

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II



FACOLTÀ DI INGEGNERIA

CORSO DI LAUREA IN
INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO

(Classe delle Lauree in Ingegneria Civile e Ambientale)

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA IDRAULICA, GEOTECNICA E AMBIENTALE

TESI DI LAUREA

IN

PROCEDURE DI VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

**LIFE CYCLE ASSESSMENT PER UN IMPIANTO DI
COMPOSTAGGIO E UN IMPIANTO DI DIGESTIONE
ANAEROBICA: METODOLOGIE A CONFRONTO**

SINTESI

Relatore
Chia.mo Prof. Gianpeolo Rotondo

Correlatore
Chia.mo Ing. RAFFAELE CESARO

Candidato
Vincenzo Bianco
MATR. 518/498

ANNO ACCADEMICO 2010 - 2011

In Italia la produzione media giornaliera di RSU (Rifiuti Solidi Urbani) è pari a 1,4 Kg/ab*d, ed il 30-40% è costituito da F.O.R.S.U. (Frazione Organica del Rifiuto Solido Urbano) ovvero residui di cibo o preparazioni alimentari e frazioni assimilabili, come carta per alimenti sporca di residui alimentari.

Al fine di non ritenere il rifiuto come un problema per l'uomo e per l'ambiente, ma come una risorsa abbiamo due possibilità di trattamenti biologici:

- ✓ Digestione Anaerobica
- ✓ Compostaggio

Il Compostaggio può essere definito come il naturale processo aerobico, attraverso il quale i microrganismi presenti nell'ambiente decompongono la sostanza organica contenuta in residui animali e vegetali, ricavandone energia che serve per il mantenimento delle loro funzioni metaboliche e liberando i prodotti che derivano da queste reazioni chimiche, quali acqua, anidride carbonica e calore. Il processo di compostaggio, rappresenta quindi un'attività volta alla stabilizzazione biologica dei residui organici convertendoli in un prodotto finale: il **Compost**, ricco di sostanze umiche, di elementi nutritivi, igienicamente sicuro, con potere strutturante per i suoli.

Il processo di Compostaggio si divide in cinque fasi:

- ✓ fase preparatoria
- ✓ fase iniziale o mesofila
- ✓ fase termofila
- ✓ fase di maturazione
- ✓ raffinazione

La Digestione Anaerobica, invece, è un complesso processo biologico attraverso il quale, in condizione di anaerobiosi (in assenza, cioè, di ossigeno molecolare, come O_2 , o legato ad altri elementi, come nel caso dell'azoto nitrico, NO_3^-), avviene la decomposizione della sostanza organica presente nel substrato ad opera di microrganismi anaerobici avendo come prodotto finale **Compost** e **Biogas** ($CH_4, CO_2, CO, N_2, H_2S$), quest'ultimo utilizzabile come energia rinnovabile per la produzione di energia elettrica o termica.

Il processo di Digestione Anaerobica si divide in cinque fasi:

