

Roma, 15 novembre 2009

NOMINATE PER PREMIO DUE CENTRALI SOLARI TERMODINAMICHE NEGLI STATI UNITI

*I relativi principi di base concepiti e sperimentati in Italia sin dall'Ottocento
da Alessandro Battaglia (Acqui Terme 1842 – n.d.) e Giovanni Francia (Torino 1911- Genova 1980)*

di

Cesare Silvi

Gruppo per la storia dell'energia solare (GSES)

www.gses.it - csilvi@gses.it



I premi annuali di Power Engineering Magazine e di PennWell Corporation ai migliori progetti del 2009

Il prossimo 7 dicembre, a Las Vegas, nel Nevada, avrà luogo l'assegnazione dei premi annuali (*The Year Awards*) della rivista statunitense Power Engineering Magazine e della PennWell Corporation, una società che opera nei media dedicati al mondo degli affari.

La premiazione avverrà in occasione della POWER-GEN International Conference and Exhibition e della parallela NUCLEAR POWER International Conference and Exhibition. Ad essere premiati saranno i migliori progetti realizzati nel 2009 per la produzione di energia elettrica dalle fonti nucleare, carbone, gas naturale e energia solare, selezionati tra dodici progetti arrivati finalisti, tre per ogni fonte, e i cui nomi sono stati resi noti nello scorso mese di ottobre. Tra i finalisti per l'energia solare due centrali solari termiche a concentrazione (dette anche termoelettriche o termodinamiche), entrambe costruite in California.

Questi impianti solari sono essenzialmente riconducibili a due categorie, una prima, in cui gli specchi concentrano il calore della radiazione solare su un tubo o ricevitore o caldaia lineare, pertanto detti a concentrazione lineare, e una seconda, nella quale il calore è concentrato su un punto o ricevitore o caldaia centrale, chiamati a concentrazione a torre.

Le centrali solari finaliste per il premio sono state costruite da due società ad alta tecnologia in fase di avvio, dette anche *start up*, fondate negli Stati Uniti appena 3 anni fa e ciascuna finanziata con capitale di rischio o *capital venture* dell'ordine dei 130 milioni di dollari.

L'impianto solare termoelettrico di Kimberlina, con riflettori e caldaia lineari, inaugurato nell'ottobre 2008, è stato costruito da Ausra (www.ausra.com) a Bakersfield, con il sostegno di investitori quali Kleiner Perkins, Khosla Ventures, Al Gore's Generation Investment, Alberta, Canada-based KERN Partners and Melbourne, Australia-based Starfish Ventures. L'altro impianto, costruito nella Sierra Sun Tower Facility, con caldaia centrale a torre, inaugurato nel mese di agosto 2009, è stato costruito da eSolar (www.esolar.com), finanziata da Google.

I due impianti californiani hanno molti aspetti in comune. In entrambi sono stati adottati principi di funzionamento e architetture di impianto riscoperti di recente, ma che, come vedremo di seguito, sono stati ideati, sviluppati e sperimentati per la prima volta al mondo in Italia, per poi essere quasi del tutto dimenticati.

La potenza delle due centrali solari termodinamiche è la stessa: 5 MWe. I loro campi solari sono composti da specchi o riflettori piani o quasi piani, che individualmente inseguono il sole e nel loro movimento simulano delle superficie paraboliche nel cui fuoco è posto un ricevitore/caldaia montato al di sopra di esse, fisso su delle torri.

Per entrambi gli impianti il fluido di lavoro è solo acqua, fatta bollire e trasformata in vapore alle alte temperature e pressioni. Estratto dai ricevitori/caldaie, il vapore è inviato direttamente a una turbina. Quest'ultima a sua volta aziona un generatore elettrico allo stesso modo di quanto avviene nelle

tradizionali centrali elettriche, nelle quali il vapore è invece prodotto, attraverso uno scambiatore di calore, non dalla radiazione solare, ma bruciando combustibili fossili o da un reattore nucleare.

Le due centrali premiate possono essere considerate espressione del dinamico mondo tecnologico e finanziario dell'industria solare della California e della Silicon Valley.

Ausra e eSolar hanno costruiti i loro impianti con la convinzione che è possibile produrre già dai prossimi anni l'elettricità termica solare a prezzi confrontabili con quelli dell'elettricità prodotta utilizzando i combustibili fossili e quindi di poter stare sul mercato anche in assenza di incentivi.



Vista dei campi solari a specchi piani o quasi piani e delle torri di sostegno dei ricevitori/caldaie degli impianti di Kimberlina di Ausra (a sinistra), in funzione dal mese di ottobre 2008, e di quello della Sierra Solar Tower Facility di eSolar, in funzione da agosto 2009.

Per abbattere i costi di produzione del kWh elettrico le due start up californiane mirano a costruire impianti di dimensioni standard, per esempio di 46 MW nel caso di eSolar, da replicare il numero di volte necessario per raggiungere potenze da centinaia a migliaia di MW.

Una testimonianza significativa delle attuali tecnologie solari a concentrazione, oggi in funzione al mondo, è rappresentata ancora dagli impianti costruiti dalla società Luz I a partire dagli inizi degli anni ottanta nel deserto del Mojave in California a Kramer Junction, dalla potenza complessiva di 354 MWe. Si tratta di impianti tutt'ora funzionanti. Le fotografie di seguito ne mostrano una veduta d'insieme e quella di un primo piano di uno dei grandi specchi parabolici lineari accoppiato solidalmente al relativo ricevitore.



Deserto del Mojave, California, USA – A sinistra vista del campo solare dei Solar Energy Generating Systems (SEGS) da 354 MWe. A destra in primo piano un grande concentratore parabolico lineare

Negli ultimissimi anni, dietro la spinta delle nuove politiche per la protezione dell'ambiente e dei continui avanzamenti tecnologici, il solare termoelettrico o termodinamico ha cominciato a riscuotere un rinnovato interesse, che è andato crescendo molto rapidamente.

Alla potenza di impianti installati (> 650 MW) e in costruzione (>2.000 MW) si sono aggiunti negli ultimi mesi progetti per oltre 12.000 MW. Secondo il rapporto 2009 della *Newsletter Concentration Solar Power (CSP) today*, i paesi leader in questo campo sono gli Stati Uniti, con il 63% della potenza totale in impianti installati, seguiti dalla Spagna con il 32%. La tecnologia dominante sul mercato è quella dei grandi concentratori parabolici lineari, l'88% degli impianti in funzione e il 97,5% di quelli in costruzione. A questa tecnologia se ne stanno aggiungendo altre come quelle di Ausra e eSolar.

