

Ricerche con un distillatore solare verticale

GIORGIO NEBBIA E ELSA M. PIZZOLI

Istituto di merceologia dell'Università di Bari

Ricerche con un distillatore solare verticale

È stato determinato la quantità di acqua distillata in funzione dell'intensità della radiazione solare in diversi mesi dell'anno e della temperatura del distillato. È stato anche verificato che il distillatore solare verticale è superiore alle altre apparecchiature per la distillazione dell'acqua dolce.

Le ricerche condotte in questi ultimi anni hanno mostrato che la distillazione dell'acqua salinizzata con l'energia solare presenta l'unico modo soddisfacente per la produzione di acqua potabile. Altre fonti di energia e dove sono richieste quantità relativamente modeste di acqua dolce.

È noto infatti che la quantità di acqua ottenibile per m² di superficie evaporante è pari a 20 litri per ora.

ESTRATTO DA: « LA RICERCA SCIENTIFICA »

ANNO 29° - N. 9 - Settembre 1959

In questi ultimi anni si sono sviluppati modelli di distillatori solari, la cui superficie era rivestita di materiali riflettenti e così stati raccolti importanti informazioni. Perché i distillatori solari vengano utilizzati in larga scala, nelle zone aride è necessario: a) stabilire i costi di produzione degli impianti, b) migliorare i modelli attuali allo scopo di ridurre la perdita di calore e di aumentare la quantità di acqua ottenibile per unità di superficie, c) approfondire le conoscenze sui diversi materiali da costruzione e sul loro comportamento nelle varie condizioni ambientali in cui i distillatori solari debbono funzionare. Nella presente nota viene descritto un distillatore solare di nuovo modello (1).

La maggior parte dei modelli di distillatori solari è costituita da vasche orizzontali contenenti l'acqua da distillare, esposte al sole, coperte con un letto trasparente alla radiazione solare ed a tenuta.

Durante il Saltire Water Symposium tenutosi negli Stati Uniti a Washington, nel novembre 1957, il Dottor Wilson della Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization di Melbourne, Australia, descrisse un distillatore solare costituito da vasche sovrapposte sulla una stanza chiusa da matre di vetro (cfr. 18), pag. 128). Tale distillatore era stato progettato per utilizzare la radiazione solare quando l'inclinazione del sole è bassa, come nelle regioni aride.

Gli Autori hanno pensato di estendere tale idea ed hanno costruito il distillatore solare illustrato nella figura 1 per studiare il rendimento di un modello che dovrebbe essere adatto all'uso nelle zone temperate.

Il funzionamento e i rendimenti del distillatore sono stati controllati per quattro mesi nel 1958 e vengono ora riferiti e discussi i risultati ottenuti.

81

GIORGIO NUBBIA e ELISA M. PIZZOLI
Istituto di meteorologia dell'Università di Bari

Ricerche con un distillatore solare verticale

ESTRATTO DA: LA RICERCA SCIENTIFICA
Anno 1967 - N. 3 - Settembre 1967

Ricerche con un distillatore solare verticale *

GIORGIO NEBBIA E ELSA M. PIZZOLI

Istituto di merceologia dell'Università di Bari

Riassunto: Vengono descritti i risultati ottenuti con un distillatore solare verticale di nuovo modello. È stata determinata la quantità di acqua distillata in funzione dell'intensità della radiazione solare in diversi mesi dell'anno e dalla elaborazione dei dati è stato messo in evidenza che il distillatore solare studiato è efficiente alle basse latitudini e nei mesi in cui l'inclinazione del sole è bassa.

Le ricerche condotte in questi ultimi anni hanno mostrato che la distillazione delle acque salmastre con l'energia solare presenta interesse pratico soprattutto per le zone dove non sono disponibili altre fonti di energia e dove sono richieste quantità relativamente modeste di acqua dolce.

