

STROMBIA – Sistema Trattamento Rifiuti per l’Ottenimento di una Mobilità a Basso Impatto Ambientale

Jacopo Brazzoduro [jacopo.brazzoduro@mail.polimi.it](mailto:jacopo.brazzoduro@mail.polimi.it)

Daniele Matteo Conti [danielematteo.conti@mail.polimi.it](mailto:danielematteo.conti@mail.polimi.it)

David Deurandi [david.deurandi@mail.polimi.it](mailto:david.deurandi@mail.polimi.it)

Enkeled Hoxha [enkeled.hoxha@mail.polimi.it](mailto:enkeled.hoxha@mail.polimi.it)

## Presentazione del Progetto

La soluzione STROMBIA si propone a livello trasversale tra la mobilità sostenibile, la raccolta rifiuti e la compatibilità con la conformazione dell’isola. Considerato che l’isola di Stromboli è strettamente dipendente dalla centrale elettrica ENEL con la potenza da 4 MW, si è pensato di affiancare alla centrale un termovalorizzatore di ultima generazione. L’impianto ha come obiettivo la produzione di energia elettrica, necessaria sia a livello di rete che per la ricarica dei piccoli mezzi utilizzati per la raccolta rifiuti sull’isola. Affiancando alla centrale elettrica un termovalorizzatore è possibile ovviare almeno parzialmente alla necessità di trasportare verso il continente buona parte dei rifiuti raccolti, evitando di impiegare quindi delle imbarcazioni. L’utilizzo di imbarcazioni per il trasporto dei rifiuti verso il continente si stima ridotto circa del 70%, ovvero la massa finale residua dopo la combustione nel termovalorizzatore.

Considerata la natura vulcanica dell’isola, per la stabilizzazione della fiamma del termovalorizzatore si è considerato l’utilizzo dell’energia geotermica. Il quantitativo energetico fornito dalla componente geotermica consente anche di iniziare il processo di desalinizzazione dell’acqua marina, necessaria per far funzionare il termovalorizzatore. L’acqua in uscita dal termovalorizzatore, sebbene non sia potabile, può essere impiegata efficacemente per le attività agricole. L’energia termica in uscita dal termovalorizzatore, specialmente nella stagione estiva quando si considera di avere un maggiore apporto di rifiuti e di conseguenza una produzione che supera significativamente la domanda interna, può essere impiegata anch’essa nel trattamento delle acque, sia in entrata che in uscita dall’impianto.

Una volta prodotta l’energia elettrica, con essa si considera di alimentare non solo i veicoli per le funzioni comunali ma anche eventualmente di rilasciare nella rete l’energia prodotta, per ridurre la quantità di energia prodotta dalla centrale elettrica. Soprattutto in bassa stagione, l’impianto insieme alla centrale fotovoltaica di Ginostra potrebbe contribuire significativamente alla domanda interna dell’isola.

Nei periodi di alta affluenza, considerando una maggiore produzione di rifiuti data dai turisti, è necessario attivare dei sistemi per l’accumulazione dell’energia. Se è ancora presto per parlare di Vehicle-to-Grid (e comunque il numero di veicoli disponibili è veramente molto limitato), si considera intelligente l’installazione di sistemi di accumulo (BSS, Battery Storage System).

Per liberare le strade e aumentare l’efficienza della raccolta rifiuti un sistema di cestini smart connessi alla rete pubblica locale di internet è stato implementato nel progetto. Quest cestini hanno doppia funzione, non solo migliorano la pulizia dell’isola in quanto possono essere dispersi praticamente ovunque viste le dimensioni ridotte ma avvisano anche il netturbino tramite App sullo stato di riempimento, riducendo così al minimo gli spostamenti per la raccolta sulle strade già affollate dai turisti.