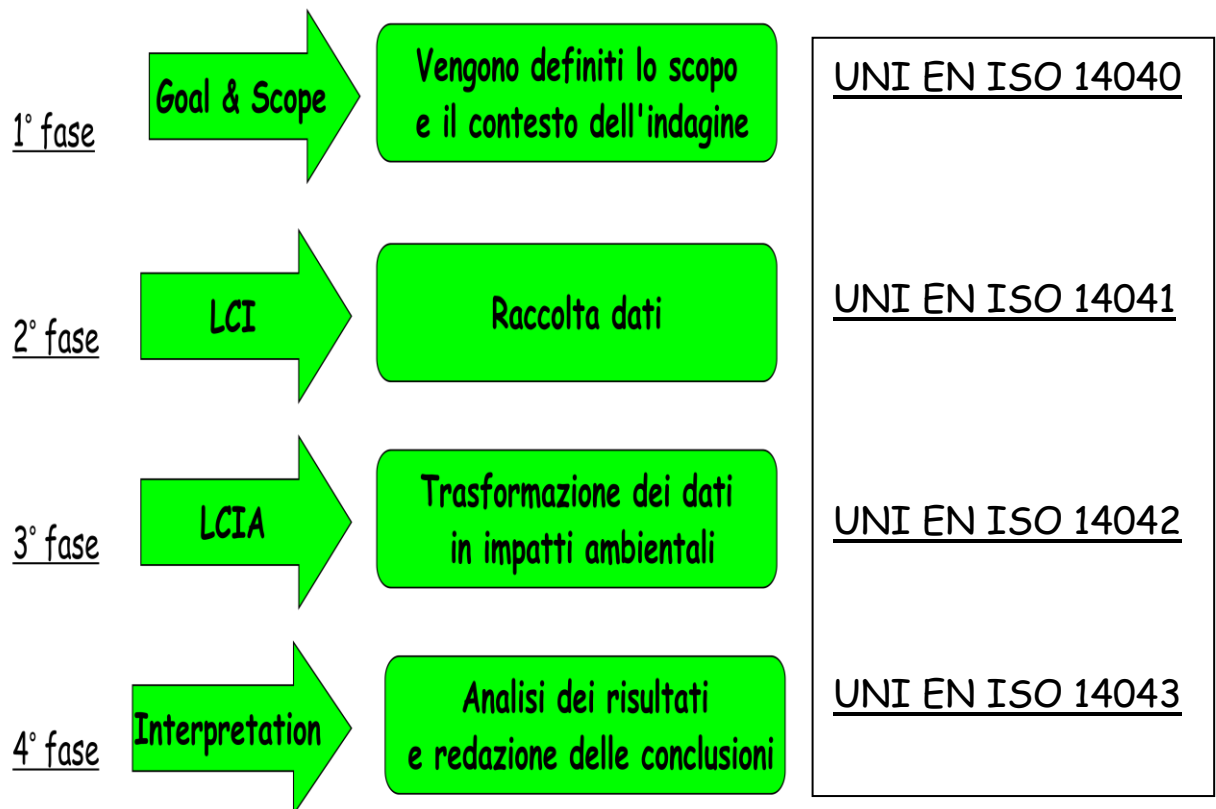
- ✓ Idrolisi
- ✓ Disintegrazione
- ✓ Acidificazione
- ✓ Acetogenesi
- ✓ Metanogenesi

Con lo svilupparsi dell'interesse nel prevenire e proteggere l'ambiente, sono sorte una serie di metodologie e strumenti atti a studiare l'impatto che le attività antropiche hanno sull'ambiente. I progetti relativi a tali attività devono dunque minimizzare gli impatti ambientali ma massimizzare i profitti in modo da poter essere definiti come "compatibili" da un punto di vista ambientale. La "questione ambientale" inizia ad assumere dunque un aspetto di rilievo, soprattutto dopo che l'aumento dei consumi dovuto allo sviluppo economico ha portato un deterioramento delle risorse naturali e all'aumento della produzione di rifiuti. Le procedure di valutazione di Impatto ambientale conosciute in letteratura sono:

- ✓ Valutazione dell'impatto ambientale
- ✓ Valutazione del rischio ambientale
- ✓ Valutazione delle performance ambientali
- ✓ Analisi del ciclo di vita (Life cycle assessment)

Il presente elaborato mira alla valutazione degli impatti ambientali derivanti da un impianto di Compostaggio e un impianto di Digestione Anaerobica e all'individuazione delle componenti di sistema a maggiore impatto ambientale. Si procede poi con il confronto tra i due impianti, allo scopo di evidenziare i vantaggi derivanti dall'utilizzo di energie rinnovabili.

Gli impatti verranno valutati mediante metodologia LCA (Life Cycle Assessment), attraverso l'analisi dei processi relativi al funzionamento dei due impianti; tale metodologia prevede l'applicazione di quattro differenti fasi consecutive:



