternatore per la regolazione e la sicurezza, quali ad esempio controllo del sincronismo, controllo del voltaggio, controllo dell'avviamento e della fermata, sicurezze per massima velocità di rotazione, controlli di vibrazione, sicurezze per massima pressione e temperatura del vapore.

Condensatore ad aria - La necessità di contenere i consumi di acqua di raffreddamento ha portato alla decisione di utilizzare a valle della turbina un condensatore del vapore che impieghi l'aria come fluido raffreddante, del tipo denominato "a capanna" (ACC – Air Cooled Condenser). Questa scelta penalizza il rendimento del ciclo termico poiché la temperatura limite di scambio diviene quella "a bulbo secco", mentre nel caso di un raffreddamento ad acqua mediante torri evaporative ci si confronterebbe con la temperatura "a bulbo umido".

Il singolo modulo di un condensatore di questo tipo si presenta come un capanno con copertura a doppia falda costituita dai tubi scambiatori.

Il vapore proveniente dalla turbina viene separato dalla condensa in esso contenuta (inviata direttamente al sistema di raccolta mediante pompe) e quindi distribuito nei collettori posti alla sommità delle falde che corrono per tutta la lunghezza del condensatore. Le falde inclinate sono costituite da tubi scambiatori che portano il vapore condensante dalla sommità alle pareti laterali. Su un piano orizzontale a quota poco inferiore al punto più basso dei tubi scambiatori, sono installati i ventilatori che aspirano l'aria al di sotto del loro piano e la soffiano attraverso i tubi di scambio.

I tubi scambiatori inclinati sono collettati in condotti che corrono paralleli all'asse longitudinale del condensatore e scaricano il condensato in un serbatoio di raccolta. Da qui, sotto controllo di livello, il condensato viene trasferito al degasatore, previo preriscaldamento in apposito economizzatore a condense (ECO2).

Il condensatore è dotato di un sistema per la messa sottovuoto di tutta la tubazione di collegamento alla turbina e della turbina stessa e per l'estrazione dell'aria ambiente che può entrare nel sistema sottovuoto. Tale sistema può essere realizzato mediante eiettori con fluido motore vapore o con l'utilizzo di pompe a vuoto del tipo a secco, che è la soluzione verso cui si è orientata ITEA. I gas compressi vengono raffreddati per separare e recuperare l'acqua in essi contenuta. Le caratteristiche del condensatore sono:

- Pressione del vapore esausto 0.06÷0.15 bar-a a seconda delle condizioni ambientali
- Temperatura di condensazione 36÷54 °C a seconda delle condizioni ambientali
- Potenzialità circa 19 MW
- Portata di vapore esausto: circa 34 t/h

Il condensato prodotto sarà disponibile per effettuare, in caso di apertura della valvola di bypass della turbina, l'atterramento del vapore deviato prima di renderlo disponibile al condensatore per realizzarne l'abbattimento. Il condensato necessario a tale operazione sarà fornito mediante la stessa pompa di estrazione già utilizzata per rilanciare l'acqua al degasatore, mediante apertura di una apposita valvola automatica collegata alla mandata della pompa stessa.

Preparazione acqua di alimento - Al ciclo termico deve essere apportata una quantità di acqua di reintegro pari agli spillamenti di vapore effettuati per usi interni le cui condense non vengono recuperate (principalmente vapore di dispersione, da rete a circa 20 bar a) e ad eventuali spurghi e trafilamenti (ad esempio tenute della turbina) e sfiato della torretta di stripping del degasatore.

Le condense da vapore impiegato per riscaldamenti vengono invece recuperate.

L'acqua demineralizzata di reintegro viene preparata a partire dalle condense di processo (stoccate nel serbatoio acqua industriale) trattate in un apposito package (si veda ITP-RT-061 - Descrizione del processo di gestione delle acque).

L'acqua in ciclo viene analizzata e additivata (inibitori di corrosione e per il controllo del pH) mediante sistemi automatici per assicurarne la qualità in relazione al livello di pressione e temperatura raggiunto in caldaia.

Le analisi effettuate riguarderanno la conducibilità, il pH ed il tenore di ossigeno su vari flussi a scelta tra: mandata pompe condensato da turbina, uscita degasatore (solo ossigeno), mandata pompe di alimento, ingresso caldaia, vapore surriscaldato (solo conducibilità).

Economizzatore pre-degasatore (ECO2) - L'economizzatore pre-degasatore ha la funzione di recuperare il calore sensibile dell'acqua condensata prodotta dalla colonna di condensazione (si veda anche ITP-RT-040 - Descrizione del processo trattamento gas e condensazione) per preriscaldare l'acqua alimento, proveniente dal serbatoio di accumulo del condensato da turbina) al degasatore con il duplice effetto di migliorare il rendimento del ciclo termico e favorire il degasaggio nel degasatore.

Le condense accumulate nel serbatoio di stoccaggio del condensatore devono essere reimmesse nel ciclo termico: vengono quindi aspirate mediante pompa booster e inviate al recuperatore di calore. La pressione di lancio della pompa booster è circa uguale alla pressione del degasatore più le perdite di carico delle linee e dell'economizzatore per il preriscaldamento del vapore condensato con le condense di processo.

La sezione di condensazione del vapor d'acqua contenuto nei gas di processo è esercita a pressione circa 3,4 bar-a (più le perdite di carico per l'attraversamento della linea); conseguentemente la temperatura delle condense di processo disponibili per il recupero termico è di circa 127 °C, cosicché il condensato può essere portato a circa 126 °C.

Degasatore - La funzione prima del degasatore è l'eliminazione di ossigeno ed altri incondensabili. Esso è composto da un serbatoio su cui è installato nella parte alta un torrino per lo stripping degli incondensabili, alimentato dall'alto dal condensato (acqua da condensatore preriscaldata e acqua demineralizzata di reintegro, alimentate mediante distributore) e dal basso da vapore di servizio a circa 20 bar-a.

Il degasatore ha anche la funzione di raccogliere il condensato del vapore impiegato per i vari servizi di riscaldamento previsti in impianto; tale condensato normalmente è surriscaldato rispetto le condizioni del degasatore, cosicché:

- libera in esso vapore vivo che contribuisce allo stripping, minimizzando l'utilizzo di vapore di servizio ausiliario introdotto dal basso del torrino;
- contribuisce al preriscaldamento ulteriore dell'acqua alimento.

Il contatto tra la corrente liquida e il vapore è assicurato da appositi piatti forati in acciaio inox o corpi di riempimento. L'acqua degasata si accumula nel serbatoio del degasatore alla temperatura circa pari a quella di ebollizione dell'acqua alla pressione mantenuta nel degasatore, scelta in funzione della temperatura e portata dei condensati di vapore che vengono recuperati dai vari utilizzi e per permettere il recupero di calore dall'acqua condensata.

L'acqua demineralizzata di reintegro al ciclo viene dosata in modo da assicurare un livello costante nel serbatoio del degasatore. La pressione nel torrino e del degasatore (4 bar-a) è mantenuta alla pressione di esercizio mediante la regolatrice dello spurgo di testa del torrino, attraverso la quale sono scaricati gli incondensabili, costituiti tipicamente da aria.

All'uscita del degasatore la pompa di rilancio ad alta prevalenza porterà la pressione dell'acqua al valore necessario per il corretto funzionamento delle caldaie e della turbina (circa 130 bar-a, a fronte della pressione del vapore surriscaldato prodotto più le perdite di carico delle tubazioni e della caldaia). Una seconda pompa (a pistone) preleverà l'aliquota d'acqua (minoritaria) destinata allo schermo delle caldaie portandola ad una pressione di circa 22 bar, sempre a fronte della pressione del vapore di schermo prodotto più le perdite di carico delle tubazioni e dei banchi di schermo delle caldaie).

Economizzatori post-degasatore - A valle del degasatore, prosegue il preriscaldamento dell'acqua alimento (destinata alla produzione di vapore surriscaldato di alta pressione), sia al fine di allontanare il più possibile i rischi in caldaia di condensazione di vapore d'acqua dai gas di processo durante i transitori, sia soprattutto per innalzare la resa elettrica del ciclo turbina (mediante scambiatori rigenerativi a spese di vapore spillato da turbina). La temperatura finale di preriscaldamento è circa 236°C, con ancora margini di ottimizzazione che possono portarla a valori superiori, consentendo di aumentare la produzione di vapore surriscaldato e, di conseguenza, la potenza elettrica prodotta dalla turbina a vapore.

In serie, si realizza:

- preriscaldamento acqua alimento, proveniente da degasatore, in scambiatore a vapore spillato da turbina a 28 bar-a (primo preriscaldatore a vapore): necessario, specie in fase di avviamento della sezione, per il preriscaldamento dell'acqua alimento da degasatore e destinata ad ECO1 al fine di evitare la formazione di condensate acide in corrispondenza del punto di ingresso dell'acqua all'interno dell'ECO1. Normalmente in condizione di funzionamento a regime, la richiesta di vapore sarà minima o pressoché nulla, in quanto la temperatura dell'acqua in degasatore (138 °C circa) è già a valori ottimali per scongiurare il fenomeno delle condensate acide.
- preriscaldamento dell'acqua alimento, proveniente dal primo preriscaldatore a vapore, in economizzatore a fumi (ECO1), da 138 °C del degasatore, a 167 °C, a spese del calore sensibile residuo dei gas di processo uscenti dai loop Isotherm e disponibili a 256 °C
- preriscaldamento acqua alimento, proveniente da ECO1, in scambiatore a vapore spillato da turbina a 28 bar-a (secondo preriscaldatore a vapore), da 167°C fino a 236 °C.

L'acqua alimento destinata ad alimentare i banchi schermo delle caldaie, a valle del degasatore, non sono sottoposti ad ulteriore preriscaldamento ed è, così come prelevata, inviata ad ogni caldaia.

Vapore di servizio - Strettamente connessa al ciclo vapore è la produzione del vapore di servizio. Esso viene prodotto a partire dai vapori prodotti dai banchi di schermo delle caldaie a recupero (20 bar-a, 240°C), con opportuna integrazione di vapore spillato da turbina (28 bar-a, 328°C) miscelata prima dell'immissione nella rete di distribuzione del vapore. Il vapore di servizio così ottenuto è disponibile a 20 bar-a e 271°C.

Questo vapore è utilizzato per coprire quasi tutte le esigenze, sia interne al ciclo – scambiatori rigenerativi – che esterne: nello specifico è impiegato per:

- Vapore a preriscaldamento ossigeno alimentato ad ogni loop
- Vapore a lance slurry di ogni combustore
- Vapore a degasatore
- Vari ed eventuali servizi minori di impianto.

3.4.7.PRODUZIONE OSSIGENO

Il sistema tecnologico necessita di approvvigionamento di ossigeno che, come detto, non deve essere particolarmente puro e quindi si può agevolmente ottenere con la tecnologia gas di adsorbimento selettivo su zeoliti, VPSA (Vacuum Pressure Swing Adsorption), che si basa su cicli di adsorbimento/deadsorbimento a differenti pressioni di gas, dal vuoto sino 0.6 barg relativi. L'ossigeno verrà fornito da impianto VPSA di un fornitore sotto forma di gas.

L'ossigeno può essere separato dall'aria atmosferica: quest'ultima contiene il 21% di ossigeno, essendo la rimanenza costituita da azoto e da altri gas presenti in piccole quantità (la composizione dell'aria atmosferica secca, cioè senza umidità, è riportata nella tabella seguente).

Nome	Formula	Frazione molare
Azoto	N ₂	78,08%
Ossigeno	O ₂	20,95%
Argon	Ar	0,93%
Diossido di carbonio	CO ₂	394 ppm
Neon	Ne	18,18 ppm
Elio	He	5,24 ppm
Monossido di azoto	NO	5 ppm
Krypton	Kr	1,14 ppm
Metano	CH ₄	1 -:- 2 ppm
Idrogeno	H ₂	0,5 ppm
Ossido di diazoto	N ₂ O	0,5 ppm
Xeno	Xe	0,087 ppm
Diossido di azoto	NO ₂	0,02 ppm
Ozono	O ₃	0 -:- 0,01 ppm
Radon	Rn	6 × 10-14 ppm

Tabella 3.4.7/1 – Composizione media dell'aria

In molte applicazioni, tra le quali quelle mediche e quelle industriali metallurgiche, l'ossigeno utilizzato è prodotto con i processi criogenici, normalmente ricavato ad elevata purezza, refrigerato ed in forma liquida. Tali processi sono tuttavia più dispendiosi energeticamente rispetto a quello che ricorre all'impiego di sistemi adsorbenti (VPSA).

L'unità VPSA per la produzione di Ossigeno gassoso rappresenta lo stato dell'arte dei più moderni sistemi non criogenici utilizzati per la produzione di ossigeno gassoso, grazie soprattutto all'innovativo concetto utilizzato nel processo di adsorbimento degli inquinanti dell'aria. La tecnologia VPSA (Vacuum Pressure Swing Adsorption) è ottimale per la fornitura di ossigeno gassoso in pressione a titolo non inferiore al 90%, necessario per il suo funzionamento dell'impianto Isotherm®. L'unità di separazione con tecnologia VPSA rende dunque meno oneroso il costo di produzione della materia prima.

Il sistema VPSA utilizza un adsorbente a setaccio molecolare per separare i componenti dell'aria e produrre ossigeno ad elevata purezza. Il setaccio molecolare adsorbe selettivamente Azoto, Acqua, Anidride Carbonica, e molecole di idrocarburi, consentendo il passaggio della maggioranza delle molecole di Ossigeno e Argon.

Il sistema utilizza due recipienti contenenti setacci molecolari. Il setaccio molecolare ha più capacità di adsorbire i contaminanti ad alta pressione e rilasciarli a pressioni più basse. Quindi, la fase di adsorbimento avviene a pressioni superiori ad 1 atmosfera, mentre la fase di

rigenerazione avviene al di sotto di 1 atmosfera. Il sistema utilizza 2 soffianti a lobi. Una soffiante fornisce aria ai setacci molecolari durante le rispettive fasi di adsorbimento, mentre la seconda soffiante rigenera il setaccio riducendo la pressione durante le fasi di rigenerazione.

L'aria dall'ambiente viene utilizzata come alimentazione all'impianto. L'aria passa attraverso un filtro di ingresso per rimuovere particelle e quindi viene compressa dalla soffiante a lobi. Mentre l'aria passa attraverso il setaccio molecolare i contaminanti sono adsorbiti, producendo in tal modo un flusso di prodotto arricchito di ossigeno sul lato di uscita del recipiente. La fase di adsorbimento continua finché il materiale adsorbente è saturo di contaminanti e non può più produrre la purezza richiesta di ossigeno.

Mentre un setaccio molecolare è in fase di adsorbimento, l'altro è in fase di rigenerazione. Durante la rigenerazione, la soffiante vuota a lobi riduce la pressione nel recipiente, eliminando i contaminanti (N_2 , CO_2 , H_2O e molecole di C_xH_x).

Il flusso di rigenerazione viene scaricato direttamente in atmosfera.

In seguito al completamento delle fasi di adsorbimento e rigenerazione il sistema inverte il ciclo. Il setaccio molecolare che in precedenza adsorbiva viene rigenerato, mentre il setaccio molecolare precedentemente rigenerato va in adsorbimento per produrre Ossigeno.

A causa di una particolare sequenza del processo, per una porzione di tempo non c'è produzione di Ossigeno da entrambi i letti. Al fine di mantenere un flusso continuo di produzione, viene utilizzato un serbatoio di compensazione.

L'Ossigeno prodotto dal VPSA ha una pressione di 200 mbar-g. Un compressore è necessario per comprimere l'Ossigeno, diversamente disponibile a valori di bassa pressione.

Il sistema di controllo dell'impianto VPSA amministra continuamente il funzionamento dell'impianto e assicura che il sistema funzioni sempre al minimo consumo energetico. Il sistema di controllo è inoltre progettato per il funzionamento dell'impianto senza presidio di personale; consente inoltre il monitoraggio e la regolazione da remoto, nonché l'avviamento e l'arresto a distanza dell'impianto. Un analizzatore di Ossigeno controlla continuamente la purezza del gas prodotto e isola automaticamente il gas dalla tubazione nell'eventuale ipotesi di bassa purezza del gas prodotto.

Sulla base dei bilanci condotti sull'impianto di ossidazione termica flameless, quindi sul computo dell'ossigeno richiesto per il funzionamento dello stesso, si ritiene necessaria l'installazione di due unità di produzione ossigeno indipendenti tra loro, ognuna allineata ad un singolo loop Isotherm. Le caratteristiche produttive salienti dell'impianto VPSA sono di seguito elencate:

- Produzione O_2 dalle unità VPSA : 10603 Kg/h o 7422 Nm³/h (100% contenuto O_2);
- Disponibilità della produzione: 98 %;
- Titolo nominale Ossigeno: 94% Vol.
- Pressione al limite di batteria: 8 bar(g)

L'Impianto VPSA Ossigeno è costituito dai seguenti componenti:

- Serbatoi di processo – questi recipienti (N^2) contengono un materiale adsorbente che permette la separazione dell'aria per ottenere una miscela gassosa arricchita di Ossigeno.
- Soffiante aria a lobi – Soffiante a lobi a singolo stadio, completa di motore, per l'alimentazione di aria a pressione specifica ai serbatoi di processo.
- Soffiante vuota a lobi – Soffiante a lobi a singolo stadio, completa di motore, necessaria alla riduzione della pressione interna ai serbatoi di processo per consentire la rigenerazione del materiale adsorbente.
- Sistema di distribuzione elettrica – Un motore di avviamento pre-starter è utilizzato per proteggere l'avviamento del motore principale da 6000 Volts. Un centro di controllo motore è impiegato per proteggere ed avviare il motore principale al di sotto di 400 kW

- a 690 e 400 Volt. Carichi ausiliari, interruttori elettrici e controlli potenza sono protetti e mantenuti all'esterno della sala motori. I componenti del sistema di distribuzione elettrica (motori) sono contenuti all'interno di un container in lamiera che include l'unità di controllo interfaccia operatore.
- Serbatoio di processo Ossigeno – Si tratta di un serbatoio di accumulo dell'Ossigeno prodotto dal sistema VPSA, che permette di bilanciare ed ammortizzare discontinuità nel profilo della domanda in rete d'utenza.
 - Compressore Ossigeno – Compressore alternativo a 3 stadi, equipaggiato con sistema di raffreddamento intercoolers and aftercoolers. Il compressore è equipaggiato con un motore elettrico ed è in grado di assicurare una pressione finale di Ossigeno al limite di batteria pari a 8 barg.
 - Sistema raffreddamento Acqua – Aerotermo
 - Unità di Controllo impianto VPSA Ossigeno – Il sistema di controllo usa un processore PLC. Il processore e gli associati moduli I/O sono montati in un rack nel pannello di controllo locale. Il computer desktop viene utilizzato come unità di interfaccia operatore (OIU) dell'impianto. Le pagine di processo si trovano sul OIU. Da queste schermate l'operatore può attivare o disattivare apparecchiature, modificare i set-point, aprire e chiudere le valvole, riconoscere e arrestare gli allarmi, e avviare o fermare l'impianto.
 - Aria strumenti – Compressore volumetrico dedicato, con sistema di trattamento aria compressa per abbassare il dew point dell'aria a -40°C.

3.4.8.GESTIONE DELLE ACQUE DI PROCESSO

Uno dei punti di forza dell'installazione è la riduzione al minimo dell'approvvigionamento di acqua dall'esterno. L'impianto ISOTHERM®, grazie alle tecnologie impiegate per la condensazione dell'acqua presente nei gas di processo (ad alto tasso di umidità), garantisce una produzione netta di acqua che può essere riutilizzata in altre sezioni dell'installazione. In caso di necessità, o in avviamento, è previsto l'utilizzo di acqua da acquedotto per il reintegro dei serbatoi delle acque ai vari utilizzi.

In particolare, l'acqua di condensa acidula per CO₂, opportunamente neutralizzata a pH 7, viene stoccata in un serbatoio dedicato (serbatoio acqua industriale) che provvede a soddisfare sia la richiesta delle torri evaporative per il raffreddamento, sia la richiesta del sistema di demineralizzazione per il reintegro del circuito del ciclo a vapore. Le acque reflue residue da questi ultimi due sistemi saranno recuperate nel serbatoio di acqua industriale stesso, per riutilizzi successivi.