Al momento è difficile prevedere quale tipologia di impianti e tecnologie si affermerà sul mercato.

Saranno impianti che utilizzano specchi piani, come quelli delle due centrali indicate finaliste per il premio negli Stati Uniti, o centrali con specchi curvi, come quelli sperimentati per quasi trent'anni nella grande centrale del deserto del Mojave? Le centrali avranno grandi dimensioni e occuperanno vaste aree desertiche e assolate, come prospetta il progetto DESERTEC? O saranno di taglie contenute e distribuite sul territorio per limitarne gli impatti ambientali, facilitarne la localizzazione, l'accesso alle reti elettriche e all'acqua, e conseguentemente rendere i relativi processi autorizzativi più spediti? Ci saranno nuove tecnologie ora sconosciute?

Secondo le stime degli esperti una superficie di un quadrato di circa 150 chilometri di lato di impianti a concentrazione, ubicata negli assolati deserti degli Stati Uniti, sarebbe sufficiente per la produzione di tutto il relativo fabbisogno di energia elettrica del paese. Alcuni ipotizzano che sia anche sufficiente per rimpiazzare gli attuali motori a combustione interna con veicoli elettrici, dotati di batterie a rapida ricarica, che funzionerebbero da accumulatori dell'elettricità solare.

L'imminente cerimonia dell'assegnazione dei "The Year Awards" a Las Vegas, dovrebbe far emergere più chiaramente le caratteristiche degli impianti di Ausra e eSolar e di conseguenza anche limiti e potenzialità di tecnologie ripescate nei loro concetti di base dal passato o del tutto reinventate, che si sono fatte notare in poco tempo e che promettono di competere in tempi brevi con la più a lungo sperimentata tecnologia dei concentratori parabolici lineari, come quelli installati nella grande centrale di Kramer Junction.

Le motivazioni del premio dovrebbero inoltre dare nuova luce anche ai pionieristici lavori sul solare termico a concentrazione realizzati per la prima volta al mondo in Italia nell'Ottocento e nel Novecento e oggi quasi del tutto dimenticati o sconosciuti.

Tornano attuali le invenzioni italiane del solare a concentrazione dell' Ottocento e del Novecento

Negli ultimi 200 anni la storia dell'uso artificiale dell'energia solare rinnovabile da parte dell'uomo è soprattutto una storia di tentativi, fallimenti, successi di fare con il sole le stesse cose che è possibile fare con i combustibili fossili e nucleari: produrre vapore ed elettricità.

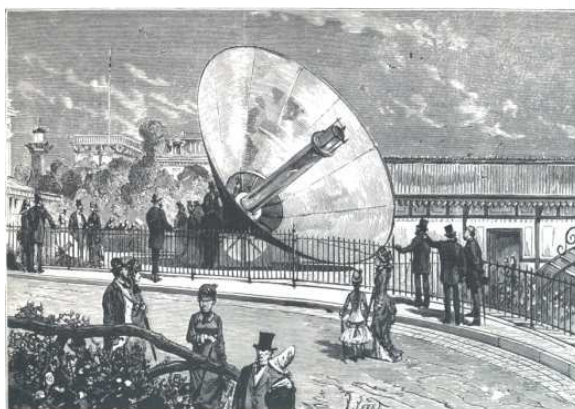
Questa sfida ha visto più volte l'Italia in prima linea, conseguendo in alcuni casi importanti risultati pratici, come per esempio nello sfruttamento dell'energia idrica dei bacini alpini, un'energia di origine solare, che ha contribuito sostanzialmente alla prima industrializzazione italiana a partire dalla fine dell'Ottocento. Il primo grande impianto idroelettrico in Europa, con i suoi 10 MW, fu costruito dalla Edison a Paderno d'Adda nel 1898. A questo ne seguirono altri. Prima della II Guerra mondiale oltre il 90% dell'elettricità prodotta in Italia era di origine idrica.

Anche nel campo dell'elettricità termica solare l'Italia, nonostante l'assenza di impianti in funzione sul nostro territorio, può vantare tuttavia una storia da raccontare ben documentata di concetti, idee, invenzioni, brevetti, impianti prototipi e dimostrativi, che, al tempo, attrassero l'attenzione di tutto il mondo.

Convenzionalmente, nei libri di storia, la realizzazione del primo motore termico azionato con vapore solare è attribuita a Augustine Mouchot (1825-1912), un professore di matematica del Liceo di Tours in Francia, il quale nel 1860 cominciò ad esplorare la possibilità di trasformare il calore del sole in energia meccanica.

Nel noto libro "La Chaleur Solaire et ses Applications Industrielles" del 1869 Mouchot osservava: *"Non si deve credere, nonostante il silenzio negli scritti moderni, che l'idea di trasformare il calore in energia meccanica sia recente. Al contrario, va riconosciuto che l'idea è molto antica e nel suo lento evolversi essa ha dato luogo alla realizzazione di vari curiosi apparecchi"*.

Nel 1878 Mouchot espose alla Mostra Universale di Parigi quella che è comunemente conosciuta come la prima e più grande macchina al mondo per la produzione di vapore solare: uno specchio conico, avente una superficie di circa 20 m², che rifletteva la radiazione solare intercettata su una caldaia posta al centro dello stesso specchio, come illustrato nella figura sotto. La macchina di Mouchot fu successivamente migliorata dal suo assistente Abel Pifre e utilizzata per azionare un motore di circa 1 kW.



La macchina di Augustine Mouchot, la più grande per il suo tempo, esposta all'Esposizione Universale di Parigi nel 1878 (Foto cortesia John Perlin).

Ebbene, la macchina di Mouchot, che attrasse l'attenzione di tutto il mondo con il sibilo del vapore solare in uscita dalla caldaia e che tutt'oggi è ricordata molto spesso nei testi del solare, fu oggetto nel 1884 di un'attenta analisi e di precise critiche sui suoi limiti operativi di uno scienziato e ingegnere italiano, Alessandro Annibale Battaglia.

