

INDICE

<i>Prefazione del Direttore della SSTAM</i>	pag.	III
<i>Saluti di apertura</i>	pag.	V
Franco Cotana	pag.	1
Federico Rossi	pag.	11
Alberto Franceschini	pag.	21
Corrado Kropp	pag.	23
Riccardo Igor Renzulli	pag.	25
Stefano Neri	pag.	103
Massimo Altavilla	pag.	111

Prefazione del Direttore della SSTAM

Le stime più ottimistiche prevedono, all'attuale trend di consumo, l'esaurimento dei combustibili fossili nei prossimi 50/70 anni; una conseguenza tangibile del fenomeno sono le continue oscillazioni del prezzo del petrolio, che proprio in questi giorni è tornato a circa 70 \$ al barile dopo aver raggiunto il massimo storico di quasi 150 \$ al barile.

La situazione appare ancora più grave se si considera la crescente domanda di energia dei paesi industrializzati e soprattutto di quelli in via di sviluppo, come Cina ed India, che peraltro hanno previsto politiche di sviluppo energetico basate proprio su fonti fossili.

Inoltre i combustibili fossili sono ritenuti i principali responsabili del riscaldamento globale poiché la loro combustione produce inevitabilmente anidride carbonica ed altri gas che potrebbero svolgere una influenza sul clima globale.

In seguito a queste considerazioni negli ultimi anni si è assistito ad uno sforzo volto allo studio alla promozione ed la diffusione delle fonti di energia rinnovabili, specialmente da parte della comunità scientifica internazionale e delle organizzazioni governative dei paesi più industrializzati, ma anche da parte di molti soggetti privati.

Tuttavia motivi tecnico/scientifici e ragioni economiche fanno apparire improbabile che si possa fare fronte al crescente fabbisogno mondiale di energia mediante l'uso esclusivo di fonti rinnovabili.

In questo contesto l'energia nucleare, bandita in molti paesi europei (Svezia nel 1980, Spagna nel 1983, Italia nel 1988, Belgio nel 1999 e Germania nel 2000) a seguito delle forti suggestioni indotte da preoccupazioni (immotivate) sulla sicurezza delle centrali e dei depositi di scorie radioattive, può tornare a rappresentare, in sinergia con le fonti di energia rinnovabile, una valida

alternativa ai combustibili fossili in virtù della notevole evoluzione subita dalla tecnologia e del ridottissimo impatto ambientale in termini di emissioni.

Anche le preoccupazioni relative allo smaltimento ed allo stoccaggio di scorie radioattive assumono oggi una minore rilevanza a seguito dei nuovi processi di trasmutazione che potranno essere adottati nelle centrali di nuova generazione.

Il volume stampato a cura della Scuola Superiore Territorio Ambiente e Management SSTAM, vuole costituire uno strumento di corretta informazione scientifica per sensibilizzare ed aggiornare tutti coloro che, a vario titolo, vorranno tornare ad occuparsi di nucleare; nel volume vengono illustrate con chiarezza e realismo le nuove opportunità che oggi l'energia nucleare può offrire.

I temi affrontati riguardano, oltre che lo stato dell'arte di tale tecnologia, anche le nozioni basilari ormai poco familiari agli stessi operatori del settore energetico.

Dalla pubblicazione di questo testo ci si aspetta un impulso alla realizzazione della Piattaforma Tecnologica Nucleare Sostenibile Italia PT-NSI che il Prof. Franco Cotana e il prof. Federico Rossi hanno già sottoposto al Ministro Claudio Scajola per l'approvazione.

La PT-NSI è uno strumento organizzativo nazionale indispensabile per partecipare ai tavoli europei dei finanziamenti e della ricerca nel settore nucleare, per tutti coloro che si vogliono iscrivere la piattaforma italiana ha già una sede internet nel sito www.nuclearesostenibile.it.

Saluti di apertura

Prof. Ing. Franco Cotana

Ordinario di Fisica Tecnica dell'Università degli Studi di Perugia

Direttore del Dottorato di Ricerca in Ingegneria Energetica

Nell'aprire questa giornata di studio su "Energia Nucleare Nuove Prospettive e Opportunità", ricordo che la manifestazione si inquadra in una serie di attività che ricorrono nell'ambito dei settecento anni del nostro Ateneo ed è stata organizzata dal corso di Fisica Tecnica ed energetica di Terni tenuto dal prof. Rossi e dal Dottorato di Ricerca in Ingegneria Energetica da me diretto.

Nell'ambito del nostro Dottorato sono state già affrontate con seminari e conferenze le tematiche legate alle fonti energetiche e agli scenari futuri, alle energie rinnovabili, ai biocarburanti; una parte della mia introduzione sarà dedicata proprio a questi argomenti.

Il significato di questa giornata di studio è quello di porre all'attenzione dell'opinione pubblica, degli studenti e dei dottorandi, dei colleghi e dei politici che a vario titolo si occupano di energia, il tema dell'energia nucleare e del ruolo che esso rappresenta per lo sviluppo e l'economia del nostro Paese.

Nel referendum del 1987 votai a favore del nucleare e cercai di convincere i miei conoscenti a fare altrettanto ma eravamo minoranza, perdemmo perché la politica era più orientata a cavalcare l'onda emotiva dell'incidente di Chernobyl (del 26 aprile 1986) che a fare gli interessi del Paese in una visione strategica e razionale. Al referendum è seguito un ostracismo contro il nucleare che taluni movimenti politici cosiddetti verdi hanno alimentato disseminando paura e terrore come un virus che ha influenzato le coscienze e dato una rappresentazione distorta della realtà. Tali idee hanno portato molti comuni ad affiggere con fierezza ai loro confini targhe con la scritta "Comune Denuclearizzato".

Il prezzo che i cittadini hanno pagato e continuano a pagare a questa folle ideologia antinuclearista è altissimo. Non solo l'Italia non è un paese denuclearizzato: oltre ai rifiuti nucleari ospedalieri, abbiamo i vecchi siti nucleari e le 4 vecchie centrali nucleari da smantellare ma abbiamo perso con Montalto di Castro oltre 100 miliardi di euro tra penali pagate alle ditte, oneri per la riconversione a metano, mancati guadagni, etc. etc. infine importiamo circa il 15 % dell'energia elettrica da fonte nucleare. Se oggi avessimo le venti centrali nucleari previste nel Piano Nazionale Energetico di allora (1987), non saremmo in questa situazione di grave crisi energetica, economica e di inquinamento ambientale, impossibile raggiungere gli obiettivi vincolanti del protocollo di Kyoto appena sottoscritti forse senza troppo ponderazione.