È noto infatti che la quantità di acqua ottenibile, per m² di superficie evaporante esposta al sole, non supera, nelle migliori condizioni, i dieci litri al giorno.

In questi ultimi anni sono stati sperimentati molti nuovi modelli di distillatori solari, la cui superficie era in generale inferiore ai dieci metri quadrati e sono state raccolte importanti informazioni [1-9]. Perché i distillatori solari vengano utilizzati su larga scala nelle zone aride è necessario: a) abbassare i costi di produzione degli attuali modelli, b) migliorare i modelli attuali allo scopo di ridurre le perdite di calore e di aumentare la quantità di acqua ottenibile per unità di superficie e c) approfondire le conoscenze sui diversi materiali da costruzione e sul loro comportamento nelle severe condizioni ambientali in cui i distillatori solari debbono funzionare. Nella presente nota viene descritto un distillatore solare di nuovo modello [10].

La maggior parte dei modelli di distillatori solari è costituita da vasche orizzontali contenenti l'acqua da distillare, esposte al sole, coperte con un tetto trasparente alla radiazione solare ed a tenuta.

Durante il Saline Water Symposium tenutosi negli Stati Uniti, a Washington, nel novembre 1957, il Dottor Wilson della Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization di Melbourne, Australia, descrisse un distillatore solare costituito da vasche sovrapposte entro uno spazio chiuso da lastre di vetro (cfr. [8], pag. 129). Tale distillatore era stato progettato per utilizzare la radiazione solare quando l'inclinazione del sole è bassa, come nelle regioni artiche.

Gli Autori hanno pensato di estendere tale idea ed hanno costruito il distillatore solare illustrato nella figura 1 per studiare il rendimento di un modello che dovrebbe essere adatto all'uso nelle zone temperate.

Il funzionamento e i rendimenti del distillatore sono stati controllati per quattro mesi nel 1958 e vengono ora riferiti e discussi i risultati ottenuti.

(*) Parte dei risultati qui esposti sono stati oggetto di una comunicazione all'UNESCO-Iran Symposium on Salinity Problems in Arid Zones (Teheran, ottobre 1958) al quale uno degli Autori (Nebbia) ha potuto partecipare con un contributo finanziario del CNR, che qui desidera ringraziare.

PARTE SPERIMENTALE.

Il distillatore solare (figura 1) è costituito da quattro vasche rettangolari di alluminio, annerito per trattamento elettrolitico, delle dimensioni di cm 90×30 ($0,27 \text{ m}^2$) con un bordo alto 4 cm. Le vasche sono sovrapposte, alla distanza di cm 25

