

## INDICE GENERALE

ABSTRACT.....	3
INTRODUZIONE.....	4
1.1.LA COOPERATIVA E-LABOR E IL PROGETTO ENERGETICO.....	6
2.2.L'ENERGIA FOTOVOLTAICA.....	7
3.3.GLI INCENTIVI DEL CONTO ENERGIA.....	10
3.1 Conto Energia 2007-2010.....	11
3.2 Conto Energia dopo il 2010.....	15
4.4.BREVE INTRODUZIONE AD ALCUNI METODI STANDARD DI ANALISI DEGLI INVESTIMENTI.....	15
4.1 Pay Back Time (PBT).....	17
4.2 Il tasso di attualizzazione con il metodo WACC.....	18
4.3 Discounted Pay Back Time (DPBT).....	18
4.4 Valore Attuale Netto (VAN).....	20
4.5 Tasso Interno di Rendimento (TIR).....	21
4.6 Analisi di sensitività.....	22
4.7 Analisi di scenario.....	22
5.5.ANALISI D'INVESTIMENTO DELL'IMPIANTO FACCHINI.....	24
5.1 Generalità sull'impianto.....	24
5.2 L'analisi di investimento con l'utilizzo di metodi standard.....	28
5.2.1 L'analisi non considerando gli oneri fiscali.....	28
5.2.2 Analisi considerando gli oneri fiscali.....	34
5.3 Analisi di sensitività, dello scenario pessimistico e dei rischi dell'impianto.....	35
5.4 Un modello alternativo d'analisi.....	49
5.5 Conclusioni relative all'investimento nell'impianto fotovoltaico.....	55
6.6.INTRODUZIONE AL PROGETTO DI UN IMPIANTO A BIOMASSA NEL COMUNE DI CALCI.....	57
7.7.LE biomasse COME Combustibile.....	59
7.1 Incentivi alla produzione di energia attraverso l'uso di biomasse.....	61
8.8.LA BIOMASSA PROVENIENTE DALL'AGRICOLTURA E DAL BOSCO.....	65

9.LA COGENERAZIONE.....	67
10.LE Potenzialità DEL TERRITORIO DEL COMUNE DI CALCI E DEI TERRITORI LIMITROFI.....	69
10.1 La storia e le potenzialità del territorio del comune di Calci.....	69
10.2 I comuni limitrofi.....	75
11. CALCOLO APPROSSIMATIVO DELLA BIOMASSA NECESSARIA E LA SUDDIVISIONE NELLE VARIE FONTI.....	76
12.ANALISI DELL'IMPIANTO COGENERATIVO A BIOMASSA IDEATO PER CALCI .....	82
12.1 Generalità.....	82
12.2 Breve illustrazione tecnica dell'impianto.....	84
12.3 Analisi economica dell'impianto con il metodo design to cost.....	87
12.3.1 Introduzione al metodo d'analisi utilizzato.....	87
12.3.2 Definizione dei principali parametri dell'investimento.....	88
12.3.4 Design to cost.....	89
12.3.5 Analisi dei costi di gestione dell'impianto.....	100
12.3.6 La prova di disbosco da effettuare nei boschi di Calci.....	103
12.3.7 Considerazioni preliminari all'analisi dei costi della filiera d'approvvigionamento .....	105
12.3.8 Analisi della necessità di manodopera per la filiera d'approvvigionamento....	106
12.3.9 Costo d'acquisto dei mezzi necessari alla filiera e i costi legati al loro funzionamento.....	110
12.3.10 Calcolo del costo totale della filiera d'approvvigionamento.....	116
12.3.11 Analisi delle risorse necessarie inizialmente alla gestione della centrale e alla catena d'approvvigionamento.....	117
12.3.12 Confronto tra costo massimo sostenibile per la gestione della centrale e dell'approvvigionamento con il costo previsto per tali attività.....	119
12.4 Analisi di sensitività attraverso l'albero dei casi.....	121
12.5 Conclusioni relative all'investimento nell'impianto a biomassa.....	130
13.CONCLUSIONI GENERALI.....	133
14.BIBLIOGRAFIA.....	134
RINGRAZIAMENTI.....	135

## ABSTRACT

La valutazione economica degli investimenti nel campo delle energie rinnovabili. Studio di fattibilità di due casi.

Questa tesi è il risultato del lavoro di analisi svolto su due tipi di investimento nel campo delle energie rinnovabili; in entrambi i casi ciò che ci interessa è verificare che vengano soddisfatti requisiti non solo economici, ma anche ambientali e sociali. La prima parte prende in considerazione un impianto fotovoltaico da 3 kWp costruito dalla cooperativa E-Labor. Per l'analisi economica abbiamo utilizzato sia i principali metodi standard (PBT, dPBT, VAN, TIR) che un modello alternativo. La seconda parte analizza un progetto, proposto dall'associazione "EEE", di un impianto cogenerativo a biomassa. Essendo difficile valutare tutti i costi in una fase di progettazione così preliminare, abbiamo utilizzato in questo caso il metodo del design to cost ed inoltre ipotizzato una possibile filiera d'approvvigionamento. Infine, per entrambi gli investimenti è stata svolta un'analisi di sensitività utile a valutarne i rischi.

This thesis is the outcome of two different investment analysis on the field of renewable energy; in both cases we wanted to verify the satisfaction not only of economic requisites, but even environmental and social ones. The first part focuses on a photovoltaic system of 3 kWp built by cooperative society E-Labor. We have completed the economic analysis using both standard and alternative methods. The second part takes into consideration a project of a biomass cogeneration (CHP) system. In this case we have used the method of "design to cost" and assumed a chain of supply, because it was difficult to consider all the costs in the planning stage. In the end, for both the investments we have developed a sensitivity analysis to weigh the risks.

## INTRODUZIONE

Questo elaborato è stato realizzato dal sottoscritto, Alessandro Stefanini, ed è valido come “prova finale” del corso di laurea triennale in ingegneria gestionale. Il lavoro è stato svolto prevalentemente tra Aprile e Ottobre 2010 con la collaborazione del Professor Andrea Bonaccorsi (Relatore Universitario) e dell'Ingegnere Paolo Mascellani (Relatore Esterno) e dell'Ingegnere Renato Papale.

