

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI

FEDERICO II



FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di laurea in Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA IDRAULICA, GEOTECNICA ED

AMBIENTALE

GIROLAMO IPPOLITO

Tesi di laurea

APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA LCA ALLA

VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE DELLA SS7 VAR APPIA

RELATORE:
CH. MO PROF. ING.
GIAMPAOLO ROTONDO

CANDIDATO:
MARCO IANNUCCI
MATRICOLA: 518/526

CORRELATORE:
DOTT. ING.
RAFFAELE CESARO

ANNO ACCADEMICO 2009/2010

Applicazione della metodologia LCA alla Valutazione di Impatto Ambientale della SS7 Var Appia.

ABSTRACT

La tesi svolta tratta dell'applicazione della metodologia LCA alla valutazione di impatto ambientale della SS7 Var Appia che interessa il comune di Formia. Il termine LCA sta per Life Cycle Assessment (valutazione del ciclo di vita) ed è stata definita per la prima volta in modo oggettivo nel 1993 durante il congresso SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) come un metodo che permette di valutare gli impatti ambientali associati a un prodotto, a un processo o ad una attività, tramite l'identificazione e la quantificazione dei consumi di materia e di energia e delle emissioni nell'ambiente e l'identificazione delle opportunità di diminuire tali impatti. A partire da questa data fu coniato per l'LCA lo slogan "from cradle to grave" ovvero un approccio dalla culla alla tomba, che sta ad indicare che di un processo preso in esame per la prima volta viene considerata l'intera filiera produttiva, che va dall'estrazione delle materie prime fino all'ultima fase di emissione di rifiuti finali nell'ambiente. Se ne deduce che la caratteristica principale dell'LCA è quella di avere una visione olistica dei sistemi oggetto di studio, e per la prima volta l'impatto ambientale non è più considerato come influente a livello locale, e quindi trasferibile eventualmente da un sito ad un altro, ma l'impatto diventa globale e dunque non trasferibile. Il modus operandi dell'LCA consiste in sostanza nell'individuare il sistema oggetto di studio con gli associati input, che sono le estrazioni di materie prime biotiche, abiotiche e i consumi di energia, e gli output, che sono le emissioni in aria, in acqua, nel suolo e le emissioni non materiali come il rumore. La necessità di rendere la procedura LCA più oggettiva possibile ha portato infine a una standardizzazione della procedura ad opera del comitato UNI EN ISO con le norme della serie 14040, che ha strutturato l'LCA in quattro fasi. La prima fase di "Goal and Scope definition" stabilisce gli obiettivi, la funzione e i confini del sistema, la qualità dei dati e l'unità funzionale di riferimento. La seconda fase di Analisi di Inventario consiste nella costruzione di un modello analogico della realtà, seguito dalla raccolta dei dati sottoforma di input ed output, riferiti all'unità funzionale di riferimento e allocati ai vari prodotti e coprodotti del sistema. La terza fase di Analisi degli Impatti è strutturata secondo quattro step. Il primo step è la Classificazione, ovvero l'assegnazione dei dati alle categorie di impatto; secondo step è la Caratterizzazione, ovvero la moltiplicazione dei dati per dei fattori di caratterizzazione, dipendenti dalle categorie di impatto e dagli indicatori di categoria. Terzo step è quello della Normalizzazione, in cui i risultati provenienti dalla Caratterizzazione vengono divisi per un valore di riferimento, come un'estensione territoriale, al fine di rendere studi simili confrontabili tra loro. L'ultimo step è quello della Valutazione vera e propria, in cui i risultati ottenuti vengono aggregati e moltiplicati per dei fattori di peso che esprimono la criticità che si intende conferire a

un determinato impatto. Un metodo per pesare gli impatti è il “distance to target”, ovvero la distanza tra la situazione attuale e quella che si reputa ideale.