Se l'impatto sull'acqua è favorevole in quanto consente anche di ridurre parzialmente la dipendenza dal continente, l'impatto sull'atmosfera del termovalorizzatore è da analizzare. I recenti sistemi di cattura e utilizzo dell'anidride carbonica (CCUS, Carbon Capture and Usage Systems) come quelli basati sul ciclo del calcio consentono una efficienza molto alta, superiore all'80% delle emissioni in uscita dall'impianto. L'anidride carbonica catturata ha due possibili utilizzi: il primo è l'immagazzinamento (storage), il secondo è l'utilizzo (usage), che nel caso studio si rivela utile se immagazzinato in estintori di categoria B e C, ovvero utili per sostanze infiammabili e circuiti elettrici.

L'efficienza del sistema dipende molto dal coinvolgimento degli abitanti e dei visitatori dell'isola: se l'impatto dato dalla riduzione delle navi cargo coi rifiuti è immediato, è meno semplice comprendere come il corretto smaltimento dei rifiuti consentirebbe un maggiore rendimento dell'impianto.

## INNOVATIVITÀ E REPLICABILITÀ



L'innovatività di questo progetto si vede nel massimo sfruttamento di risorse limitate. I rifiuti, che al momento sono visti come un impedimento e creano problemi, diventano una risorsa utile per contribuire a ridurre la dipendenza dell'isola dal continente. Il modello implementato mira a sfruttare in modo diretto o indiretto tutto ciò che entra e/o esce dal sistema.

Già il progetto SmartIsland del Centro Nazionale di Ricerca – Istituto dell'Inquinamento atmosferico affronta parzialmente gli stessi problemi. Quanto presentato è un'evoluzione di quanto messo a punto dal CNR, i quali hanno limitato a una fase preliminare gli stessi aspetti e le stesse problematiche. Al netto dello sfruttamento dell'energia geotermica (fattore molto importante nel caso di Stromboli vista la presenza di un vulcano) per la stabilizzazione della fiamma del termovalorizzatore, la soluzione è replicabile su ogni isola che ha a disposizione dei rifiuti residui/dipende effettivamente dalla terraferma per lo smaltimento dei rifiuti.

Dal punto di vista della mobilità, i miglioramenti più evidenti sono dati dalla gestione intelligente della raccolta dei rifiuti e dalla riduzione delle navi cargo che trasportano verso il continente i rifiuti, oltre alle stesse navi cargo necessarie per trasportare l'acqua sull'isola. Se l'impatto ambientale dato dalla riduzione del numero di navi è difficile da stimare, a livello logistico la rimozione di ogni singola nave cargo dalle rotte per l'isola è da considerarsi una vittoria.

## IMPATTO AMBIENTALE

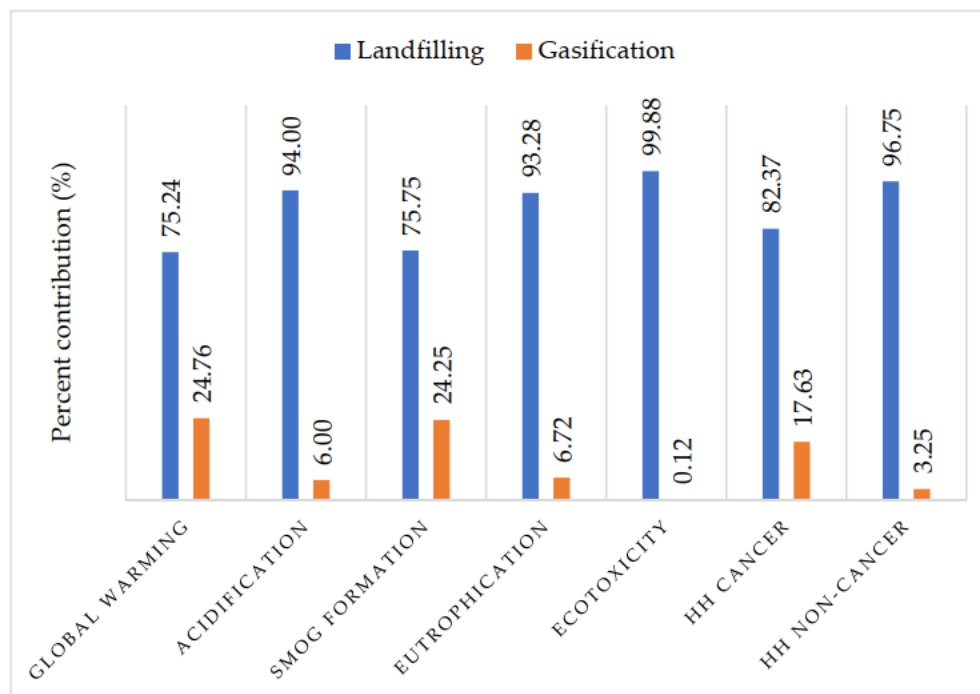
Si stima che la produzione di anidride carbonica di una discarica a cielo aperto sia circa 3 volte più alto di quella prodotta da un termovalorizzatore, questo sistema di riciclaggio, quindi, è molto più pulito rispetto al solo accumulo in attesa di una nave cargo che però non potrà essere eliminata del tutto.