Il sistema di recupero del materiale vetroso provvede al raffreddamento e al trasporto dei solidi con un circuito chiuso di acqua che li porta dal fondo del combustore al settler allineato a processo, dove sedimentano. Periodicamente ci sarà uno switch dei settler per permettere lo scarico del materiale vetroso; l'acqua nel settler, recuperata a seguito dello scarico, verrà inviata ad un serbatoio dedicato (serbatoio acqua circuito scorie) e il successivo riempimento del settler verrà effettuato con acqua proveniente dallo stesso. Maggiori dettagli sono contenuti nel ITP-RT-020 - Descrizione del processo Isotherm. La Figura 3.4.8/1 illustra uno schema a blocchi quantificato riassume i principali flussi di acqua prevedibili. La quantità di 6.434 Kg/h allo scarico SC3 include gli eventuali autoconsumi interni o necessità per irrigazione.

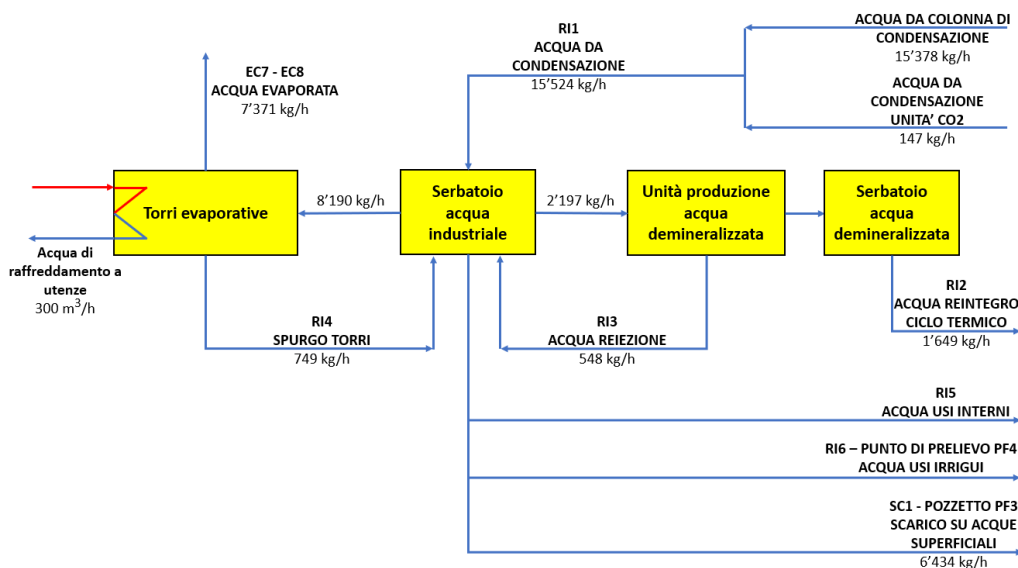


Figura 3.4.8/1 - Schema a blocchi qualitativo della gestione delle acque di impianto

SERBATOI IMPIEGATI NELLA GESTIONE DELLE ACQUE

Serbatoio acqua industriale - È previsto un serbatoio da 100 m³ per la ricezione e lo stoccaggio di acqua proveniente dalla colonna di condensazione dei gas e dalla condensazione dell'umidità residua dei gas processati all'unità di recupero CO₂, previo trattamento di neutralizzazione descritto nel seguito.

Le acque qui accumulate saranno destinate a riutilizzo interni all'impianto, e nello specifico:

- Acqua destinata a package di demineralizzazione.
- Acqua destinata a package torri di raffreddamento.
- Acqua destinabile ad usi irrigui interni all'installazione
- Acqua destinabile a riutilizzi interni quali:
 - produzione dello slurry, in sostituzione parziale o totale di percolato, in tutti i casi in cui lo stesso percolato fosse parzialmente o totalmente indisponibile, e ad altri usi interni
 - servizi, quali lavaggi e flussaggi (acqua ad alta pressione)
 - umettamento letti biofiltro
 - reintegro circuiti acqua di ricircolazione scrubber pre-biofiltro
 - reintegro serbatoio acqua trasporto scorie
 - servizi sanitari (solo scarichi)

Il serbatoio prevede inoltre la ricezione di:

- acqua spurgata dalle torri evaporative
- acqua spurgata dal package di demineralizzazione

Essendoci una produzione netta di acqua, il serbatoio avrà sempre un livello adeguato a soddisfare le esigenze interne. L'acqua in eccedenza rispetto ai riutilizzi sopra elencati sarà convogliata all'esterno dell'installazione e destinata a scarico su acque superficiali (flusso SC3). La possibilità di reintegrare con acqua fornita da acquedotto o via autobotti è prevista essenzialmente per il primo avviamento dell'impianto. In tal caso l'acqua da approvvigionare per permettere l'avviamento è pari a 100 m³.

Serbatoio acqua industriale- È previsto un serbatoio da 50 m³. Le funzioni principali sono:

- ricezione di acqua dai circuiti di trasporto e recupero del materiale vetroso, recuperata nella fase di scarico settler

- alimentazione (e reintegro, essendo la quantità alimentata superiore a quella recuperata) dei settler scaricati per renderli nuovamente disponibili all'allineamento dei circuiti di trasporto del materiale vetroso di ogni loop

Per compensare le perdite di acqua nei circuiti di trasporto del materiale vetroso (principalmente evaporative), è previsto un reintegro del serbatoio con acqua proveniente dal serbatoio acqua industriale.

La possibilità di reintegrare con acqua fornita da acquedotto o via autobotti è prevista essenzialmente per il primo avviamento dell'impianto, in cui è necessario effettuare il riempimento di tutti i settler dell'impianto. In tal caso l'acqua da approvvigionare per permettere l'avviamento è pari a 100 m³, caricata in due fasi consecutive.

SEZIONI DI PRODUZIONE NETTA DI ACQUA

Condensazione dei gas di processo - In un impianto convenzionale di ossidazione con aria i fumi sono diluiti dall'azoto atmosferico; la condensazione risulta energeticamente poco conveniente e pertanto l'acqua contenuta nei fumi viene emessa in atmosfera dal camino.

L'impianto di ossidazione termica flameless ISOTHERM® processa dei rifiuti ad alto tenore di acqua: l'alimentazione sotto forma di slurry, sospensione di rifiuti solidi in percolato. I gas di processo della tecnologia Isotherm sono pertanto ad alta concentrazione di acqua, oltre il 70% in volume e 50% in massa, contenendo, oltre all'acqua alimentata ai combustori, quella generata nel processo di ossidazione. Con questi presupposti diventa più semplice il recupero di acqua condensata dai gas, nonché energeticamente conveniente; infatti, con la condensazione viene parzialmente recuperato il calore di condensazione dell'acqua, con positive ripercussioni sull'efficienza energetica del processo. I gas a valle della condensazione sono costituiti principalmente da CO₂, e ciò rende agevole e conveniente il recupero di questo componente, come descritto in altri documenti.

Le acque uscenti dalla condensazione di processo (e raffreddate dall'acqua di alimento – recupero energetico –, da uno scambiatore con acqua di raffreddamento da torri evaporative e da un air-cooler per la chiusura bilancio di calore) sono circa 15.4 m³/h.

Dato che i gas di processo in ingresso alla colonna di condensazione sono già trattati per l'abbattimento di polveri residuali e composti acidi e altri inquinanti con un sistema di deacidificazione ad umido descritto nel documento ITP-RT-040, le condense prodotte possono contenere solo tracce di acidità, dovute alla solubilizzazione di anidride carbonica. Sarà quindi presente una certa quantità di anidride carbonica disciolta a causa della pressione parziale di questa nei gas con cui l'acqua è in contatto nella colonna di condensazione. Le condense vengono deacidificate con una soluzione di KOH a partire da un pH di 4÷5. La soluzione neutralizzante viene dosata in controllo di pH (valore obiettivo 6÷8). L'acqua neutra viene accumulata nel serbatoio acqua industriale.

Cattura anidride carbonica - I gas uscenti dalla condensazione e inviati all'impianto che opera la cattura della CO₂ contengono ancora una quantità d'acqua, all'incirca corrispondente alla loro saturazione (fino al 2-3% in volume a 40°C, o meno in funzione delle condizioni ambientali). Tale acqua viene condensata durante la compressione dei gas in ingresso alla sezione di cattura CO₂. Si tratta di ca. 0.1÷0.2 m³/h, recuperati al serbatoio acqua industriale.

Acque meteoriche - Sono definite acque di prima pioggia quelle corrispondenti, nella prima parte di ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di raccolta delle acque meteoriche. Ai fini del calcolo della superficie scolante sono state prese in considerazione tutte le aree pavimentate e

le coperture dei fabbricati. Con tali presupposti, la superficie scolante considerata per il progetto risulta pari a circa 20.600 m². La rete di raccolta delle acque meteoriche confluisce nella sua parte finale all'impianto di trattamento. Le acque meteoriche provenienti dall'area dell'impianto arrivano ad un pozzetto ripartitore attraverso il quale vengono inizialmente inviate alla vasca interrata di accumulo delle acque di prima pioggia, formata da tre blocchi prefabbricati e realizzata a tenuta stagna. Il volume utile minimo di questa vasca, calcolato in considerazione della superficie scolante di circa 20.600 m² e considerando di raccogliere i primi 5 mm di pioggia, è pari a 103 m³. Quando la vasca di prima pioggia si sarà riempita, essa sarà esclusa automaticamente mediante la chiusura della valvola posta sulla tubazione di ingresso dell'acqua piovana e comandata da un galleggiante. Da questo momento l'acqua piovana in arrivo al pozzetto ripartitore (acqua di seconda pioggia) sarà convogliata direttamente alla linea di scarico in corpo idrico superficiale previsto (flusso SC1). Nella vasca di prima pioggia avviene la sedimentazione delle acque accumulate ed è prevista una pompa di svuotamento che viene attivata automaticamente a vasca piena entro le 48/96 ore dopo la fine dell'evento meteorico, provvedendo ad inviare le acque al successivo trattamento di disoleatura. Nel pozzetto del disoleatore statico è previsto un filtro a coalescenza che rende l'acqua conforme agli standard qualitativi indicati nell'Allegato 5 del D. Lgs. 152/06 – Tabella 3, scarico su acque superficiali. Una volta effettuato il trattamento, l'acqua verrà convogliata per gravità in un pozzetto di monitoraggio (PF1) e successivamente alla linea di scarico in corpo idrico superficiale previsto (flusso SC1).

SEZIONE DI CONSUMO NETTO DI ACQUA

In progetto si è posta particolare attenzione alla limitazione dei consumi di acqua, cercando di salvaguardare al tempo stesso l'efficienza energetica complessiva e l'utilizzo della risorsa "suolo", in termini di effluenti non sversati.

Sistema di raffreddamento - Le soluzioni correnti utilizzate nella normale pratica impiantistica per questo tipo di raffreddamento sono:

- *Raffreddamento con acqua in ciclo aperto a perdere*, non preso in considerazione per questo progetto, in quanto non è disponibile un corpo fornitore/recettore idoneo (acque superficiali, etc.)
- *Raffreddamento con aria ambiente* utilizzando scambiatori in cui il fluido caldo è direttamente il fluido di processo. Questa soluzione non comporta utilizzo e consumo di acqua; ha tuttavia alcuni inconvenienti:
 - maggiori ingombri di superficie
 - consumi energetici per i ventilatori dell'aria (non sono proponibili per l'impianto in oggetto i grandi scambiatori ad aria a tiraggio naturale usati come condensatori in alcune grandi centrali termoelettriche)
 - temperatura ottenibile limitata inferiormente dalla temperatura ambiente (bulbo secco): ciò comporta inefficienza energetica, come esposto a parte per il condensatore,
 - costi di installazione e di esercizio crescenti al ridursi della differenza tra temperatura di processo e temperatura ambiente.
- *Raffreddamento con aria ambiente con un circuito di fluido termovettore* intermedio (acqua di raffreddamento). In questo caso su di un circuito chiuso di acqua di raffreddamento sono installati sia uno o più scambiatori che ricevono calore dal processo e lo trasferiscono all'acqua di raffreddamento, sia scambiatori ad aria nei quali l'acqua di raffreddamento cede calore all'atmosfera. Questo tipo di soluzione condivide vantaggi e svantaggi della precedente; l'utilizzo di un fluido intermedio limita

ulteriormente verso il basso la temperatura ottenibile con scambiatori di dimensioni e costi in linea con quelli delle apparecchiature al punto precedente. La convenienza risiede nella possibilità di fornire un unico fluido di raffreddamento a servizio di diverse piccole utenze.

- *Raffreddamento con acqua in ciclo chiuso raffreddata da torri evaporative.* In questo caso gli scambiatori a superficie sono sostituiti da apparecchi (torri evaporative) nei quali la temperatura dell'acqua di raffreddamento di ritorno dalle utenze è ridotta in buona parte per evaporazione di una piccola percentuale della stessa o di acqua spruzzata appositamente. Si realizza così un trasferimento di calore all'ambiente molto più efficiente in apparecchiature più compatte ed economiche, a spese di un consumo netto d'acqua.

Per quanto esposto sopra la soluzione tecnologica da preferire dal punto di vista delle efficienze termodinamiche e in assenza di vincoli sull'utilizzo di acqua sarebbe quella del circuito chiuso con torri evaporative.

In questo progetto si è tuttavia data la massima priorità alla riduzione dell'utilizzo della risorsa acqua. Si è pertanto deciso di prevedere l'uso di sistemi di aerotermini (tecnologia di cui al punto 2), limitando l'uso di torri evaporative ad utenze particolarmente sensibili alla temperatura di raffreddamento da un punto di vista energetico (ad esempio compressori per il recupero della anidride carbonica e per la produzione di aria strumenti e servizi) e comunque rispettando il vincolo di usare solo acqua generata dal processo e recuperata in condensazione, pari complessivamente a 15.5 t/h. In altri termini si è cercato di rendere "quasi nullo" il consumo di acqua non recuperata in impianto.

Si è dunque previsto di installare un unico sistema centralizzato di torri evaporative (due gruppi) della capacità complessiva di 5 MW termici. Il calore asportato mediante l'acqua di raffreddamento dalle varie utenze equivale a 7.3 m³/h di portata di acqua evaporata.

La portata nominale d'acqua del circuito di raffreddamento è pari a 300 m³/h (15 °C di riscaldamento).

La portata di acqua da scaricare (blowdown), indicato nel diagramma come spurgo torri, viene calcolata con la seguente formula:

$$B = \frac{E - (C - 1) * D}{C - 1}$$

Dove:

E (portata evaporata) è pari a 7.37 m³/h (a pieno carico)

D (perdita per trascinamento) è pari a 0.07 m³/h

C (fattore di concentrazione) è pari a 10

Si noti il valore insolitamente alto di C, reso possibile dalla bassa salinità dell'acqua in ingresso.

Pertanto, lo spurgo B è pari a circa 0.75 m³/h e verrà inviato al serbatoio acqua industriale.

La portata di acqua da reintegrare è pari a B+E+D = 8.19 m³/h. Allo scopo si userà acqua proveniente direttamente dai serbatoi di condense di processo. L'acqua all'interno della torre sarà appositamente sottoposta a trattamento con biossido di cloro per l'abbattimento della carica batterica. Il sistema di additivazione dell'acqua delle torri è incluso nella fornitura del package. Il circuito chiuso di acqua di raffreddamento servirà le seguenti utenze principali:

Unità recupero CO ₂	2.8 MW
Raffreddamento circuiti ausiliari turbogeneratore	0.4 MW
Raffreddamento sistema aria compressa	0.2 MW
Raffreddamento parziale delle condense di processo nelle colonne di condensazione (raffreddatore ad acqua di torre)	1.5 MW
Raffreddamento spurgo della soluzione ricircolante colonna deacidificazion	0.06 MW

Tutti gli altri servizi di raffreddamento saranno effettuati con scambiatori ad aria (air-cooler):

- Air-cooler (tre elementi) per circa 6.7 MW effettuerà il raffreddamento dell'acqua ricircolante nella colonna di condensazione, a valle del raffreddatore ad acqua di torre, alla temperatura di testa colonna, pari a 40°C; gli air-cooler raffredderanno direttamente le correnti di processo.
- Quattro air-cooler per un totale di circa 1.4 MW raffredderanno i circuiti acqua nelle due sezioni di produzione del materiale vetroso prodotto; anche in questo caso gli aircooler raffredderanno direttamente l'acqua di processo, senza fluido intermedio.
- Il condensatore del ciclo termico per la produzione energia elettrica, da circa 18.9 MW, sarà un air-cooler della tipologia particolare utilizzata in questo tipo di applicazione (cosiddetto "a capanna"). La temperatura del condensato ottenibile in condizioni estive è significativamente superiore alla temperatura ottenibile con acqua raffreddata da torri evaporative; ciò ha come conseguenza una produzione di energia elettrica ai morsetti del generatore inferiore, rispetto a quelli ottenibili con raffreddamento ad acqua. In altre parole, la limitazione dell'uso della risorsa acqua comporta una riduzione della resa energetica dell'impianto.

Preparazione acqua demineralizzata – L'acqua demineralizzata è utilizzata nel ciclo termico: sebbene teoricamente sia un circuito chiuso, nella pratica esistono delle modeste perdite che devono essere reintegrate. Esse sono in gran parte concentrate nel sistema di estrazione incondensabili nella parte del circuito a bassa pressione e nel degasatore, per allontanare i gas incondensabili disciolti nell'acqua. Inoltre, parte del vapore utilizzato nell'alimentatore di testa dei combustori per la dispersione dello slurry di rifiuti; la portata utilizzata a tal scopo è di circa 1.6 t/h (recuperato come condense di processo, come già evidenziato). Da quanto su esposto deriva la necessità di una sezione dedicata alla produzione di acqua demineralizzata esercita in continuo, fornita come unico package da un fornitore specializzato. La quantità di acqua demineralizzata necessaria in funzionamento a regime è stimata in circa 1.6 m3/h; in pratica l'effettivo consumo verrà determinato anche in funzione di eventuali spurghi conseguenti al rigoroso controllo di qualità cui è soggetta l'acqua del ciclo termico. Come già evidenziato si userà acqua provenienti dal serbatoio acqua industriale per alimentare il package. Quest'acqua viene filtrata fino a 5µm su pirolusite ed inviate ad un gruppo di membrane ad osmosi inversa, dal quale viene separata in un flusso (permeato) privato della maggioranza dei sali ed un altro flusso concentrato (reiezione) che costituisce lo scarto della sezione. Tale flusso sarà recuperato al serbatoio acqua industriale. Il successivo stadio di purificazione per elettrodeionizzazione non altera la quantità di acqua (la piccola quota di reiezione è riciclata alla sezione di osmosi). L'elevata qualità (bassa salinità, circa una decina di mg/L) dell'acqua in ingresso permette un funzionamento delle membrane a osmosi inversa nel quale meno di un quarto circa dell'acqua alimentata viene scartata. Pertanto, il consumo stimato a regime di acqua per la demineralizzazione è di circa 2.2 m3/h.

Scrubber pre-biofiltro - Gli scrubber pre-biofiltro (due unità) costituiscono il sistema di lavaggio dell'aria da trattare, spirata dai locali di stoccaggio, trattamento rifiuti e preparazione slurry, prima del passaggio allo stadio successivo, ovvero al biofiltro. Il fluido di lavaggio (costituito da acqua), stoccato nella sezione inferiore di ogni torre di lavaggio, viene ricircolato sulle rampe di irrorazione mediante pompe centrifughe, una per ogni torre. Un gruppo di reintegro automatico dell'acqua perduta per evaporazione e trascinamento ne garantisce il livello costante nel serbatoio di base. L'acqua di reintegro è prelevata dal serbatoio di stoccaggio acqua industriale.

Biofiltro - Il biofiltro è un'apparecchiatura dedicata all'abbattimento biologico di eventuali sostanze odorose contenute nell'aria pretrattata dagli scrubber pre-biofiltro. Il letto filtrante è costituito da torba granulare, la quale per lavorare correttamente deve avere un tenore di umidità corretto. In caso di umidità inferiore al valore desiderato si prevede un sistema di umettamento del letto filtrante tramite alimentazione dal serbatoio acqua industriale. L'acqua richiesta per l'umidificazione del letto filtrante dipende principalmente da condizioni ambientali non prevedibili e per questo non se ne è calcolata la portata negli schemi quantificati.

