

# 21<sup>mo</sup> SECOLO SCIENZA e TECNOLOGIA

Anno XXXI n. 2 - luglio 2020 - € 6,00  
Poste Italiane Spa Postatarget creative Lombardia/01106/06.2020 dal 06.2020 Fiesi Mittente Milano Roserio



**IDEOLOGIA BIO E SICUREZZA**

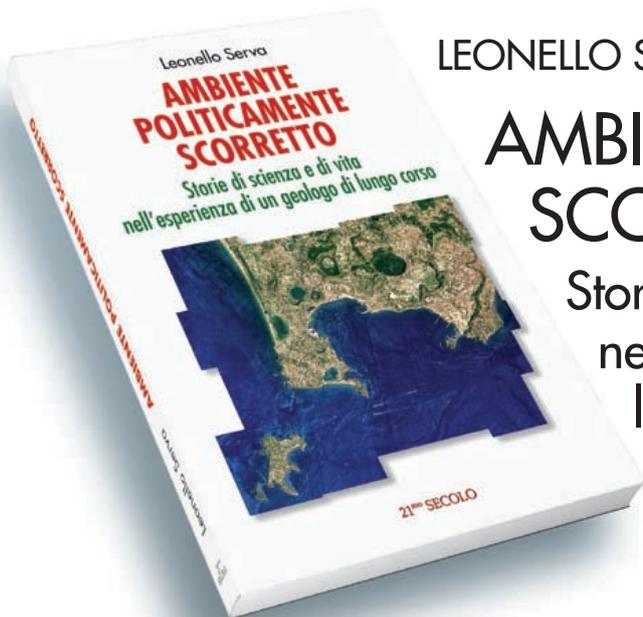
## **Quale futuro per l'agricoltura europea?**

**CONDIZIONI METEOROLOGICHE, INQUINAMENTO E VIRUS**

**ESISTONO RELAZIONI  
CON LA DIFFUSIONE DEL COVID-19?**

**CAMPI EOLICI FUORI-COSTA**

**TECNOLOGIE ELETTRICHE,  
CRITICITÀ E COSTI**



LEONELLO SERVA

# AMBIENTE POLITICAMENTE SCORRETTO

Storie di scienza e di vita  
nell'esperienza di un geologo di  
lungo corso

ISBN 978-88-87731-75-0

Pagine 276 – Euro 20,00 i.i.

## INDICE

Presentazione di Uberto Crescenti

### CAPITOLO PRIMO - IL RISCHIO, NATURALE E NON

Frane e alluvioni – Le leggi della natura e quelle dell'uomo – Terremoti – Imparare a riconoscere il linguaggio della Terra – Quando i pensieri svolazzano... disordinatamente – Serve una ricostruzione sostenibile – Il rischio industriale/ ambientale non ha una lunga storia. Ha un suo presente Avrà un futuro? – La localizzazione degli impianti industriali Cos'è il siting? – Rischi naturali e priorità di intervento – Il rischio di terremoti distruttivi in Italia – I costi economici dei terremoti: Una proposta a prova di spreco – La revisione degli impianti nucleari europei: cosa dicono gli "Stress Test" – Rischio geologico-idraulico: la prevenzione che si può fare è quella che non costa – Il terremoto di Ancona: sperando che sia solo un altro piccolo segnale – Sismicità e vulcanismo... e in Italia, come stiamo? – Rischio sismico, prevenzione zero – Rewind: Parole e scelte che bisogna imparare – Rischi Naturali e Centrali Nucleari in Europa – I conti delle ricostruzioni

### CAPITOLO SECONDO - LA CONOSCENZA

L'entropia regola la sostenibilità della vita? – Se la scoperta scientifica è una truffa – I «semi» che fanno nascere le montagne – Quando sbocciano i minerali – Il fiore dei terremoti e quello della... botte – Quando fa bene mangiare la terra – Innaffiare vincendo pigrizie ataviche – I veleni uccidono, i veleni guariscono – Biodiversità, non ne facciamo un dogma – Basta con i fideismi nella Ricerca – Su Gaia c'è un paradosso: l'uomo – Un giuramento di Ippocrate anche per il geologo? – La geologia dei terremoti – Un frutto di pietra – Tutto è relativo, anche naturale o artificiale – Mani in bocca? Va bene se sporche di... argilla – Sostenibilità per cosa? – Il

vino dà felicità all'uomo e alla terra – Chernobyl e Fukushima, ecco come farci del male – Carta e alberi possono convivere? – La Natura «maestra» di plastica – L'attraente bellezza delle ossidiane – Terreni super sfruttati, terreni incolti – In Cina nucleare e alternative – Produzione e paesi emergenti – Breve storia del clima – Il bosco si riprenderà i campi abbandonati – Dighe, il male oscuro dell'interrimento – La mano dell'uomo sul territorio – La geologia si fa camminando – Tre aiuti dall'agricoltura – Aree marginali e allevamenti – Adattiamoci sennò c'è il sottosviluppo – Il lungo tramonto del fondamentalismo darwinista – Scienza e fede: la Bibbia e i terremoti – Intervista al prof Leonello Serva – Etna vulcano d'Europa – Il Grande Buco – Le cave di lignite in Germania: Carbone e cocomeri – Risorse energetiche: Un'infinita boccata di ossigeno – Terremoti nella cintura di fuoco: Le grandi scosse – Cambiamenti climatici: Ma com'è profondo il mar? – Lo shale nel Mediterraneo: La manna che viene dal passato – Faglie e oleodotti: La soluzione c'è – Peculiarità delle Geologia: Fatti e interpretazioni – La modellazione dei fenomeni naturali – Gli idrocarburi nell'Adriatico – Giacimenti di Pelagosa. L'Isola del Tesoretto – I grandi vulcani sottomarini – I vulcani delle Isole Eolie – Vecchie linee secondarie: Il treno dei desideri

### CAPITOLO TERZO - LA VITA

Rifiutare la cultura dei rifiuti – Rilettura di un viaggio in Cina – Una favola o una possibile realtà? – Il Patrono e il Padre non fanno più... nomi – Il benessere si liberi dell'«avere» – La qualità e le stelle – Il nostro patrimonio artistico non raccontato – Low cost o non low cost – Scalare le vette della convivenza – Da Capo Nord a Giava e una facile profezia – Ma poi è arrivata la crisi – Ri-Creazione... ma fino a che punto? – La sofferenza

**Editore:**

21<sup>mo</sup> SECOLO s.r.l.  
via L. Di Breme, 18 - 20156 Milano

**Direzione**

via L. Di Breme, 18 - 20156 Milano  
Tel. 02 33408361  
E-mail: info@21mosecolo.it  
Internet: www.21mosecolo.it

**Direttore responsabile:**

ing. Giorgio Prinzi

**Direttore**

Roberto Irsuti  
tel. 335 7600520  
robertoirsuti@21mosecolo.it

**Stampa:**

E.Lui Tipografia (Reggiolo - RE)  
Finito di stampare nel mese di  
luglio 2020

**Hanno collaborato a questo numero:**

Gianluca Alimonti, Flavio Barozzi,  
Franco Battaglia, Gilberto Corbelli-  
ni, Ferruccio Ferroni, Gabriele Fon-  
tana, Sergio Fontanot, Valentina  
Guglielmo, Roberto Irsuti, Franco  
Maranzana, Luigi Mariani, Alberto  
Mingardi, Ettore Ruberti

**Una copia euro 6,00**

**Abbonamento**

Ordinario (5 numeri)	30,00
Benemerito	60,00
Sostenitore	da euro 100,00
Enti e Ditte	260,00

versamento su C.C. Postale n.  
23966203 intestato a 21<sup>mo</sup> SECOLO  
via L. Di Breme, 18 - 20156 Milano  
IBAN

IT 06 K 07601 01600 000023966203

È obbligatorio citare la fonte per gli  
articoli utilizzati



ASSOCIATO ALL'USPI  
UNIONE STAMPA  
PERIODICA ITALIANA

**In copertina:** Moderne tecnologie  
agricole (pixabay.com). Elaborazione  
grafica Claudio Rossi

L'editore garantisce la massima riservatezza dei  
dati forniti dagli abbonati e la possibilità di richie-  
derne gratuitamente la rettifica o la cancellazione  
scrivendo a robertoirsuti@21mosecolo.it. In ot-  
temperanza del D.L. 196 del 30.6.2003, ed al re-  
cente nuovo regolamento Europeo sulla Protezio-  
ne dei Dati (GDPR) per la tutela delle persone e di  
altri soggetti rispetto al trattamento di dati perso-  
nali, vi confermiamo che i vostri dati verranno uti-  
lizzati esclusivamente per l'invio della rivista, dei  
documenti allegati alla stessa, compresi i dati uti-  
li per il rinnovo dell'abbonamento, e per informar-  
vi delle nostre nuove pubblicazioni (libri) e delle  
future conferenze e seminari di studi.  
Le illustrazioni sono quasi sempre fornite dagli  
autori; l'editore resta a disposizione per definire  
eventuali diritti.

**Editoriale** pag. 2

**Una questione di metodo** pag. 3

Cosa è "bio"; la chiave non è la lunghezza della filiera,  
ma la sicurezza

**Un futuro minaccioso attende l'agricoltura  
europea** pag. 4

**Emergenze finte e vere** pag. 5

**Farm to Fork** pag. 6

**La Vexata Quaestio del Cambiamento Climatico** pag. 10

Condizioni meteorologiche, inquinamento e diffusione  
del virus SARS-CoV-2

**Commenti ad un articolo del prof. Nicola Scafetta** pag. 12

In ricordo di Franco Maranzana

**Cambiamenti climatici** pag. 14

**In memoria di S. Fred Singer (27.9.1924 – 6.4.2020)** pag. 16



Dal sorvolo di Venere, la sonda spaziale Messenger  
deduce un tempo di vita di 13 minuti

**Misura spaziale del tempo di vita  
dei neutroni** pag. 17

**Reattori modulari: il Dipartimento dell'Energia USA  
a favore di requisiti di sicurezza più flessibili** pag. 19

**Lo sviluppo degli SMR in Canada** pag. 19

**L'abbandono del nucleare in Italia - parte 2** pag. 20

**Biodiversità una risorsa vitale per l'intera umanità** pag. 21



Offshore Wind Farms: opzioni strutturali, criticità e costi

**Tecnologie elettriche nei moderni  
Campi eolici fuori-costa** pag. 22

# Editoriale

**L**a pandemia causata dal SARS-Cov-2 finirà, come sono finite tutte le epidemie del passato. In alcuni paesi il contagio è diminuito a livelli che il sistema sanitario nazionale può gestire agevolmente. Non è così in tutte le aree del mondo; occorrerà aiutare le nazioni più fragili o in maggiore difficoltà e mettere in atto le adeguate misure di prevenzione per evitare una ripresa della pandemia. Le tragiche lezioni apprese dovranno aiutarci a migliorare il nostro sistema sanitario e la sua capacità di fronteggiare nuove sempre possibili epidemie.

Ma il virus ha anche causato una drammatica recessione economica mondiale. Anche in questo settore ci sono tragiche lezioni da apprendere, che si scontrano però con lo “spirito del tempo”, il “politicamente corretto” che del secolo breve ha lasciato una sola ideologia superstita: il pensiero unico ambientalista.

Così vediamo capi di Stato e di governo che, pur non sapendo come affrontare la recessione economica, si lanciano in elogi di un nuovo Green Deal (qualunque cosa significhi) invocando la sostenibilità ambientale (dimenticando quella sanitaria, sociale ed economica), l’urgenza della “decarbonizzazione”, annunciando obiettivi sempre più ambiziosi (e lontani nel tempo; oltre il loro mandato) senza valutare se siano tecnicamente raggiungibili ed a quali costi.

Del resto, anche nella comunicazione e nella pubblicità l’etichetta “verde” e “naturale” è attaccata a qualunque progetto o prodotto da vendere o promuovere, in barba ai reali processi con cui è stato realizzato. Quale cittadino consumatore potrebbe essere contrario alla tutela dell’ambiente e della salute?

Nelle pagine seguenti documentiamo i danni che l’approccio ideologico produce nel fondamentale settore dell’agricoltura. Una riflessione più profonda occorre anche per altri settori dell’economia: l’energia, la mobilità, la realizzazione delle infrastrutture, ma anche la stessa ricerca scientifica e lo sviluppo tecnologico.

Il buon senso dovrebbe aiutarci a partire dalla considerazione che non si possono distribui-

re beni se qualcuno non li ha prodotti, né inventare redditi senza la creazione della ricchezza che quei redditi potranno poi acquistare, a meno di lasciare un pesante conto da pagare ai nostri figli e nipoti.

Occorre poi constatare che, già prima della pandemia, la nostra Italia aveva un’economia stagnante, la cui crescita era ferma o molto ridotta da quasi trenta anni; qualcuno pensa dal referendum antinucleare del 1987, altri pensano dal blocco delle grandi opere infrastrutturali richiesto dalle prime organizzazioni ambientaliste negli anni Settanta. Il terreno venne preparato a metà degli Anni Sessanta dalle teorie malthusiane del Club di Roma (I limiti dello sviluppo, la paura dell’esplosione demografica), seguite dall’opposizione di WWF, Italia nostra, Greenpeace, successivamente anche Legambiente, al completamento di una serie di infrastrutture già avviate.

L’Italia, uscita dalla Seconda Guerra Mondiale in macerie, divenne la settima nazione industrializzata del mondo in 15-20 anni, con un balzo in avanti dell’aspettativa di vita e del reddito pro capite. Quale contesto internazionale favorì il Miracolo economico italiano? Quale classe dirigente seppe operare per trasformare un paese povero e sconfitto nel Paese del “saper fare” dai mille marchi industriali noti in tutto il mondo? Quali valori e competenze venivano trasmessi dal sistema scolastico e dalla formazione superiore? Quali condizioni consentivano di incentivare il merito e la capacità di intraprendere? Come mai tale spinta propulsiva venne fermata, tanto da sembrare, nei decenni successivi, costretta a lavorare in clandestinità?

Sono spunti di riflessione troppo ampi per un breve editoriale, ma che invitano a diffidare fortemente di chi oggi annuncia una “rivoluzione verde” fondata sulla negazione dell’ingegno e del lavoro che, entro i limiti del contesto sociale del dopoguerra, produssero il Miracolo economico italiano; una “rivoluzione verde” fondata anche sulle mode che negli ultimi decenni hanno fermato la crescita dell’economia.

*Roberto Irsuti*

# Una questione di metodo

*L'aggiornamento Agricoltura è cultura della Società Agraria di Lombardia del maggio 2020 inizia con l'interessante editoriale del presidente Flavio Barozzi, che illustra l'approccio metodologico cui si ispira l'azione della Società Agraria di Lombardia e contiene considerazioni utili per affrontare la difficile congiuntura economica che ci attende nei prossimi mesi. Nell'area download del sito (<http://www.agrarialombardia.it/download-area-2/>) è possibile scaricare lo studio del prof. Luigi Mariani "Emissioni di PM10 di origine zootecnica in Lombardia" (con revisione scientifica di Giuseppe Bertoni, Tommaso Maggiore e Alberto Rota), un approfondimento a cura del prof. Giuseppe Bertoni ed una riflessione del prof. Luigi Bodria.*

di Flavio Barozzi \*

**L**e ultime settimane, caratterizzate dall'acuirsi della crisi sanitaria, economica, politica e sociale connessa all'epidemia da Covid-19, hanno visto affiorare due evidenze contrapposte.

Da un lato è emersa con chiarezza la funzione indispensabile ed oseremmo dire strategica di una moderna attività agricola al fine di garantire la sicurezza di un costante approvvigionamento alimentare, caratterizzato da standard produttivi quantitativamente e qualitativamente elevati a prezzi accessibili. Un ruolo tanto più importante a fronte della possibile riduzione del reddito spendibile da parte della popolazione e delle ripercussioni che la pandemia in atto potrà avere nel prossimo futuro sui rapporti commerciali, sulle capacità produttive ed organizzative del settore agroindustriale, e quindi sulla disponibilità di generi alimentari.

Dall'altro si sono riacutizzati da parte di alcuni soggetti politici, di cosiddetti "maitres a penser", di organi di stampa di diversa natura, gli accessi polemici ed accusatori (e talora diffamatori) nei confronti dell'agricoltura e dei produttori agricoli, associati più o meno arbitrariamente a vari fenomeni negati-

vi, dall'emissione di particolati caratterizzati da effetti dannosi fino ad una pretesa ed indimostrata correlazione tra allevamento zootecnico e pandemia.

La Società Agraria di Lombardia è per consolidata tradizione estranea rispetto alle sterili polemiche. Ma proprio perché ripudia le strumentalizzazioni, non può restare inerte di fronte ad attacchi che appaiono spesso più finalizzati alla sistematica e deliberata distruzione di un tessuto produttivo sano ed importante per il Paese piuttosto che alla soluzione di eventuali problemi ed alla costruzione di percorsi virtuosi ed innovativi.

Qui emerge una fondamentale questione di metodo. Quello a cui la nostra Società Agraria – fedele nelle sue tradizioni alla centralità della Scienza – si è sempre attenuta, è basato sull'approccio costruttivo.

Consiste nell'analizzare nella maniera quanto più oggettiva possibile le situazioni che di volta in volta si creano. Nel valutarne con chiarezza e senza infingimenti punti di forza e di debolezza, come pure potenzialità e rischi. E quindi nel proporre, laddove possibile, soluzioni veramente innovative e non distruttive che superino le criticità eventualmente riscontrate.

Per questo motivo pubblichiamo e pubblicheremo lavori di elevato valore scientifico, elaborati da valenti e qualificati esperti della cui preziosa collaborazione la Società Agraria di Lombardia può avvalersi, e sottoposti alla revisione paritaria di altri studiosi, su alcuni temi emersi dal dibattito in atto. Essi non vogliono sostenere tesi preconcepite, né possono ambire al crisma dell'infallibilità, che non è proprio di questo mondo (eccezion fatta per gli sciocchi).

Vorrebbero semplicemente apportare un contributo di conoscenza utile all'approfondimento delle tematiche oggetto di dibattito tentativo di giungere – se non a comunanza di opinioni – quantomeno a circoscrivere ed isolare le troppe falsità ed affermazioni apodittiche, parziali o strumentali che rappresentano una sorta di pericolosissimo "virus" per le scienze ed i cervelli.

Può essere che questo approccio metodologico non garbi a qualcuno, e forse nei tempi non semplici che viviamo giunga a procurare qualche inimicizia o qualche ostracismo. Pazienza.

Noi continueremo a lavorare, con la serena e costruttiva operosità che da sempre caratterizza il mondo dei campi, per assicurare anche in futuro l'esistenza di una agricoltura italiana sostenibile, tecnologicamente e culturalmente avanzata, e sostenuta dal progresso scientifico.

\* Presidente della Società Agraria di Lombardia

Cosa è “bio”; la chiave non è la lunghezza della filiera, ma la sicurezza

# Un futuro minaccioso attende l'agricoltura europea

Gilberto Corbellini e Alberto Mingardi

Viviamo in tempi eccezionali, ma la politica resta “normale”. Normale nel senso che la logica dell’allocazione delle risorse è sempre la stessa. La pandemia incide sull’ammontare delle risorse stanziate, non sugli obiettivi. Pare anzi che sia di primaria importanza evitare ogni ripensamento, ogni passo indietro. Le parole d’ordine sono quelle di sempre, guai a ripensarle: semmai si accelera. Forse una simile determinazione deriva anche dal fatto che le ultime generazioni di politici in larga parte hanno avuto una limitata esperienza del mondo reale, non sono mai stati interessati a osservare come funzionano un’industria manifatturiera o un’azienda agricola, e pensano che l’ingrediente principale della buona politica siano le buone intenzioni.

Nei giorni scorsi, l’Unione europea ha presentato una nuova strategia per la biodiversità. Al suo interno, è centrale un approccio definito “*from farm to fork*”, dalla fattoria alla forchetta. Ciò significa filiere brevi, il che astrattamente è coerente con la necessità di rinsaldare la sicurezza alimentare, in un mondo dove viaggi e spostamenti si riducono, per evitare che assieme con noi viaggino anche gli agenti patogeni (lo facevano già da prima, ma l’abbiamo scoperto di recente).

In realtà, proprio la pandemia in corso dimostra che il problema non è la lunghezza della filiera, ma la sicurezza alimentare locale. Peraltro, il virus non ha viaggiato nel cibo, ma nelle persone. Continuerà a convenire economicamente e non sarà pericoloso e potrebbe essere anche sensibilmente più efficiente quando c’è domanda di agnello importare carne ovina dalla Nuova Zelanda, pur trattandosi di una filiera lunghissima, mentre fino a quando esisteranno in Oriente insane commistioni tra alimenti agricoli, medicinali e animali selvatici, non saremo sicuri.

Gli obiettivi europei sono però ancora più ambiziosi. Per il 2030, dovremmo “ridurre l’uso dei pesticidi del 50% e dei fertilizzanti almeno del 24%” e “aumentare al 25% la superficie agricola Ue coltivata secondo i metodi dell’agricoltura biologica” dall’8% che è oggi. Il vicepresidente della Commissione Timmermans ha commentato che “la crisi del coronavirus ha dimostrato quanto siamo tutti vulnerabili e quanto sia importante ristabilire l’equilibrio tra attività umana e natura”.

Un futuro minaccioso attende l’agricoltura europea, dove già il filone biologico (biologico, biodinamico, macrobiotica, ecc.) è fortemente sussidiato malgrado sia meno produttivo e meno sicuro dell’agricoltura tradizionale. Fare biologico – come se ci fosse un’agricoltura NON biologica – richiede maggiori estensioni di terreno e più consumo di suolo: se il 25% dei terreni verrà coltivato in modo “bio”, non renderà quanto sarebbe possibile con metodi “tradizionali”. È un singolare modo di ragionare quello che premia il biologico come metodo di coltivazione, nel nome della biodiversità: se nel mondo prevalesse il biologico per sfamare la popolazione umana nel 2050 dovremmo trasformare in terreno agricolo gran parte dei santuari ecologici.

Il “bio” dovrebbe essere l’indicazione di una modalità produttiva, ma diventa, nel discorso comune, una sorta di dichiarazione di genuinità. Come spesso accade, è difficile distinguere fra marketing e politica: e i due hanno una base comune. La diffusa nostalgia per l’agricoltura di una volta: e non importa se quell’agricoltura, una agricoltura per così dire priva dei supporti chimici e industriali tipici dell’epoca contemporanea, faceva vivere male i contadini e sfamava male una popolazione europea che era meno di un quinto dell’attuale.