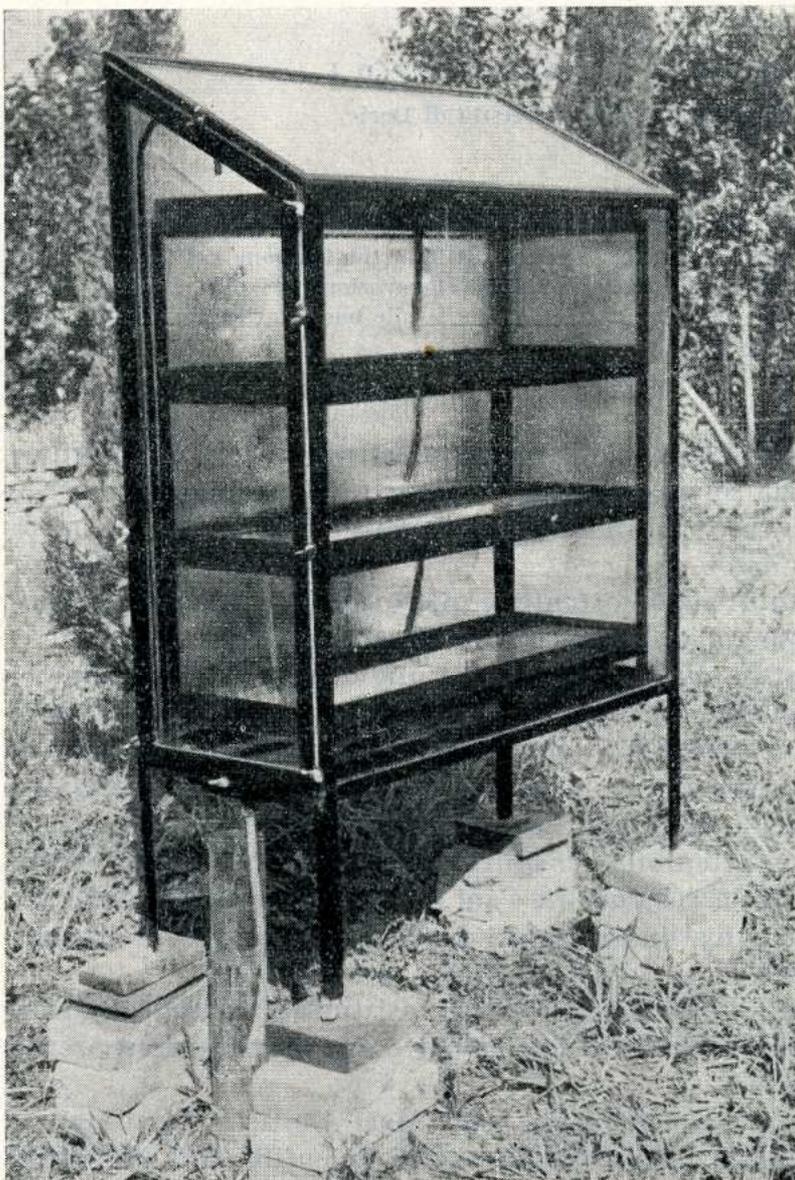


FIG. 1.

l'una dall'altra, appoggiate su un telaio di ferro. Questo telaio con le vasche è racchiuso in una gabbia di vetro, con tetto inclinato pure di vetro ad una sola pendenza. Le lastre di vetro di questa gabbia sono appoggiate e stuccate, a perfetta tenuta, su un telaio metallico. Il fondo è costituito da una lamiera metallica inclinata verso il foro di scarico del distillato. Le vasche distano dalle pareti di vetro 5 cm. La superficie di terreno occupata dal distillatore è di $0,40 \text{ m}^2$.

Il distillatore viene esposto al sole con il lato lungo delle vasche orientato nel senso est-ovest e la faccia inclinata esposta a sud.

Il riempimento delle vasche avviene attraverso un tubo che riempie la prima vasca superiore; le vasche sottostanti si caricano mediante tubi di troppo pieno.

Durante il funzionamento tutte le vasche sono circondate da aria calda e stazionaria, ciò che assicura un buon isolamento termico per l'acqua, scaldata dalla radiazione solare, contenuta nelle vasche, e limita le perdite di

calore che si hanno attraverso il fondo delle vasche stesse. Nei distillatori orizzontali tali perdite possono raggiungere valori rilevanti. Il vapore che si forma si condensa sulla superficie interna delle lastre di vetro, si raccoglie sul fondo e di qui nel recipiente di misura.

RISULTATI E DISCUSSIONI.

Il distillatore è entrato in funzione a Bologna nel giugno 1958. La quantità di acqua distillata nei diversi giorni dei mesi di luglio, agosto, settembre, e ottobre dello

stesso anno è stata messa in relazione con l'intensità della radiazione solare [11]. I risultati sono raccolti nel grafico della figura 2 con segni diversi per i diversi mesi.