Il lavoro di Battaglia, che sembra sia rimasto del tutto sconosciuto nel corso del Novecento e che GSES e CONASES hanno riscoperto solo negli ultimi due anni nell'ambito del loro programma storico solare, lo abbiamo fatto conoscere alla comunità mondiale del solare termico a concentrazione in occasione del congresso SolarPaces 2009 tenuto a metà dello scorso mese di settembre a Berlino, suscitando meraviglia, tra gli oltre 200 esperti in aula, per le sconosciute e puntuali critiche mosse da Battaglia al lavoro di Mouchot. È come se la scoperta del lavoro di Battaglia avesse ridimensionato un mito.

Di Battaglia, persona e professionista, sappiamo ancora molto poco. Nacque ad Acqui Terme nel 1842 da una famiglia proveniente da Germignaga in provincia di Varese. Ci risulta che visse a Genova e in Ascoli Piceno. Il 17 aprile 1884 lo troviamo a Napoli, dove, nel corso di una riunione accademica dell'Istituto di Incoraggiamento di Napoli, presentò i suoi punti di vista sulla macchina di Mouchot e ne evidenziò i limiti in una relazione dal titolo ***“Sul modo e sulla convenienza di utilizzare il calore solare per le macchine a vapore”***.

Secondo Battaglia l'invenzione di Mouchot non avrebbe condotto a grandi risultati per i seguenti motivi:

- Non è possibile fabbricare delle caldaie solari di sufficiente potenza per azionare dei motori termici per usi industriali in quanto le dimensioni della caldaia o ricevitore devono essere mantenute entro certi limiti, essendo la stessa solidale con lo specchio in movimento per inseguire il sole;
- La caldaia perde facilmente il calore sulla stessa concentrato in quanto è esposta all'aria e non può essere né isolata né protetta;
- Anche le dimensioni dello specchio, essendo lo stesso realizzato in un'unica superficie, devono essere necessariamente contenute, con la conseguenza che non è possibile realizzare grandi superficie di raccolta del calore solare nelle quantità richieste dai processi industriali.

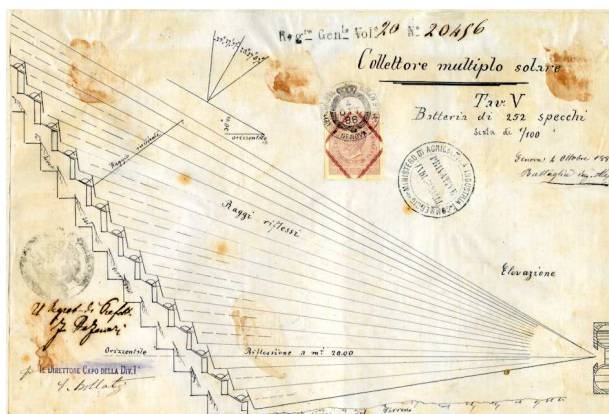
Per superare tutti questi limiti, Battaglia propose di separare la caldaia dalla superficie dello specchio.

Progettò un sistema a concentrazione costituito da due sottosistemi del tutto indipendenti in relazione ai movimenti. Il campo solare, costituito da 1.250 piccoli specchi tondi, di un metro quadrato di superficie ciascuno, distribuiti su 42 file di 30 specchi. La caldaia, un tubo di 1 m di diametro, lungo 30 m, posto di fronte al campo solare e isolato all'interno di un forno di mattoni.

Ogni specchio era orientato in modo da inseguire il sole e rifletterne la radiazione sulla caldaia attraverso l'apertura del forno rivolta verso il campo specchi. Il sistema, che Battaglia descrisse in

dettaglio nei suoi vari aspetti economici e tecnici, stimò che avrebbe avuto una potenza di 37,3 kW e un costo, al tempo, di circa 100.000 lire, pari a circa 420.000 Euro 2008.

Nel 1884 Battaglia chiese la registrazione del brevetto relativo a questa sua invenzione con il nome di **“Collettore Multiplo Solare”**, tuttavia di minori dimensioni di quello presentato presso l’Istituto di Incoraggiamento di Napoli. Nel brevetto la caldaia ha una lunghezza di 10 metri e il campo solare è composto da 252 specchi.



Collettore multiplo solare brevettato da Alessandro Battaglia nel 1886 per la produzione di vapore ad alte pressioni e temperature. Il brevetto è stato ritrovato nel 2007 nel corso delle ricerche promosse del GSES/CONASES sui brevetti solari degli ultimi due secoli conservati presso l'Archivio Centrale dello Stato (Immagine cortesia dell'Archivio Centrale dello Stato).

Il Collettore Multiplo Solare fu la risposta di Battaglia alla sfida di costruire dei campi solari realizzabili in qualunque dimensione e quindi capaci di far fronte alla domanda di energia dei moderni processi industriali.

Non sappiamo ancora se Battaglia abbia mai costruito e sperimentato il suo Collettore Multiplo Solare come gli fu raccomandato durante la presentazione della sua relazione nella sessione accademica presso l’Istituto d’Incoraggiamento di Napoli. Né sappiamo se la sua invenzione e il brevetto da lui registrato siano mai stati notati da altri studiosi e riproposti successivamente. In letteratura al momento non abbiamo ancora trovato tracce.

L’ipotesi è che l’idea di Battaglia di produrre vapore solare per azionare un motore termico potrebbe essere passata in secondo ordine a seguito degli importanti sviluppi che l’Italia andava realizzando nell’uso dell’energia idrica per la produzione elettrica e, quindi, per azionare le sue fabbriche.

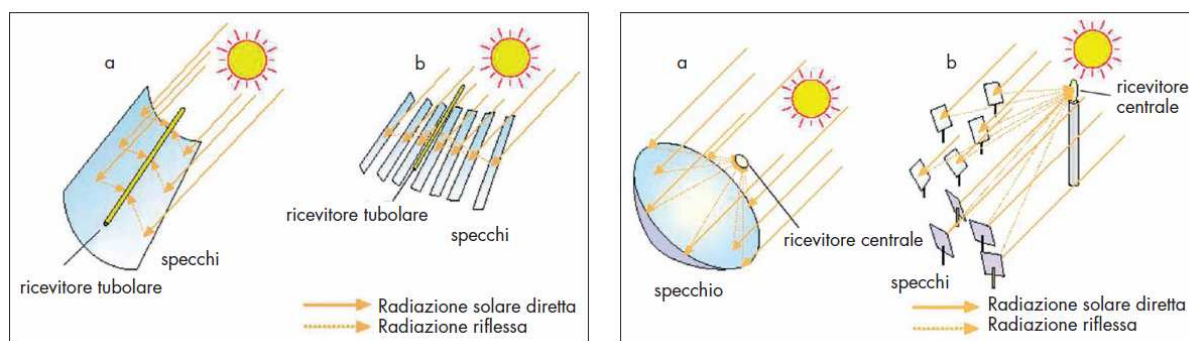
Infatti, proprio negli stessi anni nei quali Battaglia era impegnato a sviluppare e a mettere in pratica la sua invenzione, venivano costruiti in Italia i primi impianti idroelettrici. Per esempio quello di Vesta vicino a Tivoli fu inaugurato nello stesso anno, il 1884, durante il quale Battaglia presentò la sua invenzione all’Istituto di Incoraggiamento di Napoli.