Fra l’altro, se la nostalgia avesse qualcosa in comune con la storia, o perlomeno con il ricordo informato del passato, dovrebbe suggerirci che nel mondo prima dei pesticidi tutto mancava tranne episodi epidemici e pandemici gravi. Una delle più gravi patologie di sempre legata a un parassita, la malaria, viene sradicata dalle zone temperate del pianeta proprio grazie a un insetticida: il DDT. Un trionfo dell’industria chimica, prima che della salute pubblica.

Che l’uso di agenti chimici abbia conseguenze non solo positive ma anche negative, previste e imprevedute, non c’è dubbio. Ma fra quelle previste c’è proprio il controllo della circolazione dei parassiti, che significa cibo sano garantito e riduzione del rischio di carestie che accendono le epidemie e le pandemie. Se proprio non si vuole imparare dalla storia politica e sociale, almeno la storia naturale delle malattie infettive non andrebbe ignorata.

La logica dell’Unione europea funziona grosso modo così. Ci siamo trovati in una crisi sanitaria causata da un patogeno sconosciuto. Senza cercare prove, crediamo fideisticamente che la causa sia che

trattiamo male la Natura. Per contrastare questo patogeno sconosciuto abbiamo dovuto “fermare” le nostre economie, aprendo la strada così a una gravissima crisi. Ci siamo messi anche nelle mani degli scienziati e chiediamo loro qui e ora spiegazioni, previsioni e farmaci.

Ma abbiamo già deciso che, per uscire dalla crisi, dobbiamo puntare sugli investimenti pubblici. Investiamo quindi per ridurre l’utilizzo di quelle sostanze chimiche che uccidono i patogeni e per promuovere una agricoltura biologica, impedendo che gli agricoltori possano utilizzare tecnologie innovative e davvero biologiche, come gli ogm di prima e seconda generazione. Ricerca è una parola che suona bene nei convegni ma, al momento di scegliere, preferiamo l’economia blu e limitare il ricorso all’innovazione (appena possibile rimanderemo a casa anche gli scienziati), che di solito è un sottoprodotto della libertà d’impresa.

Circola molto, in questa “fase due” ancora sospesa fra lo shock del *lockdown* e le miserie della decrescita, l’idea che il Coronavirus sia una sorta di vendetta della natura per il nostro “sfruttamento intensivo”. È così? Da che mondo è mondo, le epidemie sono una vendetta degli dei. Nell’Iliade, Apollo scatenò una pestilenza sull’accampamento degli achei perché Agamennone si è rifiutato di restituire Criseide al padre. Negli ultimi anni, in un mondo fortemente secolarizzato la Terra è diventata una sorta di divinità laica. Esiste un libero mercato delle coperte di Linus e ognuno si compri pure quella che preferisce. Noi ci limitiamo a ricordare che fra le ipotesi più accreditate sull’origine di questa pandemia ci sono le compravendite di animali selvatici in Cina, per usi legati alla medicina tradizionale cinese. Il massimo del bio.

Da *Huffington Post*, 29 maggio 2020

# Emergenze finte e vere

di Franco Battaglia \*

In questi giorni d’emergenza da coronavirus, diventa palese l’inadeguatezza di chi governa l’Europa. Son vent’anni che ci dicono che l’emergenza di tutte le emergenze globali è quella climatica. Ne hanno fatto anche una dichiarazione ufficiale, scimmiettata subito dai Pd nostrani e da alcune amministrazioni locali che sono nelle loro mani, a cominciare dalla regione Emilia-Romagna, che l’emergenza climatica la dichiarò nell’agosto 2019. Naturalmente non esiste alcuna emergenza climatica. Ma tant’è. Né esiste l’emergenza da smog urbano, come non esiste il presunto mezzo milione di morti l’anno per smog che l’Agenzia ambientale europea va allarmando esserci nei paesi della UE.

Se invece un’emergenza c’è, essa è quella sanitaria, conseguente anche ai fenomeni migratori senza controllo. Quella del coronavirus è solo una prova generale della vulnerabilità di un sistema che si sta suicidando con l’ideologia. A cominciare da quella di ritenere che ciò che è già accaduto non debba ripetersi. Il mondo è stato più caldo di oggi: senza scomodare il periodo interglaciale precedente al nostro, quello di 100mila anni fa, quando il livello dei mari fu oltre 5 metri superiore all’attuale, nel più vicino a noi periodo medievale il mondo fu più caldo di oggi. Perché mai oggi il clima non dovrebbe essere come allora? Non solo non v’è alcuna emergenza climatica, ma stiamo godendo

di un clima straordinario, essendo usciti dalla piccola glaciazione, un miserabile periodo di un paio di secoli, il più freddo degli ultimi 10mila anni, che ebbe il suo minimo all’inizio del 1700.

Parimenti, l’umanità ha già subito pandemie influenzali: la spagnola nel 1918 infettò un terzo dell’umanità e condusse al cimitero 50 milioni di persone, quasi tutti di età inferiore ai 65 anni. Quale presunzione ci fa ritenere immuni da repliche? Il virus di oggi ha avuto origine in Cina, ma quello di domani potrebbe originare da altre parti del mondo. Anche da noi. Insistere con l’emigrazione fuori controllo è da irresponsabili. Quarant’anni fa, quando m’apprestavo a trascorrere alcuni anni negli Stati Uniti, il Paese che m’avrebbe ospitato pretese le analisi del mio sangue prima che mi muovessi dall’Italia. In questi anni si sono riversati nel nostro Paese migliaia d’immigrati, dei quali non si conosce neanche il nome: alcuni (molti?) avrebbero potuto essere usciti dalle patrie galere del loro paese d’origine, che se n’è così liberato. Ipotesi legittima tanto quella che la nega, visto che, appunto, nulla si sa di quelli che le varie Carole hanno scaricato da noi, ben guardandosi di portarli nel paese delle Carole medesime. Col nome era ignota anche la condizione sanitaria di costoro: i nostri governanti anti-Salvini – diciamo la verità – hanno giocato alla roulette russa con le nostre vite e con la nostra salute.

Il caso odierno del coronavirus – che ci giunge da un paese che, pur omertoso come solo un paese comunista sa esserlo, gode tuttavia di un minimo d’organizzazione e, anche se tardivamente, alla fine si mostra capace di reagire – è la prova generale di una circostanza che potrebbe presentarsi molto più grave in futuro.

\* Docente di Chimica Fisica presso l’Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia

# Farm to Fork

*Un Documento d'indirizzo che non concilia i mezzi con i fini*

di Gabriele Fontana  
e Luigi Mariani

## Green deal e Farm to Fork

Il *"Green Deal"* annunciato dalla Commissione Europea è un piano "ambizioso" che dovrebbe portare nel 2050 a un'Europa a un impatto climatico zero. Per raggiungere questo obiettivo il piano si articola in diversi documenti programmatici e di questi due riguardano in modo diretto il sistema produttivo agricolo, in prima istanza quello che nella traduzione italiana suona come "Dal produttore al consumatore" (*Farm to Fork* nella versione inglese), ma anche un secondo dedicato alla biodiversità. Concediamoci di definire il primo con un acronimo, F2F ... e di concentrarci su di esso.

In esordio F2F richiama la prospettiva generale del *"Green Deal"* per addentrarsi poi, più che specificamente sui **temi agricoli**, sul valore dell'alimentazione per il consumatore europeo. Troviamo considerazioni certamente condivisi-

bili, come la necessità di difendere il reddito degli agricoltori e il riconoscimento – come smentirlo – che il sistema alimentare europeo è "uno standard a livello globale, sinonimo di sicurezza, abbondanza, nutrimento e qualità elevata". Ma per F2F ciò non basta e più o meno esplicitamente insiste sulla necessità che tale sistema raggiunga una dimensione di sostenibilità ambientale che a tutt'oggi mancherebbe.

Ma se questa è l'assunto sui cui si fonda l'F2F, lo stesso avrebbe dovuto essere quantomeno documentato attraverso un'analisi dei punti di forza e di debolezza della sostenibilità ambientale, più che mai necessaria a fronte di un sistema produttivo come quello agroalimentare europeo, complesso e articolato.

L'F2F si sente invece in dovere di richiamarci all'"*impellente necessità di ridurre la dipendenza da pesticidi e antimicrobici, ridurre il ricorso eccessivo ai fertilizzanti, potenziare l'agricoltura biologica, migliorare il benessere degli animali e invertire la perdita di biodiversità*" dato che "i sistemi alimentari restano una delle principali cause dei cambiamenti climatici e del degrado ambientale.", affermazioni che avrebbero a nostro avviso quantomeno richiesto qualche numero e qualche argomento per sostanziarle, mentre nel documento ci si limita a descrivere il problema dal punto di vista del "sentimento" del consumatore.

## Una visione prospettica sul ciclo del carbonio?

Finalmente il documento giunge a un'affermazione che ci appare più prospettica: "Un esempio di nuovo modello di business verde è il sequestro del carbonio da parte di agricoltori e silvicoltori. Le pratiche agricole che eliminano la CO<sub>2</sub> dall'atmosfera contribuiscono all'obiettivo della neutralità climatica e dovrebbero essere ricompensate attraverso la politica agri-

cola comune (PAC) o altre iniziative pubbliche o private (mercato del carbonio). Una nuova iniziativa dell'UE per il sequestro del carbonio nei suoli agrari (carbon farming) nell'ambito del patto per il clima promuoverà questo nuovo modello di business, che offre agli agricoltori una nuova fonte di reddito e aiuta altri settori a decarbonizzare la filiera alimentare."

Su questo, in modo del tutto ingenuo, ci è venuto da pensare che la pratica agricola, grazie al governo della **fotosintesi**, sia per propria natura un potente "sequestratore di carbonio" che viene accumulato nella biomassa organica di cui il carbonio costituisce il 45-50% in peso secco. Ad attestare ciò è il fatto che l'agricoltura emette in forma di gas serra solo una piccola parte del carbonio che ha in precedenza assorbito con la fotosintesi, tanto che a livello globale emette annualmente 1,4 gigatonnellate di carbonio rispetto alle 12 assorbitate da arativi, colture permanenti e pascoli. Da ciò discende che la cosa migliore che gli agricoltori potrebbero a nostro avviso fare per "decarbonizzare la filiera" sarebbe quella di potenziare ulteriormente l'attività di fotosintesi, il che si otterrebbe aprendo una finestra agli investimenti sull'innovazione che sarebbero in grado di garantire rendimenti più elevati, consentendo al contempo di creare più valore aggiunto, ridurre i costi di produzione e garantire più elevati standard di qualità e sicurezza. Questo potrebbe forse dedursi dal passo seguente: "Queste soluzioni richiedono investimenti dal punto di vista umano e finanziario, ma promettono anche rendimenti più elevati creando valore aggiunto e riducendo i costi."

## Verso quale innovazione?

La parola innovazione non ricorre spesso nelle 21 pagine del documento ma ad essa è comunque

---

**Gabriele Fontana**, laureato in Scienze Agrarie, ha svolto la propria carriera professionale nel settore delle tecnologie innovative per il settore agroalimentare e industriale, in particolare delle biotecnologie vegetali. In più di quaranta anni di esperienza si è occupato principalmente di affari normativi e di rapporti con le associazioni professionali. Insegna Economia e Legislazione delle Biotecnologie all'Università dell'Insubria.

**Luigi Mariani**, agronomo libero professionista, condirettore del Museo Lombardo di Storia dell'Agricoltura e vicepresidente della Società Agraria di Lombardia. Presso la Facoltà di Agraria dell'Università degli Studi di Milano insegna Storia dell'Agricoltura dopo essere stato docente a contratto di Agrometeorologia e Agronomia generale.

riservato un intero paragrafo (3.1. Ricerca, innovazione, tecnologia e investimenti). Senza dubbio utile il richiamo a internet a banda larga, ma per il resto il suggerimento appare così formulato “Le nuove conoscenze e innovazioni potenzieranno inoltre gli approcci agroecologici nella produzione primaria attraverso un partenariato specifico sui laboratori viventi (living labs) di agroecologia. Ciò contribuirà a ridurre l’uso di pesticidi, fertilizzanti e antimicrobici.”

E qui parlando di “nuove conoscenze” ci si sarebbe atteso quanto meno un richiamo a quanto possono offrire i progressi della genetica vegetale, grazie agli sforzi di caratterizzazione genetica, alle possibilità offerte dall’editing genetico (sempre che non venga omologato ai poveri OGM), alla possibilità di sviluppare varietà vegetali resistenti, agli agrofarmaci microbici o basati sull’RNA interferente, al microbioma vegetale, al crescente sforzo di mettere a disposizione agrofarmaci con minore impatto e maggiore efficacia, di migliorare la tecnica di distribuzione di questi e dei fertilizzanti, magari grazie a sensoristica e digitalizzazione ... Per tutto ciò forse bisogna cercare altrove. Eppure, modelli per promuovere l’innovazione ci sono già, come il sistema europeo di **collaborazione tra ricerca pubblica e privata** messo in atto per promuovere l’uso industriale di biomasse, che razionalmente sviluppa la filiera dell’innovazione a partire dalla ricerca, per arrivare alle applicazioni finali attraverso sistemi prima pilota e poi dimostrativi, con una efficace modalità di trasferimento tecnologico.

Molto più facile porre obiettivi generici e arbitrari come “La Commissione intraprenderà azioni ulteriori per ridurre, entro il 2030, l’uso e il rischio complessivi dei pesticidi chimici del 50% e l’uso dei pesticidi più pericolosi del 50%.”, oppure “La Commissione interverrà per ridurre le perdite di nutrienti di almeno il 50% garantendo

nel contempo che non si verifichi un deterioramento della fertilità del suolo. Ciò porterà a una riduzione dell’uso dei fertilizzanti di almeno il 20% entro il 2030.”. E qui ci domandiamo se in assenza di una strategia di innovazione, la soluzione al problema della sostenibilità ambientale possa limitarsi al “raggiungere l’obiettivo di almeno il 25% della superficie agricola dell’UE investita a agricoltura biologica entro il 2030.”

### Eccessive aspettative sul bio

Sull’agricoltura biologica e su alcune altre affermazioni che ricorrono nel F2F, qualche puntualizzazione va senza dubbio fatta.

Premesso che non è qui in discussione il sacrosanto diritto per chi pratica l’agricoltura biologica in modo corretto e rispettoso delle leggi di rispondere alle richieste del mercato, si deve stigmatizzare il fatto che nel documento in oggetto ci si limita a proporre una sostenibilità di pura facciata, in quanto fondata sull’**agricoltura biologica** che si pretende di espandere fino a coprire il 25% degli arativi europei, il che si evidenzia come **palesemente insostenibile** se solo si ha la forza di andare oltre il luogo comune trito e ritrito secondo cui il biologico sarebbe il perno di un “sistema alimentare equo, sano e rispettoso dell’ambiente” per spingersi a ragionare in modo laico e non ideologico:

- per unità di prodotto e non per unità di superficie (altrimenti in termini ambientali si scoprireb-

be che meno si produce e meglio è, anche se poi così crollano la sostenibilità sociale ed economica);

- secondo logiche di scala, valutando le questioni non solo sul singolo campo ma anche in termini complessivi;
- sull’intera filiera considerando i segmenti a monte e a valle del campo;
- su dati di pieno campo e non solo su dati da parcelle sperimentali.

Su quest’ultimo aspetto rammentiamo che in parcelle sperimentali i cali di resa del biologico rispetto al convenzionale sono del 15/25% e dunque di molto inferiori a quelli registrati in pieno campo. Ciò perché nelle parcelle sperimentali è molto difficile vedere all’opera contemporaneamente tutti i fattori che deprimono le rese (carenze nutrizionali, malerbe, parassiti, patogeni, ecc.). Tale fenomeno è stato posto in evidenza da Kravchenko et al. (2017) a seguito di 6 anni di prove di confronto fra biologico e convenzionale eseguite a tre diverse scale spaziali (parcelle, parcelloni e pieno campo).

Da tale approccio “laico e non ideologico” emergono una serie di evidenze contrarie alla vulgata dominante di cui il documento della Commissione si fa portatore. Ne riportiamo alcune a titolo di esempio:

In pieno campo il biologico produce dal 20 al 70% in meno del convenzionale (si vedano i dati in tabella 1, per i quali siamo piena-

Tabella 1 – Cali di resa in biologico rispetto al convenzionale registrati in pieno campo (fra parentesi la nazione cui i dati si riferiscono e le fonti bibliografiche).

Grano tenero: -54% (FR - INRA, 2013), -47% (BE - Van Stappen et al 2015), -34% (USA - Kniss et al., 2016)
Grano duro: -75% (IT - Lazio - Chiriaco et al., 2017)
Orzo: -55% (FR - INRA, 2013)
Mais: -36% (FR - INRA, 2013), -35% (USA - Kniss et al., 2016)
Patata: -62% (USA - Kniss et al., 2016)
Triti cale: -40% (FR - INRA, 2013)
Fava: -43% (FR - INRA, 2013)
Pisello: -43% (FR - INRA, 2013)
Colza: -50% (FR - INRA, 2013)
Girasole: -19% (FR - INRA, 2013)
Soia: -14% (FR - INRA, 2013).
Riso: -34% (IT - Bacenetti et al., 2016 (*)

(\*) il lavoro di Bacenetti et al. (2016) indica per il riso biologico cali di resa medi del 34% rispetto a quello convenzionale che tuttavia salgono al 56% se si considerano le minori rese alla lavorazione (40% per il riso “biologico” contro il 60% per il convenzionale).

mente disponibili a fornire la bibliografia citata), il che significa che l'espansione incontrollata del biologico richiederebbe di mettere a coltura nuove terre con irreparabili danni agli ecosistemi naturali (foreste, praterie).

Ragionando per unità di prodotto emerge che la zootecnia da latte estensiva presenta emissioni di gas serra (3,6 kg di CO<sub>2</sub> per litro di latte) che sono grossomodo triple rispetto a quelle della zootecnia intensiva (Capper *et al.*, 2009). Emissioni triple rispetto al convenzionale si registrano per il riso (Bacenetti *et al.*, 2016) e doppie rispetto al convenzionale per il frumento.

Nei campi di mais, frumento e riso "convenzionali", la biodiversità è ovviamente bassa (si pensi alle malerbe contenute con diserbanti di sintesi) ma ci si deve anche domandare cosa sarebbe accaduto nel passato prossimo se anziché promuovere l'innovazione tecnologica si fosse scelto di aumentare le superfici (come si era fatto fino alla fine del XIX secolo). Quanta superficie agricola avremmo oggi? La risposta a livello globale ce la danno Burney *et al.* (2010) i quali hanno stimato che se l'innovazione tecnologica si fosse arrestata al 1960 oggi avremmo (a) 3,2 miliardi di ettari di arativi contro gli 1,5 attuali (b) emissioni di carbonio pari a 6,1 gigatonnellate contro le 1,4 attuali. Fin qui sul piano delle emissioni. Si rammenta però che l'agricoltura emette solo una piccola parte di quanto ha prima assorbito con la fotosintesi. Circa quest'ultimo fenomeno si ricorda che la CO<sub>2</sub> assorbita per unità di superficie attraverso la fotosintesi è sempre inferiore in biologico in quanto si produce sensibilmente meno (es: un'azienda biologica che produce 1,5 tonnellate per ettaro di granella di frumento tenero assorbirà 1,5 x 44/30=2,2 tonnellate per ettaro di CO<sub>2</sub> mentre se nell'agricoltura convenzionale si producono 8 t/ha di granella si assorbono 11,7 tonnellate per ettaro di CO<sub>2</sub>. Tutti dati che sono in palese contrasto con l'idea preconcepita di sostenibilità del biologico.

Riguardo a quanto detto al punto 3 si aprano finalmente gli occhi

sul fatto che riducendo le rese dell'agricoltura europea con il massiccio passaggio al biologico si incentiverebbero i disboscamenti in altre aree del mondo che saranno indotte a sopperire al fabbisogno europeo non più coperto dalla produzione interna. Si pensi ad esempio che la Francia da grande esportatore di frumento tenero (di cui è oggi il maggiore produttore europeo), con la transizione al bio potrebbe passare ad importatore netto, con effetti negativi sui livelli dei prezzi su mercati mondiali che metteranno non poco in difficoltà i paesi in via di sviluppo. Sul piano politico questo costituisce un autogol clamoroso e che ignora completamente la lezione storica che ci viene dalle primavere arabe, fenomeno indotto dall'aumento dei prezzi dei cereali che destabilizzarono vari Paesi del Nord Africa.

Circa la sostenibilità sociale è opportuno ragionare ponendosi la domanda che segue: a parità di incremento demografico quale sarebbe stata l'entità della malnutrizione e della povertà senza l'aumento delle rese verificatosi nel XX secolo e frutto dell'intensificazione indotta dalla rivoluzione verde?

### Varie inesattezze

Qui di seguito si riportano in rapida sequenza alcune inesattezze o errori che abbiamo colto leggendo il testo.

"L'aumento di frequenza degli incendi boschivi": ma è possibile che la Commissione scriva documenti in cui non si considerano nemmeno i dati prodotti da tecnici in ambito UE che mostrano il sensibile calo in atto negli incendi boschivi? Ci riferiamo ai dati dello *European Forest Fire Information System* (EFFIS) (San-Miguel-Ayanz *et al.*, 2016), che evidenziano cali significativi nel numero di incendi e nelle superfici percorse dal fuoco che, si badi bene, si verificano in coincidenza con un sensibile aumento delle superfici boscate.

"Questioni ambientali, sanitarie, sociali e etiche": che etica è sottesa alla promozione di agricolture passatiste che se estese in modo non controllato produrrebbero l'espansione

altrettanto incontrollata dell'insicurezza alimentare a livello globale e sul cui impatto ambientale pesano le considerazioni sopra esposte, ivi compreso il fatto che comunque, contrariamente a quanto si crede o alla vulgata pubblicitaria, si usano comunque "pesticidi", come evidenziato di seguito.