Per studiare il rendimento del distillatore si sono elaborati i dati ottenuti mese per mese col metodo dei minimi quadrati in modo da trovare il coefficiente A dell'equazione: $y = Ax + B$ dove y è la quantità di acqua distillata in litri / (m²) (giorno),

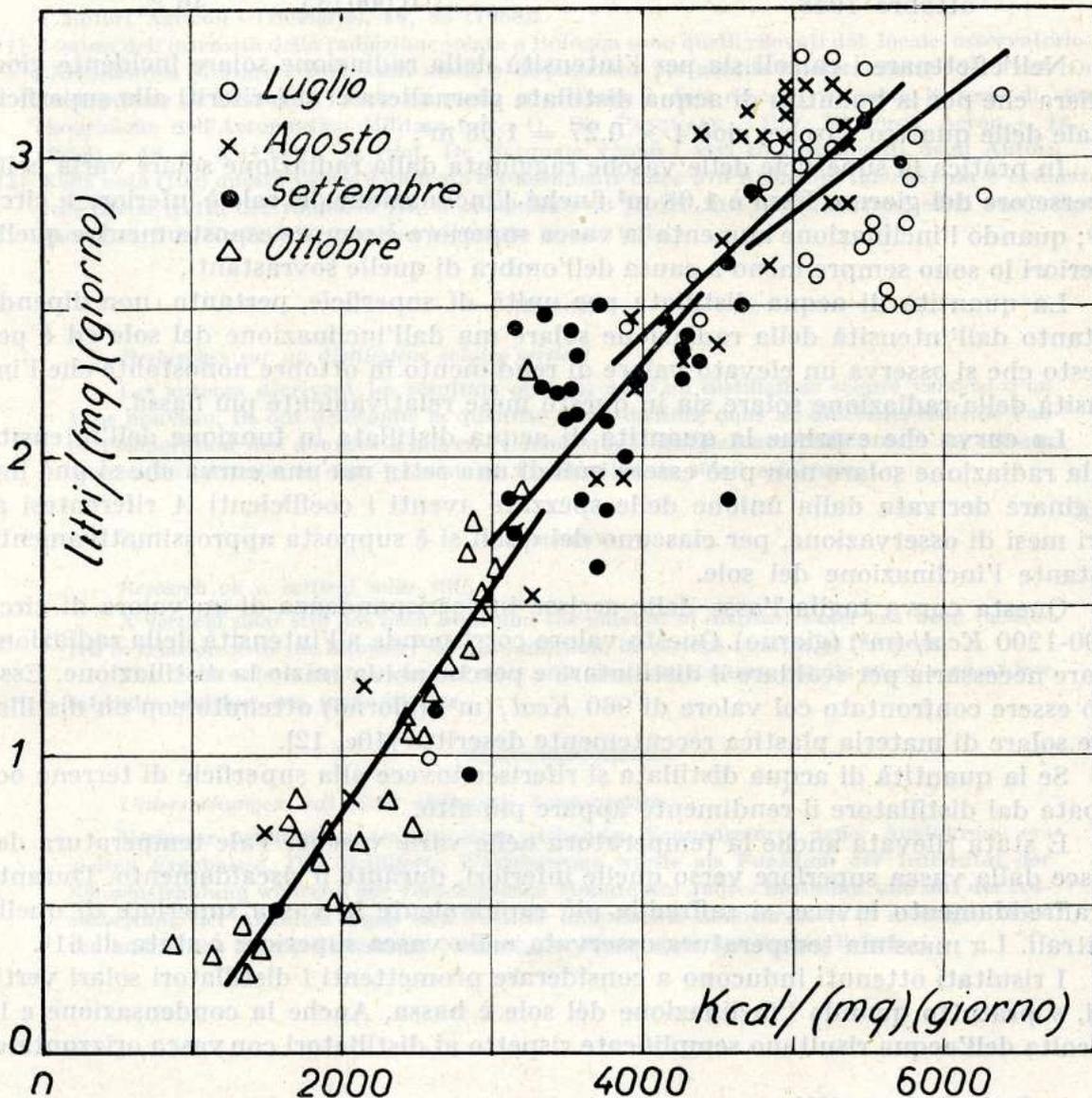


FIG. 2.

x è l'intensità della radiazione solare in $Kcal / (m^2)$ (giorno) ed A rappresenta la quantità di acqua distillata per ogni $Kcal.$ di radiazione solare incidente.