La tesi ha come obiettivo: dimostrare come sia possibile effettuare investimenti nel campo dell'energie rinnovabili ottenendo, oltre che un importante beneficio ambientale, una discreta remunerazione. Questo aspetto sarà dimostrato attraverso l'analisi di due impianti completamente diversi, che hanno in comune la rinnovabilità delle risorse sfruttate per creare energia. Per tale motivo la tesi sarà suddivisa in due sezioni, ognuna delle quali si occuperà dell'analisi di uno dei due impianti.

La prima parte, della tesi, dal capitolo 1 al 5, prende in considerazione un impianto fotovoltaico da circa 3 kW di potenza nominale realizzato da parte della cooperativa E-Labor, della quale l'Ing. Paolo Mascellani è socio. In questo caso l'impianto è già stato costruito, quindi l'analisi verte sulla stima della resa di tale investimento. Inoltre analizzeremo quali sono i rischi che l'investimento diventi una perdita per la cooperativa. Ciò è molto importante per la E-Labor, poiché i soci vogliono effettuare investimenti che, a costo di una remunerazione inferiore, abbiano tassi di rischio bassi. I risultati di questa analisi saranno sfruttati dalla cooperativa per capire se gli investimenti nel fotovoltaico sono vantaggiosi oppure no. Nel procedere del ragionamento faremo molte ipotesi cautelative, in modo che sia improbabile ottenere risultati reali peggiori rispetto alla stima.

La seconda parte, dal capitolo 6 al 12, si occupa della fattibilità economica di un impianto cogenerativo a biomasse da 1 MW elettrico, nel territorio del comune di Calci (PI). Questo impianto, a differenza del primo, è solamente un progetto. La sua realizzazione è un'idea nata e promossa dall'associazione locale EEE, ovvero “Energia, Ecologia, Economia”. Due degli associati con i quali ho collaborato maggiormente sono l'Ingegnere Renato Papale e lo stesso Ing. Mascellani. L'analisi di questo impianto si è rivelata parecchio complessa in quanto è molto difficile valutare i costi legati alla filiera d'approvvigionamento in una fase così preliminare della progettazione. In un primo momento abbiamo ipotizzato quale potesse essere l'investimento iniziale necessario a creare l'impianto e le strutture utili ad esso (ovvero la centrale). Successivamente abbiamo stimato alcuni costi da ritenersi prefissati nei

successivi 15 anni (cioè l'orizzonte temporale considerato) come la manutenzione e l'assicurazione. Dopo aver anche stabilito i ricavi derivanti dall'incentivo siamo stati in grado di applicare il metodo del “design to cost”. Attraverso questa metodologia, dopo aver fissato un guadagno (VAN) prestabilito, siamo riusciti a calcolare il costo massimo che si può avere per la gestione della centrale e della filiera d'approvvigionamento della biomassa. L'ultimo passo è stato quello di valutare se sia possibile gestire la centrale e la filiera con la somma ottenuta dal metodo applicato. Inoltre è stata effettuata una analisi di sensitività dell'investimento attraverso l'uso del metodo dell'albero dei casi; in questo modo è stato possibile valutare meglio i rischi economici. Questa seconda parte della tesi sarà anche utilizzata dall'associazione “EEE”, in una serie di incontri con i cittadini, per illustrare la positività sociale, ambientale ed economica del progetto.

# 1. LA COOPERATIVA E-LABOR E IL PROGETTO ENERGETICO

La E-Labor è una società cooperativa di produzione e lavoro nata ufficialmente nel 2001, a seguito di una esperienza, cominciata due anni prima, come “laboratorio informatico” del Consorzio Sociale Polis di Pisa. Il fine di tale cooperativa è permettere ai soci (scopo mutualistico) di usufruire di condizioni di lavoro migliori rispetto a quelli disponibili sul mercato del lavoro, sia in termini qualitativi che economici, svolgendo la propria attività sia nella produzione diretta di beni che nella fornitura di servizi. I soci della cooperativa di produzione e lavoro da un lato ottengono una remunerazione analoga allo stipendio e, dall'altro, dividono l'eventuale profitto che, una volta dedotte le spese dell'attività, scaturisce dall'attività svolta dalla cooperativa. Caratteristica peculiare di tale tipologia di cooperative è la duplice posizione rivestita dal socio: da un lato egli esercita un'attività imprenditoriale, assumendo su di sé i relativi oneri e rischi derivanti dalla partecipazione ad una compagine sociale che opera in regime di concorrenza sul libero mercato; dall'altro svolge un'attività lavorativa per conto e nell'interesse della cooperativa stessa.

La E-Labor offre servizi in due diversi campi:

- **Informatico:** in quanto a sviluppo software, assistenza sistemistica e gestione di reti di calcolatori, formazione “on the job”.
- **Energetico:** questo progetto, avviato nel 2005, punta all'offerta di percorsi relativi al risparmio energetico e all'utilizzazione di energia da fonti rinnovabili. In particolare, oggi, la E-Labor si occupa, con la collaborazione dell'Agenzia Morellato, della progettazione, installazione e manutenzione di pannelli solari fotovoltaici.

Per quanto riguarda il settore energetico, la E-Labor opera secondo i principi e le modalità delle Energy Services Company (ESCo): società che effettuano interventi finalizzati a migliorare l'efficienza energetica, assumendo su di sé il rischio dell'iniziativa e liberando il cliente da ogni onere organizzativo e di investimento. Al fine di trovare i capitali necessari, la E-Labor si avvale della possibilità, in quanto cooperativa, di utilizzare lo strumento del prestito sociale, cioè un prestito concesso dai soci della cooperativa (anche dai soci sovventori) e utilizzato per raggiungere gli scopi statutari. Una cooperativa che abbia come