Per tornare a parlare di concentrazione del calore solare in Italia dovranno passare oltre 75 anni. Lo farà Giovanni Francia (Torino 1911- Genova 1980) agli inizi degli anni sessanta del Novecento.

Francia, primo di quattro figli, trascorse la giovinezza vicino a Torino, a S.Germano Chisone. A 18 anni perse il padre e allo stesso tempo venne colpito dalla tubercolosi. La malattia lo costrinse ad abbandonare gli studi di ingegneria e studiare da autodidatta presso il sanatorio Agnelli. Nel 1935 si laureò in matematica. Dal 1938 si trasferisce a Genova dove svolge la libera professione e insegna all'Università. A partire dagli anni cinquanta realizza numerose e importanti invenzioni in ambito automobilistico, aeronautico, spaziale, tessile e, negli ultimi vent'anni della sua vita, soprattutto nel settore dell'energia solare.

Francia riteneva che il calore solare, abbondante ma a bassa densità e a bassa temperatura, dovesse essere raccolto in modo da ottenere le temperature necessarie per far funzionare le macchine delle società tecnologicamente e industrialmente avanzate, a cominciare dagli impianti per la produzione di energia elettrica.

Per raggiungere questo obiettivo, Francia, che non ci risulta abbia mai saputo del lavoro di Alessandro Battaglia, ripercorse concettualmente una strada analoga a quella di quest'ultimo. Tra il 1960 e il 1965 arrivò a dimostrare per la prima volta al mondo che è possibile produrre con il calore del sole vapore ad alte pressioni e alte temperature in sistemi a concentrazione lineare e puntuale di tipo fresnel, vale a dire con campi di specchi piani o quasi piani che possono essere immaginati come risultanti dal "frazionamento" di un grande specchio parabolico lineare o di un grande specchio parabolico sferico, come illustrato nelle figure di seguito.



I "campi specchi" proposti da Battaglia alla fine dell'Ottocento e da Francia negli anni sessanta del Novecento vengono chiamati di "tipo fresnel" in quanto ricordano il procedimento che condusse il fisico Augustin-Jean Fresnel a inventare la lente che porta il suo nome, ottenuta "frazionando" una lente sferica in una serie di sezioni anulari concentriche, chiamate anelli di "fresnel".

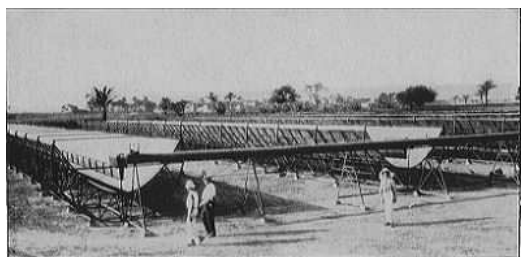


Giovanni Francia pose a base del solare a concentrazione da lui inventato le seguenti considerazioni.

È più facile costruire più specchi piani o quasi piani, anziché un grande specchio curvo. Poiché gli specchi piani sono meno esposti alla forza del vento rispetto ai grandi paraboloidi curvi, la relativa struttura di sostegno è più facile da costruire e, a parità dell'area degli specchi di raccolta della radiazione solare, il suo peso può essere fino anche a solo il 30% di quello della struttura di sostegno di un campo di specchi paraboloidi, con evidenti riflessi sul suo costo. I paraboloidi curvi, per giunta, devono inseguire il sole muovendosi solidalmente con il ricevitore con una serie di conseguenti implicazioni di carattere costruttivo sullo stesso, per esempio sulle sue dimensioni, necessariamente limitate.

Negli impianti ideati da Francia il ricevitore o caldaia è invece un componente indipendente rispetto al movimento degli specchi o riflettori: esso è fisso, può essere sostenuto da robuste torri ed essere dimensionato per raccogliere la radiazione riflessa da un campo solare di superficie di grandi dimensioni. Il vapore che si genera all'interno del ricevitore, a mano a mano che l'acqua bolle si raccoglie nella sua parte superiore, allo stesso modo di quanto accade in una pentola sopra un fornello. Questo facilita l'estrazione del vapore.

A parità di superficie degli specchi che captano la radiazione solare, un campo di riflettori fresnel può essere inoltre molto compatto e occupare una superficie ridotta rispetto a quella occupata da una centrale di pari potenza realizzata con dei concentratori parabolici lineari o a disco, i quali devono essere opportunamente distanziati, come illustrato nelle immagini che seguono, per evitare il reciproco ombreggiamento.



Campi solari con concentratori parabolici lineari (Deserto egiziano del Meadi, 1912) e parabolici a disco (n.d.)

È sulla base di questi concetti che Giovanni Francia sin dall'inizio intuisce chiaramente una nuova architettura dei futuri impianti solari a concentrazione rispetto a quelli fino ad allora sperimentati. In una sua lettera del 17 gennaio 1962, rispondendo al collega francese che gli suggeriva di impiegare nel suo pionieristico impianto di Marsiglia degli specchi parabolici lineari già sperimentati negli Stati Uniti dalla Boeing&Cie, affermava: **“solo con gli specchi piani è possibile costruire grandi centrali solari”**.

Francia concepisce, progetta, costruisce e sperimenta, nel 1962 a Marsiglia e nel 1965 a S. Ilario (Genova, Nervi), i primi impianti solari termici a concentrazione tipo Fresnel o a specchi piani al mondo. Ad essi

applica le sue geniali e rivoluzionarie soluzioni concettuali e innovazioni tecnologiche, intuite in parte già da Alessandro Battaglia nell'Ottocento e, per quanto ne sappiamo, da lui indipendentemente riscoperte.

