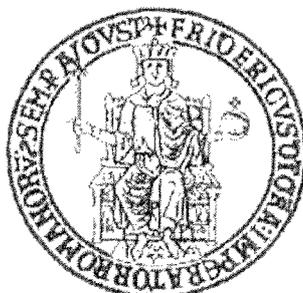


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI  
“FEDERICO II”



FACOLTÀ DI INGEGNERIA

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

TESI DI LAUREA

IN

PROCEDURE DI VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

STUDIO DELLE METODOLOGIE DI “LIFE CYCLE ASSESSMENT”

ED APPLICAZIONE AD UN CASO REALE:

L'IMPIANTO EOLICO DI CASTELVETERE IN VAL FORTORE

SINTESI

Relatore:

Ch.mo Prof. Gianpaolo Rotondo

Candidato:

Antonino Bortone

Matr. 518/491

Correlatore:

Ch.mo Ing. Raffaele Cesaro

Anno Accademico 2010-2011

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 procedura VIA (Valutazione Impatto Ambientale) mira appunto alla valutazione di questa compatibilità allo scopo di salvaguardare i valori ambientali e l'interesse pubblico.

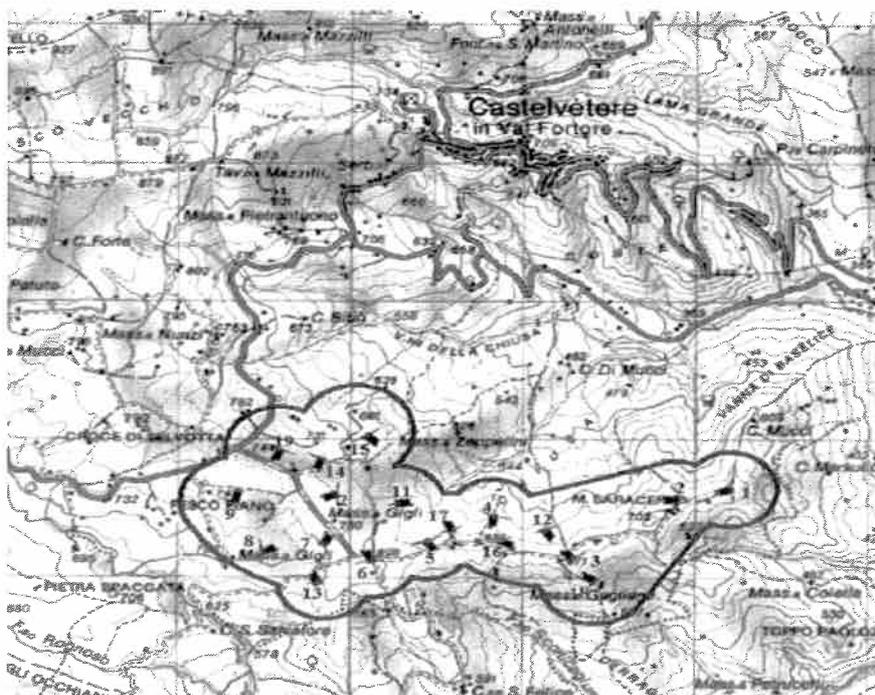
La "questione ambientale" inizia ad assumere dunque un aspetto di rilievo, soprattutto dopo che l'aumento dei consumi dovuto allo sviluppo economico ha portato ad un deterioramento delle risorse naturali e all'aumento della produzione di rifiuti.

Ridurre quindi il livello di inquinamento diventa allora una priorità politica e sociale non solo a livello locale ma addirittura a livello globale.

Uno degli interventi individuati per raggiungere questo obiettivo è l'uso di fonti rinnovabili di energia, in quanto sono in grado di garantire un impatto ambientale più contenuto.

Le fonti "rinnovabili" di energia sono quelle fonti che, a differenza dei combustibili fossili e nucleari destinati ad esaurirsi in un tempo definito, possono essere considerate inesauribili; lo sviluppo dell'energia eolica per la produzione di elettricità, sfruttando l'energia cinetica del vento, è una delle più diffuse tecnologie per la valorizzazione delle fonti di energia rinnovabile.