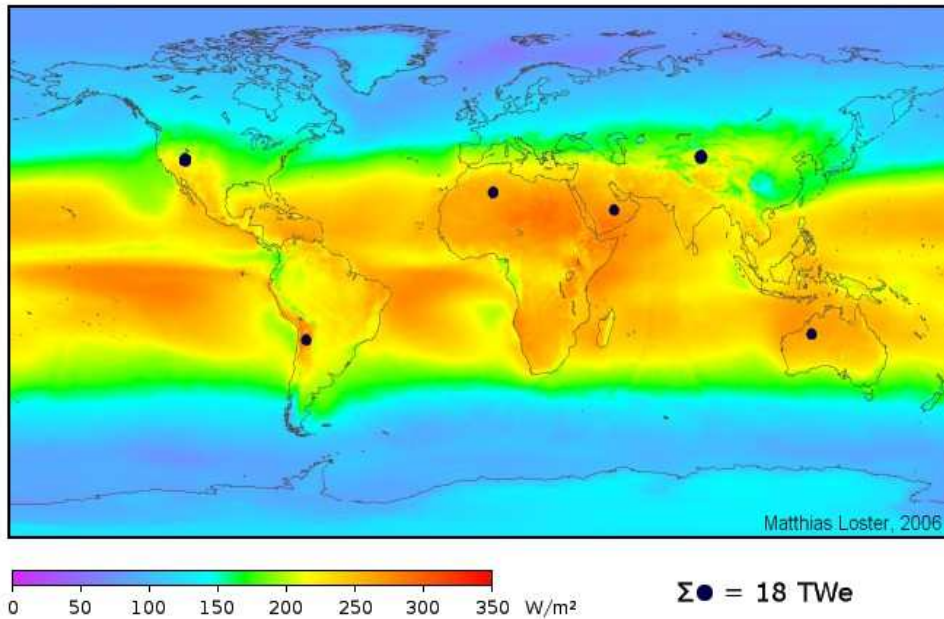
scopo principale la raccolta di prestito sociale, viene chiamata una MAG (Mutua Auto-Gestione, per la quale valgono regole specifiche) e ogni cooperativa ha questa possibilità: basta che i prestiti vengano dati da soci della cooperativa e che vengano utilizzati per raggiungere gli scopi statutari. Ci sono poi alcuni vincoli tecnici, che, a rigore, riguardano solo le cooperative con più di 50 soci, ma che è bene comunque rispettare; di questi, il principale impone che il prestito sociale non superi il triplo del capitale sociale. È quindi prudente che ciascun socio non prenda alla cooperativa più del triplo delle quote sociali che detiene. Naturalmente, nulla impedisce di remunerare anche il capitale sociale, oltre al prestito, ma questo avviene in modi completamente diversi: mentre il prestito sociale viene remunerato al tasso concordato, il capitale sociale viene remunerato in base alle decisioni che l'assemblea della cooperativa prende in sede di approvazione del bilancio e non può quindi essere contrattato a priori, ma solo deciso in modo paritetico per tutti i soci, alla fine dell'esercizio. Il prestito sociale funziona come un libretto di risparmio: si fa un contratto quando lo si apre e quando lo si decide si chiude il contratto. In realtà, ogni cooperativa, stabilisce le modalità e le condizioni di raccolta del prestito sociale: vincoli temporali del deposito, tassi di interesse differenziati a seconda dell'ammontare del deposito, regole particolari per i depositi non movimentati o per importi minimi. Nel caso della E-Labor il prestito sociale viene retribuito il 3% annuo lordo. In particolare, il contratto della E-Labor non prevede spese di alcun genere, ad eccezione dell'imposta di bollo sugli estratti conto e delle tasse sugli interessi, che sono a carico dei sottoscrittori, non della cooperativa.

Grazie al potente strumento del prestito sociale è stato possibile, per la E-Labor, avviare nel 2007 il progetto MAG-ESCO, che ha permesso la realizzazione di tre impianti fotovoltaici: il primo è stato l'impianto Facchini, cioè l'impianto di cui è stata effettuata l'analisi economica, che ha avviato la propria produzione alla fine di Agosto del 2008; gli altri due sono stati realizzati nel corso del 2010.

## **2. L'ENERGIA FOTOVOLTAICA**

Negli ultimi anni l'attenzione dell'opinione pubblica per le energie rinnovabili è aumentata in maniera consistente e costante. I principali motivi di ciò sono: l'eccessivo inquinamento provocato dallo sfruttamento delle risorse non rinnovabili, l'aumento del prezzo dei combustibili fossili e la certezza che prima o poi tali combustibili saranno esauriti (in quanto per formare ciò che si consuma in pochi anni occorrono molti milioni di anni). Il primo punto

è forse al momento il più importante in quanto i principali paesi industrializzati (tranne gli Stati Uniti) hanno firmato il protocollo di Kyoto, documento con il quale si impegnano al taglio delle emissioni di gas serra. Proprio a seguito di tale trattato, i paesi europei hanno messo a punto un piano di incentivi che ha come obiettivo la riduzione del consumo di risorse inquinanti tramite l'aumento di produzione di energia proveniente da fonti non inquinanti.



*I colori sulla mappa indicano la potenza media che raggiunge la terra, in un periodo di tre anni, dal 1991 al 1993, considerando 24 ore al giorno e tenendo conto anche della copertura nuvolosa indicata dai satelliti meteorologici. Le aree definite dai dischi scuri potrebbero fornire, installandovi celle solari con efficienza pari a solo l'8%, 18 TW di potenza elettrica. Questa potenza è maggiore, attualmente, della totale potenza disponibile da tutte le fonti primarie di energia del mondo. Autore: Matthias Loster, del Department of Physics presso University of California.*

Attualmente la fonte di energia rinnovabile più promettente (visto che la fusione nucleare è al momento irrealizzabile, se non in modo sperimentale) è l'energia solare. In generale per energia solare si intende: l'energia elettrica, ottenuta attraverso l'uso di celle fotovoltaiche; l'energia termica, ottenuta tramite collettori solari. Entrambe vengono prodotte sfruttando direttamente l'energia irraggiata dal Sole verso la Terra. L'irraggiamento è molto forte, infatti in qualsiasi momento il Sole trasmette sull'orbita terrestre 1367 Watt per  $m^2$ . Tenendo conto del fatto che la Terra è una sfera che ruota, l'irraggiamento solare medio è di circa 200 watt/ $m^2$  alle latitudini europee. Se si moltiplica questa potenza media per metro quadro per la



superficie dell'emisfero terrestre istante per istante esposto al sole, si ottiene una potenza maggiore di 50 milioni di Gigawatt (un GW è circa la potenza media di una grande centrale elettrica), che è circa 10000 volte superiore alla potenza consumata dall'umanità. La quantità di energia solare che arriva sulla Terra è quindi enorme, basti pensare che per coprire il fabbisogno energetico mondiale con il fotovoltaico sarebbe sufficiente un'area equivalente all'1,5% della superficie europea.

