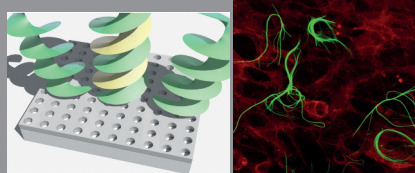


scienza e tecnica



TRIMESTRALE DI INFORMAZIONE DELLA SOCIETÀ ITALIANA PER IL PROGRESSO DELLE SCIENZE

ANNO LXXXVI - N. 567-568 lug.ago.set. - ott.nov.dic. 2023 - Poste Italiane SpA - Sped. in A.P. - D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/2/2004, n. 46) art. 1, comma 2, DCB Roma



GLI SPECCHI E IL SOLE

dalla leggenda degli specchi ustori di Archimede all'intelligenza artificiale

IMPLEMENTAZIONE nell'interazione **TRENO-BINARIO-STRUTTURA** nella gestione della **SICUREZZA FERROVIARIA**

CULTURA E TERRITORIO: note riflessioni programmi di approfondimento per un turismo consapevole

MERIDIANE GRANDI E PORTATILI

FISICA QUANTISTICA: ORA È POSSIBILE CERTIFICARE LE PROPRIETÀ DEI DISPOSITIVI OTTICI INTEGRATI

INCENDI: LA RESILIENZA DEGLI ECOSISTEMI

UN CRISTALLO PER MANIPOLARE LA LUCE

NUOVE FRONTIERE PER LA COMUNICAZIONE CELLULARE ARTIFICIALE

EMOZIONI. QUANDO TRA UOMO E PRIMATI NON C'È DIFFERENZA

MACHU PICCHU PRIMA DI MACHU PICCHU

IA, 18 PAESI FIRMANO LE LINEE GUIDA PER LO "SVILUPPO SICURO"

IMPORTANTE SCOPERTA SUL PROCESSO DI INIEZIONE DI CARICA ULTRAVELOCE NEI SEMICONDUTTORI

TSUNAMI DI LUCE CONTRO IL CANCRO



scienza e tecnica

Sommario

- 1** Gli specchi e il sole. Dalla leggenda degli specchi ustori di Archimede all'intelligenza artificiale.
- 6** Implementazione dell'interazione treno-binario-struttura nella gestione della sicurezza ferroviaria
- 10** Cultura e territorio: note, riflessioni e programmi di approfondimenti per un turismo consapevole
- 14** Nelle celebrazioni per gli artefici della Regia aeronautica anche idronavale uno sguardo a un esempio di preziosa inventiva conservativa degli S79 trimotori prevalentemente in legno, in quel di Trapani, 1940
- 15** Meridiane grandi e portatili

16 notiziario

Fisica quantistica: ora è possibile certificare le proprietà dei dispositivi ottici integrati
Incendi: la resilienza degli ecosistemi
Un cristallo per manipolare la luce
Nuove frontiere per la comunicazione cellulare artificiale
Emozioni. Quando tra uomo e primati non c'è differenza
Machu Picchu prima di Machu Picchu
IA, 18 Paesi firmano le linee guida per lo "sviluppo sicuro"
Importante scoperta sul precesso di iniezioni di carica ultraveloce nei semiconduttori
Tsunami di luce contro il cancro

I membri del Consiglio di presidenza della Società Italiana per il Progresso delle Scienze formulano ai Soci, alle Autorità, alle Accademie, agli Istituti culturali, alle Società consorelle ed alla Stampa cordiali voti augurali di buon Anno.

SCIENZA E TECNICA

trimestrale a carattere politico-culturale e scientifico-tecnico
Direttore Responsabile: Lorenzo Capasso

ANNO LXXXVI - N. 567-568 lug.ago.set. - ott.nov.dic. 2023 - terzo-quarto trimestre 2023

Reg. Trib. Roma n. 613/90 del 22-10-1990 (già nn. 4026 dell'8-7-1954 e 13119 del 12-12-1969).

Direzione, redazione e amministrazione: Società Italiana per il Progresso delle Scienze (SIPS)

via San Martino della Battaglia 44, 00185 Roma • tel/fax 06.4469165 • www.sipsinfo.it • e-mail: sips@sipsinfo.it • pec: sips@pec.it

Cod. Fisc. 02968990586 • C/C Post. 33577008

UniCredit Banca di Roma • IBAN IT88G0200805227000400717627 Università di Roma «La Sapienza», Ple A. Moro 5, 00185 Roma

Scienza e Tecnica print: ISSN 0582-25800

GLI SPECCHI E IL SOLE

DALLA LEGGENDA DEGLI SPECCHI USTORI DI ARCHIMEDE ALL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

di CESARE SILVI*

I GSES - ODV (Gruppo per la storia dell'energia solare – Organizzazione di Volontariato, iscritta nel registro regionale del Lazio), fondato e operativo dal 1999, dedica questo scritto a storia e futuro dell'uso moderno dell'energia solare sulla Terra, che ha avuto origine sul suolo italiano, a Siracusa, con i leggendari specchi ustori del matematico Archimede e oggi continua negli Stati Uniti con la società Heliogen.

La storia degli specchi di Archimede ustori sono oggetto di uno studio dell'ing. Carlo Zamparelli, il quale al tempo era parte del team di progettazione dell'impianto solare a specchi parabolici "Archimede", di circa 30 MW, in corso di realizzazione da ENEL ed ENEA in Sicilia, tra Priolo Gargallo e Siracusa, negli stessi luoghi dei leggendari specchi ustori. Lo studio di Zamparelli fu pubblicato nel 2005 sul sito del GSES – ODV, dove continua ad essere consultabile sul sito www.gses.it nella categoria /pub/specchi1.pdf e specchi2.pdf.

Zamparelli, introduce il sommario del suo studio con due domande: Archimede

impiegò realmente gli specchi ustori, così come ci è stato leggendariamente tramandato da secoli? È possibile oggi ripetere la sua impresa, impiegando la tecnologia dell'epoca?

Passa in rassegna e commenta le principali fonti storiche e letterarie del periodo classico che riportano la presa di Siracusa da parte dei Romani, nel 212 a.C., e le macchine belliche archimedee, dichiarando la ricerca, spesso vana, di trovare qualche accenno agli specchi ustori.

Prosegue poi con lo studio degli sviluppi dell'ottica in epoca medioevale, avvenuti principalmente ad opera degli scienziati del mondo arabo, per arrivare al Rinascimento con gli esperimenti, tra gli altri, di Leonardo, Cardano e Kircher.

Riferisce dei principali esperimenti di utilizzo concreto dell'energia solare per scopi termici, quali quelli del '700 ad opera di Buffon sugli specchi ustori e dell'800 sulle prime macchine proto industriali di Mouchot e Pifre.

Entra quindi in merito alle prime applicazioni commerciali di inizio '900, richiamando gli impianti di qualche decina di kW, tra i quali quello con concentratori parabolici lineari, realizzato dallo statunitense Frank Shuman in Egitto a Meadi nel 1913.

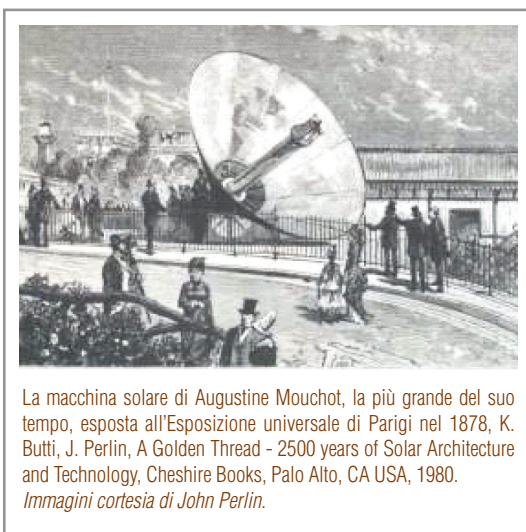
Zamparelli conclude il suo studio: non ritengo impossibile l'uso degli specchi ustori da parte di Archimede, purché si abbandonino le ipotesi di specchi concavi, parabolici o di altra foggia, come invece per secoli tramandato e fantasticamente raffigurato in tutta l'iconografia collegata al grande scienziato.

L'uso di più specchi piani, non rigidamente connessi ad un unico supporto, sembra la modalità più spontanea per una tale avventura, conclude Zamparelli nel suo studio.

I pionieri italiani dell'età solare moderna

La storia *Gli specchi e il Sole, dalla leggenda all'intelligenza artificiale*, fa alcuni primi passi, sempre sul suolo italiano, tra il 1800 e il 1900, con l'ideazione del concetto delle centrali solari a Torre e a campo specchi, concetto posto a base della realizzazione di grandi impianti solari di potenza per la produzione di energia elettrica dal calore del Sole.

Nel 1800 è Emilio Alessandro Annibale Battaglia a registrare nel 1886 un brevetto dal titolo *Collettore multiplo solare*, il quale anticipa, ma non contribuisce, per quanto ne sap-



La macchina solare di Augustine Mouchot, la più grande del suo tempo, esposta all'Esposizione universale di Parigi nel 1878, K. Butti, J. Perlin, *A Golden Thread - 2500 years of Solar Architecture and Technology*, Cheshire Books, Palo Alto, CA USA, 1980. Immagini cortesia di John Perlin.

* Presidente GSES - Gruppo per la storia dell'energia solare - ODV.

priamo, alla realizzazione pratica di quanto aveva ideato e sottoposto al giudizio di una commissione di fisici dell'Istituto di Incoraggiamento di Napoli nel 1884.

A metà del 1900 è il matematico e fisico Giovanni Francia a proporre, ideare, sperimentare una serie di pionieristici impianti che chiama *Apparecchio a specchio multiplo che utilizza il calore del Sole*.

Il percorso ideativo di Giovanni Francia sembra essere del tutto disgiunto da quanto abbiamo riscoperto di Battaglia. La possibilità che Francia possa aver saputo del brevetto di Battaglia e da esso ne abbia tratto degli spunti non possiamo tuttavia escluderlo.

Di seguito illustriamo i lavori di questi due eccezionali pionieri italiani dell'età solare moderna.

Emilio Alessandro Annibale Battaglia (*Acqui Terme, 2.11.1842 - Genova, 8.3.1899*)

Il collettore multiplo solare

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

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

zazione di vari curiosi apparecchi».

Nel 1878 Mouchot espose alla Mostra Universale di Parigi quella che è comunemente conosciuta come la prima e più grande macchina al mondo per la produzione di vapore solare: uno specchio conico, avente una superficie di circa 20 m², che rifletteva la radiazione solare intercettata su una caldaia posta al centro dello stesso specchio.

La macchina di Mouchot, che al tempo attrasse l'attenzione di tutto il mondo per il sibilo del vapore solare in uscita dalla caldaia, fu oggetto nel 1884 di un'attenta analisi e di precise critiche sui suoi limiti operativi da parte di uno scienziato e ingegnere italiano, Emilio Alessandro Annibale Battaglia.

Il lavoro di Battaglia, che sembra sia rimasto del tutto sconosciuto nel corso del Novecento, è stato riscoperto nel 2007 dal GSES - ODV, che lo ha presentato alla comunità mondiale del solare termico a concentrazione in occasione del congresso SolarPaces 2009, tenuto a metà settembre a Berlino e consultabile on line <http://mondosolare.it/pub/silvifresnel.pdf>.

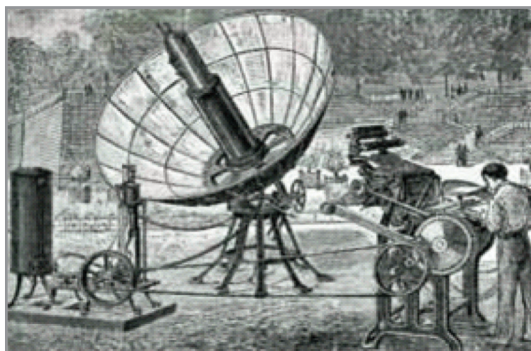
Di Battaglia, persona e professionista, sappiamo poco. Nacque ad Acqui Terme (AL) il 2 marzo 1842 da una famiglia proveniente da Germignaga (VA) e morì a Genova l'8 marzo 1899. Il 17 aprile 1884 lo troviamo a Napoli, dove, nel corso di una riunione accademica dell'Istituto di Incoraggiamento di Napoli, presentò i suoi punti di vista sulla macchina di Mouchot e ne evidenziò i limiti in una relazione dal titolo *Sul modo e sulla convenienza di utilizzare il calore solare per le macchine a vapore*, letta dal fisico Eugenio Semmola.

Secondo Battaglia l'invenzione di Mouchot non avrebbe condotto a grandi risultati poiché la caldaia e lo specchio erano solidali nel movimento per inseguire il sole, sia l'uno che l'altro non potevano che avere dimensioni limitate. Inoltre la caldaia era esposta all'aria e pertanto re irraggiava verso l'esterno l'energia che lo specchio aveva concentrata su di essa.

Per superare questi limiti e costruire sistemi a concentrazione capaci di raccogliere calore solare in quantità quali quelle richieste dai moderni processi industriali, Battaglia propose di separare la caldaia dallo specchio.

Progettò un sistema costituito da due sottosistemi del tutto indipendenti in relazione ai movimenti. Il campo solare, di 1.250 piccoli specchi tondi e piani, di un metro quadrato di superficie ciascuno, distribuiti su 42 file di 30 specchi; la caldaia, un tubo di 1 m di diametro, lungo 30 m, posto di fronte al campo solare e isolato all'interno di un forno di mattoni. Ogni specchio era orientato in modo da inseguire il sole e rifletterne la radiazione sulla caldaia. Battaglia, che lo descrisse in dettaglio nei suoi vari aspetti economici e tecnici, stimò che il sistema avrebbe avuto una potenza di 37,3 kW e un costo, al tempo, di circa 100.000 lire, pari a circa 420.000 euro 2008.