I metodi di impatto ambientale che sono stati utilizzati per la valutazione di impatto della sovrastruttura stradale sono l'Ecoindicator99, l'EPS 2000 e l'Edip 96. L'Ecoindicator 99 presenta una serie di categorie di impatto che si riferiscono a delle macrocategorie di danno principali. Tra queste abbiamo i “*Danni alla salute umana*”, che si misurano in DALY (disability, adjusted, life, years), ovvero una misura della somma degli anni di vita persi per morte prematura o per disabilità grave rispetto all'aspettativa di vita media. Ci sono poi i danni alla “*Qualità degli ecosistemi*”, misurati in PDF/m2/anno, ovvero in frazione di specie potenzialmente intossicate su una data estensione territoriale e in un dato periodo di tempo. Infine si hanno i danni alle “*Risorse*” misurati in MJ, ovvero in surplus di energia necessario alle generazioni future per estrarre la stessa quantità di risorse delle generazioni attuali, tenendo conto che queste estraggono le risorse di miglior qualità e più facilmente raggiungibili. L'EPS 2000 presenta come macrocategorie di danno la “*Salute umana*” misurata in anni di vita persi, la “*Capacità produttiva degli ecosistemi*” in Kg, “*Stock di risorse abiotiche*” misurate in ELU (unità di carico ambientale), e “*Biodiversity*”, misurata in NEX (estinzione normalizzata di specie). L'Edip 96 invece non presenta macrocategorie di danno ma un elenco di categorie di impatto, riguardanti prevalentemente i danni agli ecosistemi, i danni per la salute umana dovuti all'inquinamento ambientale, e i danni dovuti a ogni genere di rifiuti. Tutte le unità di misura con cui vengono quantificati gli impatti vengono poi, nella fase di valutazione, trasformati in Ecopunti, unità di misura che conferisce il punteggio finale all'impatto ambientale.

Nello studio effettuato l'obiettivo consiste nella valutazione di impatto ambientale della sovrastruttura stradale SS7 Var Appia.

