

IL SOLARE TERMODINAMICO IN ITALIA DURANTE L'AUTARCHIA FASCISTA

Marino Ruzzenenti
storico dell'ambiente

In periodo autarchico, l'Italia, non baciata dalla fortuna per i giacimenti fossili, era costretta dalle strettoie delle “inique sanzioni” a cercare in altre direzioni per il proprio approvvigionamento energetico, in quelle fonti direttamente o indirettamente originate dal sole, il “ministro maggior della natura” che opera nelle “officine chimiche del buon Dio”, come diceva il Parravano. Si svilupparono innanzitutto tutte le tecnologie in grado di catturare il solare indiretto (biocombustibili, idroelettrico, eolico, solare termico) realizzando innovazioni di grande interesse per l'epoca e non solo.

Alcuni ricercatori vollero, invece, cimentarsi in un'impresa più ambiziosa: come trasformare in modo efficiente il calore solare in energia cinetica per azionare macchine, pompe, alternatori, e dunque per ottenere elettricità. Ebbene su questo terreno l'Italia produsse in quell'epoca esperienze pionieristiche di eccezionale rilevanza, stimolata, vuoi dalla penuria strutturale di fonti energetiche, vuoi dalla propizia insolazione di cui godeva sia nella Penisola che in Colonia. Innovazioni e sperimentazioni significative si svilupparono per le pompe idrauliche solari, per il solare termodinamico a bassa temperatura o per quello a concentrazione ad alta temperatura, con un intenso dibattito sui vantaggi e le criticità delle diverse tecnologie. Un'esperienza che sembra oggi di grande interesse rivisitare

Gruppo per la storia dell'energia solare (GSES, www.gses.it)

Incontro dibattito presso Museo dell'Industria e del Lavoro di Brescia, Rodengo Saiano

Via del Commercio 18 - 25050 Rodengo Saiano - Brescia

“Storia e attualità del solare termodinamico con il contributo italiano”

venerdì 10 ottobre 2014

Venerdì 10 ottobre 2014, ore 10:00-17:30

Storia e attualità del solare termodinamico *con il contributo italiano*

Musil - Museo dell'industria e del lavoro di Rodengo Saiano
via del Commercio 18 - Rodengo Saiano (BS)

STORIA



Incontro – dibattito

Intervengono: Pier Paolo Poggio, Giorgio Nebbia, Cesare Silvi, Ana Maria Solis, Pier Enrico Zani, Marino Ruzzenenti, Costante Mario Invernizzi, Danilo Cambiaghi, Marco Panelli, Gildo Gasperini, Luisella Grassi, Angelino Olmeo, Giordano Mancini, Roberto Belardinelli, Francesco Flora, Amedeo Amoresano, Augusto Maccari, Diego Maria Albrigo, Antonio Toro, Franco Faldini

Partecipazione all'incontro in modalità remota di
Daniel Nocera, John Perlin, Jamey Stillings
con interviste registrate, filmati e proiezioni

Promosso e organizzato da
Gruppo per la storia dell'energia solare (GSES)
Museo dell'Industria e del Lavoro di Brescia

*L'incontro ha luogo per ricordare dieci anni di attività
del GSES e presentare storia e attualità del solare
termodinamico con il contributo italiano*

PRESIEDONO L'INCONTRO PIER PAOLO POGGIO E CESARE SILVI

Per informazioni: GSES Tel. 333 1103656

fondazione museo dell'industria e del lavoro
via cairolì 9 - 25122 brescia
Tel. 030 37 50 663 - Fax 030 24 04 554
fondazione@musil.bs.it - www.musilbrescia.it

ATTUALITÀ



“Il solare termodinamico in Italia durante l'autarchia fascista”

di Marino Ruzzenenti,
Fondazione Luigi Micheletti



**A BRESCIA
SI PARLA DI
SCIENZA E
TECNOLOGIA**

accordo di programma tra



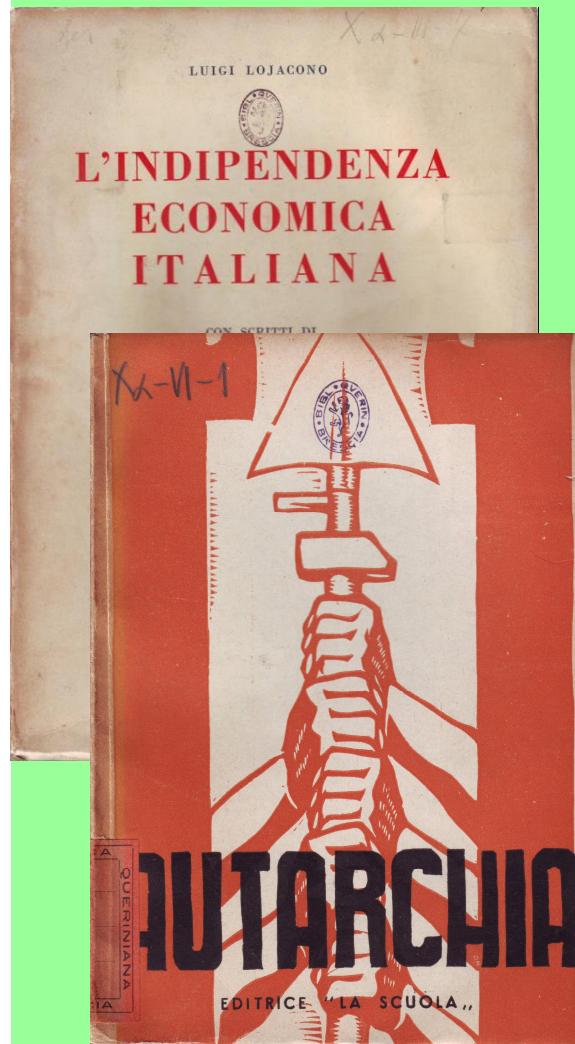
Realizzato grazie al contributo del MIUR - DD 369 del 26.6.12 - ex Legge 6/2000



**L'AUTARCHIA
nell'immaginario viene
associata al Fascismo
imperialista e alle “suole
di cartone” dei nostri
soldati in Russia**

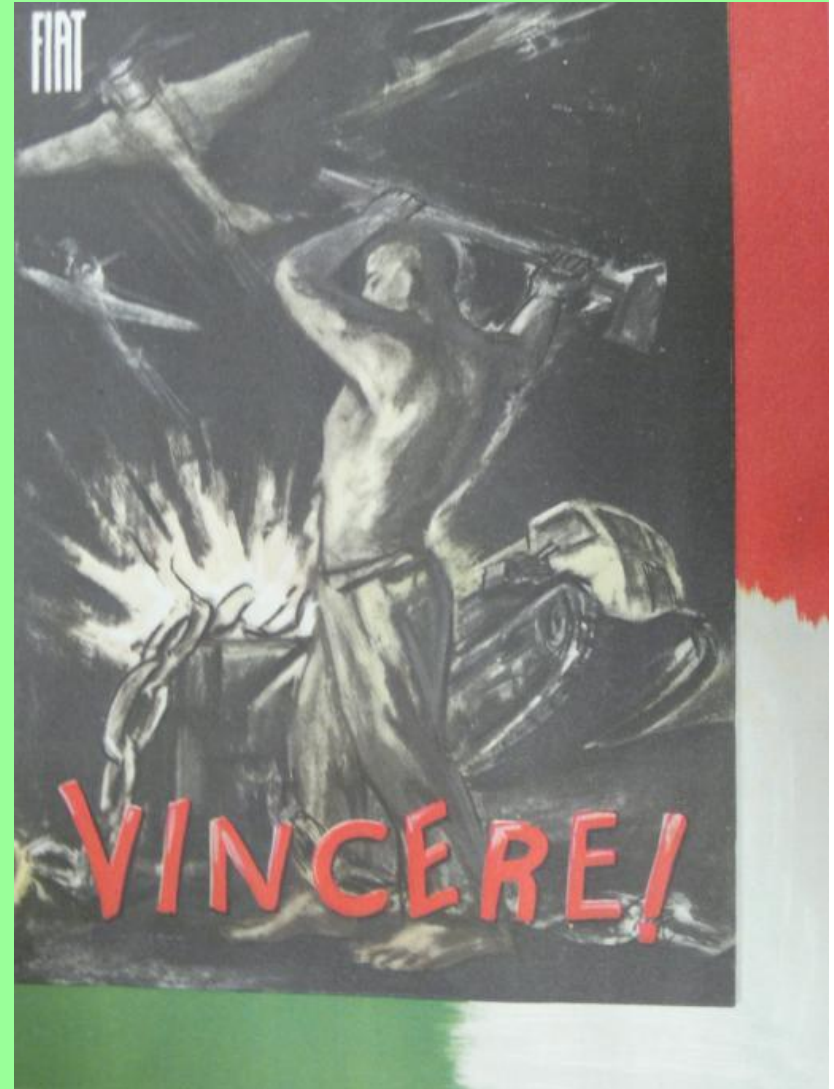
Autarchia di Valerio Brocchi

L'*autarchia*, in forme diverse, fu la risposta di tutti i Paesi occidentali alla crisi del '29 (New Deal – Keynes): protezionismo, “ritorno alla terra”, risorse naturali. L'Italia fascista arrivò tardi (1935 - “inique sanzioni”).