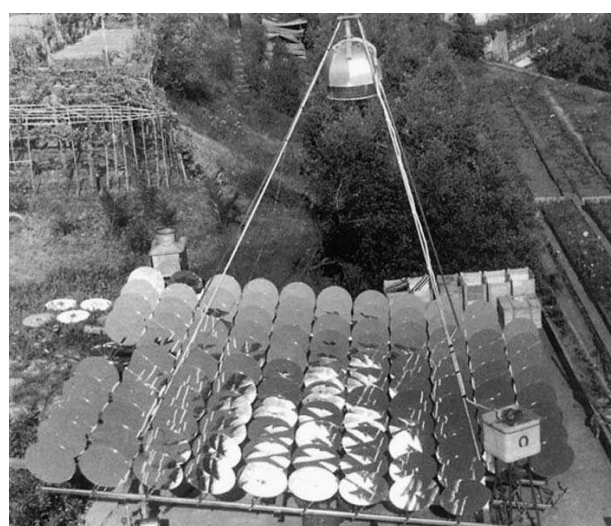
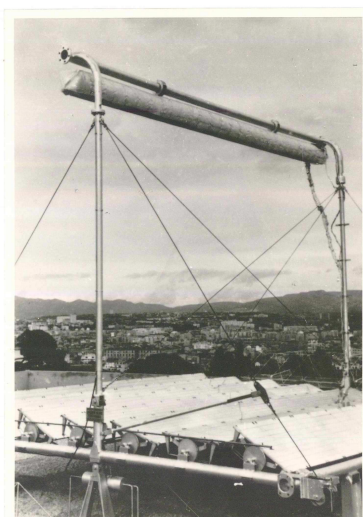
Realizza apposite e funzionanti componentistiche di impianto, dagli specchi ai cinematismi che li muovono per l'inseguimento del sole, dalle caldaie o ricevitori alle celle anti-irraggianti o a nido d'ape in essi installati per favorire un miglior assorbimento della radiazione solare.

Le immagini degli impianti costruiti e sperimentati a Marsiglia e S. Ilario riprodotte di seguito ben documentano lo straordinario lavoro svolto da Giovanni Francia nei primi anni sessanta del Novecento.

Dopo il 1965 Francia concentrò la sua attenzione sugli impianti a concentrazione con ricevitore puntuale o centrale o a torre. Realizza e perfeziona altri prototipi. A metà degli anni settanta stabilisce una collaborazione con l'Ansaldo. Partecipa alla realizzazione di un impianto sperimentale presso il Georgia Tech Institute di Atlanta.

Nel post shock petrolifero del 1973 anche in Italia il mondo della politica e dell'industria comincia a interessarsi di nuovo all'energia solare determinando la decisione di costruire una centrale solare a concentrazione in base ai principi sviluppati e sperimentati a S. Ilario da Francia.

Eurelios, questo il nome, è la prima grande centrale solare al mondo a concentrazione a torre e campo specchi (tipo Fresnel), da 1 MWe, ad essere collegata alla rete elettrica di normale esercizio. Ubicata nelle vicinanze di Adrano in provincia di Catania, la sua costruzione fu completata alla fine del 1980 e la sua inaugurazione avvenne nella primavera del 1981. Si trattò di un importante primato mondiale italiano realizzato dall'ENEL con la collaborazione della Comunità Economica Europea, che fu tuttavia presto dimenticato.



Impianti solari termici a concentrazione di tipo Fresnel lineare (a sinistra) e puntuale o a torre (a destra) costruiti rispettivamente da Giovanni Francia a Marsiglia (1963) e S. Ilario (1965) (Foto da fondo G. Francia).



Vista dell'impianto solare a concentrazione a torre costruito presso il Gergia Tech Institute di Atlana con la collaborazione dell'Ansaldo e di Giovanni Francia (Foto G. Parodi, 1979).



Vista della centrale Eurelios ubicata nelle vicinanze di Adrano (Catania), campo eliostati e torre con ricevitore caldaia sulla sommità (Foto G. Parodi, 1982).

Concluse le sperimentazioni di Eurelios nel 1985, l'ENEL ne pubblicò i relativi risultati raccolti in un rapporto pubblicato nel 1991.

Nel rapporto si concludeva che il costo del kWh elettrico solare prodotto da Eurelios sarebbe risultato, anche nell'ipotesi di pur possibili riduzioni del costo dell'impianto, comunque ben lontano da valori accettabili. In chiusura la seguente affermazione : ***“Questa conclusione, che è condivisa dalla grande maggioranza degli esperti mondiali, fa ritenere che 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”.

La morte di Giovanni Francia nel 1980, le sopra citate conclusioni dell'ENEL, il calo dei prezzi dei combustibili fossili, l'avvicendamento alla presidenza degli Stati Uniti da Jimmy Carter a Ronald Regan, con un sostanziale cambio della politica energetica statunitense a partire dal 1981, con i suoi inevitabili riflessi anche sulle politiche energetiche di altri paesi, determinarono in generale 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 del quale Francia era stato il pioniere e principale ispiratore a livello mondiale.

Distanza che può essere ben riconosciuta anche in altre scelte fatte in Italia. Presso il centro dell'ENEA della Casaccia fu costruita agli inizi degli anni ottanta la “Stazione solare sperimentale de “La Capanna”. Nel 1983 vi fu installato un impianto solare a concentrazione a torre per condurvi sperimentazioni di vario tipo. Questo impianto fu smantellato e rottamato solo qualche anno dopo, senza che fosse stato mai utilizzato. Di quell'impianto restano oggi solo alcune fotografie e uno specchio recuperato dall'ENEA per il GSES per la sezione solare del Museo dell'Industria e del Lavoro di Brescia.

Di solare a concentrazione in Italia si tornerà a parlare di nuovo a partire dall'anno 2000, con l'avvio del progetto Archimede, ideato dal premio Nobel Carlo Rubbia e sviluppato presso l'ENEA. Un sistema sperimentale di questo progetto è installato nella stessa stazione sopra ricordata de “La Capanna” dell'ENEA e un primo impianto dimostrativo da 5 MWe, integrato con l'impianto a ciclo combinato di Priolo Gargallo dell'ENEL, è in programma che entri in funzione alla fine di maggio 2010.

Le immagini degli impianti ideati da Giovanni Francia e costruiti tra il 1963 e il 1983 di Marsiglia, S. Ilario, Adrano e ENEA Casaccia, quest'ultimo nella fotografia che segue, documentano l'importante storia italiana del solare a concentrazione con gli specchi piani oggi dimenticata. Una storia che oggi risulta ancora più rilevante per la sua attualità a seguito dell'annuncio degli impianti finalisti di Ausra e eSolar per la premiazione che avverrà tra pochi giorni a Las Vegas.