"L'uso di pesticidi chimici in agricoltura contribuisce all'inquinamento del suolo, dell'acqua e dell'aria, nonché alla perdita di biodiversità". L'agricoltura europea ha visto negli anni una riduzione significativa delle quantità di **agrofarmaci** utilizzati, ma soprattutto ha innovato in termini di sostenibilità ambientale dei prodotti usati, tanto che il rischio globale è significativamente diminuito e oggi la presenza di residui negli alimenti, quando ci sono, è parimenti significativamente diminuita, se non annullata, e al di sotto di qualsiasi soglia di rischio e di preoccupazione sanitaria. Ciò premesso, tale affermazione ignora il fatto basilare che, per esemplificare un aspetto dell'impatto ambientale, esistono "pesticidi" biodegradabili (ad esempio il **Glyphosate**) che sono rapidamente metabolizzati dai microrganismi del terreno e "pesticidi" non biodegradabili (ad esempio il rame ampiamente usato nell'agricoltura biologica e che persiste nel terreno per tempi lunghissimi). Il **rame** è certamente un fungicida utile e deve essere usato responsabilmente, ma resta il fatto che il suo profilo ambientale è peggiore rispetto a molti fungicidi di sintesi non impiegati in agricoltura biologica. Circa gli effetti positivi sulla biodiversità, se con questo intendiamo gli effetti su organismi non bersaglio, le etichette di "pesticidi" largamente impiegati in biologico (**Azadiractina**, **Spinosad**, **Rame**) non lasciano presagire vantaggi significativi. La diminuzione dell'impatto ambientale delle pratiche fitosanitarie resta un risultato dell'innovazione, in qualsiasi forma di agricoltura, e sono pratiche che, se svolte con diligenza, non rappresentano un rischio ambientale ingestibile. A ciò si aggiunga che la difesa con mezzi chimici può integrarsi in modo armonico con altre

modalità di difesa delle colture, a partire dagli agrofarmaci a base microbiologica o dall'impiego di varietà resistenti alle avversità, frutto delle biotecnologie avanzate e comunque risultato di innovazione.

"Inoltre il 68% della superficie agricola totale è destinato alla produzione animale: 39,1 milioni di ettari coltivati a cereali e semi oleosi e 70,7 milioni di ettari di prati su 161 milioni di ettari di terreni agricoli (nell'UE-27, Eurostat 2019)": qui non ci si rende conto che i prati non hanno un uso alternativo (a meno che non li si voglia tramutare in arativi) per cui non sfruttarli per la zootecnia sarebbe un peccato enorme. Per evitare la demagogia, il conteggio andava invece fatto al netto dei prati e dunque su 90,3 milioni di ha (161 meno 70,7), rispetto ai quali i succitati 39,12 milioni di ha sono il 43%! E perché poi non ricordare che a livello globale l'86% degli alimenti zootecnici è costituito oggi da sostanze inadatte all'alimentazione umana (foraggi, paglie, sottoprodotti alimentari, scarti di processi agro-industriali, ecc.) e che la zootecnia globale consuma sì il 33% dei cereali ma produce il 25% delle proteine e il 18% delle calorie delle diete umane (Mottet et al., 2017)?

"Il mercato degli alimenti biologici è destinato a continuare a crescere e l'agricoltura biologica deve essere promossa ulteriormente: ha effetti positivi sulla biodiversità, crea posti di lavoro e attrae giovani agricoltori, e i consumatori ne riconoscono il valore.": circa gli effetti positivi sulla biodiversità, abbiamo già riferito più sopra e bisogna ricordare che comunque ogni forma di agricoltura riduce forzatamente la biodiversità, concentrando in un'area coltivata singole specie vegetali (altrimenti torniamo alla raccolta vagante ...). Osserviamo inoltre che "i consumatori ne riconoscono il valore" soprattutto osservando i prezzi che sono mediamente più che doppi rispetto a quelli dei prodotti di agricoltura convenzionale. I prezzi tanto alti sono il risultato dell'inefficienza produttiva propria del biologico e che la Commissione vuole evidentemente scaricare doppiamente sul cittadino europeo, sia tramite le tas-

se che servono per pagare i sempre più rilevanti incentivi dati a questa forma di agricoltura sia tramite prezzi di mercato tanto elevati.

"Questo approccio contribuirà a raggiungere l'obiettivo di almeno il 25% della superficie agricola dell'UE investita a agricoltura biologica entro il 2030". Ci domandiamo se si stia fatta una valutazione di scenario degli effetti che il calo di produzione indotti da tale politica avrà sui mercati mondiali delle grandi commodity da cui dipende la sicurezza alimentare dell'intera umanità, così come sui mercati interni di tanti prodotti agricoli, stagionali o non. Temiamo di no. Peraltro, questa affermazione è in palese contrasto con il "piano di emergenza da attuare in tempi di crisi per garantire l'approvvigionamento alimentare e la sicurezza dell'approvvigionamento alimentare.". Come si può mirare ad un tale obiettivo puntando sull'agricoltura biologica che per la sola Francia ridurrebbe da 7,7 a 2,9 tonnellate le rese per ettaro di frumento tenero di cui la Francia è il maggior produttore europeo?

"Il Green Deal europeo è un'opportunità per conciliare il nostro sistema alimentare con le esigenze del pianeta e per rispondere positivamente al desiderio degli europei di prodotti alimentari sani, equi e rispettosi dell'ambiente.": alla luce di quanto sopra documentato questa affermazione appare demagogica e priva di contatto con la realtà del settore agricolo-alimentare europeo, non riconoscendo gli sforzi fin qui condotti per produrre di più e meglio e non contemplando una reale strategia di innovazione.

### Una strategia alternativa è possibile!

L'Europa, in quanto detentrica di una tecnologia formidabile e che potrebbe ragionevolmente mettere a disposizione dell'intera umanità, alleviando così i problemi di insicurezza alimentare tutt'ora presenti, è oggi chiamata ad una **intensificazione sostenibile** che mantenga le rese al passo con l'incremento della popolazione globale. Sfuggire a tale responsabilità è un errore che pagheranno caro sia i consu-

matori sia le industrie di trasformazione che sempre più saranno costrette a dipendere dall'estero per gli input dei loro processi produttivi; è ciò che già oggi accade per l'Italia, che importa il 50% del frumento che alimenta la filiera di pane, biscotti e pasta e dei mangimi zootecnici che alimentano le filiere di due formaggi grana e dei due prosciutti crudi di Parma e San Daniele.

Un'ultima considerazione, politica. Sarebbe stato logico che un documento dal potenziale impatto sul sistema agricolo europeo in generale, e nazionale in particolare, venisse dagli organismi istituzionali dell'Unione Europea deputati alla gestione dell'agricoltura, sia a livello di Commissione che di Parlamento Europeo: ciò non è avvenuto e il tutto è passato da coloro che si occupano di tutela dei consumatori. Inoltre, sempre in funzione dell'impatto potenziale sui sistemi agricoli nazionali, è pensabile che a questi vengano imposti obiettivi generici e indifferenti alle peculiarità locali senza che il potere esecutivo e i parlamenti ne discutano e li approvino?

Quali possono essere le conseguenze per l'Italia, **primo produttore europeo di 17 colture, secondo di altre 16 e terzo per altre 8 ancora**, quasi tutte specializzate e a elevato valore aggiunto? Non si può non tenere conto, come primario interesse nazionale, di tutto questo, anche riconoscendo che in questo complesso sistema possono trovare un ruolo, e un ruolo che va valorizzato e difeso, anche forme di agricoltura che, in funzione del loro ruolo ricreativo, di supporto e integrazione al turismo, di testimonianza culturale, rimangono ancorate a modalità produttive "storiche". Senza utopie e nel mantenimento di una responsabile libertà economica. L'alternativa non può essere quella di una "tecnocrazia" utopica calata dall'alto e non basta dunque dire che "ce lo chiede l'Europa".

(Da <https://agrariansciences.blogspot.com/2020/06/farm-to-fork-un-documento-dindirizzo.html>, 30 giugno 2020)

# La *Vexata Quaestio* del Cambiamento Climatico

## Considerazioni critiche su tre articoli apparsi sulla rivista divulgativa Ithaca

di Gianluca Alimonti \* e Luigi Mariani \*\*

L'Università del Salento pubblica da tempo la rivista scientifica divulgativa *Ithaca: Viaggio nella Scienza*, che nell'ultimo numero, il n. XV/2020 reperibile sul loro sito (<http://ithaca.unisalento.it>), dedica largo spazio al tema del cambiamento climatico.

Lì abbiamo anzitutto letto l'articolo "Il cambiamento climatico e la questione degli eventi estremi" del professor Sergio Pinna dell'Università di Pisa che ci propone alcuni esempi utili ad inquadrare il fenomeno del cambiamento climatico in Italia e nel mondo con specifico riferimento alla cruciale tematica degli eventi estremi. Nell'invitare i lettori a leggerlo ne riportiamo l'incipit, che a nostro avviso pone un tema di importanza cruciale non solo per il dibattito scientifico su clima ma anche per le prospettive della nostra civiltà. Scrive infatti Sergio Pinna che

*Nell'ambito del dibattito sui cambiamenti climatici in atto, la questione degli eventi estremi ha assunto un'importanza tale da essere frequentemente identificata con l'idea stessa di detti cambiamenti. In effetti è ormai convinzione diffusa a tutti i livelli che il riscaldamento globale abbia procurato (e ancor più procurerà in futuro) un marcato aumento per intensità e frequenza di vari fenomeni meteorologici estremi. L'analisi statistica dei dati climatologici non è però in grado di confermare tale situazione, non avendo fatto emergere nel complesso delle apprezzabili tendenze alla crescita di svariate grandezze. La teoria della correlazione diretta fra temperatura globale e incidenza degli eventi estremi è anche in contrasto con le informazioni derivanti dalla climatologia storica, visto che è proprio nella fase fredda, detta Piccola Età Glaciale, che le manifestazioni violente risultano essersi concentrate molto di più rispetto a quanto rilevato per i periodi caldi, compreso il XX secolo.*

Nello specifico Pinna riporta serie storiche di cicloni tropicali, grandi tempeste di vento, tornado, piogge estreme e grandi piene del Tevere e del Po e la conclusione dell'autore è *tranchant* come non poche:

\* Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Milano

\*\* Luigi Mariani, agronomo libero professionista, condirettore del Museo Lombardo di Storia dell'Agricoltura e vicepresidente della Società Agraria di Lombardia. Presso la Facoltà di Agraria dell'Università degli Studi di Milano insegna Storia dell'Agricoltura dopo essere stato docente a contratto di Agrometeorologia e Agronomia generale.

*È assai probabile che qualcuno, dopo aver letto queste note derivanti dagli studi sul clima degli ultimi due millenni, si sia posto la domanda di come la questione che ne emerge – cioè la dicotomia tra le risultanze della climatologia storica da un lato e la teoria ufficiale sugli eventi estremi dall'altro – venga affrontata dall'IPCC. Ebbene, la risposta è semplicissima: il problema è di fatto ignorato nei documenti del Panel.*

Sullo stesso numero della rivista abbiamo anche avuto modo di leggere l'articolo "Cause ed effetti dei cambiamenti climatici" scritto dal professor Roberto Battiston dell'Università di Trento. L'articolo si apre con una dichiarazione di adesione alle ragioni del movimento promosso da Greta Thunberg, la quale ad avviso di Battiston sarebbe vittima di:

*forti opposizioni, che si declinano nei modi più disparati, incluso l'attacco violento, sessista, generazionale nei confronti di Greta e di coloro che la seguono e sostengono le stesse idee. Dove non ci si spinge all'attacco volgare, si argomenta stravolgendo i dati climatici e gridando al complotto.*

Da parte nostra riteniamo la strategia propugnata da Greta Thunberg sia del tutto legittima ma palesemente errata in quanto trascura i temi dell'adattamento in nome di una visione catastrofista fondata su dati che sono a nostro avviso indebitamente enfatizzati.

Peraltro lo scenario proposto da Greta Thunberg e fatto proprio da Battiston ci rimanda al problema che tutt'oggi divide la comunità scientifica e cioè quello del carattere catastrofico o meno dell'Anthropogenic Global Warming (AGW). In tal senso invitiamo i lettori a considerare sia i contenuti del succitato articolo di Sergio Pinna sia la World climate declaration sottoscritta da oltre 700 scienziati (vedi anche nel sito [www.petizioneitalianasulclima.it](http://www.petizioneitalianasulclima.it)).

Ricordiamo inoltre che sono ai minimi storici la mortalità da disastri naturali, il numero di persone in condizioni di insicurezza alimentare e la mortalità infantile mentre a livelli mai raggiunti in passato è la speranza di vita (71 anni a livello mondiale, 82 per l'Italia) e tassi di incremento del 2-4% l'anno mostrano le rese delle 5 grandi colture (mais, frumento, riso, soia e orzo) che da sole coprono il 70% del fabbisogno calorico dell'umanità. Tutto questo ci pare incompatibile con la retorica del "clima impazzito" o con quella della "casa in fiamme" su cui si fonda l'ideologia di Greta Thunberg.

Il problema è che se si prende per buona l'agenda proposta dalla Thunberg, centrata sulla lotta all'AGW, si perdono inevitabilmente di vista politiche di adattamento che tengano in debito conto priorità fra le quali:

- Il problema del disagio urbano per popolazioni inurbate in enormi megalopoli spesso prive di servizi (acqua potabile, fognature, ecc.) e con catene logistiche di approvvigionamento del cibo precarie e che non garantiscono security e safety.
- Il problema della mancanza di energia nei Paesi in via di sviluppo (Pvs), senza la quale pensare a conservare gli alimenti o mantenere attivo il sistema sanitario è impossibile.
- Il problema dello sviluppo agricolo nei Pvs con evoluzione dell'agricoltura improntata all'idea di incrementare quantità, qualità e sostenibilità.

Ci preme infine analizzare un ultimo argomento portato dal professor Battiston espresso nel modo seguente:

*Per questo motivo è importante comunicare, comunicare molto, comunicare bene. Occorre essere preparati per ribattere agli argomenti capziosi, alle fake news, alle posizioni di parte. Qui il tema si sposta dalla scienza, ad un dibattito di importanza vitale, in cui non si può lasciare il campo a chi provoca, a chi alza la voce, a chi ha una agenda nascosta ed è interessato a fare perdere a tutti tempo e risorse sempre più preziose.*

Chi scrive viene dal mondo scientifico ed è abituato a scrivere su riviste scientifiche. Uno di noi peraltro ha moderato un dibattito fra Richard Linzen, Professore Emerito di Scienze dell'Atmosfera all'MIT di Boston e noto "scettico" a livello internazionale e Paul Williams, Professore di Scienze dell'Atmosfera all'Università di Reading, di vedute decisamente opposte. Oltre al reciproco rispetto e stima professionale che i due relatori hanno dimostrato durante tutta la sessione, atteggiamento che dovrebbe essere scontato in un confronto scientifico ma che ultimamente non va troppo di moda specialmente quando si parla di clima, si è evidenziato un importante punto di accordo: l'Equilibrium Climate Sensitivity, (ECS, definita come la variazione all'equilibrio della temperatura media globale a causa del raddoppio dell'anidride carbonica in atmosfera), presenta un intervallo di possibili valori tra 1,5°C e 4,5°C e l'IPCC stesso sottolinea in maniera molto marcata che all'interno di tale intervallo non esiste un valore più probabile. E qui si deve rimarcare che se si considerano valori prossimi ad 1,5°C cadono in pratica tutti i proclami catastrofisti riguardo al cambiamento climatico mentre se si assume ECS prossima a 4,5°C, risultano insufficienti le misure previste dagli accordi internazionali come quello di Parigi. Eppure su questa incertezza si fondano le policy mondiali. Per inciso si deve ahimè segnalare che il mondo della ricerca, nonostante gli investimenti giganti degli ultimi decenni, non ha fatto passi avanti sostanziali rispetto alle conclusioni del *Charney report* del 1979, che con i modelli del tempo arrivò a stimare una ECS compresa fra 1.5 e 4.5°C.

Anche per questo troviamo sconcertante che un

rappresentante della comunità scientifica veda i propri interlocutori sul tema del cambiamento climatico come portatori di fake news o detentori di agende nascoste: queste sono modalità di lotta politica più che di sano confronto scientifico. Non è possibile ridurre al rango di fake news gli argomenti portati da scienziati come Sergio Pinna, Franco Prodi, Nicola Scafetta, Richard Linzen, Nir Shaviv, John Christy, Henrik Svensmark, Roy Spencer, ecc. Se si propugna una teoria e la si vuole affermare, la strada maestra è quella di discutere con chi in ambito scientifico propone visioni diverse fondate su dati e la sede naturale di tale dibattito sono le riviste scientifiche. E a proposito di riviste non è a nostro avviso corretto affermare che il 97% degli scienziati concordano con la teoria AGW perché ritengono che CO<sub>2</sub> sia un gas serra e che le temperature del pianeta sono aumentate dal 1850 ad oggi (Per un approfondimento si veda anche *About "scientific consensus on climate change"*, [www.europhysicsnews.org/articles/epn/abs/2014/05-06/epn201445-5-6p24/epn201445-5-6p24.html](http://www.europhysicsnews.org/articles/epn/abs/2014/05-06/epn201445-5-6p24/epn201445-5-6p24.html)). Si tratta infatti di evidenze indiscutibili e sulle quali concordano sia gli scienziati sopra elencati sia i sottoscrittori della presente. Per questo sarebbe forse il caso di superare la logica della demonizzazione dell'avversario e prendere atto che il pluralismo è un elemento fondante per chi opera in ambito scientifico.

E veniamo al terzo articolo che intendiamo discutere in questa sede e cioè quello del professor Mario Leo dell'Università del Salento che ha per titolo "La lezione mancata – L'attrattore di Lorenz" e riporta fra l'altro la frase oltremodo significativa:

*L'effetto farfalla, cui successivamente sarebbe stato dato il nome tecnico di dipendenza sensibile dalle condizioni iniziali, costituisce allora il meccanismo essenziale per spiegare l'aleatorietà a lungo termine delle previsioni meteorologiche.*

A nostro avviso il professor Leo coglie un elemento chiave in relazione al clima in quanto analoghi sistemi di equazioni sono presenti sia nei normali modelli previsionali a medio termine (NWP) utili a prevedere il tempo fra 1-2 settimane sia nei modelli climatici globali (GCM) utilizzati per "prevedere" il clima fra 50 – 100 anni. Il problema è che, procedendo nel tempo, tali modelli tendono a divergere sempre più rispetto alla realtà fino a dare risultati del tutto inattendibili. Si pensi ad esempio al caso delle nubi, strutture meteorologiche di una complessità tale da rendere oltremodo inaccurata la loro previsione eseguita con i GCM. Si tratta di problemi aperti che non si possono a nostro avviso minimizzare dicendo che ormai il dibattito scientifico è "fuori tempo massimo", anche perché i GCM sono oggi utilizzati dai governi per impostare le proprie politiche in campo ambientale, energetico, agricolo, industriale e sanitario. E chissà se i governi che fanno uso degli output dei GCM sono informati dei problemi di accuratezza dovuti all'effetto farfalla...

(da <http://www.climatemonitor.it/?p=52802>, 1 maggio 2020)

Condizioni meteorologiche, inquinamento e diffusione del virus SARS-CoV-2

# Commenti ad un articolo del prof. Nicola Scafetta

di Luigi Mariani

## La correlazione con i fattori meteorologici

Un recentissimo articolo scientifico del professor Nicola Scafetta dell'Università di Napoli (2020), indaga la relazione esistente fra distribuzione globale dell'epidemia da SARS-CoV-2 e i fattori meteorologici, e lo fa considerando il periodo 1 gennaio – 15 aprile 2020, per il quale sono indagati i dati di contagio e di mortalità per quattro aree di studio:

- La provincia di Wuhan in Cina, areale di prima diffusione del virus
- L'Italia, seconda patria del virus e che al 20 maggio vanta 3553 casi e 491 decessi per milione di abitanti
- Gli Stati Uniti d'America, ad oggi la nazione al mondo con più elevata mortalità complessiva, e che al 20 maggio vanta 4792 casi e 286 decessi per milione di abitanti
- Il mondo intero e le grandi aree continentali europea, asiatica, africana, australiana e americana (tabella 1).

Tabella 1 – Casi e mortalità a livello mondiale e continentale – dati aggiornati al 21 maggio 2020 (fonte ECDC Europe – <https://www.ecdc.europa.eu/en/geographical-distribution-2019-ncov-cases>)

area	casi	morti	casi sul totale %	morti sul totale %
<b>Africa</b>	95104	2992	1.92	0.91
<b>Asia</b>	855808	25758	17.25	7.86
<b>America</b>	2245224	133441	45.26	40.70
<b>Europe</b>	1755620	165578	35.39	50.50
<b>Oceania</b>	8523	128	0.17	0.04
<b>Mondo</b>	4960279	327897	100.00	100.00

Per le aree di studio sono state considerate come medie o totali sul periodo di riferimento 1 gennaio – 15 aprile: tre variabili meteorologiche (temperatura dell'aria media, umidità relativa media e velocità del vento media), due variabili epidemiologiche espresse per milioni di abitanti (numero di casi e mortalità) e due variabili accessorie (l'età media della popolazione e l'inquinamento dell'aria). Su queste ultime rammento che l'inquinamento può indebolire l'organismo

umano rendendolo più suscettibile alle infezioni e/o stimolare la virulenza del patogeno e la stessa cosa capita per l'età.

## Wuhan e Pianura padana: ambienti climaticamente molto simili

Scafetta pone anzitutto in luce la rilevante similitudine climatica esistente fra la Valpadana e l'areale di prima diffusione del virus in Cina (provincia di Wuhan) e lo fa analizzando le temperature giornaliere del periodo 1 gennaio – 15 aprile 2020. Al riguardo giova sottolineare che la rilevante similitudine ha radici nel fatto che la provincia di Wuhan presenta un clima Cfa di Köppen-Geiger (subtropicale umido), la stessa categoria che si registra nella pianura padana (Mariani, 2020). Per inciso voglio ricordare che l'individuazione di areali climaticamente omogenei è uno degli scopi fondanti della climatologia fin da quanto Alexander von Humboldt (1769-1859) tracciò la prima carta delle isoterme globali. In tal senso c'è da augurarsi che in futuro la somiglianza climatica fra i nostri areali e gli areali d'origine di una nuova malattia sia tenuta in debita considerazione in sede di predisposizione dei piani d'allertamento.

## L'Europa e gli Stati Uniti

L'autore prosegue poi analizzando le correlazioni esistenti fra fattori meteorologici e casi/mortalità da Covid19. Tali fattori agiscono sia sulla virulenza del patogeno sia sulla suscettibilità dell'ospite umano nei riguardi del contagio e delle polmoniti secondarie. I coefficienti di correlazione di Pearson fra mortalità e variabili meteorologiche sono stati ricavati con il seguente approccio:

Si esprimono temperatura e umidità relativa come scostamenti assoluti dalla media, in modo tale da valutare contemporaneamente sia le anomalie negative sia quelle positive delle variabili meteorologiche

La mortalità viene espressa come logaritmo del numero di morti per milione di abitanti. Tale scelta deriva dall'osservazione secondo cui la risposta alle variabili meteorologiche segue una legge di tipo esponenziale.