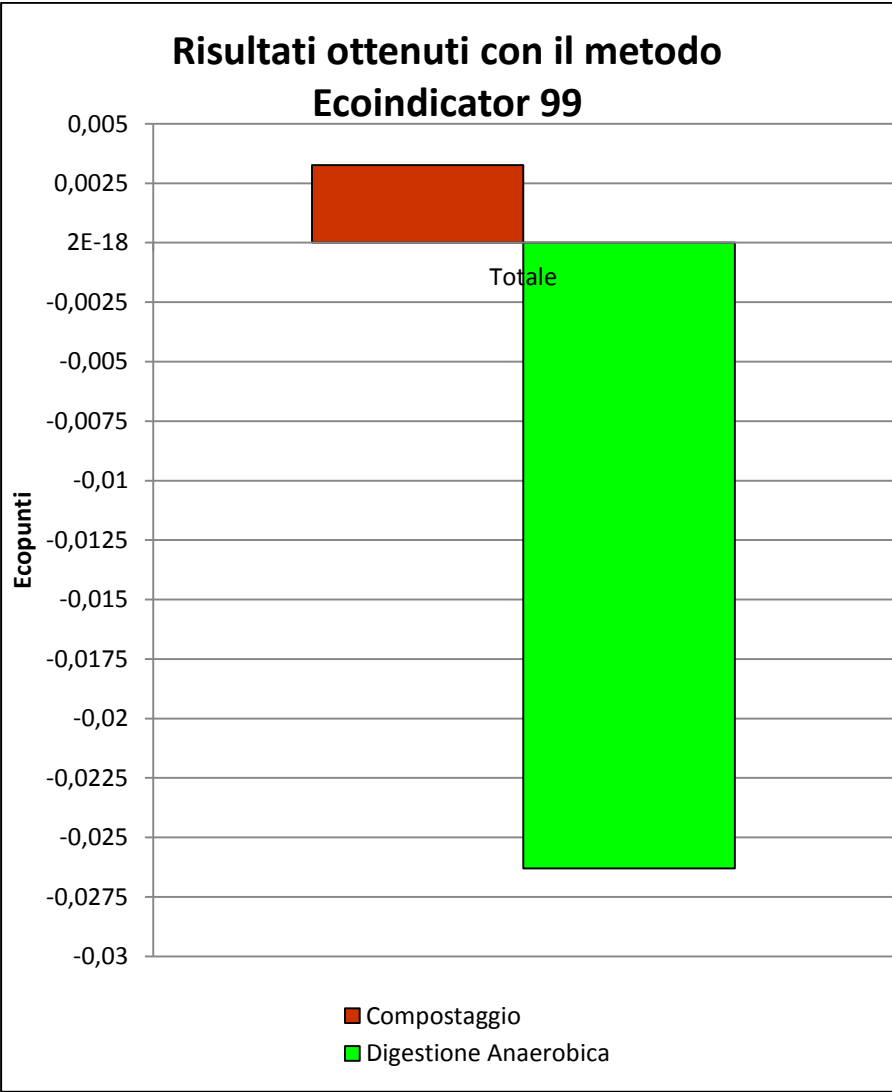
Il quadro normativo internazionale per l'esecuzione degli studi di LCA è rappresentato dalle norme ISO della serie 14040 che fanno a loro volta parte della serie ISO 14000 relative ai sistemi di gestione ambientale. Per la trasformazione dei dati di progetto in impatti ambientali verranno utilizzati tre differenti metodi, quali l'ECO-INDICATOR 99, l'EDIP 97 e l'EPS 2000, implementati e contenuti all'interno dell'apposito software Simapro 6.0.4.