Attualmente, il principale problema nello sfruttamento dell'energia solare è l'elevato costo di costruzione degli impianti fotovoltaici, soprattutto dei moduli (i quali hanno un'incidenza del 70% sul costo totale); questo rende l'energia solare meno conveniente rispetto a quella prodotta con altri metodi, in particolar modo rispetto all'energia ricavata dall'uso di combustibili fossili (circa 0,04-0,09 €/kWh per l'energia ottenuta dai combustibili fossili e circa 0,06-0,15 €/kWh dell'energia idroelettrica, altra fonte rinnovabile, contro circa 0,26-0,48 €/kWh per l'energia prodotta con il fotovoltaico). L'obiettivo di tutta l'industria fotovoltaica è raggiungere la “grid parity”, cioè la parità di costi per kWh dell'energia prodotta con il solare e di quella prodotta utilizzando i combustibili fossili. Ovviamente nel calcolo del costo dell'energia prodotta dal fotovoltaico è fondamentale la posizione geografica dell'impianto: ad esempio in Sicilia abbiamo valori di irraggiamento annuo che arrivano a 2000 kWh/m<sup>2</sup> contro i 1200 kWh/m<sup>2</sup> della pianura padana. Per questo motivo la grid parity non sarà raggiunta in tutta Italia nello stesso momento.

Lo sviluppo tecnologico che possa rendere economico l'uso dell'energia solare è un settore della ricerca molto attivo, che ha già portato ad una diminuzione dei costi dei moduli fotovoltaici, ma non ha portato a risultati rivoluzionari.

### **3. GLI INCENTIVI DEL CONTO ENERGIA**

Con la firma del Protocollo di Kyoto l'Italia si impegna a ridurre le proprie emissioni di gas serra. Il trattato infatti prevede l'obbligo per i paesi industrializzati di ridurre, nel periodo 2008-2012, le emissioni delle principali sostanze inquinanti (biossido di carbonio - CO<sub>2</sub>; metano - CH<sub>4</sub>; ossido di diazoto - N<sub>2</sub>O; idrofluorocarburi – HFC; perfluorocarburi – PFC; esafluoruro di zolfo - SF<sub>6</sub>) in una misura non inferiore al 5% rispetto ai quantitativi registrati nell'anno preso a riferimento, il 1990. Bisogna però precisare che questa quota percentuale non è uguale per tutti i paesi: se all'Unione Europea spetta complessivamente una riduzione dell'8%, l'Italia deve impegnarsi invece per il 6,5%. Al fine di raggiungere tale obiettivo una

delle strategie messe in atto è il varo di un insieme di incentivi economici nel campo delle energie rinnovabili, tra cui troviamo il Conto Energia.

Conto Energia è il nome assunto dal programma europeo di incentivazione in conto esercizio della produzione di elettricità da fonte solare, mediante impianti fotovoltaici permanentemente connessi alla rete elettrica. Una prima edizione del Conto Energia è stata redatta nel 2005 attraverso la redazione del D.M. del 28/07/2005 (con ampliamento del limite aggregato di potenza installata nel 2006). Prima di questa data, l'incentivazione all'utilizzo delle fonti rinnovabili avveniva mediante assegnazioni di somme a fondo perduto, grazie alle quali il privato poteva limitare il capitale investito; oggi il meccanismo del Conto Energia è assimilabile ad un finanziamento in conto esercizio, in quanto non prevede alcuna facilitazione particolare da parte dello Stato per la messa in servizio dell'impianto. Quindi il principio che regge il funzionamento del Conto Energia consiste nell'incentivazione della produzione elettrica, e non dell'investimento necessario per ottenerla.

Grazie al D.M. del 19 febbraio 2007 il Ministero dello Sviluppo Economico ha fissato i nuovi criteri per incentivare la produzione di energia elettrica da impianti solari fotovoltaici. Il provvedimento consente di eliminare parte delle lungaggini burocratiche che avevano appesantito il precedente Conto Energia (quello del 2005).

### **3.1 Conto Energia 2007-2010**

Il Conto Energia, così come modificato dal D.M. 19/02/07 (pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 23/02/07), è subentrato ai precedenti (D.M. del 28/07/2005 e del 6/02/2006) in materia di incentivazione dell'energia fotovoltaica. Il decreto è diventato operativo solo dopo la pubblicazione della delibera da parte della Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas (AEEG) 90/07, avvenuta il 13/04/07, che ha definito le condizioni e le modalità per l'erogazione delle tariffe incentivanti.

Le principali caratteristiche del meccanismo d'incentivazione sono sintetizzate nei seguenti punti:

- Il soggetto che richiede l'erogazione delle tariffe incentivanti ed è responsabile dell'esercizio dell'impianto fotovoltaico prende il nome di "soggetto responsabile" dell'impianto;
- possono beneficiare delle tariffe, in qualità di soggetto responsabile dell'impianto fotovoltaico, le persone fisiche, le persone giuridiche, i soggetti pubblici e i condomini di unità abitative e/o di edifici;

- la potenza nominale degli impianti deve essere non inferiore a 1 kW;
- la richiesta di incentivo deve essere inviata al GSE solo dopo l'entrata in esercizio degli impianti fotovoltaici;
- il limite massimo cumulato della potenza incentivabile, fissato dal DM 19/02/07, è pari a 1200 MW; al raggiungimento di tale limite, quale ulteriore garanzia per gli operatori, è previsto un "periodo di moratoria" di 14 mesi (24 mesi per i soli impianti i cui soggetti responsabili sono soggetti pubblici). Gli impianti che entreranno in esercizio in tale periodo di moratoria potranno comunque beneficiare delle tariffe incentivanti;
- le tariffe sono articolate per taglia e tipologia installativa, con l'intento di favorire le applicazioni di piccola taglia architettonicamente integrate in strutture o edifici;
- è stato introdotto un premio per impianti fotovoltaici abbinati all'uso efficiente dell'energia negli edifici.