Carro allegorico a sostegno dell'autarchia del Dopolavoro ATB-Brescia per il carnevale del 1936

Il fascismo caricò di motivazioni imperialiste e belliciste l'***autarchia***, che in realtà fallì proprio nella preparazione alla guerra.

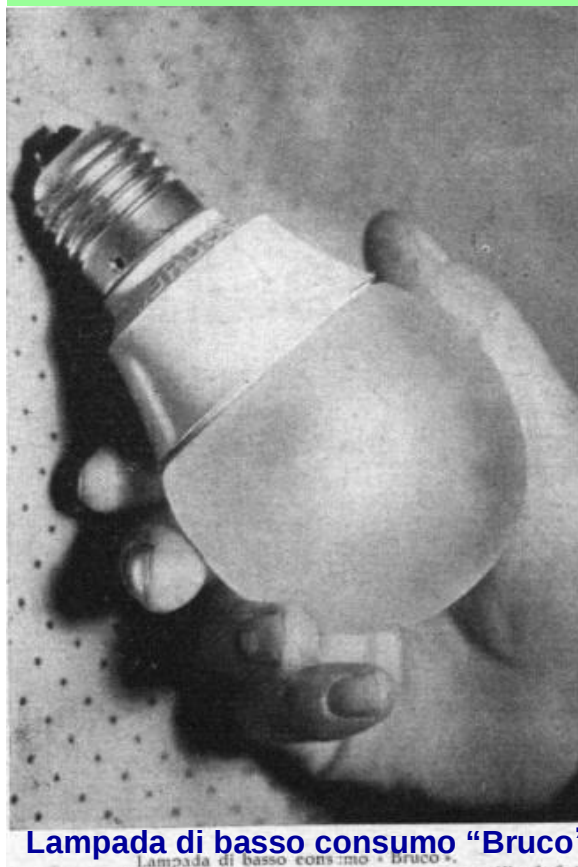


L'interesse del “caso italiano”

- A differenza degli altri Paesi (Usa, Urss, Gran Bretagna, Germania,...) l'Italia era **povera di risorse e quasi del tutto priva di combustibili fossili**
- Tentativo di **ristrutturare una società**, arretrata ma comunque moderna, **facendo leva** sulle poche risorse disponibili, ovvero essenzialmente **sulla fotosintesi clorofilliana e sull'energia solare**, liberandosi dalla dipendenza dall'estero: **fibre tessili (cotone e lana), cellulosa, energia.**
- L'Italia fu costretto a imboccare quella strada: un **involontario laboratorio di “economia verde”**

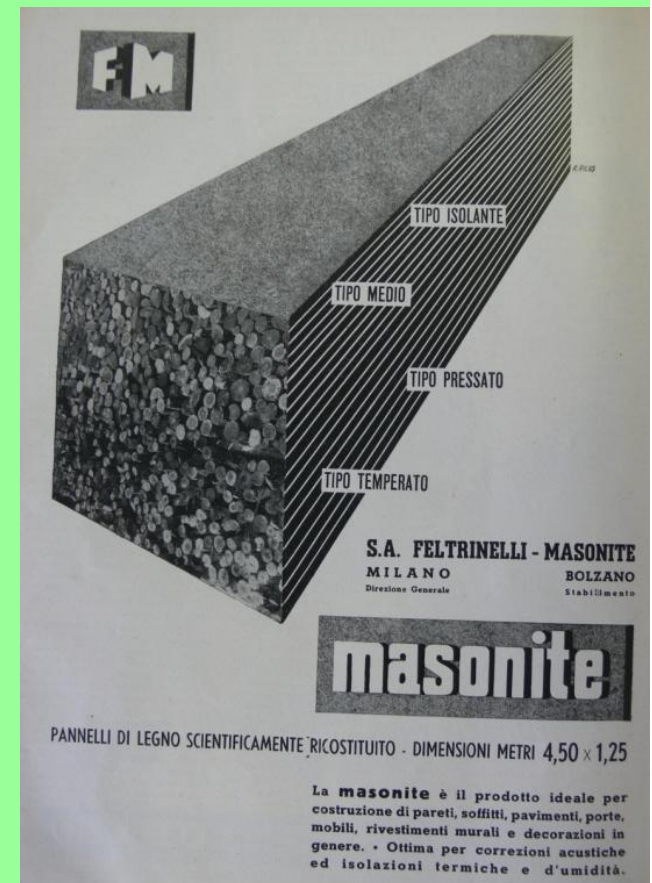
Risparmio energetico 1

L'**Ancc** “con attiva propaganda, con suggerimenti tecnici, con severe prove di rendimento ad impianto ultimato”, “nella generazione del vapore” riesce “a portare i **rendimenti termici delle caldaie dal 65-70 % all'80-85 %**”



Lampada di basso consumo “Bruco”

Materiali coibenti per l'industria, come il “superisolante Silex” e per le abitazioni, come la Masonite, scarti di legno riciclati



Risparmio energetico 2

1/10/2009 16:10 +390288463278

DEP. PERIOD. GUARANTA

PAG 02/02

Ingegneria industriale elettrotecnica e meccanica

MACCHINE TERMICHE E IDRAULICHE

Caldaie di recupero sui gas di scarico di motori a combustione.

Nelle acciaierie della Bethlehem Steel Co. a Bethlehem, Pennsylvania, sono in funzione molti grandi motori a gas d'alto forno, alcuni di vecchia data, a quattro tempi, con due cilindri in tandem, della potenza di 1500 kW, altri più moderni, anch'essi a 4 tempi, a doppio effetto, da 4000 kW.

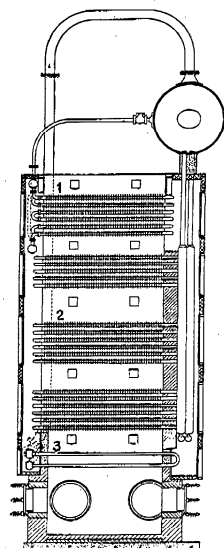


Fig. 1 - Caldaia a tubi d'acqua.

- 1 - economizzatore.
- 2 - evaporatore.
- 3 - surriscaldatore.

Per aumentare il rendimento complessivo dell'impianto fu iniziata nel 1935, l'applicazione di caldaie di recupero del calore dei gas di scarico. In Europa si hanno molti impianti di questo tipo su motori di potenza fino a oltre 7000 kW, e il tipo di caldaia preferito è quello a tubi di fumo che risulta meno costoso. La Bethlehem, invece, dopo accurati studi, ha preferito un tipo a tubi d'acqua (v. figura 1) che dà luogo a una minore contropressione ed ha un miglior ren-

dimento. I gas entrano a 650° circa lasciano la cal temperatura di 175°; l'acqua di alimentazione pre dalla circolazione di raffreddamento dei cilindri, scaldata nell'economizzatore fino a 140°. La prima caldaia installata, nel primo anno di es-

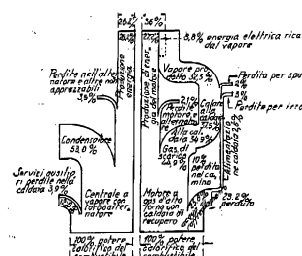


Fig. 2 - Schemi di ripartizione del calore e perdite in un caldaia-turbaltermotore e nel gruppo motogeneratore di recupero.

7803 ore di funzionamento (90 % del tempo totale) potenza media sviluppata dal motore di 3480 kW, doto in media kg. 1,5 di vapore per kWh gene motore.

Il rendimento complessivo del gruppo motogeneratore di recupero arriva al 36 % ed è quindi nettamente superiore a quello di un complesso caldaia-turboltermotore della stessa potenza. La figura 2 dà in due diagra fiancati gli schemi della ripartizione del calore tra utilizzazioni e perdite nei due casi.

Si deve anche notare che l'applicazione delle caldaie di recupero ha permesso alla Bethlehem di mantenere in vizio con ottimo rendimento vecchie macchine che, completamente revisionate sono in funzione da anni.

T. A. Lewis, « Power », novembre 1937.

Sul progetto delle turbine a vapore.

Una interessante considerazione sullo spirito di avanguardia che anima i progettisti americani di turbine a vapore fa in occasione dell'aumento di potenza centrale di State line (Chicago).