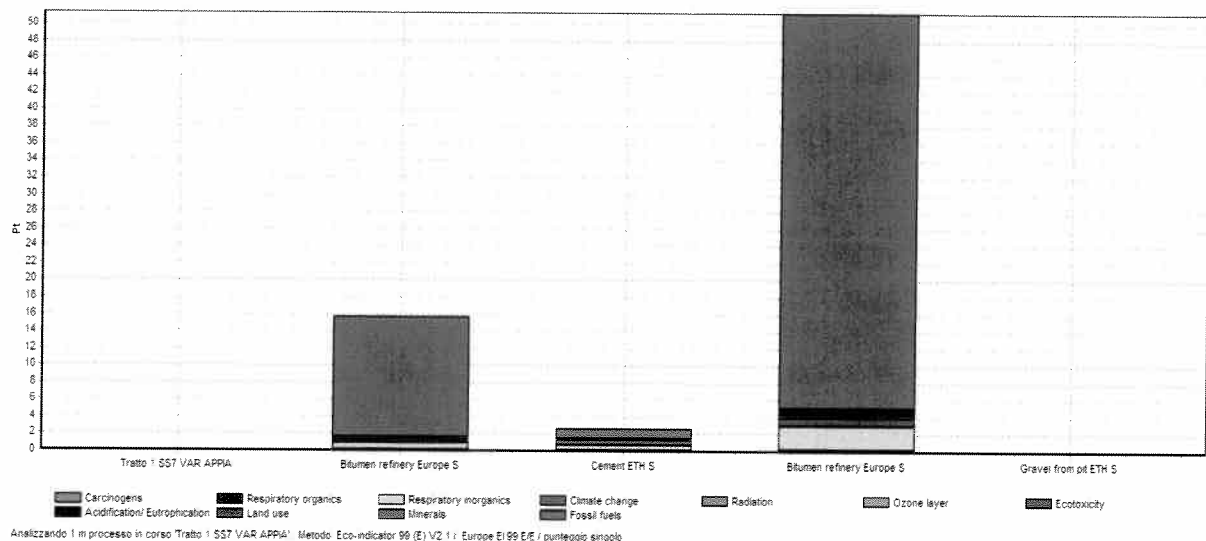


STRATI	Tratto 1	Tratto 2	Tratto 3	Tratto 4	Tratto 5
Usura	0,05m	0,04m	0,04m	0,06m	0,05m
Collegamento	0,05m	0,06m	0,06m	0,08m	0,05m
Base	0,15m	0,10m	0,10m	0,12m	0,15m
Fondazione	0,50m	0,40m	0,40m	0,40m	0,50m
Lunghezza	1464,95m	5338m	2133m	1917m	1295m

I confini del sistema sono rappresentati dai 5 tratti con cui è stata suddivisa la strada nella relazione tecnica del progetto. L'unità funzionale a cui sono rapportati tutti i flussi è un metro lineare di strada. Nell'Analisi di Inventario sono stati inseriti i dati primari, provenienti direttamente dalla relazione tecnica dell'opera, che riguardano gli spessori degli strati e le quantità di materiali componenti ogni strato della sovrastruttura, e i dati secondari, sul ciclo di vita dei materiali, ricavati dai database del software SimaPro 6.0.

Prendendo in esame con il metodo Ecoindicator99 il primo tratto di strada, come rappresentativo del generico tratto di sovrastruttura stradale, è possibile notare con immediatezza come lo strato più impattante sia lo strato di base bituminosa, ovvero quello a maggior spessore di bitume, seguito dallo strato di usura in conglomerato bituminoso drenante. Poco impattante lo strato di binder e per nulla impattante lo strato di fondazione in ghiaia di cava. La categoria largamente più colpita dall'impatto è quella dei "Combustibili Fossili", seguita, in misura molto minore da "Malattie Respiratorie per Sostanze Inorganiche".