La successiva delibera AEEG ARG/elt 161/08 ha reso possibile la realizzazione di un impianto fotovoltaico suddiviso in più parti (d'ora in poi sezioni), ciascuna con la propria tipologia d'integrazione architettonica.

La potenza dell'impianto (e quindi la relativa tariffa) sarà data dalla somma delle potenze di tutte le sezioni che obbligatoriamente bisognerà dichiarare (potenza totale dell'impianto, numero di sezioni e potenza di ogni sezione) al momento della richiesta dell'incentivo per la prima sezione. Il parallelo alla rete di tutte le sezioni di cui sarà composto l'impianto dovrà avvenire entro due anni dalla data di entrata in esercizio della prima sezione. Ai fini del raggiungimento del limite massimo di potenza incentivabile previsto dal DM del 19/02/07, pari a 1200 MW, conta solo la potenza effettivamente realizzata e non la potenza totale dell'impianto dichiarata in fase di registrazione della prima sezione.

La Delibera ARG/elt 161/08 rende ancora più flessibile il meccanismo d'incentivazione dell'attuale Conto Energia e sono evidenti almeno due vantaggi:

- è possibile mettere in esercizio ogni sezione d'impianto come se si trattasse di un impianto a sé. Il beneficio è evidente soprattutto per gli impianti di grossa taglia per cui si incontrano difficoltà a effettuare un unico parallelo alla rete in un'unica soluzione. Si potranno effettuare più entrate in esercizio in base al numero di sezioni in cui è suddiviso l'impianto;
- è possibile collegare più sezioni d'impianto allo stesso punto di connessione rispettando il vincolo imposto dal Decreto 19/02/07 secondo cui un impianto fotovoltaico non può condividere il punto di connessione alla rete con altri impianti fotovoltaici.

Sul sito internet del GSE ([www.gse.it](http://www.gse.it)) è possibile monitorare la situazione aggiornata della potenza cumulata degli impianti entrati in esercizio nell'ambito dei precedenti DM 28/07/05 e 6/02/06 e dell'attuale DM 19/02/07.

Per quanto riguarda le tariffe il Decreto ha stabilito che gli impianti fotovoltaici entrati in esercizio fino al 31/12/2008 avessero diritto a una tariffa incentivante articolata secondo i valori indicati nella seguente tabella. Le tariffe sono erogate per un periodo di venti anni, a decorrere dalla data di entrata in esercizio dell'impianto e rimangono costanti, non subiscono cioè aggiornamenti ISTAT, per l'intero periodo.

Potenza nominale dell'impianto (kW)		Tipologia di impianto fotovoltaico		
		1 Non integrato	2 Parzialmente integrato	3 Integrato
A)	$1 \leq P \leq 3$	0,40	0,44	0,49
B)	$3 < P \leq 20$	0,38	0,42	0,46
C)	$P > 20$	0,36	0,40	0,44

*Tariffe incentivanti, espresse in €/kWh e suddivise per dimensione dell'impianto e per tipologia d'integrazione, valide per l'anno 2008. Fonte: GSE.*

Il decreto ha stabilito che tali tariffe siano decurtate del 2% per ciascuno degli anni successivi al 2008.

Potenza nominale dell'impianto (kW)		TIPOLOGIA IMPIANTO		
		1 Non integrato	2 Parzialmente integrato	3 Integrato
A)	$1 \leq P \leq 3$	0,384	0,422	0,470
B)	$3 < P \leq 20$	0,365	0,403	0,442
C)	$P > 20$	0,346	0,384	0,422

*Tariffe incentivanti, espresse in €/kWh e suddivise per dimensione dell'impianto e per tipologia d'integrazione, valide per l'anno 2010. Fonte: GSE.*

Quindi i valori validi dal 1° gennaio 2010 sono stati calcolati decurtando del 4% le tariffe riportate nel DM del 19/02/07 (2% per ogni anno successivo al 2008) e sono le seguenti:

Le tariffe maggiori sono riconosciute ai piccoli impianti domestici fino a 3 kW che risultano integrati architettonicamente, mentre le tariffe più basse sono invece riconosciute ai grandi impianti non integrati architettonicamente.

Il decreto classifica gli impianti aventi accesso all'incentivazione secondo tre tipologie (art. 2, comma 1):

- impianto fotovoltaico non integrato: impianto con moduli ubicati al suolo, ovvero con moduli collocati, con modalità diverse dalle seguenti due tipologie, sugli elementi di arredo urbano e viario, sulle superfici esterne degli involucri di edifici, di fabbricati e strutture edilizie di qualsiasi funzione e destinazione;
- impianto fotovoltaico parzialmente integrato: impianto i cui moduli sono posizionati, secondo le tipologie elencate in allegato 2 al D.M., su elementi di arredo urbano e viario, superfici esterne degli involucri di edifici, fabbricati, strutture edilizie di qualsiasi funzione e destinazione;
- impianto fotovoltaico con integrazione architettonica: impianto fotovoltaico i cui moduli sono integrati, secondo le tipologie elencate in allegato al D.M., in elementi di arredo urbano e viario, superfici esterne degli involucri di edifici, fabbricati, strutture edilizie di qualsiasi funzione e destinazione.

Si evidenzia inoltre che la tariffa "base" può essere incrementata del 5% nei seguenti casi, tra loro non cumulabili:

- a) per impianti ricadenti nelle righe B e C della colonna 1 (impianti superiori ai 3 kW non integrati) della precedente tabella, il cui soggetto responsabile autoconsuma su base annua almeno il 70% dell'energia prodotta dall'impianto (autoproduttori ai sensi dell'art. 2 del Dlgs n. 79 del 16 marzo 1999);
- b) per impianti il cui soggetto responsabile è una scuola pubblica/paritaria o una struttura sanitaria pubblica;
- c) per impianti integrati in edifici, fabbricati, strutture edilizie di qualsiasi destinazione (industriale, commerciale, agricola) in sostituzione di coperture in eternit o contenenti amianto (per maggiori dettagli è necessario consultare la guida agli interventi validi ai fini del riconoscimento dell'integrazione architettonica pubblicata sul sito del GSE);

- d) per impianti i cui soggetti responsabili siano enti locali con popolazione residente inferiore a 5000 abitanti come risultante dall'ultimo censimento ISTAT.

