

ENEA

ENTE PER LE NUOVE TECNOLOGIE
L'ENERGIA E L'AMBIENTE

Domenico Coiante

FOTOVOLTAICO

IL PROCESSO EVOLUTIVO E LE NUOVE FRONTIERE

FOCUS

2008

TECNOLOGIE

INDICE

1	Note introduttive	11
1.1	Premessa	11
1.2	Dal 1839 al 1953 – dalla scoperta dell'effetto fotoelettrico all'invenzione della cella fotovoltaica	12
1.2.1	Osservazioni di Edmond Becquerel	12
1.2.2	La fotoelettricità del selenio: i moduli di Fritts	12
1.2.3	L'effetto fotoelettrico esterno: la formula di Einstein	13
1.2.4	I semiconduttori: l'effetto fotoelettrico interno	15
1.3	Dal 1954 al 1958 – dall'invenzione della cella fotovoltaica alla prima applicazione spaziale	16
1.3.1	I primi passi delle celle al silicio e l'estensione della tecnologia fotovoltaica ai semiconduttori composti	16
1.3.2	Il miglioramento dell'efficienza di conversione nelle celle al silicio e le prime applicazioni commerciali	19
1.3.3	Parte il mercato delle applicazioni spaziali	20
1.4	Dal 1959 al 1973 – dallo sviluppo del mercato spaziale all'apertura del mercato delle applicazioni terrestri	22
1.4.1	Le applicazioni spaziali della tecnologia fotovoltaica	22
1.4.2	Le prime opportunità del mercato delle applicazioni terrestri	23
1.4.3	La <i>violet cell</i> e la maturità tecnologica: nascono le prime industrie per il fotovoltaico terrestre	24
1.5	Dal 1973 al 1979 – dalla prima crisi petrolifera internazionale alla seconda crisi petrolifera: la fase dello sviluppo delle applicazioni terrestri dei piccoli sistemi	27
1.5.1	La prima crisi petrolifera (1973): la crescita dei programmi di R&D USA sul solare	27
1.5.2	La seconda crisi petrolifera (1979): il concetto del fotovoltaico come fonte di energia	30
1.6	Dal 1980 al 1984 – dalla dimostrazione delle applicazioni terrestri di media taglia <i>stand alone</i> ai grandi impianti collegati alla rete	34

1.6.1	La revisione dei programmi fotovoltaici USA	34
1.6.2	Le linee dello sviluppo del fotovoltaico USA	36
1.6.3	Lo sviluppo iniziale del mercato: gli impianti dimostrativi	38
1.6.4	La brusca frenata del programma USA nel 1981 e l'intervento del primo programma europeo di promozione del mercato fotovoltaico	44
1.7	Dal 1985 al 1996 – dalla caduta dei prezzi petroliferi al riconoscimento della crisi climatica globale	47
1.7.1	La flessione nello sviluppo del fotovoltaico come fonte di energia	47
1.7.2	Il riconoscimento della validità tecnica della tecnologia fotovoltaica	53
1.7.3	La vicenda del silicio amorfo	58
1.8	Dalla conferenza di Kyoto (1997) al presente – la crisi climatica globale come forza-guida per il fotovoltaico	62
1.8.1	Situazione tecnica delle celle e dei moduli	65
1.8.2	Situazione prospettica della tecnologia fotovoltaica	68
2	Cenni storici sul programma fotovoltaico della Comunità Europea	87
2.1	Premessa: il fotovoltaico francese	87
2.2	Il programma fotovoltaico europeo	88
3	Il fotovoltaico in Italia	93
3.1	Note storiche	93
3.2	Dagli anni sessanta fino al 1972	95
3.3	Il Progetto Finalizzato Energetica 1 del Consiglio Nazionale delle Ricerche (1976-79)	96
3.4	Il fotovoltaico al CNEN-ENEA dal 1965 al 1989	104
3.4.1	Premesse	104
3.4.2	Il quadro di riferimento	107
3.4.3	La nascita del fotovoltaico all'ENEA	109
3.5	Le attività fotovoltaiche dal 1978 al 1980	112
3.5.1	Le prime attività sperimentali interne	112
3.5.2	Le attività promozionali esterne	117

3.6	Le attività fotovoltaiche all'ENEA nel IV e V piano quinquennale (1980-84 e 1985-89)	124
3.6.1	Azioni di ricerca per lo sviluppo del fotovoltaico	125
3.6.2	Impianti fotovoltaici dimostrativi: Verona, Giglio, Delphos	127
3.6.3	Altri impianti dimostrativi dell'ENEA	132
3.6.4	Ricerche fotovoltaiche del PFE2	136
3.6.5	Attività dell'ENEA per la promozione dell'industria fotovoltaica	141
3.6.6	Partecipazione al <i>Collaborative Project in Photovoltaic Solar Energy</i> (PEP)	144
3.7	Le attività sui sistemi fotovoltaici all'ENEA dopo il 1989	147
3.7.1	Il progetto PLUG (<i>Photovoltaic Low-cost Utility Generator</i>)	148
3.7.2	Delphos II	151
3.7.3	Applicazioni del fotovoltaico all'automobile	152
3.8	Le attività più recenti dell'ENEA	154
3.8.1	Programma dei 10.000 Tetti Fotovoltaici	154
3.8.2	Le attività di ricerca svolte al Centro Ricerche Casaccia	155
3.8.3	Le attività del Centro Ricerche di Portici	163
3.9	Le attività fotovoltaiche dimostrative degli altri operatori nazionali	170
3.9.1	ITALSOLAR: impianto di Nettuno da 100 kW _p	171
3.9.2	ANIT: impianti di Vasto e Carloforte	171
3.9.3	ENEL: Case Sparse, Adrano, Vulcano, Ancipa, Valoren, Serre Persano, Alta Nurra	172
4	Il Protocollo di Kyoto e il rilancio del fotovoltaico	179
4.1	Le norme d'incentivazione	179
4.2	La normativa italiana: il conto energia	181
	Riferimenti bibliografici	185