In tal modo l'autore ha ottenuto:

**Per la mortalità in Italia:** un r di Pearson di -0,49 per la temperatura, di -0,37 per l'umidità relativa e di -0,67 per la velocità del vento.

**Per la mortalità negli USA:** un r di Pearson di -0,23 per la temperatura, di -0,27 per l'umidità relativa e di -

\* Museo Lombardo di Storia dell'Agricoltura - Società Agraria di Lombardia - Università degli Studi di Milano

0.14 per la velocità del vento. Tali valori salgono rispettivamente a -0,34, -0,28 e -0,17 se si esclude dai dati la Louisiana, per la quale il numero di contagi è esploso a causa dei festeggiamenti del carnevale di New Orleans protrattisi per circa un mese.

Dall'insieme delle analisi effettuate l'autore deduce che, tanto in Italia quanto negli USA, la massima mortalità da virus si verifica per temperature comprese fra 4 e 12°C, umidità relative fra 60 e 80% e basse velocità del vento. Si tratta di fattori tutti favorevoli al mantenersi nel tempo delle goccioline emesse con la respirazione, tosse e starnuti e che nel caso di persone contagiate sono ricche di propaguli del virus.

### La correlazione con gli inquinanti

Ciò fatto Scafetta passa ad analizzare come possibile co-fattore la correlazione esistente fra l'inquinamento dell'aria e la diffusione / letalità del virus, giungendo alla conclusione che **su scala mondiale** la correlazione è negativa e cioè che si assiste al fatto paradossale che le zone più inquinate sono anche le meno esposte al virus. In Italia il paradosso si nota ad esempio confrontando la situazione più critica della Repubblica di San Marino (meno inquinata ma più fredda) e quella meno critica delle città vicine come Rimini (più inquinata ma più calda). Un paradosso analogo è stato evidenziato in un altro articolo scientifico (Bontempi, 2020) in cui analizzando per il periodo 10 febbraio-27 marzo 2020 i dati di infezione da Covid19 e i livelli di PM10 in province della Lombardia (Brescia, Bergamo, Cremona, Lodi, Milano, Monza-Brianza, Pavia) e del Piemonte (Alessandria, Vercelli, Novara, Biella, Asti e Torino) si evidenzia che le città piemontesi, pur manifestando più gravi eventi di inquinamento da PM10 rispetto alle città lombarde, hanno mostrato un numero inferiore di casi.

### SARS-CoV-2 vs inquinanti – il perché della correlazione negativa

Di fronte al sussistere di una correlazione negativa fra diffusione / letalità del virus e inquinamento, Scafetta esclude che inquinanti come PM10 e PM2,5 che sono per loro natura in grado di indebolire l'apparato respiratorio possano paradossalmente proteggerci dal virus e tende invece a spiegare il fenomeno con il fatto che i fattori meteorologici dominano di gran lunga il fenomeno. Questo perché

*i principali vettori del virus non sono gli aerosol, i particolati (PM10 o PM2.5) o altri tipici inquinanti ma, piuttosto, le goccioline d'acqua che sono espirate da persone infette (soffiandosi il naso, tossendo, starnutando o respirando) e la cui dinamica e persistenza nell'aria è strettamente dipendente dalle condizioni meteorologiche del luogo come temperatura, umidità relativa e velocità del vento.*

Inoltre, temperature mediamente più fredde determinano le abitudini delle persone promuovendo ad esempio la tendenza a stare in luoghi chiusi e poco areati dove è più facile infettarsi. Aggiungo che qualcosa di analogo accadrebbe per l'influenza, che nel perio-

do estivo, allorché si registra la sua sparizione dalle latitudini medio-alte, si conserverebbe in "serbatoi" tropicali ove le persone si infetterebbero durante la lunga fase piovosa monsonica, nel corso della quale si tende maggiormente a permanere in ambienti chiusi e a stretto contatto (Fuhrmann, 2010; Tamerius et al., 2011).

### Conclusioni

L'articolo è senza dubbio interessante per la vastità dell'affresco delineato e la grande chiarezza espositiva. L'autore peraltro definisce intervalli di temperatura, di umidità relativa e di ventosità favorevoli alla suscettibilità dell'ospite e/o alla virulenza del virus che propone come criteri per individuare il rischio potenziale nel corso dell'anno nelle diverse aree del globo e a tal fine presenta alcuni elaborati cartografici globali.

Da parte mia ho cercato di approfondire ulteriormente la questione correlando i dati di mortalità statunitensi e italiani con due variabili geografiche (latitudine e longitudine). Ho così scoperto che sia per l'Italia sia per gli USA la correlazione con la latitudine media di regioni e stati (per USA espressa come scarto assoluto dalla media, per Italia come latitudine semplice, perché la relazione è monotona con massima mortalità al Nord) è sensibilmente più robusta della correlazione con la temperatura. Più nello specifico ho trovato un r di Pearson di 0,86 per l'Italia e di 0,44 per gli USA.

Come spiegare tale fenomeno? L'idea che mi sono fatto dopo averne discusso anche con il professor Scafetta è che la temperatura media di un periodo lungo (gennaio-aprile) non sia un descrittore sufficientemente accurato. La cosa più immediata da fare potrebbe allora essere quella di mettere a punto un modello che, sfruttando le interessanti indicazioni fin qui ottenute da Scafetta, operi con passo giornaliero in modo da descrivere nel modo più efficace gli effetti sui livelli di infezione dei fattori meteorologici, che sono per loro natura caratterizzati da una elevata variabilità intergiornaliera.

### Bibliografia

- Scafetta N.: Distribution of the SARS-CoV-2 Pandemic and Its Monthly Forecast Based on Seasonal Climate Patterns, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2020, 17, 3493. <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/10/3493>
- Bontempi E., 2020. First data analysis about possible COVID-19 virus airborne diffusion due to air particulate matter (PM): the case of Lombardy (Italy), *Environmental Research*, <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109639>.
- Fuhrmann C., 2010. The Effects of Weather and Climate on the Seasonality of Influenza, *Geography Compass*, 4/7 (2010): 718–730, [10.1111/j.1749-8198.2010.00343.x](https://doi.org/10.1111/j.1749-8198.2010.00343.x)
- Mariani L. 2020 Effetti stagionali sulle malattie da Coronavirus – Alcune riflessioni su COVID19 fondate su bibliografia recente <http://www.climatemonitor.it/?p=52548>
- Tamerius et al 2011 Global Influenza Seasonality: Reconciling Patterns across Temperate and Tropical Regions, *Environmental Health Perspectives*, volume 119, number 4, April 2011.

da [www.climatemonitor.it](http://www.climatemonitor.it), 23 maggio 2020

# Cambiamenti climatici

*Franco Maranzana, caro amico e collaboratore di 21mo Secolo, ci ha lasciato un anno fa. "Un geologo triestino che, dopo un anno di lavoro in Italia (nel 1960, ndr), ha iniziato una serie di peregrinazioni in tutti i continenti lavorando per governi, società, organizzazioni internazionali nel campo delle risorse minerarie", così si presentò nella prima lettera che mi scrisse nel 1999; quando era il direttore del Settore Minerario di Assomineraria. Una vita lunga e piena di successi familiari e professionali, straordinariamente ricca di eventi ed incontri speciali, che ha raccontato nel libro-intervista "Francamente, il mondo", stemperando con grande umorismo la meraviglia per la singolarità degli accadimenti di cui è stato testimone e protagonista. Era un piacere ascoltare il racconto delle sue esperienze internazionali ed è stato un prezioso consigliere, più di quanto dicano gli articoli che ha scritto per 21mo Secolo, soprattutto per la sua curiosità intellettuale e per l'ironia su cui fondava la libertà di pensare alla soluzione che nessun altro aveva visto. Lo ricordiamo ai nostri lettori con un suo scritto di qualche anno fa, che ben esprime la sua indipendenza di pensiero da ogni conformismo.*

Roberto Irsuti

di Franco Maranzana \*

Una nota sintetica su un argomento sul quale mantengo la stessa posizione che espressi quando me la chiesero a Ginevra, in ambito ONU, circa 22 anni fa.

\* Franco Maranzana, geologo, nato a Trieste nel dicembre del 1934, ha studiato all'Università di Roma. Dopo aver lavorato in Italia e in Australia ha perfezionato i suoi studi all'Imperial College di Londra da dove poi ha iniziato la sua esperienza di lavoro internazionale, svolta in un centinaio di paesi. Ha lavorato nell'esplorazione mineraria, nel rischio sismico, nella gestione di progetti in vari ambienti geologici per governi, organizzazioni internazionali (ONU, UE), società multinazionali, società di servizi e come consulente indipendente. Ha iniziato a interessarsi del problema dei cambi climatici e dei temi relativi a tali cambiamenti nel 1987.

## Riscaldamento globale (Global warming)

I geologi, i professionisti della terra, usano di preferenza il contrario cioè il termine Glaciazioni, perché queste si studiano meglio dei periodi caldi, chiamati interglaciali e sono più evidenziate negli strati geologici. Il sottoscritto ha lavorato in terreni che hanno avuto glaciazioni nel passato come le Ande. In Europa i periodi glaciali prendono il nome dei terreni o dei fiumi dove sono state studiate. L'ultima glaciazione (Wurm) ha avuto il massimo 30-35 mila anni fa e le altre, andando indietro nel tempo 110.000 (Riss), 400.000 (Mindel), 1.100.000 (Gunz) e 1.600.000 (Donau). Nei periodi più spinti, in quelli freddi si poteva andare a piedi da Ancona in Dalmazia e in quelli caldi il mare arrivava a Torino. In questi ultimi 15.000 anni un periodo cal-

do è stato quello che va da 8-9.000 anni a 4-5.000 mila anni fa con la nascita dell'agricoltura e degli insediamenti antropici. Negli ultimi 2000, da notare un periodo freddo durante l'impero romano (Orazio cantava il Monte Soratte con la neve), un periodo caldo negli anni medievali (1.100-1.300) con i Vichinghi e la Groenlandia verde, un periodo freddo intorno al 1.700 (il Tamigi gelato).

I riscaldamenti potrebbero corrispondere a delle oscillazioni su un andamento a più lungo termine che ci porterebbe sia a un periodo caldo più lungo e definitivo (un rafforzamento dell'interglaciale) o a uno più freddo, cioè una glaciazione.

## Effetto Serra

Il termine fu usato per la prima volta dal fisico-matematico francese Joseph Fourier, che aveva partecipato alla rivoluzione e poi alla campagna di Egitto con Napoleone, famoso per varie equazioni matematiche come la trasformata. Fourier aveva intuito che ci dovesse essere una coltre atmosferica che, come una serra, intrappolando i raggi solari mitigasse le temperature sulla terra che altrimenti sarebbero estreme. Quasi un secolo più tardi il fisico svedese Svante Arrhenius determinò la composizione della coltre atmosferica gassosa, mantenendo il termine effetto serra, guadagnandosi un Nobel nel 1895. Il vapor acqueo è il costituente principale, 95-96%, l'anidride carbonica, CO<sub>2</sub>, rappresenta intorno al 2% ed il resto è costituito da diversi gas come il metano, l'ozono ed altri. Questo insieme di gas trattiene circa il 60% delle radiazioni solari ed il restante 40% rimbalza sulla terra e sfugge dall'atmosfera. Arrhenius aveva già determinato che il ruolo della CO<sub>2</sub> nella ritenzione dei raggi solari

fosse superiore alla sua percentuale di composizione dei gas serra per le interazioni con il vapor acqueo. Studi più recenti basati sulle frequenze dei raggi solari e sulle interazioni molecolari della CO<sub>2</sub> con quelle del vapor acqueo porterebbero a un fattore di circa il 20% per la CO<sub>2</sub>. Ci sono altri scienziati che sostengono che tale ruolo di assorbimento sia strettamente legato alle percentuali di composizione. Il contributo delle attività umane alla formazione di CO<sub>2</sub> (oltre a quella prodotta dagli oceani, eruzioni vulcaniche, insetti, animali, attività agricola) corrisponderebbe a circa il 7% del totale. La nostra responsabilità, a seconda dei vari studi, oscillerebbe da un minimo di un 7% del 2%, al massimo di un 7% del 20%, cioè da 0,14 a 1,4%. In termini semplici siamo responsabili di 1%, o meno, mentre il 99% compete alla natura.

## Cambiamenti climatici

Imputare alla CO<sub>2</sub>, un componente minore dell'effetto serra, o addirittura all'effetto serra stesso nella sua totalità, l'onere della responsabilità nelle variazioni del clima sulla terra, sembra oltremodo riduttivo. Non si tiene infatti conto di due sorgenti di calore variabile, ma estremamente importanti. Una il Sole e l'altra la Terra stessa capace di generare calore endogeno in grande quantità. Raggi cosmici, campi magnetici ed altro hanno anche un ruolo importante. Nel caso in cui tutti gli agenti concorrono in concomitanza o in maniera contraria si possono raggiungere periodi caldi o freddi, che hanno delle periodicità particolari.

Credo che Fourier avesse ragione nel considerare l'effetto serra come un agente mitigatore, moderatore piuttosto che un generatore di calore.

Vorrei aggiungere anche che di tutto ciò sappiamo ancora così poco, e la scienza del clima è ancora agli albori.

## Vicende della CO<sub>2</sub>

Esiste un mercato in cui si vendono quote di CO<sub>2</sub>. Se un impianto industriale produce meno CO<sub>2</sub> del prescritto, la quantità di CO<sub>2</sub> non prodotta si può "vendere" a quell'impianto che invece ne produce di più e quindi dovrebbe pagare una multa. Chiaramente la quota negativa di CO<sub>2</sub> costa meno della multa. Così facendo l'impianto virtuoso si porta a livelli consentiti e quello meno virtuoso sottraendo la quota comprata si riporta anche lui ai livelli prescritti. A me sembra il più incredibile mercato di "aria fritta" che il mondo abbia visto. Bisogna però essere sicuri che la CO<sub>2</sub> non ritorni all'atmosfera e allora bisogna seppellirla sotto terra in una unità sedimentaria capace di assorbirla e trattenerla.

Nel settembre 2008 ho assistito in Sardegna ad un convegno europeo, in cui erano presenti esperti di una decina di paesi europei ed anche della Cina, sulla cattura e stoccaggio della CO<sub>2</sub>. Si trattava di un argomento tecnico particolare sia dal punto di vista geologico che di varie discipline dell'ingegneria coinvolte in problemi inerenti al trasferimento della CO<sub>2</sub> a strati sotterranei, tenendo conto di pressioni, permeabilità, reattività chimica ed altro. Essendo stata la possibilità di intervenire ho quindi chiesto che cosa succederebbe se domani ci accorgessimo che si va sul freddo. La risposta potrebbe essere: LASCIATE FARE A NOI! Tiriamo fuori la CO<sub>2</sub> e la spariamo nell'atmosfera. Se fa caldo si cattura la CO<sub>2</sub> e si mette dentro, se fa freddo si tira fuori e si disperde. Un lavoro perpetuo. E molto proficuo per gli addetti.

A questa battuta ironica, ma con un fondo di verità, i partecipanti inglesi ed italiani hanno riso simultaneamente, belgi e olandesi sono rimasti dubbiosi, francesi e tedeschi hanno avuto reazioni negative. Si sa che da centinaia di anni esiste una connessione di humour tra inglesi e italiani.

## Conclusioni

Vorrei ricordare che dobbiamo la nostra vita alla CO<sub>2</sub> ed ora la consideriamo come "inquinante". Se le nostre industrie, le macchine, i sistemi di riscaldamento emettessero solamente CO<sub>2</sub> e niente altro, allora, secondo me, avremmo vinto. Invece non è così. Condanniamo la CO<sub>2</sub> e ci dimentichiamo che noi umani abbiamo avvelenato aria, acqua e suolo. Dedichiamoci perciò a questa priorità che dipende solo da noi e non da avvenimenti naturali, imponenti e sovrastanti come i cambiamenti climatici. Il problema della CO<sub>2</sub> ci dissangua e sottrae i mezzi finanziari per lottare contro le nostre vere malefatte.

Da notare, ancora, che al Senato americano sono depositate le opinioni di circa 700 scienziati che non sono d'accordo con le conclusioni del IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), un organo delle Nazioni Unite fortemente politicizzato e manovrato da altri interessi, che ha creato un movimento che sembra quasi di ispirazione religiosa e che muove, però, interessi enormi, politici e non.

Uno dei "Guru" del riscaldamento globale e della CO<sub>2</sub> è il professor Steven Schneider, della Università di Stanford (non certo un istituto culturale minore), consigliere scientifico di Al Gore (per il quale è molto probabile che scriva i testi dei discorsi e dei libri). Circa una trentina di anni fa Schneider aveva iniziato a spingere l'idea del raffreddamento, ma per sua stessa ammissione ha cambiato in riscaldamento globale con il quale si "terrorizza" di più.

# In memoria di S. Fred Singer (27.9.1924 – 6.4.2020)

Ferruccio Ferroni \*

L'ultima volta che incontrai Fred fu nell'agosto del 2011. Lui ritornava da una conferenza tenuta a Erice in Sicilia nell'ambito delle "Majorana Lectures" organizzate da Antonino Zichichi. Il titolo della sua conferenza era "NIPCC vs. IPCC - Addressing the Disparity between Climate Models and Observations: Testing the Hypothesis of Anthropogenic Global Warming (AGW)".

Ritornando a Zurigo fece una tappa in Vaticano, evidentemente per discutere con dei suoi rappresentanti scientifici sulle questioni climatiche.

Questo mi induce a due considerazioni per ricordare quelli che io considero i suoi due meriti principali: il suo internazionalismo ed il voler controbattere l'IPCC sul piano puramente scientifico, senza usare dei termini denigratori come fanno coloro che difendono la tesi dell'IPCC.

Fred era nato a Vienna nel 1924. L'Austria fu annessa al regime Nazista nel 1938 e quindi dovette rifugiarsi - in quanto ebreo - dapprima in Inghilterra e poi negli Stati Uniti dove arrivò ancora giovanissimo nel 1940. Quindi la sua conoscenza dell'Europa era sicuramente limitata. Però ha sempre mostrato un attaccamento particolare all'Europa intrattenendo relazioni con molti paesi europei fra cui l'Italia, la Germania, la Svizzera. Il risultato di questi contatti fu la nascita del Comitato Internazionale Nongovernativo sui Cambiamenti Climatici (NIPCC - Nongovernmental International Panel on Climate Change) nel 2003. In seguito nel 2008 la pubblicazione di un opuscolo dal titolo "La Natura, non l'attività dell'uomo governa il clima", alla stesura dello stesso ha contribuito Franco Battaglia. Questa pubblicazione - in origine scritta in inglese - fu poi tradotta in tedesco, francese, italiano e spagnolo. Questo anche per sottolineare il carattere internazionale del NIPCC. Il sottotitolo è: Riassunto ad uso dei responsabili politici del Rapporto del Comitato Internazionale Nongovernativo sui Cambiamenti Climatici. Fred era molto deluso dei Riassunti per i Responsabili Politici (SPM, Summary for Policy Makers) degli studi scientifici dell'IPCC, che erano influenzati da posizioni tipicamente politiche e che si allontanavano dalle considerazioni puramente scientifiche, le quali sottolineano le incertezze dovute alla mancanza di misurazioni affidabili. Inoltre, non esitò ad allacciare contatti con la Cina che portarono alla pubblicazione nel 2012 del li-

bro, in cinese, "Nature Is Main Driving Factor of Climate Change" con la sua collaborazione e quella di Vincent Courtillot e di due scienziati cinesi. Sulla base di studi fatti in Cina si è potuto confermare che anche in Cina ci fu un Periodo Caldo Medioevale. L'IPCC si è sempre difeso dicendo con il Periodo Caldo Medioevale aveva un carattere locale e non mondiale.

L'altra considerazione fu la sua visione di creare un'istituzione scientifica da contrapporre all'IPCC e questo lo si deduce anche dal titolo della sua conferenza a Erice. Questo credo fosse l'obiettivo che lui voleva ottenere con la formazione dello NIPCC. Infatti, con la pubblicazione del poderoso rapporto nel 2009 "Climate Change Reconsidered", con Fred e Craig D. Idso come autori principali e con i contributi di 36 ricercatori che hanno scrutinato più di 4000 ricerche scientifiche, si è costituita una solida base scientifica che prova l'errore della tesi dell'IPCC, che l'uomo è la causa principale dei cambiamenti climatici, ovvero del riscaldamento globale.

Attualmente, le pubblicazioni del NIPCC sono ben 14 rapporti (vedi [www.climatechangereconsidered.org](http://www.climatechangereconsidered.org)) e questi formano una chiara seconda opinione in netto contrasto con la tesi del IPCC.

Durante la sua carriera professionale ha servito in molti ruoli l'amministrazione statale nel campo dei trasporti e dell'ambiente fino ad essere il primo direttore del National Weather Satellite Service fino al 1964. Si dedicò in seguito alla ricerca e all'insegnamento principalmente quale professore di Scienze Ambientali alla University of Virginia fino al 1992.

Con la creazione dello "Science and Environmental Policy Project" nel 1990 cercò di frenare l'intervento della politica nella scienza e lanciò con "The Week That Was" una delle prime pagine web sulla scienza climatica. Ha al suo attivo più di 400 pubblicazioni scientifiche e oltre 200 editoriali e articoli.

Fred aveva una facilità estrema nel relazionarsi con le persone di altre culture: evitava ogni giudizio sulle persone e cercava sempre di affrontare la questione climatica da un punto di vista puramente scientifico. Quali sono le prove per dimostrare che i gas serra hanno un effetto minimo sui cambiamenti climatici? Evitava di parlare degli attacchi personali subiti da attivisti ambientalisti.

Concludo, ripetendo ciò che hanno espresso più di 150 scienziati in occasione del suo 95mo compleanno: "Noi ti siamo molto grati. Tu sei stato un "mentore" per molti di noi. Da te, noi non abbiamo imparato solamente la scienza, ma anche la pazienza e la perseveranza verso gli altri. Con elogio, affetto e amore, noi diciamo: Grazie Prof. Fred Singer".



