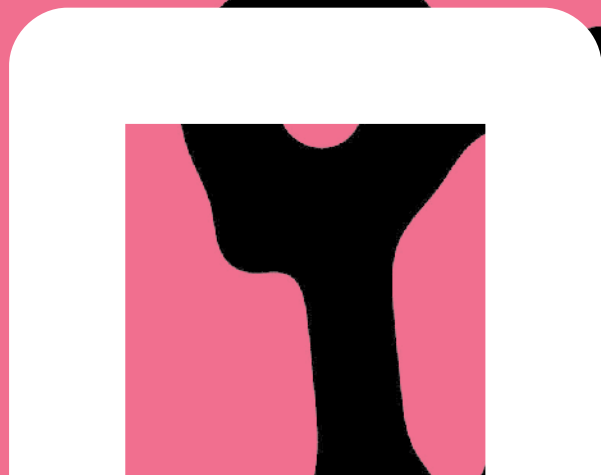




28

micron

ecologia, scienza, conoscenza

/ Armonie del disordine
/ Fragili regioni costiere
/ Germania: la società dei rischi

Direzione Generale Arpa Umbria

Via Pievaiola 207/B-3 San Sisto - 06132 Perugia
Tel. 075 515961 / Fax 075 51596235

Dipartimento Provinciale di Perugia

Via Pievaiola 207/B-3 San Sisto - 06132 Perugia
Tel. 075 515961 / Fax 075 51596354

Dipartimento Provinciale di Terni

Via Carlo Alberto Dalla Chiesa - 05100 Terni
Tel. 0744 47961 / Fax 0744 4796228

Sezioni Territoriali del Dipartimento di Perugia

Sezione di Città di Castello - Gubbio

- **Distretto di Città di Castello**

Via L. Angelini - Loc. Pedemontana
06012 - Città di Castello
tel. 075 8523170 / fax 075 8521784

- **Distretto di Gubbio - Gualdo Tadino**

Via Cavour, 38 - 06024 - Gubbio
tel. 075 9239626 / fax 075 918259
Loc. Sassuolo - 06023 - Gualdo Tadino
Tel. / Fax 075 918259

Sezione di Perugia

- **Distretto di Perugia**

Via Pievaiola 207/B-3
Loc. S. Sisto - 06132 - Perugia
tel. 075 515961 / fax. 075 51596354

- **Distretto del Trasimeno**

Via del Progresso, 7 - 06061 - Castiglione del Lago
tel. / fax 075 9652049

- **Distretto di Assisi - Bastia Umbra**

Via del Sindacato, 10 - 06083 - Bastia Umbra
tel. / fax 075 8005306

- **Distretto di Marsciano - Todi**

Frazione Pian di Porto - Loc. Bodoglie 180/5
06059 - Todi - tel. / fax 075 8945504

Sezione di Foligno - Spoleto

- **Distretto di Foligno**

Via delle industrie - Loc. Portoni - 06037
S.Eraclio - tel. 0742 677009 / fax 0742 393293

- **Distretto di Spoleto - Valnerina**

Via delle industrie - Loc. Portoni - 06037
S.Eraclio - tel. 0742 677009 / fax 0742 393293

Sezioni Territoriali del Dipartimento di Terni

Sezione di Terni - Orvieto

- **Distretto di Terni**

Via Carlo Alberto Dalla Chiesa - 05100 - Terni
tel. 0744 4796605 / fax 0744 4796228

- **Distretto di Orvieto**

Viale 1° Maggio, 73/B
Interno 3/B - 05018 - Orvieto
tel. 0763 393716 / fax 0763 391989

controllo

prevenzione

protezione

dell'ambiente

Direzione Generale

Dipartimenti Provinciali
Laboratorio Multisito

Sezioni Territoriali

Distretti Territoriali

Rivista trimestrale di Arpa Umbria
spedizione in abbonamento postale
70% DCB Perugia - supplemento
al periodico www.arpa.umbria.it
(Isc. Num. 362002 del registro
dei periodici del Tribunale di Perugia
in data 18/10/02). Autorizzazione al
supplemento micron in data 31/10/03