### **3.2 Conto Energia dopo il 2010**

Il Ministero dello Sviluppo Economico (MSE) e il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) stabiliranno con un successivo decreto, attualmente in corso di definizione, le tariffe incentivanti per gli impianti che entreranno in esercizio negli anni successivi al 2010. Infatti i due ministeri stanno lavorando al nuovo Conto Energia che avrà validità per gli anni 2011-2013. Per il momento, il Ministero dello Sviluppo Economico ha presentato solamente alcune bozze di decreto che definisce il Conto Energia per gli impianti che entreranno in funzione dal 2011. Da tali bozze si deduce che il decreto ridurrà le tariffe incentivanti di almeno il 20% e le più alte andranno agli impianti integrati innovativi.

## **4. BREVE INTRODUZIONE AD ALCUNI METODI STANDARD DI ANALISI DEGLI INVESTIMENTI**

In questa sezione dell'elaborato si riporta una breve illustrazione e spiegazione dei metodi standard di analisi d'investimento, che saranno utilizzati per effettuare le analisi successive. Si sottolinea il fatto che ci sono moltissimi metodi di analisi; ai fini di questa tesi, sono stati scelti quelli che si sono ritenuti migliori, più comuni e di più semplice applicazione.

Per cominciare, bisogna considerare che, l'analisi di convenienza economica, richiede uno studio preliminare di definizione delle condizioni tecnico-economiche legate alla proposta di investimento da esaminare. In particolare, rilevante importanza rivestono la determinazione dell'intervallo di tempo a cui estendere l'analisi (orizzonte economico o orizzonte temporale), nonché la valutazione del flusso netto di cassa (cash flow), cioè la sommatoria algebrica di tutte le transazioni di denaro che avvengono in una ipotetica "cassa" durante il generico periodo dell'orizzonte temporale, generalmente l'anno. Valutare l'orizzonte temporale dell'investimento può non risultare semplice in quanto esistono diversi modi per ricavare tale periodo. Ad esempio può essere assunto il periodo di ammortamento rilevabile dalla normativa vigente, oppure la vita economica dell'investimento, definita come il minor intervallo di tempo tra quelli di seguito riportati: vita fisica, ossia il periodo di tempo in cui si prevede che il bene fornisca le originarie prestazioni qualitative e quantitative durante

l'esercizio delle proprie funzioni; durata tecnologica, ossia il periodo di tempo in cui si ipotizza che il bene diventi obsoleto; durata tecnico-commerciale, definita dal periodo di tempo in cui il prodotto si ritiene convenientemente collocabile sul mercato. Il flusso netto di cassa, legato allo specifico investimento, è il valore della risultante dei movimenti effettivi di denaro realizzatosi durante un determinato periodo (anno); essi sono considerati con il segno positivo o negativo a seconda che risultino rispettivamente entrate o uscite. Il suddetto valore è noto anche come cash-flow. Non vanno considerati come valori rilevanti ai fini della valutazione del progetto d'investimento i costi sommersi (sunk costs). Tali sono costi che l'impresa ha deciso in passato di sostenere e quindi non sono influenzabili dalle decisioni relative all'investimento in analisi. Un esempio di costo sommerso è la spesa per fare uno studio di fattibilità di un investimento: quando si arriva a dover decidere se realizzare o meno l'investimento, tale studio è già una spesa indipendentemente dalla decisione che verrà presa. Quando calcoliamo i flussi di cassa futuri bisognerebbe anche considerare il fattore temporale, ovvero considerare il tasso di attualizzazione. Il tasso di attualizzazione è quel tasso d'interesse da impiegare per trasferire al tempo 0, ossia all'attualità o "ad oggi", un capitale finanziario esigibile ad una certa data futura (o comunque un certo flusso di cassa futuro), in modo che quel capitale attualizzato, cioè esigibile oggi, sia finanziariamente equivalente al capitale esigibile in data futura. I flussi di cassa si definiscono attualizzati se sono stati "riportati" ad oggi tramite il tasso di attualizzazione. I metodi di calcolo di tale tasso sono molti e dipendono dal tipo di investimento e dalla situazione aziendale; in seguito riporteremo uno dei metodi più utilizzati, cioè il WACC (Weighted Average Cost of Capital). Dopo aver rapidamente spiegato alcuni concetti preliminari, passiamo ad individuare le metodologie di analisi. I metodi standard d'analisi d'investimento, in regime deterministico, possono essere essenzialmente classificati in 2 tipi:

- metodi che non tengono conto del valore attuale dei futuri flussi monetari, definiti anche METODI SEMPLICI
- metodi che tengono conto del valore attuale dei futuri flussi monetari, noti come METODI PRECISI

In particolare verranno brevemente illustrati: fra i metodi semplici, il Pay Back Time (PBT); fra i metodi precisi: il Discounted Pay-Back Time (DPBT), il Valore Attuale Netto (VAN, in inglese Net Present Value) e il Tasso Interno di Rendimento (TIR, in inglese Internal Rate of Return). Le seguenti brevi spiegazioni sono da ritenersi non complete ed esaustive, per

ulteriori approfondimenti si consiglia di consultare un manuale di analisi di investimenti industriali.