Vista della 'Stazione solare sperimentale La Capanna' presso il centro ENEA-Casaccia – (Foto cortesia ENEA, 1983)

Quando la notizia della premiazione ha cominciato a circolare all'inizio del mese di ottobre, abbiamo ritenuto che GSES e CONASES dovessero cogliere l'occasione di questo evento per ricordare la dimenticata storia italiana del solare termico per la produzione di vapore e elettricità.

È quasi scontato che nessuno lo farà il 7 dicembre a Las Vegas.

Noi, quindi, vorremmo farlo almeno qui in Italia e, non tanto per gratificarci con una nostra significativa storia di scienza e tecnologia, ma soprattutto per mettere i riflettori sull'importanza dello studio e delle conoscenze sulla storia dell'energia solare in sé stessa.

Da anni cerchiamo di farlo con varie iniziative del nostro programma storico solare, in particolare:

- La creazione dell'**Archivio nazionale sulla storia dell'energia solare**, dislocato fisicamente su tutto il territorio nazionale e in parte virtuale e accessibile su Internet. L'inaugurazione dell'archivio è in calendario per il 2011 in occasione delle celebrazioni dei 150 anni dell'Unità d'Italia nonché dell'anniversario dei 100 anni dalla nascita di Giovanni Franchia. Un primo nucleo dell'archivio è già operativo da alcuni anni a Brescia presso il Museo dell'Industria e del Lavoro 'Eugenio Battisti' (www.musil.bs.it).
- La realizzazione di una **sezione museale sull'energia solare** all'interno della più ampia sezione sull'energia del Museo dell'Industria e del Lavoro di Brescia
- L'inaugurazione della II^a edizione della mostra **"Le città solari dal passato al futuro – Scoperte scientifiche e sviluppi tecnologici"** in calendario nel mese di ottobre 2010 presso il Museo della Civiltà Romana. La I^a edizione fu tenuta a Genova nel 2006 nell'ambito del Festival della scienza, proprio in onore di Giovanni Franchia, che con i suoi pionieristici lavori nel campo del solare attirasse al tempo l'attenzione di tutto il mondo su Genova e sulla stazione solare di S. Ilario.

Si tratta di iniziative aventi scopi puramente culturali, volti a cambiare la percezione che la gente ha dell'energia solare. Per GSES e CONASES questa fonte, nelle sue diverse forme, radiazione solare diretta e diffusa e indirette di vento, acqua che cade, foreste e altre biomasse, potrà avere un ruolo sostanziale nel soddisfare i fabbisogni energetici delle società future, ma solo se basata su una vasta e sofisticata cultura per un suo utilizzo appropriato e ben integrato nell'ambiente naturale e costruito. Puntare solo su specifici sviluppi scientifici, tecnologici e applicativi potrebbe non bastare.

La prospettiva di una adeguata strategia è che nel futuro si potrebbe tornare a utilizzare, come abbiamo fatto nel passato, appena fino agli inizi dell'Ottocento, solo l'energia solare rinnovabile. Un'idea, quella di usare e di dovere usare solo l'energia solare, che Franchia espone chiaramente in due suoi scritti della fine degli anni sessanta: **"La città solare – ipotesi di una nuova struttura urbana"** e **"Il Sole e i limiti dell'energia sulla Terra"**.

Pensiamo sia di buon senso porci la domanda: che idea avrebbero oggi gli italiani se nelle scuole, nelle università, dai programmi televisivi e dai vari media più in generale avessero avuto la possibilità di

conoscere i lavori dei pionieri italiani dell'energia solare degli ultimi 200 anni, come quelli realizzati da Alessandro Battaglia e Giovanni Francia? Cosa penserebbero della proposta di premio agli impianti di Ausra e eSolar, del quale riteniamo si parlerà nei prossimi giorni nei media, se avessero potuto conoscere nei dettagli le geniali invenzioni di questi due italiani?

Lo statunitense Farrington Daniels (1889-1972), scienziato di primo piano del progetto Manhattan per la costruzione della bomba atomica, subito dopo la fine della II Guerra mondiale, divenne tra i maggiori sostenitori dell'uso dell'energia solare. Nel 1954 fu il fondatore dell'AFASE (Association for applied solar energy), dalla quale ha avuto origine l'attuale International Solar Energy Society con sede centrale a Friburgo (Germania)(www.ises.org). Nel 1955 promosse il primo grande congresso e fiera internazionali tenuti in Arizona.

Daniels riteneva che il mondo della scienza dovesse andare sempre avanti nello studio dell'energia solare, indipendentemente dalle applicazioni pratiche al momento, anche con lo scopo di accumulare un bagaglio di conoscenze che si sarebbe potuto rivelare utile in casi di emergenza dovuti a catastrofi quali guerre, sovrappopolazione, esaurimento del petrolio e del carbone.

Il progetto storico solare di GSES e CONASES, con la realizzazione di un grande Archivio nazionale sulla storia dell'energia solare e con le sue altre iniziative culturali ha tra l'altro assunto queste indicazioni di Daniels.

Speriamo che l'attualità della storia italiana del solare a concentrazione illustrata brevemente in questo documento possa favorire un rinnovato interesse e sostegno per il progetto storico solare di GSES e CONASES.



***Daniels (secondo da sinistra) con Enrico Fermi (secondo da destra)
nel V anniversario della scoperta della fissione nucleare, dicembre 1947***

Gli impianti premiati e l'industria del solare termico a concentrazione

Questo documento, avendo preso lo spunto dall'annuncio che gli impianti di Ausra e eSolar erano tra i finalisti per l'annuale premio di Power Engineering Magazine e di PennWell Corporation, è soprattutto dedicato a illustrare sommariamente le caratteristiche di detti impianti.

Tuttavia va evidenziato che le intuizioni e le invenzioni italiane dell'Ottocento e del Novecento di costruire centrali solari a concentrazione con specchi piani o quasi piani riguarda oggi un numero di aziende rapidamente in crescita in tutto il mondo, in particolare negli Stati Uniti e in Europa.

Tra queste aziende ce ne sono anche di quelle che fino ad oggi erano impegnate nello sviluppo di altre tecnologie.

A titolo esemplificativo citiamo il caso dell'imprenditore Arnold Goldman, fondatore della Luz I, la quale costruì la grande centrale a concentratori parabolici lineari di Kramer Junction ricordata all'inizio.