L'Italia sconta un ritardo incredibile e pericoloso nella diversificazione delle fonti energetiche, l'immobilismo degli ultimi anni ha aggravato la situazione. Oggi è in discussione lo sviluppo, l'economia italiana ha un freno sempre più potente rappresentato dai costi dell'energia. Le famiglie riducono i consumi e vedono aumentare i costi incompressibili direttamente o indirettamente connessi all'energia cioè le bollette dei servizi: acqua, luce, gas, nettezza urbana, anche per mancanza di vere liberalizzazioni.

Per uscire dal tunnel della recessione e del pericolo energetico l'unica ricetta è puntare egualmente con decisione su rigassificatori per GNL, sul carbone cosiddetto pulito, sull'energia nucleare e sulle fonti energetiche rinnovabili. Gli stessi termovalorizzatori per RSU di cui si parla tanto funzionerebbero molto meglio se si aggiungesse una certa percentuale di carbone in co-combustione. Noi vogliamo oggi affrontare con scienza e coscienza la questione dell'energia nucleare per vedere nel frattempo come la tecnologia si è evoluta e quali prospettive ci possono essere nella consapevolezza, anzi certezza, che il petrolio a buon mercato è finito.

Io stesso un anno e mezzo fa avevo previsto che avrebbe sfondato i cento dollari al barile nel 2007 ed ho sbagliato per appena 2 giorni, oggi posso farne

un'altra: arriverà a 200 dollari entro 2010 sono sicuro che ci arriveremo visto il prezzo di crescita spaventoso che ha questa materia prima e il consumo esponenziale legato ai paesi in via di sviluppo soprattutto alla crescita di Cina, India e Sud Est Asiatico.

Nel mondo sono in funzione 439 centrali nucleari e sono in costruzione ulteriori 126 reattori nucleari già si stanno costruendo in Europa (Francia e Finlandia) le prime due centrali di terza generazione. I paesi di tutta Europa e del mondo hanno già stabilito una road map per quello che viene chiamato il 'nucleare di quarta generazione' che dovrebbe concretizzarsi nel 2030 e dovrebbe produrre poche scorie, maggiore efficienza e più sicurezza, destinato a soddisfare le esigenze energetiche dell'umanità per i prossimi 3000 anni.

Nel frattempo i nostri sforzi sono anche rivolti alle energie rinnovabili e io stesso dirigo il centro nazionale di ricerca sulle biomasse, che sta realizzando progetti pilota per far sì che questa fonte possa dare, per quanto modesto, il suo contributo. Il tutto compatibilmente con i problemi che emergono, per esempio la competizione con il settore alimentare, l'uso dei suoli, l'uso ottimale delle colture per una agricoltura sostenibile che deve soddisfare due esigenze che stanno diventando contrapposte cibo ed energia.

Energia da biomasse o per biocarburanti e cibo per una popolazione che cresce e che quindi ha esigenze di nutrizione sempre più elevate.

Presento gli ospiti.

Alla mia destra c'è il prof Frazzoli, del dipartimento di energetica dell'Università di Roma La Sapienza, il prof Federico Rossi, docente di energetica al Polo scientifico didattico di Terni, e poi alla mia sinistra abbiamo il presidente dell'ordine degli ingegneri di Terni Alberto Franceschini ed il consigliere dell'ordine degli ingegneri della provincia di Roma Corrado Kropp. Porto i saluti del magnifico rettore Francesco Bistoni e dell'ingegnere Massimo Mariani presidente dell'ordine degli ingegneri della provincia di Perugia e del

prof. Umberto Desideri, presidente del consiglio di corso di laurea di ingegneria energetica.

Questa giornata può essere considerata divisa in tre parti. Una prima parte introduttiva, una seconda parte sui principi fisici dell'energia nucleare ed una terza parte ove verranno approfonditi anche tecnicamente gli impianti nucleari, le problematiche ambientali dell'energia nucleare e alcuni aspetti che riguardano direttamente il ruolo di Terni che con le sue acciaierie ha un ruolo fondamentale nella produzione della componentistica per le centrali nucleari. Infine verrà affrontato anche il tema e le prospettive della fusione nucleare.

Prof. ing. Franco Cotana

Ordinario di Fisica Tecnica dell'Università degli Studi di Perugia

Direttore del Dottorato di Ricerca in Ingegneria Energetica

Intervento introduttivo del convegno

ENERGIA NUCLEARE NUOVE PROSPETTIVE E OPPORTUNITA'

La mia presentazione inizia con questo grafico (Figura 1), che mostra lo scenario energetico mondiale dei prossimi 90 anni.

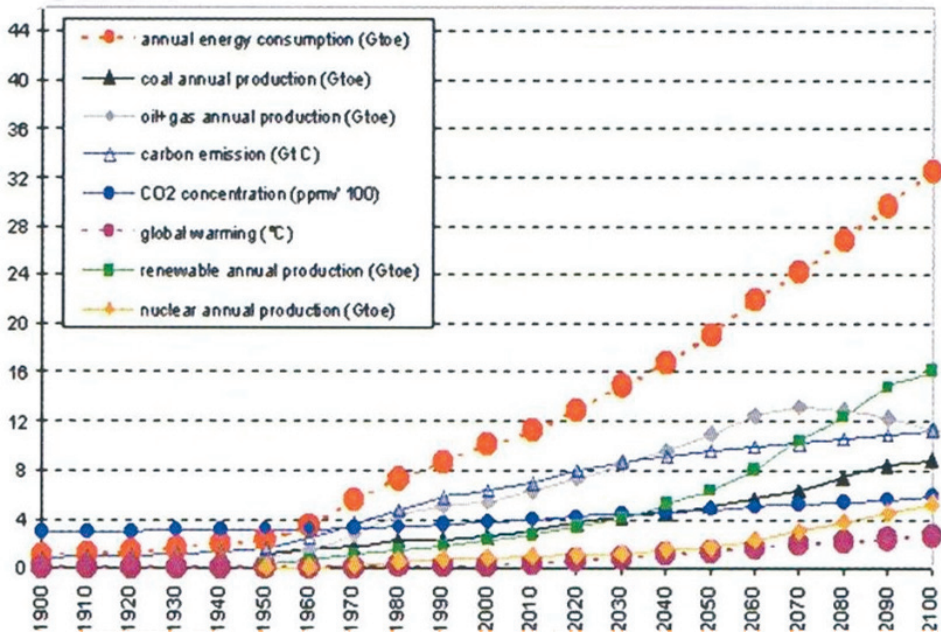


Figura 1

Oggi i consumi di energia sono circa undici miliardi di tonnellate equivalenti di petrolio (Tep). La curva con i pallini rossi rappresenta la richiesta mondiale di energia nel tempo, elaborata con un modello di crescita della domanda

