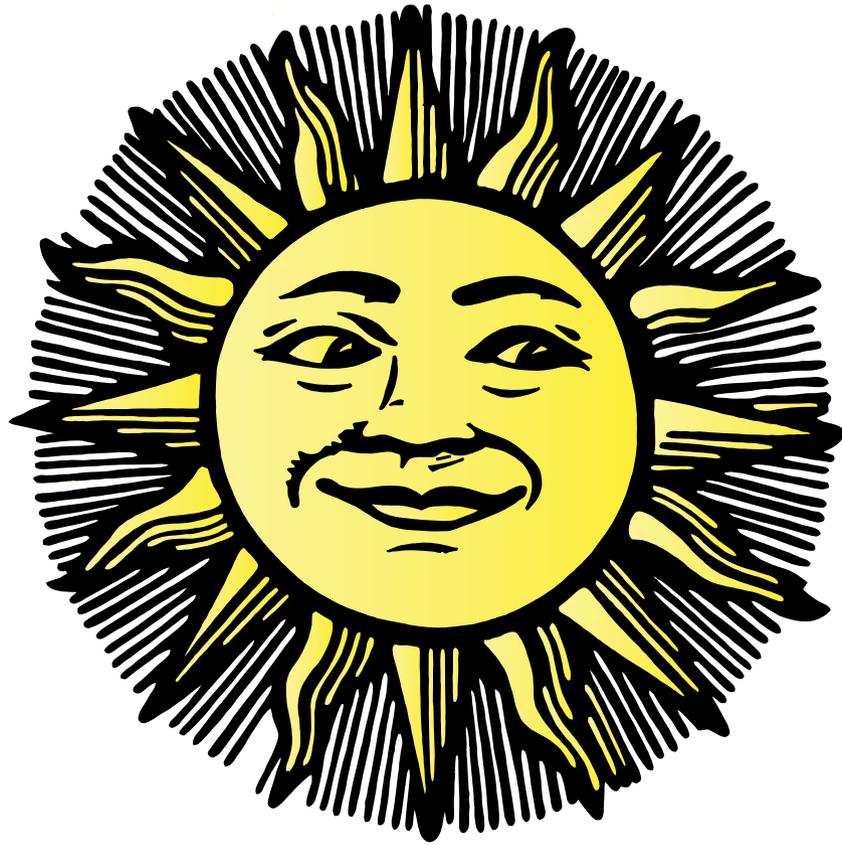
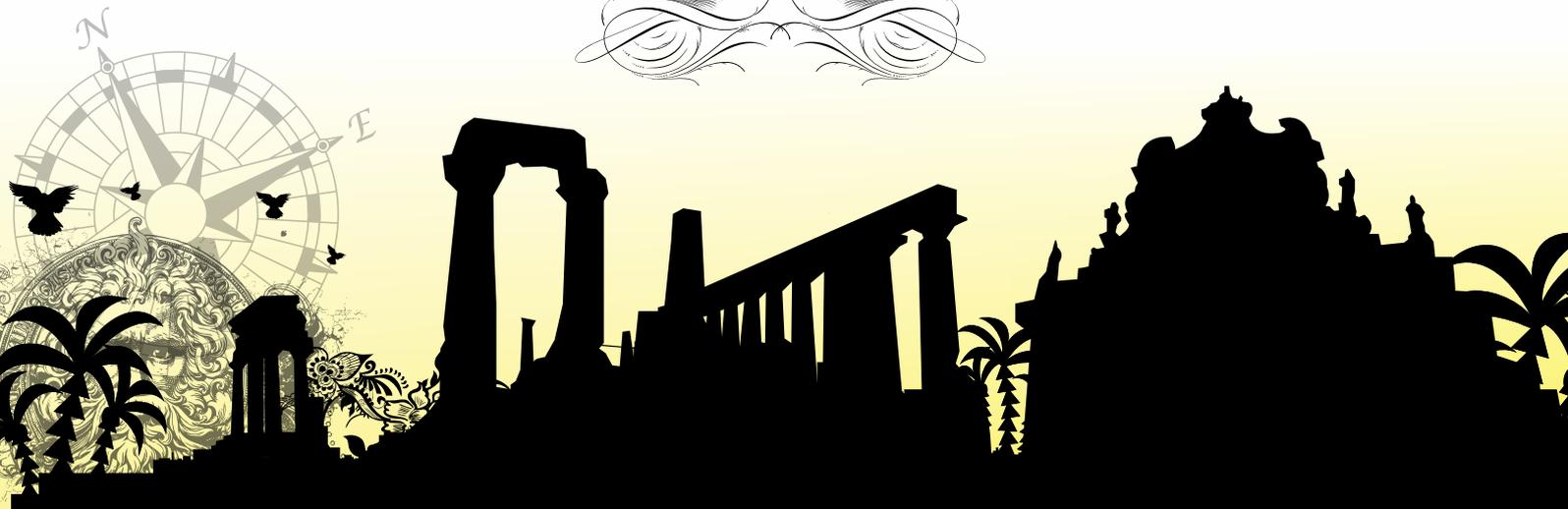