Il 4 ottobre 1886 Battaglia è a Genova, dove chiese la registrazione del brevetto relativo a questa sua invenzione con il nome di *Collettore Multiplo Solare*, tuttavia di minori dimensioni di quello presentato presso l'Istituto di Incorag-



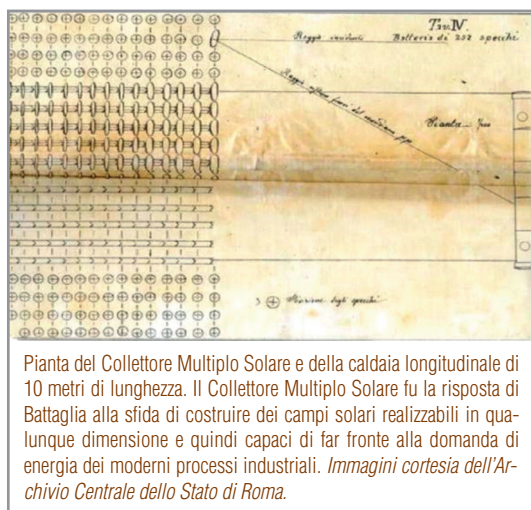
La macchina da stampa a energia solare di Augustine Mouschot e Abel Pifre, esposta ai Giardini delle Tuileries a Parigi 1880. A. Mouchot, *La Chaleur Solaire et Ses Applications Industrielles*, Paris Gauthier Villar, Imprimeur Libraire, 1869. Immagini cortesia di John Perlin.



giamento di Napoli. Nel brevetto la caldaia ha una lunghezza di 10 metri e il campo solare è composto da 252 specchi.

Il brevetto di Battaglia è stato ritrovato nel 2007 nel corso delle ricerche promosse dal GSES - ODV sui brevetti relativi all'uso dell'energia solare degli ultimi 200 anni conservati presso l'Archivio Centrale dello Stato. Non sappiamo ancora se Battaglia abbia mai costruito e sperimentato il suo Collettore Multiplo Solare, come gli fu raccomandato dal fisico Eugenio Semmola durante la presentazione della sua relazione nella sessione accademica presso l'Istituto d'Incoraggiamento di Napoli. Né sappiamo se la sua invenzione e il brevetto da lui registrato siano mai stati notati da altri studiosi e riproposti successivamente. In letteratura al momento non abbiamo ancora trovato tracce.

L'ipotesi è che l'idea di Battaglia di produrre vapore solare per azionare un motore termico potrebbe essere passata in secondo



Pianta del Collettore Multiplo Solare e della caldaia longitudinale di 10 metri di lunghezza. Il Collettore Multiplo Solare fu la risposta di Battaglia alla sfida di costruire dei campi solari realizzabili in qualunque dimensione e quindi capaci di far fronte alla domanda di energia dei moderni processi industriali. Immagini cortesie dell'Archivio Centrale dello Stato di Roma.

ordine a seguito degli importanti sviluppi che l'Italia andava realizzando nell'uso dell'energia idrica (forma di energia solare indiretta) per la produzione di energia elettrica e, quindi, per azionare le sue fabbriche.

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

Le ricerche storiche del GSES - ODV su Battaglia proseguono tuttora. Ad oggi non sappiamo se Battaglia riuscì a sperimentare il suo brevetto, con la registrazione del quale ha spiegato il perché il motore di Mouchot, un mito nella storia dell'energia solare, non avrebbe avuto un futuro per rifornire di energia le società industrialmente avanzate.

Giovanni Francia

(Torino, 15.7.1911 - Genova, 25.4.1980)

Apparecchio a specchio multiplo che utilizza il calore del Sole

Il Prof. Giovanni Francia è stato a livello mondiale tra i maggiori studiosi e pionieri dell'uso moderno dell'energia solare del Novecento, vale a dire fare con l'energia contenuta nella luce del Sole le stesse cose fatte con i combustibili fossili e nucleari.

Francia parte dall'idea che il calore solare, abbondante ma a bassa densità e a bassa temperatura, debba essere raccolto in modo da ottenere le temperature in uso nell'industria, quindi a temperature elevate, utili per azionare le grandi e moderne turbine delle centrali elettriche. Sostiene quindi che l'energia solare sarà competitiva solo quando la caldaia solare sarebbe stata in grado di fornire vapore a pressioni superiori a 150 atmosfere e temperature superiori a 500 °C.

Sarà questo campo di ricerca nel settore dell'energia solare nel quale Francia si impegnerà per tutta la vita, ma non il solo, come si può leggere consultando vari articoli su Giovanni Francia e l'Archivio e Museo Nazionale sulla storia dell'energia solare.

Al fine di innalzare la temperatura di raccolta dell'energia solare fa un primo passo inventando la struttura a nido d'ape, un insieme formato da un gran numero di tubicini paralleli, lunghi e sottili di un materiale tipo vetro, quarzo, materie plastiche, che, trasparente alla radiazione solare e opaco per i raggi termici emessi dalla superficie calda, riduce le perdite del collettore per re irraggiamento e per convezione.

Il primo sistema con nido d'ape fu costruito da Francia nei primi mesi del 1960 con il solo scopo di fare la verifica sperimentale della teoria che andava sviluppando. In questo caso, il nido d'ape era formato da tubicini esagonali di 8 mm di diametro e 160 mm di lunghezza. In questo dispositivo furono raggiunte temperature di 230-240 °C contro i 500 °C

previsti sul piano teorico.

All'amico Lillo Colli che nell'agosto 1960 gli segnala dei sistemi a concentrazione senza movimento risponde che sta «studiano i lavori americani, che il vetro naturalmente è ben noto ma nulla vi è del corpo nero assoluto (Un corpo che a qualsiasi temperatura assorbe integralmente la luce, qualsiasi sia la sua composizione, si chiama corpo nero assoluto) né degli altri risultati che ho ottenuto associando questo a quello».

Tra il 1960 e il 1961 realizza a Cesana Torinese la prima stazione di prova dove sperimenta la prima caldaia accoppiata con un concentratore troncoconico protetta da una struttura a nido d'ape di 2000 sottili tubicini di vetro. Raggiunge la temperatura di 600 °C.

La struttura, la teoria e i risultati sperimentali sul nido d'ape li traduce nel primo brevetto solare e li presenta alla United Nations Conference on New Energy Sources (solar, wind, geothermal), tenuta a Roma presso la sede centrale della Food and Agriculture Organization (FAO) delle Nazioni Unite nel 1961.

Questa presentazione fa conoscere Francia a livello internazionale e fa crescere l'interesse per lo studio delle strutture a nido d'ape, ancora oggi oggetto di tante ricerche dalle prospettive di applicazione di larga portata, come per esempio quelle dei materiali isolanti trasparenti, studiati in particolare in Germania e in altri paesi del nord Europa, soprattutto a partire dagli inizi degli anni ottanta.

Prima di Francia studi che possono essere considerati in qualche modo precursori dell'invenzione delle strutture a nido d'ape erano stati condotti nel 1929 da Veinberg in Russia e, circa nello stesso periodo, in Germania e negli Stati Uniti da Hottel e Keller.



Cesana Torinese. Concentratore troncoconico con assorbitore a nido d'ape. Da Archivio Giovanni Francia, cortesia degli eredi.

Giovanni Francia fu il primo al mondo a sperimentare e costruire dei prototipi di concentratori fresnel (vale a dire dei concentratori la cui superficie ottica che riflette la radiazione solare è divisa in tanti segmenti), lineare a Marsiglia nel 1964 e, puntuale a S. Ilario nel 1965.

Per aumentare la temperatura di raccolta dell'energia solare Francia utilizzò nei due impianti due tecniche: quella nota della concentrazione della radiazione solare con degli specchi e quella delle celle a nido d'ape da lui inventata. Quest'ultima presenterà vari limiti dovuti alla resistenza termica e alla stabilità dei materiali utilizzati per le celle, un problema esistente tutt'oggi.

Il primo impianto ad essere costruito nel 1964 fu il concentratore lineare fresnel a Lacédémonie con il sostegno del CNRS e della NATO a Marsiglia (38 kg/h di vapore a 100 atm e 450 °C).

Segue la costruzione nel 1965 del primo concentratore puntuale fresnel al mondo a S. Ilario con il sostegno del Consiglio Nazionale della Ricerche (CNR) e della NATO (21 kg/h di vapore a 150 atm e 500 °C).

La competitività economica dell'impianto è per Francia un fattore chiave nella progettazione.

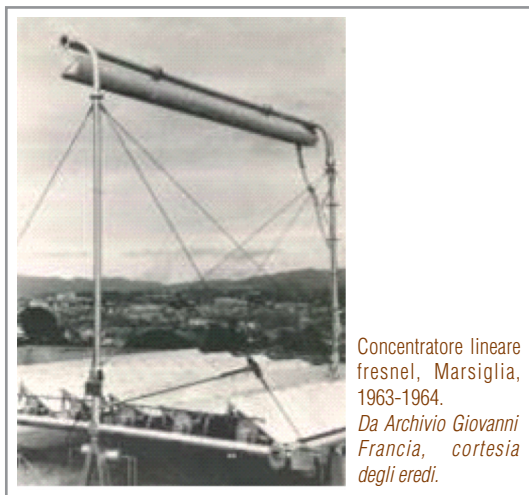
Per il primo impianto a concentrazione puntuale di S. Ilario segue un processo inverso a quello tradizionale. Si chiede quanto debba costare l'impianto per essere competitivo e cosa offre l'industria per quei costi per realizzare un campo specchi, la parte più costosa. Trova la brillante e geniale soluzione di un unico cinematismo per un'intera fila di specchi, quindi fabbricabile in serie, che, con un unico movimento, orienta ogni specchio, appositamente predisposto, sulla caldaia.

Alla prima centrale di S. Ilario del 1965 (121 eliostati, 30 m²) ne seguiranno altre tre rispettivamente negli anni 1966 (121 eliostati, 52 m²), 1967 (271 eliostati, 265 m²) e 1972 (217 eliostati, 135 m²), nelle quali Francia sperimenta di volta in volta i vari componenti della caldaia e del campo specchi. Registra il concentratore puntuale fresnel o Apparecchio a specchio multiplo che utilizza il calore del Sole anche negli Stati Uniti. Con il 1973 il lavoro di Francia viene notato dalla grande industria che chiede la sua consulenza per la costruzione di impianti dimostrativi di taglia industriale in Italia (1 MWe Eurelios, costruito ad Adrano in provincia di Catania) e negli Stati Uniti (400 kWth, Georgia Technology Institute, Solar Thermal Facility).

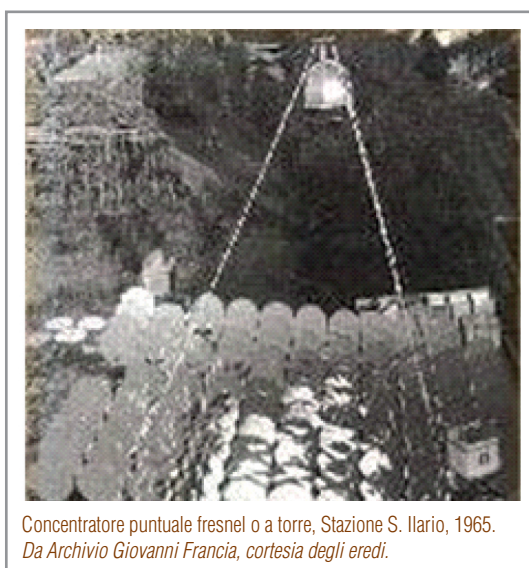
Quaranta anni fa, il 14 aprile 1981, fu messa in esercizio, ad Adrano in Sicilia, nella terra della legenda degli specchi ustori di Archimede, Eurelios.

Nell'ultima parte della sua vita Francia sarà impegnato a S. Ilario nello sviluppo della caldaia solare a gas.

Il lavoro svolto da Francia a S. Ilario sarà ancora oggetto di qualche interesse dell'industria subito dopo la sua morte, per esempio dell'Ansaldo e dell'ENEA, i quali costruiscono presso il centro della Casaccia nel 1982 un impianto a torre di 800 kWth. Questo impianto non fu praticamente mai utilizza-



Concentratore lineare fresnel, Marsiglia, 1963-1964.
Da Archivio Giovanni Francia, cortesia degli eredi.



Concentratore puntuale fresnel o a torre, Stazione S. Ilario, 1965.
Da Archivio Giovanni Francia, cortesia degli eredi.

to. Le conclusioni dell'ENEL sulle sperimentazioni di Eurelios, pubblicate nel 1991, fecero scendere il silenzio su Giovanni Francia e sul suo straordinario lavoro

Francia fu coinvolto in un'impresa della quale non conosceva gli aspetti essenziali: una competizione truccata tra la costruzione



Eurelios, costruito in località Contrasto nel comune di Adrano (CT). Avvio sperimentazione 1981. Fine sperimentazione 1985. Pubblicazione risultati 1991. Fotografia, cortesia Giacomo Parodi.

della centrale nucleare di Caorso di 1000 MWe e Eurelios, impianto solare di 1 MWe partendo dalle straordinarie sperimentazioni realizzate presso la stazione di S. Ilario in solitudine, con pochi soldi, e senza un sincero e vero sostegno morale dell'Università presso la quale lavorava.

Un'eredità quella di Francia che appare in tutta la sua grandezza e che irresistibilmente e costantemente è riemersa con sempre maggiore vigore negli ultimi decenni, non in Italia, ma in altri paesi.

Nel 2011 il GSES - ODV ricordò il trentesimo anniversario dall'inaugurazione di Eurelios con l'articolo *Eurelios fu un abbaglio?*, pubblicato sulla rivista «Sapere», giugno 2011. Nell'articolo facemmo una panoramica di quella che era stata la produzione di energia elettrica di origine solare e anticipammo la prevista messa in funzione del più grande impianto solare a Torre e a campo specchi, costituito da tre torri e campi di specchi della potenza complessiva di 392 MWe.

Ivanpah, questo il nome dell'impianto costruito nel deserto del Mojave e inaugurato il 13 febbraio 2014. Si tratta di una tappa importante per la storia dell'uso dell'energia solare a livello mondiale e lo è ancor più per l'Italia, anche perché la tecnologia utilizzata nella costruzione di questo impianto ha, con Giovanni Francia, origini tutte italiane, e come vedremo più approfonditamente di seguito, perché tale tappa ripropone vari interrogativi sull'uso dell'energia sulla Terra, i quali non sfuggirono a Francia, che li trattò in suoi vari scritti. Va evidenziato che la caldaia solare di Ivanpah fu progettata dai due tecnici italiani che progettarono la caldaia di Eurelios, l'ing. Giancarlo Scavicchi e l'arch. Giorgio Lorenzato, richiamati al lavoro quando erano già in pensione.