Questo impianto andò in esercizio nel 1929 con un da 200.000 kW a 42 kg/cmq. a 390° C. cross-comp tre alberi, uno ad alta e due a bassa pressione. Poi

Un'anticipazione del "ciclo combinato"

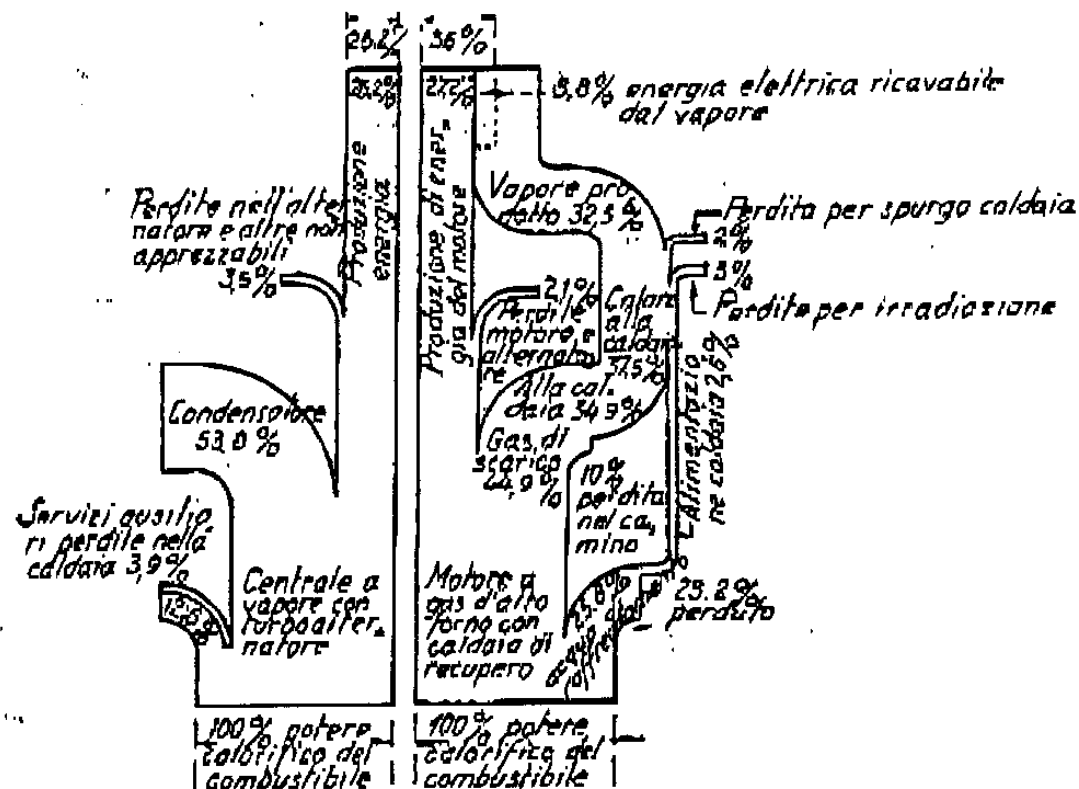
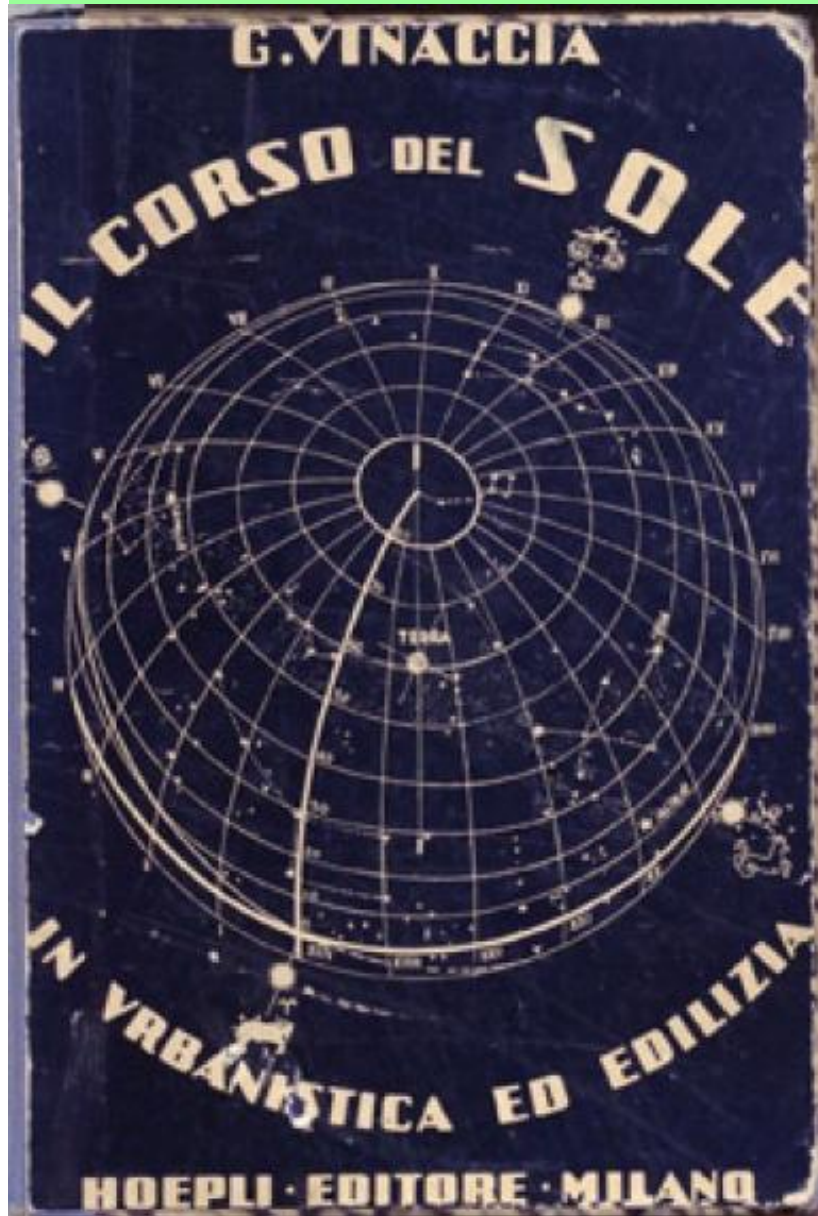


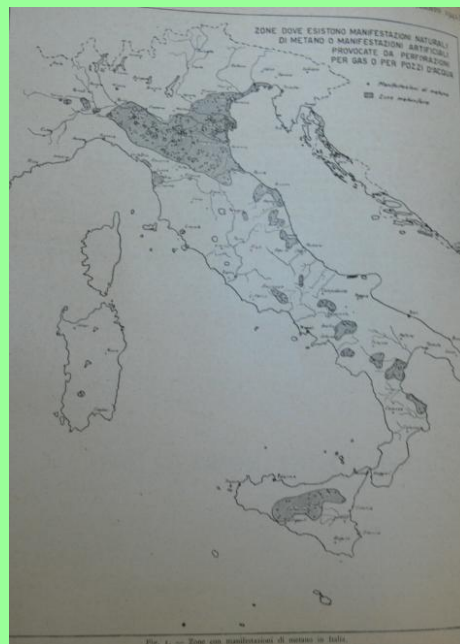
Fig. 2 - Schemi di ripartizione del calore e perdite in un complesso caldaia-turbaltermotore e nel gruppo motogeneratore - caldaia di recupero.

Risparmio energetico 3



Ai fini del **riscaldamento domestico**, Gaetano Vinaccia offriva indicazione tecniche dettagliate per **trasformare la casa in una serra efficiente**, sviluppando il fronte di mezzogiorno munendolo di grandi vetrate giustamente inclinate per captare al meglio il sole invernale e predisponendo serrande e coperture adeguate per scacciarlo nella stagione calda. **[1939]**

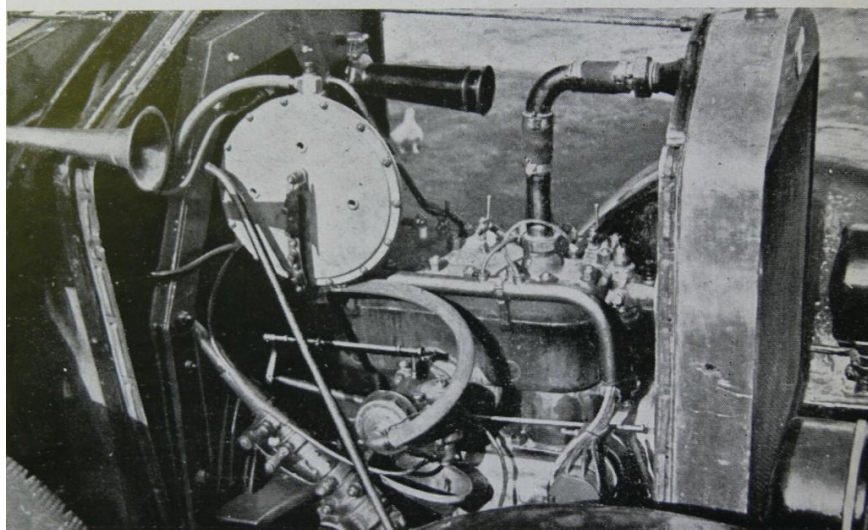
Il “combustibile nazionale”



l'Agip, Azienda generale italiana petroli, costituita nel 1926, cerca il petrolio e trova il metano. Per farne che?