testo **Cesare Silvi***, Patrizia Frattini
illustrazioni **GSES, MusIL**

solare italiano



SOTTO QUESTO SOLE

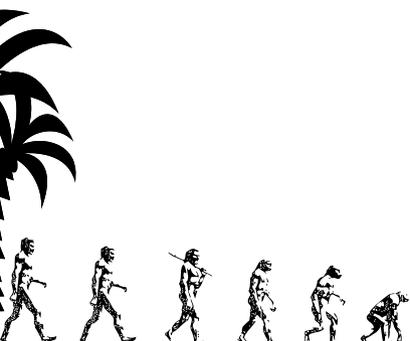




*Trent'anni fa ad Adrano,
nella terra degli specchi ustori di Archimede,
entrava in funzione Eurelios:
la prima centrale solare al mondo
connessa a una rete elettrica nazionale.
Un primato raggiunto grazie alle pionieristiche
attività di Giovanni Francia, poi dimenticate,
mentre il resto del mondo
continuava le sperimentazioni.
E oggi è il primatista a dover rincorrere*



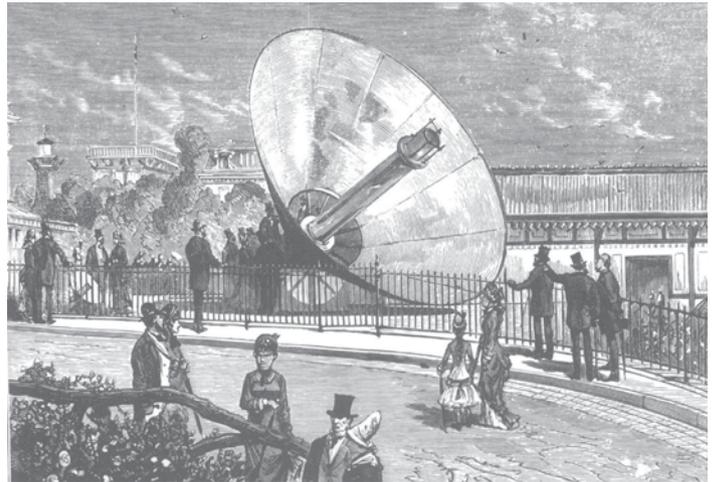
L'uso dell'energia solare fa il suo ingresso nella storia un po' prima del Conto Energia: 2220 anni prima, per la precisione. Nel 212 a.C. Siracusa, assediata dalle truppe del console Marcello che la attaccano via terra e via mare, si difende strenuamente anche grazie agli straordinari macchinari progettati da Archimede: enormi catapulte in grado di scagliare massi grandi quanto carri, imbragature capaci di sollevare le navi nemiche, leve appuntite usate per affondare le quinqueremi romane. Ma l'invenzione che affascinerà generazioni di studenti e di ricercatori è un'altra: gli specchi ustori, in grado di incendiare le navi romane concentrando il calore del sole. Calore che scienziati di tutte le epoche, ispirati dalla leggenda degli specchi ustori, hanno tentato di catturare: dagli studiosi medievali, con le loro ricerche sull'ottica geometrica a Leonardo Da Vinci e Galileo Galilei. Nel XIX secolo la scoperta e la rapida diffusione dei combustibili fossili, di cui l'Italia era priva, indusse matematici, fisici e ingegneri italiani a porsi la domanda se fosse possibile ricavare dal sole l'energia di cui il Paese aveva bisogno. Due secoli di tentativi di scienziati, inventori, visionari, coronati da successo per merito di