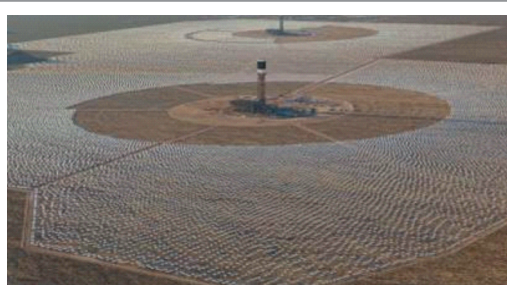
Nell'articolo di «Sapere» concludemmo con questa considerazione: per gli esperti il mercato dell'elettricità dalla radiazione solare diretta e diffusa sarebbe in prospettiva dominato da una sola tecnologia, quella in grado di offrire il servizio elettrico migliore e più economico.

Al riguardo tutte le tecnologie solari termodinamiche la prova di poter competere con le tecnologie fotovoltaiche la devono ancora dare, anche quella degli impianti a torre e campo specchi.

Per quest'ultimi, tuttavia, c'è una caratteristica in più e unica rispetto a tutte le altre tecnologie solari: quella di intercettare tramite gli specchi la radiazione solare e di trasferirla al ricevitore per semplice trasmissione ottica attraverso l'atmosfera.

Per gli altri impianti solari è invece necessario creare una rete di raccolta e convogliamento dell'energia, con una fitta trama di cavi elettrici nel caso di un campo fotovoltaico, o sotto forma di calore, in sistemi di tubazioni per il suo trasporto tramite un fluido vettore, come accade negli impianti solari a concentrazione parabolici lineari sia con ricevitore fisso sia mobile.

Per questo, la tecnologia degli impianti a torre e campo specchi potrebbe rivelare nuove interessanti prospettive in



Ivanpah. Fotografia cortesia di BrightSource Energy, Inc.

impianti di grandi dimensioni, come a suo tempo chiaramente intuito da Giovanni Francia: «Solo con gli specchi piani è possibile costruire grandi centrali solari», scriveva infatti in una lettera al collega francese Maurice Touchais nel lontano gennaio 1962.

Francia, quindi, non può essere ricordato solo per essere il padre delle centrali solari termoelettriche, tipo il grande impianto di Ivanpah. Tutti i lavori di Francia sono un contributo per immaginare un mondo moderno alimentato soltanto con l'energia solare come lo è stato nell'età solare empirica.

Rendering Solar Refining di 5MWe ideata, costruita e sperimentata da Bill Gross presso la stazione laboratorio di Lancaster, Pasadena, California (USA). Il concetto dell'impianto dell'immagine, ha origine nel 1965 presso la stazione solare di S. Ilario (Nervi, Genova, Italia), con l'ideazione, la progettazione e la sperimentazione del primo pionieristico impianto a torre e a campo specchi del matematico e fisico Giovanni Francia (Torino, 15 luglio 1911- Genova, 25 aprile 1980).

Bill Gross reinventa completamente con la *solar refining* gli impianti solari a concentrazione a Torre e a campo specchi utilizzando gli algoritmi genetici per la loro progettazione e le più avanzate tecnologie per allineare i 40.000 piccoli specchi che circondano la

torre sul Sole e sulla cima della torre nello stesso momento, in modo super preciso avvalendosi della computer vision e della Intelligenza Artificiale. Nella caldaia in cima alla torre si può scaldare un fluido di lavoro oltre 1.000°C e fino a 1.500°C. Si tratta delle temperature utilizzate nelle industrie energivore come acciaierie, cementifici, vetrerie e altre. La *solar refining*, ubicata nelle zone più assolate del mondo, produce calore, idrogeno ed elettricità 24 ore su 24, 7 giorni su 7, 365 giorni l'anno. È ipotizzabile una *solar refining* modulare di dimensioni da poter essere adattata e installata sul territorio italiano? Per altre informazioni visitare il sito <https://www.heliogen.com/>.



implementazione dell'interazione TRENO-BINARIO-STRUTTURA nella gestione della sicurezza ferroviaria

di IGNAZIO PARISI

La corretta pianificazione degli interventi di manutenzione delle infrastrutture del trasporto ferroviario sta alla base di un processo di sviluppo e di continuità della vita di un'azienda, la quale, senza di essi, si ritroverebbe a seguire obiettivi esclusivamente di breve periodo.

La pianificazione è il complesso di interventi organici, realizzati sulla base di un piano pluriennale, al fine di stimolare e guidare lo sviluppo della produzione, sia attraverso una rigida regolamentazione di ogni settore della vita economica, sia attraverso un sistema più flessibile di erogazioni e investimenti.

Con l'inizio del servizio di trasporto ter-

restre, sia pubblico, collettivo e privato, in particolare di quello su ferro, divenne indispensabile e indifferibile definire "regole" per lo svolgimento del servizio stesso. Nei decenni successivi gli enti normatori e gli operatori cominciarono a estendere la loro attività anche alla manutenzione, dapprima si è limitata soltanto quella influente sulla sicurezza dell'esercizio: norme, prescrizioni, piani di manutenzione, istruzioni operative, in seguito per disciplinare l'esecuzione della manutenzione, sia per verificarne periodicamente i risultati.

La sicurezza (*safety*) consiste nel creare le più idonee condizioni tecnologiche, organizzative e informative per azzerare il rischio di incidenti e pericoli all'incolumità fisica dei passeggeri, determinati dalla tipologia di viaggio e dal mezzo utilizzato.

Oggi la certificazione di sicurezza viene rilasciata da

ANSFISA (Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e delle Infrastrutture Stradali e Autostradali), che dal 1 gennaio 2019, ma di fatto dal 5 dicembre 2020, promuove la sicurezza e vigila sulle infrastrutture ferroviarie, stradali e autostradali e sugli impianti fissi, specifica per il tipo di servizio svolto: passeggeri; alta velocità; merci ordinarie; merci pericolose; manovra.

Anche in ambito comunitario, tenendo conto dei dati relativi forniti dagli organismi nazionali per la sicurezza, l'Agenzia Ferroviaria Europea (ERA - *European Union Agency for Railways*) oltre a contribuire all'integrazione e alla definizione di norme tecniche e di sicurezza delle reti ferroviarie europee, verifica, che in nessun dei venticinque Stati Membri dell'UE, si riscontrino riduzioni dei livelli di sicurezza nel sistema ferroviario.

L'attuale sistema di mobilità incide per quasi un quarto delle emissioni di gas serra dell'Europa e l'atteso incremento della domanda di mobilità rischia di aumentare le quantità di emissioni.

L'inquinamento atmosferico è un fenomeno estremamente complesso. In particolare, nelle grandi aree urbane si raggiungono elevati livelli di concentrazione di alcuni inquinanti come particolato atmosferico (PM10 e PM2,5); l'ozono (O₃) e il biossido di azoto (NO₂) che, a causa della loro tossicità, determinano un forte impatto sulla salute umana.

Il Gruppo FS si prefigge di azzerare le emissioni mettendo in campo una serie di azioni correttive: flotte di treni dalle performance ambientali sempre più elevate, ulteriore elettrificazione della rete ferroviaria e sperimentazione di nuovi combustibili. Inoltre il Gruppo ha come obiettivo quello di produrre almeno il 40% del fabbisogno di energia elettrica installando impianti fotovoltaici e mini-eolici nelle stazioni e officine puntando così ad un maggiore efficientamento energetico.

Nonostante il suo primato storico e la sua efficienza dal punto di vista energetico (intesa in termini di incidenza sui consumi e sui costi totali di esercizio), il trasporto collettivo su rotaia ha ancora ampi margini di crescita ed innovazione. Da tale consapevolezza nasce l'esigenza di sviluppare e mettere a punto, sistemi e tecnologie avanzate finalizzate al miglioramento del trasporto ferroviario in ter-

mini di risparmio energetico e di incremento della sicurezza della circolazione dei veicoli ferroviari e dell'utenza.

Nella vita quotidiana, spesso considerano l'applicazione ed il rispetto delle normative specifiche come garanzia della sicurezza stessa; evidentemente, il seguire alla lettera, le regole e le indicazioni fornite dalle norme, rendono sicuramente più complesso il verificarsi di avvenimenti dannosi.

Attualmente, i veicoli ferroviari hanno un elevato livello tecnologico, di conseguenza offrono una maggiore affidabilità della componentistica rotabile, ricercando una sempre maggiore implementazione di sistemi diagnostici resilienti in modo tale da facilitare la ricerca dei guasti e il ripristino in tempi celeri.

Per quanto riguarda l'infrastruttura ferroviaria, questa è caratterizzata dalla sovrastruttura e dalle opere civili (rilevati, trincee, gallerie, viadotti e ponti, ecc.) che differiscono da quelle di un'infrastruttura stradale più per gli standard progettuali che per gli aspetti costruttivi. In particolare, ponti e viadotti hanno da sempre costituito un elemento fondamentale delle infrastrutture del trasporto terrestre. La sovrastruttura ferroviaria, conseguentemente, è realizzata in modo da sopportare i carichi dinamici trasmessi dai convogli transitanti ad elevate velocità, e garantire la sicurezza della circolazione e il comfort di marcia. In particolare, la qualità del binario ferroviario è determinata attraverso una serie di parametri geometrici fondamentali, definiti da Rete Ferroviaria Italiana.

La corretta valutazione del comportamento della componentistica ha assunto un ruolo fondamentale nella gestione delle linee ferroviarie sia dal punto di vista economico che dalla sicurezza del traffico ordinario e ad alta velocità. Anche in Italia, come nelle altre nazioni industrializzate, il traffico ferroviario ha subito nel corso del tempo una notevole mutazione, in funzione della evoluzione della tecnica del trasporto su rotaia e della domanda economica di trasporto.

È sorprendente constatare come nella storia dell'umanità si siano verificati innumerevoli e significativi cambiamenti nella mobilità e nelle tecnologie. In Italia, in particolare, la trasformazione organizzativa con il progressivo consolidamento delle linee ad Alta Velocità e della messa in esercizio un insieme di treni veloci, sia Trenitalia sia Nuovo Trasporto Viaggiatori, hanno indirizzato e concentrato i servizi sulla lunga percorrenza. Le differenze tra le diverse parti del Paese nell'offerta di servizio sono legate proprio alla diversa spesa prevista dalle Regioni per il servizio ferroviario ed il materiale rotabile.

Negli ultimi anni, i problemi di mobilità sono aumentati, con una crescente domanda di soluzioni che affrontano efficacemente la congestione, il rumore, l'inquinamento atmosferico, le emissioni di gas ad effetto serra, solamente per citarne alcuni.

Dal 1 luglio 2001, la nostra rete ferroviaria nazionale è assegnata in concessione ad un unico soggetto: Rete Ferroviaria Italiana (RFI). Le prestazioni di trasporto ferroviario invece sono erogate da più imprese.



Negli ultimi decenni si è assistito ad un forte incremento dell'utilizzo dei veicoli e delle infrastrutture ferroviarie, volte a trasformare il sistema in una rete ad Alta Velocità (AV) ed Alta Capacità (AC), allo scopo di migliorare la gestione della linea (sicurezza, puntualità, adattabilità) in presenza contemporanea di convogli con velocità differenti, come treni passeggeri e merci, convogli locali più lenti insieme a treni veloci.

Il concetto di treno nasce in epoca romana, il sistema ferroviario iniziò a prendere piede, in maniera significativa, intorno al 1830. Negli anni lo sviluppo ha reso possibile l'espansione industriale con profonde modificazioni nel sistema ferroviario, basti pensare all'incremento dell'utilizzo dei veicoli e delle infrastrutture: eventi che hanno comportato un incremento dei fenomeni di degrado del materiale rotabile e delle infrastrutture non progettate per i nuovi sovraccarichi.

Ora, sussistono linee ferroviarie realizzate secondo i più avanzati standard infrastrutturali e tecnologici, allo scopo di consentire le migliori prestazioni in termini di sicurezza, velocità, interoperabilità e competitività con le direttrici ferroviarie delle altre linee europee. Grazie all'adozione del sistema europeo di supervisione e controllo del distanziamento dei treni ERTMS/ETCS, la circolazione a velocità elevate avviene in sicurezza.

Questo ampliamento strutturale ha comportato negli ultimi anni un incremento di sollecitazioni derivanti da un esercizio più intenso, nonché una maggiore evoluzione dei fenomeni di degrado del materiale rotabile e delle infrastrutture. Tutto ciò ha reso più evidenti danni ambientali causati dalle vibrazioni. In quest'ottica, la causa principale delle vibrazioni indotte dal traffico ferroviario o metropolitano è identificabile nell'interazione dinamica fra ruota del veicolo in movimento e profilo del binario, indotte dalla micro-rugosità delle superfici di rotolamento.

Da un punto di vista concreto, per comprendere come l'interazione veicolo-sovrastuttura possa influenzare il degrado della

linea e incidere, quindi, sulla sicurezza di marcia, è essenziale effettuare un'analisi critica sui software al fine di individuare le ottimali condizioni costruttive dell'infrastruttura per garantire l'utilizzo in sicurezza delle linee ferroviarie in fase di esercizio.

Genericamente il fenomeno di processo del logoramento e del degrado sono aspetti corrispondenti alla dinamica ferroviaria che necessita di un idoneo monitoraggio, al fine di garantire un controllo ed una manutenzione in sicurezza sia delle ruote sia delle rotaie e delle infrastrutture. Gli elementi che influenzano l'usura sono molteplici e uno di questi è sicuramente lo sviluppo del tracciato: infatti, tracciati tortuosi con curve di raggio molto stretto sono più aggressivi sui bordini delle ruote; sui tracciati rettilinei è invece la velocità di transito che maggiormente va ad incidere sull'usura. Altri parametri che incidono sul fenomeno e sull'entità dell'usura sono: la larghezza dello scartamento in curva, i materiali delle ruote e delle rotaie.