Alcuni rifiuti molto grandi di dimensioni, per esempio di origine edilizia non possono essere smaltiti attraverso un termovalorizzatore e necessitano comunque di saltuari viaggi per essere trasportati nel continente.

La stima della produzione di CO<sub>2</sub> per una discarica è di 0,32 kg CO<sub>2</sub> per ogni kg di rifiuti mentre quella in uscita dal gassificatore è di 0.1 kg CO<sub>2</sub>/kg rifiuti per un impianto di cogenerazione, per la sola produzione di elettricità invece il valore sale a 0.17 kg CO<sub>2</sub>/kg rifiuti

Guardando altre voci di agenti inquinanti si può vedere come sia molto più marcato il divario tra le due soluzioni, fattore che per un ecosistema come quello dell'isola di Stromboli è molto rilevante. Per esempio, riducendo l'eutrofizzazione il riverso di azoto e fosforo in acqua viene quasi azzerato, migliorando le condizioni della costa riducendo la presenza di microalghe in sospensione.

I cestini intelligenti sono ad impatto zero in quanto le loro batterie di gestione si ricaricano tramite appositi pannelli solari posti sulla loro sommità.



Considerando il danneggiamento del territorio per la sola presenza del micro-termovalorizzatore l'impatto sarebbe veramente limitato in quanto le dimensioni dell'impianto sono ridotte, circa delle dimensioni di un container per trasporto merci e il suo collocamento sarebbe vicino alla già presente centrale elettrica per utilizzare la rete a bassa tensione di distribuzione già presente nell'isola in modo da non avere bisogno di ulteriori grandi allacciamenti.



L'utilizzo delle acque reflue per irrigazione e una sua eventuale purificazione consente la riduzione della dipendenza dalle navi che trasportano acqua potabile o comunque dissalata.

## IMPATTO ECONOMICO SUL TERRITORIO

La costruzione dell'impianto suggerito, in quanto meno inquinante rispetto ad altre alternative, può essere finanziata tramite l'accesso a fondi nazionali ma non europei in quanto i termovalorizzatori non sono considerati alternativa efficiente per la Commissione Europea. Va considerato che l'energia prodotta in questo caso dal termovalorizzatore avrebbe un impatto inferiore a quella prodotta da una centrale a gas/carbone/combustibili fossili; quindi, avendo un ordine di merito superiore sarebbe comunque una alternativa più pulita.

Non dovendo più trasportare i rifiuti verso il continente il numero di navi cargo per la spazzatura si ridurrebbe nettamente, attenuando così anche il costo della raccolta differenziata: sarebbe possibile quindi ridurre la tassazione sui rifiuti urbani.

Avendo nel termovalorizzatore come output acqua trattata, il suo utilizzo può ridurre i costi per la gestione delle irrigazioni e comunque il totale investito nell'approvvigionamento di acqua non salata, che, anche se non potabile è utile per le attività isolane.

Il costo di realizzazione dell'impianto, vista la già presente infrastruttura di distribuzione, la ridotta potenza e la vita utile dell'impianto, è da ritenersi estremamente sostenibile. L'investimento più significativo è dato dall'implementazione dell'energia geotermica per la stabilizzazione della fiamma del termovalorizzatore.