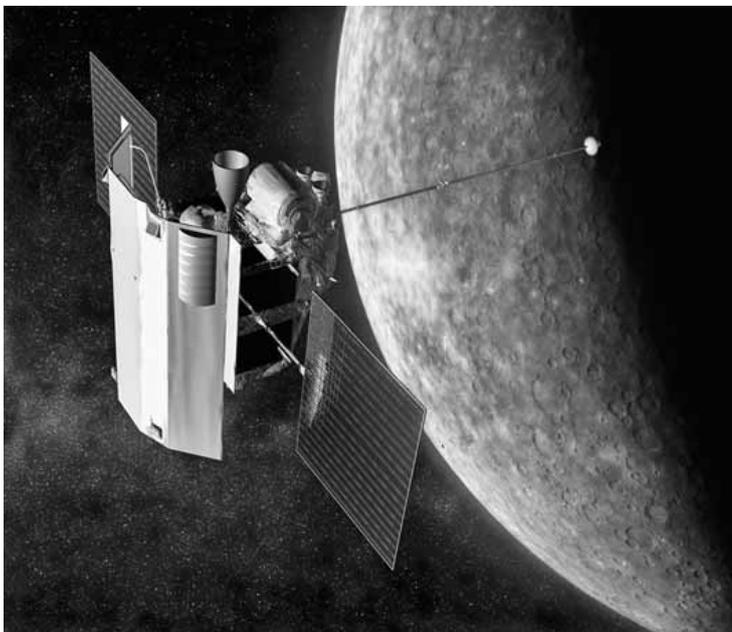
\* Dipl. Ing. ETH – Presidente NIPCC-SUISSE, Zurigo

Dal sorvolo di Venere, la sonda spaziale Messenger deduce un tempo di vita di 13 minuti

# Misura spaziale del tempo di vita dei neutroni

Un team di ricercatori ha effettuato la prima misura del tempo di vita dei neutroni liberi dallo spazio. I risultati della misura, compatibili con le stime effettuate in laboratorio, hanno dimostrato la fattibilità del nuovo metodo e hanno aperto la strada alla progettazione di una missione spaziale dedicata a misurazioni più precise. Tutti i dettagli su *Physical Review Research*<sup>1</sup>

di Valentina Guglielmo



Impressione artistica della sonda spaziale Messenger in orbita attorno a Mercurio. Crediti: Nasa/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington

**P**are proprio che per vivere a lungo, ai **neutroni**, serva una presenza positiva. Come biasimarli. I poveretti, se **isolati dai protoni** con i quali si accompagnano solitamente nel nucleo degli atomi, **resistono solo pochi minuti**. Ma quanti, esattamente?

Studi decennali di laboratorio hanno portato gli scienziati a determinare il **tempo di vita medio** di un neutrone "libero" con precisione dell'ordine di un secondo, ma con **accuratezza insoddisfacente**: risultati

ottenuti con metodi di misura diversi si discostano di circa nove secondi, risultando incompatibili.

Il motivo per il quale risulta così importante convergere nella soluzione del problema è che il tempo di vita dei neutroni è un parametro importante sia in fisica nucleare, sia in fisica particellare e persino in cosmologia. In particolare, le incertezze sul tempo di vita dei neutroni attualmente dominano quelle sulle stime dell'abbondanza dell'elio primordiale, condizionando così la nostra comprensione circa la **formazione degli elementi chimici durante la nucleosintesi primordiale** avvenuta subito dopo il Big Bang.

Un team di ricercatori dello Johns Hopkins Applied Physics Laboratory (Apl) di Laurel, in Maryland, e dell'Università di Durham in Inghilterra, ha fornito un modo che potrebbe porre fine alla situazione di stallo che dura da decenni. Si tratta della **prima misurazione spaziale del tempo di vita dei neutroni**, ottenuta con i dati della navicella spaziale Messenger (*Nasa MErcury Surface, Space ENvironment, GEochemistry e Ranging*). I risultati sono stati pubblicati l'11 giugno sulla rivista *Physical Review Research*.

«Questa è la prima volta che qualcuno ha misurato la vita di un neutrone dallo spazio» dice **Jack Wilson**, scienziato dell'Apl e primo autore dello studio. «Dimostra la fattibilità di questo metodo, che un giorno potrebbe fornire la soluzione a questa anomalia».

L'anomalia a cui fa riferimento Wilson è proprio il **disaccordo fra i due principali metodi di misura** finora impiegati. Il metodo della "bottiglia" prevede di intrappolare i neutroni in una bottiglia e tracciare quanto tempo impiegano a decadere radioattivamente: in media circa 14 minuti e 39 secondi. La tecnica del "raggio" invece consiste nello sparare un fascio di neutroni e calcolare il numero di protoni creati dal decadimento radioattivo. In media, questo richiede circa 14 minuti e 48 secondi – nove secondi in più rispetto al metodo della bottiglia, per l'appunto. Un valore molto maggiore rispetto all'incertezza di misura dei due esperimenti.

<sup>1</sup> *Physical Review Research*, "Space-based measurement of the neutron lifetime using data from the neutron spectrometer on NASA's Messenger mission" di Jack T. Wilson, David J. Lawrence, Patrick N. Peplowski, Vincent R. Eke, and Jacob A. Kegerreis.

La tecnica proposta per misurare il tempo di vita dei neutroni dallo spazio si basa sul fenomeno della cosiddetta spallazione, ovvero il processo di frammentazione di un nucleo atomico in seguito a collisione con particelle di alta energia.

Atmosfere e superfici planetarie sono costantemente bombardate da raggi cosmici che collidono con gli atomi presenti, rilasciando neutroni che vengono deviati verso lo spazio esterno contro la forza di gravità. La **distanza dalla superficie** del pianeta percorsa dai neutroni prima di decadere radioattivamente è **proporzionale al loro tempo di vita**. Confrontando il numero di neutroni a varie altitudini quindi, una sonda spaziale potrebbe stimare la durata della vita dei neutroni.

Non esiste alcuna missione dedicata a questa misura, ma alcune missioni finalizzate allo studio della composizione atmosferica e superficiale dei pianeti sono dotate di strumenti adatti a raccogliere le informazioni necessarie. La distribuzione di energia dei neutroni prodotti per spallazione che riescono a fuoriuscire dal campo gravitazionale di un pianeta e giungono nello spazio è infatti dipendente dalla composizione elementare del pianeta su scale di profondità dell'ordine del cammino libero medio dei neutroni – la strada che essi riescono a fare prima di scontrarsi con altre particelle che li deviano in altre direzioni. Pertanto, allo scopo di studiare la composizione chimica – atmosferica e superficiale – planetaria, molte sonde spaziali sono dotate di **spettrometri a neutroni**.

«Di tutte le misurazioni effettuate in passato sulle navicelle spaziali, quelle di Messenger sono adatte a misurare il tempo di vita dei neutroni», conferma **David Lawrence**, uno scienziato planetario Apl e coautore dello studio.

Messenger ha campionato i flussi di neutroni in arrivo su **una vasta gamma di altezze sopra Venere e Mercurio**, partendo dal punto di massimo avvicina-

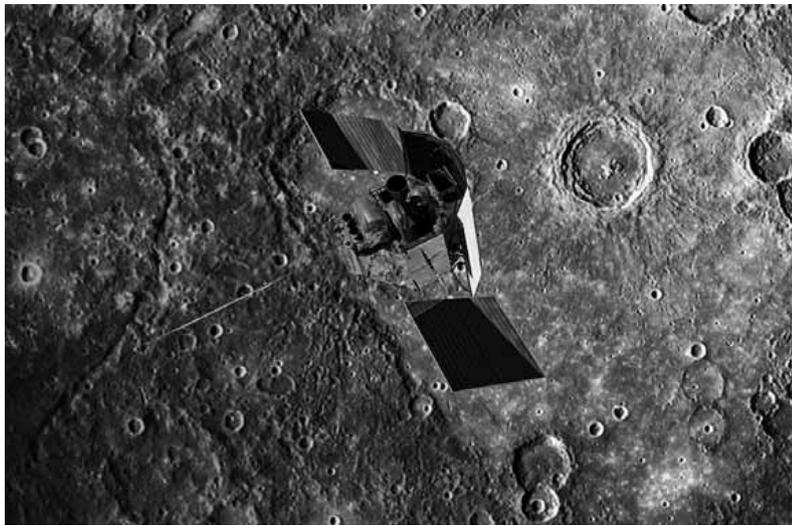
mento alla superficie planetaria – 339 km per Venere, 205 km per Mercurio. I neutroni a bassa energia emessi dall'atmosfera di Venere si muovono a pochi chilometri al secondo. All'altitudine di Messenger – da poche centinaia a poche migliaia di chilometri sopra la superficie del pianeta – i neutroni rivelati avrebbero viaggiato per un tempo simile al loro stesso tempo di vita. «È come un grande esperimento in bottiglia, ma invece di usare pareti e campi magnetici, usiamo la gravità di Venere per confinare i neutroni per un tempo paragonabile alla loro vita», ha detto Wilson.

Secondo questo nostro nuovo approccio, il tempo di vita dei neutroni viene determinato **confrontando i risultati** provenienti da una serie di **modelli** calcolati utilizzando diversi tempi di vita con le misurazioni ottenute da Mercurio e Venere. Il tempo di vita, assieme alla composizione superficiale o atmosferica e alla massa del pianeta, determina il tasso con cui il flusso di neutroni diminuisce all'aumentare della distanza. Nel caso di Venere, il migliore accordo fra dati e modelli ha definito un tempo di vita medio di circa **13 minuti**.

«Questo risultato dimostra che anche utilizzando i dati di una missione progettata per fare qualcosa di completamente diverso, è ancora possibile misurare il tempo di vita dei neutroni dallo spazio», dice **Jacob Kegerreis**, ricercatore presso l'università di Durham e coautore dello studio.

Le **incertezze** sulle misure ottenute tuttavia sono **significative** – dell'ordine di un minuto circa sia per gli errori statistici che sistematici – e questo studio costituisce pertanto un primo tentativo esplorativo di fattibilità. Le incertezze statistiche sono grandi a causa della breve durata dei *flybys* (solo 70 minuti ad una altitudine inferiore a 104 km) e della conseguente scarsa quantità di dati raccolti. Gli errori sistematici sono altrettanto grandi; tuttavia, gli **errori potrebbero essere notevolmente ridotti** con un esperimento di più lunga durata utilizzando le osservazioni prese solo su Venere, evitando così le sistematiche associate alla complessità della composizione superficiale di Mercurio.

Effettuare misurazioni più precise richiederà una **missione spaziale dedicata**, possibilmente su Venere, poiché la sua atmosfera densa e uniforme e la sua grande massa intrappolano efficacemente i neutroni intorno al pianeta. Il team sta lavorando con il supporto interno dell'Apl per capire come realizzare una tale missione. «In ultima analisi, vogliamo progettare e costruire uno strumento spaziale in grado di effettuare una misurazione ad alta precisione della durata di vita dei neutroni», conclude Wilson, e forse risolvere finalmente questo eccezionale mistero.



Impressione artistica del sorvolo di Messenger su Mercurio. Crediti: Nasa/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington

(da <https://www.media.inaf.it/2020/06/16/prima-misura-spaziale-del-tempo-di-vita-dei-neutroni/>)

# Reattori modulari: il Dipartimento dell'Energia USA a favore di requisiti di sicurezza più flessibili

I reattori modulari di piccola taglia (SMR), che stanno per affacciarsi nel panorama della produzione di energia nucleare, richiedono un adeguamento normativo che tenga conto delle innovazioni tecnologiche in essi intrinseche. Una parte importante dei requisiti normativi riguarda la definizione delle zone di emergenza, argomento che vede impegnato l'ente regolatore degli Stati Uniti (NRC) già da diversi anni e che ora sembra muoversi alla fase finale con la pubblicazione di una proposta di revisione normativa nel Registro Federale (Federal Registry). La bozza, ora aperta ai commenti del pubblico e delle parti interessate, ha già incassato l'importante appoggio del Dipartimento dell'Energia.

La nuova normativa, applicabile solo agli SMR e ad altre nuove tecnologie nucleari (ONT), abolirebbe la necessità di individuare la cosiddetta *Ingestion Pathway Emergency Planning Zone (IPZ)*, ovvero la zona dove potrebbe verificarsi contaminazione della catena alimentare in caso di emergenza radiologica; zona che oggi si estende per un raggio di 50 miglia attorno alle centrali.

Inoltre, la *Emergency Planning Zone (EPZ)*, oggi estesa invariabilmente a 10 miglia di raggio dalla centrale, verrebbe definita in base ad una procedura di valutazione del rischio caso per caso, con riferimento ad una soglia di dose equivalente totale efficace (TE-

DE) pari a 10 mSv, determinata per un ventaglio di incidenti credibili che possano occorrere al reattore. Si passerebbe dunque dalla definizione inflessibile dell'estensione dell'area per la quale piani di emergenza devono essere predisposti ad una sua determinazione dipendente da una soglia di rischio, quindi variabile a seconda delle caratteristiche di sicurezza intrinseche che gli SMR potranno vantare e di futuri miglioramenti tecnologici.

È doveroso notare che la soglia dei 10 mSv è la stessa che sta alla base delle 10 miglia prescritte dalla normativa vigente per i reattori di grossa taglia, dunque non vi è nessun allentamento a priori dei requisiti di sicurezza, bensì una loro più efficace declinazione.

C'è da aspettarsi, infatti, che l'effetto combinato delle innovazioni tecnologiche degli SMR e della loro piccola taglia riduca significativamente il raggio della EPZ. Inoltre, la normativa così definita stabilirebbe un criterio chiaro che indurrebbe ancor di più i vari progettisti di SMR a competere per aumentare le performance di sicurezza.

I benefici di tale normativa sarebbero ampi, avendo essa implicazioni sulla scelta del sito, sui tempi di costruzione e sulla capacità degli SMR di convivere con altri insediamenti commerciali, residenziali, agricoli ed industriali.

da [www.associazioneitaliananucleare.it/tag/smr/](http://www.associazioneitaliananucleare.it/tag/smr/)  
11 giugno 2020.

## Lo sviluppo degli SMR in Canada

Il governo della provincia canadese del Saskatchewan ha annunciato la creazione di un ufficio che aiuterà la pianificazione e lo sviluppo dei reattori nucleari modulari (Small Modular Reactors, SMR) nella provincia. Il nuovo ufficio "coordinerà la politica nucleare ed il programma di lavoro" all'interno della "Divisione Cambiamento climatici e adattamento" del Ministero dell'Ambiente.

Il programma per la crescita del Saskatchewan, pubblicato nel novembre 2019, comprende obiettivi di riduzione delle emissioni di anidride carbonica del settore elettrico e lo sviluppo della tecnologia degli SMR con la possibilità di realizzare un primo reattore SMR operativo entro il 2035.

"Lo sviluppo di reattori nucleari modulari nel Saskatchewan richiederà la collaborazione di numerosi partner in modo da conseguire pienamente i benefici attesi nella creazione di posti di lavoro, valorizzazione

ne delle attività minerarie uranifere del Saskatchewan e contribuire alle politiche per il clima della provincia – ha dichiarato il ministro dell'Ambiente Dustin Duncan – L'energia pulita nucleare fornirà al Saskatchewan gli strumenti per contrastare il cambiamento climatico. Il progresso nelle tecnologie dei piccoli reattori modulari porterà in Canada benefici economici ed ambientali, attraverso nuove tecnologie pulite, ma anche sicure, affidabili ed economicamente competitive".

Nell'aprile del 2018 i Laboratori Nucleari del Canada, con sede in Ontario, invitarono le aziende ed enti coinvolti in progetti di Small Nuclear Reactors a valutare la possibilità di costruire ed operare un SMR in uno dei loro siti. Il Ministero federale canadese per le Risorse Naturali stabilì nel novembre del 2018 un percorso per lo sviluppo degli SMR nel Paese.

(Fonte *World Nuclear News*, 25 giugno 2020)

# L'abbandono del nucleare in Italia - parte 2

di Ettore Ruberti \*

**H**o ritenuto opportuno, nello scorso numero di questa rivista, fornire una breve descrizione oggettiva di quanto effettivamente accaduto a Chernobyl e Fukushima e sulle conseguenze degli eventi incidentali, o considerati tali, avvenuti in quelle centrali nucleari, perché al cittadino, salvo rare eccezioni, è stata fornita un'informazione sbagliata e terroristica. Ciò ha portato ad un generale rifiuto del nucleare nel nostro Paese; per onestà, andrebbe fornita un'informazione corretta, partendo da una breve disamina di come mass media e mondo politico abbiano affrontato l'argomento e delle conseguenze del loro atteggiamento.

L'informazione sbagliata prosegue ancora oggi. Recentemente, seguendo lo spostamento dei lupi, animali notoriamente erratici e capaci di coprire grandi distanze, i ricercatori ne hanno documentato lo spostamento anche a 300 km dalla zona evacuata attorno a Chernobyl: questo ha portato alcuni "catastrofisti" a diffondere notizie (è stato fatto persino un documentario italiano!) circa lupi radioattivi o comunque mutanti!

La catastrofe di Chernobyl del 1986 provocò nel pubblico non specializzato nelle tecnologie nucleari, non solo del nostro Paese, una reazione di rifiuto verso la produzione elettrica mediante la fissione dell'atomo, anche perché

nessuno dei mezzi di informazione chiari che non si era trattato di un incidente ma di un pazzesco esperimento. Mentre però negli altri Paesi si cercò di diffondere un'informazione corretta e la comunità scientifica si dimostrò



compatta e seria nei confronti della classe politica, in Italia ciò non avvenne ed i politici, in seguito agli esiti scontati di un referendum popolare, impostarono una nuova politica energetica che prevedeva un notevole incremento nell'utilizzo del gas naturale. Venne così imposta una moratoria di cinque anni, che poi sono diventati trentatré, nell'utilizzo delle quattro centrali nucleari di cui disponevamo -Trino Vercellese in Piemonte, Caorso in Emilia, Latina nel Lazio e Sessa Aurunca sul Garigliano in Campania. Va anche sottolineato che la moratoria non ha portato ad eliminare dal mix energetico utilizzato dall'Italia l'energia elettrica prodotta per mezzo della fissione, ma l'ha trasformata in un prodotto di importazione, principalmente dalle centrali della vicina Francia.

Per quanto riguarda il referendum, d'altra parte, va sottolineato che esso non metteva in questione la produzione energetica tramite fissione nucleare (la quale non poteva essere oggetto di quesito referendario, in quanto l'Art.

75 della Costituzione vieta esplicitamente di sottoporre a quesito referendario materie frutto di accordi internazionali. Il motivo per cui non abbiamo votato per l'adozione dell'euro!), ma proponeva tre quesiti piuttosto nebulosi e di difficile comprensione anche per gli addetti ai lavori. Tali quesiti, in effetti, riguardavano:

1. l'abrogazione delle norme che consentivano al Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica (CIPE) di decidere sulla localizzazione delle centrali a carbone e nucleari nel caso non lo avessero fatto le Regioni nei tempi previsti;

2. l'abrogazione dei compensi ai Comuni che accettavano i grandi insediamenti energetici nucleari o a carbone;

3. l'abrogazione della norma che consentiva all'ENEL di partecipare ad accordi internazionali per la costruzione e la gestione di centrali nucleari all'estero.

Questo nonostante la prima Conferenza Nazionale sull'Energia avesse raccomandato il contrario e nonostante l'allora presidente del Consiglio dei ministri, Bettino Craxi, avesse rassicurato la Comunità Europea sul non abbandono della produzione elettrica per mezzo dell'energia nucleare da parte dell'Italia.

Va anche sottolineato che Craxi, per rendere attuativo l'esito referendario, emanò un Decreto Legge, mai convertito in Legge,

\* Ricercatore dell'ENEA, Dipartimento FSN-FISS-SNI, professore a contratto di Biologia generale e molecolare all'Università Ambrosiana.

che imponeva una moratoria di cinque anni nella produzione di energia per mezzo della fissione dell'atomo. Quindi, il protrarsi della moratoria venne effettuato in assenza di atti legislativi legittimi.

Anche dopo l'evento di Fukushima, nel quale su oltre 18.000 morti causati dal terremoto e dallo tsunami solo tre sono avvenuti nelle centrali e nessuno per le radiazioni, in Italia è stato promosso un referendum scritto così male che, prendendolo alla lettera, permetterebbe la riapertura delle centrali nucleari. Inoltre, come nel caso di Chernobyl, anche per quanto concerne Fukushima, l'informazione fornita dai mass media è stata tutt'altro che corretta: a titolo esemplificativo va ricordata la nube formata da denso fumo nero, causata dall'incendio di una raffineria, e fatta passare su tutti i telegiornali con sovraimpressa la scritta: "incubo nucleare" con sotto riportato il numero totale di morti del terremoto. Mentre nessun notiziario televisivo e nessun quotidiano ha informato la popolazione delle vere cause della maggior parte dei decessi, come chiarito nella prima parte di questo articolo pubblicato sullo scorso numero della rivista.

Mi sembra il caso di sottolineare che, nel nostro Paese, per rispondere allo stato di ansia della popolazione, addirittura di vero terrore delle radiazioni, fomentato, se non addirittura provocato, dai mass media in cui potevano discutere tutti tranne gli specialisti, si è distrutto un comparto energetico, demolendo un pregevole capitale tecnologico ed umano, eliminando centinaia di posti di lavoro ed aumentando la quota, già rilevante, di energia importata.

Come ciliegina sulla torta, sono state estese le norme di sicurezza, rendendo illegali quantità di radiazioni al di sotto della soglia del pericolo. Siamo arrivati al paradosso che i limiti di soglia delle radiazioni prodotte dalle attività umane sono più basse del

livello di radiazione naturale; come se le radiazioni prodotte dalle attività umane fossero diverse da quelle naturali: addirittura non è prevista la quantità minima!

Per concludere, è necessario sottolineare che, oltre a fornire una ricostruzione degli eventi incidentali perlomeno distorta, i mass media hanno portato la popolazione dei Paesi occidentali, ed in particolare dell'Italia, a ritenere pericoloso il nucleare ed a sottovalutare i danni sanitari ed ambientali causati dall'utilizzo massivo dei combustibili fossili

che causano morti e malati accertati. In Europa, secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità, nel 2016 le morti attribuibili all'inquinamento sono state calcolate in 3,7 milioni, la metà per il carbone.

Per correttezza, quando si parla di energia, mass media ed i politici dovrebbero mostrare al cittadino un confronto tra l'impatto sanitario ed ambientale di tutte le diverse fonti energetiche, non demonizzando il nucleare a prescindere.

Recensione – Italo Dante De Murtas ed Ettore Ruberti

## Biodiversità una risorsa vitale per l'intera umanità

146 pagine - Euro 29,90 – BookSpring, 2020

**L**a Biodiversità è il titolo dell'interessante opera scritta, a quattro mani, da due valenti autori: Italo Dante De Murtas ed Ettore Ruberti, quest'ultimo ben noto ai nostri lettori.