Giovanni Francia (1911-1980) tra gli specchi del suo impianto prototipo realizzato all'interno degli spazi concessigli dalla scuola superiore "Bernardo Marsano" di Sant'Ilario, alle porte di Genova (foto eredi Francia).

Augustine Mouchot presentò la sua macchina, con specchio parabolico e caldaia solidale che alimentava il primo grande motore termico azionato con vapore prodotto da calore solare, all'Esposizione Universale di Parigi del 1878.



Giovanni Francia, le cui idee condurranno a stabilire un primato: Eurelios, il primo impianto al mondo a immettere, nel 1981, l'energia ricavata dal calore del sole in una rete elettrica nazionale.

Un'idea italiana

All'inizio dell'Ottocento il matematico e scienziato naturalista veneto Pasquale Gabelli (1801-1880) lavora sull'*eliostate*, un apparecchio costituito da un congegno di specchi riflettenti che fosse in grado "di giovarsi dei raggi solari" e che "ne portasse costantemente la corrente calorifica contro una data superficie", come spiega in una memoria presentata nel 1838 all'Ateneo Veneto. Gli studi sull'*eliostate* riprendono le ricerche effettuate dal grande cosmologo e biologo Georges-Louis Leclerc, conte di Buffon (1707-1788) che "con una congerie di specchi piani iscritti in una curva bruciava il legno alla distanza di 200 piedi, a quella di cinque fondeva i metalli". Nel 1868 Bartolomeo Foratti riprende l'idea di Gabelli e presenta un suo sistema solare a concentrazione che chiama *pirocatofero*. Ma mentre questa linea di ricerca si perde, nel 1886 un altro geniale ingegnere, il piemontese Alessandro Battaglia, registra il brevetto di un "collettore solare multiplo", frutto delle sue ricerche sul lavoro del contemporaneo francese Augustine Mouchot, che aveva realizzato pochi anni prima il primo motore termico azionato con vapore prodotto da calore solare, presentato alla Esposizione Universale di Parigi. Battaglia muove critiche serrate all'invenzione francese. Poiché la caldaia e lo specchio sono solidali nel movimento per inseguire il sole, sia l'uno che l'altro non possono che avere dimensioni limitate. Inoltre la caldaia è esposta all'aria, pertanto reirraggia verso l'esterno buona parte del calore che lo specchio concentra su di essa. Per superare questi limiti e costruire sistemi a concentrazione capaci di raccogliere calore solare in quantità sufficienti alle richieste dei nuovi processi industriali, Battaglia propone di separare la caldaia dallo specchio. Ma anche del collettore solare multiplo si perdono ben presto le tracce, perché l'idea di sfruttare il calore del sole per azionare motori termici soffre la concorrenza dei grandi successi

dell'ingegneria italiana nell'uso dell'energia idrica per la produzione elettrica. Negli stessi anni nei quali Battaglia è impegnato a sviluppare e mettere in pratica i suoi ritrovati, vengono costruiti in Italia i primi impianti idroelettrici: come quello di Vesta, vicino a Tivoli, inaugurato nel 1884. Nella prima metà del Novecento è proprio l'energia idrica a consentire l'industrializzazione del Paese; fino alla Seconda guerra mondiale, oltre il 90% dell'energia elettrica italiana è di origine idrica.