Da questo coefficiente A è possibile conoscere il rendimento tenendo presente che la quantità di calore necessario per far evaporare l'acqua scaldandola da 20° a 70°, è in cifra tonda, 600 $Kcal/litro$ e che quindi la massima quantità di acqua ottenibile con un distillatore a semplice effetto è di 1,66 litri/(m²) (giorno) quando la radiazione solare è di 1000 $Kcal / (m^2)$ (giorno).

Il rendimento R sarà perciò dato da $R = (1000 \times A)/1,66$.

Il coefficiente A (ed il relativo rendimento R), per i diversi mesi sono risultati:

	A	R
luglio 1958	0,000410	25 %
agosto 1958	0,000460	29 %
settembre 1958	0,000595	37 %
ottobre 1958	0,000735	46 %

Nell'effettuare i calcoli sia per l'intensità della radiazione solare giornaliera che per la quantità di acqua distillata giornaliera ci si è riferiti alla superficie totale delle quattro vasche, cioè $4 \times 0,27 = 1,08 \text{ m}^2$.

In pratica la superficie delle vasche raggiunta dalla radiazione solare varia nelle diverse ore del giorno. Essa è $1,08 \text{ m}^2$ finché l'inclinazione del sole è inferiore a circa 37° ; quando l'inclinazione aumenta la vasca superiore è sempre esposta mentre quelle inferiori lo sono sempre meno a causa dell'ombra di quelle sovrastanti.

La quantità di acqua distillata per unità di superficie, pertanto, non dipende soltanto dall'intensità della radiazione solare ma dall'inclinazione del sole ed è per questo che si osserva un elevato valore di rendimento in ottobre nonostante che l'intensità della radiazione solare sia in questo mese relativamente più bassa.

La curva che esprime la quantità di acqua distillata in funzione dell'intensità della radiazione solare non può essere quindi una retta ma una curva che si può immaginare derivata dalla unione delle spezzate aventi i coefficienti A riferentesi ai vari mesi di osservazione, per ciascuno dei quali si è supposta approssimativamente costante l'inclinazione del sole.

Questa curva taglia l'asse delle ascisse in corrispondenza di un valore di circa $1000\text{-}1200 \text{ Kcal}/(\text{m}^2)$ (giorno). Questo valore corrisponde all'intensità della radiazione solare necessaria per scaldare il distillatore e perché abbia inizio la distillazione. Esso può essere confrontato col valore di $960 \text{ Kcal}/(\text{m}^2)$ (giorno) ottenuto con un distillatore solare di materia plastica recentemente descritto [10e, 12].

Se la quantità di acqua distillata si riferisce invece alla superficie di terreno occupata dal distillatore il rendimento appare più alto.

È stata rilevata anche la temperatura nelle varie vasche. Tale temperatura decresce dalla vasca superiore verso quelle inferiori, durante il riscaldamento. Durante il raffreddamento invece, si raffredda più rapidamente la vasca superiore di quelle centrali. La massima temperatura osservata nella vasca superiore è stata di 61° .

I risultati ottenuti inducono a considerare promettenti i distillatori solari verticali, soprattutto quando l'inclinazione del sole è bassa. Anche la condensazione e la raccolta dell'acqua risultano semplificate rispetto ai distillatori con vasca orizzontale.

Bari, 12 giugno 1959.