L'Italia si inventa l'uso del metano come benzina nei motori, tecnologia in cui siamo ancora oggi all'avanguardia

Motore di automobile con apparecchio per il funzionamento a gas metano



Mario Giacomo Levi e Francesco Giordani, Politecnico di Milano, protagonisti dell'uso del “combustibile nazionale”

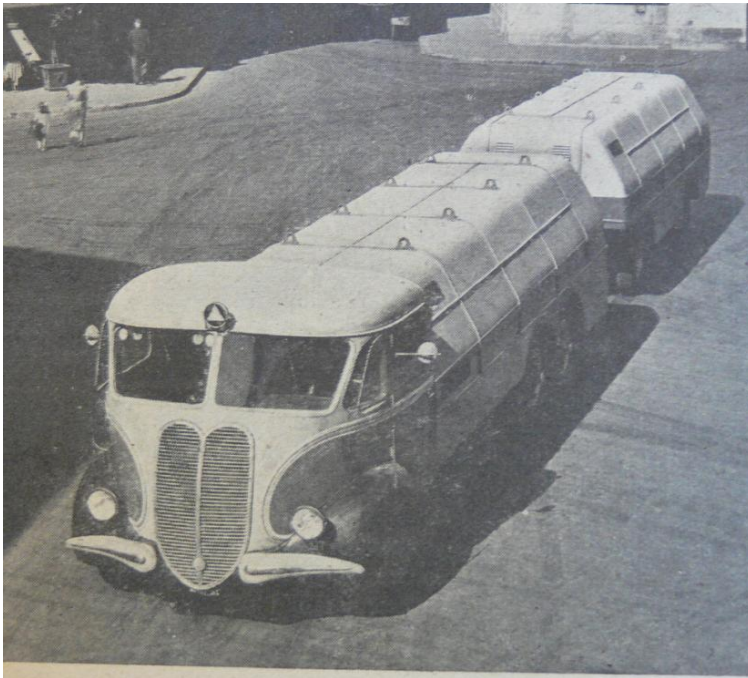
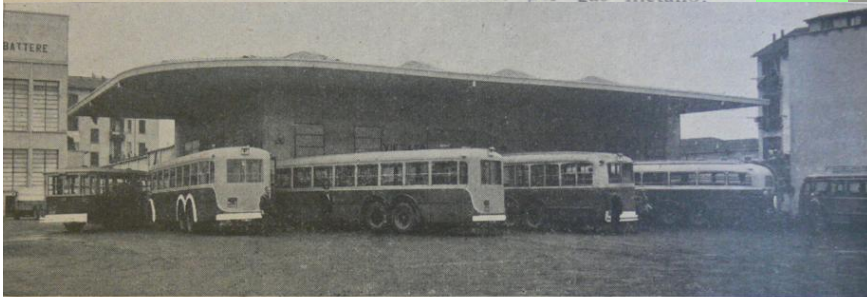


Fig. 6. — Autotreno serbatoio dell'A.T.M. per gas metano.



Ore 20-8: Autobus di linea.



Ore 8-13: Autopubbliche da piazza.



Fig. 12. — Interno della centrale di compressione « A.T.M. » con apparecchiatura elettrica e motori antideflagranti.

L'alcol addizionato alla benzina per il 10-20%: biocarburante senza piombo

PRODUZIONE DI ALCOL ETILICO DI 1ª CATEGORIA

	Esercizio finanziario (migliaia di ettanidri)			
	1935-36	1936-37	1937-38	1938-39
da barbabietole	79	357	559	220
da melassi e residui di zuccherificio	294	219	210	290
da zucchero	122	20	3	-
da cereali ed altre materie	130	35	7	30

Ma questa produzione sottraeva terra alle colture alimentari: si cercano alternative

Un grande stabilimento per la produzione dell'alcole carburante dal sorgo zuccherino è sorto presso Roma.

Il Duce ha presenziato l'inaugurazione

La mattina del 18 novembre, nel quarto anniversario delle sanzioni, quale nuovo segno della forza costruttiva del Regime nel campo autarchico, il Duce ha inaugurato a Ponte Galeria presso Roma, nella zona dell'Agricoltura, un grande stabilimento per la produzione dell'alcole carburante dal sorgo zuccherino, primo di una serie di stabilimenti che sorgono in Italia, dalla Romagna alla Puglia, per valorizzare una pianta fra le meno quotate dalla tecnica liberista, oggi assunta a gran valore nelle attuali contingenze economiche, e che rappresenta una delle più preziose culture dal punto di vista autarchico perché capace di fornire contemporaneamente alcole, cellulosa e pannelli di semi oleosi. Più integrale processo.



Il problema dei carburanti liquidi

L'utilizzazione del Fico d'India per la produzione dell'alcole

Nel IV anniversario delle sanzioni ginevrine, il Duce ha presenziato la riunione della Commissione Superiore per l'Autarchia ed in tale data ha detto: « Il popolo italiano ha sentito e compreso non solo l'utilità, ma la necessità, vorrei dire quasi sacra, della battaglia autarchica ma oggi i tempi ai « marcia devono essere accelerati oltre i limiti del « possibile, nessuna energia deve andare dispersa, tutte le volontà devono essere convogliate, tutti i so « critici affrontati ».

Formidabile imperativo già imposto alla Nazione dalla chiarezza del Duce, e che oggi promette dalla drammaticità degli eventi che viviamo, di fronte ai quali la posizione d'animo di ogni italiano non può non essere se non quella di coraggio, attraverso la battaglia, la più compiuta vittoria. Uno dei salienti più critici per la indipendenza della nostra economia è costituito dal settore dei carburanti e combustibili liquidi il cui consumo segna il livello di attività e di progresso dei popoli civili. L'enorme differenza che intercorre in Italia fra il consumo di tali prodotti richiesto dalle esigenze militari ed economiche, giustifica la mobilitazione di ogni risorsa che valga anche in modesta misura a ridurre il deficit emergente.

Il Governo Nazionale, con lo sfruttamento delle risorse petrolifere d'Italia e di Albania, con sondaggi di esplorazione eseguiti nelle zone più adatte con l'impianto in Italia di stabilimenti per la raffinazione del petrolio, ha risolto in parte il problema, ma è chiaro che ancora vasto è il margine di solidarietà di fronte alla nostra povertà di idrocarburi di origine geologica e di fronte al progressivo incremento del loro impiego.

Fra le sostanze che per il funzionamento dei motori a scoppio possono sostituire la benzina, o con essa possono essere miscelati in forte percentuale, vi è l'alcole il quale con opportuna immissione di un eccesso d'aria che elimina i composti ad azione corrosiva della sua combustione e con miscela di benzina che aumentandone il potere calorifico agiva la

Ora tenendo presente che in Italia si importano annualmente in media 3 milioni di q.li di benzina e che per sostituire un litro di benzina occorrono circa due litri di alcole, si può dedurre quale largo posto può essere riservato alla produzione nazionale di questo carburante. Ma da quale fonte può trarre l'Italia l'alcole che gli necessita in quantità tale da potersi individuare come un carburante nazionale? Evidentemente dall'agricoltura, attraverso la coltivazione di piante che in qualche loro parte siano ricche di contenuto zuccherino. Queste infatti valorizzano l'intensità, e non come le piante amidacee, la durata della illuminazione solare e pertanto meglio s'adattano nelle condizioni naturali del nostro ambiente. Per di più, il loro impiego ad uso industriali non irriga sulle culture che, come quelle amidacee dei cereali e delle patate, sono direttamente destinati alla alimentazione umana. L'estrazione dell'alcole per distillazione della parte residua delle barbabietole, del sorgo zuccherino, delle vinacce ed in genere delle materie vinose, che in questi ultimi tempi ha avuto così vasti sviluppi, indica già la direttiva agricola come fonte di produzione di alcole industriale.

Se non che si è ancora lontani anche con tali



Pianta di Fico d'India

Altre fonti di biocarburante cui si torna a guardare oggi

Sorgo zuccherino

Carla Petrini, Anna Scozzoli, Patrizia Montalti

Il sorgo zuccherino appartiene alla specie *Sorghum bicolor*, di origine tropicale, ma adattabile alle zone temperate. La parte aerea della pianta consiste di un culmo principale, che può superare i 4 m di



altezza, e di un numero variabile di accestimenti. Al suo interno, il culmo è midolloso, succoso e ricco in zuccheri solubili la cui percentuale sul fresco può variare dall'8 al 14%. L'infiorescenza è costituita da un panico di dimensioni molto più ridotte rispetto ai tipi da granella per evitare un eccessivo accumulo di carboidrati nel seme. La capacità di entrare in dormienza nei periodi più caldi associata ad alcuni caratteri anatomici quali un apparato radicale che può estendersi nel terreno ad una profondità di oltre 1,5 m, uno strato siliceo presente nell'endoderma radicale e una cuticola cerosa sulla parte aerea, conferiscono a questa pianta un'elevata resistenza agli stress idrici. Infine il sorgo possiede un sistema di fotosintesi C4 che garantisce un'efficienza di fissazione della CO2 tra le più elevate. Tutte queste caratteristiche contribuiscono a fare del sorgo zuccherino una coltura interessante per la produzione di biomassa vegetale ad alto tenore zuccherino.