La difettosità del binario, indice di degrado, insieme con quella plano-altimetrica della linea e delle componenti meccanico-inerziali del veicolo, rappresenta una delle principali cause di instabilità di marcia, che generalmente evolve in veri e propri casi di svio. Il superamento di certe soglie da parte dei parametri, implica l'intervento manutentivo sul binario, al fine di ripristinare la corretta geometria e di garantire così la qualità della marcia dei treni.

È anche possibile osservare disgregazione di materiale della superficie di rotolamento che può degenerare in sgranamento della superficie della rotaia o ondulazioni e corrugazioni di piccola lunghezza (3÷8 cm) che possono provocare danni pericolosi non solo per la sicurezza e il comfort del passeggero ma anche per gli altri elementi contigui alla rotaia.

Le traverse sono gli elementi prismatici trasversali che collegano le due rotaie all'interno di un binario, mantenendole alla corretta reciproca distanza. Mediante le traverse il binario è ammorsato nella massicciata: in questo modo s'incrementa la resistenza alle sollecitazioni dinamiche e termiche.

In particolare, le traverse in legno sono generalmente soggette a fessurazioni, abrasioni ed indebolimenti legati alle condizioni atmosferiche, agli attacchi di parassiti, alle variazioni di temperatura e alle sollecitazioni dovute ai veicoli transitanti.

Le normative in materia ambientale, introdotte a partire dagli anni ottanta, interessarono anche l'impiego degli oli minerali e suoi derivati nel trattamento antisettico dei legnami, in particolare per quelli destinati all'impiego nel settore ferroviario. Le disposizioni legislative bandirono definitivamente l'impiego di olio di creosoto e/o minerale nel trattamento di impregnazione dei legnami destinati alla fabbricazione delle traversine.

Dagli anni sessanta per garantire una rete ferroviaria efficiente ad elevate prestazioni ed assicurare un servizio continuo, le Aziende che operano in detto settore, nelle nuove realizzazioni ferroviarie e nei lavori di ammodernamento, al

posto delle traverse in legno, si sono orientate verso l'utilizzo dei manufatti in cemento armato precompresso, anche se queste in particolari applicazioni presentano delle problematiche impiantistiche, in particolare, in corrispondenza dei ponti in ferro.

Per far fronte alle applicazioni speciali, si è reso necessario trovare un trattamento alternativo, che fosse in grado di garantire al legname la medesima resistenza agli agenti atmosferici e microbiologici. Vennero così introdotte le traverse in legno sintetico FFU composte da innumerevoli fibre di vetro, impregnate con uno speciale sistema poliuretano e poi polimerizzate a temperatura elevata. Questo manufatto oltre a presentare una struttura a cellule chiuse che non gli permette di assorbire acqua, presenta un'elevata resistenza ad agenti chimici, quali oli, lubrificanti e sostanze inquinanti; fornisce ottime garanzie durante l'uso, rispetto al legno naturale.

Particolari organi di attacco fissano le rotaie alle traverse garantendone la corretta posizione: sono dei dispositivi di tipo elastico indiretto: l'ancoraggio è assicurato da una spalletta in ghisa inglobata nel monoblocco della traversa in calcestruzzo armato (reazione alle spinte orizzontali), mentre la funzione di fissaggio verticale è affidata alla molla "Pandrol". Quest'ultima viene forzata, durante l'installazione, tra l'elemento metallico inglobato nel manufatto in calcestruzzo e la suola della rotaia. Il posizionamento della molla dipende dalle tolleranze di costruzione degli elementi metallici inglobati nella traversa e dalla correttezza della loro posizione nel manufatto, entro limiti predeterminati e mantenuti costanti. Tra la molla e la suola della

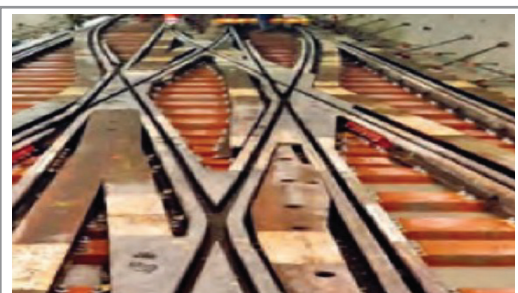
rotaia sono inserite delle piastrine isolanti che isolano la rotaia, rendendola atta a far parte del circuito elettrico di binario.

Uno dei difetti più comuni degli attacchi è dovuto all'allentamento degli stessi, e quindi della connessione tra rotaia e traversa; quando ciò accade c'è il rischio che non sia garantito il corretto scartamento del binario; a così alte frequenze si hanno diversi modi di vibrazioni delle traverse ed i carichi applicati al ballast ed i loro comportamenti non sono più lineari.

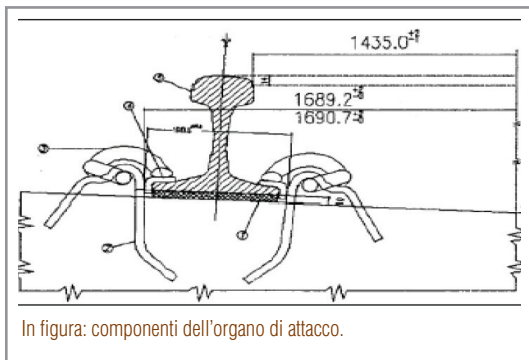
Lo scartamento è definito come la distanza tra i fianchi interni dei funghi delle rotaie costituenti il binario, (in Italia lo scartamento adottato è di 1435 mm) misurato normalmente all'asse del binario, alla quota di 14 mm al di sotto del piano del ferro (piano di rotolamento). Difetti di sghembo sono preoccupanti ai fini dello svio e generalmente sono dovuti a difetti di posa in opera del binario o costruttivi delle componenti meccaniche del veicolo.

Anche, se il ballast è l'elemento generalmente più durevole della sovrastruttura ferroviaria, gli strati che lo costituiscono sono progettati in maniera tale che le caratteristiche meccaniche durino nel tempo, in quanto una modifica della resistenza e della conformazione del ballast può generare difetti geometrici dell'intero binario. Altri difetti che possono interessare il ballast sono legati al drenaggio reso impossibile o insufficiente. In tal caso si può assistere: alla formazione di sacche causate dall'assestamento del terreno di sottofondo; ad occlusione da materiali fini di degrado o di deposito alle spalle della massicciata; alla formazione di pozze ai lati del rilevato per mancanza di canali per la rimozione dell'acqua. La vegetazione infestante può generare difetti di portanza del sottofondo, così come la rottura o l'inquinamento del pietrisco. Periodicamente si provvede all'estirpazione delle erbe e degli arbusti, nelle adiacenze della sede ferroviaria, mediante treno *diserbatore* che provvede al diserbo spruzzando prodotti chimici concentrati sulle piante erbacee. Le attività manutentive devono impedire l'inquinamento del ballast e garantirne la stabilità, al fine di non alterare i requisiti di elasticità e permeabilità e di assicurare il mantenimento delle caratteristiche geometriche del binario. Il controllo dei valori assunti dai parametri geometrici avviene mediante la diagnostica, ossia l'insieme delle attività volte a determinare lo stato delle diverse componenti dell'infrastruttura ferroviaria.

In particolare, Rete Ferroviaria Italiana dispone di una flotta di treni diagnostici e di alcuni carrelli automotori, attraverso i quali è possibile controllare lo stato geometrico del binario, l'usura e il profilo delle rotaie, le condizioni degli organi di attacco e delle traverse, le accelerazioni che si propagano al corpo della carrozza, la linea aerea di contatto, le telecomunicazioni e gli impianti di sicurezza. Il controllo della geometria del binario e dell'usura delle rotaie avviene mediante il transito di treni diagnostici dotati di sistemi di misura e software di elaborazione dei dati. Oltre a indagare sullo stato del binario, i treni diagnostici rilevano i parametri della linea



La traversa sintetica in FFU viene prodotta utilizzando una tecnica di pultrusione-estrusione. La pultrusione è un processo di lavorazione continuo di materiali compositi rinforzati con fibre di vetro o di carbonio. I filamenti continui di fibra di vetro vengono immersi nel poliuretano, questo materiale composito viene ottenuto mediante la polimerizzazione a temperatura elevata.



di contatto, degli impianti di telecomunicazione e di segnalamento, e analizzano la dinamica di marcia.

L'attività diagnostica è collegata alla manutenzione della linea ferroviaria, in quanto gli interventi correttivi sono pianifi-

cati sulla base dei difetti rilevati durante le corse di verifica. La manutenzione eseguita in relazione allo stato corrente dell'infrastruttura, consente una migliore gestione delle priorità e delle risorse. Inoltre, confrontando le misure eseguite durante corse di verifica successive è possibile monitorare l'evoluzione dei difetti nel tempo, intervenendo su di essi prima della generazione di guasti o degradi (manutenzione preventiva).

Nonostante ci siano degli apprezzabili miglioramenti, la transizione ecologica dei trasporti su ferro in Italia è ancora troppo lenta. A gravare sull'andamento del trasporto sono i continui ritardi infrastrutturali, i treni poco frequenti e le linee a binario unico, tutte anomalie che accrescono nel Sud Italia. In questa penombra un flebile barlume di un leggero miglioramento emerge che negli ultimi periodi dell'anno 2022, il 34% degli italiani ha fatto la scelta consapevole di prendere il treno rispetto all'auto per ridurre la propria impronta di carbonio di 1-2 volte.

Poiché la domanda di mobilità a basso impatto ambientale è in crescita la Commissione europea per favorire l'uso del treno negli spostamenti continentali ha annunciato dieci nuovi progetti di collegamenti ferroviari fra più Paesi europei. Due di questi riguardano da vicino il Frecciarossa di Trenitalia. L'obiettivo principale è quello di disincentivare l'utilizzo dei mezzi privati rendendo il trasporto ferroviario una opzione di viaggio stimolante e competitivo rispetto alle altre modalità di trasporto. Dal momento che si è dimostrato: pratico, comodo, conveniente, sostenibile e sicuro.

CULTURA E TERRITORIO: note, riflessioni e programmi di approfondimento per un turismo consapevole

di SABRINA BUSATO¹, MASSIMO CASTELLANO², MAURO CAPPELLI³, ANTONIO SPERANZA⁴

Introduzione

Il turismo culturale è da sempre un filone economicamente e culturalmente rilevante, in quanto consente di attivare una serie di indotti nel territorio di riferimento e di divulgarne al contempo il patrimonio

storico, artistico e culturale.

In un paese come l'Italia, dove è altissima la concentrazione di beni culturali, paesaggistici e naturalistici, ma è purtroppo spesso assente un'educazione alla bellezza e alla storia dell'arte, il turismo culturale è una delle poche opportunità di conoscenza e divulgazione del patrimonio

¹ Presidente FEISCT (Federazione Europea Itinerari Storici Culturali e Turistici).

² General Manager Rete Borghi Marineri di Roma.

³ Membro Consiglio Presidenza SIPS.

⁴ Presidente SIPS.

artistico.

La pandemia Covid ha messo in luce le difficoltà dei sistemi di accoglienza turistica di massa, che - soprattutto nelle città d'arte - non hanno saputo generare modelli di economia sostenibile. I modelli di ospitalità extralberghiera gestiti attraverso piattaforme digitali hanno desertificato i centri storici, favorendo l'insediamento dei grandi circuiti ristorativi e di servizi turistici. Alcune città d'arte in particolare sofferenza (Venezia, Amsterdam...) hanno pensato a soluzioni drastiche (come le tasse d'accesso alla zona urbana) per arginare i flussi turistici. Parallelamente, il periodo post-pandemia ha visto crescere molto rapidamente la richiesta di mete all'aria aperta e piccoli borghi alla ricerca di vacanze nella natura e di un turismo esperienziale, che in teoria favorisce territori non congestionati ma nella pratica trova destinazioni impreparate nella promozione, nell'accoglienza, e nella gestione dei flussi turistici.

Un'importanza particolare è rivestita dagli itinerari culturali e dai cammini, che hanno sicuramente contribuito a diffondere stili di vita più sani, dove l'amore per la natura e il territorio trovano alleati importanti per la promozione di un turismo lento che vede camminate e bicicletta tra gli sport più praticati, favorendo la conoscenza di territori e luoghi con patrimoni culturali quasi sconosciuti ma di grande valore. A fare da apripista per la diffusione di itinerari e cammini, il Programma degli itinerari culturali del Consiglio d'Europa, nato nel 1986 con il Cammino di Santiago, ha visto crescere in modo esponenziale il numero degli Itinerari Culturali Certificati (a oggi 49), tra i quali ricordiamo anche la Via Francigena.

Dall'esperienza degli itinerari culturali europei è scaturito un effetto domino che ha generato nei territori una riscoperta di antichi percorsi, intorno ai quali sono nate iniziative imprenditoriali locali a sostegno delle piccole economie.

Prendiamo a esempio la Via Francigena: uno studio IRPET ha evidenziato come in 10 anni essa sia riuscita a creare destinazioni turistiche in borghi minori con effetto domino (un incremento di 613.000 presenze nel tratto toscano nel periodo 2009 - 2019).



Il cammino di Santiago.

Molti esempi virtuosi dimostrano come la rivitalizzazione di itinerari culturali condotti nei territori abbia contribuito a sviluppare cultura, rivitalizzare il tessuto sociale e favorire la nascita di nuove attività: Ulisse e la costa dei tre miti, gli Itinerari Etruschi, le Vie del Sale, il Patrimonio Minerario Italiano, il Patrimonio industriale, le Vie di Transumanza, con il tema del turismo equestre e la cultura del cavallo, le terre dei presepi, la Via Romea Germanica. Non ultima, l'esperienza di Italian Blue Route, itinerario nato per valorizzare il patrimonio blu: dal mare ai fiumi ai laghi, a tutto il patrimonio materiale e immateriale. Si dimostra così che le metodologie di sviluppo degli itinerari consentono di creare un'attrattività diffusa, con benefici anche su territori a minore vocazione turistica, ma soprattutto contri-



La via Francigena

buiscono alla divulgazione e alla conoscenza del nostro patrimonio.