Nel saggio i due professori hanno deciso di unire le loro co-

noscenze e competenze per affrontare un tema di cui si sente parlare sempre più spesso, soprattutto in questi ultimi anni. Un tema che non può non indurre il lettore a riflettere su quanto la tutela dell'ambiente abbia effetti rilevanti sull'intero pianeta. Né è possibile ignorare l'impatto delle attività umane rispetto alle differenti specie ed ai diversi eco-sistemi e quindi anche l'aspetto etico della tutela ambientale a cui nessuno può essere indifferente.

Si tratta di un libro interessante, scritto in un linguaggio rigoroso ma accessibile anche ai non addetti ai lavori. Il volume è corredato da tabelle e grafici che arricchiscono ed integrano il testo, nonché da pregevoli fotografie scattate dagli Autori nel corso delle loro ricerche in vari ambienti ed in diversi Paesi.

*Roberto Irsuti*



Offshore Wind Farms: opzioni strutturali, criticità e costi

# Tecnologie elettriche nei moderni Campi eolici fuori-costa

di Sergio Fontanot \*

## 1 Panoramica di richiamo

Della Generazione elettro-eolica ho trattato i principi fondamentali e le più recenti varianti tecnologiche nella terza, recente edizione mio libro-base (*Energia Elettrica, Mercato, Ambiente*, 3a edizione aggiornata ed ampiamente integrata, 2020, capitolo 3).

Ne avevo approfondito storia, caratteri e criticità endemiche di integrazione nei Sistemi elettrici in un libro monografico (*L'energia eolica e la sfida dei mercati elettrici*).

Ma il fenomeno mostra una capacità di crescita e diffusione tali da far impallidire il vecchio, casalingo collega Fotovoltaico, se non il Coronavirus e quindi abbiamo ritenuto interessante ed utile per i lettori pubblicare questo articolo che, in un'ottica selettiva ed aggiornata, ne sviluppa ed approfondisce l'anima dannata... -mente vitale che ha scelto il mare per tonificarsi.

La grande Generazione eolica "commerciale" (escludendo il raro mini-eolico domestico), aliena dalla nobile tradizione dell'industria elettrica italiana, può immettere nelle Reti, come ci ripetono ossessivamente i Media, rilevanti quantità di Energia (Gigawattora), "sufficienti a coprire una visibile fetta dei Consumi" (in Italia 2018: ca. 6% del totale prodotto e circa il 20% delle FER, vedi tabella 1). Ma lo fa, come testimonianza anche la comune esperienza... disordinatamente sia in termini di luogo che di tempo (aleatorietà dei venti); caratteristica per cui costituisce un problema per i Gestori della Rete (Dispacciatori) in tutto il Mondo, che hanno bisogno di maneggiare Potenza (Megawatt) dove e quando gli serve per bilanciare il sistema tecnico-economico della Domanda-Offerta.

Per contro, questa tecnologia produttiva costituisce, da una decina d'anni, fonte di guadagno per i grandi costruttori (stranieri) di torri eoliche ed acces-

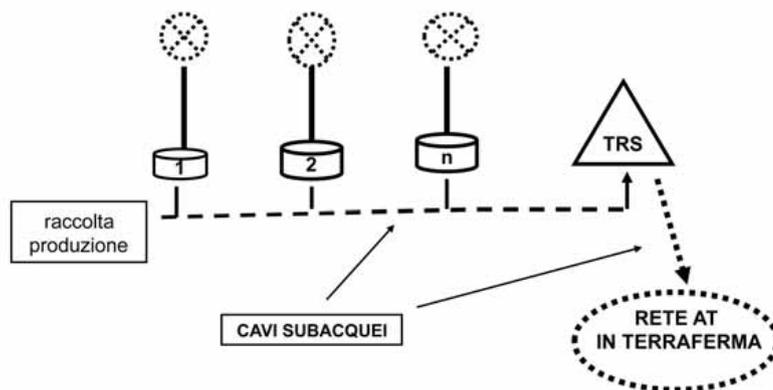


Figura1, Schema essenziale di un campo eolico fuori-costa, da *Energia Elettrica, Mercato, Ambiente*, 3a edizione, 2020

**Tabella 1 - Posizionamento dell'Eolico nel panorama produttivo italiano 2018**, elaborazione su dati Terna

GWh 2018 (%)	Eolico	Fotovoltaico	Idroelettrico	Termo
289.708,4 (100)	17.716,4 (6,1)	22.653,8 (7,8)	50.502,8 (17,5)	198.835,4 (68,6)

sori e per i sussidiati (più o meno in tutto il Mondo!) proprietari e gestori degli Impianti (1).

Il fenomeno si è manifestato all'interno dell'"onda verde" seguita all'entrata in pieno vigore giuridico dell'Accordo di Kyoto, nel fatidico febbraio del 2005. (*Energia Elettrica, Mercato, Ambiente*, 3a edizione, 2020, capitolo 3, Incentivazione; capitolo 5, Kyoto).

La "Brigata Verde" di cui sopra se l'è passata e se la passa, da allora, a meraviglia come dimostrano i diagrammi di sviluppo di questa tecnologia (figure 2 e 3).

Come accade in tutti i Mercati, anche in quello eolico i mercanti di tutto il mondo uniti (talora, nel nostro Paese, aiutati pure dalla Mafia (2), vista la pacchia, vi ci si sono buttati, come Paperone nel lago di monete.

(1) I provvedimenti DM 6/7/2012 e DM 23/6/2016, dopo il tramonto del Fotovoltaico, hanno fatto dell'Eolico la Fonte maggiormente incentivata e quindi ambita. Nel periodo 2017-2019 circa 1,4 GW di impianti incentivati, ex-CV (Certificati Verdi). Entro il 2020, si stima l'entrata in esercizio di circa 1,2 GW di nuovi impianti ex DM 6/7/2012 e DM 23/6/2016. (GSE, [www.gse.it/documenti\\_site/Documenti%20GSE/Studi%20e%20scenari/Il%20punto%20sull%27eolico.pdf](http://www.gse.it/documenti_site/Documenti%20GSE/Studi%20e%20scenari/Il%20punto%20sull%27eolico.pdf))

(2) <http://archivio.antimafiaduemila.com/rassegnastampa/30-news/13078-cronache-dalla-sicilia-eolo-e-la-mafia-le-pale-eoliche-cosa-nostra-e-i-politici-corrotti.html?start=2>

\* Ingegnere elettrotecnico, una lunga carriera direttiva in ENEL e successivamente docente a contratto all'Università di Trieste. L'articolo completo sarà presto pubblicato in un volume dedicato all'auto elettrica.

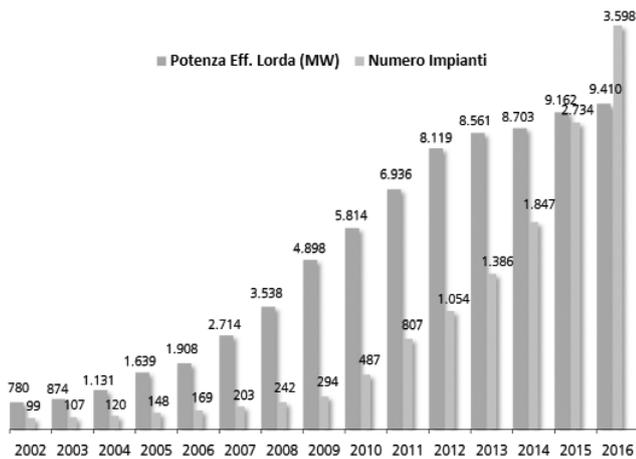


Figura 2, Sviluppo iniziale (MW installati, colonne alte) e numero impianti (colonne più basse) dell'Eolico italiano. Fonte GSE: [www.gse.it/documenti\\_site/Documenti%20GSE/Studi%20e%20scenari/Il%20punto%20sull%27eolico.pdf](http://www.gse.it/documenti_site/Documenti%20GSE/Studi%20e%20scenari/Il%20punto%20sull%27eolico.pdf)

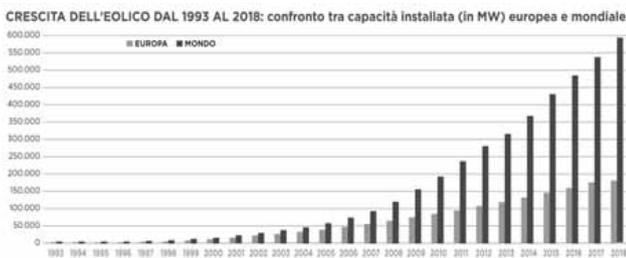


Figura 3, Sviluppo dell'Eolico (MW installati) in Europa (colonne basse) e nel Mondo (colonne alte), fonte ANEV (Associazione Italiana Energia dal Vento). [https://www.anev.org/wp-content/uploads/2019/10/Anev\\_brochure\\_2019web.pdf](https://www.anev.org/wp-content/uploads/2019/10/Anev_brochure_2019web.pdf)

Naturalmente, hanno chiesto, per il miglior sviluppo dei loro affari, consiglio anche ai tecnici i quali, sulla base di inoppugnabili documentazioni (figura 4), hanno sentenziato che:

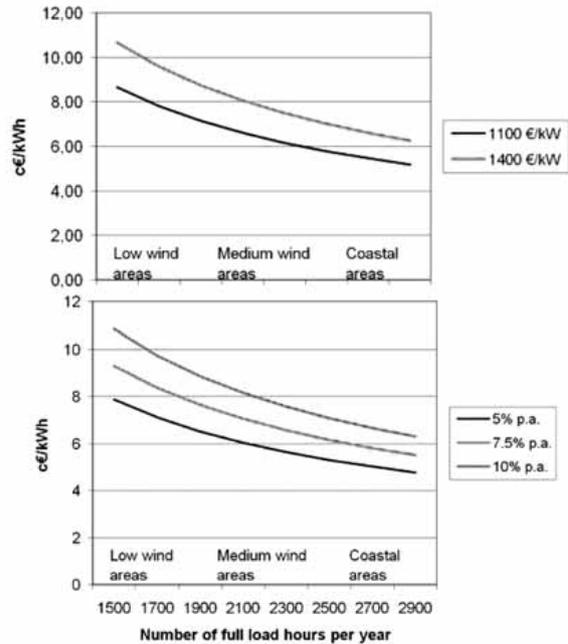


Figura 4, Costi di produzione di energia elettro-eolica in funzione del sito e ventosità. Diagramma alto: curva superiore: parametro = costo di costruzione =1100 /kW... soluzione terrestre (onshore); curva inferiore, idem per 1400 /kW... soluzione in mare (offshore); Diagramma basso: influenza delle ore annue per le quali quella particolare velocità viene registrata nel sito di installazione (il parametro = frequenza, decrescente, alto-basso, da 10% a 5%). Fonte figura Università di Genova [www.tpg.unige.it/TPG/wp-content/uploads/2015/12/41\\_EnergiaEolica.pdf](http://www.tpg.unige.it/TPG/wp-content/uploads/2015/12/41_EnergiaEolica.pdf)

a) Più vento c'è nel sito di installazione (in ore/anno... senza esagerare in velocità!), meglio è.

b) Va ancora meglio se il vento è bello liscio... "laminare" per gli scienziati e non "turbolento", come approfondirò, di seguito, per i più curiosi.

c) Con "buon vento" e rotori sempre più grandi, costa meno produrre elettricità "pulita" da vendere particolarmente bene (3) sui Mercati ideologici dei "Titoli verdi", che i Venditori sul Mercato Libero utilizzano per fatturare ai clienti creduloni energia "verde" o che servono agli Operatori obbligati dalla politica a disporre di "Quote di energia rinnovabile" per stare sul Mercato (*Energia Elettrica, Mercato, Ambiente*, 3a edizione, 2020, capitolo 3, 6).

d) I Rotori (pale) tendono a diventare più grandi (figura 5) perché la Potenza dell'impianto (MW) cresce con la potenza 2 (il quadrato) del diametro e 3 (cubo) della velocità (*Energia Elettrica, Mercato, Ambiente*, 3a edizione, 2020, capitolo 3).

La potenza ricavabile (kW), all'asse di una macchina ad asse orizzontale, si può ottenere dalla formula pratica:

$$P = 1,5-2,1 \times 10.000 \times d^2 \times v^3$$

(3) Il valore medio in Italia, 2020, dei Certificati Verdi (CV) è 50 €/MWh.

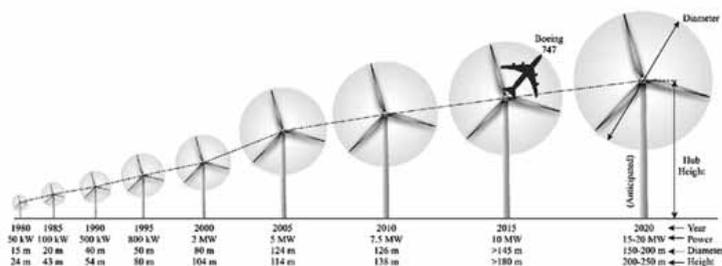


Figura 5, Evoluzione dimensionale dell'eolico. Fonte Research Gate [https://www.researchgate.net/figure/fig3\\_276913259](https://www.researchgate.net/figure/fig3_276913259)

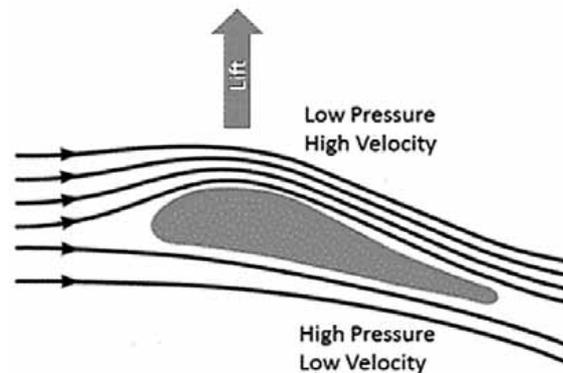


Figura 6, Applicazione del Principio di Bernoulli al profilo di una pala (vela o ala d'aereo). Fonte figura, <https://www.thedifferentgroup.com/2017/09/09/teorema-di-bernoulli/>

dove:

d = diametro del rotore in metri

v = velocità del vento, al mozzo, in m/sec

### Cenni di fluidodinamica delle Pale Eoliche

Nelle "pale", assimilabili alla "vela di taglio" (ad es. randa) di un'imbarcazione e all'ala di un aereo, così anche sugli "eliconi" eolici... in applicazione del principio di Bernoulli (4) "La diversa velocità di scorrimento dei "filetti fluidi" fra la faccia convessa (vel. >) e quella concava (vel <) di ciascuna pala determina, per la differenza di pressione (minore sulla convessa, maggiore sulla concava) il manifestarsi di una "forza", applicata al "centro di spinta" e diretta dalla faccia a pressione maggiore verso quella a pressione minore (figura 6).

Negli aerei, dove l'aria si può considerare "ferma" e l'aereo è spinto dal motore, il vento è "relativo" e la forza si chiama "Portanza" ed è quella che lo sostiene; nelle barche a vela, la sua componente in direzione poppa-prua le fa avanzare.

Nel nostro caso, determina una "coppia motrice" rispetto all'asse, che fa girare l'elica "passiva" (figura 7).

In fluidodinamica si dimostra che il massimo rendimento nel trasferimento di energia (figura 8) dal vento alle pale si ottiene in assenza di "turbolenza" che, detto in modo semplice, significa irregolarità localizzata in direzione e forza del vento ed è prodotta principalmente dalla "frizione" del vento con la superficie su cui scorre: nel caso "terrestre" è dovuta ai disturbi indotti nel flusso del vento dall'orografia (rilievi), dai boschi ovvero da ostacoli artificiali (palazzi, ciminiere ed altre infrastrutture civili). L'intensità della turbolenza viene determinata, in termini statistici, come la deviazione standard (5) della velocità del vento su brevi scale di tempo: come ordini di grandezza, su un terreno complesso il livello di turbolenza è dell'ordine del 20%, mentre in mare aperto questo valore scende al 10%.

Da quanto detto, risulta chiara la ragione del virare dell'attenzione degli investitori verso gli impianti ma-



Figura 7, Principio di funzionamento di un'elica passiva

rittimi sempre più al largo (offshore) (figura 1).

L'eolico terrestre (onshore):

- condivide la natura endemicamente capricciosa della fonte energetica primaria (vento) con il fratello di mare,
- è palesemente meno costoso da realizzare (strade e reti elettriche sono... a portata di mano) ma risulta afflitto da problematiche peculiari come:
- la constatata maggior turbolenza,

(4) Semplificando "In un fluido ideale in movimento in un tubo fisico o in corrente libera, per ogni incremento localizzato della velocità si ha una corrispondente diminuzione della pressione.

(5) In una distribuzione statistica X composta da N valori numerici, la deviazione standard è la radice quadrata della media aritmetica degli scarti assoluti tra i valori della distribuzione  $\{x_1, x_2, \dots, x_N\}$  e un valore medio (?).

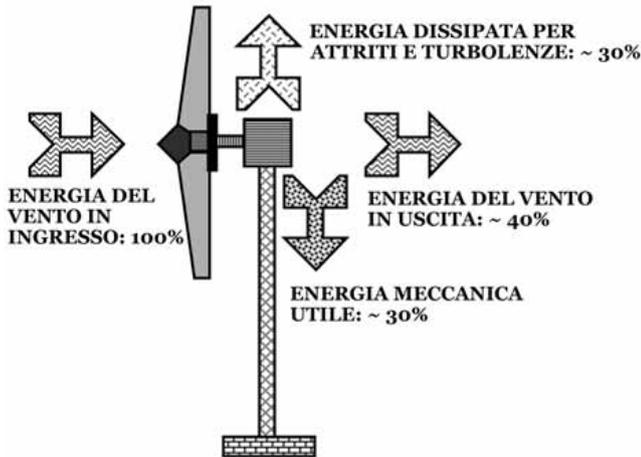


Figura 8, Schematizzazione del trasferimento di energia in una torre eolica. Fonte Università di Bologna, [http://amsacta.unibo.it/4373/1/P12\\_%25E2%2580%2593\\_Eolico\\_Emiliana\\_Romagna.pdf](http://amsacta.unibo.it/4373/1/P12_%25E2%2580%2593_Eolico_Emiliana_Romagna.pdf)

– rogne ambientali, derivanti dall’occupazione di suolo, disturbo paesaggistico, rumore (!) e per gli animalisti radicali, pure la macelleria di grandi uccelli.

Per contro, la versione in mare più o meno aperto (rispettivamente, floating e coastal-offshore) è molto più complicata e costosa, come vedremo nel cuore dell’articolo ma sfrutta venti qualitativamente e quantitativamente migliori; può svilupparsi senza limiti dimensionali e per gli ambientalisti ed esteti del paesaggio è “lontana dagli occhi” e secondo il detto, “lontana dal cuore”... almeno fin quando una ipotetica sottosegretaria animalista dei “pescisti” non se ne farà oggetto di afflizione e di battagliera presa in carico, con gommone d’assalto, campagne di stampa ed il sostegno “laudativo” della Santa Sede.

**2 Stato dell’Arte e prospettive:**

Secondo l’Offshore Wind Outlook 2019 dell’International Energy Agency, IEA ([iea.blob.core.windows.net/assets/2e7ec2d6-7cf1-4636-b92c-046ae16f4448/OffshoreWind-Launch-Presentation1.pdf](http://iea.blob.core.windows.net/assets/2e7ec2d6-7cf1-4636-b92c-046ae16f4448/OffshoreWind-Launch-Presentation1.pdf)) alla fine del 2018, la capacità totale installata di eolico offshore, nel mondo (figure 9, 10 e11) ammontava a circa 20 GW, circa il 5% del totale eolico e quasi tutta in Europa, dove il Regno Unito ha il ruolo di leader, seguito da Germania, Olanda e Danimarca. IEA prevede una quadruplicazione di tale capacità al 2030, mantenendo sostanzialmente la distribuzione geografica (in scenari di politica ambientale stile Green Deal... ante COVID19).

**3 Cenni di tecnica infrastrutturale generale**

Le installazioni fisse per torri e/o infrastrutture elettriche collegate: piattaforme “a tavolino” con 3-4 pilastri appoggiati al fondo, figure-12, 12 bis), hanno

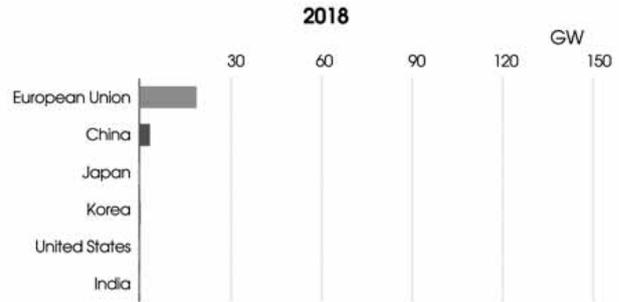


Figura 9, Capacità eolica installata nel mondo, 2018

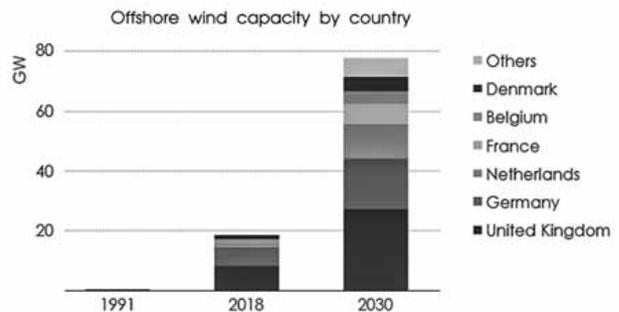


Figura 10, Sviluppo previsto della capacità eolica installata nel mondo, al 2030

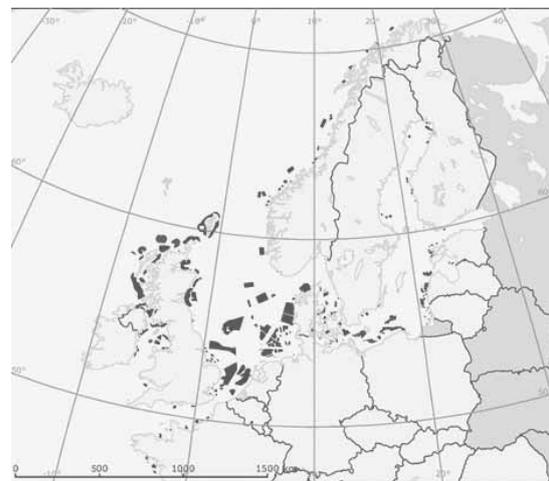


Figura 11, Distribuzione geografica dei campi eolici nord-europei, concentrati nel Mare del Nord (profondità media dell’ordine dei 100 metri, con una profondità massima di 700 metri)

un limite di profondità dell’odg di 40-50 metri e quindi, in presenza di profondità maggiori, è fatale il ricorso a soluzioni con supporto galleggiante (floating platforms) (figura-12 ter) di vari tipi, descritti in (*Energia elettrica, Mercato, Ambiente*, 3a edizione, capitolo 3), tutti direttamente derivati, come le piattaforme fisse, dal mondo gas-petroliero.