agricoltura biotecnologie

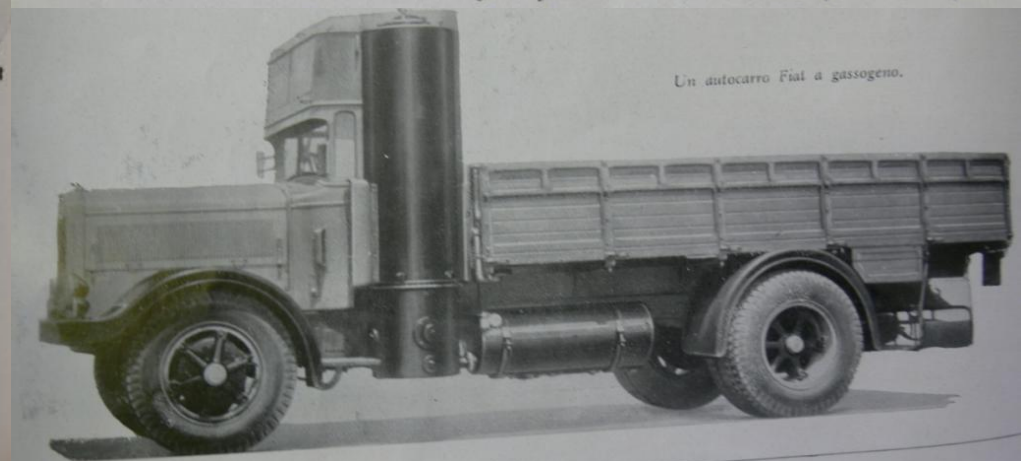
Il gassogeno: legna e carbonella al posto della benzina

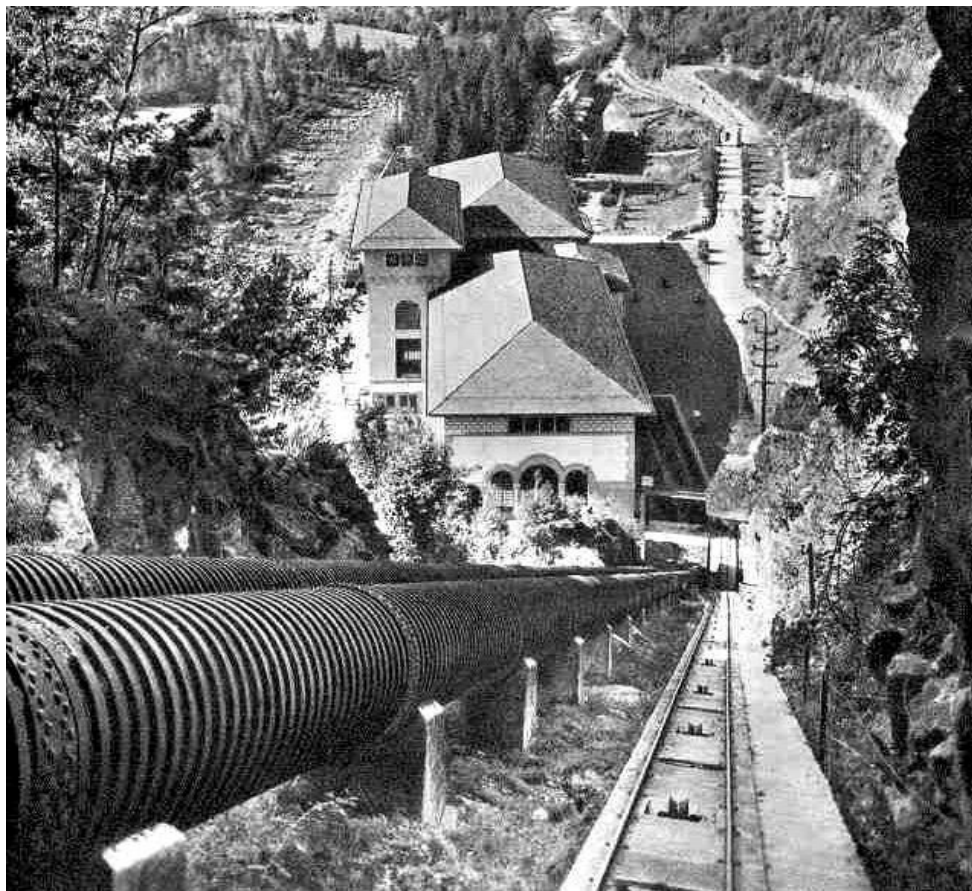


L'Ansaldo costruisce una *littorina* a gassogeno capace di 130 km/h



Trasformazione a gassogeno Autocarro Municipio di Tripoli



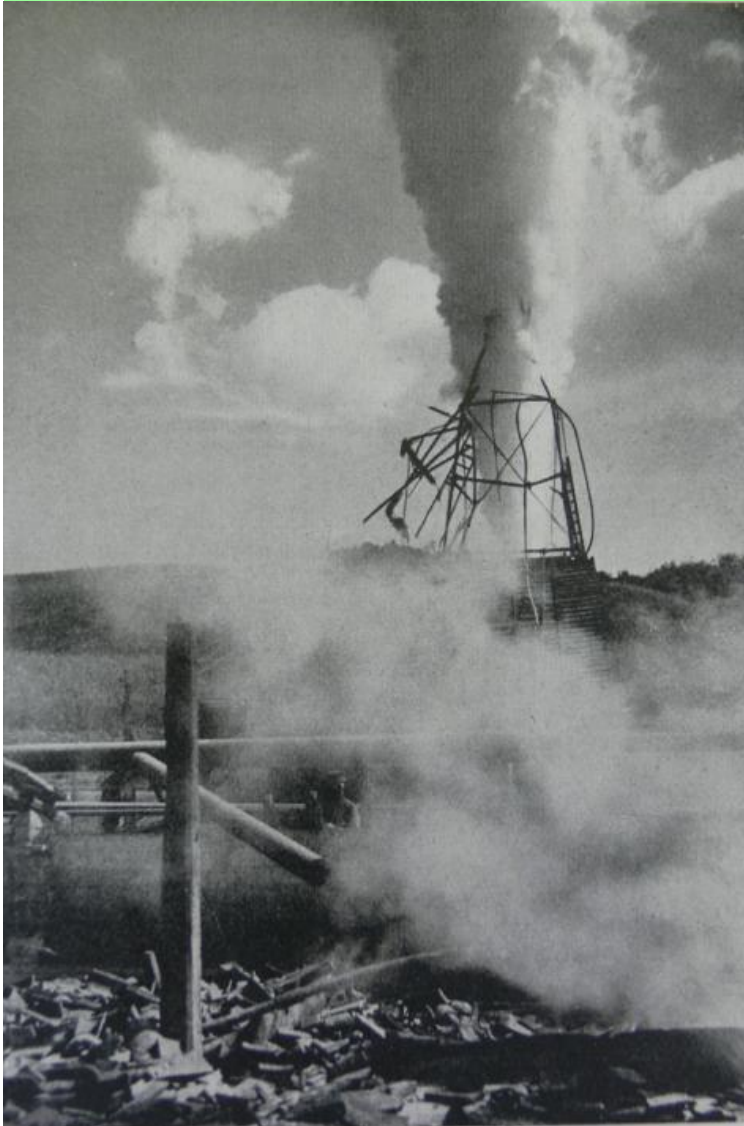


L'oro blu

Dal 1930 al 1941 si conseguì il **raddoppio** della produzione dell'idroelettrico (**da 10.310 a 19.270 GWh**), con l'obiettivo di 45.000 Gwh.

Nel triennio 2005-2007 la produzione idroelettrica si è attestata attorno ai 36.000 GWh, quasi 10.000 in meno di quelli allora programmati