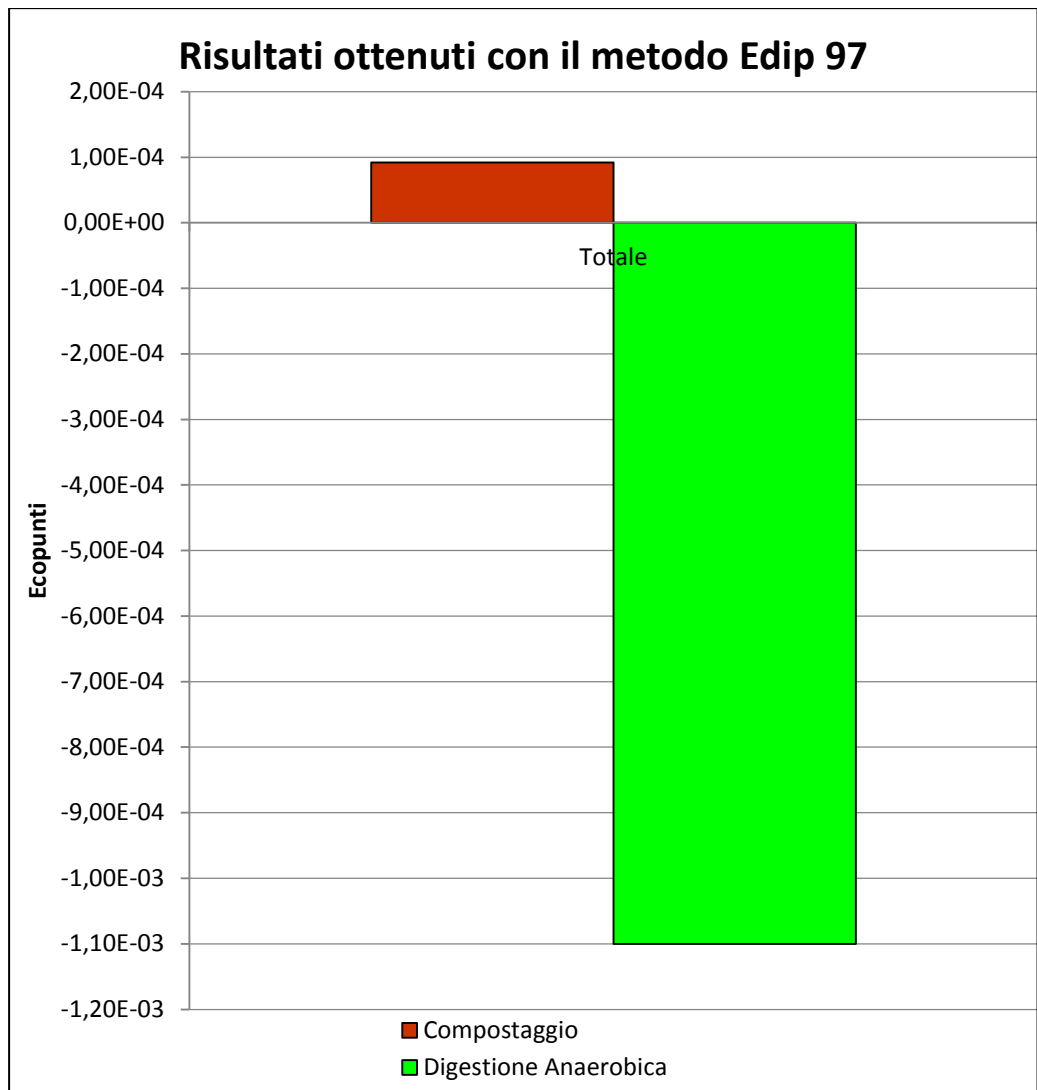
Il metodo ECO-INDICATOR 99 prevede l'analisi di tre categorie di danno relative alla Salute Umana, alla Qualità dell'Ecosistema e allo Sfruttamento delle Risorse, ognuna delle quali suddivisa in una o più categorie d'impatto. Gli impatti, espressi con una propria unità di misura a seconda della categoria di appartenenza, vengono dunque normalizzati e valutati per ricavare un parametro univoco di valutazione dell'impatto espresso in ECO-PUNTI.

Il metodo EDIP 97 si basa sull'analisi di singole categorie d'impatto, ognuna espressa mediante una propria unità di misura, valutate e normalizzate in base a previsioni per ricavare un parametro univoco di valutazione dell'impatto espresso in ECO-PUNTI.

Il metodo EPS 2000 prevede l'analisi di quattro categorie di danno: Salute Umana, Capacità Produttiva dell'Ecosistema, Disponibilità delle Risorse Abiotiche,

Biodiversità. Ogni categoria di danno è suddivisa a sua volta in una o più categorie d’impatto espresse mediante apposite unità di misura; i relativi impatti verranno dunque valutati per ricavare un parametro univoco di definizione dell’impatto basato sul concetto del “Willingness To Pay”, ovvero sulla “disponibilità a pagare” per evitare o limitare un certo danno ambientale. All’interno del Simapro verranno dunque analizzati i processi relativi al funzionamento dei due impianti, scegliendo come unità funzionale, a cui relazionare tutte le unità di processo, un Kg di F.O.R.S.U.; si passa dunque all’immissione dei dati all’interno, presi in letteratura e da database del Simapro, all’interno della scheda “PROCESSI” del software, per poi assemblare i vari processi e ottenere una completa analisi dei dati nella loro totalità. Procedendo poi con il confronto delle fasi di processo dei due impianti, i metodi Ecoindicator 99 ed Edip 97 hanno evidenziato che l’impianto di Compostaggio presenta degli impatti ambientali di gran lunga maggiori rispetto ad un impianto di Digestione Anaerobica.





L'applicazione di più metodi differenti permette di evidenziare eventuali aspetti non emersi con l'utilizzo di un singolo metodo, e ottenere così più elementi per una migliore valutazione degli impatti ambientali dei due impianti.

In definitiva grazie all'utilizzo del programma di calcolo Life Cycle Assessment possiamo affermare le seguenti considerazioni:

- ✓ Possibilità di confronto delle diverse metodologie di impianti;
- ✓ Minori impatti ambientali di un impianto di Digestione Anaerobica rispetto ad un impianto di Compostaggio;
- ✓ Complessivamente gli impatti di un impianto di Digestione Anaerobica sono positivi.