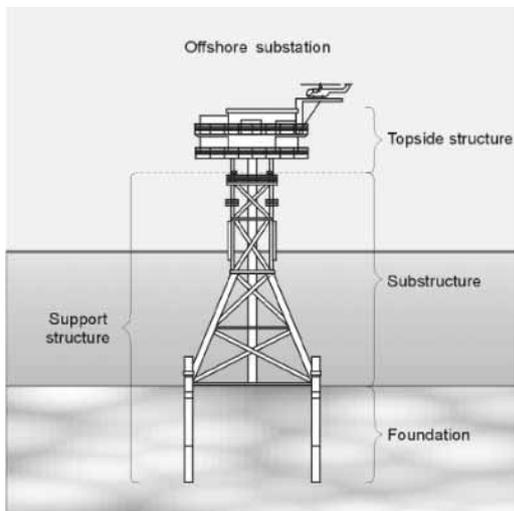


Figura 12, Piattaforma a tavolino. Fonte *Bulletin of The Polish Academy of Sciences*, 2018

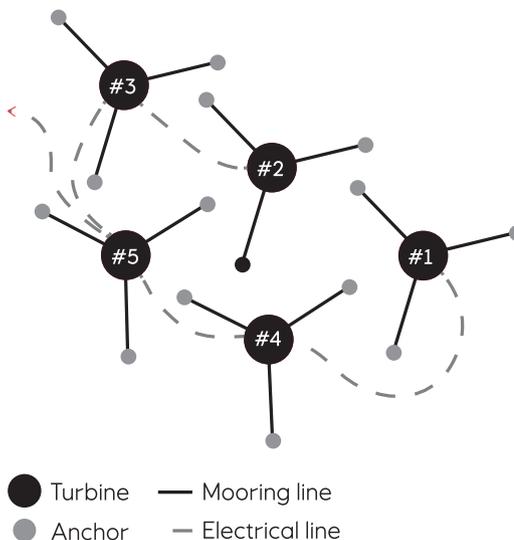


Figura 13, Schema planimetrico dell'impianto di Peterhead: 5 x 6 MW; altezza torri =100 m, diametro rotor=150 m, le palline grandi rappresentano le piattaforme (turbine), quelle piccole gli ancoraggi (anchor) ed il tratteggio i cavi elettrici subacquei (electrical line). Fonte Equinor: [www.equinor.com/en/whatwe-do/floating-wind.html](http://www.equinor.com/en/whatwe-do/floating-wind.html)



Figura 12 bis, Parte emersa di una Torre eolica offshore fissa



Figura 12 ter, Torre eolica offshore galleggiante tipo "zattera" (barge)

Per fare conoscenza con questo affascinante mondo, ritengo utile visitare un impianto reale (figura 13), di ampio respiro e fama: Hywind Offshore Wind Farm (<https://www.equinor.com/en/news/hywindscotland.html>).

Il progetto, 2017, Hywind della norvegese Equinor (6) riguarda un parco da 30 MW, 25 km al largo di Peterhead, Scozia, su una profondità di circa 200 m.

Le Torri-Turbina sono macchine galleggianti (figura 14), sostenute una boa cilindrica immersa in acqua per circa 80 metri (figura-15), con ancoraggi al fondale tramite cavi e catene di acciaio, secondo la tecnologia "Spar Buoy". Il sito ha una ventosità media di 10 metri al secondo (36 km/h, 18 kt).

L'investimento è stato di circa 2 miliardi di corone norvegesi, (210 milioni di euro) e la realizzazione delle piattaforme e del montaggio delle torri è stato affidato alla nostra SAIPEM (figura 14)

#### 4 Approfondimento sulle tecnologie di rete elettrica (7)

##### Premessa

Obiettivo di questo approfondimento è analizzare e comparare le opzioni di connessione elettrica interne (infield power connection) di Campi eolici essenzialmente basati su piattaforme flottanti (floating

(6) Azienda norvegese del petrolio, (già Statoil), costituita nel 1972; è la maggiore compagnia del Paese

(7) Testo di riferimento: *Power Connections for Offshore Wind Farms*, Delft University of Technology, Netherlands" [ocw.tudelft.nl/wp-content/uploads/E\\_infra\\_master\\_thesis.pdf](http://ocw.tudelft.nl/wp-content/uploads/E_infra_master_thesis.pdf)



Figura 14, Installazione su una struttura galleggiante ancorata al fondo marino (a sinistra) di un turbo-generatore eolico, completamente assemblato, da 6 MW (appeso alla gru del pontone). Fonte figura SAIPEM <https://www.saipem.com/it/progetti/hywind>

platforms) e da questi alla Rete pubblica continentale (integrated power grid). Naturalmente saranno trattate anche quelle interne delle singole torri e l'impiantistica di interfaccia con la rete terrestre collettiva. Riferimento fisico per i dati tecnici che riferirò più avanti è il Campo da 100 MW di Egmond Netherlands (8).

Premetto che nei campi eolici terrestri la generazione di ciascuna torre utilizza, normalmente, turbogeneratori interfacciati con un "convertitore di frequenza" che fornisce in uscita una tensione alternata (CA) con frequenza 50 Hz... in bassa tensione (ca. 600 volt), elevata a media tensione da un trasformatore posto alla base della torre e successivamente immessa, con i semplici criteri, metodi e materiali tipici della Distribuzione pubblica extra-urbana, nella, generalmente vicina, rete aerea di trasporto ad alta tensione, tramite una Sottostazione con trasformatori MT/AT. Il tutto collegato da cavi interrati di tipo comune, isolati in carta impregnata o più recentemente in gomma (figura 17). Nei Campi offshore il concetto impiantistico è lo stesso ma tutto sta in mezzo al mare; quindi l'appar-

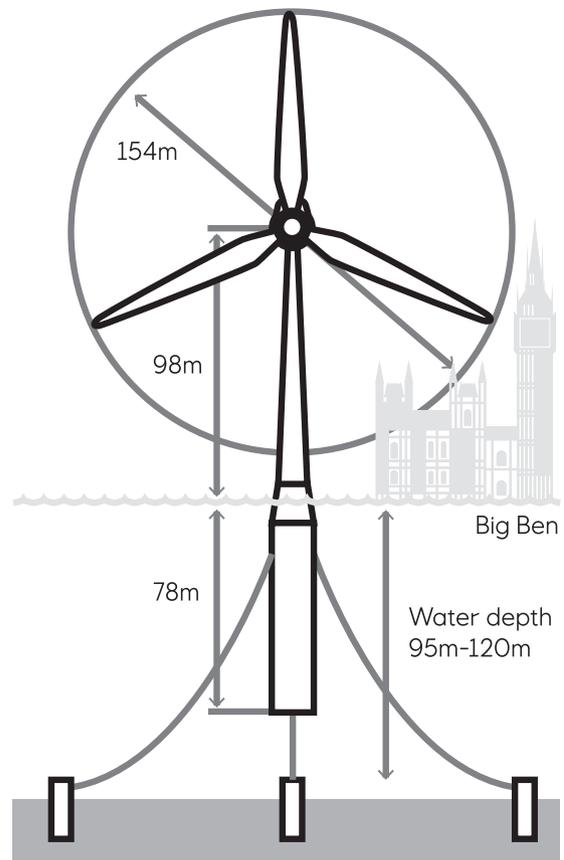


Figura 15, Disegno di una torre del progetto Hywind, si notano, al centro, la boa cilindrica ed in basso i "corpi morti" di ancoraggio al fondo. Fonte figura Equinor <https://www.equinor.com/en/what-we-do/floating-wind.html>

recchiatura elettrica: generatori, convertitori, trasformatori, interruttori e quadri, deve essere di tipo "salsedine-compatibile" ed i collegamenti devono venir realizzati con cavi speciali di tipo subacqueo, tenendo conto, come e talora più che in ambiente terrestre, dei limiti di portata (corrente/potenza massime) e caduta di tensione ammissibili nonché affidabilità di esercizio (vedi *Energia elettrica, Mercato, Ambiente*, 3a edizione, capitolo 4).

#### 4.1 Scelta del livello e caratteristiche della tensione

La soluzione tecnica primaria per raccogliere e trasferire la produzione di energia elettrica in CA del Campo alla rete CA costiera appare quella di utilizzare una filiera (componenti di generazione-trasformazione-e distribuzione-trasporto) in CA.

(8) Windpark Egmond aan Zee (OWEZ) is the first large scale offshore wind power plant built off the Dutch North Sea coast. It consists of 36 V90-3MW® wind turbines, each with nameplate capacity of 3 MW. In total the farm has a capacity of 108 MW. The turbines are located 10 km to 18 km off the coast.

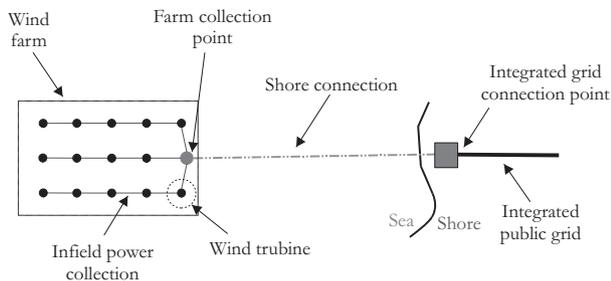


Figura 16, Schema elettrico panoramico dei collegamenti elettrici principali di un impianto di generazione eolica fuori-costa (OWF, Offshore Wind Farm). A sinistra della linea ad S il mare (sea), a destra la costa (shore). Fonte figura 16 e successive: Department of Electrical Engineering, section of wind energy, Delft University of Technology, Netherland

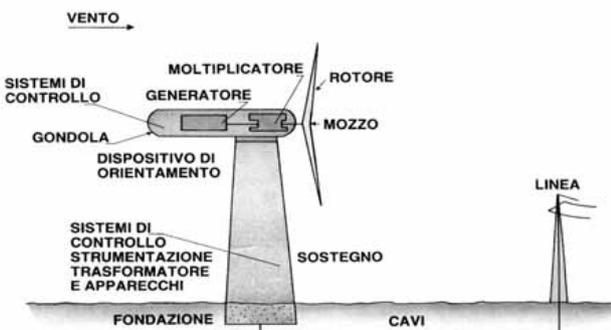


Figura 17, Schema essenziale di un impianto eolico terrestre; da *Energia elettrica, Mercato, Ambiente*, 3a edizione, capitolo 3

Nei più recenti Campi offshore, i singoli gruppi turbina-generatore sono connessi, fra loro ed un punto di convergenza, in Media Tensione: normalmente 33 kV (campo di variazione considerato 22-34). Per evitare di dover piazzare un trasformatore in più nell'ambito del campo, si potrebbe, a priori, ipotizzare lo stesso livello di tensione anche per la linea di trasporto a terra; la rete terrestre opera normalmente in alta tensione, AT ( $\geq 150$  kV, in Italia) e quindi si dovrà realizzare la trasformazione MT/AT a terra; soluzione, questa, più pratica, affidabile e meno costosa, evitando così di trasformare in mezzo al mare in una piattaforma dedicata. (figura 19).

Bello! ma c'è un problema... che sta nella limitata "capacità di trasporto" dei cavi a media tensione a 33 kV (ca. 30-40 MW), rendendo necessario, quantomeno, un collegamento con 2 o più cavi verso la costa; il che, palesemente, moltiplica i costi anche se aumenta l'affidabilità, con possibili riflessi positivi sull'economia di gestione. In particolare, il fattore limitante di

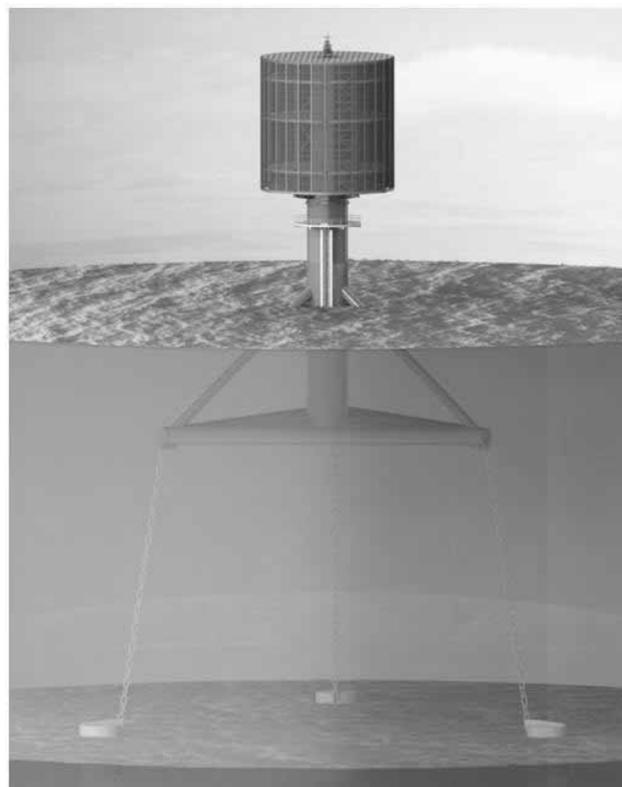


Figura 18, Esempio di piattaforma per sottostazione elettrica offshore; si nota il corpo cilindrico galleggiante e in basso i "corpi morti" di ancoraggio. Fonte Ministero dell' Ambiente. [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=2ahUKEwiStezTv5DpAhXt8KYKHYPvB9QQFjABegQIAhAB&url=https%3A%2F%2Fva.minambiente.it%2FFile%2FDocumento%2F390430&usg=AOvVaw2lpL9a3Ib-TH14v74\\_XpMM](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=2ahUKEwiStezTv5DpAhXt8KYKHYPvB9QQFjABegQIAhAB&url=https%3A%2F%2Fva.minambiente.it%2FFile%2FDocumento%2F390430&usg=AOvVaw2lpL9a3Ib-TH14v74_XpMM)

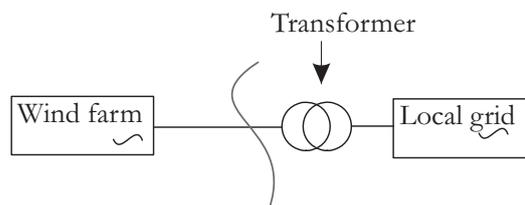


Figura 19, Caso della generazione e trasporto tutto in Media Tensione

questa trasmissione sono le "perdite elettriche,  $\Delta$ " ( $\Delta V$  di tensione e  $\Delta P$  di energia/potenza attiva, attribuibili principalmente alla resistenza ohmica  $\Delta P = R \times I^2$ ... ricordate?), le quali aumentano con la distanza ( $R =$  resistenza/km).

Come ordine di grandezza di riferimento si può considerare un limite integrato di 10-15 km - 30 MW, che è piuttosto modesto.

Per limitare tali perdite, la prima via appare quella di aumentare il livello di tensione in partenza, diminuendo così la corrente (vedi *Energia elettrica, Mercato, Ambiente*, 3a edizione, capitolo 4); ma ciò comporta complesse e costose strutture offshore (figura 18) per

ospitare una stazione di trasformazione MT/AT... equivalente ad una Cabina Primaria urbana entro fabbricato della Distribuzione, necessariamente di tipo "blindato", con componenti circuitali isolati in gas SF<sub>6</sub> (esafluoruro di zolfo).

Come esempio di collegamento in CA per 160 MW, cito il Campo Horns Rev Wind Farm di VATTENFAL (<https://powerplants.vattenfall.com/horns-rev>), galleggiante a 14-20 km dalla costa danese, alla quale è connesso in CA con un singolo cavo a 150 kV; poiché le torri sono collegate a 34 kV fra loro e con la cabina collettore, vi è stata costruita come detto una piattaforma per ospitare la sottostazione offshore 34/150 kV.

Questo tipo di soluzione in Alta Tensione mitiga, come detto, grazie alla minor corrente in gioco, le perdite di origine resistiva, prevalenti nella versione in Media, ma è sensibile, per quanto riguarda la perdita di potenza attiva, a certi tipici "fastidi erosivi" che sono proporzionali, per unità di lunghezza, alla frequen-

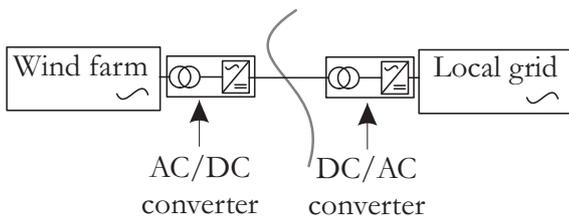


Figura 20, Caso del trasporto in HDVC

za di rete, al quadrato della tensione ed alle caratteristiche costruttive dei cavi, secondo la relazione:

$$\Delta P = 2 \pi f \times C \times V^2 \times fp \text{ (fattore di perdita)}$$

Per queste (ed altre) ragioni, le linee in corrente alternata hanno un limite tecnico-economico legato alla distanza di trasmissione oltre il quale diventa conveniente la trasmissione in corrente continua, nonostante la necessaria apparecchiatura di conversione. Confrontando le curve di costo in funzione della lunghezza del collegamento, si nota che esiste un punto, definito *break even-distance*, oltre il quale la tecnologia in continua, HVDC (Highvoltage Direct Current), risulta essere più competitiva. Tipicamente tale punto è situato ad alcune decine di km di lunghezza per le linee in cavo e di molte centinaia per le linee aeree. In genere la potenzialità di un sistema di trasmissione HVDC è dell'ordine di qualche migliaio di MW... su 500-1000 km.

Naturalmente, per realizzare il trasporto in HVDC è necessario realizzare, in mare, una Stazione di conversione CA/CC ed a terra un'altra inversa, CC/CA (figura 20).

#### 4.2 Rete di raccolta entro il Campo (infield power collection)

Vi sono varie soluzioni (figura 21), dipendenti dalla forma e dimensioni del Campo, tipologia e potenza delle torri e dalla soluzione scelta per il collegamento

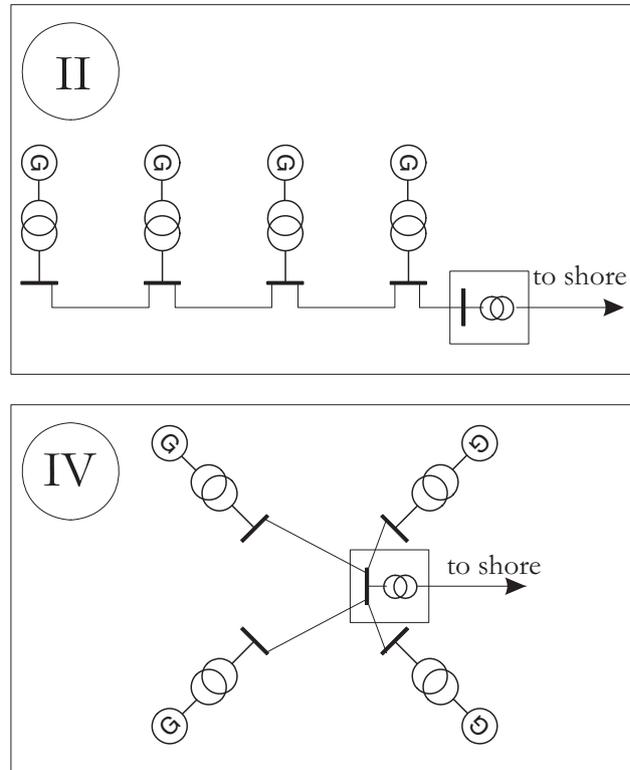


Figura 21, Due tipiche configurazioni della rete di raccolta-produzione: sopra, schema a stringa, sotto, a stella. I trattini a valle dei trasformatori rappresentano il complesso degli apparecchi di manovra (sezionatori ed interruttori), di misura e di telecontrollo.

a terra. Quelle rappresentate nella figura prevedono il trasporto a terra in alta tensione, CA, con relativa sottostazione di concentrazione e trasformazione (indicata dalla freccia in figura 20).

Il sistema a "stringa" (string collection) è meno costoso ma comporta sezioni-cavo dimensionate per trasferire la corrente di più torri ed è anche meno affidabile perché il guasto del cavo collettore mette fuori servizio parte o addirittura tutto il Campo.

Il sistema a "stella" (star layout), invece, viene adottato, per ragioni di portata ed affidabilità, nei Campi con generatori di potenza importante.

#### 4.3 Componenti elettrici della torre eolica

La figura 23 ripropone quanto sintetizzato all'inizio circa i componenti interni al sostegno:

La Generazione (figura 22), che deve adattarsi alla "variabile velocità di rotazione dell'elica", utilizza macchine di vario tipo, in funzione della potenza (asincrone, sincrone, etc.) messe in rotazione tramite una specie di "cambio", detto Moltiplicatore di giri (gear), costituito da due assi: "lento", calettato all'elica e "veloce" calettato all'asse della macchina elettrica. Questa è interfacciata con un "Convertitore": dispositivo elettronico che serve a rendere l'energia elettrica prodotta dal generatore a velocità variabile... come il vento... compatibile, in termini di tensione e frequenza, a quella di rete (in Italia, alternata a 50 Hz). Nella

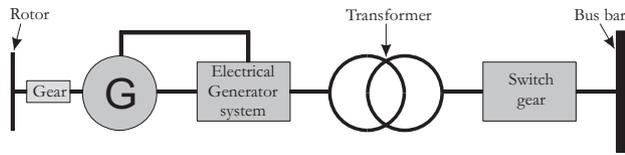


Figura 22, Schema elettrico funzionale di un generatore eolico, da sinistra: Rotore, Moltiplicatore di giri (gear), Generatore, Apparecchiatura di regolazione, Trasformatore, Interruttore, Sbarra collettiva.

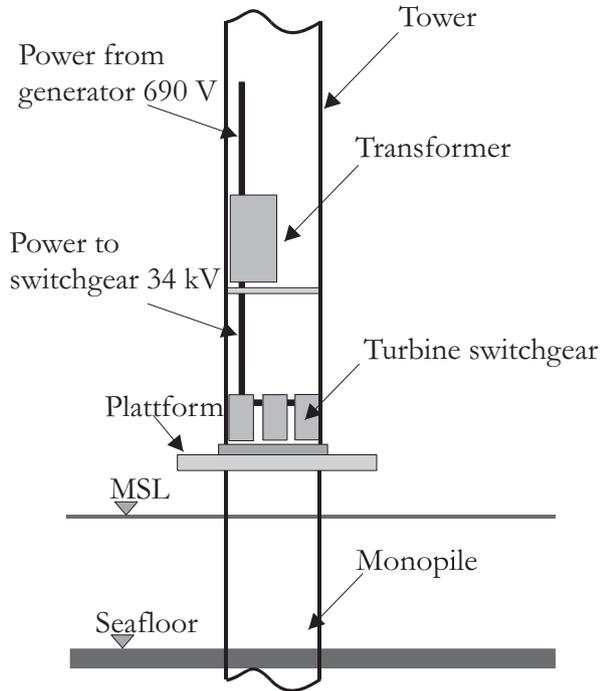


Figura 23, Posizionamento dell'apparecchiatura elettrica (trasformatore ed interruttori - switchgear) dentro la torre, MSL, Mean Sea Level = livello medio del mare

fattispecie, bassa tensione di 690 V, elevata a Media tensione, 33 o 34 kV, da un trasformatore.