Sviluppo del geotermico

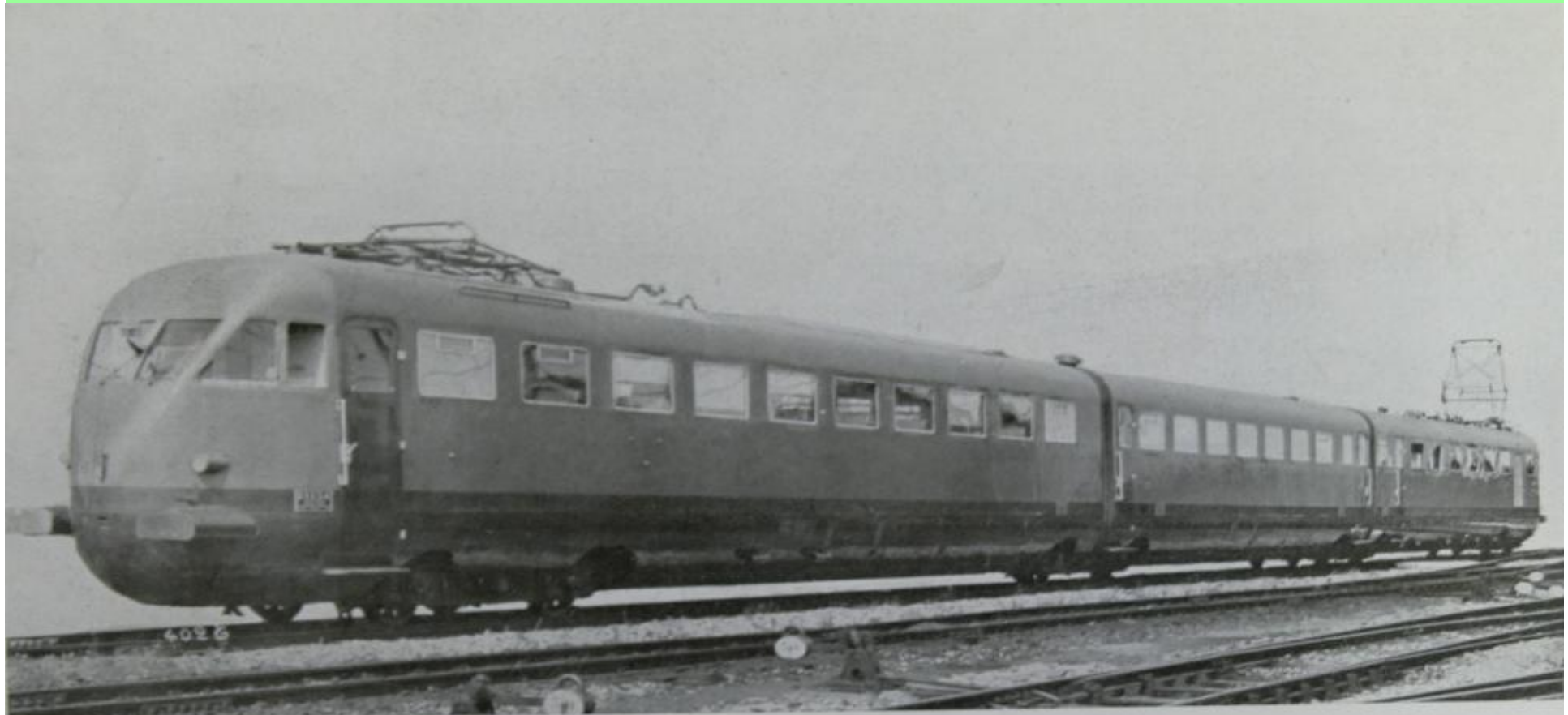


Particolare dell'uscita del gas subito dopo la prima eruzione.

A Larderello dopo il
reperimento nel 1931 del
Soffionissimo, si registrò un
rapido sviluppo della
produzione di energia
elettrica, raggiungendo nel
1935 una produzione annua
di 81,5 GWh e nel 1944 di
oltre **900 GWh** con una
potenza installata di 127 MW

Forte impulso all'elettificazione delle ferrovie per risparmiare carbone d'importazione

**La lunghezza delle linee statali elettrificate era salita da 700 km
nel 1923 a 5.174 km il 1° gennaio 1940**



Elettrotreno F. S. con cui fu raggiunto il primato di velocità. **203 km/h**

Il filobus, il trasporto cittadino dell'autarchia

17 città lo adottano, tra cui Brescia. Si estendono anche linee extraurbane: Mestre-Mirano di Km 11,235; Mestre - Treviso di Km 18,870; Venezia - Mestre - Carpenedo di Km 14,461; Salerno - Lamia di Km 9,450; Como - Cernobbio di Km 7; Como - Chiasso di Km 5 e Milano - Lodi di Km 32



Una vettura filoviaria in servizio a Roma.



Per la diga di San Giacomo venne costruita una linea filoviaria di circa 80 km da Tirano a sopra Bormio con i "filocar Trolley" per il trasporto dei materiali. Alcuni di quei "filocar" vennero adibiti in tempo di guerra, con i collegamenti bloccati e l'assenza di benzina, al trasporto delle persone.

Promozione dei veicoli elettrici in particolare in città

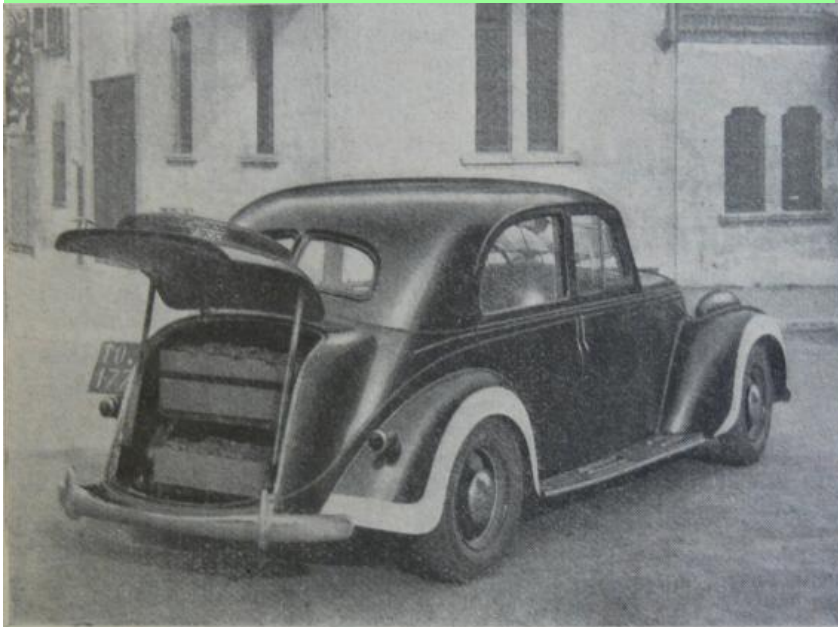


Fig. 2. — Le batterie sono sistemate per metà sotto il cofano e per metà nel baule posteriore. In figura si vede la facile accessibilità delle batterie.

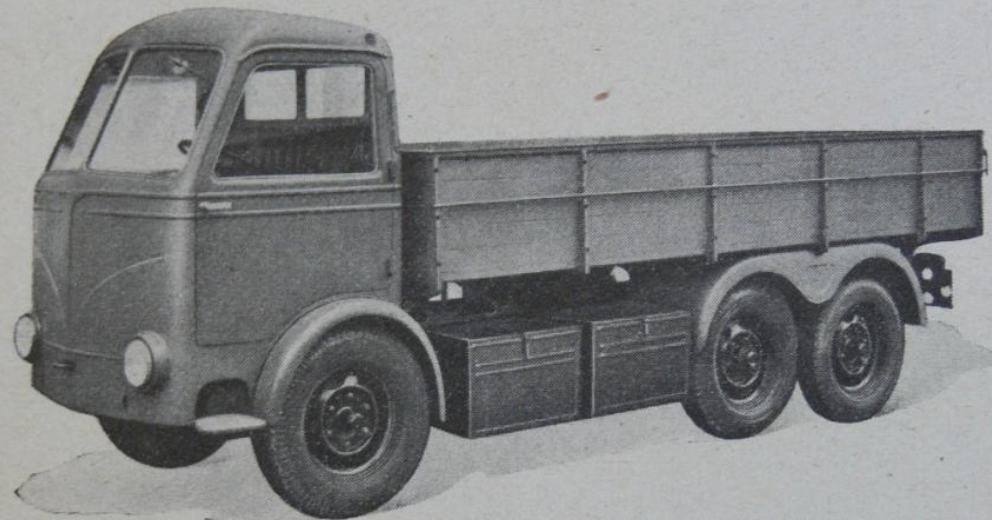


Fig. 3. — L'autocarro Lancia a tre assi studiato appositamente per trazione ad accumulatori è munito di un combinatore rotante comandato direttamente dal pedale e di una serie di resistenze per l'avviamento e la regolazione. Il veicolo è inoltre dotato di un riduttore meccanico a due marcie con rapporto di riduzione $1/2$.

Altre energie alternative

- L'**idrogeno**, vettore ed accumulatore di energia, complementare all'idroelettrico (**Alessandro Amerio**, Politecnico di Milano: impianto pilota per la liquefazione, metà anni Trenta)

L'**eolico**: nel 1942 ne viene stimata la potenzialità in 30.000 GWh di energia elettrica solo per la catena degli Appennini.