moderato, cioè basato su ipotesi che prevedono uno sviluppo economico moderato. Non è detto che la curva sia questa, potrebbe essere anche più alta. Si tratta di una proiezione che arriva fino al 2100 quindi il nostro futuro è tutto nei prossimi venti o trenta anni. Anche senza essere catastrofisti, vediamo come nel giro di venti anni la domanda di TEP potrebbe raddoppiare. Questa unità di misura indica in tonnellate equivalenti le quantità di petrolio consumate e ci dice anche quanto ogni persona del genere umano mediamente consuma di petrolio: una tonnellata e mezza all'anno circa. Questo è un valore medio, in realtà un abitante degli Stati Uniti ne consuma otto di Tep, un abitante dell'Italia ne consuma tre e uno della Tanzania ne consuma 0,3 circa. Quello che sta accadendo oggi è che almeno un miliardo e mezzo in più di persone che fino a dieci anni fa utilizzavano solo il legno o comunque consumavano poca energia si stanno affacciando a questo banchetto dell'energia, dove la crescita di quei paesi, penso alla Cina, al Sud Est asiatico, fa sì che abbiano sempre più capacità di acquistare energia spostando gli equilibri del mondo globalizzato.

Il problema è come rispondere a questa domanda crescente di energia. In questo bilancio potremmo includere anche il risparmio energetico, perché la crescita sarebbe molto più elevata se noi creassimo tecnologie che rendano i consumi energetici più efficienti.

Bisogna fare comunque i conti con questa domanda, che verrà soddisfatta da varie fonti energetiche. Tra queste appunto il carbone, che è la curva con questi triangolini neri, che diciamo anche fino al 2100 crescerà con un trend lineare con un aumento di pendenza verso gli anni '70 e '80. Le riserve di carbone hanno infatti la possibilità di durare per oltre 300 anni. Naturalmente bisognerà valutare come la tecnologia utilizzerà questo carbone per soddisfare i bisogni energetici. Oggi le moderne centrali a carbone, sono realizzate con tecnologie d'avanguardia, l'ultima che si sta realizzando in Italia è quella di Civitavecchia che io conosco bene perché ho avuto l'incarico di presiedere il comitato di vigilanza e controllo sulla riconversione a carbone di questo

impianto. Questa centrale sorge vicino al porto e il carbone naturalmente non si vede, ma finisce in un sistema di stoccaggio completamente chiuso, le tecnologie di combustione sono avanzate, ma in futuro si potrà fare di meglio. A quanto ne so, l'Enel sta studiando un sistema di carbone pulito a zero emissioni, cioè una combustione isoterma con ossigeno, quindi in assenza di aria che consentirebbe di produrre soltanto anidride carbonica che può essere catturata e immagazzinata per almeno trenta anni in siti di stoccaggio, cioè ex depositi da cui è stato estratto il metano.

La curva con i pallini grigi rappresenta insieme il petrolio e il gas che continueranno a crescere, ma vedrà tra circa 30 anni una certa flessione per l'esaurirsi della disponibilità e l'aumento dei prezzi.

La curva con pallini verdi rappresenta il contributo delle energie rinnovabili, che hanno valori piuttosto modesti, ma che in previsione potrebbero crescere repentinamente grazie alla tecnologia, fino ad arrivare forse al 50% nel 2100. L'Unione Europea è ancora più ottimista perché ha previsto che possa avvenire nel 2050. Quello che sappiamo essere vincolante è il 2020. Infatti l'Europa ha approvato e vincolato gli stati membri a rispettare il famoso 20/20/20, cioè 20% di energia rinnovabile, 20% di riduzione dei consumi energetici, 20% di riduzione delle emissioni dei gas serra.

In questo scenario c'è anche il nucleare, rappresentato dalla curva con pallini arancione; la curva ha una crescita lineare, e continua a crescere oltre il 2100.

L'Italia consuma il 2% dell'energia mondiale, circa 200 milioni di tonnellate equivalenti di petrolio, ma se andiamo a vedere qual è l'impatto del petrolio e del gas naturale nell'economia dei paesi europei (vedi Figura 2) ci rendiamo conto che l'Italia è un paese estremamente vulnerabile tant'è che fatto cento il legame tra il PIL italiano e il prezzo del petrolio vediamo che il regno unito sta meglio di noi, essendo al 55%. Anche la Spagna ancora meglio, al 40%, la Germania ancora meglio perché rimane al 15% della sudditanza dal petrolio e addirittura la

Francia che sta al 6-7%, quindi una crescita del prezzo del petrolio in Francia incide poco sulla sua economia.

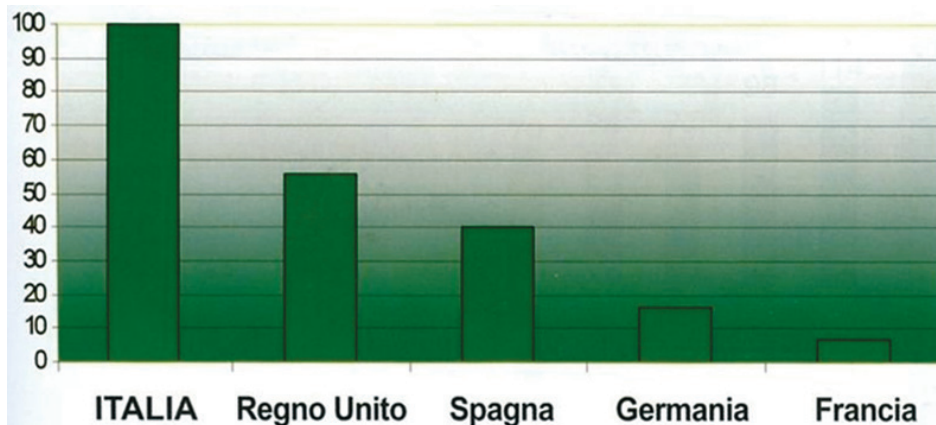


Figura 2

La cosa si vede ancora meglio se confrontiamo la fonte energetica primaria che ci permette di produrre l'energia elettrica (Figura 3).

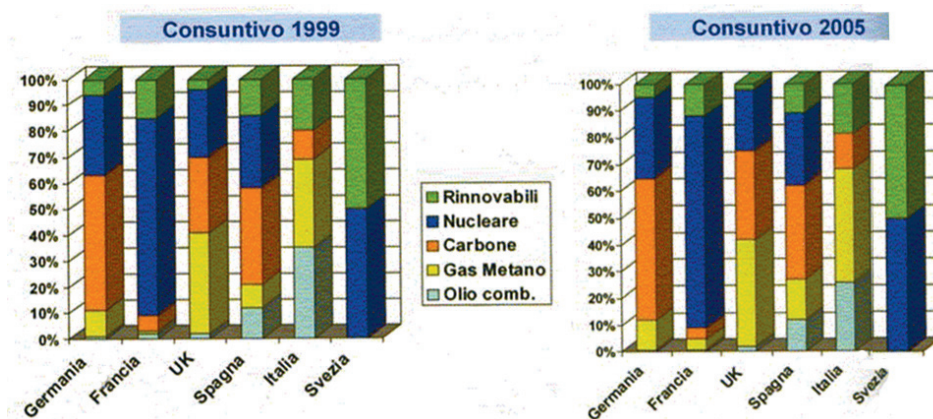


Figura 3

Quando andiamo a vedere quali sono i combustibili che servono per produrre energia elettrica, ci accorgiamo che, per esempio la Svezia produce la sua energia elettrica al 50% con energie rinnovabili e 50% con il nucleare. La situazione eclatante è anche quella della Francia, che produce il 70% della sua energia elettrica attraverso il nucleare, tenete presente che la Francia ha 59 centrali nucleari.