Oggi Arnold Goldman è il presidente di Bright Source Energy (www.brightsourceenergy.com), una azienda che controlla la filiale Luz II, che può essere considerata il successore della Luz International (o Luz I).

Attualmente la BrightSource Energy è considerata tra le società leader a livello mondiale per la produzione di elettricità termica solare. Ha firmato contratti con la PG&G e la Southern California Edison per 2.600 MW e ha raccolto fondi per 160 milioni di dollari da investitori quali AdvantagePoint Venture Partners, Google.org, BP Alternative Energy, StatoilHydro Venture, Black River, Morgan Stanley, DBL Investors, Draper Fisher Jurvetson, and Chevron Technology Ventures. Ha costruito un impianto dimostrativo in Israele e avviato la costruzione di un impianto di 29 MW termici per la Chevron.

Questa seconda impresa di Arnold Goldman differisce da quella degli anni Ottanta della Luz I per la fondamentale differenza di puntare sulle centrali solari a concentrazione a torre e a campo specchi, vale a dire dello stesso tipo dell'impianto Eurelios costruito negli anni ottanta dall'ENEL ad Adrano, in quanto, nelle stesse parole di Goldman, *"è più facile fabbricare specchi piani che curvi"*.

L'impianto di Kimberlina (California) della società Ausra (www.ausra.com)

La centrale solare di Kimberlina è stata inaugurata il 23 ottobre 2008 alla presenza del Governatore della California Schwarzenegger e adotta la tecnologia del Compact Linear Fresnel Reflector (CLFR) inventata dall'australiano di origine canadese David Mills, dal 2007 trasferitosi negli Stati Uniti. Mills sviluppò il sistema agli inizi degli anni Novanta presso l'Università di Sydney e ne commercializzò una prima versione nel 2004 in Australia con la società Solar Heat and Power Pty Ltd. Nella sua versione attuale il CLFR consentirebbe di realizzare a basso costo grandi campi solari dell'ordine delle centinaia di MW da ubicare in quelle zone del mondo dove la radiazione solare diretta è abbondante.

Il CLFR consta di componenti e sistemi (i lunghi specchi rettangolari; i relativi sostegni per l'inseguimento del sole; le torri di sostegno del ricevitore o caldaia, etc.) low-tech, fabbricabili localmente con materiali facilmente reperibili (acciaio, cemento, vetro), e componenti altamente sofisticate (elettronica di controllo, componentistica del ricevitore, dalle lenti di fresnel alle superficie selettive) con produzioni di massa in fabbriche automatizzate ad alta tecnologia. La prima fabbrica dell'Ausra, avente una potenzialità di fabbricazione di impianti per 700 MW/anno, è stata inaugurata il 30 giugno 2008 nel Nevada.

La tecnologia del CLFR, combinata con un sistema di immagazzinamento in caverna sotterranea dell'energia termica contenuta nel vapore prodotto, consentirebbe di far funzionare continuamente una centrale Ausra fino a 20 ore (quindi anche quando il sole è tramontato). Anche questa seconda tecnologia è stata sviluppata inizialmente in Australia da David Mills, responsabile scientifico e fondatore di Ausra.

Fino agli inizi del 2009 Ausra ha perseguito l'obiettivo di costruire grandi centrali solari e vendere l'elettricità a aziende elettriche distributrici. In programma era la costruzione di una grande centrale solare da 177 MWe nei Carrizo Plains in California, con l'obiettivo di verificare la possibilità di costruire grandi impianti che nelle strategie della società sarebbero state diffuse nei paesi ricchi di radiazione solare.

I costi previsti per il kWh solare prodotto da questa centrale al momento della sua entrata in esercizio, in programma per il 2010, erano ipotizzati intorno ai 10 centesimi di dollaro al kWh e quindi confrontabili con quelli del kWh da combustibili fossili (intorno a 8 centesimi di dollaro al kWh) negli Stati Uniti.

L'impianto di Kimberlina avrebbe dovuto rappresentare la prima importante tappa per la successiva costruzione di questa grande centrale da parte della stessa Ausra, che avrebbe venduto l'elettricità prodotta nell'ambito di un contratto con l'azienda elettrica californiana PC&G.

Questa strategia, pubblicizzata tra il 2007 e il 2008, ha dovuto successivamente essere rivista all'inizio del 2009 per varie ragioni. Per la crisi economica globale, che ha praticamente quasi azzerato la possibilità per una piccola startup quale Ausra di trovare i capitali necessari per un investimento delle dimensioni di una grande centrale solare. Un secondo motivo, i lunghi tempi per ottenere le necessarie autorizzazioni di localizzazione dell'impianto.

Ausra ha quindi deciso di riorientare la sua strategia aziendale trasformandosi, per il momento, da costruttore di grandi centrali solari termoelettriche in fornitore di sistemi solari termici a concentrazione per la fornitura di calore e vapore alle medie e alte temperature da utilizzare nei più svariati campi, quali impianti ibridi per la produzione di vapore, raffinerie, recupero di petrolio, calore di processo per le industrie.

Oggi Ausra è tra le prime società al mondo ad avere una caldaia solare certificata dall'ASME (American Society of Mechanical Engineers) e di recente ha vinto una gara per la fornitura di un impianto di 100 MW in Giordania, dove è prevista anche la costruzione di un impianto per la fabbricazione delle sue caldaie.

È poi di questi giorni la notizia della vendita del terreno dove doveva sorgere la grande centrale da 177 MWe di Carrizo Plains alla società First Solar con lo scopo di uscire per il momento dal business della costruzione di grandi centrali solari termoelettriche e focalizzare invece le attività della società sulla progettazione, fabbricazione, installazione ed esercizio di sistemi solari termici per fornire calore e vapore. È infine notizia in circolazione al momento che Ausra potrebbe essere acquistata da un grande gruppo. Per maggiori informazioni <http://www.ausra.com>.

L'impianto della Sierra Solar Tower Facility di eSolar (www.esolar.com)

L'impianto della eSolar di Pasadena è stato inaugurato il 5 agosto 2009 da Bill Gross, tecnico imprenditore, CEO (Chief Executive Officer) della eSolar e fondatore nel 1996 di Idealab, un incubatore di startup, create per lo sviluppo di nuove e avanzate tecnologie, in particolare nel settore delle dot.com. Tramite Idealab hanno visto la luce società come eToys, CitySearch, GoTo.com. Quest'ultima ha sviluppato la ricerca della pubblicità, un'idea ripresa a quel tempo dalla nascente Google. Yahoo successivamente comperò GoTo.com per 1,6 miliardi di dollari. Successivamente Gross uscì dal settore evitando la crisi del 2001 e portando con se parecchio denaro in contanti con il quale diede inizio a nuovi investimenti nel settore delle energie rinnovabili.