Sulla base di tali considerazioni, nell'ambito delle attività culturali della SIPS lo scorso 28 Aprile 2023 è stata realizzata una videointervista a Sabrina Busato, Presidente FEISCT (Federazione Europea Itinerari Storici Culturali e Turistici), cui è stato dato il titolo *Turismo e Cultura: viaggi nella cultura?*. La registrazione completa dell'evento è disponibile al sito www.sipsinfo.it.

In questo testo, a partire dalle riflessioni sviluppate durante l'evento, che verranno qui sintetizzate, si proverà ad allargare l'orizzonte dell'analisi verso tematiche più ampie. Negli ultimi anni la SIPS ha destinato infatti considerevole attenzione alle tematiche per così dire territoriali ("il mare", "le smart cities", ecc...). Nel contesto di questa linea di analisi-dibattito culturale è maturata la tematica "Turismo-Cultura" che evidentemente apre il campo a simili considerazioni riguardo il rapporto tra altre attività (alimentazione, cucina, arte, ecc...) e il territorio, fino a coprire "asintoticamente" l'intero contesto che potremmo chiamare "Cultura e Territorio": argomento di grande prospettiva, particolarmente nel momento in cui il confronto tra locale e globale tende a trasformarsi sempre più in uno scontro tra Sovranismo e Globalizzazione. Ma, senza spingersi fino a così impegnative problematiche, si possono affrontare temi di più ampio interesse come per esempio la ben nota carenza di attenzione per il turismo nella propria città: abitanti di Roma o Parigi che rischiano di difettare di consuetudine con lo straordinario patrimonio culturale della propria città!

I problemi che si prospettano sono palesemente molti e potenzialmente di dimensioni che potrebbero apparire intimidatorie: orientamento della SIPS è quello di "campionare" varie tematiche esplorando alcuni aspetti garantendo il rigore dell'analisi ma senza velleità d'intervento o di presa di posizione.

Sintesi dell'evento

Castellano: Potremmo partire dal successo che in ambito nazionale ed internazionale hanno riscosso e stanno riscuotendo

gli itinerari storici, culturali e turistici che, da configurazioni molto tradizionali, stanno evolvendo in diverse direzioni per attrarre un pubblico sempre più diversificato.

Busato: Mi preme evidenziare la struttura delle azioni di sviluppo degli itinerari culturali, dall'esperienza del cammino di Santiago, che è servita per la definizione del programma degli itinerari del Consiglio d'Europa, attraverso il coinvolgimento dal basso dei territori, e che ha finito per generare una forma di economia sostenibile per tutta la Galizia. L'impatto dei cammini nella rigenerazione dei territori delle aree interne e borghi non può essere misurato solo in termini economici, ma deve essere valutato anche per la capacità di produzione culturale, nell'impatto sociale e nella coesione che genera nelle comunità locali. La valorizzazione del patrimonio identitario e il ruolo attivo delle comunità locali che imparano a gestire i servizi locali e a diversificare le attività esperienziali (sport, artigianato, enogastronomia) contribuisce a ridefinire il concetto di comunità locale responsabilizzando i residenti sulle proprie scelte e contribuendo a renderli più consapevoli in merito al proprio patrimonio identitario.

In questo contesto il ruolo di FEISCT è strategico, in quanto ha accompagnato in Italia lo sviluppo e la promozione del settore attraverso vari accordi, mediante il dialogo con gli Enti locali, la formazione degli operatori e l'animazione tematizzata nei territori, al quale si affianca l'azione generata dal Meeting Internazionale degli Itinerari e delle destinazioni d'eccellenza *Meet Tourism*, che coadiuva le azioni di supporto locale realizzate dalla Federazione, con una finestra di interlocuzione diretta con gli attori politici e tecnici europei e internazionali.

Castellano: Che collegamento potremmo delineare tra turismo sostenibile e sviluppo della *Blue Economy*, ovvero l'insieme di attività produttive legate all'ambiente marino che ne utilizzano le risorse nel rispetto dell'ecosistema?

Busato: *Italian Blue Route* è un esempio di come gli itinerari culturali possono incidere nello sviluppo di settori altamente innovativi come quello della *Blue Economy*.

Italian Blue Route nasce per valorizzare il patrimonio blu, generato nei secoli dal rapporto tra l'uomo e l'acqua. La valorizzazione del patrimonio identitario dei territori è l'elemento dal quale partire per sviluppare innovazione attraverso il coinvolgimento delle principali *community* scientifiche e tecnologiche.

Il settore della formazione partecipa con un ruolo attivo, attraverso le scuole, che entrano in campo come attori principali e soggetti fondatori: lo scopo di *Italian Blue Route* è veicolare il concetto che il mare può muovere un'economia pulita e fondamentale per moltissimi settori, non solo nautica ma trasversale (sport, arte, cibo, mestieri, eventi, moda, costume, innovazione). E poi c'è il tema della sensibilizzazione verso un utilizzo attento della risorsa acqua: il tema della sostenibilità diventa centrale nella

costruzione di prodotti turistici, anche nuovi, come la nascita del prodotto turistico fluviale e lacustre attualmente assente in Italia.

Italian Blue Route offre una nuova visione rispetto agli itinerari tradizionali in quanto qui l'itinerario funziona da attivatore di laboratori territoriali, autonomi ma connessi. L'attrattiva turistica è così generata dalla sintonia tra "paesaggio" e "patrimonio identitario", l'insieme di memoria tangibile e intangibile, favorendo la nascita di una nuova sensibilità.

Verso "Cultura e Territorio"

Il peso culturale del tema "Turismo", già di per sé notevole, è esemplificativo di una grande, assai comunicativa vitalità tanto da rendere immediatamente interessante la prospettiva di una generalizzazione al tema "Cultura e Territorio": è questa la prospettiva della SIPS, soprattutto per quanto concerne il ruolo potenzialmente trainante di tale tematica nel contrastare la tendenza conflittuale del binomio Sovranismo-Globalismo. La vocazione della "Cultura" a far convivere armonicamente diverse visioni della realtà (classico il *Saggio per una filosofia pubblica intesa come equazione delle realtà* di Lippmann) deve trovare vie concrete per esplicarsi nel reale.

Il combinato disposto "Cultura e Territorio" rappresenta infatti oggi una miscela sempre più esplosiva per coniugare efficacemente sviluppo sociale e sostenibilità ambientale, soprattutto in un'area come quella mediterranea le cui espressioni materiali e immateriali del passato offrono un continuo stimolo all'innovazione consapevole. Al binomio Sovranismo-Globalismo andrebbe allora contrapposto quello Tradizione-Innovazione inteso non come coppia dialettica ma come diade semantica, laddove si riconosca una linea verticale ininterrotta della conoscenza che solo affondando nel passato può poi proiettarsi nel futuro. È di una tale tradizione viva che il Territorio si fa custode rendendola alla disponibilità del viaggiatore avvertito che saprà così trasformarla in percorso culturale per se stesso e per la comunità.

Molte sono le esperienze di mixing culturale nella storia umana, ma non emer-

ge un modello "ottimale"; non è, tuttavia, obiettivo della SIPS determinare le forme ottimali di sintesi operativa del mixing culturale (trascenderebbe comunque le potenzialità della SIPS stessa!): obiettivo è, invece, il prospettare la problematica in maniera culturalmente "garantita" (*no fake!*) generalmente (non genericamente!) "ben posta".

La necessità di un approccio scientifico al concetto di "territorio" è un'esigenza sempre più avvertita, tanto da poter ipotizzare la nascita di una "nuova scienza del territorio" come avanzato da Sungeun Kim e Chihyung Jeon del Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST). Tale scienza dovrebbe riunire i contributi di discipline apparentemente distanti come le geoscienze, la geopolitica e le scienze umanistiche. Una tale disciplina dovrebbe configurarsi come una "tecnoscienza pubblica che abbia il compito di misurare, monitorare, modellare e conservare il contesto naturale attraverso cui si definisce lo spazio di intervento di una comunità politica". In effetti la geografia moderna non studia la Terra in quanto tale ma i suoi territori, con questo intendendo non solo la configurazione naturale che li caratterizza ma anche l'azione dell'intervento dell'essere umano come animale politico e sociale. Una tale scienza permette così una trasformazione razionale di uno spazio naturale selvaggio in un territorio governabile. In questo senso il termine "territorio" non include solo gli spazi terreni ma anche quelli marittimi e aerei. In tale ambito confluiscono dunque i contributi di scienze come la geofisica, la fisica dell'atmosfera e l'oceanografia, accanto a discipline umane come la geopolitica, la diplomazia, la geografia politica, la sociologia e l'antropologia.



Nelle celebrazioni per gli **artefici della regia aeronautica** anche idronavale uno sguardo a un esempio di preziosa inventiva conservativa degli S79 trimotori prevalentemente in legno in quel di Trapani, 1940

di ANTONELLA LIBERATI*

Guglielmo Liberati, nasce a Roma l'8 Luglio 1917 mentre suo padre era al fronte come pontiere di barche, fu chiamato Guglielmo proprio per protesta di avere suo padre al fronte (poi Cavaliere di Vittorio Veneto) per una guerra non voluta da contadini e braccianti.

Alla visita di leva Guglielmo sarebbe stato destinato a prestare Servizio come Bersagliere. Innamorato degli aeroplani e del volo scongiurò di essere inserito come aviere in Aeronautica. Fu tanto persuasivo che lo accontentarono, con il commento «Peccato! Sarebbe stato un ottimo bersagliere» riferendosi alla sua capacità toracica e struttura muscolare. Da ragazzo, per esigenze di famiglia aveva lavorato per alcuni anni come carrettiere a vino, trasportando lo stesso dai Castelli romani alle osterie di Roma e poi trasportando negli scantinati, a spalla, tutti i barili del carico, cosa disagiata sui ripidi e alti gradini che consentivano di scendere nei sotterranei-cantine.

Destinato a Trapani, come motorista-elicista del bellissimo trimotore con motori a nove cilindri ed eliche in legno compensa-

to lamellare, si trovò sempre più spesso a non poter sostituire queste eliche dopo che ebbero subito fori procurati da proiettili in combattimento. Alcune erano molto danneggiate, irreparabili ma altre con pochi fori erano riparabili.

Guglielmo Liberati, figlio di contadini fabbricanti di vino, aveva dimestichezza con le tecniche per otturare fori che si fossero manifestati nelle doghe di botti e barili. Le pale dei motori degli S79 avevano alcune affinità qualitative con quelle doghe. Un giorno fece un esperimento: ricavò da una elica ormai totalmente inservibile come tale alcuni tondi perfettamente calibrati per essere inseriti nei fori da riparare calcolando al decimo di millimetro lo spazio per la colla. Li applicò in armonia lamellare con le lamelle di compensato dell'elica. Attese che la colla facesse presa, rasò con delicatezza e cura l'eventuale eccedenza di colla, quindi sottopose l'elica alla prova motore fino al massimo dei giri.

Fin dal primo tentativo, l'esperimento ebbe successo, così si organizzò per riparare sistematicamente tutte le eliche che atterrasero forate. Questa sua iniziativa permise di tenere a terra il velivolo colpito solo per pochi giorni: spesso si verificava anche un altro problema relativo all'impiego delle nuove candele da sostituire a quelle non più funzionanti, cosa che avveniva probabilmente per difetto di fabbricazione. Individuare la, o le candele difettose in nove cilindri costringeva comunque l'aeromobile, o gli aeromobili a sostare a terra moltissimo tempo.

Guglielmo Liberati pensò a un'altra soluzione, stavolta preventiva: costruì un banchetto dove poter provare le candele nuove, prima di montarle, servendosi di un cavetto a queste collegato che poteva ricevere corrente a alta tensione pari a quella idonea per le candele da un cavo di adduzione presente nell'officina, con opportuno interruttore. Questo trattamento gli consentiva di eliminare a priori le candele eventualmente difettose, quando non sabotate.

Grandi intuizioni da questo aviere scelto in quel tempo di evoluzione tecnologica e tecnica in ogni costruito per macchine aeronavali o navi di ogni stazza e funzione. Macchine che venivano curate, riparate e migliorate da operai specializzati grandi conoscitori delle loro caratteristiche e tecnologiche.



* Demodoxaloga.

Meridiane grandi e portatili

di ROBERTO VACCA*

Le prime meridiane e i primi orologi solari furono costruiti dai Babilonesi. Gli egiziani eressero gli obelischi che avevano la funzione di gnomoni in grandi orologi solari. 13 di essi furono rimossi, trasportati per mare e installati a Roma (pochi romani li sanno elencare a memoria. Sono: Laterano, Celimontana, Esquilino, Terme di Diocleziano, Trinità dei Monti, Piazza del Popolo, Monte Citorio, Piazza Navona, Minerva, Quirinale, Pantheon, Villa Medici, Pincio). Il più alto è quello del Laterano (32,18 m).

Quello originariamente installato dal faraone Psamtik II in Egitto a Eliopoli (30 m) divenne lo gnomone (eretto a memoria della conquista Romana dell'Egitto nel 10 avanti Cristo - ora in Piazza Montecitorio a Roma). Questo obelisco era parte del grande Solarium Augusti, la cui ombra sulla superficie orizzontale del Campo Marzio misurava la durata dell'anno e segnava le ore del giorno tenendo conto delle variazioni stagionali. L'ombra del suo culmine era proiettata sul centro dell'altare marmoreo dell'Ara Pacis Augustae ogni 23 settembre - data del compleanno di Augusto.

Plinio notò nelle sue *Storie Naturali* che già dal 793 ab Urbe Condita (40 d.C.) il Solarium non misurava più correttamente la durata dell'anno e attribuiva questa deviazione al fatto che le posizioni della Terra e del Sole non erano state determinate accuratamente. L'obelisco cadde a terra nell'VIII secolo e scomparve sotto terra e detriti. Fu scoperto nel 1512 e solo nel 1789 il Pontefice Pio VI lo fece erigere nella sua posizione attuale.

Il faraone Thutmosis (1501-1448 a.C.) si era fatto costruire un orologio solare portatile da cui non si separava mai nei suoi viaggi.