Francia e l'Italia

Se la storia del solare termodinamico continua in Italia anche nel nuovo secolo è grazie a una straordinaria figura di scienziato e inventore, il matematico torinese Giovanni Francia. Negli anni Cinquanta del boom industriale e del petrolio a basso costo che soppianta l'idroelettrico come principale fonte energetica, Francia vive un periodo prolifico di invenzioni, progetti e brevetti che spaziano dal campo automobilistico all'aeronautico, dallo spaziale al tessile e dall'elettromeccanico al solare, settore che diventerà sempre più centrale nelle sue attività professionali e di ricerca. Nel decennio successivo Francia si dedica a studiare tecniche per concentrare tramite specchi la radiazione solare su una caldaia seguendo, senza conoscerlo, lo stesso approccio concettuale di Battaglia: separare la caldaia dallo specchio. Ciò gli consente di dimostrare, per la prima volta al mondo, che è possibile col calore del sole produrre vapore alle alte pressioni e temperature (fino a 500 °C) necessarie al suo impiego industriale. Nel frattempo il mondo vive con la crisi petrolifera del 1973 il suo primo shock energetico, e la politica e l'industria cominciano a interessarsi all'energia solare. Nell'ambito di uno specifico programma di ricerca e sviluppo iniziato nel 1975, la Commissione europea decide di studiare una centrale dimostrativa, per esplorare la fattibilità di centrali solari termoelettriche di grande potenza. La decisione di dove e quando costruire la centrale matura nello stesso momento in cui l'Italia, come gli altri Paesi europei, si affanna per promuovere l'uso di fonti di energia alternative

al petrolio, inclusa quella nucleare. Ansaldo ha appena ricevuto il primo ordine per la realizzazione della centrale nucleare di Caorso, ma l'avversione del Paese al nucleare si fa sentire. **"Ci rompono tanto le scatole con il nucleare, mi deve fare una centrale solare"**: l'Amministratore delegato Renato De Leonardi sintetizza così la situazione all'allora direttore della divisione impianti elettrici Gio Batta Clavarino. Clavarino si rivolge proprio a Giovanni Francia per realizzare nel 1977 un impianto sperimentale presso la stazione di Sant'Ilario, nei pressi di Genova. In questo laboratorio dove per quasi venti anni Francia conduce le sue ricerche, a ricordare il suo lavoro nella stazione restano oggi solo qualche specchio rotto e i cinematismi arrugginiti dell'ultimo prototipo realizzato nel 1977.

Da primato a fallimento

Inizialmente, però, le cose sembrano mettersi bene per Francia. Alla fine del 1976, il gruppo di lavoro della Commissione Europea comunica i risultati del proprio lavoro, indicando in tre anni il tempo necessario per progettare, costruire e montare l'impianto funzionante e pronto per la successiva fase di esercizio sperimentale e in circa 8,4 milioni di dollari il costo relativo, una cifra pari a 33 milioni di dollari odierni. **Riconoscendo che la tecnologia italiana è la più avanzata, quando all'inizio del 1977 si decide di passare alla fase esecutiva, si sceglie quindi di realizzare in Italia l'impianto, chiamato Eurelios. L'ENEL sceglie la località di Contrasto, nel Comune di Adrano in provincia di Catania.** Il via ai lavori per la costruzione viene dato il 10 dicembre 1979, Eurelios entra in esercizio il 14 aprile 1981. È la prima centrale solare termoelettrica al mondo a immettere energia in una rete elettrica nazionale. Giovanni Francia però non vedrà mai Eurelios funzionare: morirà all'improvviso nell'aprile del 1980.

Nella centrale Eurelios decine di specchi riflettono la radiazione solare su una caldaia piena d'acqua posta sulla sommità di una torre. L'acqua all'interno si riscalda e genera vapore ad alta pressione e alta temperatura. Il vapore viene quindi convogliato per azionare una turbina, la quale a sua volta aziona un generatore elettrico esattamente come accade negli impianti convenzionali, dove il vapore è prodotto dal calore liberato dalla combustione di carbone, petrolio e gas o dalla fissione nucleare. **Le sperimentazioni terminano nel 1985 e l'ENEL pubblica i risultati sei anni dopo, nel 1991. La conclusione non lascia spazio all'ottimismo: "gli impianti solari del tipo a torre e a campo specchi non daranno luogo, anche nel medio e lungo termine, ad applicazioni industriali di qualche rilievo".** Il rapporto argomenta che il costo del kWh elettrico solare prodotto da Eurelios sarebbe risultato, anche nell'ipotesi di riduzioni del costo dell'impianto, ben lontano da valori accettabili. "Eurelios era evidentemente un'attività pionieristica. Produceva tanta energia quanta ne consumava. Da un punto di vista della redditività economica fu un