Bill Gross racconta che, quando nel 2007 cominciarono a lavorare al progetto di un impianto solare, come primo passo fecero il punto sui materiali necessari per costruirlo e presto realizzarono che il costo di acciaio, rame, alluminio e altri beni tendeva a crescere, mentre il solo costo che tendeva a diminuire era quello della potenza di elaborazione dati dei computer. Pertanto, consapevolmente, decisero di progettare un impianto solare nel quale fosse necessaria più potenza di elaborazione dati a fronte della possibilità di utilizzare una minore quantità di materiali, acciaio, vetro, cemento. Più *software e imaging technology* che complessi e costosi *hardware*!

Per concentrare la radiazione solare eSolar ha realizzato un campo solare composto da migliaia di piccoli specchi piani, di un metro quadrato ciascuno contro anche i 100 metri quadrati e oltre di altri impianti in costruzione, quindi in dimensioni umane, montati su eliostati semplici, fatti di parti prefabbricate, che possono essere spedite e assemblate sul posto dell'impianto più rapidamente e a minor costo. Nell'impianto di 5 MWe di eSolar di specchi ce ne sono 24.000. In quello standard di taglia minima di 46 MW gli specchi saranno 176.000.

Per la gestione di migliaia e migliaia di specchi eSolar fa affidamento, come abbiamo visto sopra, su avanzati software e algoritmi. I campi di specchi sono circondati da torri alte 30 metri sulle quali sono posti dei cellulari. Ogni torre ha diversi sensori da 10 megapixel che costantemente spazzano i campi solari, individuando la posizione di ogni singolo specchio e le sue condizioni di riflessione dei raggi solari.

L'esatta conoscenza della posizione del raggio di sole su ogni specchio consente al software di eSolar di inviare dei messaggi al microprocessore inglobato nelle piattaforme che sostengono, gestiscono e controllano 7 specchi ciascuna in modo che le stesse si allineino fino a formare una lunga e graduale curva attraverso tutto il campo solare e creino una superficie parabolica mobile con continuità e precisione durante tutto l'arco dell'anno. Questo sistema consente di risparmiare costose messe a punto del campo solare ricorrendo a personale altamente specializzato e a sofisticate attrezzature.

Altre parti dell'impianto sono state realizzate con materiali e prodotti già esistenti. Per esempio le torri che sostengono i ricevitori o caldaie sono le stesse utilizzate per il settore dell'energia eolica opportunamente adattate. Per la turbina è stata recuperata e rivitalizzata una turbina della GE del 1947 in modo che potesse erogare una potenza di 5 MWe.

Altro importante fattore nella progettazione degli impianti eSolar è il layout generale di un'unità di dimensioni standard di 46 MW, composta da 16 torri e campi solari di eliostati duali orientati nord sud. Questa unità può essere replicata più volte per realizzare centrali di centinaia e centinaia di MW.

eSolar ha annunciato la costruzione di un impianto di 245 MW, che diverrebbe operativo entro il 2013, nel deserto nella Antelope Valley da parte della Southern California Edison, una delle maggiori aziende elettriche del Sud Ovest degli Stati Uniti. Il carattere modulare dell'impianto della eSolar consentirebbe di installarlo su terreni sparsi vicino alle linee elettriche su una superficie equivalente a un quadrato di 800 metri di lato o di 64 ettari di estensione.

La eSolar inoltre ha realizzato accordi con altre società per realizzare installazioni in India, Sud dell'Africa, Giordania. Per maggiori informazioni <http://www.esolar.com>.

NOTA CONCLUSIVA

Questo documento è una prima versione preparata nel mese di novembre 2009 con lo scopo di richiamare l'attenzione sugli impianti solari a concentrazione o termoelettrici o termodinamici di Ausra e eSolar indicati tra i finalisti per il premio che sarà assegnato il 7 dicembre 2009 a Las Vegas ai migliori progetti realizzati nel 2009 per la produzione di energia elettrica dalle fonti nucleare, carbone, gas naturale e energia solare.

Come illustrato nel documento si tratta di impianti che nella loro concenzione di base hanno dei precursori negli impianti concepiti, progettati, costruiti e sperimentati in Italia da Giovanni Francia (1911-1980) oltre quarant'anni fa.

Una seconda versione del documento seguirà dopo il 7 dicembre a seguito delle informazioni divulgate in occasione della cerimonia dell'assegnazione del premio.

Per la parte storica, questo documento è stato elaborato dallo scrivente anche con la collaborazione degli associati del GSES **Margherita Martelli**, Archivio Centrale dello Stato; **Giorgio Nebbia**, Università di

Bari; **Orietta Pedemonte**, Dipartimento di Scienze per l'Architettura, Università di Genova; **Pier Paolo Poggio**, Museo dell'Industria e del Lavoro 'Eugenio Battisti' di Brescia.

Il GSES è un'organizzazione di volontariato iscritta nel registro della Regione Lazio di diritto ONLUS. È stata fondata nel 2004. Su proposta del GSES, nel 2006 è stato istituito con decreto del Ministero per i beni e le attività culturali il CONASES, con missione a termine il 30 luglio 2009, ora posticipata al 31 dicembre 2011. Per informazioni su GSES e CONASES e sulle attività svolte visitare i siti www.gses.it e www.comitatinazionali.it.

Le attività del GSES possono essere sostenute finanziariamente da individui, organizzazioni e aziende con la destinazione del 5 per mille IRPEF nella dichiarazione dei redditi e con donazioni liberali a favore del GSES tracciabili, effettuate tramite bonifico bancario o conto corrente postale a favore del c/c postale N. 63076657 intestato a GSES, coordinate bancarie ABI 07601 - Codice CAB 03200 - CIN Y, codice IBAN IT55 Y076 0103 2000 0006 3076 657. I donatori possono dedurre le somme donate dall'imponibile della dichiarazione dei redditi documentandole con le ricevute di bonifico o c/c postale e dichiarazione richiesta al GSES di ricevuta della donazione.

Notizie, immagini e contenuto di questo documento possono essere trasmessi a terzi e fatti circolare citando la fonte.

=====