Direttore

Svedo Piccioni

Direttore responsabile

Fabio Mariottini

Redazione

Francesco Aiello, Markos Charavgis

Comitato scientifico

Donatella Bartoli, Gianluca Bocchi,
Marcello Buiatti, Mauro Ceruti, Pietro Greco,
Carlo Modenesi, Francesco Frenguelli,
Giancarlo Marchetti, Francesco Pennacchi,
Svedo Piccioni, Cristiana Pulcinelli,
Adriano Rossi, Gianni Tamino,
Giovanna Saltalamacchia, Doretta Canosci

Segreteria di redazione

Alessandra Vitali
Tel. 07551596204 - 240

Direzione e redazione

Via Pievaiola San Sisto 06132 Perugia
Tel. 075 515961 - Fax 075 51596235
www.arpa.umbria.it - micron@arpa.umbria.it
twitter: @RivistaMicron

Design / impaginazione

Paolo Tramontana

Fotografia

Flickr, Giuseppe Rossi

Stampa

Grafiche Diemme

stampato su carta Fedrigoni FREELIFE CENTO g 100
con inchiostri K+E NOVAVIT 3000 EXTREME

© Arpa Umbria 2014

Una pesante eredità Fabio Mariottini	05
Da Galileo a Wiener, le armonie del disordine Pietro Greco	06
L'ecoquartiere nella città durevole Irene Sartoretti	14
Fragili, strategiche regioni costiere Cristiana Pulcinelli	20
I primi migranti ambientali degli USA Romualdo Gianoli	25
Bioplastiche, la rivoluzione made in Italy Giovanna Dall'Ongaro	29
Evo-devo: tra sviluppo ed evoluzione Michele Bellone	34
Mi specchio nei tuoi gesti Michela Perrone	39
Germania: comunicazione e ambiente nel dibattito elettorale Antonio Pilello	45
Spendere senza soldi, un ossimoro virtuoso a portata di web Silvia Zamboni	49
Europa: un freno ai gas refrigeranti Stefano Pisani	56
Che robot mi metto oggi Viola Bachini	60



Una pesante eredità

Fabio Mariottini

Questo numero di *micron* viene distribuito insieme agli atti del convegno *L'industria chimica italiana tra passato e futuro. L'eredità di Giulio Natta a cinquant'anni dal Nobel*, organizzato alcuni mesi fa a Terni da Arpa – in collaborazione con Regione Umbria, Isuc, Aipai e Icsim – per operare una riflessione sul rapporto tra industria chimica e ambiente nel nostro paese. Gli interventi che hanno caratterizzato il convegno hanno ripercorso la storia industriale della Conca Ternana, con particolare riferimento all'industria chimica, e, soprattutto, hanno cercato di interrogarsi sullo stato di un paese che sembra aver perso ormai la capacità di progettare il proprio futuro.

Il filo rosso che lega gli interventi è costituito dal triangolo relazione sviluppo, ambiente e salute. E l'industria chimica è l'esempio migliore – a causa del suo elevato impatto sul territorio – per rappresentare le distorsioni di uno sviluppo che, da sempre, ha considerato l'ambiente come un bene infinito a esclusiva disposizione dell'essere umano.

Le conseguenze di questa logica, almeno in Italia, sono rappresentate da nove milioni di cittadini che vivono su una superficie inquinata che, secondo lo studio SENTIERI (finanziato dal Ministero della Salute), è pari al 3% del territorio nazionale. Tra queste aree, nelle quali è stata analizzata la mortalità della popolazione, la ricerca ha individuato 57 siti che per il livello di contaminazione sono stati definiti di "interesse nazionale" (Sin). Tra i Sin è compresa anche l'area di Terni-Papigno, che testimonia l'impatto generato nel tempo dall'industria su questo territorio.

Una parte consistente degli interventi è stata dedicata alla figura di Giulio Natta, che attraverso le scoperte sulla polimerizzazione del propilene, aprì la strada all'invenzione della plastica e che dello sviluppo dell'industria chimica ternana fu protagonista.

La rivista, invece, è come di consueto dedicata ai temi che si trovano all'interfaccia tra scienza e ambiente. Il numero spazia dalla figura "rivoluzionaria" di Galileo alle diverse possibilità che il sequenziamento del genoma offre per comprendere l'evoluzione degli organismi, fino alle questioni di più stretta osservanza ambientale, quali la riduzione dei gas refrigeranti in Europa e la vulnerabilità delle zone costiere. Alla base delle riflessioni sulle questioni di ordine ambientale, si trovano i temi legati alla sostenibilità dello sviluppo e alla nostra capacità di diminuire l'impatto antropico sull'ecosistema e, in particolar modo, sul clima.