Viene progettata anche una rilevazione anemometrica del territorio nazionale, dal fisico **Antonino Lo Surdo** direttore dell'Istituto Nazionale di Geofisica

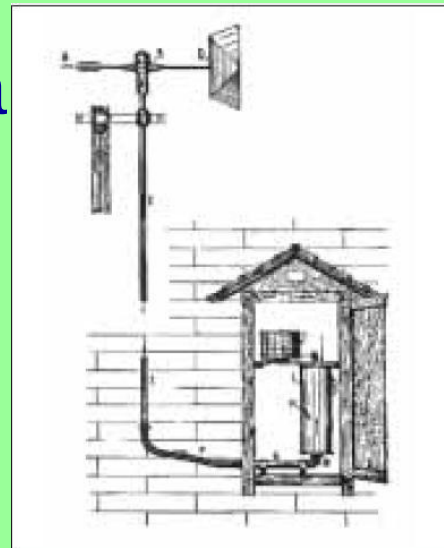


Figura 4
La stazione per la misura dei venti, progettata e realizzata all'ING nel 1938
Fonte: Il disegno è tratto da un'illustrazione del mensile del CNR Ricerca scientifica e ricostruzione



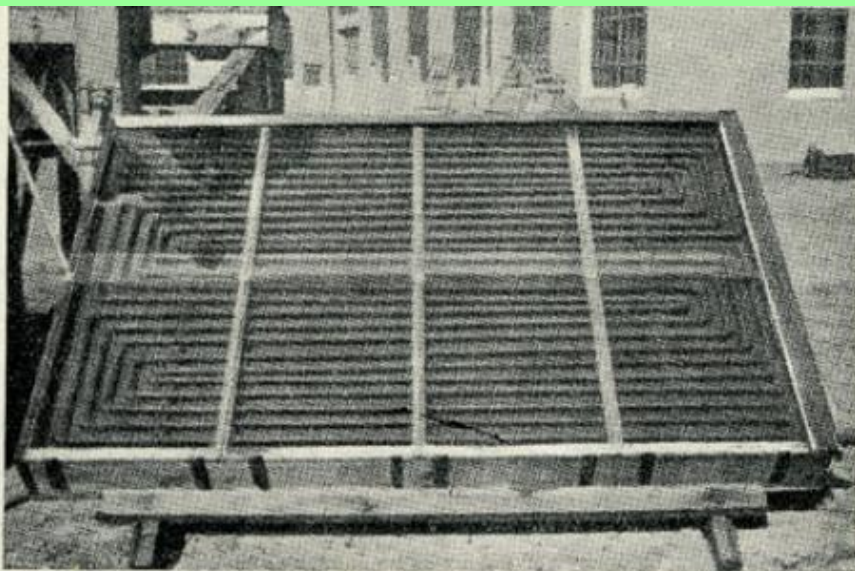
Figura 5
Anemografi installati sulla terrazza dell'Istituto di Fisica a Roma
Fonte: Istituto Nazionale di Geofisica, supplemento alla rivista "Annali di Geofisica", Roma, 1949

Il solare 1

Profezia

E se giungerà, in un lontano avvenire, il momento in cui il carbone fossile sarà completamente esaurito, ciò non sarà un motivo per cui la civiltà si arresti: la vita e la civiltà dureranno finché splende il sole! E seppure alla civiltà del carbone, civiltà cupa, nervosa ed agitata fino allo sfinimento della nostra epoca, dovesse subentrare quella forse più tranquilla dell'energia solare, non ne verrebbe un gran danno per il progresso e per la felicità umana. Finora la civiltà moderna è progredita quasi esclusivamente per mezzo dell'energia solare fossile: non sarà conveniente utilizzare meglio anche quella solare attuale [Giacomo Ciamician, 1912]

Il solare 2



Gli “assorbitori” o pannelli termici per il riscaldamento domestico.

[Vinaccia 1939]

Fig. 224 – Assorbitore costituito da una serie di tubi uniti insieme da collettori

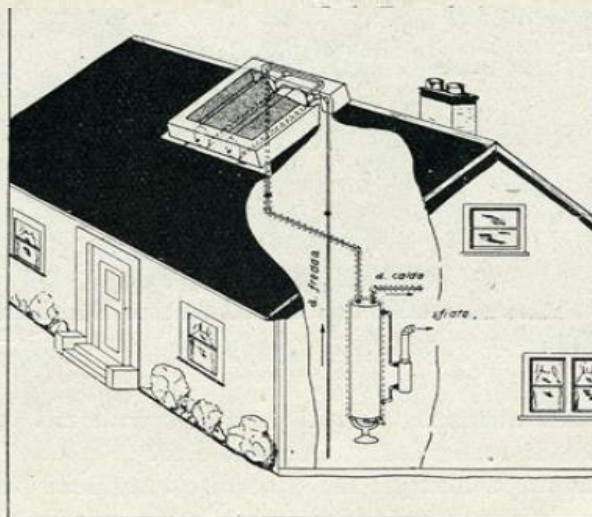


Fig. 222 – Riscaldatore solare ad assorbitori cilindrici connesso con uno scaldacqua automatico (dal Brooks).

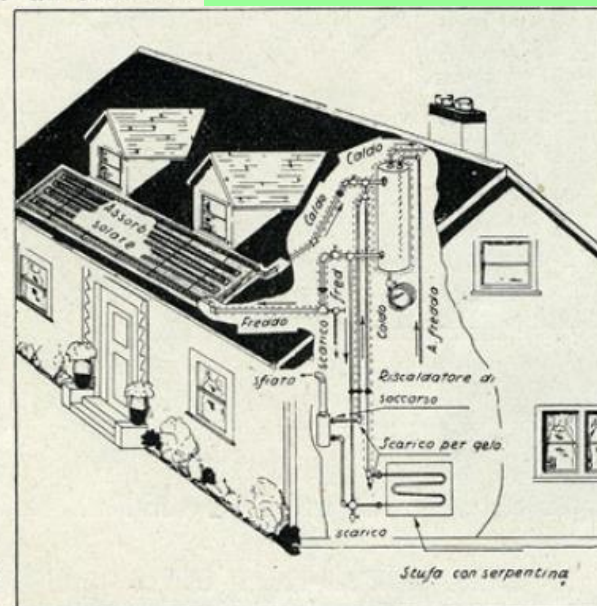


Fig. 227.

Riscaldatore solare
con accumulatore
abbinato ad una
stufa.

Il solare 3

Dibattito sul solare termodinamico ad alta o bassa temperatura (Mario Dornig “L’Ingegnere”, 1939 – 1940)

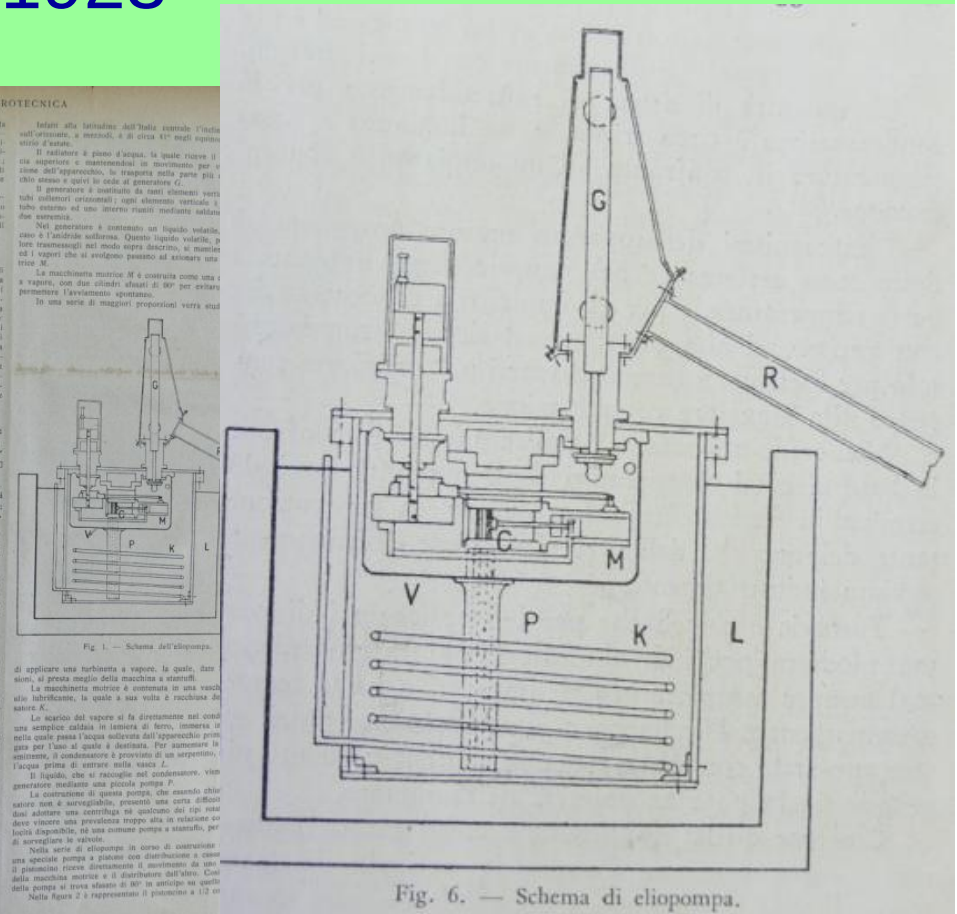
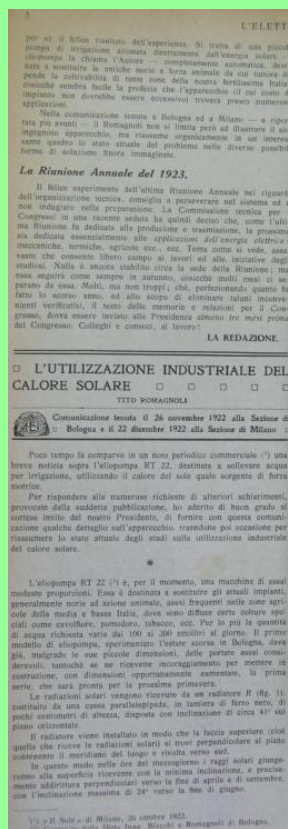
	vantaggi	svantaggi
Alta temperatura Specchi parabolici	Convenienti per impianti di maggiore potenza	Superficie notevole e maggiori costi impiantistici,
Bassa temperatura Piani eliodinamici	Superficie ricavabile anche da tetti, semplicità impiantistica	Potenza unitaria ridotta, utilizzabile per eliopompe

Il solare 4

Macchine solari (pompe idrauliche) a bassa temperatura, con vettori intermedi che evaporano a basse temperature (cloruro di etile, ammoniaca...)