Preparazione slurry - Lo slurry di rifiuti verrà preparato utilizzando sostanzialmente percolato; normalmente, dunque, la sua preparazione non rappresenterà un consumo d'acqua. In caso di indisponibilità del percolato (totale o parziale) potrà utilizzarsi acqua prelevata dal serbatoio acqua industriale. Lo slurry di rifiuti è alimentato insieme al vapore di dispersione che ha lo scopo di suddividere l'alimentazione in goccioline. Tuttavia, l'acqua usata per la produzione di questo vapore si ritrova nel condensato recuperato a valle del post trattamento fumi recuperato e quindi non rappresenta un consumo netto.

Circuito trasporto del materiale vetroso - Il sistema di trasporto del materiale vetroso dal combustore utilizza acqua in circuito chiuso, raffreddata da scambiatori ad aria. Ogni qual volta uno dei sedimentatori (settler) viene scaricato, l'acqua viene recuperata e convogliata al serbatoio acqua circuito scorie. Tuttavia, il prodotto vetroso che viene allontanato rimane bagnato, comportando una piccola perdita d'acqua dal circuito, valutabile in circa 0.1 m³/h. Il riempimento dei settler sarà eseguito con acqua dal serbatoio apposito.

3.4.9.PRODUZIONE RIFIUTI

I rifiuti prodotti sono essenzialmente quelli generati in fase di ricezione e pretrattamento, trattamento gas, altre fasi del ciclo sopra descritte. Nelle tabelle 3.4.9/1_3.4.9/4 che seguono si riportano i dettagli dei quantitativi massimi di rifiuti, sia liquidi che solidi, che saranno recuperati presso l'impianto nonché i quantitativi massimi di rifiuti in ingresso e in uscita prevedibili all'impianto e quelli in deposito.

Localizzazione del recupero	Descrizione del rifiuto	Quantità		Tipo di recupero (1)	Procedura semplificata Rifiuti non Pericolosi.		Procedura semplificata Rifiuti Pericolosi	
		t/anno	m ³ /anno		(Si/No)	codice tipologia	(Si/No)	codice tipologia
Sezione Isotherm	1 Rifiuti solidi	177.000	-	R13/R12/R1/R5	-	-	-	-
	2 Percolato	75.000	-	R13/R12/R1/R5	-	-	-	-

Tabella. 3.4.9/1 – Operazioni di recupero

Tipo deposito	di	Descrizione rifiuto		Quantità				Rif. planimetria	Capacità del deposito	Modalità gestione del deposito	di	Destinazione successiva
				Pericolosi		Non pericolosi						
				t/anno	m³/anno	t/anno	m³/anno					
Messa riserva	in	1 (*)	Frazione solida	-	-	177.000	-	ITE-EG-040	1400t	Secondo quanto definito nelle BAT di riferimento AIA D.4		Preparazione slurry
Messa riserva	in	2 (*)	Liquido di scarto impianto TMB	-	-	75.000	-	ITE-EG-040	100 t (100 m3)	Secondo quanto definito nelle BAT di riferimento ITG-RT-060		Preparazione slurry
Deposito temporaneo		3	Metalli ferrosi	-	-	800	-	ITE-EG-040	20 t	Art. 183 comma 1 lett. bb		Recupero
Deposito temporaneo		4	Metalli non ferrosi	-	-	800		ITE-EG-040	20 t	Art. 183 comma 1 lett. bb		Recupero
Deposito temporaneo		5	Soluzione alcalina esausta liquido	-	3.000	-	-	ITE-EG-040	10 m³	Secondo quanto definito nelle BAT di riferimento ITG-RT-060		Recupero interno
Deposito temporaneo		6	Soluzione alcalina esausta fanghi	-	-	3.000		ITE-EG-040	20 m³	Art. 183 comma 1 lett. bb		Smaltimento
Deposito temporaneo		7	Oli esausti	<1	-	-		ITE-EG-040	1 t	Art. 183 comma 1 lett. bb		Recupero presso terzi
Deposito temporaneo		8	Letti esauriti biofiltro	-	-	100		ITE-EG-040	15 t	Art. 183 comma 1 lett. bb		Recupero presso terzi
Deposito temporaneo		9	Acqua glicolata	-	-	35		ITE-EG-040	15 t	Art. 183 comma 1 lett. bb		Recupero presso terzi
Deposito temporaneo		10	Polveri pulizia caldaia	-	-	6		ITE-EG-040	3 t	Art. 183 comma 1 lett. bb		Recupero presso terzi
Deposito temporaneo		11	Carboni attivi di guardia	<1	-	-		ITE-EG-040	1 t	Art. 183 comma 1 lett. bb		Recupero presso terzi
Deposito temporaneo		12	Resine scambio ionico	0,25	-	-		ITE-EG-040	0.25 t	Art. 183 comma 1 lett. bb		Recupero presso terzi
Deposito temporaneo		13	Fanghi da trattamento di acque meteoriche	-	-	-	150	ITE-EG-040	20 m³	Art. 183 comma 1 lett. bb		Smaltimento
Quantità tot. rifiuti												

Tabella. 3.4.9/2 – Deposito all'interno dello stabilimento

Descrizione rifiuto		Quantità massima				Attività di provenienza	CER
		Pericoloso		Non pericoloso			
		t/a	mc/a	t/a	mc/a		
1	Frazione solida	-	-	177.000	-	Trattamento rifiuti solidi urbani	19.05.01 19.05.03 19.06.04 19.12.10 19.12.12
2	Liquido di scarto impianto TMB	-	-	75.000	-	Trattamento rifiuti solidi urbani	19.05.99 19.07.03

Tabella. 3.4.9/3 – Rifiuti in ingresso

Descrizione rifiuto		Quantità stimata				Attività di provenienza	CER (1)	Tipo di rifiuto	Stato fisico	Destinazione	%	Caratt. Pericol.
		Pericoloso		Non pericoloso								
		t/a	mc/a	t/a	mc/a							
1	Metalli ferrosi	-	-	800	-	Preparazione slurry - deferizzatore	191202	Metalli ferrosi	Solido	Recupero	-	-
2	Metalli non ferrosi	-	-	800	-	Preparazione slurry - deferizzatore	191203	Metalli non ferrosi	Solido	Recupero	-	-
3	Soluzione alcalina esausta - liquido	3000	-	-	-	Trattamento gas	190106*	-	Liquido	Smaltimento	-	HP8 / HP14
4	Soluzione alcalina esausta – fanghi	-	-	3000	-	Trattamento gas	190199	-	Fangoso	Smaltimento	-	-
5	Oli esausti	<1	-	-	-	Servizi	130208*	-	Liquido	Recupero presso terzi	-	HP4 / HP5 / HP14
6	Letti esauriti biofiltro	-	-	100	-	Preparazione slurry	190599	-	Solido	Recupero presso terzi	-	-
7	Acqua glicolata	-	-	35	-	Servizi	161002	-	Liquido	Recupero presso terzi	-	-
8	Polveri pulizia caldaia	-	-	<u>6</u>	-	Isotherm	190116	-	Solido	Recupero presso terzi	-	-
9	Carboni attivi di guardia	<1	-	-	-	Isotherm Trattamento gas Produzione CO ₂	190110*	-	Solido	Recupero presso terzi	-	HP14
10	Resine scambio ionico	0,25	-	-	-	Servizi	190806*	-	Solido	Recupero presso terzi	-	HP14
11	Fanghi da trattamento di acque meteoriche	-	-	-	150	Trattamento acque meteoriche	190814	-	Fangoso	Smaltimento	-	-
12	Liquido di scarto impianto (colatici interni)	-	-	n.d.	n.d.	Colatici interni area stoccaggio	190599	-	Liquido	Riutilizzo interno	-	-

Tabella. 3.4.9/4 – Rifiuti in uscita

(*) Rifiuto ricevuto da terzi ai fini del recupero.

3.5. IMPIANTO ANTINCENDIO

L'impianto in oggetto, ubicato nel polo di gestione integrata dei rifiuti della Belvedere Spa in Loc. Legoli Comune di Peccioli (PI), è destinato al recupero di frazioni merceologiche di rifiuti non diversamente valorizzabili, tramite un processo di ossidazione termica con tecnologia flameless, e risulterà soggetto alla richiesta autorizzativa presso il Com. Prov.le dei Vigili del fuoco.

Le attività soggette dell'impianto di cui all'elenco del D.P.R. 1 Agosto 2011 n. 151 sono rappresentate da:

- **Attività 70.2 Cat.C:** Fabbricato adibito a depositi con quantitativi di merci e materiali combustibili superiori complessivamente a 5.000 kg, di superficie superiore a 3.000 m²;
- **Attività 49.1 Cat.A:** Gruppo per la produzione di energia elettrica sussidiaria con motore endotermico di potenza complessiva fino a 350 kW;
- **Attività 12.2 Cat.B:** deposito di liquidi con punto di infiammabilità sopra i 65°C con capacità fino a 50 mc (serbatoio di gasolio 30 m³) ;
- **Attività 1.1.Cat.C:** impianto dove si impiegano gas infiammabili e/o comburenti con quantità globali in ciclo superiori a 25 Nm³/h;
- **Attività 48.2 Cat.C:** impianto produzione energia elettrica da caldaia produzione vapore;
- **Attività n.5.2.Cat.C:** deposito di gas comburenti in serbatoi fissi per capacità geometrica complessiva superiore a 10 m³.

Per quanto riguarda l'iter autorizzativo presso il Com. Prov.le dei Vigili del Fuoco di Pisa viene inoltrata una valutazione progetto ai sensi dell'art.3 D.P.R. 151/2001 da far esaminare preventivamente, ove si indica il rispetto delle norme applicabili in materia di prevenzione Incendi. La valutazione progetto è corredata dalla documentazione prevista dal Decreto di cui al comma 7 art.2 (vedi **elaborati IAP**).

L'approvazione del progetto è risultata subordinata alla presentazione di una ulteriore Valutazione Progetto per l'attività individuata al punto 73.2 Cat.C in quanto l'insediamento della Novatosc Srl risulterà all'interno del più ampio contesto impiantistico di gestione integrata dei rifiuti del polo della Belvedere Spa in Loc. Legoli Comune di Peccioli (PI), già dedicato allo smaltimento e valorizzazione dei rifiuti urbani. E' stato redatto un apposito documento di valutazione con relative tavole grafiche (**IAP-RT-030, IAP-EG-120 e IAP-EG-130**) per la Valutazione Progetto di conformità alle norme in materia di prevenzione incendi ai sensi dell'art.3 del D.P.R. 1 Agosto 2011 n.151 per l'attività individuata al punto 73.2.CatC.

3.5.1.PRINCIPALE NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nella valutazione di progetto si utilizzano le principali normative di riferimento in materia di prevenzione incendi ed in particolare:

- DM 03/08/2015 e s.m.i. (RTO)

"Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139" e s.m.i. (Codice di prevenzione Incendi).

- DECRETO 26 LUGLIO 2022 (RTV)

"Approvazione delle norme tecniche di prevenzione incendi per gli stabilimenti ed impianti di stoccaggio e trattamento rifiuti".

- D.M. 13 Luglio 2011 – Allegato 1 (Gruppo elettrogeno)

Regola tecnica di prevenzione incendi per l'installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o altra macchina operatrice e di unità di cogenerazione a servizio di attività civili, industriali, agricole, artigianali, commerciali e di servizi.

- D.M. 15 Settembre 2005 (Ascensore)
“Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per i vani degli impianti di sollevamento ubicati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi”.
- Nota DCPREV prot n. 1324 del 7 febbraio 2012 (impianto fotovoltaico)
“Installazione di impianti fotovoltaici in attività soggette a controllo dei Vigili del fuoco di cui alla nota del 26/03/2010”. - Nota prot. 6334 del 4/05/2012 Chiarimenti alla nota prot. DCPREV 1324 del 7/02/2012 “Guida per l’installazione degli impianti fotovoltaici”. Nota prot. EM 622/867 del 18/02/2011: Procedure in caso di intervento in presenza di pannello fotovoltaici e sicurezza degli operatori Vigili del fuoco”. - Norme applicabili CEI, IEC, UNI, ISO vigenti.
- Circolare 15 Ottobre 1964 n.99 (Depositi ossigeno)
“Contentitori di ossigeno liquido. Tank ed evaporatori freddi per uso industriale”.

3.5.2.INDIVIDUAZIONE DELLE MISURE PREVENTIVE

Le misure di prevenzione del rischio che vengono adottate sono:

- Ottimizzazione delle misure organizzative e tecniche;
- Adeguata informazione e formazione del personale;
- controllo e monitoraggio delle sorgenti di innesco e delle fonti di calore;
- adeguata manutenzione delle aree, dei mezzi d’opera e degli impianti tecnologici, nonché degli impianti di protezione antincendio.

Per maggiori dettagli vedi elaborati **IAP-RT-010/020** e relativi allegati.

3.5.2.1. OTTIMIZZAZIONE DELLE MISURE ORGANIZZATIVE E TECNICHE

Misure organizzative

- predisposizione di adeguata sistemazione della viabilità interna e degli spazi, in modo da differenziare le aree di accettazione in ingresso e in uscita, le aree di stoccaggio e di produzione, le aree impiantistiche.

Tutte le aree impiantistiche sono state suddivise progettualmente in Isole Funzionali specifiche e risulteranno differenziate da apposita segnaletica, mantenute in ordine, avendo cura di assicurare che la viabilità e gli accessi alle stesse siano sempre mantenuti sgombri.

Misure tecniche

- installazione per l’intero insediamento di un impianto antincendio ad idranti (IR), seguendo i riferimenti normativi della UNI 10779 (per la descrizione vedasi specifica sezione – S6), a copertura di tutte le aree/Isole funzionali mediante la tipologia di “protezione esterna” con idranti soprasuolo DN 70 (per aree all’aperto) e “protezione interna” idranti UNI 45 per il fabbricato di deposito e trattamento rifiuti IF2;
- installazione del compartimento interno del Isola Funzionale IF2 (fabbricato) e specificatamente nel compartimento al piano terra di deposito e di trattamento rifiuti, di sistema automatico di estinzione del tipo Sprinkler (SPK) in relazione al carico d’incendio ed al Livello di Prestazione IV (vedasi successiva descrizione al Capitolo S.2).
- installazione nel fabbricato di deposito e trattamento rifiuti (IF2) di impianto automatico di rivelazione fumi ed allarme incendio, a copertura di tutti i locali (uffici e locali tecnici compresi);

- installazione nel fabbricato di deposito e trattamento rifiuti (IF2) di sistema di aerazione ed evacuazione naturale di fumo e calore in caso di incendio mediante la presenza di superfici finestate nei tamponamenti perimetrali e di EFNC nella copertura (UNI 9494) (vedasi successiva sezione S.8 “Controllo dei fumi e calore”);
- compartimentazione i più ambiti nel fabbricato di deposito e trattamento rifiuti (IF2), mediante strutture aventi determinate caratteristiche di resistenza al fuoco (con caratteristiche non inferiori a **R-EI 240**);
- le altre isole funzionali, ove presenti aree con coperture metalliche (tettoie) a protezione degli agenti atmosferici, presenteranno ampie superfici prive di infisso lungo i lati perimetrali delle stesse;
- la pavimentazione dell'intero insediamento per le Isole Funzionali sarà in pavimento industriale in cemento;
- i contenitori per lo stoccaggio saranno di tipo incombustibile (gruppo GM0 di reazione al fuoco);
- presenza di vie di esodo, idonee sia per dimensioni che per ubicazione a servizio di tutte le aree funzionali;
- tra l'impianto di ossidazione termica flameless in oggetto e le altre attività e/o fabbricati ubicati nelle vicinanze (in particolar modo il fabbricato TMB della Belvedere Spa) vi sarà uno spazio a cielo libero con distanza non inferiore a 70 metri (su spazio scoperto);
- gli impianti presenti nelle Isole Funzionali avranno opportuni pulsanti di emergenza per interruzione energia elettrica (“sgancio”);
- installazione nelle Isole Funzionali di estintori portatili e carrellati adeguati alle classi di fuoco, posizionati in punti ben visibili e facilmente raggiungibili;
- installazione in tutte le Isole Funzionali di segnaletica di sicurezza e salute luoghi di lavoro (D.L.vo 81/2008) e prevenzione incendi.

3.5.2.2. ADEGUATA INFORMAZIONE E FORMAZIONE DEL PERSONALE.

Sarà svolta ed assicurata informazione e formazione del personale in ottemperanza agli artt. 36 e 37 del D.L.vo 9 Aprile 2008 n.81 e s.m.i..

In relazione al contrasto del rischio di incendio, saranno presenti un adeguato numero di lavoratori incaricati dell'attuazione delle misure di prevenzione incendi e lotta antincendio, di evacuazione dei luoghi di lavoro in caso di pericolo grave ed immediato, di salvataggio, di primo soccorso e comunque di gestione dell'emergenza.

In riferimento alla RTV D.M. 26 Luglio 2022 “Gestione della sicurezza antincendio” il Datore di Lavoro provvederà a predisporre una squadra di emergenza con formazione degli addetti di tipo elevato con conseguimento della idoneità tecnica.

3.5.2.3. CONTROLLO E MONITORAGGIO SORGENTI DI INNESCO E FONTI DI CALORE

Con riferimento al controllo e monitoraggio delle sorgenti di innesco e delle fonti calore, si prevede l'installazione di impianto automatico di rivelazione fumo ed allarme incendio all'interno del fabbricato di deposito e trattamento rifiuti IF2.

Nelle varie Isole Funzionali saranno presenti dispositivi di interruzione e sistemi di allarme in caso di anomalie degli impianti.

3.5.2.4. ADEGUATA MANUTENZIONE DELLE AREE, DEI MEZZI D'OPERA E DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI, NONCHÉ DEGLI IMPIANTI DI PROTEZIONE ANTINCENDIO.

In riferimento all'adeguata manutenzione delle aree, dei mezzi d'opera e degli impianti tecnologici, nonché degli impianti di protezione antincendi, il Datore di Lavoro assicurerà la regolare manutenzione in base alle cadenze stabilite dal costruttore ovvero dalla legge, dei mezzi d'opera e degli impianti di protezione antincendi (semestrale).

3.5.3. CLASSIFICAZIONE AI SENSI DEL D.M. 25 LUGLIO 2022 (RTV)

In relazione alla tipologia delle aree (art.2 definizioni RTV) nell'impianto vi saranno:

- **TSC:** aree di stoccaggio di rifiuti al chiuso, interne cioè all'opera da costruzione; in particolare l'Isola funzionale IF2 (fabbricato);
- **TSA:** area di stoccaggio rifiuti all'aperto del tipo protette da tettoia per la protezione degli agenti atmosferici (Isola funzionale IF3); peraltro trattasi di rifiuti non combustibili e/o infiammabili costituiti da "perle vetrose" e considerati al termine del processo quali "End of Waste";
- **TZ:** altre aree (uffici, locali tecnici e servizi) ;
- **TK:** area a rischio specifico (capitolo V1) in cui si svolgono operazioni di smaltimento o di recupero rifiuti di cui all'allegato B e C del D.L.vo 3/04/2006 n.151 (con esclusione di R13).

Si individua l'impianto in relazione alla superficie lorda:

- **AC area > 10.000 mq**

3.6. IMPIANTO ELETTRICO

Tutto l'impianto, comprensivo di edifici, isole funzionali, aree esterne, infrastrutture tecnologiche, sarà dotato di alimentazione elettrica a norma (vedi **elaborati FIE**).

Per quanto attiene la connessione in media tensione alla rete Enel, la rete di distribuzione e l'illuminazione esterna a servizio delle opere di urbanizzazione, si rimanda integralmente all'elaborato **IEP-EG-020**.

3.7. MOVIMENTI TERRA

3.7.1. RILIEVO TOPOGRAFICO E MORFOLOGIA

Per la predisposizione del piano di imposta dell'intero impianto, previsto a quota 118 m rispetto al sistema di quote locale, saranno necessari movimenti terra significativi associati, in diverse fasi, ad opere di ingegneria civile per eseguire le fondazioni dei singoli settori impiantistici.

Per il calcolo dei movimenti terra è stato necessario costruire un modello tridimensionale del terreno basato su rilievi topografici di dettaglio. I rilievi sono stati eseguiti in più riprese tra Agosto e Dicembre 2022. Da un punto di vista strettamente morfologico, l'area si presenta sub-pianeggiante nella porzione antistante l'impianto T.M.B..

Le pendenze massime del terreno risultano variabili (Figura 3.7/1): circa 4° a sud-est, nel raccordo con lo stradello di servizio e quasi 20° nella porzione centrale di raccordo lungo il Fosso Cerretello.