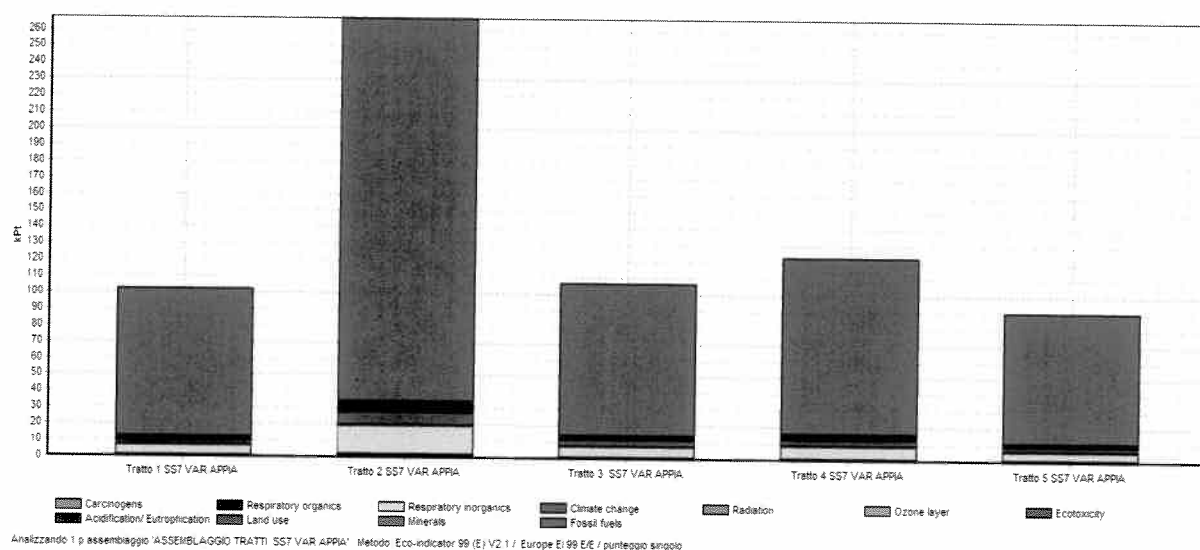
Impatto del tratto 1 con Ecoindicator99



Per il metodo EPS 2000 a cambiare sono solo le categorie di impatto, mentre resta immutato il livello di impatto per ogni strato. Più colpita la categoria "Impoverimento delle Riserve", seguita in misura molto minore da "Aspettativa di Vita". Il metodo Edip96 trascura i consumi di risorse e conferisce molto più peso alle emissioni. Per questo motivo le categorie più colpite sono "Ecotossicità cronica dell'acqua" ed "Ecotossicità acuta dell'acqua".

La funzione assemblaggio consente di avere una visione completa dell'impatto della sovrastruttura stradale tramite la visualizzazione diretta del contributo all'impatto ambientale conferito da ciascun tratto.

Impatto complessivo della sovrastruttura con Ecoindicator99



Le categorie più colpite non cambiano per i tre metodi, mentre è possibile osservare come il tratto più impattante sia per tutti i metodi il tratto 2, lungo oltre 5 Km, e come in genere maggiore è la lunghezza del tratto stradale e maggiore è l'impatto a causa della quantità di materiali necessaria che cresce con la lunghezza. Nel caso del tratto 4, osserviamo come l'impatto di questo sia maggiore rispetto al tratto 3 nonostante sia di lunghezza lievemente minore, in questo caso il maggiore impatto è dovuto ai maggiori spessori degli strati bituminosi. Dunque i metodi concordano nell'individuare che gli strati più impattanti sono quelli bituminosi (strato di base e di usura), in special modo lo strato di base, di maggior spessore. L'Ecoindicator99 e l'EPS 2000 individuano un forte danno alle risorse non rinnovabili, dovute alla produzione di bitume a partire dal petrolio, mentre l'Edip96 mette il luce un forte impatto per gli ecosistemi acquatici, sia in forma acuta che cronica, principalmente a causa del fatto che le operazioni necessarie per produrre il bitume provocano ingenti emissioni in acqua di oli e idrocarburi aromatici fortemente inquinanti.

Si è dedotto dall'utilizzo dei 3 metodi di impatto ambientale, come sia possibile effettuare LCA anche per un'opera di ingegneria civile, tale campo di applicazione dell'LCA era ancora poco utilizzato fino a pochi anni fa ma attualmente in espansione. L'LCA ha fornito le informazioni necessarie sui tratti e gli strati più impattanti di una sovrastruttura stradale rivelando che il materiale più impattante è il bitume. Ogni possibile intervento migliorativo deve esser quindi volto alla diminuzione del quantitativo di bitume. Ci viene in soccorso a tal proposito la moderna e recente tecnologia di produzione del bitume schiumato. Tale bitume si ottiene mescolando il bitume a 180C con acqua a 15C. La forte evaporazione dell'acqua provoca un'espansione della miscela di 15-20 volte con formazione di schiuma, da far aderire sul fresato. Tale tecnologia consente di risparmiare notevolmente sulle quantità di bitume, di usare materiale riciclato, presenta tempi di

realizzazioni minori, costi minori, consumi energetici ed emissioni minori. Il bitume prodotto con tale tecnologia tuttavia è adatto solo per lo strato di base, poiché non resiste a sforzi tangenziali, ma essendo lo strato di base in media il triplo di quello di usura si va ad incidere comunque su circa i tre quarti del bitume totale presente. Il problema dell'impatto del bitume nelle sovrastrutture stradali è molto sentito anche negli Stati Uniti, dove al MIT si stanno studiando nuove tecnologie per produrre bitume a freddo con le stesse prestazioni di quello classico a caldo, e società come la Solar Roadways stanno conducendo esperimenti su strade costituite da strati di usura in pannelli solari.