Il carbone anche in Germania ha un ruolo fondamentale e determinante, ma il gas metano che è il giallo lo troviamo in grosse e significative quantità in Inghilterra e poco in Spagna. In Italia, dal 1999 al 2005 il gas metano per produrre energia elettrica è aumentato e sta ancora aumentando. Negli ultimi sei anni, ho fatto parte della commissione VIA nazionale che valuta i progetti sia di riconversione delle centrali, sia di nuove centrali, l'Italia sta ammodernando il suo parco di centrali per produrre energia elettrica, ormai 40 centrali da 800 MW saranno a metano. Ogni centrale consuma quasi un miliardo di metri cubi in metano e l'Italia è arrivata a 90 miliardi di metri cubi di metano all'anno, arriverà a 120 miliardi di metri cubi. Abbiamo olio combustibile, gas metano e carbone che soddisfa quasi tutta l'energia in Italia. Poi abbiamo le rinnovabili, che sono significative ma provengono soprattutto dagli impianti idroelettrici, come gli impianti qui a Terni che risalgono a fine ottocento, primi del novecento. L'eolico e soprattutto il fotovoltaico stanno crescendo, ma ancora rappresentano quantitativi trascurabili.

Un'altra considerazione va fatta riguardo ai costi. Il costo di produzione dell'energia elettrica in Italia si avvicina ai 60 centesimi di euro, contro i 29 della Francia. Mediamente abbiamo già un prezzo di produzione doppio rispetto agli altri paesi e questo si ripercuote sulle bollette delle imprese e delle famiglie.

La situazione nucleare intorno ai nostri confini dell'Italia settentrionale, a meno di 200 km abbiamo 9 centrali nucleari: quattro centrali in Francia quattro in Svizzera ed un'altra in Slovenia. Il fatto di non aver scelto il nucleare e di aver bloccato le centrali in Italia non ci mette al riparo da un eventuale rischio

nucleare. Al sud la situazione non è migliore, nei paesi del Nord Africa che ci circondano sono in costruzione altre decine centrali nucleari.

In Italia noi avevamo quattro centrali nucleari, Garigliano, Latina, Trino e Caorso. Queste centrali sono state dimesse, ma nei siti rimangono scorie radioattive, vengono presidiate e noi tutte paghiamo da trenta anni lo smantellamento attraverso una voce in bolletta.

Poi abbiamo molti altri siti dove ci sono depositi di scorie di terza categoria che ci costa mantenere senza ricavarne alcun vantaggio.

In Europa hanno avuto pietà di noi e non ci chiedono più il 20% di energie rinnovabili al 2020, ma solo il 17% vincolante, cioè questa media del 20 è europea ma per l'Italia è rimasta più bassa. Noi produciamo solo il 7% di energie rinnovabili, dobbiamo arrivare al 17. Il 7% è dovuto in gran parte all'idroelettrico che per realizzarlo ci sono voluti dal secondo dopoguerra parecchi anni. Il salto che ci chiede l'Europa è troppo ambizioso ed irraggiungibile. Il salto è vincolante e se non lo si raggiunge noi tutti dovremmo pagare delle multe salatissime fino a 5 milioni di euro al giorno. A fronte di questo devo ricordare delle difficoltà oggettive che ci sono nella realizzazione degli impianti di fonti rinnovabili. Il processo è farraginoso e burocratizzato e molta responsabilità in questo caso ce l'hanno le regioni che non emanano testi unici direttive e regolamenti chiari.

Dopo la riforma del 2001 del titolo quinto della costituzione l'energia è diventata materia concorrente, il che significa che intervengono sia la regione che lo stato. In questo caso bisogna che ci sia una convergenza di accordo tra Stato e Regioni. Siamo infatti attendendo un decreto attuativo della finanziaria che è già pronto ma deve essere approvato dalla conferenza stato regioni.

L'Europa ci chiede di fare presto, ma ci sono anche delle difficoltà che frenano questa esigenza. Siamo davanti ad incentivi elevatissimi per le fonti rinnovabili. Ci sono imprenditori che sono determinati a creare questi impianti ma si scontrano con le problematiche di tipo autorizzativo.

Sul fronte del risparmio energetico, quello che stiamo facendo come gruppi di ricerca è la collaborazione con le amministrazioni comunali per la certificazione energetica degli edifici e altri provvedimenti che riguardano l'industria. Per quanto riguarda i gas serra c'è stato chiesto di ridurlo al 13%. Se avessimo dovuto rispettare la richiesta dell'Unione Europea con il parco energetico che abbiamo sarebbe stato un suicidio, dato che sfruttiamo tutte energie da fonte fossile, che bruciando producono anidride carbonica e pertanto sarebbe stato impossibile arrivare alla riduzione del 20%. Hanno avuto ancora più compassione di noi e ci hanno dato come obiettivo vincolante il 13%.

Sta di fatto che se non rispetteremo questi valori il protocollo di Kyoto prevede una multa di cento euro ogni tonnellata di CO₂ in più che potrebbe mettere in ginocchio un cementificio o una centrale termoelettrica. Sono valori estremamente elevati, sul mercato delle emissioni (dato che la CO₂ si vende) siamo arrivati a 30 euro a tonnellata.

Infine i biocarburanti di cui ci occupiamo anche nel Centro Ricerche Biomasse da me diretto. L'Europa ci chiede di raggiungere l'obiettivo del 5,7% di additivazione ai carburanti (benzina e gasolio). Oggi siamo all'1%, ma il valore va raggiunto nel 2010, anche qui obiettivo è velleitario ed impossibile da raggiungere. Non abbiamo investito in ricerca nei bio combustibili di seconda generazione e con quelli di prima generazione ci vorrebbero oltre due milioni e mezzo di ettari rispetto a quelli che sono coltivabili ora, anche qui l'impatto sull'agricoltura tradizionale sarebbe catastrofico.