flop e l'ENEL non ci ordinò più impianti", ricorda oggi Clavarino. La scomparsa di Francia, la bocciatura dell'ENEL, il calo dei prezzi dei combustibili fossili, l'avvicendamento alla presidenza degli Stati Uniti da Jimmy Carter a Ronald Reagan – con un sostanziale cambio della politica energetica statunitense a partire dal 1981 e i suoi inevitabili riflessi sulle politiche energetiche anche di altri Paesi – portano in generale a una presa di distanza dall'energia solare e, in Italia in particolare, dagli impianti solari a concentrazione puntuali o a torre e a campo specchi. Eurelios rimane così in uno stato di totale abbandono sino a quando, tra la fine del 2010 e il marzo 2011, l'ENEL lo smantella per far posto alla tecnologia concorrente: pannelli fotovoltaici. In questi tre decenni la ricerca italiana sul solare a concentrazione è stata relegata al rango di archeologia industriale, mentre nel resto del mondo la sperimentazione non si è mai arrestata come te-



▲ **L'arrivo ad Adrano della caldaia solare di Eurelios nel 1980 (foto MusIL - Museo dell'Industria e del Lavoro di Brescia). Il sito era italiano ma il progetto europeo, come ricorda il cartello.**

◀ **La caldaia solare di Eurelios nel 1981. Quando l'Ense ha smantellato l'impianto per installare un campo fotovoltaico, la caldaia è scampata alla discarica grazie al Gruppo per la storia dell'energia solare ed è stata donata dall'Ense al Museo dell'Industria e del Lavoro (MusIL) di Brescia.**



stimoniano l'impianto Junction Kramer nel deserto del Mojave, in California, in funzione dalla fine degli anni Ottanta, o la Plataforma Solar de Almeria, in Spagna, dove dal 1983 si sperimenta il solare a concentrazione con torre e campo a specchi piani. Soltanto in anni recenti, su spinta del Nobel Carlo Rubbia, in Italia è stato sviluppato un progetto di rilievo: Archimede, una centrale basata su una tecnologia diversa (i concentratori parabolici lineari, con specchio curvo e caldaia solidale) inaugurata a luglio 2010 dall'Enel a Priolo Gargallo, in provincia di Siracusa. Sono comunque occorsi trent'anni all'Italia per fare il secondo passo verso il solare termodinamico, passando così dalla posizione di primatista a quella di inseguitore.

Abbaglio o illuminazione?

Ma a questa corsa vale la pena partecipare oppure la tecnologia di Francia ha davvero potenzialità limitate, in particolar modo su un territorio come quello italiano? Finanziatori e investitori stanno puntando più sul fotovoltaico che sul solare termodinamico, in ragione dei rapidissimi sviluppi del primo che ne lasciano presagire una maggiore competitività economica e tecnologica. Il fotovoltaico ha infatti registrato negli ultimi anni incrementi di efficienza e soprattutto una fortissima diminuzione dei costi: 3-4 dollari il costo medio per Watt installato di un impianto fotovoltaico, 6-10 dollari quello di un impianto solare termodinamico. Ciò ha fatto scendere i costi di generazione del fotovoltaico a 12-13 cents/kWh contro i 15-16 del solare termodinamico. Ciò ha fatto sì che molti progetti termodinamici siano stati convertiti in corso d'opera in fotoelettrici. Il solare termodinamico non è però ancora fuori dai giochi: soprattutto nella sua incarnazione a specchi piani o quasi piani, secondo le idee di Francia. Il primo grande fattore che lo tiene in partita è la possibilità di funzionare di notte, dimostrata proprio a luglio 2011 dall'impianto Gemasolar da 19,9 MWe di Torresol Energy, che per la prima volta al mondo ha erogato energia per 24 ore continue grazie all'immagazzinamento del calore con un sistema a sali fusi. Il secondo fattore è l'efficienza di conversione, almeno pari a quella del fotovoltaico: il valore è molto legato alle condizioni climatiche delle zone considerate, ma si va dal 20% nelle condizioni ottimali del deserto della California al 14% di Almeria, nel sud della Spagna, e ancora un po' meno in Italia. Le aree ideali per l'installazione di un grande impianto paiono quindi essere i deserti, che però pongono problemi legati alla creazione di infrastrutture e al trasporto dell'elettricità. Ciò non ha impedito a BrightSource Energy, una start-up ad alta tecnologia statunitense fondata nel 2007, di avviare un anno fa la costruzione nel deserto della California dell'Ivanpah Solar Electric Generating Station (ISEGS), la più grande centrale solare al mondo a torre e campo specchi, con una potenza netta di 392 MW e 173.500 eliostati da 14 m² l'uno per 13 km² totali. L'ISEGS è finanziato con un mutuo garantito di 1,6 miliardi di