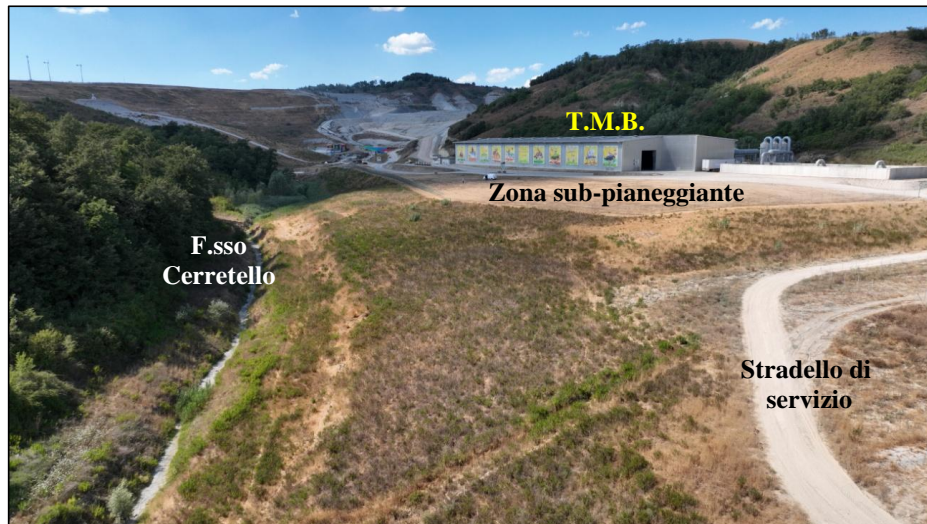


Figura 3.7/1 – Vista da sud-est (rilevazione fotografica da drone)

Il polo impiantistico di Legoli ha un sistema di coordinate proprio, con riferimenti altimetrici differenti rispetto ai valori assoluti espressi dalla Carta Tecnica Regionale. Più nello specifico, è stata evidenziata una differenza altimetrica sistematica di 26.46 m in più rispetto ai valori della CTR. Tale peculiarità ha necessariamente indotto a mantenere e adeguare le rilevazioni al sistema locale, al fine di garantirne l'interscambio tra i vari progettisti coinvolti, omogeneizzando tutti gli elaborati ad un unico "linguaggio" spaziale, permettendo al Gestore di contestualizzare, all'interno delle proprie consuetudini, quanto sviluppato.

Il modello tridimensionale del terreno, riportato in Figura 3.7/2 ha permesso il calcolo di volumi precisi riferibili alla movimentazione dei terreni.

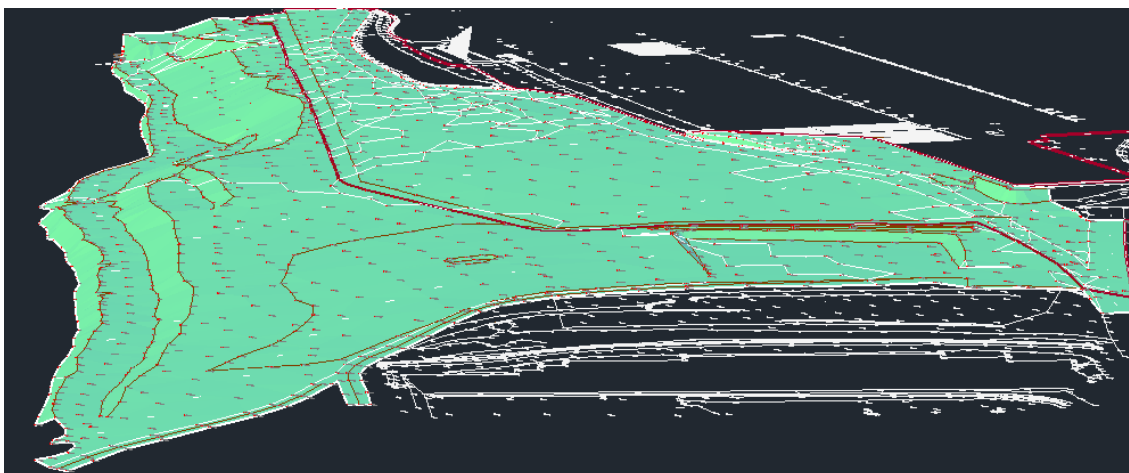


Figura 3.7/2 – Modellazione tridimensionale del sito

3.7.2. INDAGINI, MODELLO GEOLOGICO E CARATTERISTICHE DEI TERRENI

Il quadro geotecnico di riferimento è stato ricostruito sia utilizzando dati noti acquisiti per le progettazioni del TMB e per il progetto di Legoli3 sia con indagini sito specifiche eseguite per l'impianto di Ossidazione termica flameless.

3.7.2.1. INDAGINI PREGRESSE SU TMB

Le indagini geognostiche effettuate a sostegno dell'Impianto di Trattamento Meccanico Biologico Aerobico (TMB) e che sono state utilizzate per la definizione del modello geologico dell'area di intervento (vedi **elaborati GEO**) sono:

- n. 12 Prove Penetrometriche Statiche (C.P.T.);
- n. 1 Sondaggio Geognostico a carotaggio continuo;
- n. 6 Prove S.P.T.;
- n. 5 campioni indisturbati di terreno sottoposti ad analisi geotecniche di laboratorio.

Le caratteristiche fisico-meccaniche del terreno naturale in posto in corrispondenza dell'area di intervento sono state ricavate da n° 12 Prove Geotecniche in sito con Penetrometro Statico da 20 tonn. munito di manicotto per la misura dell'attrito laterale (punta Begemann), ubicate come nella **Tavola GEO-EG-010** e spinte fino alla profondità massima di 20,00 m dal p.d.c. eseguite in parte nell'anno 2010 e in parte nell'anno 2014.

I dati raccolti mediante le Prove Penetrometriche, unitamente alla loro elaborazione numerica e alla rappresentazione grafica dei principali parametri geotecnici, sono integralmente riportati nell'Allegato **GEO-AL-030**. E' stato eseguito n. 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo che ha raggiunto la profondità di 33 m dal p.d.c.. La descrizione di campagna dello spessore di terreno indagato durante le operazioni di sondaggio è riportata nell'**Allegato GEO-AL-010** e la sua ubicazione è riportata nella **Tavola GEO-EG-010**. Il sondaggio è stato eseguito con lo scopo di consentire una precisa ricostruzione litostratigrafica e geotecnica dei terreni attraversati. Le carote estratte nel corso delle perforazioni del sondaggio sono state esaminate, fotografate e conservate in cassette catalogatrici.

Nel corso del sondaggio sono stati prelevati n. 5 campioni indisturbati di terreno per gli accertamenti geotecnici di laboratorio ed eseguite n. 6 prove penetrometriche S.P.T. in avanzamento per verificare il grado di consistenza dei litotipi attraversati.

3.7.2.2. INDAGINI PREGRESSE SULLA DISCARICA

Al fine di precisare ulteriormente le caratteristiche litologiche e fisico-meccaniche dei terreni presenti nel sottosuolo dell'area interessata dall'attuale intervento, sono stati utilizzati anche i dati di alcune indagini eseguite in occasione del Progetto Definitivo: IMPIANTO DI GESTIONE INTEGRATA DEI RIFIUTI DI LEGOLI - RAZIONALIZZAZIONE FUNZIONALE DEGLI IMPIANTI DI SERVIZIO E CONTESTUALE RECUPERO DI NUOVE VOLUMETRIE" - Marzo 2021 ubicate in corrispondenza dell'attuale area di intervento ed in particolare:

- n. 6 Prove Penetrometriche Statiche (C.P.T.);
- n. 1 Sondaggio Geognostico a carotaggio continuo;
- n. 5 Prove S.P.T.;
- n. 5 campioni Indisturbati sottoposti ad analisi geotecniche di laboratorio.

Le caratteristiche fisico-meccaniche del terreno naturale in posto in corrispondenza dell'area di intervento sono state ricavate da n° 6 Prove Geotecniche in sito con Penetrometro Statico da 20

tonn. munito di manicotto per la misura dell'attrito laterale (punta Begemann), ubicate come nella **Tavola GEO-EG-010** e spinte fino alla profondità massima di 20,00 m dal p.d.c. eseguite nell'anno 2020.

I dati raccolti mediante le Prove Penetrometriche, unitamente alla loro elaborazione numerica e alla rappresentazione grafica dei principali parametri geotecnici, sono integralmente riportati nell'**Allegato GEO-AL-030**. All'interno dei fori sondaggio delle Prove Penetrometriche non è stata rilevata la presenza di acqua. Al fine di definire le caratteristiche litologiche e fisico-meccaniche dei terreni presenti nel sottosuolo in corrispondenza dell'area di realizzazione del nuovo impianto dove sorgerà l'Ossidatore termico flameless fu eseguito un sondaggio a carotaggio continuo che ha raggiunto la profondità di 55 m dal p.d.c. con prelievo di n° 5 campioni indisturbati di terreno che sono stati successivamente sottoposti ad analisi di laboratorio.

Il sondaggio conoscitivo è stato eseguito nel mese di Novembre 2020 e la sua ubicazione è indicata nella **Tavola GEO-EG-010**.

La descrizione di campagna dello spessore di terreno indagato durante le operazioni di sondaggio è riportata nell'**Allegato GEO-AL-010**.

Il sondaggio è stato eseguito con lo scopo di consentire una precisa ricostruzione litostratigrafica e geotecnica dei terreni attraversati.

Le carote estratte nel corso delle perforazioni del sondaggio sono state esaminate, fotografate e conservate in cassette catalogatrici. Nel corso del sondaggio sono stati prelevati campioni indisturbati di terreno per gli accertamenti geotecnici di laboratorio, eseguite prove penetrometriche S.P.T.

3.7.2.3. NUOVE INDAGINI ESEGUITE SULL'AREA DELL'IMPIANTO

Per la redazione del presente progetto ad integrazione delle indagini esistenti sono state eseguite nuove indagini che hanno previsto:

- n. 14 Prove Penetrometriche Statiche (C.P.T.);
- n. 9 Sondaggi Geognostici a carotaggio continuo;
- n. 32 Prove S.P.T.;
- n. 58 campioni di terreno sottoposti ad analisi geotecniche di laboratorio

A completamento è stata eseguita una indagine sismica e geoelettrica che ha previsto:

- n. 3 profili sismici tomografici a rifrazione onde P;
- n. 2 profili sismici tomografici a rifrazione onde P+S – analisi MASW congiunta;
- n. 2 acquisizioni con microtremiti - HVSR;
- n. 1 campagna di acquisizione in foro dei dati sismici di tipo down-hole, relativamente ai primi arrivi delle onde Vp e Vs;
- n. 3 prospezioni geoelettriche per la misura della resistività e polarizzazione indotta.

Le caratteristiche fisico-meccaniche del terreno naturale in posto nell'area interessata dagli attuali interventi, sono state ricavate, oltre che dalle numerose indagini eseguite negli anni passati, da n° 14 Prove Geotecniche in sito con Penetrometro Statico da 20 tonn. munito di manicotto per la misura dell'attrito laterale (punta Begemann), ubicate come nell'**Elaborato GEO-EG-010** e spinte fino alla profondità massima di 20,60 m dal p.d.c., alcune prove si sono interrotte a quote inferiori per rifiuto della punta. I dati raccolti mediante le Prove Penetrometriche, unitamente alla loro elaborazione numerica e alla rappresentazione grafica dei principali parametri geotecnici, sono integralmente riportati nell'**Allegato GEO-AL-030**.

Come sopra anticipato, al fine di definire le caratteristiche litologiche e fisico-meccaniche dei terreni presenti nel sottosuolo dell'area di intervento, oltre ad utilizzare i dati delle indagini già

eseguiti durante la stesura e la realizzazione dei precedenti progetti sono stati eseguiti n. 9 sondaggi geognostici a carotaggio continuo con prelievo di n. 53 campioni indisturbati e n. 6 campioni disturbati successivamente sottoposti ad analisi di laboratorio.

I sondaggi conoscitivi sono stati eseguiti nel mese di Novembre 2022 e la loro ubicazione è indicata nella **Tavola GEO-EG-010**. La descrizione di campagna dello spessore di terreno indagato durante le operazioni di sondaggio è riportata nell'**Allegato GEO-AL-010**.

Anche in questo caso, nel corso delle perforazioni dei sondaggi sono state eseguite prove penetrometriche S.P.T. in avanzamento per verificare il grado di consistenza dei litotipi attraversati.

Le proprietà fisico-meccaniche dei terreni sono e saranno determinate mediante prove di laboratorio su campioni indisturbati prelevati con fustelle tipo Shelby e su n. 6 campioni disturbati che, data la particolare compattezza e durezza dei terreni, non è stato possibile prelevare con le fustelle Shelby, in tali casi i campioni sono stati prelevati e sigillati all'interno di tubi in pvc.

Sui campioni sono state, e sono tutt'ora in corso, le seguenti analisi di laboratorio: peso di volume, contenuto naturale di acqua, limiti di Atterberg, analisi granulometrica, prove di taglio diretto CD, prove triassiali UU, prove udometriche.

I campioni, dove è stato possibile, sono stati prelevati in sequenze di 2, al fine di garantire aliquote sufficienti per le analisi geotecniche di laboratorio. In questa prima fase sono stati scelti alcuni campioni e su questi eseguite ed ultimate le analisi di laboratorio; i certificati delle analisi di laboratorio completate sono integralmente riportati nell'**Allegato GEO-AL-020**. Il numero dei campioni analizzati è sufficiente e tale da consentire valutazioni sulla fattibilità dell'intervento.

Nella **Tavola GEO-EG-010** sono ubicate le indagini eseguite; i risultati delle indagini, eseguite dalla Società Henki srl, sono riportati nell'**Allegato GEO-AL-040**.

La campagna di prospezione sismica si è articolata in:

- n. 3 profili sismici tomografici a rifrazione onde P;
- n. 2 profili sismici tomografici a rifrazione onde P+S – analisi MASW congiunta;
- n. 2 acquisizioni con microtremiti - HVSR;
- n. 1 campagna di acquisizione in foro dei dati sismici di tipo down-hole, relativamente ai primi arrivi delle onde Vp e Vs;

Nell'area in oggetto tutte le indagini sismiche eseguite sono risultate compatibili con le evidenze stratigrafiche rilevate in situ e correlate con i valori della coesione emersi dall'interpretazione delle indagini penetrometriche e geognostiche. Pertanto, hanno consentito di ottenere informazioni sulla caratterizzazione sismostratigrafica dei terreni, il calcolo dei parametri elastico-dinamici e della categoria di suolo ai fini della normativa sismica (vedi **Allegato GEO-AL-040**).

3.7.2.4. QUADRO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO

In considerazione delle caratteristiche fisico-meccaniche dei litotipi incontrati e in base ai risultati di laboratorio, possono essere fornite alcune indicazioni circa le proprietà fisico-meccaniche dei terreni interessati dall'intervento.

Le caratteristiche fisico-meccaniche dei litotipi presenti nel sottosuolo (vedi **Tavole GEO-EG-010** e **GEO-EG-020**) sono state ricavate dall'interpretazione delle indagini eseguite per l'intervento

in oggetto; operando in tal modo si possono definire i seguenti parametri geotecnici caratteristici riportati nella Tabella 3.7/1.

LITOTIPO	Coesione		Angolo di resistenza al taglio	Peso di volume	
	c_{uk}	c'_k	Φ'_k	$\gamma_{naturale}$	γ_{secco}
	Non drenata	Drenata			
	(kPa)	(kPa)	(°)	(kN/m ³)	(kN/m ³)
Riporto antropico (argilla e limo talvolta sabbiosi)	208	11	27	20,17	16,82
Limo argilloso/Limo con argilla debolmente sabbioso fessurato	72	12	25	19,79	16,07
Limo con argilla debolmente sabbioso compatto	273	31	22	20,43	16,69

Tabella 3.7/1 – Quadro geotecnico di riferimento dei terreni

La normativa sismica, ai fini delle verifiche nei confronti degli stati limite, prevede 2 diversi approcci (DA1 e DA2) con complessive 3 combinazioni. Tali combinazioni prevedono l'utilizzo dei coefficienti riduttivi da inserire nel dimensionamento geotecnico, indicati nella Tabella 6.2. Il del D.M. 17.01.2018 (vedi Tabella 3.7/2.), in funzione, quindi, del diverso approccio utilizzato per le verifiche di sicurezza delle opere strutturali.

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_f	1,0	1,0

Tabella 3.7/2 – Quadro geotecnico di riferimento dei terreni

3.7.2.5. Caratterizzazione chimica e applicabilità del D.P.R 120/2017

Per prevedere il riutilizzo in sito delle terre e rocce da scavo che si originano durante i lavori di realizzazione delle opere di contenimento e movimento terra è stato preventivamente studiato e attuato un approfondito piano di investigazione dei terreni che saranno interessati dagli scavi. Il tutto al fine di poter garantire, per quanto necessario, la movimentazione delle terre e rocce da scavo in situ al di fuori della normativa rifiuti e, per le eccedenze, la possibilità di applicare il D.P.R 120/2017 sulle terre e rocce da scavo trattandole come sottoprodotto.

Lo schema logico dell'articolata normativa sulla gestione dei terreni da scavo è sintetizzata nella Figura 3.7/3.

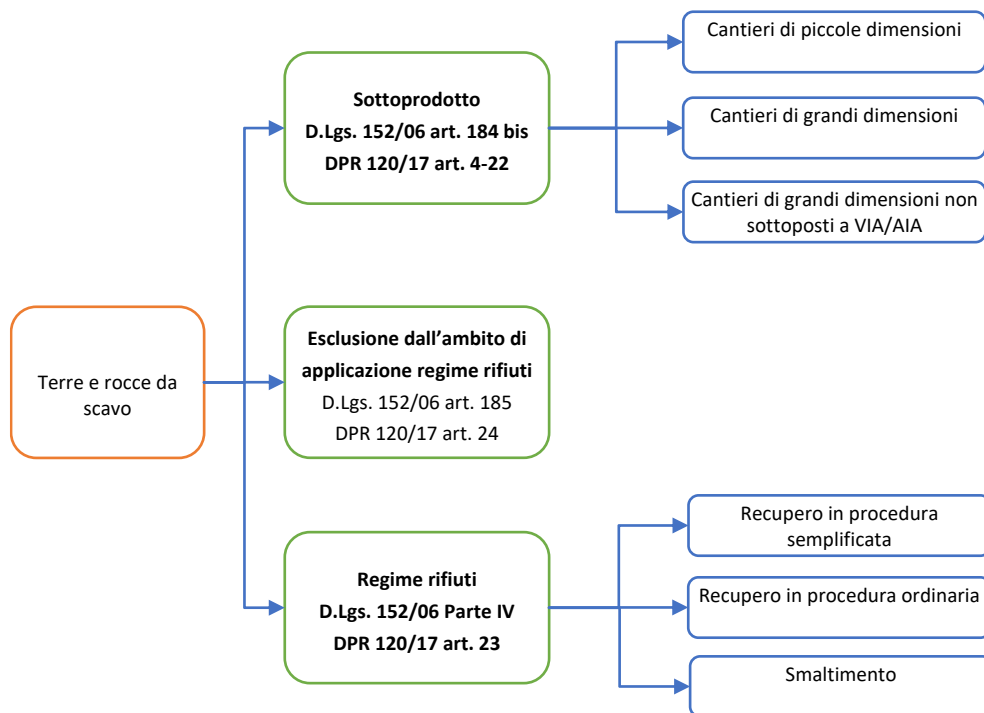


Figura 3.7/3 – Schema gestionale delle terre da scavo

Si è proceduto con una specifica campagna di campionamento che, in base a quanto stabilito nell'Allegato 2 del D.P.R. 120/2017, prevede una densità dei punti di indagine, nonché la loro ubicazione, basati su un modello concettuale preliminare delle aree o sulla base di considerazioni di tipo statistico (campionamento sistematico su griglia o casuale). Il numero di punti d'indagine, in base alle dimensioni dell'area d'intervento, cresce secondo i criteri minimi riportati nella tabella seguente.