Termino con alcune considerazioni sulle biomasse. Un modo ci sarebbe per sviluppare il settore delle biomasse con la firma di un semplice accordo nazionale e in tre anni raddoppiare l'energia elettrica prodotta dalle biomasse. Sarebbe quello di bruciarle assieme al carbone nelle 15 centrali che l'Italia ha.

Come centro di ricerca CRB, durante il precedente governo Berlusconi, abbiamo avanzato la proposta di un accordo nazionale che prevedeva la sottoscrizione da parte dei ministeri, delle confederazioni agricole e Ferrovie

Cargo (per il trasporto delle biomasse a un prezzo prestabilito) finalizzato alla co-combustione delle biomasse con carbone. Si potrebbero portare le biomasse coltivate e nelle zone dove è possibile recuperare le patate, alle centrali termoelettriche che già esistono. Il vantaggio è che queste centrali essendo grandi hanno un rendimento di trasformazione da combustibile ad energia elettrica superiore al 40%, cosa che non riescono a fare i piccoli impianti.

Lasciando ai piccoli impianti sotto il MW la possibilità di fare cogenerazione o poligenazione. Le due strade non sono incompatibili, anzi, sono complementari, più piccola e distribuita è l'energia nei piccoli impianti ma anche grandi centrali che possono bruciare il 10% sostituendo la loro potenza con biomassa per sfruttare gli elevati rendimenti di conversione in energia elettrica.

Concludo parlando del gas naturale. Per ora noi abbiamo funzionante un solo rigassificatore in provincia di La Spezia, ma il gas, i 90 miliardi di metri cubi di cui abbiamo bisogno provengono principalmente attraverso i gasdotti.

Il tubo della Russia ora verrà raddoppiato, il governo Prodi ha firmato un accordo per costruire un nuovo gasdotto, altri due gasdotti provengono dalla Libia e Algeria, sostanzialmente abbiamo questi come principali impianti che alimentano la rete nazionale. Nella figura i gialli e i verdi sono i rigassificatori in progetto che ancora sono fermi, quello sull'Adriatico dovrebbe forse entrare in funzione tra un anno e mezzo, quello di Brinsidi è bloccato, quello di Livorno dovrebbe essere avviato tra breve. Il vantaggio dei rigassificatori è quello di poter prendere il metano dove è più a buon mercato, trasportarlo liquido a -164 gradi e rigassificarlo a 80 atmosfere e immetterlo nella rete. Questo assicurerà maggiore competitività e sicurezza al nostro sistema. Le infrastrutture sono importanti per rendere il mercato competitivo. Non capisco le polemiche sui rigassificatori: non inquinano e addirittura il nostro Ateneo ha un brevetto che consente per ogni rigassificatore da 8 miliardi di metri cubi anno di riutilizzare l'energia criogenia del metano liquido per alimentare una centrale elettrica da 10 megawatt.

L'ultimo aspetto è quello dell'autoproduzione del gas. Noi abbiamo lanciato questa idea di autoprodurre il gas dalle fonti rinnovabili, il biogas come il singas. Piccoli impianti con cui non pretendiamo di soddisfare il fabbisogno nazionale, ma è una forma più flessibile per far arrivare l'Italia a quel traguardo che gli è stato imposto dall'Europa. Quindi anche il vettoriamento nell'autoproduzione del gas è strategico. Pensate a cosa vuol dire produrre il biogas in un'azienda agricola e riprendere la quantità di energia utilizzandola vicino all'utenza. Non potremmo fare impianti biogas all'interno della città ma trasportarlo vicino all'utenza e produrre contemporaneamente energia elettrica, calore e freddo con altissime efficienze.

Infine un accenno al bioetanolo e al biodisel. Proprio per non andare in competizione con i prodotti alimentari occorre utilizzare quello che abbiamo (colture come la robinia o anche il pioppo) per produrre benzina del futuro e gasolio del futuro attraverso sistemi di seconda generazione; ci sono già nel mondo alcuni impianti che funzionano.

Il diesel che è l'80% del carburante italiano della trazione merci e passeggeri può essere sostituito in parte con il biodiesel di seconda generazione (con tre chili di legno di cippato si ottiene circa un litro di biodiesel). Il procedimento parte dalla gassificazione del legno, il biosyngas si purifica e mediante la sintesi catalizzata che si chiama Fischer-Tropsch si può produrre un gasolio talmente puro che se utilizzato nelle nostre auto le farebbe passare da euro tre a euro cinque la classe ambientale dei motori. Questa è una delle ultime ricerche a cui il nostro centro sta lavorando.

Vi ringrazio e scusate se mi sono dilungato.

Prof. ing. Federico Rossi

Associato di Fisica Tecnica dell'Università degli Studi di Perugia

Buongiorno a tutti. La relazione riguarda una panoramica nazionale sulle fonti energetiche rinnovabili e affronterà sia gli aspetti di carattere legislativo, quindi le disposizioni emesse dallo stato italiano per promuovere l'uso delle energie rinnovabili, sia lo stato dell'arte delle energie rinnovabili in Italia.

Le principali disposizioni normative dal 1999 ad oggi sulle energie rinnovabili sono:

- DLgs 16 marzo 1999 n. 79 (Decreto Bersani): "Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica".
- Decreto 11 novembre 1999: "Direttive per l'attuazione delle norme in materia di energia elettrica da fonti rinnovabili di cui ai commi 1, 2 e 3 dell'articolo 11 del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79".
- Direttiva 2001/77/CE: "sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità".
- DLgs 29/12/2003 n. 387: "Attuazione della Direttiva 2001/77/CE sulla promozione delle fonti rinnovabili".
- Legge 23 agosto 2004, n. 239: "Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia".
- Decreto del Ministero delle Attività Produttive e dell'Ambiente e Tutela del Territorio 24/10/2005: "Aggiornamento delle direttive per l'incentivazione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili ai sensi dell'articolo 11, comma 5, del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79".
- Delibera AEEG n. 28/06: "Condizioni tecnico-economiche del servizio di scambio sul posto dell'energia elettrica prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili di potenza nominale non superiore a 20 kW, ai sensi dell'articolo 6 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387".

- DM 19 febbraio 2007 (Nuovo Conto Energia): “Criteri e modalità per incentivare la produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare, in attuazione dell'articolo 7 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387”

Il decreto del 16 marzo 1999, n. 79 (legge Bersani) è il riferimento normativo che ha liberalizzato il settore elettrico nazionale ed ha introdotto il concetto di certificato verde. Il decreto Bersani prevede l'obbligo per produttori ed importatori di immettere ogni anno in rete energia elettrica prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili per una quota pari al 2% dell'energia elettrica da fonti non rinnovabili prodotta o importata nell'anno precedente, eccedente i 100 Gwh. Il certificato verde è un riconoscimento della produzione di energia rinnovabile. Ogni 50 MWh prodotti con una fonte di energia rinnovabile da diritto ad un certificato verde. Considerando che un certificato verde ha un valor economico di circa 120 euro questo significa acquisire il diritto ad un riconoscimento economico che attualmente vale circa 6.000 euro a certificato verde.