Si stima che il solo costo del termovalorizzatore senza ulteriori lavori per la distribuzione e l'approvvigionamento energetico dell'impianto si aggirino sui 750000 €.

# IMPATTO SOCIALE

Per il corretto funzionamento di tutto l'apparato, il contributo dei cittadini (e soprattutto dei turisti durante l'alta stagione) è strettamente necessario. La riduzione della tassazione sulla raccolta dei rifiuti è da considerarsi come una leva sia economica che sociale: se tutti contribuiscono, si riducono i costi di gestione e smaltimento, e le tasse vengono ridotte. Contribuire a un progetto comune, sebbene esso sia limitato all'isola, e vederne direttamente i frutti è una buona leva sociale per tutti coloro che frequentano l'isola.

Questo progetto porta anche alla creazione di nuovi posti di lavoro, dalla manutenzione dell'impianto fino alla sorveglianza dello stesso. L'impianto infatti necessiterà sempre di una persona preposta al suo corretto funzionamento oltre che di un aumento delle persone addette alla raccolta rifiuti in quanto le operazioni di carico dell'impianto richiedono più tempo rispetto al solo smaltimento in una discarica semplice.

Utilizzando cestini intelligenti, inoltre, i viaggi del netturbino saranno molto più efficienti e mirati, liberando le strade da un veicolo in più (soprattutto d'estate questo fatto potrebbe essere d'aiuto per turisti e abitanti). Stesso discorso può essere applicato alle navi, riducendo i viaggi il già piccolo porto può essere liberato da ulteriori attracchi, migliorando l'accessibilità di altri utenti dell'isola.

Il framework presentato, visto l'elevato utilizzo dei prodotti di scarto, avrebbe un impatto anche a livello di immagine dell'isola.

# FATTIBILITÀ TECNICA

<b>Material</b>	<b>Lower Heating Value MJ/ dry kg</b>	<b>Carbon Storage tCO<sub>2</sub>eq./ Mg</b>
Yard Trimmings <sup>a</sup>	15.3	0.61
Food Scraps <sup>b</sup>	21.4	0.17
Miscellaneous Inorganic Wastes		
Miscellaneous Organic Wastes	16.7	0.58
Paper <sup>c</sup>	13.8	0.84
Glass		
Metals <sup>d</sup>		
Plastics <sup>e</sup>	13.3	
Textiles	19.8	0.04
Wood	18.9	1.29
<b>Total</b>		

Il termovalorizzatore va dimensionato considerando sia la produzione interna che quella dei periodi estivi dove la presenza di turisti aumenta significativamente la produzione. Secondo i rapporti di ISPRA, una media di 400 kg di rifiuti annui viene prodotta da ogni cittadino. Un centro abitato di circa 500 abitanti, ovvero il principale centro dell'isola, garantirebbe una raccolta di circa 200 tonnellate di rifiuti all'anno. Considerando un potere calorifico inferiore di circa 3 kWh/kg di rifiuti, con i soli abitanti si raggiunge una produzione stimata di circa 600 MWh/annui. Un impianto da 300 kW sarebbe sufficiente a coprire questa domanda, al netto delle efficienze e dei tempi di fermo macchine.

Il bilanciamento di produzione tra energia termica ed elettrica del termovalorizzatore va fortemente polarizzato nei confronti dell'elettrica, vista l'assenza di un sistema di teleriscaldamento. Il rimanente quantitativo di energia termica prodotta può essere impiegato per la depurazione delle acque reflue e per favorire la dissalazione delle acque in entrata nel termovalorizzatore.

Le criticità tecniche rilevate sono principalmente nella gestione della anidride carbonica (e in generale di tutti gli agenti inquinanti) in uscita dal termovalorizzatore. Una corretta implementazione della raccolta di anidride carbonica si rivela quindi una efficace soluzione.

Altra criticità tecnica si rileva nella effettiva volontà dei cittadini di contribuire al progetto. Non essendo un vincolo tecnico, non è possibile prevedere eventuali sviluppi. Si consideri comunque che la quantità di rifiuti raccolti per il funzionamento (circolare) del sistema di raccolta è relativamente bassa, quindi realizzabile.