Dimensione dell'area	Punti di prelievo
Inferiore a 2.500 m ²	3
Tra 2.500 e 10.000 m ²	3 +1 ogni 2.500 m ²
Oltre i 10.000 m ²	7 +1 ogni 5.000 m ²

Tabella 3.7/3 –Densità dei punti di prelievo

La profondità d'indagine è determinata in base alle profondità previste degli scavi, quali trincee, sbancamenti e fondazioni superficiali, che per i punti di indagine previsti sono di seguito riportate assieme al numero di campioni da prelevare. Nella Tabella 3.7.2/4 si riportano i dati caratteristici di ciascun punto di campionamento per un totale complessivo di 23 campioni prelevati e analizzati. Nella Figura 3.7.2/2 si riporta l'ubicazione dei punti di campionamento ambientale sul sito di interesse.

Punto d'indagine	Profondità di scavo stimata da p.c. [m]	Campioni da sottoporre ad analisi chimico-fisiche
SA1	0,4	C1 - Campione da 0 a 1 m dal p.c.
SA2	0,4	C1 - Campione da 0 a 1 m dal p.c.
SA3	0,4	C1 - Campione da 0 a 1 m dal p.c.
SA4	0,4	C1 - Campione da 0 a 1 m dal p.c.
SA5	1,3	C1 - Campione da 0 a 1 m dal p.c. C2 - Campione da 1 a 2 m (fondo scavo)
SA6	2,2	C1 - Campione da 0 a 1 m dal p.c. C2 - Campione da 1 a 2 m dal p.c. C3 - Campione da 2 a 3 m (fondo scavo)
SA7	4,5	C1 - Campione da 0 a 1 m dal p.c. C2 - Campione da 1,75 a 2,75 m dal p.c. C3 - Campione da 3,5 a 4,5 m (fondo scavo)
SA8	0,4	C1 - Campione da 0 a 1 m dal p.c.
SA9	0,4	C1 - Campione da 0 a 1 m dal p.c.
SA10	2,2	C1 - Campione da 0 a 1 m dal p.c. C2 - Campione da 1 a 2 m dal p.c. C3 - Campione da 2 a 3 m (fondo scavo)
SA11	2,9	C1 - Campione da 0 a 1 m dal p.c. C2 - Campione da 1 a 2 m dal p.c. C3 - Campione da 2 a 3 m (fondo scavo)
SA12	3,3	C1 - Campione da 0 a 1 m dal p.c. C2 - Campione da 1,15 a 2,15 m dal p.c. C3 - Campione da 2,3 a 3,3 m (fondo scavo)

Tabella 3.7/4 –Profondità di campionamento e numero di campioni prelevati

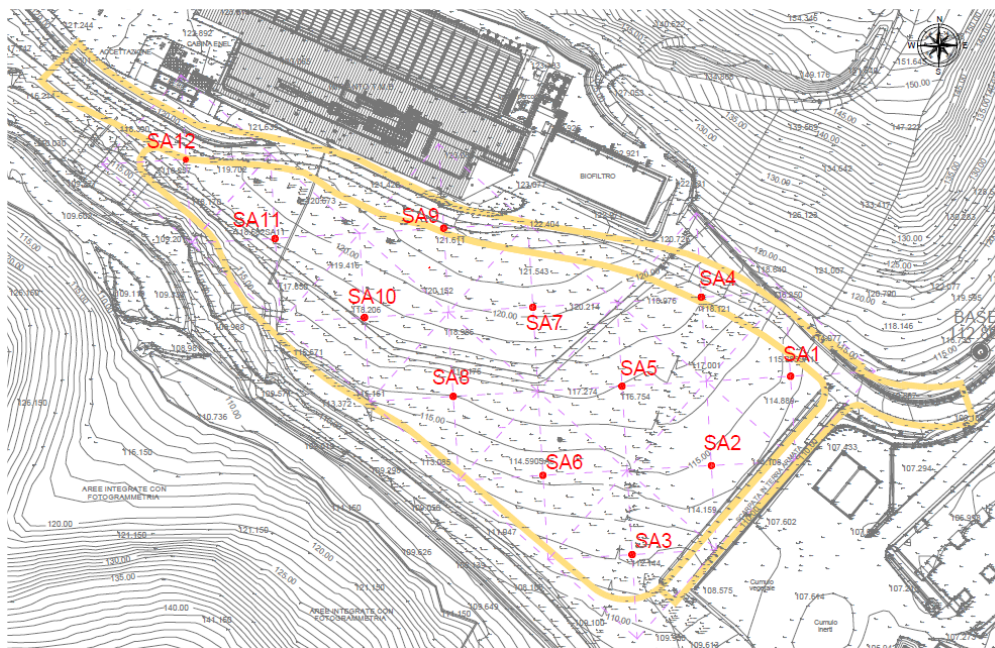


Figura 3.7/4 – Punti di campionamento ambientale

Come stabilito nell'Allegato 4 del D.P.R. 120/2017, il set di parametri analitici da ricercare è stato definito in base alle possibili sostanze ricollegabili alle attività antropiche svolte sul sito o nelle sue vicinanze, ai parametri caratteristici di eventuali pregresse contaminazioni, alla presenza di potenziali anomalie del fondo naturale o di inquinamento diffuso, nonché di possibili apporti antropici legati all'esecuzione dell'opera. In considerazione delle attività antropiche pregresse, una proposta di parametri analitici da determinare per i campioni di terreno è derivabile dalla Tabella 4.1 dell'All. 4 al D.P.R. 120/2017:

- Metalli: As, Cd, Co, Cr tot, Cr VI, Hg, Ni, Pb, Cu, Zn;
- Idrocarburi C>12;

Non è richiesta, invece, l'analisi della concentrazione di amianto non trovandosi in vicinanza a strutture in cui sono presenti materiali contenenti amianto.

I risultati delle analisi sui campioni sono stati confrontati con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui alle colonne A e B Tabella 1 allegato 5, al titolo V parte IV del D.Lgs 152/2006 e smi. I risultati analitici sono riportati in **Appendice 4 del documento TRS-RT-010**. Tutti certificati analitici evidenziano che i parametri analizzati soddisfano i limiti della colonna A della Tabella 1 allegato 5, al titolo V parte IV del D.Lgs 152/2006 e smi.

Risulta, quindi, pienamente applicabile per la movimentazione in situ, nonché per eventuali allontanamenti di terreni da scavo, pur se oggi non previsti, quanto disposto dal D.P.R 120/2017.

3.7.2.6. QUANTITATIVI DI TERRENI MOVIMENTATI

Sulla base delle opere progettate e del loro inserimento nel contesto sito specifico, nonché della composizione geologica dei materiali provenienti dagli scavi, nella redazione del progetto è stato fatto il bilancio di produzione (espresso in m³) di materiali scavati e di quelli reimpiegati all'interno dell'attività di costruzione o per altri utilizzi. Il principio guida seguito è stato il riutilizzo in situ del materiale scavato, in quanto questo, in generale, riduce le quantità di materiale proveniente da cave di prestito e riduce tutti gli impatti dovuti al trasporto di terreni fuori sito con minimizzazione anche degli impatti sul rumore indotto e sulle emissioni in atmosfera. Tale principio è in linea con la sostenibilità ambientale dell'intervento. Nella Tabella 3.7/5 si riportano i quantitativi di materiali scavati e delle necessità di riporto. Gli scavi sono previsti prevalentemente sull'area su cui sorgerà l'impianto e, solo parzialmente, sulla strada di accesso. Il riporto è riferito esclusivamente alle terre per la predisposizione di tutti i layer tecnologici di fondazione o di pavimentazioni e strade.

MOVIMENTAZIONE INTERNA	Scavi (m ³)	Riporti (m ³)
Con scavi fondazione e accantieramento	29'380.00	13'933.00
Muri in terra rinforzata	1'000.00	23'943.00
Scavo pali	350.00	
Berlinese	515.00	
Strada	4'174.00	
Totale	35'419.00	37'876.00

Tabella 3.7/5 – Quantitativi di scavo e riporto

L'area di intervento ha una superficie di circa 32.400 m², comprensiva della viabilità e delle strutture di contenimento sul lato Sud. Si prevede di scavare circa 35.400 m³ di terreno, di cui circa 10.000 m³ di vegetale (dato dallo scotico superficiale delle aree di intervento), da

riutilizzare in sito per le sistemazioni finali delle aree a verde. Si assume pari a 0,4 m la profondità di scavo delle aree soggette ai soli scavi di scotico.

La predisposizione delle aree prevede la realizzazione di rilevati mediante la posa in opera di terre per una quantità stimata pari a circa 24.000 m³ che proverranno essenzialmente dalle iniziali fasi di scavo che saranno sufficienti a completare le necessità di riporto per i muri in terra rinforzata. Ulteriori riporti di terra, invece, si dovranno approvvigionare dall'esterno per completare il piano di posa dell'impianto e della sua viabilità. Per cui il quantitativo di materiale scavato in loco copre solo parte del fabbisogno e la restante volumetria necessaria (8082 m³) sarà recuperata dall'esterno. Sono poi previsti ulteriori terreni di scavo provenienti dai pali di fondazione e dalla berlinese per complessivi 865 m³ che saranno o riutilizzati in sito in base alla loro caratterizzazione in corso d'opera e alle caratteristiche meccaniche o allontanati come rifiuto, possibilmente a recupero, con codice CER 17.05.04.

Al di sopra del piano così regolarizzato, adeguatamente costipato, saranno impostate le platee di fondazione, le pavimentazioni degli edifici i pacchetti stradali e la pavimentazione industriale per riporti complessivi di materiali da costruzione di diversa tipologia pari a circa 26.600 m³ cui si dovranno aggiungere tutti gli approvvigionamenti impiantistici e strutturali, quelli idraulici e delle opere a verde.

3.8. GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE

L'Impianto è oggi previsto su un'area costituita da un importante spessore di terreno di riporto su cui defluiscono le acque di pioggia. Come si vedrà in seguito, il sito di progetto è oggi attraversato anche da tubazioni interrato che fanno confluire nel medesimo fosso le acque drenate dall'area di competenza di un impianto di Trattamento meccanico biologico (TMB).

In analogia a quanto accade oggi, dunque, il Progetto prevede di far confluire le acque drenate dall'intero piazzale, dopo trattamento in apposito impianto acque di prima pioggia, nel Fosso Cerretello. In Figura 3.8/1 si mostra una veduta aerea del Fosso mentre nella Figura 3.8/2 si riporta la planimetria del Reticolo idrografico di cui alla L.R. 79/2012, aggiornato con il DCR 81/2021.



Figura 3.8/1 – Veduta aerea del Fosso Cerretello



Figura 3.8/2 – Reticolo idrografico

Il presente elaborato descrive i criteri e le verifiche di dimensionamento dei manufatti idraulici inerenti allo smaltimento delle acque meteoriche del sito in progetto, basandosi sulla ricerca dei valori massimi di portata associati a prefissati “tempi di ritorno”

3.8.1.ANALISI PLUVIOMETRICA E PORTATE DI PRIMA PIOGGIA

L'analisi idrologica per la determinazione delle massime portate meteoriche di progetto, con cui sarà dimensionato il reticolo di regimazione delle acque, è stata condotta utilizzando i dati presenti sul portale del Servizio Idrologico Regionale (SIR) per la regione Toscana. Il sito in esame ha estensioni ridotte, circa 25.000 m², questo comporta un'analisi idrologica relativa ad altezze di pioggia di durata inferiore all'ora. Sul sito del SIR è stato possibile ottenere la Curva Segnalatrice di Possibilità Pluviometrica caratteristica della stazione di Legoli (Figura 3.8.1/1). Nonostante questa sia riferita a piogge di durata maggiore all'ora, a seguito di valutazioni, è risultata essere più cautelativa fornendo altezze di pioggia superiori; così come si evince dalla Figura 3.8.1/2. La Curva Segnalatrice di Possibilità Pluviometrica è espressa matematicamente:

$$h = a t^n$$

con:

h = altezza di pioggia (mm)

a e n = parametri caratteristici delle singole curve

t = tempo di pioggia (h).

Per il sito in esame la CSPP ha la seguente espressione:

$$h = 40.46 t^{0.23}$$

Il tempo di ritorno è di 10 anni e si uniforma alla scelta già stabilita per Legoli 3.

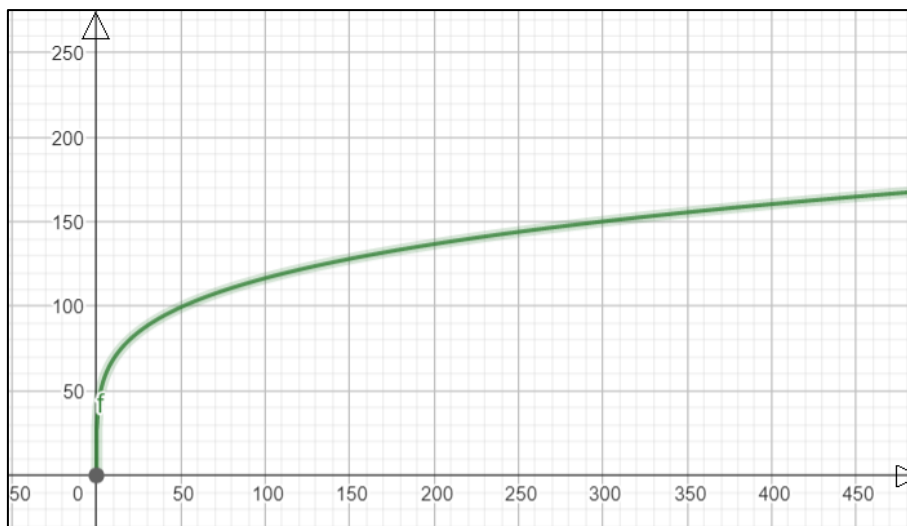


Figura 3.8/3 - Curva Segnalatrice di Possibilità Pluviometrica per T_r 10 anni

TEMPO DI RITORNO in ANNI			
20	a	47,65	H pioggia 40,20754
	n	0,24501	
STAZIONI			
TOS11000507 - Legoli (PI)	TP	0,5	
H = 47.65 [mm] altezza di pioggia (a = 47.64600, n = 0.24501)			
TEMPO DI RITORNO in ANNI			
10	a	40,46	H pioggia 34,46678
	n	0,23129	
STAZIONI			
TOS11000507 - Legoli (PI)	TP	0,5	
H = 40.46 [mm] altezza di pioggia (a = 40.45500, n = 0.23129)			
	n (belv)	0,47	H pioggia 29,21069

Figura 3.8/4 - Confronto fra CSPP diverse

Le acque di prima pioggia sono definite nell'Art. 2 della Legge Regionale 20 del 31-05-2006, come: «Acque meteoriche di prima pioggia (AMPP): acque corrispondenti, per ogni evento meteorico, ad una precipitazione di cinque millimetri uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio; ai fini del calcolo delle portate si stabilisce che tale valore si verifichi in quindici minuti».

Per il caso in esame:

A = 20.600 m²

h = 5 mm

t = 15 min = 900 s

Volume di prima pioggia, $V = A \cdot h = 103 \text{ m}^3$

Portata di prima pioggia, $Q = \frac{V}{t} = 0.114 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 114 \frac{\text{l}}{\text{s}}$.

La portata confluirà in un'apposita vasca di prima pioggia in continuo con la rete. Quest'ultima sarà munita di uno sfioratore che consentirà alla portata in eccesso di defluire lateralmente ed essere recapitata al ricettore finale.

3.8.2. PROGETTAZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO INTERNO

La rete di drenaggio interna è stata progettata in modo tale da seguire la viabilità principale del sito e da rendere più semplice nel tempo la manutenzione e le varie sostituzioni (se necessarie); la disposizione è tale da soddisfare le varie aree funzionali del sito (Figura 3.8/5). Tutti i collettori della rete, ad eccezione del tratto H-I costituito da un grigliato carrabile, saranno realizzati in HDPE carrabile con diametri variabili da **DN 315 a DN 800**. Anche le pendenze variano da un minimo di 0,15% ad un massimo di 0,35%. Per poter confluire la portata di acqua che piove sull'intero piazzale e su tutte le superfici (tetti, strade ecc..) nella rete principale, è necessario realizzare una sottorete di drenaggio. Questa, tramite discendenti, grigliati bordo strada, griglie e tubazioni, raccoglie l'acqua e la convoglia alla rete principale. Nel caso in esame la sottorete è costituita da una serie di grigliati carrabili (larghezza 20 cm classe 600) disposti lungo i bordi della strada, che delimitano le diverse aree funzionali, raccogliendo le acque provenienti dalla strada e dalle varie coperture; nelle aree sgombre da edifici, invece, sono presenti griglie (carrabili, classe 600 e di dimensione 40x40 cm). Le acque così raccolte confluiscono nella rete principale tramite piccoli tratti di tubazione in HDPE DN200 e pozzetti in cls 50x50 con altezza variabile.

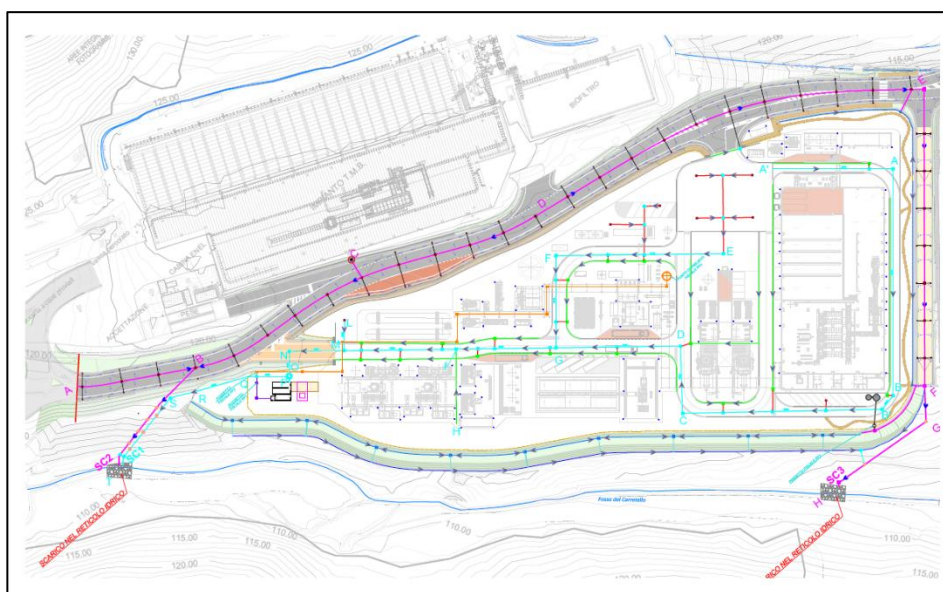


Figura 3.8/5 - Andamento planimetrico rete di drenaggio interno

$$Q = 0.002778 \frac{\psi A h}{T_c}$$
$$Q = \text{portata di progetto } \left(\frac{m^3}{s}\right)$$

T_c = tempo di corruzione (h).

$$T_c = t' + \frac{V}{L}$$

V = velocità in rete (valutata iterativamente tramite verifiche idrauliche) ($\frac{m}{s}$)

L = lunghezza del collettore (m).

Figura 3.8/6 - Aree scolanti relative ai singoli collettori della rete

I diametri, variabili da DN 315 a DN800 sono stati desunti da un calcolo iterativo basato sulla formula di Gauckler Strickler. E' stato eseguito anche uno studio dei sottobacini di competenza riportato nella relazione specialistica **AMD-RT-011**.

$$Q = K A R^{\frac{2}{3}} i^{\frac{1}{2}}$$

In cui:

Q: portata ($\frac{m^3}{s}$)

K: coefficiente di scabrezza di Gauckler Strickler (tabellato, nel caso in esame pari a $120 \frac{m^{\frac{1}{3}}}{s}$)

A: area bagnata (m^2)

R: raggio idraulico, pari al rapporto tra area bagnata (A) e contorno bagnato (m)

i: pendenza.

I dati di input sono: la pendenza (i) il coefficiente K, tipico delle tubazioni in HDPE e la portata di progetto con TR=10 anni. Gli output attesi sono il diametro in funzione della velocità che è stata fissata in modo da non superare i 2 m/s.

In corrispondenza delle variazioni di diametro, degli innesti dei rami laterali o dei cambi di direzione significativi, sono stati inseriti appositi pozzetti in modo da garantire la continuità della rete e la manutenzione. Le acque drenate dalla rete sopra dimensionata, provenienti dai piazzali, dalle coperture di fabbricati o tettoie saranno convogliate attraverso una specifica rete di drenaggio ad un impianto di trattamento acque prima pioggia. I primi 5 mm di pioggia caduta su piazzali e parti potenzialmente inquinate verranno inviati alla vasca di prima pioggia, dimensionata opportunamente. Le eccedenze saranno scaricate direttamente nel corpo ricettore finale Cerretello sottostante. Si rimanda per i dettagli dell'impianto alla Relazione **APP-RT-010** e alla tavola grafica **APP-EG-010**.