dollari del Department of Energy degli Stati Uniti e fondi investiti da multinazionali quali Google, mentre collaborano alla costruzione dell'impianto di Ivanpah leader industriali come Bechtel, la maggiore società di ingegneria e la terza più grande azienda privata USA. Prima di ottenere l'autorizzazione a costruire, l'impresa ha dovuto accettare una serie di condizioni per la tutela ambientale dell'area, fino a farsi carico di una particolare specie di tartarughe del deserto a rischio di estinzione. Le operazioni che BrightSource Energy ha dovuto portare a termine per la protezione di flora e fauna hanno comportato un costo di circa 40 milioni di dollari; certo una minima parte dell'investimento complessivo, ma che comunque smentisce l'idea che i deserti siano di per sé una zona franca per i grandi impianti solari, a concentrazione o fotovoltaici.

Il sistema a torre e campo specchi di Francia può poi contare sulla capacità di trasferire la radiazione solare (quindi l'energia) per semplice trasmissione ottica, che dispensa dalla necessità di realizzare la rete di raccolta e convogliamento richiesta da un campo fotovoltaico (fitta trama di cavi elettrici) o da un impianto solare parabolico lineare (sistemi di tubazioni per il trasporto tramite fluido vettore).



L'idea di Francia resta insomma competitiva se si parla di grandi dimensioni (fino al GW), dove gli impianti fotovoltaici incorrono in diseconomie di scala. Certo questo vantaggio non è determinante per Paesi come l'Italia, che ha scarsa disponibilità di siti adeguati; anche la capacità di immagazzinare energia potrebbe non esser più decisiva se il costo dell'immagazzinamento dell'elettricità in batteria dovesse scendere, come lasciano intravedere alcune innovative tecnologie messe sul mercato di recente.

Se l'abbandono della ricerca italiana sia stata un abbaglio oppure un'illuminazione, se insomma Enel sia stata lungimirante o miope, è questione dibattuta. Secondo gli esperti, il mercato dell'elettricità da radiazione solare sarà in prospettiva dominato da una sola tecnologia, quella in grado di offrire il servizio elettrico migliore e più economico. Il fotovoltaico sembra oggi favorito, ma il solare termodinamico ha ancora la possibilità di dimostrarsi competitivo. Chi ha dimostrato scarsa competitività è invece l'Italia, il cui vantaggio iniziale nella corsa verso lo sfruttamento del sole è stato ormai largamente recuperato. Forse non siamo più il Paese del Sole.

L'impianto in costruzione ad Ivanpah, nel deserto della California. Nell'ottobre di quest'anno la BrightSourceEnergy ha festeggiato il primo anno dall'inizio dei lavori, che hanno impegnato più di 800 lavoratori nella posa di oltre 20.000 piloni, degli oltre 50.000 previsti dal progetto, e nella costruzione della torre che manterrà la caldaia ad una altezza di 137 metri. Nell'altra pagina, come apparirà l'impianto a lavori ultimati.