Per i produttori/importatori di elettricità la quota del 2% può essere conseguita anche tramite l'acquisto dei certificati verdi da coloro che producono elettricità da fonti di energia rinnovabili.

La direttiva CEE del 2001 introduce una definizione molto più specifica delle fonti rinnovabili e impone che i paesi della comunità europea si facciano carico di mettere in atto delle politiche per raggiungere nel 2010 una quota di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili pari al 22% del consumo lordo di elettricità. Questa è un'innovazione importante e in qualche modo coercitiva per i paesi della Cee che dovranno impegnarsi per raggiungere questa percentuale, ulteriormente ridotta alle reali capacità imprenditoriali e legali che ha l'Italia.

Il decreto 387 del 2003 è il dispositivo normativo che adotta la direttiva CEE del 2001 e impone un incremento annuo della quota del 2% della produzione da fonti rinnovabili. In particolare il decreto prevede un incremento annuo dello

0,7% dal 2004 al 2006 e dello 0,75% dal 2007 al 2011 introducendo un elemento di virtuosità ulteriore che ciascun produttore di energie rinnovabili deve mettere in campo nel suo piano di sviluppo di impresa. Ricollegandoci ai certificati verdi si precisa che la quota minima di energia da fonti rinnovabili che ogni produttore deve immettere può essere raggiunta anche acquisendo i certificati verdi. Non è necessario infatti che io realizzi centrali solari, eoliche di biomasse o quant'altro ma è sufficiente che io compri un'aliquota di energia pari a quella che devo raggiungere. Tale fatto prevede che qualcun altro le faccia, per cui il contributo alle rinnovabili dovrebbe essere garantito.

Il decreto 387 introduce anche lo scambio sul posto dell'energia elettrica prodotta da impianti con potenza nominale non superiore a 20 KW, e la non cumulabilità del certificato verde con altre forme di incentivo.

Introduce infine un osservatore nazionale sulle fonti di energia rinnovabile che monitorizza lo stato di avanzamento di tutte queste politiche messe in atto dallo stato italiano in termini di energie rinnovabili e di uso razionale dell'energia. La legge n.239 del 20 agosto 2004 afferma che forme di produzione di energia quali gli impianti alimentati ad idrogeno, come per esempio le celle a combustibile di cui qui a Terni abbiamo un centro di ricerca molto avanzato, possono essere riconosciute come dispositivi che producono energia da fonti di energia rinnovabile.

Queste tecnologie sono considerate fonti assimilabili alle rinnovabili e l'energia prodotta con tali impianti ha diritto all'emissione di certificati verdi. Sono fonti di energie assimilati alle rinnovabili anche gli impianti di cogenerazione adatti allo scopo. Proprio questa legge, la 239, riduce il valore del certificato verde da 100 a 50 MWh.

Il Nuovo Conto Energia è il dispositivo legislativo che regola gli incentivi fiscali al prezzo di vendita dell'elettricità prodotta da moduli fotovoltaici. In particolare noi sappiamo che il costo medio di acquisto dell'energia è circa 0,07 euro a kWh; per l'energia prodotta da fotovoltaico abbiamo riconoscimenti

del costo dell'energia pari a 0,4 euro per kWh per impianti non integrati con la struttura dove vengono installati, un riconoscimento di 0,44 per impianti parzialmente integrati e un riconoscimento addirittura di 0,49 euro a kWh per impianti completamente integrati. Un esempio: ad un impianto fotovoltaico di potenza inferiore ai 3 kWh completamente integrato nel tetto viene riconosciuto un prezzo di acquisto dell'energia prodotta di 49 euro a kWh prodotto contro gli 0,07 euro dell'energia comunemente prodotta con metodi tradizionali. Quindi un prezzo estremamente accattivante e incentivante per il fotovoltaico.

Passiamo a vedere qual è la situazione in Italia delle principali fonti di energia rinnovabili ed in particolare dell'energia idroelettrica, della geotermia, delle biomasse e dei rifiuti, dell'energia eolica e dell'energia solare.

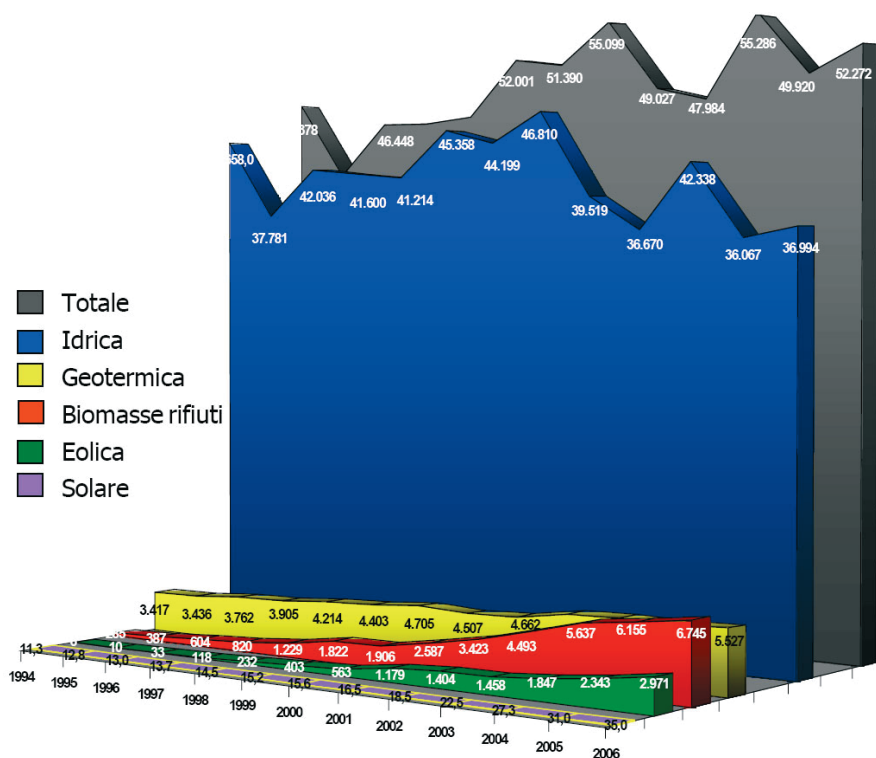


Figura 4

Su un totale di circa 50 GWh prodotti da energia rinnovabile all'anno, il 70% è ricoperta dall'idroelettrico le cui potenzialità di sviluppo sono come vedremo più avanti molto limitate, il 13% dalle biomasse in costante crescita, il 10% dalla geotermia con un andamento sostanzialmente piatto che denota che le possibilità di sviluppo sono sostanzialmente nulle, il 6% dall'eolico in leggero ma costante incremento ed il restante 1% dall'energia fotovoltaica.