A valle dell'impianto di trattamento acque prima pioggia, è previsto un ultimo tratto di rete che, visto l'elevato dislivello tra l'uscita del piazzale dell'impianto e il recapito nel fosso Cerretello, sarà realizzato con salti di fondo per ridurre le pendenze di deflusso e le relative velocità. Sono previsti 5 salti di fondo in cls (dimensioni 100x100) di profondità 2 metri oltre al pozzetto fiscale, di profondità più contenuta, prima dello scarico nel Fosso. La pendenza media della tubazione di scarico si riduce, dunque da un 30% iniziale ad una pendenza massima del 10%. Lo scarico nel fosso sarà protetto con una scogliera in massi ciclopici intasati in calcestruzzo come da particolare della Figura 3.8/7.

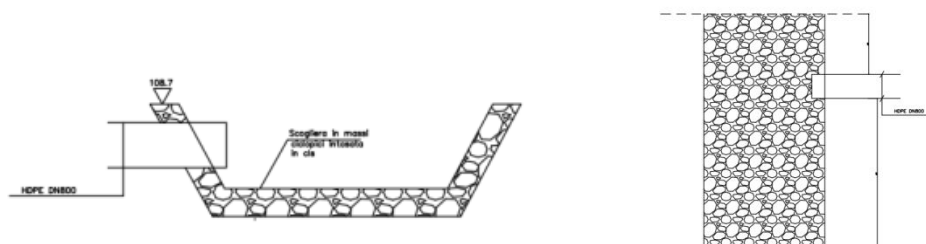


Figura 3.8/7 - Particolare dello scarico

Per i dettagli dei profili longitudinali e per i particolari costruttivi si rimanda alle Tavole grafiche **AMD-EG-010**, **AMD-EG-021** e **AMD-EG-030**.

Si rimanda alla relazione **AMD-RT-011** per il dimensionamento e le verifiche di calcolo

Il sito a Nord risulta delimitato superiormente dalla viabilità di accesso che conduce ai diversi impianti del polo Belvedere (discarica e TMB) e consente l'ingresso all'impianto di Ossidazione termica flameless, mentre sul lato Est è costeggiato da una strada di servizio. Per questo è prevista una rete di controllo delle acque stradali in cui confluiscono anche i drenaggi tergo muro rinforzato sul lato Est (muro in terra rinforzata rivestito, con inclinazione a 83°).

Preliminarmente, in base all'altimetria della strada, sono state studiate le direzioni di deflusso delle acque suddividendo il tratto stradale in due tronconi principali di cui uno defluente verso Ovest ed il secondo defluente verso Est. Come riportato dalla Figura 3.8.3/1, la rete di drenaggio dell'area sovrastante (di competenza dell'area TMB) confluisce attualmente in due scarichi finali: il primo è ubicato sulla sinistra e drena una portata di 1.85 mc/s defluendo nel Fosso Cerretello a notevole distanza dal sito di progetto, mentre il secondo, diversamente da quanto mostrato dalla Figura 3.8.3/1, fuoriesce al centro del TMB e, mediante una tubazione interrata scarica una portata di 0.85 mc/s, direttamente sui terreni del sito di progetto (Fotografia di figura 3.8/8). Quest'ultimo contributo, dunque viene considerato nel dimensionamento della rete stradale in cui confluirà.

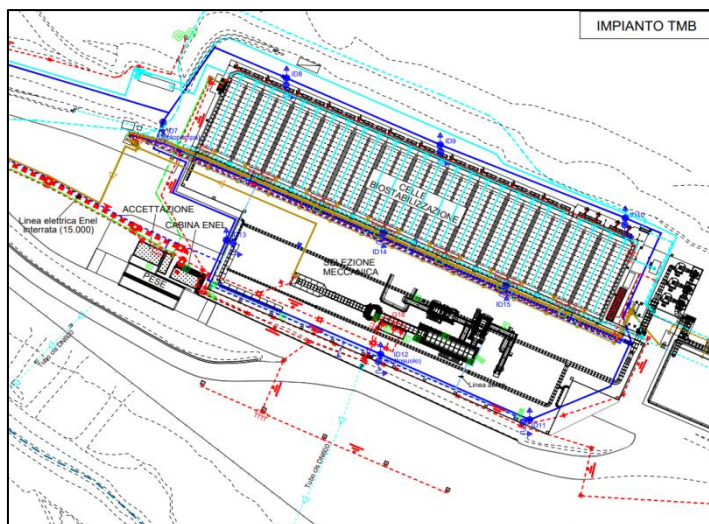


Figura 3.8/8 – Scarico acque TMB (teorico Sx) e stato di fatto (Dx)

La valutazione delle portate di progetto è stata definita tramite il Metodo della Corrivazione già descritto e utilizzato precedentemente. Nella planimetria generale **AMD-EG-010** sono riportati i sottobacini di competenza di ciascun tratto stradale che confluisce all'interno della tubazione sotto strada. Nella relazione **AMD-RT-011** sono riportati gli esiti dei calcoli delle portate dei singoli tratti che fanno riferimento al metodo iterativo di cui alla formula Razionale mentre i diametri, variabili da DN 225 a DN 630, sono stati desunti da un calcolo iterativo basato sulla solita formula di Gauckler Strickler.

3.8.4.CONTROLLO ACQUE DEFLUENTI SULLE TERRE RINFORZATE

Sul lato Sud, il sito è delimitato da una struttura portante in terre rinforzate (Figura. 3.8/9)



Figura 3.8/9 - Geometria delle terre armate

E' previsto un primo sistema di intercettazione delle acque realizzato al piede della berma centrale e costituito da una canaletta mezzo-tubo in calcestruzzo DN 250, per rendere più semplice la manutenzione ed evitare eccessivi intasamenti dello stesso nel tempo. L'intera berma, di lunghezza pari a circa 300 m, sarà suddivisa in 9 tratti, ciascuno di 30 m, in cui è previsto un discendente. Per garantire il deflusso delle acque nel punto di impluvio verrà attribuita una pendenza dell'1% (Figura 3.8/10).

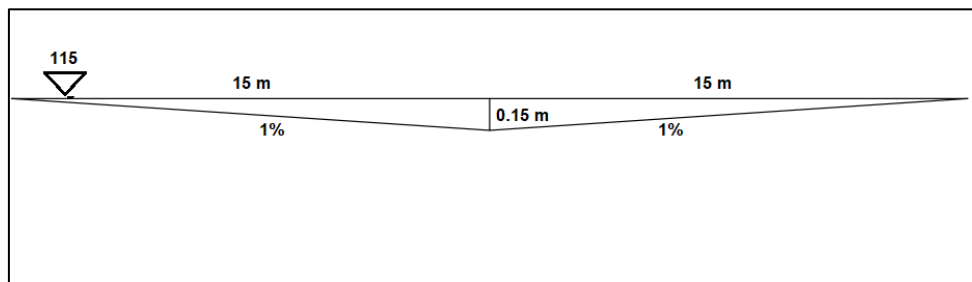


Figura 3.8/10 - Prospetto canaletta con pendenze verso l'impluvio

I discendenti confluiranno in una canaletta mezzo tubo di diametro 600 mm in cls ubicata al piede delle terre rinforzate. In questo caso, vista anche la morfologia del terreno, è prevista una sua regolarizzazione con due pendenze uniformi (la prima da Ovest verso Est fino all'altezza dell'inizio della rastremazione del muro rinforzato; la seconda da Est verso Ovest partendo dal raccordo con il muro rivestito a 83° e arrivando al punto di impluvio) verso un punto convergenza in cui è previsto il collegamento con la tubazione di scarico.

Viste le aree ridotte, anche in questo caso per il dimensionamento è stato adottato il Metodo della Corrivazione. Nonostante la berma superiore sia stata suddivisa in 9 tratti, per uniformità con il calcolo della canaletta al piede del muro e per sicurezza, anche il manufatto sulla berma intermedia è stato calcolato considerando l'intera superficie scolante.

3.8.5. SCARICHI NEL FOSSO CERRETELLO

Sono previsti 3 scarichi distinti nel Fosso Cerretello con altrettanti pozzetti fiscali inseriti nel Piano di Monitoraggio e Controllo (vedi **PMC-RT-012** e **PMC-EG-011**):

- Nel primo scarico partendo da Sud Ovest confluiranno quota parte delle acque drenate lungo strada e quota parte delle acque intercettate nell'area TMB (0,85 m³/s).
- Nel secondo scarico, limitrofo al precedente, confluiranno le acque in uscita dall'impianto di trattamento delle acque di prima pioggia e le acque di condensa dell'impianto.
- Nel terzo scarico, sul lato opposto Sud Est, confluiranno le acque intercettate sul muro in terra rinforzata, quota parte di quelle intercettate dalla strada, le acque di scarico degli uffici e servizi dopo specifica depurazione e le acque di drenaggio tergo muro inclinato a 83°.

Si rimanda per i dettagli alla documentazione relativa alla richiesta di autorizzazione agli scarichi demaniali.

3.9. SISTEMAZIONE A VERDE E RECINZIONE

Le scelte progettuali sono state determinate dalla lettura del contesto paesaggistico e di flora e vegetazione presenti nelle aree limitrofe; alle specie rilevate sono state aggiunte alcune naturalizzate oppure ornamentali, queste ultime in misura irrilevante.

L'obiettivo delle opere a verde è quello di accompagnare le scelte progettuali così da minimizzare già in fase di progettazione l'impatto dovuto alla realizzazione di un impianto industriale in un territorio già molto modificato, ma che in un più ampio raggio si colloca in un paesaggio di colline argillose molto caratteristiche sia nella percezione visiva sia dal punto di vista ecologico. Infatti, il contesto in cui ci si muove è caratterizzato da colline calanchive, le cui pendici con esposizione a sud si presentano coperte da una vegetazione rarefatta, soprattutto arbustiva, localizzata negli impluvi per la permanenza di umidità, mentre a nord il soprassuolo è prevalentemente di caducifoglie, con una composizione più varia e ricca. Le sommità dei colli si presentano con una consistenza prevalentemente erbacea. È stata presa in analisi un'ampia superficie intorno a quella di progetto, osservando, attraverso le foto aeree, le forme delle superfici boscate, la tessitura delle coltivazioni, dei prati, degli arbusteti, degli incolti. A questa scala territoriale è stato effettuato un primo livello di rilievo di flora e vegetazione, attraverso bibliografia e sopralluoghi diretti, che ha dato i seguenti risultati:

Aree collinari circostanti

- Specie arboree: *Quercus robur* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Quercus cerris* L., *Ostrya carpinifolia* Scop., *Quercus ilex* L., *Fraxinus ornus* L., *Pinus Pinea* L., *Cupressus sempervirens* L., *Populus canadensis* Moench., *Acer campestre* L. *Crataegus oxyacantha* L., *Fraxinus ornus*;
- Specie arbustive: *Rubus ulmifolius* Schott, *Erica arborea* L., *Lonicera* sp., *Cornus mas* L., *Ulmus minor* Miller., *Spartium junceum* L., *Juniperus communis* L., *Viburnum tinus*, *Laurus nobilis*, *Myrtus communis*;
- Specie erbacee: *Hedera helix* L., *Helleborus viridis* L., *Ruscus aculeatus* L., *Phragmites australis* (Cav) Trin.

Zone prossime a corsi d'acqua

- Specie arboree: *Populus alba* L., *Salix alba* L., *Quercus cerris* L., *Ostrya carpinifolia* Scop., *Populus nigra* L;
- Specie arbustive: *Rubus ulmifolius* Schott, *Cornus mas* L., *Ulmus minor* Miller., *Prunus spinosa*, *Cornus sanguinea*;
- Specie erbacee: *Rubia peregrina* L., *Phragmites australis*(Cav) Trin;

Superfici incolte marginali

- Specie arboree: *Robinia pseudoacacia*, *Tamarix* sp., *Ulmus minor*;
- Specie arbustive: *Rubus ulmifolius*, *Rosa canina*., *Ulmus minor*, *Prunus spinosa*, *Cornus sanguinea*, *Spartium junceum*;
- Specie erbacee: *Rubia peregrina*, *Phragmites australis*, *Arundo donax*, *Inula viscosa*, *Foeniculum vulgare*, *Avena fatua*, *Taraxacum officinalis*, *Heydesarum coronarium*, *Trifolium repens*, *Bellis perennis*, *Plantago minor*, *Cynodon dactylon*, *Cardus* sp.;
- Sarmentose: *Clematis vitalba*, *Clematis flammula*.

E' stato effettuato, inoltre, un rilievo di flora e vegetazione nelle aree in prossimità di quella d'intervento, dal quale sono scaturiti i seguenti dati, utili ai fini della progettazione.

Specie sempreverdi:

- *Quercus ilex* (Leccio) a cespuglio;
- *Viburnum tinus* (Viburno);
- *Laurus nobilis* (Alloro);
- *Spartium junceum* (Ginestra);
- *Ligustrum vulgare* (Ligustro);

Specie caducifoglie:

- *Fraxinus ornus* (Orniello);
- *Quercus robur* (farnia)
- *Acer campestre* (Acer campestre);
- *Ulmus minor* (Olmo campestre);
- *Crataegus oxyacantha* (biancospino alberello)
- *Prunus spinosa* (Prugnolo selvatico);
- *Lonicera caprifolium* (Caprifoglio comune);
- *Erica arborea* (Erica);
- *Crataegus monogyna* (Biancospino arbustivo);
- *Clematis flammula* (Clematide fiammella);

Specie "ripariali"

- *Ostrya carpinifolia* (Carpino nero);
- *Alnus glutinosa* (Ontano nero);
- *Salix alba*/ *Salix purpurea* (Salice bianco/Salice rosso);
- *Sambucus nigra* (Sambuco comune);
- *Euonymus europaeus* (Berretta del prete);

3.9.1. OPERE A VERDE DI MITIGAZIONE AMBIENTALE

Per quanto attiene la realizzazione di opere a verde e di mitigazione paesaggistica e ambientale, per i relativi dettagli si rimanda agli **elaborati INS**.

La scelta delle specie da utilizzare ha rappresentato uno dei punti nodali della progettazione di queste aree perché le condizioni ambientali ed edafiche in cui le piante si troveranno a vivere non sono facili e l'obiettivo è che rimangano in vita a lungo e possano mantenere nel tempo le caratteristiche di naturalità e di efficienza ecosistemica; a tal fine saranno impiegate tecniche colturali in grado di minimizzare l'influenza negativa di alcuni parametri ambientali, ad esempio legati alla tenacità ed aridità del suolo, alla presenza di polvere, alla scarsità di suolo (spesso 1m di profondità).

Le specie utilizzabili sono state valutate sulla base di diversi parametri tra cui:

- appartenenza alla vegetazione reale o potenziale dell'ambiente circostante;
- grado di resistenza alle caratteristiche del substrato e alle condizioni xeriche soprattutto nel periodo estivo, per limitare le necessità di ricorrere alle irrigazioni;
- forma e struttura della pianta a pieno sviluppo
- capacità di resistenza alla presenza di polveri e di assorbimento delle polveri stesse (caducifoglie, foglie tomentose)

Nel caso specifico, i riferimenti sono le piante presenti nelle aree limitrofe, tenendo conto dello specifico contesto in cui si va ad operare poiché si tratta di un ambito urbanizzato, nel quale si prevedono alberature stradali in spazi ristretti e strisce di verde perimetrali con profondità del terreno scarsa. Proprio per favorire le possibili mitigazioni mediante il verde, è stata progettualmente prevista una fascia perimetrale di rispetto con larghezza 5 m. Sui lati Sud ed Est, dove sono previste strutture di sostegno in terra rinforzata con geogriglie ad interasse 60 cm che limitano gli spessori di terreno disponibile per l'apparato radicale, non sarà possibile mettere a dimora specie arboree di prima e seconda grandezza, ma sono previsti soprattutto arbusti e alcuni alberelli di limitate dimensioni, non idroesigenti, che, come in altre colline calanchive vicine, si svilupperanno senza raggiungere le dimensioni massime, ma rimanendo ad altezze limitate. Per queste alberature, che insistono sulle strutture in terra rinforzata, saranno comunque realizzate delle apposite aperture nella rete sottostante per permettere un sufficiente sviluppo delle radici.

Sul lato Nord, dove invece non ci sono limitazioni ricollegabili alle geogriglie di rinforzo, l'alberatura stradale sarà realizzata con la farnia (*Quercus robur*), una specie autoctona, ma utilizzata a portamento colonnare per non impegnare spazi stradali o percorribili da mezzi, e con l'orniello (*Fraxinus ornus*) in quanto di dimensioni limitate e molto resistente alla siccità.

La scelta delle specie arboree e arbustive, è stata orientata verso specie locali, idonee alla crescita in questo tipo di terreno, di clima e di temperature e differenziata per tipologia di struttura e funzione di mitigazione.

- **ALBERI**

Lungo strada:

- *Quercus robur Fastigiata*

Lungo strada (zona cabina elettrica – a ridosso del muro):

- *Fraxinus ornus*,

Intorno al capannone:

- *Crataegus oxyachanta Paul's Scarlet*,

- *Fraxinus ornus* (uno solo)

Lungo il fosso sopra terre armate:

- *Ulmus minor*,
- *Acer campestre*
- *Fraxinus ornus*
- *Crataegus oxyachanta*

• **ARBUSTI**

Ricadenti dall'alto sul muro:

- *Rosmarinus officinalis prostratus*
- *Lantana sellowiana* (rosa)
- *Cotoneaster salicifolius*
- *Jasminum nudiflorum*

Perimetrali:

- *Laurus nobilis*,
- *Viburnum tinus*,
- *Rosa canina*
- *Teucrium fruticans*
- *Myrtus communis*
- *Euonymus europaeus*
- *Cistus monspeliensis*
- *Cistus salvifolius*
- *Cistus albidus*
- *Vitex agnus castus*
- *Spartium junceum*

La scelta delle specie erbacee per i tappeti erbosi trova riferimento negli ecotipi locali di macroterme, con prevalenza di *Cynodon dactylon*.

Poiché lo spazio a disposizione per il verde risulta limitato, per la necessità di manufatti legati all'attività dell'impianto, è stato deciso di prevedere una parete verde sul lato lungo del capannone, al fine di mitigarne l'impatto dal punto di vista visivo.

Si tratta di un verde verticale realizzato con cellette modulari, in cui vengono messe a dimora le piante selezionate in funzione dell'esposizione della parete stessa. Per la scelta delle specie si attinge, ancora una volta, dal rilievo delle piante presenti nei dintorni, addizionate ad alcune specie naturalizzate e ornamentali.

Elenco specie per parete verde:

- *Rosmarinus prostratus*
- *Teucrium fruticans*
- *Myrtus communis*
- *Juniperus communis*
- *Spartium junceum*
- *Pittosporum tobira nana*
- *Lantana sellowiana*
- *Grevillea rosmarinifolia*.

Tutta l'area sarà recintata in modo da permettere l'accesso solo dai cancelli di ingresso.

3.10. FLUSSI ATTESI DI TRAFFICO VEICOLARE

Nella tabella 3.10/1 si riporta il numero di mezzi di diversa tipologia previsti in fase di gestione, sia per il conferimento dei rifiuti che per le forniture o l'allontanamento di materia.

	Quantità (t)	Bilici	Mezzi piccoli	Bilici cisterna	Media/mese	Media/giorno	Punta giornaliera F=1.5	Media Oraria (SU 6 ORE)
CONFERIMENTO RIFIUTI								
Rifiuti solidi	170000	8500			708	30	44	-
Chiarificato		39			3	-	-	-
RIFIUTI IN USCITA								
Materiali ferrosi		32			3	-	-	-
Metalli non ferrosi		32			3	-	-	-
Soluzione alcalina esausta liquida				77	-	-	-	-
Soluzione alcalina esausta fanghi				150	-	-	-	-
Acqua glicolata				2	-	-	-	-
Polveri pulizia caldaia			1		-	-	-	-
Carboni attivi di guardia			1		-	-	-	-
Resine scambio ionico			1		-	-	-	-
MATERIE PRIME AUSILIARIE								
Silicio alluminato	5050	202			17	1	1	-
Carbonato di calcio	1400	56			5	-	-	-
PRODOTTI A REGIME								
Anidride carbonica	89000			3330	-	-	-	-
Prodotto vetroso	26500	1060			88	4	6	-
MANUTENZIONI ORDINARIE GENERALI		4	52		-	-	-	-
Totali e Medie	291950	9925	55	3559	827	34	52	5,7

Tabella 3.10/1 – Flussi massimi prevedibili all'impianto di ossidazione termica flameless

Il calcolo di cui alla Tabella 3.10/1 si riferisce a 170.000 t/anno che rappresentano una condizione intermedia tra lo scenario massimo considerato di cui alla Tabella 2/1 (161.000 t) e la richiesta di autorizzazione (177.000 t).