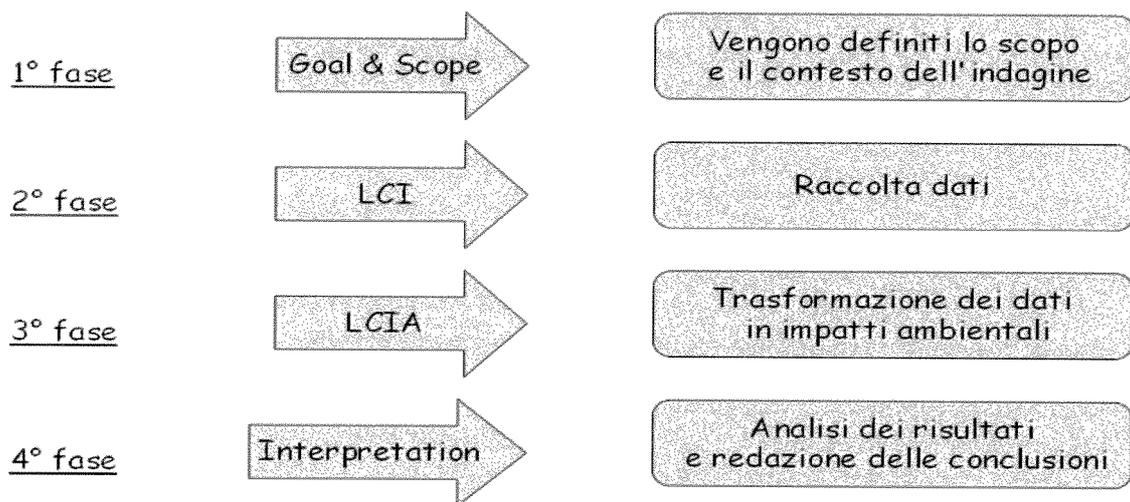
Il presente elaborato mira appunto alla valutazione degli impatti derivanti dall'installazione e dal funzionamento di un impianto eolico nel comune di Castelvete in Val Fortore (BN) e all'individuazione delle componenti di sistema a maggiore impatto ambientale.



Si procede poi con il confronto tra il presente impianto ed un impianto tradizionale a combustibile fossile, allo scopo di evidenziare i vantaggi derivanti dall'utilizzo di energie rinnovabili.

Il progetto esaminato, prevede la realizzazione di un impianto eolico su terreni di proprietà privata, costituito da diciannove aerogeneratori, di cui tredici aerogeneratori con potenza nominale pari 3.000 kW del tipo Vestas V 90 e sei aerogeneratori con potenza nominale pari 850 kW del tipo Vestas V 52, per una capacità complessiva massima pari a 44.100 kW; la potenza complessiva che l'impianto produrrà a regime e nelle condizioni ottimali di funzionamento sarà di circa 77 GWh all'anno.

Gli impatti verranno valutati mediante metodologia LCA (Life Cycle Assessment), attraverso l'analisi dei processi relativi alla realizzazione della viabilità di accesso al sito, alla realizzazione delle opere elettriche, e all'installazione e funzionamento degli aerogeneratori; tale metodologia prevede l'applicazione di quattro differenti fasi consecutive:



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 3 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 4 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 alla realizzazione della viabilità di accesso al sito, alla realizzazione delle opere elettriche, e all'installazione e funzionamento degli aerogeneratori, scegliendo come unità funzionale, a cui relazionare tutte le unità di processo, il MWh di energia; si passa dunque all'immissione dei dati; da progetto 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.

Le successive tabelle mostrano gli impatti ambientali, espressi in ECO-PUNTI, valutati rispettivamente attraverso i metodi ECO-INDICATOR 99, EDIP 97 ed EPS 2000:

Categoria d'impatto	Unità	Totale	Installaz. Aerogeneratori Funz. Parco	Realizzazione della viabilità di accesso al sito	Realizzazione delle Opere Elettriche
Totale	Pt	359000	340000	22400	6190
Carcinogens	Pt	18300	18200	62,2	106
Respiratory organics	Pt	234	198	31,8	4,76
Respiratory inorganics	Pt	42100	39400	1320	1300
Climate change	Pt	20700	19900	363	430
Radiation	Pt	477	470	6,84	0,42
Ozone layer	Pt	180	164	15,6	0,76
Ecotoxicity	Pt	44700	44400	171	125
Acidification	Pt	7220	6810	239	164
Eutrophication					
Land use	Pt	20300	19900	474	7,83
Minerals	Pt	35800	35300	13,1	523
Fossil fuels	Pt	178000	155000	19700	3530