Tito Romagnoli, il pioniere, 1923

Il fotovoltaico, allora sperimentato con cellula a seleniuro d'argento, piuttosto cara e con un'efficienza non superiore al 10 % dei raggi solari, era ritenuto non conveniente (A. Amerio 1938)



Il solare 5

Macchine solari (pompe idrauliche, turboalternatori per produrre energia elettrica) a **bassa temperatura**.

Luigi D'Amelio ed Enzo Carlevaro progettano e costruiscono una **centrale elettrica a Ischia** utilizzando **le acque termali**, con il cloruro di etile per la turbina (fine anni Trenta)



Alla Mostra dell'Autarchia a Torino, 1939.

Motore ***Eliodinamico***
di Andri e Gasperini,
1935

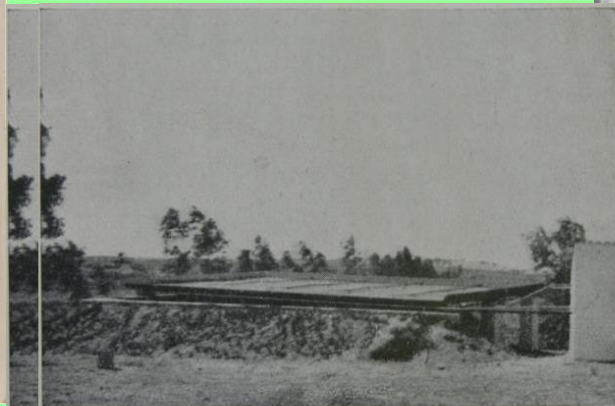


Fig. 4. — Veduta generale dell'impianto eliodinamico Andri. A sinistra gli assorbitori del calore solare. A destra la cabina con il motore e la caldaia ausiliaria.

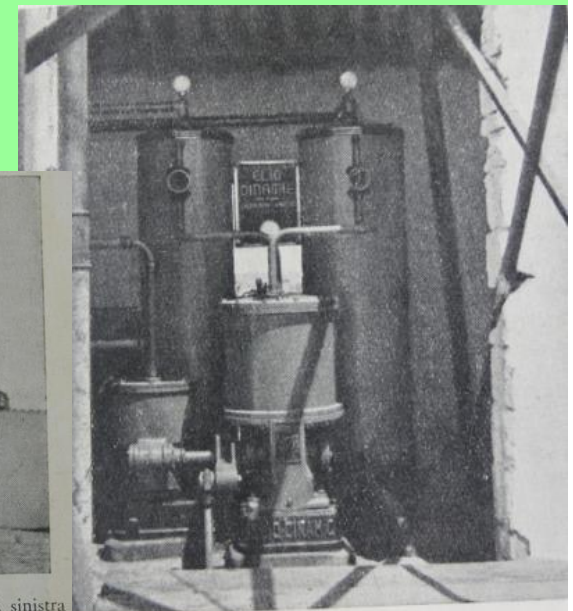
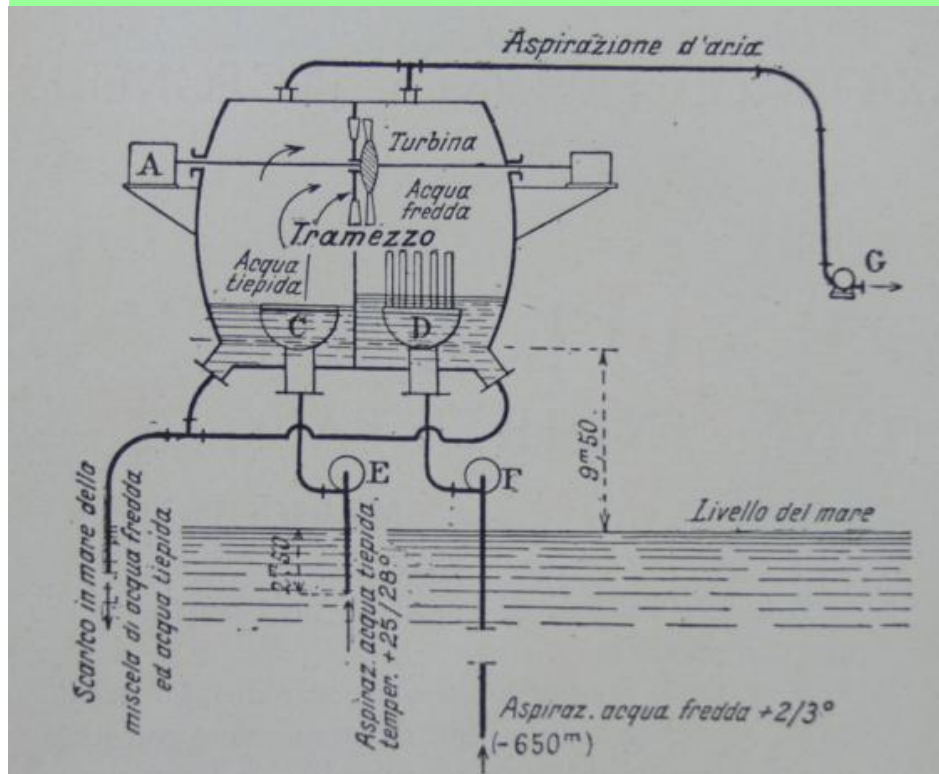


Fig. 5. — Il motore eliodinamico Andri nella cabina.

Il solare 6

Macchine solari a bassa temperatura, con turboalternatori per produrre energia elettrica, sfruttando il gradiente termico delle acque marine e con l'ammoniaca come fluido intermedio (Mario Dornig 1939)



Oggi, progetto OTEC (Ocean Thermal Energy Conversion)

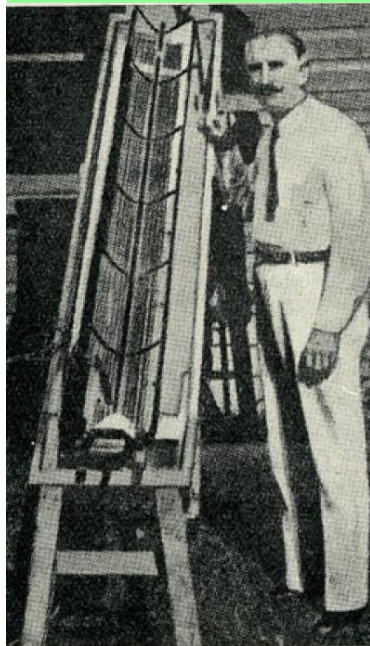
www.nrel.gov/otec/what.html



Il solare 7

Macchina solare ad alta temperatura, a concentrazione, con specchi di alluminio con un potere riflettente tale da garantire un rendimento globale del 50 o 60%. Per gli specchi la forma migliore era la cilindro-parabolica, con asse focale per lo più normale alla direzione media dei raggi e con piano assiale rivolto al Sole in modo da riscaldare fino a circa 200° il liquido che alimenta una turbina. (Alessandro Amerio, 1938)

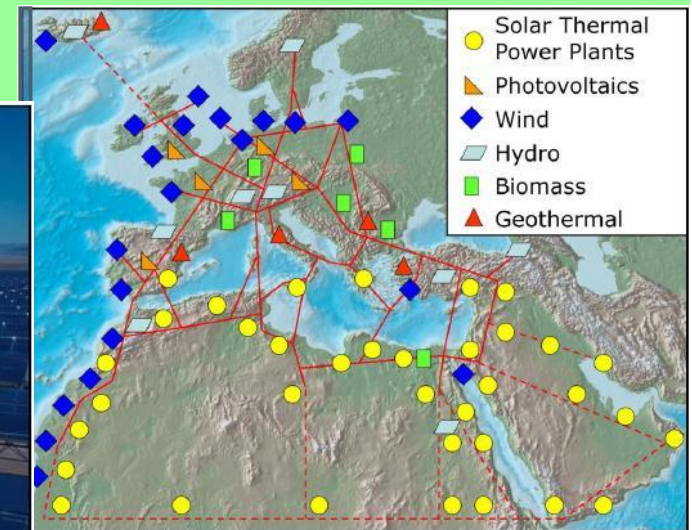
In sostanza il **solare termodinamico** di Rubbia e del Progetto Desertec



www.DESERTEC.org



Parabolic trough collector field per l'impianto solare di Kramer Junction, California



Supergrid europea con un collegamento EU-MENA Schema di realizzazione di una possibile infrastruttura per l'approvvigionamento sostenibile di energia ai paesi EU-MENA.