A Roma le ore venivano annunciate dall'araldo del console dai gradini della Curia Hostilia (luogo di incontro dei senatori nel Foro Romano). Venivano anche segnate da orologi solari e meridiane, da

clessidre e da orologi ad acqua - descritti in queste pagine quelli di Ctesibio e di Scipione Nasica. Questi venivano tarati periodicamente mediante orologi solari opportunamente orientati rispetto al sole un cui raggio attraverso un foro colpiva una scala graduata in ore. Alcuni piccoli orologi solari toroidali erano montati su bracciali, altri su anelli.

Una bella e accurata versione di questi orologi solari fu realizzata nel 1703 da Nicolas Bion, ingegnere del Re di Francia per gli strumenti matematici. Un esemplare dello strumento - orologio solare equinoziale universale - in bronzo dorato è conservato presso l'Osservatorio della Specola di Bologna. È rappresentato dalle due immagini in questa pagina. È costituito da un anello esterno graduato sul quale va scelta la latitudine del luogo in cui ci si trova.

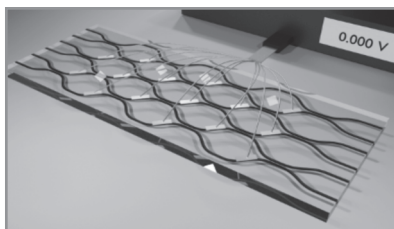
L'anello interno giace su un piano perpendicolare a quello in cui giace il primo, è diviso in 24 ore ed è imperniato sull'anello esterno nella posizione delle ore 12. Lo strumento comprende una barra centrale incernierata sull'anello esterno, la quale presenta una fessura con una scala di declinazione: su un lato sono incisi i 12 mesi dell'anno e sull'altro i segni dello zodiaco. Nella fessura della barra c'è un cursore forato che va spostato di mese in mese per tenere conto dell'altezza del sole sull'equatore. Il raggio del sole che passa attraverso il foro del cursore, va a colpire la scala delle ore e indica l'ora locale con la precisione di un minuto.



Fisica quantistica: ora è possibile certificare le proprietà dei dispositivi ottici integrati

Un team di ricerca internazionale ha identificato nuove tecniche per quantificare le risorse computazionali fornite dalla meccanica quantistica nei dispositivi ottici. Gli esperimenti, condotti presso il gruppo Quantum Lab del Dipartimento della Sapienza di Roma, hanno coinvolto anche l'Istituto di fotonica e nanotecnologie del Cnr. I risultati, pubblicati sulla rivista «Science Advances», serviranno a implementare le future applicazioni nei campi della metrologia, crittografia e della computazione

Man mano che i nuovi dispositivi quantistici crescono in dimensioni e complessità, risulta fondamentale sviluppare metodi affidabili per certificare e individuare le risorse quantistiche che forniscono un effettivo vantaggio computazionale, al fine di delineare il modo migliore di utilizzarle. In un nuovo studio, pubblicato sulla rivista «Science Advances» è stato mostrato proprio come certificare le varie proprietà quantistiche di dispositivi fotonici integrati di crescente complessità. Il risultato è frutto di una collaborazione scientifica di lunga data nel campo della certificazione quantistica tra la Sapienza di Roma, l'Istituto di fotonica e nanotecnologie del Consiglio



Speciali stati quantistici della luce, ovvero stati a singolo fotone, vengono inviati nel chip e manipolati attraverso le guide d'onda, in modo da certificare le proprietà quantistiche considerando porzioni sempre più grandi del chip.

nazionale delle ricerche di Milano (Cnr-Ifn) il Politecnico di Milano e il Laboratorio Internazionale di Nanotecnologia iberica (INL). I circuiti ottici integrati programmabili sono tra le principali piattaforme candidate per l'elaborazione dell'informazione quantistica basata sui qubits. Essi, infatti, consentono da un lato di effettuare esperimenti finalizzati a verificare le proprietà fondamentali della meccanica quantistica, dall'altro di implementare i dispositivi per future applicazioni nel campo della metrologia, crittografia e della computazione. Gli esperimenti, guidati da Fabio Sciarrino della Sapienza e condotti presso il gruppo Quantum Lab dell'Ateneo, hanno certificato la presenza di caratteristiche quantistiche autentiche come la contestualità e la coerenza in un circuito ottico integrato programmabile. La metodologia seguita è stata quella sviluppata dal team teorico guidato da Ernesto Galvão dell'INL in Portogallo. «L'utilizzo di un chip fotonico completamente integrato e programmabile migliora la precisione e la coerenza del processo di caratterizzazione, offrendo il potenziale per l'implementazione di questi dispositivi in applicazioni pratiche» commenta Roberto Osellame, direttore di ricerca presso Cnr-Ifn. Il nostro lavoro - aggiunge Taira Giordani, ricercatrice presso la Sapienza e membro del team Quantum Lab - è la prima applicazione sperimentale di tale tecnica per quantificare le risorse computazionali fornite dalla meccanica quantistica nei dispositivi ottici.

Le tecniche sviluppate hanno permesso però di verificare anche il vantaggio quantistico in applicazioni pratiche come il quantum imaging. I sistemi di imaging, grazie a determinate correlazioni quantistiche, permettono di ottenere una

risoluzione che supera i limiti dell'ottica classica, trovando applicazione in diversi campi della metrologia e dei sensori. «I nostri risultati» - conclude Fabio Sciarrino, capogruppo del Quantum Lab della Sapienza- «motivano la ricerca per nuove tecniche per lo studio delle risorse non classiche. Ci aspettiamo che questo lavoro stimolerà la ricerca sulla futura certificazione di dispositivi ottici che sfruttano stati quantistici della luce sempre più complessi».

Incendi: la resilienza degli ecosistemi

Una ricerca del Cnr evidenzia come le caratteristiche delle piante siano cruciali nel determinare la resilienza agli incendi di foreste, praterie e savane. Lo studio, svolto in collaborazione con le Università di Reading e Madrid, è pubblicato su «The American Naturalist»: i risultati sono stati ottenuti grazie a un modello matematico

Possiamo determinare la resilienza agli incendi di diversi tipi di ecosistemi a partire dalle caratteristiche delle piante che li compongono? Quale ruolo giocano gli adattamenti che le piante hanno sviluppato? A questi interrogativi ha risposto, in una ricerca pubblicata su «The American Naturalist», un gruppo internazionale composto da ricercatori del Consiglio nazionale delle ricerche - con l'Istituto di geoscienze e georisorse di Pisa (Cnr-Igg) e l'Istituto di scienze dell'atmosfera e del clima di Torino (Cnr-Isac), e le Università di Reading (Regno Unito) e Uned (Madrid).

I ricercatori partono dall'analisi di un fattore fondamentale per determinare la resilienza agli incendi di boschi, foreste e praterie: la capacità delle piante di ricrescere dopo un incendio. Quanto più la risposta delle piante è "forte", infatti, tanto più le foreste saranno



Un leccio ricresce dalle ceneri dopo un incendio. (Concessione di: Fondazione CEAM, Valencia, Spagna).

resilienti: tuttavia, il cambiamento climatico in atto potrebbe avere un impatto significativo su queste dinamiche.

«Gli incendi boschivi -che specie in estate devastano vaste porzioni di territorio- sono, in realtà, fenomeni che hanno giocato un ruolo fondamentale nell'evoluzione delle piante, in oltre 400 milioni di anni» -spiega Mara Baudena, ricercatrice del Cnr-Isac e autrice senior del lavoro- «Alcune piante hanno sviluppato particolari adattamenti che permettono loro di sussistere in ambienti incendiabili e di approfittare degli incendi per proliferare. Per esempio, i lecci mediterranei – e come loro anche molte altre specie di alberi- possono ricrescere dalle loro radici dopo la combustione totale del fusto; le pigne di alcuni pini si aprono soltanto dopo un incendio, stimolate dalla combustione. Tutte queste caratteristiche, che una pianta può o meno possedere, regolano la sua risposta agli incendi. In passato diversi tipi di risposta hanno permesso alle piante di sopravvivere al fuoco, ma le regole del gioco stanno cambiando per via del cambiamento climatico».

Nello studio è stato sviluppato un modello matematico che ha permesso di riprodurre le interazioni fondamentali tra piante ed incendi in diverse aree del mondo: «Le simulazioni fatte con questo modello hanno mostrato che la resilienza delle foreste boreali, mediterranee e tropicali dipende dalla capacità delle piante dominanti di rispondere agli incendi. Se queste possiedono scarse capacità di risposta all'incendio, come nel caso delle foreste pluviali, anche un solo incendio potrebbe essere sufficiente per prevenire la ricrescita di questi alberi, portando ad un cambiamento radicale dell'ecosistema. Viceversa,

quando la risposta agli incendi della pianta dominante è forte, come nelle nostre leccete mediterranee, le foreste sono molto resilienti: una caratteristica, questa, oggi messa a dura prova dagli stravolgimenti climatici, che rendono la capacità di risposta meno efficiente» continua Marta Magnani ricercatrice del Cnr-Igg e prima autrice del lavoro.

La ricerca ha implicazioni pratiche per quanto attiene alla gestione delle foreste: secondo gli autori, infatti, tenere conto della capacità di risposta agli incendi degli alberi diventa particolarmente strategico per scegliere le specie più adatte ai rimboschimenti: l'albero "giusto" può garantire la ripresa dell'ecosistema anche in relazione ai sempre più frequenti incendi del nostro Paese.

Lo studio, inoltre, indaga anche le relazioni tra incendi e biodiversità osservando che, in alcuni ecosistemi come le savane africane, gli incendi possono addirittura avere ricadute positive sulla biodiversità, perché favoriscono il ricambio e la diversificazione della vegetazione. Questo studio fornisce un tassello fondamentale per la comprensione delle relazioni che esistono tra incendi e biodiversità, argomento di uno dei tavoli di lavoro avviato nel contesto del centro nazionale per la biodiversità.

Un cristallo per manipolare la luce

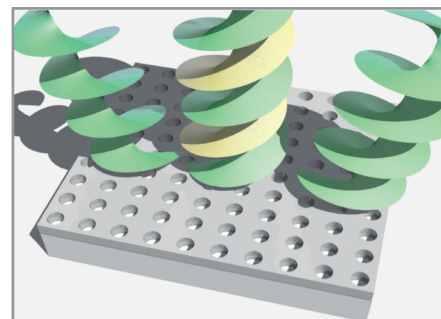
Un gruppo di ricerca del Cnr-Isasi, in collaborazione con il Lawrence National Laboratory di Berkeley (California), ha realizzato un microdispositivo in grado di creare "vortici di luce": potrà essere sfruttato per applicazioni nelle telecomunicazioni ottiche e quantistiche, nella manipolazione di nanoparticelle. I risultati dello studio sono pubblicati su «Advanced Optical Materials»

Ricercatori dell'Istituto di scienze applicate e sistemi intelligenti del Consiglio nazionale delle ricerche di Napoli (Cnr-Isasi), con la collaborazione della Molecular Foundry - Lawrence National Laboratory di Berkeley (California), hanno ideato una nanostruttura per

la manipolazione della luce che può essere usata nei sistemi ottici di telecomunicazione, nella crittografia, nella manipolazione di particelle e in altre tecnologie laser e quantistiche.

Il dispositivo è descritto in uno studio pubblicato sulla rivista «Advanced Optical Materials»: si tratta di un cristallo fotonico, una nanostruttura, cioè, che sfrutta i fotoni -le particelle della luce- per trasmettere una determinata informazione. «Tra le loro molteplici proprietà, i cristalli fotonici possono supportare particolari configurazioni del campo elettromagnetico in cui la luce, anziché propagarsi nello spazio rimane "confinata" all'interno del cristallo» -spiega Gianluigi Zito (Cnr-Isasi), coordinatore della ricerca condotta sperimentalmente da Edoardo De Tommasi e Silvia Romano presso i laboratori di nanofotonica dell'Istituto- «Tale configurazione è nota come "stato legato nel continuo", o Bound state in the continuum (BIC): la cosa interessante per le applicazioni quantistiche che sfruttano la luce è il fatto che a tali stati può essere associata una carica topologica mediante la quale comunicare una determinata informazione».

È a partire da queste premesse che il team è riuscito a realizzare un dispositivo in grado di manipolare la luce attraverso "vortici di luce", cioè dei fasci di fotoni generati dalla carica topologica che, illuminando opportunamente il cristallo, si "avvitano" un numero di volte ben definite. «Ci sono casi in cui un'onda luminosa può "avvitarsi" su sé stessa: questo è uno dei modi in cui possiamo visualizzare un vortice di luce. Tali vortici vengono solitamente generati attraverso sistemi macroscopici, troppo grandi



Una rappresentazione grafica del cristallo fotonico e dei tre vortici emergenti.

per un potenziale utilizzo pratico, quali lamine opportunamente ingegnerizzate o ologrammi: questo dispositivo invece, è un chip dalle dimensioni migliaia di volte più piccole, prodotto attraverso gli standard di fabbricazione della nanoelettronica».

Il dispositivo realizzato è in grado di generare vortici di luce caratterizzati da un distinto numero e “verso” di avvolgimenti del fronte d’onda, a seconda delle condizioni di illuminazione. «Questi vortici possono trovare applicazione nella manipolazione di nanoparticelle, consentendone la rotazione in maniera controllata, o nelle telecomunicazioni, dato che al numero di avvistamenti del fronte d’onda è associata una specifica informazione. Avere un unico dispositivo al quale correlare informazioni diverse, a seconda di come venga interrogato dalla luce, potrebbe potenziare in maniera decisiva i sistemi ottici di telecomunicazione, inclusi quelli crittografici», aggiunge Edoardo De Tommasi (Cnr-Isasi).

Il cristallo fotonico è stato realizzato attraverso un raffinato processo di nano-litografia a fascio elettronico in grado di “scavare” un pattern regolare su uno strato ultrasottile di nitruro di silicio: il team italiano, con la collaborazione dei colleghi della Molecular Foundry, ha progettato e dimensionato il cristallo fotonico in maniera tale da generare vortici di luce il cui numero di avvolgimenti e verso dipende dall’angolo di incidenza e dallo stato di polarizzazione del fascio di luce con cui si illumina il dispositivo, sfruttando le proprietà topologiche dello “stato legato nel continuo”.