In questa ottica vengono affrontati temi complessi, quali le nuove frontiere della plastica, gli ecoquartieri delle nostre metropoli, la capacità degli enti locali di reperire fondi per realizzare interventi virtuosi sul campo energetico-ambientale. Infine, abbiamo voluto chiudere questo numero con un intervento dedicato alle possibilità che offre il mondo della robotica e allo sviluppo della ricerca su questo fronte.

Da Galileo a Wiener, le armonie del disordine

Pietro Greco

La scienza ha influenzato e continua a influenzare l'arte. Scrittori, musicisti, pittori, traggono spesso ispirazione dalle nuove visioni dell'uomo e del mondo che ci propone la scienza. A ricordarcelo è il fisico Galileo, buon disegnatore, discreto poeta, ottimo musicista, scrittore eccezionale. Sul rapporto tra scienza e arte c'è chi è andato più avanti, come il matematico americano Norbert Wiener, fondatore, tra l'altro, della cibernetica. Dalla sua analisi è emersa una proposta per certi versi clamorosa: la matematica come forma d'arte per conoscere meglio l'ambiente

Il 15 febbraio 1564, quattrocentocinquanta anni fa, nasceva a Pisa Galileo Galilei. Una figura che lo storico americano Stillman Drake ha definito il "pioniere della scienza moderna". Che il papa polacco Giovanni Paolo II considerava un teologo migliore degli interpreti ufficiali delle Sacre Scritture del suo tempo. Che secondo il filosofo tedesco Ernst Cassirer ha «diviso le epoche»: c'è un prima e un dopo Galileo.

E che il poeta inglese John Milton ha definito, semplicemente ed efficacemente, "l'artista toscano". Esiste una vasta e profonda letteratura sulla produzione scientifica di Galileo. Esiste, anche, una letteratura non meno vasta e non meno profonda sulle "lettere teologiche", sul processo, sulla condanna e sull'abiura, insomma sul rapporto tra Galileo e la Chiesa di Roma. Si è scritto molto sulla portata filosofica dell'opera di Galileo. È forse meno conosciuto, almeno al grande pubblico, l'"artista toscano": l'uomo che per la sua straordinaria capacità di navigare tra arte e scienza ha raggiunto vette rare, se non uniche. Tanto da indurre Erwin Panofsky a definirlo un "critico d'arte" di gran vaglia e Italo Calvino a considerarlo, addirittura, "il più grande scrittore" nella storia della letteratura italiana. È davvero raro, nell'intera storia dell'umanità, incontrare una figura che, come Galileo, abbia raggiunto i massimi livelli sia nelle scienze che nelle arti.

Il fisico Galileo – gran postillatore di Dante, Ariosto e Tasso; buon disegnatore; discreto poeta; ottimo musicista; scrittore eccezionale – ha dato molto all'arte. Ma il fisico Galileo ha anche ricevuto molto dall'arte. È grazie alla sua conoscenza della letteratura, da critico e da scrittore sul campo, che ha potuto

inaugurare lo stile moderno (gli stili moderni) della comunicazione della scienza. Ed è dalla frequentazione della musica, pratica e teorica, e di quel gran musicista che è stato suo padre, Vincenzio Galilei, che ha ottenuto l'"imprinting epistemologico" e il battesimo della verifica sperimentale di una teoria scientifica. Per cui oggi, a 450 anni dalla nascita di Galileo, la domanda è: il pisano è stata una fluttuazione nello spazio del genio dell'uomo o ha ancora una sua concreta attualità?

LA SCIENZA HA INFLUENZATO L'ARTE. L'ARTE CONTINUA A ISPIRARE GLI SCIENZIATI?

Non c'è dubbio che la scienza abbia influenzato e continui a influenzare l'arte. Scrittori, musicisti, pittori, cineasti dei nostri giorni traggono ispirazioni dalle nuove visioni dell'uomo e del mondo che ci propone incessantemente la scienza. Ma è anche vero il contrario? L'arte continua a ispirare gli scienziati?