L'impianto si inserisce in un polo industriale dedicato al recupero di rifiuti e al trattamento e smaltimento a chiusura del ciclo dei rifiuti. In particolare sono già oggi presenti e operativi sia la discarica di Belvedere che l'impianto di trattamento meccanico biologico. E' invece in fase di costruzione l'impianto di digestione anaerobica per il recupero della frazione organica.

E' poi in corso di istruttoria di PAUR un progetto di "Razionalizzazione funzionale degli impianti di servizio e contestuale recupero di volumetrie della discarica di Legoli". I volumi di traffico indotti dall'impianto di Ossidazione termica flameless, dunque, vanno ad inserirsi in un contesto a regime derivabile proprio dallo Studio di Impatto Ambientale del sopra citato progetto che, cautelativamente viene preso a riferimento e in cui si legge:

- nella discarica sono prevedibili conferimenti per 320.000 tonnellate annue in D1 e 100.000 tonnellate annue in R11 e/o R3.
- Il TMB può ricevere oltre 100.000 tonnellate anno

Sono poi da considerare le oltre 100.000 t/anno di organico dell'impianto di ALBE.

I mezzi giornalieri previsti per i conferimenti in discarica e al TMB, valutati su 5.5 giorni/settimana, sono **56 autotreni/giorno** in grado di conferire le massime quantità giornaliere gestibili agli impianti esistenti (1600 t/g per la discarica e 360 t/giorno per il TMB).

All'impianto di biodigestione anaerobica di Albe, considerando la capacità annua per cui è autorizzato (poco superiore a 100.000 t/anno) dovrebbero affluire circa 12 autotreni/giorno. Si fa presente già in questa sede che per il calcolo emissivo in atmosfera e per la valutazione delle emissioni acustiche, per l'impianto ALBE sono stati considerati gli scenari più penalizzanti.

In totale, dunque, al polo industriale di Legoli è possibile prevedere che afferiscano per il solo conferimento di rifiuti fino a **68 autotreni/giorno**.

E' stato acquisito il monitoraggio del flusso in ingresso per l'anno 2021 al polo impiantistico di Legoli e che comprende non solo i bilici in ingresso per il conferimento rifiuti ma anche le diverse tipologie di mezzi, di diverse dimensioni, che affluiscono. Nella Tabella 3.10/2 si riportano i dati acquisiti. Come si vede dalla tabella, i bilici in ingresso verso la discarica e il TMB confermano i dati riportati sopra.

Tipologia di mezzi	n. mezzi anno 2021	media giornaliera mezzi
Bilici in ingresso alla discarica da terzi	14'525	46.85
Mezzi piccoli in ingresso alla discarica	348	1.12
Transito interno dal TMB alla discarica	2'058	6.64
Bilici in ingresso al TMB	2'825	9.11
Mezzi piccoli in ingresso al Tmb	1'194	3.85
TOTALE Mezzi in ingresso agli impianti da gestionale	20'950	67.58
Auto in ingresso all'impianto stimato	8'269	26.67
Mezzi in ingresso fornitori di merci e servizi stimato	957	3.09

Tabella 3.10/2 – Flussi in ingresso presso il polo impiantistico di Legoli (anno 2021)

3.11. FASI DI CANTIERE E OBIETTIVI DI SICUREZZA

I lavori oggetto di appalto saranno verosimilmente suddivisi in 3 macrofasi principali in considerazione della mole e diversità di opere richieste. Alcune sottofasi, come da cronoprogramma (**CPR-EG-010**) potranno risultare sovrapposte. Nelle successive fasi di progettazione sarà redatto un apposito PSC che detaglierà le interferenze, indicando le misure per minimizzare i rischi.

• MACROFASE 1

La macrofase 1 mira alla sistemazione dell'area in cui sarà alloggiato il piazzale sede dell'impianto di ossidazione termica flameless, per cui vede l'utilizzo di macchine movimento terra per operazioni di sterro e riporto, oltre a dumper (spostamenti interno area) e autocarri (trasporti da fuori area). Allo stesso tempo si esegue il tracciato e la fondazione della strada principale, infrastruttura parte integrante del progetto ma utilizzata altresì come pista di cantiere, così come le opere di sostegno perimetrali (muri in terra armata lati sud-ovest e sud-est del piazzale, muro di sostegno con micropali al bordo della strada). Accertata la necessità di continuità di accesso per gli automezzi diretti al capannone TMB e all'adiacente biofiltro, si realizza a loro vantaggio previamente una pista parallela al tracciato definitivo, separando in modo spaziale il loro transito dalle attività richieste per la costruzione della strada. In aggiunta, per ulteriore precauzione volta a ridurre le interferenze, la costruzione di detta strada sarà frazionata in 2 step, rispettivamente dalla sez.1 alla 25 e dalla sez.25 alla 52.

In questa macrofase la logistica di cantiere è ridotta al minimo, sia per limitate esigenze, considerato che le operazioni sono interamente meccanizzate, sia per il ridotto spazio fruibile; di fatto si prevede un mini campo-base nella zona vasche di trattamento acque di pioggia. Anche se il sito di cantiere è ubicato all'interno di un contesto controllato, a vantaggio delle maestranze è utile perimetrare le zone di lavoro, pure semplicemente con rete in plastica colorata, rendendo visibile l'area cantierizzata.

In considerazione dei notevoli salti di quota sul perimetro del piazzale e su bordo strada, si predispongono misure protettive anti-caduta; nel primo caso imponendo che il piano di lavoro

resti a quota inferiore rispetto ai muri in terra armata (almeno 100 cm), ove possibile, mentre nei tratti restanti si installerà un parapetto provvisorio, che a breve termine potrà essere sostituito con la recinzione definitiva. Nel secondo caso, la costruzione della berlinese su bordo strada, si deve installare un parapetto provvisorio, pure in legno con montanti infissi.

Il pericolo e conseguente rischio di caduta dall'alto di persone si pone altresì nella formazione dei muri in terra armata sul perimetro del piazzale, a cui si risponderà con misure protettive individuali da valutare nell'ambito del PSC, non potendo concretizzare misure protettive di carattere collettivo.

Preso atto dagli elaborati progettuali che la situazione geotecnica del piazzale non offre adeguata risposta alle richieste di capacità portante dei manufatti (le isole funzionali), a cui consegue la necessità diffusa di fondazioni profonde, appare consigliabile che siano realizzate in questa macrofase, a causa dell'ingombro dei macchinari richiesti, fatto che creerebbe nelle macrofasi successive sovrapposizione di mezzi e persone con interferenze pesanti.

- **MACROFASE 2**

Nella macrofase 2 si realizzano le sostanziali opere di ingegneria civile a supporto dell'impianto vero e proprio, cominciando dal capannone dedicato allo stoccaggio e pre-trattamento dei rifiuti (isola IF02) sino alle fondazioni delle isole minori.

La presenza di impresa sarà maggiore della precedente per cui il campo base subirà un'estensione e potenziamento. La distribuzione delle attività dovrà essere regolata in modo da ridurre le interferenze di lavoro, in particolare per le macchine richieste; infatti il capannone prevede una struttura in larga misura prefabbricata da assemblare a piè d'opera con montaggio attraverso autogru semovente. Pertanto appare necessaria la prescrizione spaziale volta a consentire attività in posizione distinta a sufficiente distanza reciproca.

- **MACROFASE 3**

La macrofase 3 è destinata al montaggio delle apparecchiature elettromeccaniche funzionali all'impianto di ossidazione termica flameless; trattasi di componenti fornite a piè d'opera pressoché già assemblate in larga parte, per cui necessitano sostanzialmente di essere posizionate.

In casi particolari, quali componenti di dimensioni estremamente elevate tali da non consentire il trasporto a piè d'opera nell'assetto finale, si dovrà procedere con la fornitura di sub-componenti a cui è richiesta una maggiore lavorazione in opera di assemblaggio. Uno di tali casi è rappresentato dai serbatoi di CO₂ (isola IF06) la cui lunghezza di circa 40 m appare proibitiva per qualsiasi trasporto eccezionale in funzione del sistema viario della zona di Legoli; pertanto saranno trasportati in cantiere frazionati in 3 o 4 parti e ricomposti in opera con giunti saldati, per cui si individuerà un'area apposita di lavoro. Situazione analoga si presenta per il contenitore dell'impianto di O₂ (isola IF07), di fatto un capannone con funzione di involucro per la protezione acustica dell'esterno; completata la struttura a telaio nella macrofase 2, i tamponamenti e finiture varie saranno possibili solo dopo l'alloggiamento al suo interno delle macchine. In questa macrofase 3 si completerà l'impianto con la distribuzione delle reti, interrate o meno, e con la pavimentazione definitiva del piazzale e della strada principale. Al termine dei montaggi elettromeccanici e della loro messa regime dovrà seguire l'opera di pulizia del resede con la smobilitazione del campo base e dell'intera logistica.

Per i dettagli sui primi indirizzi per la sicurezza si rimanda agli elaborati **SIC-RT-010 e SIC-EG-010/060**

3.12. RENDERING

E' stato elaborato uno specifico rendering per inquadrare l'inserimento dell'impianto e delle sue diverse strutture nel contesto generale del polo di Legoli. Nelle Figure 3.12/1÷3.12/4 si riportano alcune viste di insieme ed alcuni rendering delle principali strutture, rimandando alle tavole **GEN-EG-040** e **FEA-EG-150** per ulteriori dettagli.



Figura 3.12/1 – Vista generale dell'impianto da Nord Ovest



Figura 3.12/2 – Vista generale dell'impianto da Sud-Est



Figura 3.12/3 – Vista generale del capannone IF2



Figura 3.12/4 – Vista generale del capannone e della struttura Isotherm

4. PIANI DI GESTIONE, MONITORAGGIO E CONTROLLO

I Piani di gestione, monitoraggio e controllo dell'impianto individuano le modalità e le procedure necessarie a garantire che le attività siano condotte in conformità delle autorizzazioni rilasciate.

4.1. PIANI DI GESTIONE E CONTROLLO

I Piani di Gestione e Controllo dell'impianto, organizzati in conformità con le disposizioni di Legge, sono riportati negli **elaborati ITC** ai quali si rimanda per i relativi dettagli.

4.2. PIANO DI MONITORAGGIO E CONTROLLO AMBIENTALE

Il Piano di Monitoraggio e Controllo Ambientale del sito di localizzazione dell'impianto, organizzato in conformità con le disposizioni di Legge, è riportato negli **elaborati PMC** ai quali si rimanda per i relativi dettagli.

4.3. PIANO DI RIPRISTINO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE

Il Piano di Rispristino Ambientale del sito di localizzazione dell'impianto, organizzato in conformità con le disposizioni di Legge, è riportato negli **elaborati INS** ai quali si rimanda per i relativi dettagli.

4.4. PIANO ECONOMICO FINANZIARIO

Il Piano Economico Finanziario dell'impianto, organizzato in conformità con le disposizioni di Legge, è riportato negli **elaborati PEF** ai quali si rimanda per i relativi dettagli.

4.5. PIANO DI DECOMMISSIONING

Il Piano di Decommissioning del sito di localizzazione dell'impianto, organizzato in conformità con le disposizioni di Legge, è riportato negli **elaborati DEC** ai quali si rimanda per i relativi dettagli.

4.6. PIANO DI EMERGENZA INTERNO

Il Piano di Emergenza interno è stato elaborato nonostante in questa fase non sia obbligatorio per fornire indicazioni preliminari da sviluppare in fase esecutiva e di esercizio. Si rimanda agli **elaborati PEI**.

4.7. MANUALE SME – LINEE DI INDIRIZZO

Considerando che in questa fase non è ancora attiva una specifica ricerca di mercato né contrattualizzata alcuna commessa di fornitura, non è possibile redigere in dettaglio un vero e proprio SME ma è comunque possibile tracciare delle linee di indirizzo per la futura stesura che l'effettivo fornitore della tecnologia redigerà in collaborazione con Novatosc. E' stato quindi predisposto il documento **ITC-RT-040** a cui si rimanda.

5. PROCEDIMENTI AMMINISTRATIVI CONNESSI

5.1. VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

Il progetto per il quale viene richiesta l'autorizzazione ricade tra quelli previsti alla **Parte Seconda - Allegato III** del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., ed in particolare alla lettera:

- **n)** Impianto di smaltimento e recupero di rifiuti non pericolosi, con capacità superiore a 100 t/giorno, mediante operazioni di incenerimento o di trattamento di cui all'allegato B, lettere D9, D10 e D11, ed allegato C, lettera R1, della parte quarta del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

Il progetto, quindi, deve essere sottoposto alla procedura di Valutazione di Impatto Ambientale, ai sensi dell'art. 43 della L.R. 10/2010 e ss.mm.ii., di competenza della Regione Toscana; pertanto il progetto definitivo dell'intervento è comprensivo dello **studio DI IMPATTO ambientale** relativo all'intervento da realizzare.

5.2. OCCUPAZIONE AREA

L'area su cui è previsto l'impianto non è attualmente nella disponibilità della società proponente e dovrà essere acquisito il relativo titolo di proprietà. La Società Belvedere, titolare dell'area e socia di Novatosc srl, ha rilasciato un titolo preliminare di disponibilità alla cessione (vedi **CAT-AL-020**).

5.3. AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE

All'interno della procedura di PAUR, è stata predisposta tutta la documentazione necessaria per consentire l'ottenimento dell'Autorizzazione Integrata Ambientale ai sensi dell'articolo 29 ter del D.Lgs 152/2006.

Come anticipato, dove possibile e/o utile, è stata indicata anche la **numerazione degli elaborati riportata nella modulistica approvata con la DGRT 1227/2015** e riportata anche nella istanza di AIA, come risulta esaminando l'**ELENCO ELABORATI** presentato.

5.4. SCARICHI SUL SUOLO E IN ACQUE SUPERFICIALI

L'impianto prevede la realizzazione di un nuovo capannone industriale con annessi uffici e spogliatoi. I **Nuovi Servizi** saranno dotati di bagni per il personale e di impianti di condizionamento e/o climatizzazione dell'aria.

Tenuto conto:

- che l'area in oggetto non è servita dalla pubblica fognatura;
- che i **liquami civili** e le **acque di condensa** derivanti dagli impianti di condizionamento e/o climatizzazione non potranno essere immessi in acque superficiali;
- che ai sensi dell'Art. 18 del Regolamento 8 settembre 2008, n. 46/R - Regolamento di attuazione della legge regionale 31 maggio 2006, n. 20 le acque di condensa sono assimilate ad acque reflue domestiche;
- che comunque si tratta di quantitativi non significativi;

i **liquami civili** e le **acque di condensa** saranno gestiti e smaltiti autonomamente ai sensi del DPGRT 46/R/2008; pertanto **dovrà essere richiesta la relativa autorizzazione**.

Altri scarichi vengono richiesti per la corretta gestione di:

- Acque di prima pioggia (5 mm della superficie) dopo apposito trattamento;
- Acque di raccolta stradale (2 punti di immissione);
- Acque di condensa dell'impianto.

5.5. EMISSIONI IN ATMOSFERA

Per quanto attiene le emissioni convogliate in atmosfera, dovrà essere **richiesta la relativa autorizzazione**. Non sono prevedibili, invece, emissioni diffuse polverulenti mentre da un punto di vista odorigeno andrà acquisito il nulla osta per la presenza del biofiltro.

5.6. AUTORIZZAZIONE DEL M.I.S.E. E CONNESSIONE A e-distribuzione

Il progetto richiede l'autorizzazione del M.I.S.E. e la connessione a e-distribuzione, per le quali viene fornita la copia dei moduli già inviati (vedi allegati **IEP-AL-010/020**).

La pratica è stata caricata sul portale di E-distribuzione in data 13 Aprile 2023 pagando i relativi oneri come allegato alla documentazione progettuale.

Con la restituzione degli oneri versati, avvenuta nel febbraio 2024, la Società Novatosc ha preso atto del rigetto della pratica da parte di e-distribuzione che, nel frattempo, aveva avviato la procedura di coordinamento con Terna ai sensi dell'articolo 34 del TICA.

Sono così stati avviati con il gestore costanti confronti tecnici per inquadrare la soluzione più funzionale e sostenibile per la cessione di energia. E-Distribuzione ha prescritto il collegamento in antenna, con sezione a 132 kV, con l'esistente CP "TERRICCIOLA" che necessita della realizzazione di una stazione AT di utenza, necessaria ad elevare la tensione di impianto al livello di 132 kV, per il successivo smistamento alla CP di "TERRICCIOLA". È stato quindi studiato un tracciato, in parte in alta tensione e in parte in media tensione, che dalla Centrale di Terricciola arriva fino all'ingresso del polo impiantistico Belvedere. Il tracciato è interamente su strada esistente riducendo di conseguenza ogni tipologia di impatto.

La stazione di utenza sarà ubicata in prossimità della CP di consegna e sarà quindi necessario collegare l'impianto di ossidazione termica alla stazione mediante un cavidotto interrato in MT. Si allega nel documento **PEL-AL-030** il preliminare d'acquisto dell'area. L'accesso alla stazione è previsto da un unico ingresso situato sul lato est, direttamente collegato alla viabilità esistente.

Il 10/12/2024 Novatosc, unitamente ad una serie di documenti integrativi richiesti in sede di istruttoria, ha depositato anche gli elaborati del progetto di connessione.

La Regione in data 23/12/2024 ha inviato a Novatosc una nuova comunicazione in cui ha rilevato che la nuova soluzione di connessione, che prevede l'ampliamento della Cabina Primaria di trasformazione 132/15 kV "Terricciola" (PI) di proprietà di e-distribuzione nonché la realizzazione di un nuovo tratto di elettrodotto interrato in MT della lunghezza di circa 16 Km, si configura come modifica sostanziale al progetto, **e interessa i Comuni di Terricciola (PI) e Palaia (PI) mai coinvolti** nel procedimento e necessita per la sua realizzazione ed esercizio dell'autorizzazione unica energetica ai sensi della L.R. 39/2005, non indicata inizialmente tra i titoli da ricomprendere nel PAUR.

Di conseguenza, Novatosc ha provveduto a redigere i nuovi documenti richiesti, tra cui un addendum allo Studio di Impatto Ambientale ([SIA-ADD-011](#)) e alcune relazioni specialistiche ([ARC-RT-010](#) – [GEO-RT-020](#) – [TRS-RT-020](#) – [INS-RT-020](#) -[SMD-RT-020](#) – [SNT-ADD-011-VAR-RT-011](#)).

Per i dettagli progettuali si rimanda ai [PEL-RT-012](#), [PEL-RT-021](#), [PEL-RT-032](#), [PEL-RT-041](#), [PEL-RT-052](#), [PEL-RT-061](#), [PEL-RT-070](#), [PEL-AL-011](#), [PEL-AL-021](#), [PEL-AL-031](#), [PEL-AL-040](#), [PEL-AL-050](#), [PEL-AL-060](#), [PEL-AL-070](#), [PEL-AL-080](#), [PEL-EG-010](#), [PEL-EG-021](#), [PEL-EG-030](#), [PEL-EG-041](#), [PEL-EG-051](#), [PEL-EG-061](#), [PEL-EG-070](#), [PEL-EG-080](#).