«Ulteriori applicazioni di questo dispositivo sono possibili per impartire proprietà quantistiche in sistemi combinati con svariati nano materiali, di grande impiego oggi giorno nei chip fotonici» conclude Zito (Cnr-Isasi).

Nuove frontiere per la comunicazione cellulare artificiale

Un team di ricerca interdisciplinare coordinato dal Cnr-Isosf ha studiato la formazione di nanostrutture

organiche all’interno di cellule umane, comprendendone il meccanismo di crescita. Lo studio, pubblicato su «Advanced Materials», promette ricadute significative in diversi settori. In medicina getta le basi per lo sviluppo di terapie innovative per la rigenerazione dei tessuti basate su nanomateriali

Cosa succede quando piccole molecole prodotte in laboratorio si trovano all’interno di cellule umane? Come si comportano? Per una di queste la risposta arriva da uno studio pubblicato sulla rivista «Advanced Materials», firmato da un team di ricerca guidato dall’Istituto per la sintesi organica e la fotoreattività del Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr-Isosf) di Bologna e svolto in collaborazione con diversi gruppi Cnr, il Politecnico di Milano, l’Università di Bologna e l’Istituto Italiano di Tecnologia (Iit, sedi di Milano e Pisa).

È noto che tali molecole possono aggregarsi formando nanostrutture altamente biocompatibili e conduttive: oggi, gli studiosi ne hanno osservato e compreso il meccanismo di crescita. «Dopo oltre dieci anni di studi interdisciplinari, abbiamo constatato la straordinaria capacità di alcune molecole organiche di “autoassemblarsi” in strutture cristalline fibrose (fibrille) all’interno di cellule umane, senza comprometterne la vitalità, e costituendo strutture altamente organizzate con proprietà di conduzione elettrica» spiega Francesca Di Maria, ricercatrice del Cnr-Isosf.

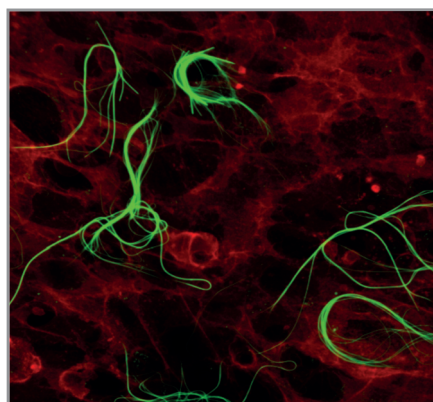
Attraverso l’utilizzo di tecniche all’avanguardia di imaging cellulare

e microscopia, i ricercatori hanno indagato, in particolare, il meccanismo di crescita di una di queste molecole, detta DTTO: «Le strutture che si formano attraverso processi di auto-assemblaggio all’interno delle cellule sono in grado di attraversare la membrana cellulare, facilitando il contatto tra diverse cellule e adattandosi al loro movimento: questo meccanismo di autoorganizzazione è senza precedenti, e ha implicazioni significative in diversi settori» - aggiunge Guglielmo Lanzani dell’Istituto italiano di tecnologia (Iit)- «A esempio, si aprono nuove prospettive per lo sviluppo di terapie basate sulla stimolazione e sulla regolazione delle interazioni cellulari. Inoltre, potrebbe consentire progressi considerevoli nell’ingegneria dei tessuti, permettendo la creazione di strutture cellulari tridimensionali funzionali». Secondo gli autori dello studio, l’utilizzo di queste molecole organiche rappresenta solo un primo passo all’interno di un vasto campo di ricerca sulle proprietà di autoorganizzazione all’interno delle cellule e pone le basi per ulteriori studi e potenziali applicazioni nel campo della biologia cellulare e della medicina rigenerativa. «Il nostro team è già impegnato nello studio delle potenzialità delle fibrille di DTTO e nell’esplorazione di nuovi composti organici con proprietà simili. L’obiettivo è comprendere appieno i meccanismi alla base di queste strutture organizzate al fine di sfruttarne appieno i benefici per la salute umana» conclude Francesca Di Maria (Cnr-Isosf).

Emozioni. quando tra uomo e primati non c’è differenza

I cebi dai cornetti, come gli esseri umani, rimpiangono le decisioni sbagliate e sono in grado, grazie all’esperienza acquisita, di modificare il loro processo decisionale. Lo evidenzia uno studio Cnr-Istc e Università Newcastle, pubblicato su «Animal Behaviour»

I cebi dai cornetti (*Sapajus spp.*), primati nativi del Sudamerica, possono provare emozioni di delusione e rimpianto, tipiche della



Formazione di fibrille all'interno di cellule.



specie umana. E il risultato di uno studio, frutto di una collaborazione tra l'Istituto di scienze e tecnologie della cognizione del Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr-Istc) di Roma e la Scuola di Psicologia della Newcastle University (Regno Unito), ora pubblicato sulla rivista «Animal Behaviour».

«È noto che, negli esseri umani, le emozioni provate dopo una scelta svolgono un ruolo cruciale nel modellare il processo decisionale» - spiega Elsa Addessi del Cnr-Istc- «Quando provano delusione dopo una scelta con esito sfavorevole, spesso le persone modificano le scelte successive, ovvero decidono di agire diversamente da quanto fatto in precedenza. Ma non solo, possono provare rimpianto confrontando l'esito delle proprie scelte con esiti migliori che avrebbero potuto ottenere se avessero scelto diversamente: un'emozione che si basa su un fenomeno cognitivamente complesso, il ragionamento controfattuale, come dire contrario ai fatti».

«Ovviamente, gli esseri umani possono provare rimpianto in molte occasioni, specialmente qualora una scelta sbagliata abbia un impatto molto rilevante sulla loro vita» - sostiene Francesca De Petrillo, lecturer presso la Scuola di Psicologia dell'Università di Newcastle (Uk) e prima autrice della ricerca- «Tuttavia, ci si aspetterebbe che emozioni simili al rimpianto siano diffuse anche tra gli animali non umani, perché consentirebbe loro di prendere decisioni adattive rapidamente, senza dover sperimentare direttamente tutti i possibili esiti delle proprie scelte. Per questo ci siamo chiesti se delusione e rimpianto fossero presenti anche nelle scimmie e se queste emozioni

influenzassero le loro decisioni future».

«In questo studio, ai cebi è stato presentato un compito di presa di decisione in condizioni di rischio, in cui potevano scegliere tra un'opzione sicura (sempre 4 pezzettini di cibo) e un'opzione rischiosa (a volte 7 pezzettini di cibo e a volte 1 pezzettino di cibo)» -prosegue Serena Gastaldi del Cnr-Istc.- «I cebi hanno tentato di modificare la decisione iniziale più spesso non solo dopo aver scelto l'opzione rischiosa e ricevuto 1 pezzettino di cibo, mostrando un comportamento simile alla delusione, ma anche dopo aver visto che l'esito dell'opzione non scelta sarebbe stato migliore (4 pezzettini di cibo) rispetto all'esito dell'opzione scelta (1 pezzettino di cibo), mostrando un comportamento simile al rimpianto». Rimpianto e delusione, inoltre, incrementano la preferenza dei cebi per le opzioni rischiose, dimostrando che in queste scimmie, come negli esseri umani, le emozioni influenzano il processo decisionale. «Questo nuovo studio apre nuove possibilità di ricerca sulla complessità emotiva degli animali e sulla nostra comprensione dell'intelligenza animale, suggerendo somiglianze inaspettate tra la nostra specie e gli altri primati» conclude Addessi.

Machu Picchu prima di Machu Picchu

Da un letto di un torrente venne trasformato in cava, poi in piazza, fino a diventare il capolavoro dell'architettura Inca che tutto il mondo conosce. È quanto scoperto, mediante tecniche di indagine geofisiche, dal Cnr con gli Istituti Ispc e Imaa, nell'ambito della missione internazionale Itaca. Lo studio è pubblicato su «Scientific Reports»

Machu Picchu, monumento simbolo della

civiltà Inca, indicata come una delle sette meraviglie del mondo moderno, è sempre fonte di attrazione non solo per la sua disarmante bellezza e fragilità, ma anche per le continue scoperte che la ricerca archeologica è in grado di restituire.

Sono stati pubblicati, sulla rivista «Scientific Reports» («Nature»), i risultati di recenti studi realizzati dalla Missione Itaca, coordinata dal Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr) attraverso l'Istituto di scienze del patrimonio culturale (Cnr-Ispc) e l'Istituto di metodologie per l'analisi ambientale (Cnr-Imaa) di Potenza, che -grazie all'integrazione tra saggi di scavo e la combinazione di tecnologie di osservazione della Terra- hanno rivelato l'immagine di Machu Picchu prima che l'uomo vi iniziasse a costruire le monumentali architetture.

«La storia costruttiva di un sito è parzialmente conservata nel sottosuolo e solitamente viene rivelata attraverso indagini archeologiche classiche, come gli scavi» -afferma Nicola Masini, ricercatore del Cnr-Ispc e coordinatore della missione Itaca- «Nel caso di Machu Picchu, non essendo più possibile effettuare operazioni di rilievo in campo, diventa importante integrare le informazioni acquisite nel passato con i metodi di indagine messi a disposizione dalle nuove tecnologie».

Lo studio mostra le fasi preparatorie di costruzione del sito monumentale, quando Machu Picchu era un cantiere brulicante di maestranze e operai impegnati a cavare e trasportare le pietre, a realizzare opere di drenaggio e di



stabilizzazione dei versanti acclivi. «L'integrazione di diverse tecniche di indagine geofisica (georadar, geomagnetica e geoelettrica), di imaging multispettrale da satellite e da drone, con alcuni saggi di scavo disponibili, ha rivelato, nel sottosuolo della Plaza Principal, una storia costruttiva tanto sorprendente quanto sconosciuta» -prosegue Rosa Lasaponara, ricercatrice Cnr-Imaa che, in collaborazione con Masini e Jose Bastante, già direttore del Parco archeologico di Machu Picchu, ha condotto la ricerca- «Il nostro studio evidenzia una grande capacità degli Inca di sfruttare al meglio le caratteristiche geomorfologiche e la disponibilità di materiale lapideo tra gli affioramenti in superficie del caos granitico».

«Le indagini hanno rivelato la presenza, al di sotto dell'attuale Piazza, di un bacino idrografico poi trasformatosi in cava.

Successivamente, nella prospettiva di riempirla per realizzare la piazza, vi si interviene con opere di drenaggio» -sottolinea Masini- «La piazza a sua volta viene costruita in due fasi: la prima relativa a una plaza hundida, ovvero una piazza incassata adibita ad attività rituali, la seconda è l'attuale Plaza Principal, posta tra i due settori architettonici dell'Hurin e dell'Hanan, visitata da migliaia di turisti ogni giorno». L'approccio utilizzato ha fatto emergere una storia, conservata nel sottosuolo di Machu Picchu, relativa alle fasi costruttive preparatorie che raramente viene allo scoperto se non attraverso estensive e distruttive campagne di scavo o, in alternativa, come dimostrato dai ricercatori italiani, massimizzando in termini areali il contenuto informativo di saggi e sondaggi, combinando e integrando diverse metodiche e tecnologie di indagine non invasiva basate sulla geofisica e il remote sensing.

IA, 18 paesi firmano le linee guida per lo "sviluppo sicuro"

C'è anche l'Italia, che insieme a Francia e Germania ha anche già sottoscritto un codice di autoregolamentazione per gli sviluppatori.

Si tratta di un accordo che indica vari principi da rispettare nello sviluppo delle intelligenze artificiali, affinché siano realizzate «in un modo che tenga gli utenti e il grande pubblico al riparo dagli abusi». Nel corso delle 20 pagine viene ampiamente affrontata la possibilità che le IA vengano violate da hacker, e sono fornite raccomandazioni circa i test da adottare prima che i modelli siano resi pubblici, in modo da minimizzare i rischi già in fase di progettazione e ben prima che i prodotti raggiungano gli utenti.

Si tratta di un argomento sul quale presto o tardi le autorità di regolamentazione o i legislatori dovranno comunque intervenire, considerate le controversie - in particolar modo circa la privacy e la proprietà intellettuale - che la raccolta dei dati, in particolare per le IA che generano immagini, ha già causato.

Al di là di ciò, le Linee Guida puntano a stimolare il senso di responsabilità degli sviluppatori di IA nei confronti del loro lavoro, affinché «prendano decisioni informate sulla progettazione, lo sviluppo, la distribuzione e il funzionamento dei sistemi di IA». Dal punto di vista del nostro Paese, l'apposizione della firma a questo documento è un tassello nel piano più generale avviato insieme a Francia e Germania al fine di regolamentare lo sviluppo delle intelligenze artificiali già una decina di giorni fa con la sottoscrizione di un codice di autoregolamentazione, informalmente noto come «AI Act».

Detto codice prevede che chi sviluppa i modelli metta innanzitutto a disposizione tutte le informazioni riguardanti la creazione e il funzionamento dei modelli stessi, comprese «capacità e limiti»; un'autorità statale dovrebbe quindi provvedere a verificare che lo sviluppo sia condotto all'interno di quelle specifiche, indicate in fase di progettazione.

Nella fase iniziale, non sono previste sanzioni per chi non



rispetti questo modo di procedere, ma la situazione potrebbe cambiare in seguito, soprattutto se vengono rilevate più violazioni successive del codice di condotta.

«Dobbiamo regolamentare le applicazioni e non la tecnologia -ha dichiarato il Ministro tedesco per gli Affari Digitali- se vogliamo giocare nella serie A dell'Intelligenza Artificiale a livello mondiale»

Importante scoperta sul processo di iniezione di carica ultraveloce nei semiconduttori

La ricerca, frutto della collaborazione tra Dipartimento di Fisica del Politecnico di Milano, Cnr e Università degli studi di Salerno, marca un nuovo risultato verso la realizzazione di interruttori elettro-ottici ultraveloci tali da aumentare la velocità limite con cui si processano i dati e si codifica l'informazione. Lo studio è pubblicato su «Nature Photonics»

Uno studio pubblicato sulla prestigiosa rivista «Nature Photonics» dimostra la possibilità di controllare le proprietà della luce per ottimizzare l'iniezione di carica di un materiale semiconduttore riducendo contemporaneamente la quantità di energia immessa, un risultato fondamentale per lo sviluppo futuro di dispositivi optoelettronici.