L'aneddotica scientifica ci dice di sì. Il fisico teorico Brian Greene dice che la musica ha ispirato molti suoi colleghi nell'immaginare il mondo fondato sulla vibrazione armonica di microscopiche membrane. Il cosmologo Andrei Linde dice di aver tratto ispirazione dai quadri di Wassily Kandinsky nell'immaginare il suo "universo caotico".

I chimici Harold W. Kroto e Richard E. Smalley, vincitori del Nobel nel 1996, hanno dedicato una loro scoperta, il C₆₀, una molecola di carbonio con 60 atomi disposti in posizioni equivalenti nello spazio tridimensionale, a un artista, l'architetto Buckminster Fuller che ha usato la medesima forma geometrica





(simile a un pallone da calcio) nella sua produzione di forme. Un altro chimico, l'israeliano Dan Shechtman, premio Nobel nel 2011, dice di essersi ispirato ai mosaici dell'Alhambra di Granada, in Spagna, e di Darb-i Imam Shrine in Iran, per immaginare l'ordine aperiodico dei "quasi cristalli". E il biologo Stephen Jay Gould dice di essersi ispirato alla Basilica di Venezia, al Duomo di Milano e a molte altre espressioni dell'arte italiana per immaginare e comunicare alcuni concetti, come la contingenza, con cui ha innervato la teoria dell'evoluzione biologica.

Dunque, quella capacità di Galileo di lasciarsi guidare anche dalla sua sensibilità artistica è stata fatta propria in pratica da molti uomini di scienza. D'altra parte nella fisica moderna intere branche disciplinari – si pensi alla fisica delle alte energie – fanno ricorso ai principi di simmetria, i medesimi dell'arte, per catturare le verità più profonde sul mondo naturale. Tuttavia c'è chi è andato più avanti in questa ricerca: Norbert Wiener, di cui quest'anno commemoriamo i 50 anni dalla morte. L'americano non è stato solo uno dei più grandi matematici del XX secolo e il fondatore della cibernetica. Ma lo



Galileo ha ottenuto dalla frequentazione della musica il battesimo della verifica sperimentale di una teoria evolutiva

scienziato che, forse, si è interrogato di più sul rapporto tra arte e scienza (e filosofia). E dalla sua analisi è emerso come protagonista l'ambiente, con una proposta per certi versi clamorosa: la matematica come forma d'arte per conoscere meglio l'ambiente. La matematica sosteneva Wiener, è, in senso stretto, un'arte. Un'arte raffinata, dinamica, evolutiva. Che, proprio come la letteratura, la pittura e la musica, evolve nel tempo, modificando stili e canoni. Per questo, sosteneva Wiener, la storia della matematica deve essere collocata a pieno titolo nella storia dell'arte. E proprio questa evoluzione dell'arte matematica ci consente, oggi, il paradigma delle scienze naturali. Di passare dalla «scienza degli orologi» alla «scienza delle nuvole». Ma è meglio restituire la parola alla storia del pensiero di Wiener.

LA CAPACITÀ DI ARTE, SCIENZA E FILOSOFIA DI PENETRARE LA COMPLESSITÀ OPACA DEL MONDO

Norbert Wiener propone queste sue analisi tra il 1923 e il 1929, quando è ancora giovane (è nato nel 1894). Ma si tratta di affermazioni niente affatto estemporanee, bensì frutto di una riflessione che si è consumata nel corso di svariati anni in un contesto culturale in cui sia le rivoluzioni scientifiche sia le rivoluzioni artistiche nascono e si intrecciano. Sono gli anni in cui si realizza la rivoluzione dei quanti e crolla la visione deterministica del mondo perché, come sostiene Werner Heisenberg, padre del principio di indeterminazione, non è impossibile fare previsioni precise sul futuro, ma è impossibile conoscere con precisione assoluta lo stato presente di un sistema. Sono gli anni in cui la ricerca sui fondamenti della matematica si conclude, in maniera del tutto inattesa, con i teoremi d'incompletezza di Kurt Gödel e, di conseguenza, con quella che lo storico Morris Kline definisce "la perdita della certezza". Sono anche gli anni in cui la genetica e la biologia evoluzionistica trovano una sintesi e la storia irrompe definitivamente nelle scienze della vita. Sono, infine, gli anni in cui Sir D'Arcy Wentworth Thompson si propone, con la sua ricerca morfogenetica, di cercare l'armonia tra numero e forma del vivente.