BIBLIOGRAFIA

- [1] G. O. G. LÖF, *Demineralization of saline water with solar energy*, Office of Saline Water Research and Development Progress Report n. 4, August 1954, Washington, D. C.
- [2] M. TELKES, « *Ind. Eng. Chem.* » 45, 1108 (1953).
- [3] M. TELKES, *Researches on Methods for Solar Distillation*, Office of Saline Water Research and Development Progress Report n. 13, December 1956, Washington, D. C.
- [4] ASSOCIATION FOR APPLIED SOLAR ENERGY, *Proceedings of the World Symposium on Applied Solar Energy*, Phenix, Arizona (1956).
- [5] *Transactions of the Conference on the use of solar energy*, vol. III, Parte II, The University of Arizona Press, Tucson, Arizona, 1958.
- [6] U.N.E.S.C.O., *Problems of Utilisation of Saline Water*, Paris, 1957.
- [7] AKADEMIYA NAUK S. S. S. R., *Ispolyzovanie solnechnoi energii*, Moscow, (1957).

- [8] National Academy of Science-National Research Council Publication n. 568, Washington, D. C., 1958.
- [9] Cfr. anche G. NEBBIA, « Boll. Sci. Fac. Chim. Ind. », Bologna, **16**, 47 (1958) e « Ricerca Scientifica », **28**, 1281 (1958).
- [10] Questo è il modello di distillatore solare n. 7 della serie di distillatori sperimentali realizzati negli Istituti di Merceologia delle Università di Bologna e Bari a partire dal 1953. Per i risultati ottenuti con gli altri distillatori vedere: a) G. NEBBIA, « Geofisica e Meteorologia » (Genova), **1**, 100 (1953); b) G. NEBBIA, « La Chimica e l'Industria », **36**, 20 (1954); c) G. NEBBIA, « Geofisica e Meteorologia » (Genova), **2**, 50 (1954); d) G. NEBBIA, « Ricerca Scientifica », **25**, 1443 (1955); e) G. NEBBIA, « Macchine e Motori Agricoli » (Bologna), **16**, 83 (1958).
- [11] I valori dell'intensità della radiazione solare a Bologna sono quelli rilevati dal locale osservatorio dell'Aeronautica Militare e sono stati messi a disposizione per gentile interessamento del Prof. Oreste De Pasquale di Messina il quale raccoglie ed elabora i dati raccolti in tutta la serie di stazioni eliografiche dell'Aeronautica Militare (cfr.: O. DE PASQUALE, « Riv. Meteorol. Aeron. », **16**, n. 4 (1956) e **18**, n. 3 (1958)). Al Prof. De Pasquale vanno i vivi ringraziamenti degli Autori.
- [12] Nella nota (10e) questo valore è indicato erroneamente come 370 Kcal/(m²) (giorno) ma è evidente invece che si tratta del rapporto fra il coefficiente B [0,617 litri/(m²) (giorno)] ed il coefficiente A (0,000644 litri/Kcal) dell'equazione riportata in tale nota.

RÉSUMÉ

Recherches sur un distillateur solaire vertical

Les auteurs décrivent les résultats obtenus avec un distillateur solaire vertical d'un type nouveau. Ils ont déterminé la quantité d'eau distillée dans les différents mois de l'an et l'élaboration des données a mis en évidence que le distillateur solaire étudié est efficace aux basses latitudes et dans les mois où l'inclination du soleil est basse.

SUMMARY

Research on a vertical solar still.

A vertical solar still has been built and the amount of distilled water has been measured in relation with the intensity of sun radiation, in various months of the year.

The results show that a vertical solar still gives satisfactory results when used at low latitudes and low sun inclinations.

ZUSAMMENFASSUNG

Untersuchungen mit einer stehenden Sonnenretorte.

Verfasser beschreiben die mit einer stehenden Sonnenretorte neuer Ausführung erzielten Ergebnisse. Die destillierte Wassermenge wurde als Funktion der Intensität der Sonnenstrahlung während der verschiedenen Monate des Jahres bestimmt und aus der Ausarbeitung der Angaben ergab sich dass die untersuchte Sonnenretorte in niedrigen Breiten und in den Monaten niedriger Neigung der Sonne gute Leistungen liefert.