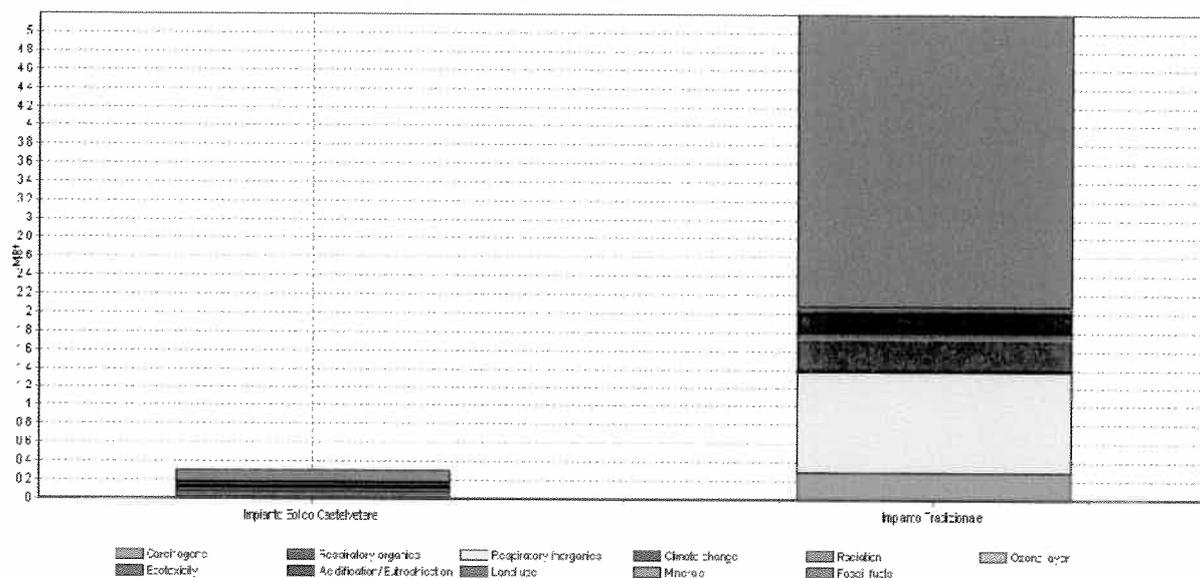
Categoria d'impatto	Unità	Totale	Installaz. Aerogeneratori Funz. Parco	Realizzazione viabilità accesso al sito	Realizzazione Opere Elettriche
Totale	Pt	58500	52800	5520	147
Global warming	Pt	779	748	14,7	15,8
Ozone depletion	Pt	971	880	86,9	4,23
Acidification	Pt	250	236	6,95	6,84
Eutrophication	Pt	64,4	60,9	2,3	1,19
Photochemical smog	Pt	328	291	31,6	5,54
Ecotoxicity water chronic	Pt	18900	16400	2460	23,5
Ecotoxicity water acute	Pt	18400	16000	2400	22,3
Ecotoxicity soil chronic	Pt	5650	5580	58,6	4,7
Human toxicity air	Pt	980	967	9,53	2,94
Human toxicity water	Pt	2810	2770	9,35	22,2
Human toxicity soil	Pt	9290	8830	428	29,6
Bulk waste	Pt	9,07	0	0	9,07
Hazardous waste	Pt	x	x	x	x
Radioactive waste	Pt	x	x	x	x
Slags/ashes	Pt	x	x	x	x
Resources (all)	Pt	0	0	0	0