Pochi uomini di scienza – dal matematico francese Jacques Hadamard al fisico cosmopolita Albert Einstein – si pongono il problema della creatività, nelle scienze come nelle arti. Quella di Wiener, dunque, non è una ricerca isolata. Al contrario, cattura in pieno lo spirito dei tempi. Semmai è una ricerca precoce. Che il giovane porta avanti da almeno un decennio. E che ha avuto un punto di svolta la sera di Natale del 1914, quando a Londra il ventenne Wiener incontra a cena un altro giovane americano, il ventiseienne Thomas Stearns Eliot e intavola con lui un'accesa discussione sul rapporto tra arte, scienza e filosofia e sulla loro relativa capacità di penetrare la complessità opaca del mondo. I due sono amici, si sono frequentati tra il 1911 e il 1913 presso l'università di Harvard, nel Massachusetts. Entrambi sono

filosofi ed entrambi sono venuti a Londra con una serie di domande sul senso della ricerca filosofica. Il primo, Wiener, cerca di rispondere alle sue inquietudini studiando con il logico Bertrand Russell, futuro premio Nobel per la letteratura nel 1950. Il secondo, Eliot, che otterrà il Nobel per la letteratura due anni prima di Russell, seguendo le lezioni del filosofo neoidealista Francis Herbert Bradley.

Quella sera di Natale i due giovani discutono sia di un articolo, *Æsthetics*, che Wiener sta scrivendo per l'*Encyclopedia Americana*, dove intende proporre una breve trattazione della filosofia estetica di George Santayana in opposizione a quella di Henri Bergson, sia di un altro saggio, *Relativism*, che Norbert ha appena pubblicato e in cui va a fondo nella critica a Henri Bergson e a quelle tesi secondo cui le scienze fisiche e la matematica possono dirci poco sulla realtà umana, perché propongono nozioni assolutamente rigide, lontane dalle esperienze soggettive e inafferrabili all'intuizione. Io non sono affatto d'accordo, sostiene Wiener. Intanto perché il pensiero formale puro non esiste e persino nel caso della matematica, la più astratta e formale di tutte le discipline, l'uso dei simboli è condizionato dal nostro pensare attraverso lo *spirito del simbolismo*. E poi perché la scienza è anche intuizione. E l'arte è anche ricerca formale. Cosicché insieme, l'analisi e l'intuizione, sia nell'arte sia nella filosofia sia nella scienza, con modalità diverse ci aiutano a penetrare la complessità opaca del mondo. A trovare le armonie nel suo (apparente) disordine.

DALLA SCIENZA DELL'OROLOGIO ALLA SCIENZA DELLE NUVOLE

Già, la complessità del mondo. Il giovane fonderà la cibernetica, la prima scienza della complessità, dopo quasi quattro decenni. Ma ha già intuito che le scienze naturali e la matematica, sono nel pieno di una transizione. Di un epocale cambio di paradigma. Grazie ai propri successi la fisica e la matematica sono ormai in grado di spiegare un numero crescente di fenomeni. E questa capacità sta determinando una vera