Il grafico aggiornato al 2007 relativo al rapporto tra energia rinnovabile ed energia totale prodotta in Europa (Figura 5) mostra che l'Italia si colloca al 7° posto con un 14,6% di producibilità da rinnovabile rispetto alla producibilità totale. In realtà questo valore si riferisce alla potenzialità totale installata in Italia; la produzione di rinnovabile si attesta intorno al 7%. E' stato ridotto anche il target fissato per il 2010 perché impossibile da raggiungere con gli attuali mezzi nazionali.

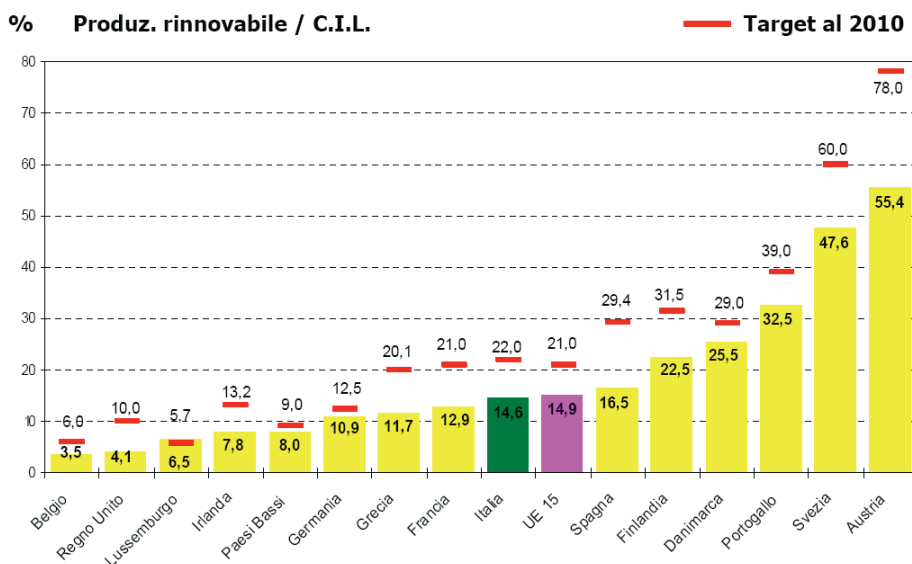


Figura 5

In Europa ci sono sicuramente paesi più virtuosi del nostro, soprattutto perchè questa percentuale dell'Italia è sostanzialmente dovuta all'idroelettrico, cioè tecnologie già esistenti prima dell'incentivazione. Analizzando la distribuzione dell'idroelettrico in Italia vediamo che la maggior parte degli impianti sono collocati al Nord dove sono più idonee le condizioni di carattere territoriale solamente un 10% al centro e poco più del 10% al Sud. Ripeto che l'idroelettrico costituisce il 24% della potenza efficiente e il 14% della produzione complessiva.

Riguardo i potenziali di sviluppo dell'energia idroelettrica questi sono poco promettenti in virtù di due motivi fondamentali: il primo è collegato all'approvazione da parte di tutte le Regioni dei cosiddetti Piani di Tutela delle Acque (PTA). I PTA prevedono infatti l'obbligo per tutti gli impianti idroelettrici, anche quelli esistenti, del mantenimento di un Deflusso Minimo Vitale. Qualora tale provvedimento fosse applicato in maniera generale la perdita di produttività degli impianti potrebbe variare dal 12% nel 2008 al 25% nel 2016.

Questa diminuzione di energia non potrà essere compensata dall'installazione di nuovi impianti perché la maggior parte dei bacini sono già sfruttati al massimo delle loro potenzialità; l'unica possibilità di sviluppo rimane l'installazione di impianti su acquedotto, idroelettrico o comunque situazioni locali che non possono contribuire in maniera significativa alla produzione di energia.

Per quanto riguarda la situazione dell'eolico, l'Italia ha un totale installato di circa 2100 megawatt che ci colloca al quinto posto tra i paesi europei. Considerando le grosse potenzialità di sviluppo delle regioni meridionali e delle dorsali appenniniche, in Italia potremmo sicuramente fare molto di più. La Spagna ad esempio ha un 22 kWh di energia prodotta contro un 3 italiano, pur avendo potenzialità eoliche paragonabili a quelle italiane. La Germania, nonostante potenzialità eoliche inferiori, produce annualmente circa 30 kWh di energia con l'eolico, con una potenza installata di 17/18 GW.

Nel grafico (Figura 6) è riportato l'andamento della crescita dell'eolico dal 1999 al 2006; la linea blu indicata l'installato annuale mentre le barre indicano per ciascun anno l'installato complessivo. Faccio notare che nel 2007 il trend è pari quasi a quello del 2005, quindi non si sono avuti ulteriori incrementi sulle quantità installate.

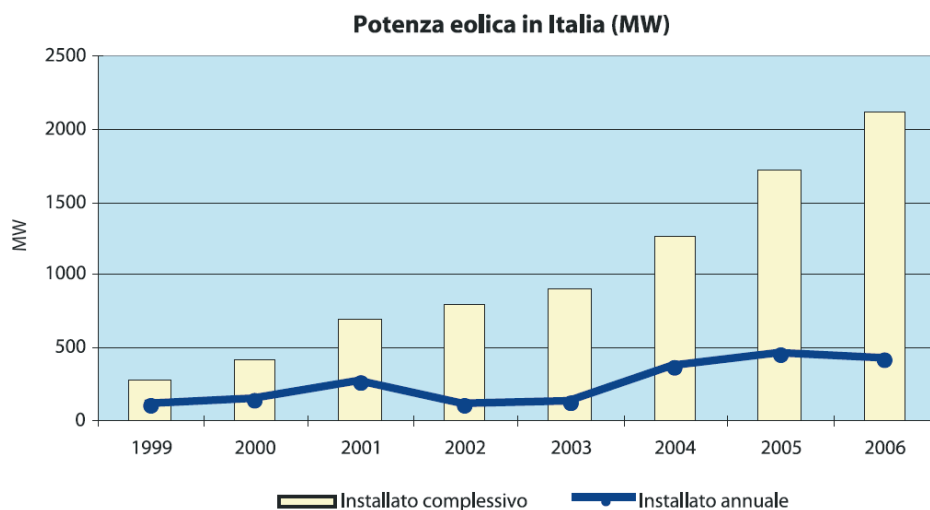


Figura 6

In Italia il 40% della potenza totale è installata nelle regioni del Sud per ragioni di carattere ambientale. In particolare la Campania e la Puglia la fanno da padrone mentre una notevole potenzialità potrebbe esserci anche in Sicilia e in Sardegna, sebbene con la problematica della connessione alla rete. Il problema principale dell'energia eolica come di tutte le energie rinnovabili fatte salve le biomasse risulta infatti la non programmabilità della risorsa.