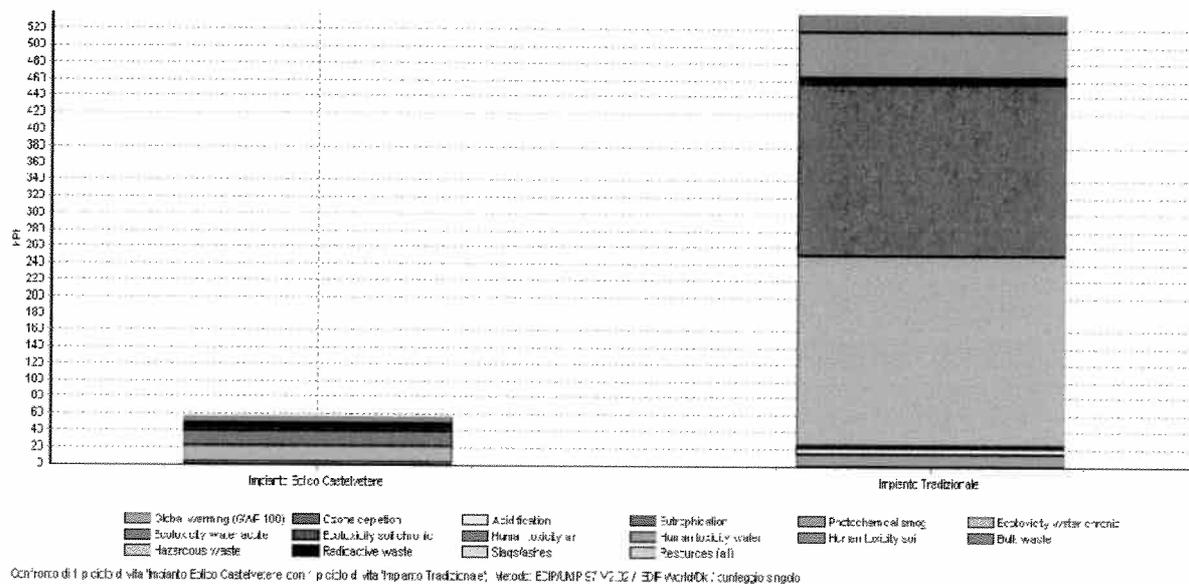
Categoria D'impatto	Unità	Totale	Installaz. Aerogeneratori Funz. Parco	Realizzazione viabilità Accesso al sito	Realizzazione Opere Elettriche
Totale	Pt	21100000	20900000	140000	60600
Life Expectancy	Pt	649000	612000	10100	27100
Severe Morbidity	Pt	188000	176000	3080	8600
Morbidity	Pt	36400	35000	673	754
Severe Nuisance	Pt	58400	58300	59,5	103
Nuisance	Pt	14300	13500	363	390
Crop Growth Capacity	Pt	2540	2430	75,6	32,9
Wood Growth Capacity	Pt	-8760	-8440	-166	-153
Fish and Meat production	Pt	-342	-320	-15,2	-6,56
Soil Acidification	Pt	372	352	10,4	10,2
Prod. Cap. Irrigation Water	Pt	x	x	x	x
Prod. Cap. Drinking water	Pt	x	x	x	x
Depletion of reserves	Pt	20200000	20000000	126000	23600
Species Extinction	Pt	6790	6540	121	131

Per ogni tabella sono state evidenziate le categorie d'impatto più colpite e le fasi che maggiormente impattano, da un punto di vista ambientale, sulla realizzazione e il funzionamento dell'impianto eolico di Castelvetero in relazione a tali categorie.

Per una migliore valutazione della compatibilità ambientale del suddetto impianto, si passa al confronto diretto con la cosiddetta "Alternativa Zero", ovvero la scelta di non intervenire in sito con la messa in opera del progetto a vantaggio di un impianto tradizionale a combustibile fossile di potenza pari all'impianto di Castelvetero.

Esaminando i rispettivi cicli di vita dei due impianti attraverso i metodi ECO-INDICATOR 99 ed EDIP 97, è stato possibile ottenere i seguenti grafici:





Dal confronto con un impianto tradizionale di produzione di energia elettrica da combustibile fossile, i metodi Ecoindicator 99 ed Edip 97 hanno evidenziato che un impianto tradizionale è di gran lunga più impattante. L'utilizzo di impianti ad energia eolica ha come vantaggi la possibilità di produrre energia da una fonte rinnovabile quale il vento, di garantire una riduzione degli impatti sulle categorie "tossicità" ed "ecotossicità" nei vari compartimenti ambientali (per quanto emerso dall'applicazione del metodo Edip 97), e nelle categorie "malattie respiratorie da sostanze inorganiche" e "combustibili fossili" (per quanto emerso dall'applicazione del metodo Ecoindicator 99), di garantire un impatto quasi trascurabile (rispetto ad un impianto tradizionale) per le categorie "sostanze cancerogene" (Ecoindicator 99), "cambiamento climatico" (Ecoindicator 99), ed "effetto serra" (Edip 97).

In conclusione, l'applicazione simultanea dei tre metodi risulta vantaggiosa, poiché permette di ottenere una migliore valutazione dell'eco-compatibilità dell'impianto, e di mettere così in risalto i vantaggi derivanti dall'utilizzo di fonti rinnovabili di energia.