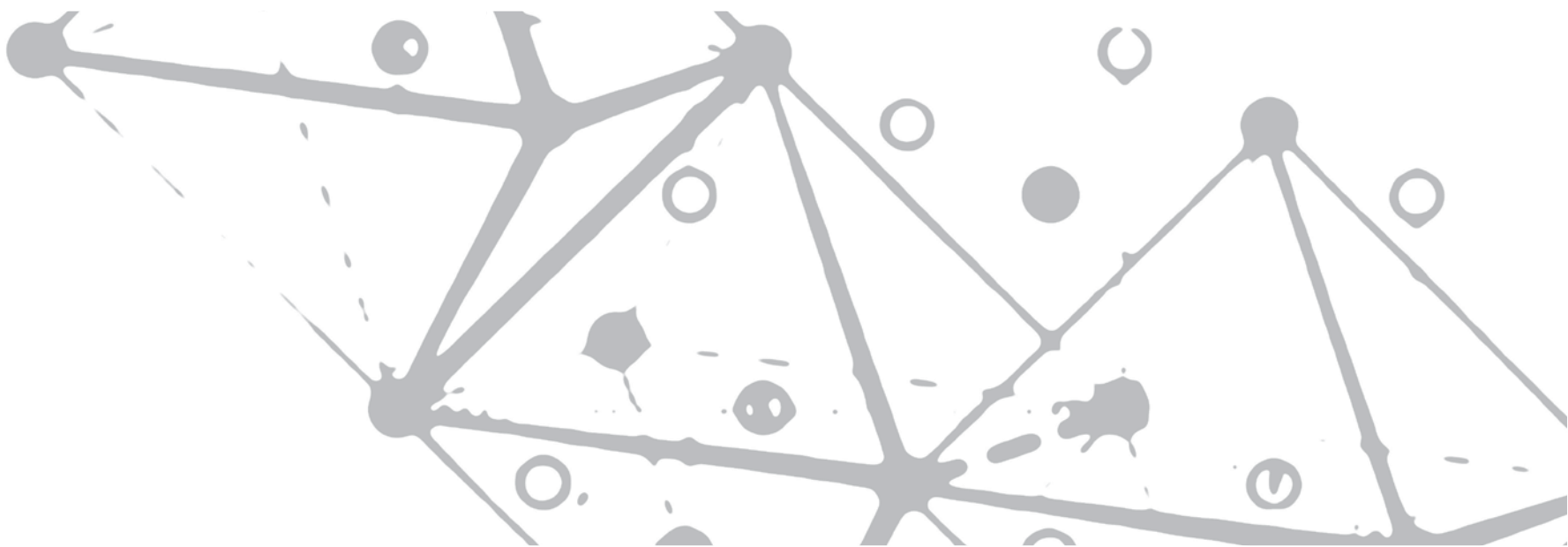
rivoluzione epistemologica. In breve, gli uomini di scienza stanno rapidamente passando dalla «scienza degli orologi» alla «scienza delle nuvole»: dalla scienza deterministica dei processi semplici e lineari



**Nella fisica moderna intere
branche disciplinari fanno ricorso
ai principi di simmetria**

alla scienza stocastica dei processi complessi e non lineari. Le scienze naturali e la matematica si stanno dunque attrezzando con strumenti formali e con nuovi occhiali concettuali per iniziare a penetrare la complessità opaca del mondo. Proprio come, con altri strumenti ma con analoghi occhiali concettuali, cercano di fare le avanguardie artistiche. Anzi, a ben vedere, arte e scienza hanno almeno uno strumento in comune: la ricerca estetica. La ricerca dell'armonia. Eliot, quella sera di Natale del 1914, concorda con l'amico. Ma, in capo a pochi mesi, nel 1915, riprende idealmente la discussione in una lettera dove propone una scelta draconiana: «Sono piuttosto portato ad ammettere che la lezione del relativismo sia: evitare la filosofia e dedicarsi all'arte vera o alla scienza vera (poiché la filosofia è ospite non amata in compagnia di ciascuna)». La complessità opaca del mondo può essere dipanata solo o dalla vera arte o dalla vera scienza. La filosofia ormai non serve. Dobbiamo liberarcene: «Per me e per Santayana la filosofia è principalmente critica letteraria e conversazione circa la vita; e tu hai la logica, che mi sembra di gran valore. La sola ragione per la quale il relativismo non si libera della filosofia, dopotutto, è che non c'è nulla da abolire! C'è l'arte, e c'è la scienza. E ci sono opere d'arte, e forse di scienza, cui già si sarebbe pervenuti se molta gente non fosse stata convinta che vi fosse la filosofia». Poi precisa. La distinzione tra arte vera e scienza vera non regge. Pensarlo: «equivarrebbe a tracciare una linea netta, e il relativismo predica il compromesso». Eliot riconosce che non esistono la vera arte e la vera scienza. C'è sempre un compromesso tra le due.

Le riflessioni del filosofo Eliot e del filosofo Wiener



non sono un mero esercizio accademico. Sono piuttosto il preludio a una scelta di vita. Dì lì a qualche tempo, infatti, Eliot abbandona davvero la filosofia (o, almeno, il suo studio sistematico) per dedicarsi, con straordinario successo, all'arte della poesia. Mentre Wiener lascia lo studio sistematico della filosofia per dedicarsi, con un successo non meno straordinario, alla matematica. Ma in entrambi resta la insopprimibile tensione a penetrare la complessità opaca del mondo. In Eliot questa tensione si esprime presto, già nel 1922, nella produzione di un capolavoro letterario, come *The Waste Land*: la terra desolata. Dove la desolazione riguarda l'ambiente