È questa l'importante scoperta di un gruppo di ricercatori del Dipartimento di Fisica del Politecnico di Milano, in collaborazione con tre Istituti di

ricerca del Consiglio nazionale delle ricerche - Istituto di fotonica e nanotecnologie (Cnr-Ifn), Istituto per la microelettronica e microsistemi (Cnr-Imm) e Istituto nanoscienze (Cnr-Nano) insieme a un gruppo di ricerca dell'Università degli studi di Salerno.

Lo studio intitolato *Field-driven attosecond charge dynamics in germanium* rappresenta un risultato senza precedenti verso la realizzazione di interruttori elettro-ottici ultraveloci tali da aumentare la velocità limite con cui si processano i dati e si codifica l'informazione.

I ricercatori hanno osservato il fenomeno dell'iniezione ultraveloce di portatori di carica in un materiale semiconduttore quale il germanio monocristallino, con tecniche spettroscopiche alla scala temporale dell'attosecondo e hanno scoperto un nuovo regime di interazione radiazione-materia dove le cariche vengono eccitate da meccanismi diversi. Questi meccanismi competono tra loro ed evolvono su scale temporali differenti, dell'ordine dei pochi milionesimi di miliardesimo di secondo.

«Sono risultati significativi perché la conoscenza dei processi di eccitazione indotti dalla luce nei semiconduttori permette di progettare dispositivi optoelettronici di nuova concezione che ottimizzano il rapporto tra velocità di iniezione di carica e potenza dissipata» spiega Matteo Lucchini del Dipartimento di Fisica del Politecnico di Milano e autore di riferimento dello studio. I ricercatori sono riusciti a districare il complesso regime di iniezione di carica su queste scale temporali estreme grazie agli esperimenti condotti presso l'Attosecond Research Center nell'ambito del progetto ERC AuDACE (*Attosecond Dynamics in AdvanCed matERials*) e il progetto PRIN aSTAR.

«A Cnr-Nano abbiamo messo a punto una sofisticata simulazione che, partendo da principi primi, è in grado di descrivere, con un'altissima risoluzione spaziale e temporale, come si muovono le cariche eccitate dalla luce all'interno del materiale e di

prevedere quali sono i meccanismi di iniezione più efficienti nei vari regimi di illuminazione» aggiunge Carlo Andrea Rozzi (Cnr-Nano), coautore dello studio.

Attraverso simulazioni basate su avanzati modelli teorici, hanno dimostrato la complessa interazione tra diversi meccanismi nella risposta elettronica quanto-meccanica, mai osservata prima, con importanti implicazioni in svariati campi quali l'ottica, la fotonica e la tecnologia dell'informazione.

Tsunami di luce contro il cancro

Grazie alle onde luminose estreme sarà possibile concentrare energia in modo preciso e non-invasivo in tessuti tumorali profondi. Questa la scoperta di un gruppo di ricerca formato da Sapienza Università di Roma, Istituto dei sistemi complessi del Cnr, Università Cattolica del Sacro Cuore e Fondazione Policlinico Universitario Agostino Gemelli Irccs, che è riuscito nella trasmissione di luce laser di intensità estrema attraverso tumori millimetrici. Il risultato, pubblicato su «Nature Communications», apre importanti prospettive per nuove tecniche di fototerapia per il trattamento del cancro

La luce laser ha potenzialità enormi per lo studio e il trattamento dei tumori. Fasci laser in grado di penetrare in profondità in regioni tumorali sarebbero di importanza vitale per la fototerapia, un insieme di tecniche biomediche d'avanguardia che utilizzano luce visibile ed infrarossa per trattare cellule cancerose o per attivare farmaci e processi biochimici. Tuttavia, la maggior parte dei tessuti biologici è otticamente opaca ed assorbe la radiazione incidente, e questo rappresenta il principale ostacolo ai trattamenti fototerapici. Trasmettere fasci di luce intensi e localizzati all'interno di strutture cellulari è quindi una delle sfide chiave per la biofotonica.

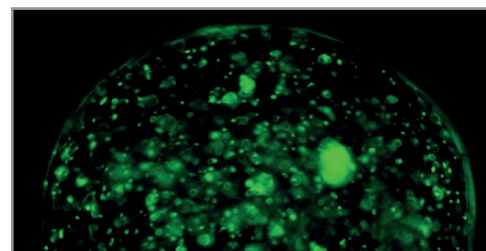
Un team di ricerca di fisici e biotecnologi, guidato da Davide Pierangeli per l'Istituto dei sistemi complesso del Consiglio nazionale

delle ricerche (Cnr-Isc), Claudio Conti per la Sapienza Università di Roma, e Massimiliano Papi per l'Università Cattolica del Sacro Cuore e la Fondazione Policlinico Universitario Agostino Gemelli Irccs, ha scoperto che all'interno di strutture cellulari tumorali possono formarsi degli "tsunami ottici", onde luminose di intensità estrema note in molti sistemi complessi, che possono essere sfruttate per trasmettere luce laser intensa e concentrata attraverso campioni tumorali tridimensionali di tumore pancreatico.

«Studiando la propagazione laser attraverso sferoidi tumorali» - spiega Davide Pierangeli (Cnr-Isc) - «ci siamo accorti che all'interno di un mare di debole luce trasmessa c'erano dei modi ottici di intensità estrema. Queste onde estreme rappresentano una sorgente super-intensa di luce laser di dimensioni micrometriche all'interno della struttura tumorale. Possono essere utilizzate per attivare e manipolare sostanze biochimiche».

«Il nostro studio mostra come le onde estreme, che fino ad oggi erano rimaste inosservate in strutture biologiche, siano in grado di trasportare spontaneamente energia attraverso i tessuti» - continua Claudio Conti - «e possano essere sfruttate per nuove applicazioni biomediche».

«Con questo raggio laser estremo» - conclude Massimiliano Papi - «potremmo sondare e trattare in maniera non-invasiva una specifica regione di un organo. Abbiamo mostrato come tale luce può provocare aumenti di temperatura mirata che inducano la morte di cellule cancerose, e questo ha implicazioni importanti per le terapie fototerapiche».



Campione tridimensionale di tumore al pancreas illuminato tramite luce laser verde. Si può notare uno spot luminoso di intensità estrema (tsunami ottico) che permette il trasporto di energia attraverso l'intricata struttura di cellule tumorali.

La **SIPS - Società Italiana per il Progresso delle Scienze** - onlus

«ha per scopo di promuovere il progresso, la coordinazione e la diffusione delle scienze e delle loro applicazioni e di favorire i rapporti e la collaborazione fra cultori di esse», svolgendo attività interdisciplinare e multidisciplinare di promozione del progresso delle scienze e delle loro applicazioni, organizzando studi e incontri che concernono sia il rapporto della collettività con il patrimonio culturale, reso più stretto dalle nuove possibilità di fruizione attraverso le tecnologie multimediali, nella ricerca delle cause e nella rilevazione delle conseguenze di lungo termine dell'evoluzione dei fattori economici e sociali a livello mondiale: popolazione, produzione alimentare e industriale, energia e uso delle risorse, impatti ambientali, ecc.

Le origini della Società Italiana per il Progresso delle Scienze si ricollegano al periodo anteriore al nostro Risorgimento politico, allorché nella nostra penisola, smembrata in sette piccoli Stati, i più eminenti uomini di Scienza e di Lettere solevano riunirsi in Congresso. Nel 1839, a Pisa, fu tenuta la prima Riunione degli scienziati italiani, celebrata dal Giusti, nei noti versi:

Di sì nobile congresso
Si rallegra con sè stesso
Tutto l'uman genere.

Ciò che costituì, fin da principio un'importante caratteristica delle Riunioni degli scienziati italiani, fu la larga partecipazione del pubblico colto, a fianco dei più illustri scienziati. E di ciò danno conferma gli Atti delle Riunioni, e le testimonianze degli scrittori, italiani e stranieri del tempo. Oltre a dibattere tematiche a carattere scientifico-tecnico e culturale, la SIPS pubblica e diffonde i volumi degli Atti congressuali e *Scienza e Tecnica*, palestra di divulgazione di articoli e scritti inerenti all'uomo tra natura e cultura.

Gli articoli, salvo diversi accordi, devono essere contenuti in un testo di non oltre 4 cartelle dattiloscritte su una sola facciata di circa 30 righe di 80 battute ciascuna, comprensive di eventuali foto, grafici e tabelle. Possono far parte della SIPS persone fisiche e giuridiche (università, istituti, scuole, società, associazioni e, in generale, enti) che risiedono in Italia e all'estero, interessate al progresso delle scienze e che si propongano di favorirne la diffusione (art. 7 dello statuto).

CONSIGLIO DI PRESIDENZA

Luigi Berlinguer, *presidente onorario*; Maurizio Luigi Cumo, *presidente onorario*; Antonio Speranza, *presidente*; Enzo Casolino, *segretario generale*; Antonello Sanò, *amministratore*; Alfredo Martini, *consigliere onorario*; Michele Anacclerio, Mauro Cappelli, Annamaria Colacci, Barbara Martini, Filomena Rocca, Giuseppe Scarascia Mugnozza, Stefano Tibaldi, Nicola Vittorio, *consiglieri*.

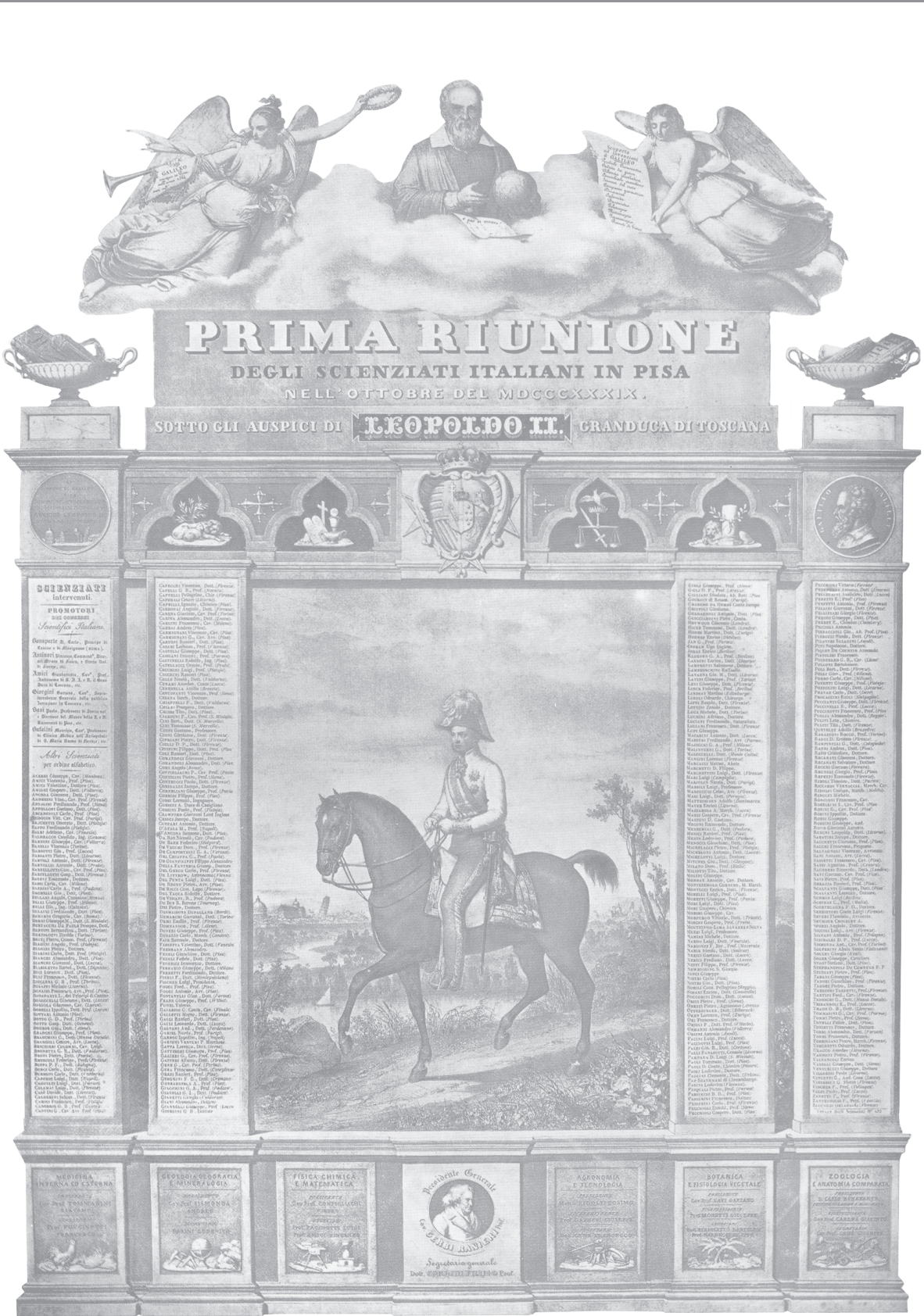
Revisori dei conti: Elena Maratea, Giampiero Castriciano, Salvatore Guetta.

COMITATO SCIENTIFICO

Carlo Blasi, Maria Simona Bonavita, Marco Casolino, Federico Cinquepalmi, Mario Cipolloni, Vito D'Andrea, Ireneo Ferrari, Gaetano Frajese, Gianfranco Ghirlanda, Teodoro Georgiadis, Giorgio Gruppioni, Michele Lanzinger, Salvatore Lorusso, Adriano Monti Buzzetti, Nicola Occhiocupo, Gianni Orlandi, Elvidio Lupia Palmeri, Raffaele Perrone Donnorso, Emanuela Reale, Renato Angelo Ricci, Mario Rusconi, Cesare Silvi, Roberto Vacca, Bianca M. Zani.

SOCI

Possono far parte della SIPS persone fisiche e giuridiche (università, istituti, scuole, società, associazioni ed in generale, enti) che risiedono in Italia e all'estero, interessate al progresso delle scienze e che si propongano di favorirne la diffusione (art. 7 dello statuto).



www.sipsinfo.it

scienza e tecnica on line