#### **4.1 Pay Back Time (PBT)**

Il periodo di recupero del capitale investito, o Pay Back Time, è definito dal numero minimo di anni (o altra unità di misura di tempo)  $N_p$  che rende maggiore o uguale la somma algebrica dei flussi netti di cassa rispetto all'investimento  $I_0$ . Quindi tale periodo è il tempo necessario affinché l'investimento ripaghi se stesso. È un parametro semplice da calcolare in quanto basta andare a vedere dove la cumulata dei flussi di cassa è uguale a 0. Infatti il valore di  $N_p$  può ottenersi imponendo la seguente relazione:

$$I_0 \leq FC_1 + FC_2 + \dots + FC_n$$

dove FC sono i flussi di cassa,  $I_0$  è l'investimento iniziale ed  $n$  è il numero di anni (o il numero di unità temporali utilizzate) minimo che soddisfa tale relazione. Ovviamente alcuni flussi possono essere negativi in tal caso, facendo la somma algebrica, si sottrarranno. Il metodo descritto, facilmente calcolabile, fornisce un'indicazione sul tempo necessario per recuperare la liquidità impegnata e porge preferenza ai progetti di investimento con minor tempo di recupero; attraverso di esso, è inoltre possibile valutare quale sia l'investimento che ha il maggior "grado" di liquidità (aspetto molto utile se l'impresa si trova in una situazione difficile quanto a liquidità). Tuttavia, questo metodo non fornisce indicazioni sulla redditività dell'investimento, né consente di ottenere informazioni riguardanti i periodi successivi a quello di recupero e, essendo un metodo semplice, uniforma tutti i futuri flussi di cassa trascurandone l'attualizzazione. Infine, esso è un indicatore di rischio e non di redditività e spesso può portare le imprese a decisioni sbagliate.

#### **4.2 Il tasso di attualizzazione con il metodo WACC**

Prima di passare alla breve illustrazione dei metodi precisi, ovvero quelli che utilizzano i flussi di cassa attualizzati, viene spiegato come si calcola il tasso di attualizzazione con il metodo del WACC. È stato detto che il tasso d'attualizzazione può essere interpretato, e di conseguenza calcolato, in modi differenti; in questa analisi assumeremo che il tasso d'attualizzazione sia pari al costo del capitale per l'azienda. Infatti il metodo del WACC (Weighted Average Cost of Capital, ovvero costo medio ponderato del capitale) è utile a calcolare quanto costa il capitale all'azienda in considerazione. La formula del WACC è la seguente:



$$WACC = Kd \frac{D}{D+E} + Ke \frac{E}{D+E}$$

con:

WACC= Costo medio ponderato del capitale

Kd= Interesse medio sul capitale di debito

Ke= Interesse medio sul capitale proprio

D= Entità capitale di debito

E= Entità capitale proprio

Quindi il risultato di tale formula è un possibile tasso di attualizzazione utilizzabile per scontare i flussi di cassa.

#### **4.3 Discounted Pay Back Time (DPBT)**

La determinazione del periodo di recupero del capitale investito, effettuata senza considerare il costo del denaro, può talvolta condurre a valutazioni eccessivamente ottimistiche sulla velocità di recupero della liquidità impegnata. In altri termini, quando il costo del denaro influenza in modo decisivo i flussi di cassa attualizzati, il periodo di recupero non attualizzato può risultare alquanto più piccolo di quello calcolato ad un fissato tasso di interesse, ossia attraverso il metodo del Pay Back Time attualizzato, cioè il Discounted Pay Back Time. Quindi il DPBT è il periodo di recupero del capitale investito considerando anche il costo del capitale ed è definito dal numero minimo di anni (o altra unità di misura di tempo)  $N_p$  che rende maggiore o uguale la somma algebrica dei flussi netti di cassa attualizzati rispetto all'investimento  $I_0$ . In questo caso, ancora più del PBT semplice, il periodo trovato è il tempo necessario affinché l'investimento ripaghi se stesso. Anche in questo caso si tratta di un parametro abbastanza semplice da calcolare (ma più complesso del PBT visto che c'è il tasso di attualizzazione o tasso di sconto), in quanto basta andare a vedere dove la cumulata dei flussi di cassa attualizzati è uguale a 0. Il valore di  $N_p$  può ottenersi imponendo la seguente relazione:

$$I_0 = \frac{FC1}{1+Ts} + \frac{FC2}{(1+Ts)^2} + \dots + \frac{FCn}{(1+Ts)^n}$$

dove FC sono i flussi di cassa,  $I_0$  è l'investimento iniziale, Ts è il tasso di attualizzazione ed n

è il numero di anni (o il numero di unità temporali utilizzate) minimo che soddisfa tale relazione. Ovviamente alcuni flussi possono essere negativi; in tal caso, facendo la somma algebrica, si sottrarranno.

Analogamente al PBT, il metodo appena descritto fornisce un'indicazione sul tempo necessario affinché venga recuperata la liquidità impegnata e porge preferenza ai progetti di investimento con minor periodo di recupero. Inoltre, anche il DPBT non fornisce indicazioni sulla redditività dell'investimento, né consente di ottenere informazioni riguardanti i periodi successivi a quello di recupero.

A differenza del PBT, invece, il DPBT non rende uniformi tutti i futuri flussi di cassa, bensì utilizza un tasso di attualizzazione opportuno per scontarli ed è quindi più corretto soprattutto per investimenti di lungo periodo (pur essendo anch'esso più un indicatore di rischio che di redditività). C'è da considerare però un aspetto: l'utilizzo del tasso di attualizzazione introduce nel calcolo una variabile che non ha un valore "certo" nel futuro visto che il costo del denaro non è costante.

#### **4.4 Valore Attuale Netto (VAN)**

Il Valore Attuale Netto (VAN), detto Net Present Value (NPV), è un indice attestante la redditività dell'investimento in termini di differenza fra la sommatoria algebrica dei flussi di cassa attualizzati, estesa agli  $n$  periodi (anni) dell'orizzonte temporale, e l'investimento  $I_0$ . Analiticamente, definito il Valore Attuale (VA) o Present Value (PV) dell'investimento come:

$$VA = \frac{FC1}{1+Ts} + \frac{FC2}{(1+Ts)^2} + \dots + \frac{FCn}{(1+Ts)^n}$$

si otterrà l'equazione di definizione del Valore Attuale Netto:

$$VAN = -FC_0 + VA = -FC_0 + \frac{FC1}{1+Ts} + \frac{FC2}{(1+Ts)^2} + \dots + \frac{FCn}{(1+Ts)^n}$$