Il filosofo Wiener sosteneva che la matematica è un'arte che evolve modificando stili e canoni

umano. L'uomo e l'ambiente. In Wiener la tensione si esprime ancora prima nella produzione di capolavori scientifici, a iniziare dal *processo di Wiener*, un modello elaborato nel 1920 per lo studio dei fenomeni casuali. Ovvero di quei processi presenti nell'ambiente naturale con cui l'uomo deve continuamente

misurarsi. Ormai il bozzolo della filosofia è definitivamente infranto e Wiener dispiega le ali della farfalla matematica. Eppure il giovane continua a rimuginare quelle idee sul rapporto tra arte e scienza che ha confrontato con Eliot. Frutto di questa riflessione è un articolo, spiazzante fin dal titolo, pubblicato nel 1929: *Mathematics and art. Fundamental identities in the emotional aspects of each*. La matematica e l'arte, identità fondamentali negli aspetti emozionali di ciascuna. Che l'emozione penetri nella dimensione fondamentale dell'arte è senso comune. Ma che l'emozione penetri nella dimensione fondamentale nel regno della ragion pura, la matematica, è una novità che somiglia a una provocazione. Eppure succede, sostiene Wiener. E non per questo la ragion matematica perde la sua essenza e la sua coerenza.

L'articolo non è una mera speculazione teorica. Al contrario, ha il suono e il valore della testimonianza. Perché Wiener, ormai matematico di riconosciuta fama, rileva (e rivela) come lui e i suoi colleghi siano attraversati, in questi anni, da uno spirito modernista del tutto analogo a quello delle avanguardie artistiche che caratterizzano i primi decenni del XX secolo: «Il modernista dice: "Quest'idea mi sembra interessante. Fammi vedere dove mi porta, anche se non posso

darne alcuna prova definitiva". Questa è la genesi del futurismo in pittura, del cubismo e di altre bizzarrie del genere, e di movimenti letterari come l'espressionismo. [...] Non è un accidente che il periodo delle bizzarre teorie fisiche di Einstein sia anche il periodo della musica bizzarra, dell'architettura bizzarra, della letteratura bizzarra e di un teatro bizzarro».

Wiener sostiene, dunque, che scienziati e artisti in perfetta sincronia stanno catturando un medesimo spirito dei tempi. È il caso delle bizzarre teorie di Einstein e delle bizzarre proposte in ogni ambito delle arti. È interessante ricordare che qualche anno fa uno storico della scienza inglese, Arthur Miller, ha fornito una puntuale conferma alle parole di Wiener, individuando un'origine comune tra la relatività ristretta con cui Einstein nel 1905 manda in soffitta il concetto di tempo e di spazio assoluto in fisica e le *Damigelle di Avignone* con cui Pablo Picasso manda in soffitta nel 1906 il tempo e lo spazio assoluto nelle arti figurative.

Proprio negli anni in cui Wiener inizia a studiare la complessità opaca del mondo (i fenomeni stocastici), Albert Einstein riflette sul "*personal struggle*", ovvero sul percorso soggettivo che ogni scienziato compie quando «la scienza sta per nascere» nel chiuso di

un laboratorio o di una mente e non è ancora conoscenza condivisa e validata da una intera comunità. Questa dei percorsi personali verso la conoscenza del mondo naturale è un'idea tutt'altro che pacifica in un mondo, quello della scienza, che, almeno quando "è nata e consolidata" costituisce, per usare le parole dello stesso Einstein: «ciò che di più oggettivo e impersonale gli esseri umani conoscono».

Anche Jacques Hadamard (in un libro, "Psicologia dell'invenzione in campo matematico", pubblicato negli anni '40), riflette sugli *emotional aspects* della ricerca in matematica e coglie gli aspetti comuni tra la creatività artistica e la creatività scientifica. Il fran-

Agli inizi del XX secolo, molti sottolineano le analogie tra l'attività dello scienziato e quella dell'artista

cese affronta il tema dell'"illuminazione" che coglie il matematico quando, improvvisamente, trova la soluzione di un problema. Proprio come Wiener, il francese sottolinea il ruolo che ha "la bellezza" nella ricerca dei matematici e individua nell'intuizione l'atto creativo comune a scienziati e artisti. Allo stes-

so modo, nel 1941, il matematico Godfrey Harold Hardy, maestro e amico di Wiener, pubblica un libro, *Mathematician's apology*, in cui propone l'analogia se non l'omologia tra il matematico e l'artista: «Il matematico, come il pittore e il poeta, è un creatore di forme. Se le forme che crea sono più durature delle loro è perché le sue sono fatte di idee. Il pittore crea forme con i segni e i colori, il poeta con le parole».