#### 4.4 Corrente di fase

Per i curiosi, ricordo che, ai fini del dimensionamento dei cavi dei quali dirò più avanti, la corrente in uscita dal turbogeneratore risulta, in funzione della potenza attiva del generatore e dallo sfasamento con cui esso lavora (regolato per  $\cos \varphi$  ca. = 1), dalla formula:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} V \cos \varphi}$$

#### 4.5 Trasformatori

Si impiegano, in luogo dei convenzionali "in olio" (oilfilled) utilizzati negli impianti di terraferma, macchine "a secco", dry-type, cioè "inglobate in resina" (casted coils) (figure 24, 24 bis); perché sono meno ingombranti e prescritte, per ragioni di sicurezza, dalle Norme IEE offshore.



Figura 24, Trasformatore in olio (NEWTON)

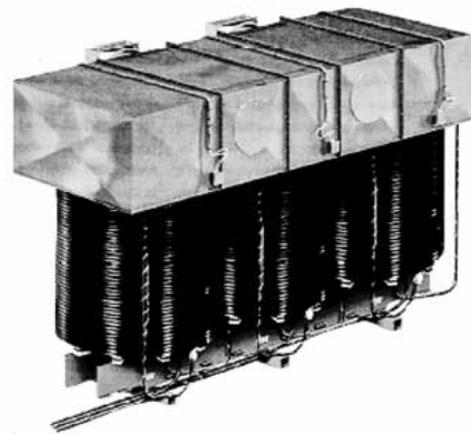


Figura 24 bis, Dry type transformer (ABB)

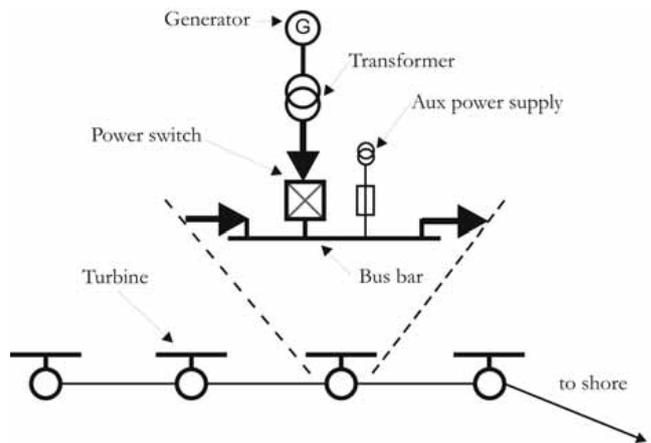


Figura 25, Schema circuitale di installazione del trasformatore di torre (quadrato con X).

	Dielectric loss factor: $\tan \delta$	Dielectric constant: $\epsilon$	Insulation resistance [ $\Omega$ cm]	Operating temperature [ $^{\circ}\text{C}$ ]	Short circuit temperature [ $^{\circ}\text{C}$ ]
XLPE	0,0004	2,3	$10^{17}$	90	250
Paper-oil	0,003	3,7	$10^{14}$	60-70*	140-170

Tabella 2, Comparazione fra un cavo XLPE (riga sopra) ed uno, tradizionale, isolato in carta impregnata; notare la differenza nel fattore di perdita (dielectric loss factor) ca. 1/10 e nella temperatura di esercizio (operating temperature) = +50%.



Figura 26, Cavo subacqueo isolato in XLPE: l'isolante circonda singolarmente i conduttori; al centro si nota il cavetto fibra ottica ed in basso, l'armatura in fili di acciaio

Queste macchine hanno una potenza nominale (9) coerente con quella del generatore cui sono asservite: 3 MVA per turbine standard da 2,75 MW (3 MW nominali).

Vengono di norma installati in cantiere a terra nella torre che, completamente attrezzata di generatore etc, viene trasportata al largo ed infissa nel basamento fisso o galleggiante (figura-14).

#### 4.6 Interruttori (power switch) (figura 25)

Del tipo con camera di estinzione a gas esafluoruro di zolfo ( $\text{SF}_6$ ), sono utilizzati per la protezione automatica da cortocircuiti e per effettuare manovre entro la rete di Campo (infield-grid) e nel collegamento a terra (shore connection)... naturalmente dimensionati e tarati secondo le correnti pratiche impiantistiche finalizzate al controllo del carico, limitazione e selettività dei guasti.

#### 4.7 Cavi di rete

Il tipo comunemente impiegato per la rete interna MT 33 kV di questi impianti e per l'eventuale collegamento a terra è un tripolare sottomarino isolato con il

recentissimo polietilene reticolato, XLPE (Cross Linked Poli-Etilene), con conduttori in corda di rame e, come attualmente negli altri tipi di cavo, con cavetto di fibra ottica per trasmissione di segnali (figura 26). Questo cavo presenta questi vantaggi rispetto ai cavi isolati con olio ed anche a quelli che impiegano gomme sintetiche di qualità (G7, G9):

- migliori caratteristiche dielettriche e termiche (tabella 2);
- l'isolante solido non richiede manutenzione (es. livelli-olio... perdite);
- non utilizza piombo ed è quindi più leggero;
- il sistema costruttivo (polimero sintetico flessibile + armatura) lo rende idoneo alla posa da nave, che comporta, intuitivamente, rilevanti sforzi di trazione;
- la maggior capacità di smaltire il calore prodotto consente maggiori temperature di esercizio e quindi l'utilizzo di sezioni minori.

#### 4.8 Considerazioni finali generali

##### a) Livello di tensione

Il valore 34 kV è giustificato da queste ragioni:

- è sufficientemente elevato perché, entro i limiti detti, non sia richiesto un altro trasformatore per elevare la tensione di trasporto a terra;
- è un valore standardizzato, valido e disponibile per ogni altra apparecchiatura MT (trasformatori, cavi, interruttori, etc.);
- gli apparecchi hanno dimensioni ridotte, adatte a collocarli nei ridotti spazi della torre, evitando strutture accessorie.

##### b) Influenza del terreno (fondale marino) sulla portata dei cavi

Per amor di completezza, ricordo che analogamente alla legge di Ohm, che indica una maggior facilità di

(9) La potenza *nominale di una macchina elettrica* è la potenza che essa è capace di generare, assorbire (motore) o trasferire (trasformatore) continuamente, senza superare valori limite di temperatura definiti dalle Norme, in base alle caratteristiche dei materiali isolanti e delle condizioni ambientali e di lavoro.

	Heat resistance
gravel layers typical	0.05 [m°K/W]
coarse sand typical	0.10 [m°K/W]
wide graded dense sand typical	0.50 [m°K/W]
fine silty sand typical	0.8 [m°K/W]
clay typical	0.9 [m°K/W]

Tabella 3, Resistenza termica di vari tipi di suolo: minima per la ghiaia (gravel), massima per l'argilla (clay); è evidenziato il valore standard dei fondali del Mare del Nord.

fluire della corrente con bassa resistenza del conduttore:  $I = V/R$ , anche in terminologia vale qualcosa di simile: il flusso di calore è facilitato da bassa "resistenza termica" del mezzo interposto. Nel caso dei nostri esempi, trattandosi di profondità relativamente modeste, i cavi possono essere "sepolti" (trenched) sul fondo (0,80-1,50 m) con tecniche specialistiche di lavoro subacqueo, per aumentare la sicurezza (traffico marittimo e pesca-strascico); quindi la capacità di smaltimento del "calore ohmico", che è direttamente proporzionale alla "portata" in Potenza del cavo, dipende dalle caratteristiche geologiche del fondale. La tabella 3 ne offre un interessante quadro. Come esempio reale, l'Università di Delft scrive che: per trasportare 585 A, con una "covering" di ghiaia (gravel) è richiesto un cavo 3 x 240 mm<sup>2</sup> mentre nelle condizioni standard di sabbia densa (graded sand) ce ne vuole uno da ben 3 x 400 mm<sup>2</sup> (ca. +70% di costo).

### C) Influenza della profondità di trinceramento

Ove si ritenga trascurabile il rischio da ancore e reti, la posa libera sul fondo offre capacità di trasporto dell'ordine di un 50% in più dei casi prima esaminati... cosa tutto sommato intuitiva.

## Appendice costi

L'analisi e la valutazione dei Costi di produzione e costruzione non rientra negli obiettivi di questo lavoro; una trattazione approfondita la trovate in *Energia Elettrica, Mercato, Ambiente* 3a edizione, nel capitolo 3. Ricordo, in proposito, che il Costo Medio Livellato di generazione, LCOE, è ampiamente superiore a quello delle tecnologie tradizionali (tabella 4), mentre, a parità di caratteristiche dei generatori (potenza, dimensioni), risulta inferiore nell'offshore grazie alla maggiore ventosità media ed alla conseguente maggior quantità di energia prodotta annualmente.

Come appare ovvio da quanto esposto nell'articolo sulle grandi complicazioni del costruire giganteschi impianti in mare aperto (sono necessari anche porti attrezzati e mezzi navali speciali per i trasporti e montaggi) e dell'esercirli in atmosfera marina, afflitta/gratificata da spray salino, estremamente corrosivo, come ben sanno i proprietari di barche o case al mare.

I Costi di costruzione sono circa doppi che nei Campi eolici terrestri. Secondo RSE (10):

Eolico terrestre: fra 1.300 e 2.000 euro/kW, con i valori più elevati per impianti relativamente piccoli in aree remote e/o ambientazioni complesse.

Eolico fuori-costa: da 2.800 a quasi 4.000 euro/kW.

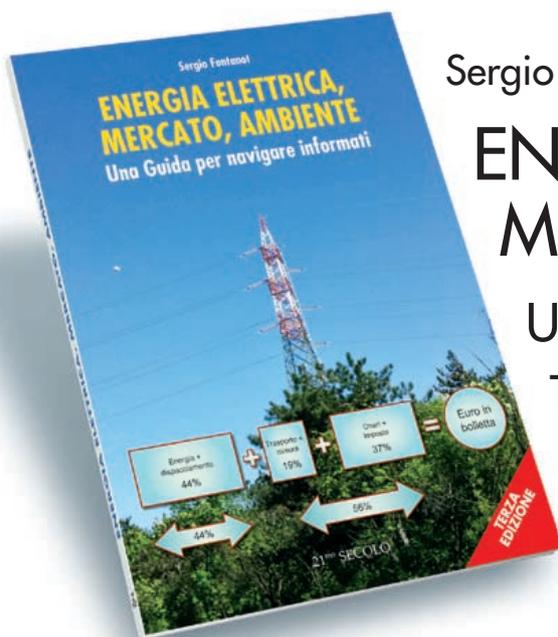
Le voci principali di costo, in %, sono costituite dalla macchina eolica e dalla struttura fondiaria.

(10) (RSE review, 2012: [http://www.rse-web.it/applications/webwork/site\\_rse/local/doc-rse/RSE%20Monografia%20Eolico/RSE\\_Monografia\\_Eolico.pdf](http://www.rse-web.it/applications/webwork/site_rse/local/doc-rse/RSE%20Monografia%20Eolico/RSE_Monografia_Eolico.pdf))

**Tabella 4, Costi di produzione, LCOE, secondo fonte primaria**

Fonte dati RSEview, 2018

FONTE PRIMARIA	LCOE €/MWh	MIX ITALIA %
Carbone, SC, USC	53-65	15
Gas, ccgt	70-86	43
Idroelettrico, medio-piccolo	60-380	14
Eolico, on... off-shore	102-152	4,5
biomasse	129-276	3
termovalorizzatori	47-118	1,2
Fotovoltaico, tradizionale... film sottile	150-329	6,3
geotermico	51-144	2
Nucleare (EPR)	66-72	-



Sergio Fontanot

# ENERGIA ELETTRICA, MERCATO, AMBIENTE

Una Guida per navigare informati  
Terza edizione

400 pagine Euro 25,00  
ISBN 978-88-87731-73-6

## INDICE

PREFAZIONE di Pietro Maria Putti  
PRESENTAZIONE di Alessandro Ortis

Capitolo primo  
RICHIAMO AI CONCETTI DI ENERGIA E POTENZA  
Premessa – Energia – La filiera industriale elettrica – Il prodotto elettricità

Capitolo secondo  
DALLE FONTI ENERGETICHE PRIMARIE ALLA  
PRODUZIONE ELETTRICA INDUSTRIALE  
Rinnovabili – Non rinnovabili – Dalle FEP alla produzione elettrica

Capitolo terzo  
IMPIANTI DI GENERAZIONE ELETTRICA  
INDUSTRIALE  
Elementi di Fisica Tecnica – Centrale termica – Evoluzione delle centrali a carbone – Centrale turbogas – Tecnologie di pulizia fumi – Centrali nucleari commerciali – Impianti di generazione elettrica da fonti rinnovabili – Tipologie produttive e copertura del carico giornaliero – Il nodo FER: criticità e sistemi di accumulo – Costi di produzione – I sistemi di incentivazione – Mix produttivi

Capitolo quarto  
TRASPORTO DELL'ENERGIA ELETTRICA  
Fisiologia reti – Struttura reti – Gestione delle reti – Criticità delle reti di trasporto – Elementi di Qualità tecnica del Servizio Elettrico

Capitolo quinto  
SVILUPPO DELLA PRODUZIONE-TRASPORTO  
DELL'ENERGIA ELETTRICA  
Consumi elettrici ed economia nazionale – Barriere allo sviluppo – Il “riscaldamento globale” – L'accordo di Kyoto – Meccanismi applicativi – Il dopo Kyoto

Capitolo sesto  
VERSO IL MERCATO  
Le origini – Il monopolista ENEL – Le scelte produttive dell'ENEL – Liberalizzazione della produzione FER – L'esperienza inglese – La Direttiva 1992-96 e il Dlgs 1979-99

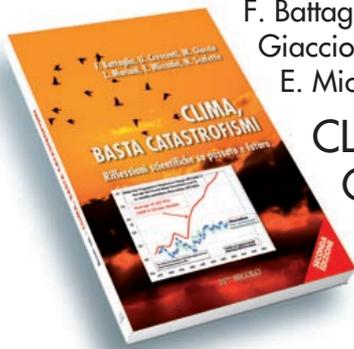
Capitolo settimo  
IL MERCATO ELETTRICO ITALIANO - REGOLE  
TARIFFARIE E ARCHITETTURA 2012  
Il nuovo Sistema tariffario – Componenti tariffarie – Condizioni economiche per i mercati tutelati – Gli extra-costi italiani – La nascita dei nuovi Operatori – I pilastri del sistema

*Appendice 1: MATERIE PRIME FOSSILI PER LA  
PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA* – Premessa  
– Petrolio – Gas Naturale – Carbone – MATERIE PRIME  
FISSILI – Uranio e Torio

*Appendice 2: LA RISORSA IDROGENO*

*Appendice 3: LA TARIFFAZIONE ELETTRICA* –  
Principi ed Evoluzione del Sistema tariffario – Le basi  
concettuali dei Sistemi tariffari – Evoluzione degli  
strumenti per misurare i consumi elettrici

*Appendice 4: Unità di misura dell'energia*



F. Battaglia, U. Crescenti, M. Giaccio, L. Mariani, E. Miccadei, N. Scafetta

## CLIMA, BASTA CATASTROFISMI

Riflessioni scientifiche su passato e futuro

pagg. 268, € 25,00

ISBN 978-88-87731-71-2

**Riflessioni di uno scienziato che non è un climatologo**, Franco Battaglia – Il clima è governato dalle attività umane? – Sul consenso scientifico – **Il contributo delle scienze geologiche per la valutazione dei cambiamenti climatici**, Uberto Crescenti – Geologia e Paleontologia – **Geomorfologia** – Enrico Miccadei – **Il contributo della fisica dell’atmosfera per lo studio dei cambiamenti climatici** – Nicola Scafetta – L’incompatibilità tra i modelli climatici e le osservazioni – Capire le oscillazioni solari ed astronomiche – **Il clima nella storia della vite e del vino** – Luigi Mariani – Clima e viticoltura – Due domande tuttora aperte – La forza del mito – **Il mercato dell’anidride carbonica** – Mario Giaccio – **Sulla previsione del clima futuro**

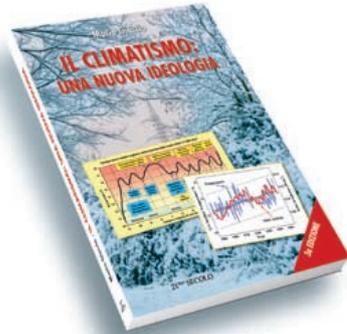
Mario Giaccio

## IL CLIMATISMO: UNA NUOVA IDEOLOGIA

Quarta edizione aggiornata

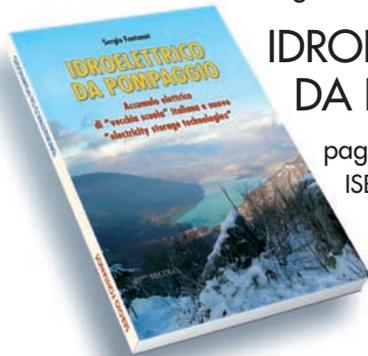
pagg. 364, € 20,00

ISBN 978-88-87731-61-3



**Presentazione di Uberto Crescenti**  
**1: Considerazioni preliminari** – Gli effetti del protocollo di Kyoto – Il problema dei modelli - Attuali condizioni del clima terrestre – **2. Come funziona l’Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)** – È vero che c’è un consenso universale? – **3: Aspetti tecnici** – L’anidride carbonica: il più grande scandalo scientifico dei nostri tempi - La cosiddetta “curva a mazza da hockey” – **4: Riflessi economici della politica di Kyoto** – Il sistema di scambio delle emissioni e della Carbon Tax - Le truffe legate al mercato dei crediti di carbonio – **5: L’aspetto politico: due esempi emblematici** – Il riscaldamento globale per fini politici interni - Cambiamenti climatici: “la più grande sfida del nostro tempo” – **6: Riflessi sociali del sistema di Kyoto** – **7: Aspetti religiosi** – L’ambientalismo (come religione) nei media – **8: Prolegomeni per una governance globale** – Il Club di Roma - La Chiesa e il progetto di governance

Sergio Fontanot



## IDROELETTRICO DA POMPAGGIO

pagg. 154, € 15,00

ISBN 978-88-87731-67-5

Prefazione di Davide Tabarelli – Parte prima: Il carbone bianco – Natura, storia, meriti e “misure vitali” dell’idro-pompaggio, nel contesto idroelettrico italiano

Parte seconda: Tante “Oiropa”

Una inedita euro-fepr, fonte energetica

parzialmente rinnovabile – Parte terza: Le banche dell’elettricità A way to bank energy for future use – Parte quarta: Un po’ di turismo idroelettrico – Appendice 1: Il Clean Power Plan (CPP) di Obama Appendice 2: Gli obiettivi della politica energetica di Donald Trump

Voglio acquistare i seguenti volumi

- Clima, basta catastrofismi* € 25,00
- Il climatismo: una nuova ideologia* € 20,00
- Idroelettrico da pompaggio* € 15,00
- L’energia eolica e la sfida dei mercati elettrici* € 15,00
- Italia-USA: due mondi elettrici a confronto* € 10,00
- Monfalcone “elettrica”* € 10,00
- Memorie di terra e di acqua (cofanetto 4 vol.)* € 60,00
- Il sistema CAM®* € 30,00
- Terremoto a scuola...* € 25,00
- Energia elettrica, mercato, ambiente* € 25,00
- Atomo a scuola...* € 25,00
- Biotecnologie: i vantaggi per la salute e per l’ambiente* € 9,00
- Biotecnologie per la tutela dei prodotti tipici italiani* € 11,00
- Cambiamenti climatici e conoscenza scientifica* € 10,00
- Campi elettromagnetici e salute: dai miti alla realtà* € 9,00
- Chernobyl. 20 anni dopo il disastro* € 15,00
- Clima, energia, società* € 30,00
- Dal popolo di Seattle all’ecoterrorismo* € 13,00
- Da Malthus al razzismo verde* € 20,00
- Elettrosmog, un’emergenza creata ad arte* € 12,00
- Energia nucleare? Sì, per favore...* € 15,00
- Global Report 2004* € 18,00
- I costi della non-scienza: Il Principio di Precauzione* € 15,00
- Il paradosso del nucleare in Italia* € 15,00
- Il petrolio, l’atomo e il metano* € 15,49
- Il racket ambientale (seconda edizione)* € 15,00
- I rischi di una scelta disinformata: dire no agli OGM in agricoltura* € 15,00
- Italia nucleare* € 25,00
- Italo Federico Quercia - Note biografiche* € 15,00
- La Natura, non l’attività dell’uomo, governa il clima* € 10,00
- L’atomo per la pace* € 15,00
- La scienza e le medicine alternative* € 15,00
- L’illusione dell’energia dal sole* € 15,00
- L’opzione nucleare* € 15,00
- Moderni sistemi e tecnologie antisismici* € 20,00
- Orizzonti delle tecnologie nucleari* € 15,00
- Presupposti per il programma elettronucleare nazionale* € 15,00
- Proteggersi dal terremoto (seconda edizione)* € 20,00

I volumi possono essere richiesti a 21<sup>mo</sup> SECOLO s.r.l.

Tel. e fax 02 33408361 e cell. 335 7600520 - e-mail:

robertoirsuti@21mosecolo.it www.21mosecolo.it

- Pagherò in contrassegno (aggiungere € 6,00 di spese postali)
- bonifico bancario IBAN IT 08 C 01030 01662 000001065855
- versamento sul CCP n. 23966203 intestati a: 21<sup>mo</sup> SECOLO srl - Milano
- Carta di credito ..... n. ....  
scad. ....  
firma .....

Nome e Cognome .....

Indirizzo .....

Tel. .... e-mail: .....

Inviare per posta o via fax a 21<sup>mo</sup> SECOLO s.r.l.

via Ludovico di Breme, 18 - 20156 Milano

Autorizzo il trattamento dei dati personali (legge 675/96)