L'energia eolica è infatti disponibile solo quando c'è il vento. Per risolvere questo inconveniente gli impianti eolici dovrebbero essere collegati ad una rete che possa in qualche modo 'mediare' e distribuire l'energia dai posti dove viene prodotta ai posti dove serve in maniera integrata. Quindi la diffusione dell'eolico

richiederebbe un aggiornamento della rete elettrica, pensata per fonti tradizionali e programmabili.

Attualmente in Italia la media di aerogeneratori è attestata in taglie di 800 kW, anche se questa media si sta pian piano evolvendo in taglie sempre più grosse che oltre ad avere rendimenti maggiori, hanno la possibilità di lavorare su un intervallo più ampio di velocità del vento.

Per quanto riguarda le potenzialità dell'energia eolica, studi recenti di distribuzione della velocità del vento hanno dimostrato che il potenziale teorico in Italia si attesta intorno ai 38,5 GW di cui 30 GW di siti con ventosità media sotto i 5 metri al secondo e circa 8 GW con ventosità media sopra i 5 metri al secondo. Sotto i 5 e sopra i 6 ci sono tecnologie diverse, ecco il motivo per cui se ne parla separatamente. La produzione annuale costituirebbe circa il 21% del consumo complessivo totale. Tuttavia questi 38,8 GW/h si riducono, per motivi paesaggistico ambientali a circa 12 GW potenzialmente autorizzabili che produrrebbero circa 24 TWh contro gli attuali 7 TWh. Questo forse è il margine reale di incremento dell'eolico in Italia.

Passando al fotovoltaico, la mappa dell'irraggiamento medio annuo sul territorio italiano mostra un dato scontato, cioè che le regioni del sud sono quelle più favorevoli in termini di insolazione; in termini numerici si passa da valori di 900/1000 kWh/m² anno per le regioni del nord a valori che sfiorano i 2000 nelle regioni dell'estremo sud.

Per esempio se prendiamo un pannello fotovoltaico con una superficie di 8 m² cui corrisponde una potenza teorica di picco di 1 kW, questo produrrà 1300 kWh di picco a Milano contro i 1900 kWh a Trapani. Quindi la posizione territoriale è estremamente significativa in un paese non troppo esteso come l'Italia. Questo si traduce per ogni metro² in una produttività di 140/145 kWh ora per m² a Milano e circa 200 a Trapani.

Le recenti disposizioni legislative in materia di incentivazione fiscale del fotovoltaico hanno dato un forte impulso alla crescita di questa tecnologia, si

pensi che nel solo 2007 sono entrati in servizio oltre 4500 impianti (ad una media di circa 400 impianti al mese) per una potenza installata complessiva di circa 50 MW.

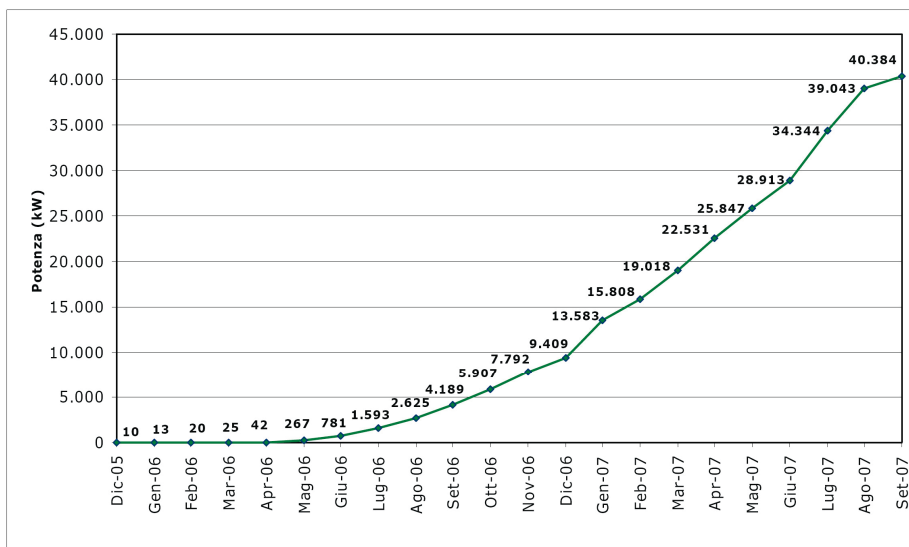


Figura 7

Analizzando la distribuzione e la tipologia di impianti fotovoltaici in Italia emerge che la maggior parte degli impianti (circa il 75%) sono sotto i 50 kW e vengono gestiti da privati o piccole imprese.

Il fotovoltaico dispone di differenti tecnologie che sostanzialmente possono essere ricondotte a tre tipologie di pannelli: il silicio amorfo, il silicio monocristallino e il silicio policristallino. Il rendimento del silicio amorfo varia dal 6% al 9%, il costo a m2 del pannello si aggira intorno alle 400 euro e la quota di mercato in Italia è circa il 7%. Il silicio monocristallino ha un rendimento circa del doppio del silicio amorfo che varia dal 15% al 17%, il costo del pannello è di circa 600 euro a m2 e la quota di mercato attualmente è del 36%. Il silicio

policristallino ha circa lo stesso rendimento del monocristallino, un costo del pannello leggermente superiore e una quota di mercato del 57%.

Riguardo le prospettive tecnologiche, particolare interesse riveste la tecnologia del silicio amorfo, che pur avendo bassi rendimenti potrebbe ridurre i suoi costi e accedere a tecnologie estremamente semplificate come quella della verniciatura a conversione fotovoltaica e a quel punto sebbene a bassi rendimenti, potrebbero essere accessibili anche a piccoli utenti.

Le potenzialità di sviluppo di questa tecnologia sono molto promettenti, il costo dei pannelli grazie all'affinamento delle tecniche di produzione è infatti in costante diminuzione e si pensa che possa ridursi dagli attuali 4500 – 5000 euro a kW installato a 2500 €/kW nell'arco di otto o dieci anni. In Italia è stata stimata un'area potenzialmente disponibile per l'inserimento di pannelli fotovoltaici pari a 763 km² di cui 410 per edifici residenziali e il restante per edifici agricoli, industriali e commerciali e con un'area di non efficienza di 286 km². La produzione potenziale da fotovoltaico, nel caso di idoneità di tutta l'area presa in considerazione sarebbe così pari a circa 126 TWh/anno, vale a dire circa il 45% dei consumi elettrici nazionali. Naturalmente questo panorama non è nemmeno prospettabile ma almeno un 10% sarebbe significativo.

Vi ringrazio per l'attenzione.