dove  $FC_0$  sta per l'investimento mentre gli altri FC sono i flussi di cassa successivi, i quali non è detto che siano positivi. Una proposta di investimento risulterà accettabile se consente di ottenere un Valore Netto Attuale positivo; infatti il tasso utilizzato nell'attualizzazione è il tasso che permette di soddisfare le attese di tutti coloro che hanno finanziato l'impresa (sia

capitale di terzi che proprio). Fra differenti alternative di investimento risulteranno più convenienti quelle a più elevato VAN. Da notare però che un raffronto diretto (con conseguente relazione di ordinamento) tra VAN per investimenti differenti è possibile solo se il periodo di attualizzazione (il massimo  $n$  della formula precedente) è lo stesso per tutti gli investimenti considerati. Altrimenti, per confrontare VAN con orizzonti temporali differenti, è necessario riportarli ad un unico orizzonte temporale che sia il minimo comune multiplo dei precedenti orizzonti. Secondo i più recenti sviluppi, viene utilizzato come parametro anche un secondo fattore: il Moltiplicatore, ovvero la relazione tra fondi investiti inizialmente  $FCo$  e VAN secondo la formula seguente:

$$Moltiplicatore = \frac{VAN + FCo}{FCo}$$

in questo modo è possibile confrontare investimenti di entità differente, guardando quale investimento ha un moltiplicatore maggiore.

#### **4.5 Tasso Interno di Rendimento (TIR)**

I metodi “precisi” illustrati fino a questo punto impongono, fra le altre, anche la valutazione anticipata del futuro costo denaro (ovvero il tasso di attualizzazione). Pur trattandosi di valutazioni economiche in regime deterministico, in contrapposizione a quello probabilistico che si basa sulle distribuzioni probabilistiche degli indici, esse risentono dell’incertezza insita nella previsione del costo del denaro nel futuro. Il Tasso Interno di Rendimento supera questo tipo di incertezza non utilizzando alcun tasso di sconto. Il TIR (in inglese IRR ovvero Internal Rate of Return) è un indice di redditività finanziaria di un investimento e, nello specifico, un tasso composito annuale di ritorno effettivo che un investimento genera: rappresenta, quindi, la resa di un investimento. Non si utilizzano tassi di attualizzazione noti a priori proprio perché essi stessi diventano l’incognita. Infatti matematicamente il TIR è definito come il tasso di attualizzazione che rende il Valore Attuale Netto (VAN) di una serie di flussi di cassa pari a zero. Per cui, il TIR si calcola risolvendo l’equazione del VAN in modo da trovare quel valore che rende il VAN pari a zero:

$$VAN = -FC0 + \frac{FC1}{1+TIR} + \frac{FC2}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{FCn}{(1+TIR)^n} = 0$$

L'equazione per il calcolo del Tasso Interno di Rendimento è un'equazione polinomiale: esso, quindi, non può essere calcolato direttamente ma si deve risolvere ricorsivamente tale equazione scartando le soluzioni non accettabili.

Un investimento risulterà conveniente se il TIR è maggiore del costo del capitale (calcolato ad esempio utilizzando il WACC) o, più in generale, se è maggiore del tasso di attualizzazione scelto. Da notare che, se non è noto con precisione il tasso di sconto, questo non costituisce un problema in quanto l'importante è che il TIR sia maggiore del più grande tasso di attualizzazione da noi ipotizzato. Naturalmente fra più alternative si mostrerà più conveniente quella a maggior Tasso Interno di Rendimento. Questo parametro ha il vantaggio di permettere di confrontare direttamente la redditività anche fra investimenti che hanno entità diverse e orizzonti temporali differenti.

#### **4.6 Analisi di sensitività**

L'analisi di sensitività (Sensitivity Analysis) o analisi di sensibilità ha lo scopo di selezionare le variabili ed i parametri "critici" del modello, cioè quelli le cui variazioni, in più o in meno rispetto al valore utilizzato come migliore stima nel caso base, influenzano maggiormente il TIR o il VAN, facendo cioè variare questi parametri in modo più significativo. I criteri da adottare per la scelta delle variabili critiche sono funzione dello specifico progetto e devono essere valutati accuratamente caso per caso. Come criterio generale si suggerisce di prendere in considerazione i parametri per i quali una variazione (in più o in meno) dell' 1% dà luogo ad una corrispondente variazione dell' 1% (un punto percentuale) del TIR o del 5% del valore base del VAN.

In realtà non vi è una precisa definizione di come svolgere meglio l'analisi di sensitività: l'analista deve essere in grado di stabilire quale interpretazione sia la più corretta nella specifica situazione. Comunque, generalmente, tale compito risulta assai complesso da svolgere. Inoltre, per un'analisi più completa, oltre ad analizzare l'influenza delle variabili critiche selezionate, c'è anche la necessità di sapere quale sia la probabilità che i valori, assegnati alle diverse variabili nell'analisi, vengano realmente assunti.

Nella nostra analisi questo strumento sarà utilizzata solamente per capire quali variazioni,

delle variabili selezionate, sono necessarie affinché si abbia un reddito negativo dall'investimento. Alcuni valori impiegati per fare l'analisi di sensitività saranno poi ripresi per creare uno scenario pessimistico.

#### ***4.7 Analisi di scenario***

La considerazione combinata di certi valori “ottimistici” e “pessimistici” di un gruppo di variabili, nel rispetto di certe ipotesi, può essere utile per dimostrare gli effetti ottenuti in differenti scenari. Per definire scenari ottimisti o pessimisti, è necessario scegliere per ogni variabile critica i valori estremi tra quelli che hanno la possibilità di essere assunti. Una volta stabiliti i parametri delle variabili, che caratterizzano un certo scenario, è utile effettuare le necessarie valutazioni: la redditività, il PBT o altri tipi di valutazione.

Lo scenario pessimistico può aiutare a valutare quale sia, nel complesso, la “solidità” dell'investimento rispetto alle possibili variazioni “negative” e quindi anche se vi siano dei forti rischi legati a tale investimento. Nella nostra analisi tratteremo solamente dello scenario pessimistico in quanto la cooperativa è interessata a capire soprattutto quali siano le possibilità di avere un investimento non redditizio e quale sia la peggiore situazione prevedibile.