5.7. PERMESSO A COSTRUIRE

La documentazione di progetto è completa di tutti gli elaborati necessari per ottenere il Permesso a Costruire quale endoprocedimento dell'istruttoria di PAUR. Si rimanda alla documentazione specifica per gli approfondimenti ritenuti necessari

5.8. OCCUPAZIONE AREE DEMANIALI

La documentazione di progetto è completa di tutti gli elaborati necessari per ottenere la concessione delle aree demaniali, quale endoprocedimento dell'istruttoria di PAUR. Si rimanda alla documentazione specifica (elaborati **DEM**) per gli approfondimenti ritenuti necessari

5.9. GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

Il progetto prevede che la maggior parte dei terreni scavati venga riutilizzata in cantiere per i necessari riporti ([TRS-EG-010](#)), esulando, dunque, dalla normativa in tema di rifiuti. Le eccedenze di scavo verranno gestite ai sensi del DPR 120/2017 in materia di terre e rocce da scavo. A tal fine sono state eseguite, a diversa profondità, apposite caratterizzazioni dei materiali oggetto di scavo, dimostrando il rispetto dei limiti di cui alla tabella 1 dell'allegato 7 al Titolo V della parte Quarta del d.lgs. n. 152 del 2006 ([TRS-RT-010](#)).

5.10. CERTIFICATO DI PREVENZIONE INCENDI

La documentazione di progetto è completa di tutti gli elaborati necessari per ottenere la concessione dei Vigili del Fuoco, quale endoprocedimento dell'istruttoria di PAUR. Si rimanda alla documentazione specifica (elaborati **IAP**) per gli approfondimenti ritenuti necessari

5.11. VARIANTE URBANISTICA PER LA STAZIONE DI UTENZA

Il progetto di connessione con elettrodotto prevede la predisposizione di una Stazione di utenza, la cui posizione è stata individuata in prossimità della Cabina Primaria a Terricciola. La società Novatosc ha provveduto ad avviare l'iter per acquisire l'area d'interesse e nell'allegato [PEL-AL-031](#) è riportato il contratto preliminare di compravendita. Attualmente la porzione di terreno oggetto d'intervento è caratterizzata dalla destinazione d'uso seminativo, ed è emersa dunque la necessità di predisporre una Variante Urbanistica per richiedere la destinazione ad uso industriale. La variante sarà finalizzata a valle dell'autorizzazione dell'intero impianto, in quanto in sua assenza, non si materializzerebbe la necessità di procedere con la Stazione di Utenza. Tuttavia è stata predisposta la documentazione necessaria per una corretta valutazione in sede di Conferenza dei Servizi e di cui l'Amministrazione Comunale potrà prendere visione esprimendosi in merito ([VAR-RT-011](#)).

6. MOTIVAZIONI E FINALITA' DELLA SOLUZIONE PRESCELTA

Le motivazioni sono ampiamente descritte in premessa al presente Studio.

Il progetto è destinato al recupero di rifiuti non diversamente valorizzabili e destinati allo smaltimento in discarica con il vantaggio di produrre materia (acqua, CO₂, materiale vetroso) ed energia.

Il processo proposto risulta l'unico caso al mondo di applicazione industriale alla tematica rifiuti di ossidazione termica flameless in pressione che, pur rientrando all'interno della categoria "waste to Energy" differisce completamente dal classico ciclo di termovalorizzazione, tra l'altro escluso sia dalle linee di indirizzo regionali che da quelle proprie del gestore unico dell'ATO Toscana Costa. La tecnologia, in generale, ha dimostrato una grande flessibilità nel trattamento di una grande varietà di materiali (combustibili, combustibili di basso rango, rifiuti), mostrando risultati sempre simili tra cui fumi molto puliti in uscita dal reattore, prima quindi del relativo trattamento, e materiale vetroso inerte che ingloba gli incombustibili.

Il modulo "Flameless Pressurized Oxy-Combustion" (FPO) è costituito da poche semplici operazioni unitarie:

- pretrattamento del materiale;
- reattore pressurizzato;
- recupero del materiale vetroso;
- caldaia pressurizzata;
- trattamento fumi.

Il modulo FPO ha in ingresso l'ossigeno tecnico e il materiale da trattare e produce vapore ad alta pressione, materiale vetroso inerte e fumi molto puliti. Il modulo FPO è il cuore di una piattaforma tecnologica, che prevede alcune unità ausiliarie: l'unità di produzione dell'ossigeno, l'unità di produzione di energia elettrica e l'unità di recupero di CO₂ dai fumi.

Da rilevare che la tecnologia proposta da OXOCO srl è stata riconosciuta quale nuova BAT nel settore dell'incenerimento rifiuti come risulta dal nuovo BREFs – Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Incineration, pubblicato ufficialmente a dicembre 2019 dalla Commissione Europea e nel quale è ad essa dedicato il paragrafo 6.3 "Flameless Pressurized Oxycombustion" consultabile al link:

https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2020-01/JRC118637_WI_Bref_2019_published_0.pdf

pag. 513, par. 6.3, cap. 6, tra le tecnologie emergenti. Il riconoscimento a "migliore tecnologia disponibile" è stato assegnato all'intero processo e non a singoli componenti o circuiti d'impianto.

La tecnologia prescelta si pone all'avanguardia in quanto garantisce, oltre ai vantaggi delle classiche tecnologie di incenerimento, quali la riduzione del quantitativo di rifiuto esitato in discarica e il recupero energetico, anche un recupero della frazione incombustibile del rifiuto trattato con produzione di un materiale vetroso inerte classificabile End of Waste (EoW), che viene impiegato in sostituzione di materia prima vergine, nonché il recupero della CO₂ presente nei gas, (nei quali è contenuta già in concentrazioni superiori all'80%) evitandone l'emissione in atmosfera e producendo gas tecnico con una qualità tale da consentirne la commercializzazione. In più la tecnologia prescelta garantisce prestazioni ambientali nettamente superiori a quelle degli impianti tradizionali, essendo caratterizzata da livelli di emissioni gassose ampiamente al di sotto dei limiti di legge, con abbattimento, pressoché totale e sicuro in tutte le condizioni di

funzionamento, inclusi i transitori, degli inquinanti organici (IPA, Diossine, Furani, PCB) e dei metalli pesanti, il contenimento degli NO_x senza bisogno di trattamenti specifici, e l'assenza praticamente totale di ceneri prodotte (sia fly che heavy ash). I risultati inerenti alle prestazioni della tecnologia ISOTHERM® per il trattamento di rifiuti speciali derivanti dal trattamento dei rifiuti urbani sono stati frutto di una campagna sperimentale condotta nel 2014 presso l'impianto pilota da 5 MW di ITEA S.p.A., sito in Gioia del Colle, impiegando come materiale di test rifiuti provenienti dall'impianto di trattamento AMIU PUGLIA S.p.A. di Bari. L'impianto in oggetto è costituito da 2 linee con una capacità, ciascuna, 3 volte superiore.

Per tanto la scelta è ricaduta su una tecnologia che, pur inserita come *Best Available Techniques (BAT) for Waste Incineration*, **non è assolutamente assimilabile ai tradizionali inceneritori per rifiuti solidi** essenzialmente nei seguenti aspetti:

- i processi di ossidazione avvengono in pressione, a temperatura alta ed uniforme in tutto il reattore ISOTHERM® (1250-1500 C, condizioni *flameless*), distruggendo (e/o non formando) gli inquinanti organici (IPA, Diossine, Furani, PCB) e fondendo gli incombustibili contenuti nel rifiuto, sequestrandoli dai fumi e segregandoli, attraverso un repentino raffreddamento in acqua, in un prodotto vetroso (eliminando così del tutto ed alla radice il problema delle ceneri);
- ampie evidenze sperimentali sul pilota dimostrativo da 5 MWt hanno evidenziato costantemente che, in condizioni "flameless", una volta assicurata la temperatura voluta in camera di combustione e la condizione di eccesso Ossigeno sopra lo stechiometrico, è assicurata la prestazione di combustione totale dei combustibili con ridottissime emissioni nel gas, già all'uscita dal reattore, così come, la prestazione di fusione e separazione qualitativa dell'incombustibile fuso ed esitazione sotto forma di perle vetrificate inerti. Ancor più importante, le prestazioni ambientali sono costanti al variare del carico termico all'impianto, azzerando così i problemi dei transitori, e sono ottenute anche a fronte di una alimentazione fortemente eterogenea ed ampiamente fluttuante come quella dei Rifiuti Urbani;
- il punto sopra rappresenta l'inusuale opportunità di poter attuare un software di controllo del processo in tempo reale, autodiagnostico e con interventi diretti in campo, ad automazione avanzata e secondo criteri di "automazione intelligente";
- come comburente si utilizza ossigeno tecnico anziché aria (*oxy-combustion*), riducendo così drasticamente il volume totale degli effluenti, rendendoli idonei al recupero di CO₂ commerciale;
- a conferma industriale dei dati di letteratura sull'ossidazione termica pressurizzata, il trattamento senza fiamma risulta al vertice dell'efficienza di recupero termico (>95% perché recupera anche una parte del calore di condensazione dell'acqua di processo) e permette di produrre vapore ad alto contenuto energetico (520°C e 80 bar-a) totalmente sfruttato nella turbina a vapore commerciale (efficienza elettrica 38% lorda) ;
- non c'è accumulo di materiale incombusto nel combustore, per cui sono possibili variazioni di carico in tempo reale ed un arresto istantaneo. Anche una fermata di emergenza non comporta nessun picco né aumento dei valori di emissione;
- il processo di post-trattamento dei gas emessi è limitato all'eliminazione dell'acidità e delle tracce di polveri residue, grazie anche al fatto che i gas in uscita dal combustore non contengono inquinanti organici, ed è attuato con un processo di assorbimento multistadio ad umido, con fase di esaurimento molto spinta (grazie al multistadio), allineando così anche questi ultimi residui di inquinanti ai bassissimi livelli degli altri, molto al di sotto dei limiti di legge, e che per sua natura tecnica facilita enormemente le problematiche di controllo delle emissioni al variare del carico di composti acidi;

- la tecnologia senza fiamma non richiede prelievi di acqua (l'impianto è produttore netto di acqua recuperata), e le correnti di effluente liquido di FGC-neutralizzazione sono riciclate/riutilizzate;
- vantaggi addizionali sono legati al ridotto ingombro dell'impianto, nonché all'alimentazione del rifiuto solido come dispersione in acqua/percolato, riducendo i problemi legati a polverosità ed odori, e riuscendo a trattare contestualmente anche il percolato derivante da biostabilizzazione dei rifiuti solidi urbani.

In tema rischi, si osserva che nessuna parte di impianto tratta materiale combustibile secco. Anche la parte a monte della formazione slurry tratta rifiuto ad alto contenuto di umidità totale (i.e. 40-60% a seconda del grado di stabilizzazione), senza trattamenti preliminari, con emissioni di polveri molto ridotte, ovvero a concentrazione in aria molto al di sotto del limite di pericolo. Circa l'aria di contenimento dei mulini (3 mm), anche lì c'è evidenza, in base a prove sperimentali dirette, che il rifiuto entra umido nel mulino perdendo una parte modesta dell'umidità, e ne esce macinato, ma ancora con un alto contenuto di umidità totale. L'aria di macinazione risulta pertanto anch'essa con concentrazioni di polveri molto al di sotto del limite di pericolo.

Infine, gli ulteriori vantaggi in comune con altri impianti tradizionali sono:

- elevato recupero energetico (>95%) mediante produzione di vapore e utilizzo di questo in turbina (ciclo Rankine);
- smaltimento di elevate quantità di rifiuto, che viene così "sottratto" al conferimento in discarica.

Di conseguenza, in relazione alla tipologia di rifiuti da trattare e alla loro quantità stimata, si ritiene che la scelta di questa tecnologia rappresenti al momento la migliore opportunità perseguibile per sottrarre 170.000 tonnellate/anno dallo smaltimento in discarica.

Per la valutazione dei benefici economici derivanti dall'intervento, si rimanda integralmente agli elaborati **PEF-RT-010-piano-economico-finanziario** e **BSE-RT-010-benefici-socio-economici**.

7. INTERVENTI ALTERNATIVI IPOTIZZABILI

Alternativamente alla soluzione prescelta, rimanendo all'interno delle linee di indirizzo della Regione Toscana esistono le seguenti possibilità:

- individuazione di un altro sito per la medesima tecnologia;
- soluzione zero.

7.1. ALTRO SITO

La scelta di un altro sito, pur possibile, sarebbe peggiorativa per diversi motivi fra i quali:

- maggior costo di gestione in quanto occorrerebbe realizzare tutte le opere ex novo (viabilità, servizi, parcheggi, stoccaggio percolato, pese etc.);
- maggiore impatto ambientale sul territorio rispetto ad un intervento su un polo impiantistico in grado di ottimizzare servizi e creare sinergie;
- Assenza di sinergie tecnologiche e impiantistiche: la collocazione nel polo di Legoli garantisce di interpretare al meglio il concetto di circolarità immettendo nel ciclo produttivo il percolato della discarica (utile per preparare lo slurry) e utilizzando il metano da essa valorizzato per le fasi di start up e di riavviamento dopo i fermi impianto programmati.
- Necessità di un coinvolgimento ex novo del contesto socio-economico in cui sarebbe da prevedere l'impianto. Le comunità locali in cui è invece previsto l'impianto sono già ben informate delle opportunità che derivano dagli investimenti pregressi e da quelli in atto, nonché consapevoli della tutela sia dell'ambiente che della popolazione garantita nel tempo dai gestori.

Si evidenziano inoltre alcuni elementi preferenziali per la positiva valutazione dell'intervento:

- dotazione di infrastrutture;
- impianti di trattamento rifiuti già esistenti (TMB) ed in via di realizzazione (FORSU);
- localizzazione in area già adibita a servizi per il trattamento e recupero dei rifiuti;
- preesistenza di reti di monitoraggio per il controllo ambientale;
- viabilità d'accesso esistente
- disponibilità di collegamenti stradali esterni ai centri abitati.

7.2. OPZIONE ZERO

La non realizzazione dell'opera obbligherebbe a chiudere il ciclo dei rifiuti secondo le consolidate logiche dello smaltimento in discarica. Il progetto proposto, invece, consentirà di sottrarre fino a 170.000 tonnellate/anno di rifiuti all'interramento; anticipando al 2030 gli obiettivi imposti dalla comunità europea.

8. QUADRO TEMPORALE DEGLI INTERVENTI E VITA UTILE DELL'IMPIANTO

Per quanto riguarda i tempi tecnici previsti per la realizzazione degli interventi, si evidenzia che essi saranno sostanzialmente determinati dai tempi necessari per il rilascio delle varie autorizzazioni da parte della Regione Toscana. Il quadro temporale degli interventi riportato nella Figura 12/1 contempla le seguenti macrofasi operative:

1. Presentazione di istanza di PAUR e verifica di completezza documentale
2. Avvio del procedimento e istruttoria Regione Toscana
3. Affidamenti incarichi tecnici per il progetto esecutivo
4. Progettazione esecutiva e PSC
5. Affidamenti incarichi tecnici di DL e CSE
6. Selezione imprese esecutrici e contrattualizzazioni
7. Costruzione dell'impianto secondo crono programma di massima
8. Collaudi
9. Autorizzazione all'esercizio e avviamento

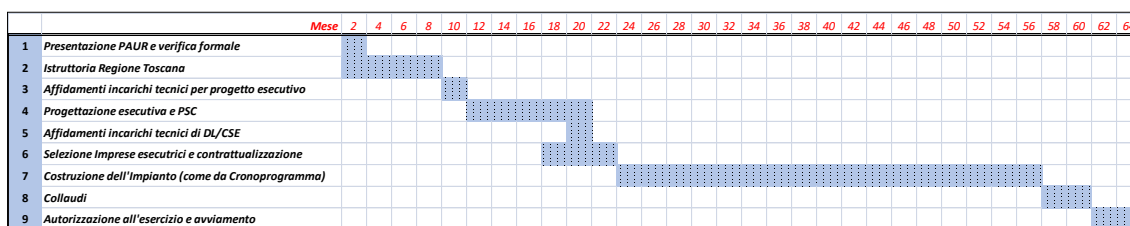


Figura 8/1 – Quadro temporale degli interventi

Per il crono programma di massima si rimanda al documento **CPR-EG-010**

Il quadro complessivo indica che sono stimabili 64 mesi affinché l'impianto possa entrare in funzione. Alcune tempistiche, tra cui gli affidamenti e la contrattualistica, potranno essere ottimizzate da parte della Società mentre resta solo un riferimento indicativo la tempistica istruttoria. Per l'esecuzione dei lavori si ritiene che in fase esecutiva possano essere ottimizzate alcune fasi di lavoro propedeutiche (movimenti terra e strutture) mentre sarà da verificare anche in funzione della congiuntura di mercato, l'approvvigionamento delle infrastrutture tecnologiche.

La vita utile dell'impianto è oggi considerata in **20 anni** (vedi elaborato **PEF-RT-010-piano-economico-finanziario**).

9. VERIFICA DELLA SUSSISTENZA DELL'OBLIGO DI PRESENTAZIONE DELLA RELAZIONE DI RIFERIMENTO

La verifica della sussistenza dell'obbligo di presentazione della Relazione di Riferimento è stata sviluppata nell'elaborato **ITG-RT-070**, al quale si rimanda integralmente.

10. QUADRO ECONOMICO E PIANO ECONOMICO-FINANZIARIO

E' stato elaborato un quadro economico complessivo basato su un dettaglio dei costi di investimento, compresi quelli per l'elettrodotto, e suddiviso per le diverse tipologie di opera. I computi di dettaglio, pur se non allegati, sono riassunti in una scheda sintetica inserita nel documento **QEC-RT-011** che, basandosi sia su prezziari ufficiali (regionali, DEI, bollettino Ingegneri) che su indagini di mercato, ha consentito di quantificare l'investimento atteso, al lordo di eventuali ribassi d'asta eccedenti il 20% sulle opere civili o di oscillazioni di mercato. Il computo metrico è stato aggregato in macrocategorie di costo per facilitarne la lettura aggiungendo la macrocategoria 11 "Opere di connessione alla RTN". Il costo complessivo dell'opera è riassunto nello schema di Tabella 10/1 da cui si evince che l'investimento tecnologico, comprensivo di tutte le opere civili e al netto di eventuali "contingencies" e di "altri costi tecnici", è di poco inferiore a **88 milioni** di Euro.

N.Ordine	Macrocategorie di lavoro	TOTALE
1	Viabilità	1.414.145,36
2	Opere strutturali	20.554.860,45
3	Muri in terra rinforzata e movimentazione terre	845.833,60
4	Infrastrutture tecnologiche	57.349.567,60
5	Sicurezza	880.651,20
6	Impianti elettrici (Fabbricati con fotovoltaico ed esterni)	1.021.322,08
7	Impianti meccanici Isola Funzionale IF02	150.913,63
8	Impianto antincendio	377.508,00
9	Opere idrauliche	362.732,64
10	Opere a verde	492.230,42
11	Opere di connessione alla RTN	4.535.664,32
TOTALE A	COSTO IMPIANTO	87.985.429,30
N.Ordine	ALTRI COSTI	TOTALE
11	Detailed Engineering	5.373.691,69
12	Site cost and supervision	4.900.788,41
13	Collaudi in cordo d'opera e statici	400.000,00
TOTALE B		10.674.480,10
TOTALE COMPLESSIVO (IVA ESCLUSA)		98.659.909,40

Tabella 10/1 – Costo di investimento suddiviso per macrocatgorie

Il computo, alla data attuale, risente in maniera sensibile degli scenari internazionali e dei conseguenti, e recenti, incrementi di costo sia per le voci riferibili all'ingegneria civile che, ancor di più, per le infrastrutture tecnologiche i cui oneri si basano esclusivamente su preventivi di fornitori esterni, fra l'altro con scadenza temporale ravvicinata a riprova di un mercato ancora molto fluido. Di conseguenza, se possono prevedersi consueti ribassi d'asta sulla parte di infrastrutture civili, risulta al contrario imponderabile, nel breve e medio termine, un posizionamento affidabile del mercato riferito alle infrastrutture tecnologiche.

Il costo presunto di investimento, così come gli altri costi, vengono assunti come base di partenza anche per un Piano economico Finanziario esteso alla vita utile dell'impianto (**PEF-RT-010**) e che, considerando gli ampi margini di tolleranza con cui gli investimenti erano stati in esso considerati, **non è stato oggetto di un nuovo aggiornamento**. Nei costi del PEF sono considerati, cautelativamente, anche altre voci di costo tra cui: costi di avviamento della Newco, contingencies (10%), investimenti tecnici iniziali, licenze, costi di management, costi di sviluppo e supporto R&S, process engineering, procurement, subcontracting, HO construction, QA/QC, job roles and training, costi amministrativi ed altre voci di costo che portano l'importo complessivo di riferimento a **125 milioni** di Euro pari a **circa 700.000 Euro ogni 1000 tonnellate di rifiuto** per cui si richiede l'autorizzazione.