Nella prima parte del XX secolo, dunque, molti scienziati sottolineano le analogie non banali tra l'attività dello scienziato e quella dell'artista. Tuttavia Norbert Wiener va oltre. Propone delle vere e proprie omologie tra arte e scienza. Nel suo articolo del 1929 su *Mathematics and art* sostiene, infatti, che la matematica è una vera e propria modalità di espressione artistica. Non solo perché i matematici hanno una psicologia dell'invenzione (intuizione compresa) analoga a quella degli artisti, perché come gli artisti si lasciano guidare (anche) da principi estetici e perché sono come gli artisti creatori di forme, ma anche perché la matematica, come l'arte, ha una storia che non è la lineare aggiunta di nuove scoperte alle precedenti, ma si sviluppa mediante una vera e propria evoluzione degli stili e dei canoni di ricerca.

Norbert Wiener individua con una tale nettezza tre fasi ben distinte della storia della matematica moderna. La prima è la fase del *classicismo*, che si è imposta nel Seicento e nel Settecento, quando si è imposta una matematica pratica e concreta. La seconda è quella del *romanticismo*, che si è sviluppata nell'Ottocento, e che ha visto imporsi il rigore formale e le invenzioni di nuove geometrie. E c'è, infine, la terza fase, quella del *modernismo*, che si sviluppa nel Novecento con la «libera sperimentazione logica attraverso i concetti di ordine, applicati a un materiale qualunque».

Questa terza fase, sostiene Wiener, consente al matematico di accettare la sfida dei tempi e di provare finalmente a descrivere la complessità opaca e caotica del mondo reale. Il matematico modernista, sostiene il padre delle cibernetiche, effettua una vera e propria sperimentazione artistica. Cerca nuovi metodi e nuove forme, lasciandosi trasportare dalla corrente. Dice: ho un'idea. Mi sembra interessante. Vediamo

dove mi porta. È proprio quello che fa lui, quando sperimentando la matematica e lasciandosi guidare dal principio estetico della ricerca dell'armonia sotteso all'opacità della realtà più caotica, realizza il suo progetto filosofico e fonda, negli anni '40, la cibernetica: il tentativo più spinto della scienza moderna di andare oltre la descrizione di un universo/orologio e di iniziare a penetrare l'universo delle nuvole. Di cogliere, come il poeta e il pittore, l'armonia nel disordine. Ben sapendo che con quello delle nuvole e del disordine è l'universo in cui l'uomo è immerso. L'ambiente dove è chiamato a vivere in armonia.

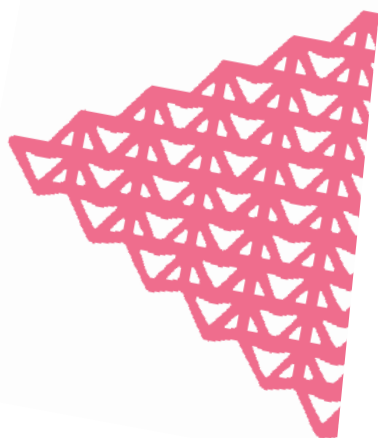


Spagna / Andrea Sánchez > Madrid - Opera pubblica alla licenza Creative Commons - Attribuzione - Non commerciale - www.flickr.com/creativecommons

L'ecoquartiere nella città durevole

Irene Sartoretti

Gli ecoquartieri rappresentano uno dei dispositivi concreti per il raggiungimento di quei grandi obiettivi ambientali e sociali che rappresentano oggi una sfida alla scala globale. Essi presuppongono e producono una nuova cultura urbana. Gli ecoquartieri che si potrebbero citare sono moltissimi. In alcuni di essi la vocazione ambientale è più spiccata. In altri è invece più spiccata la vocazione civica e sociale. Alcuni si caratterizzano per una forte visibilità, altri, sono meno conosciuti

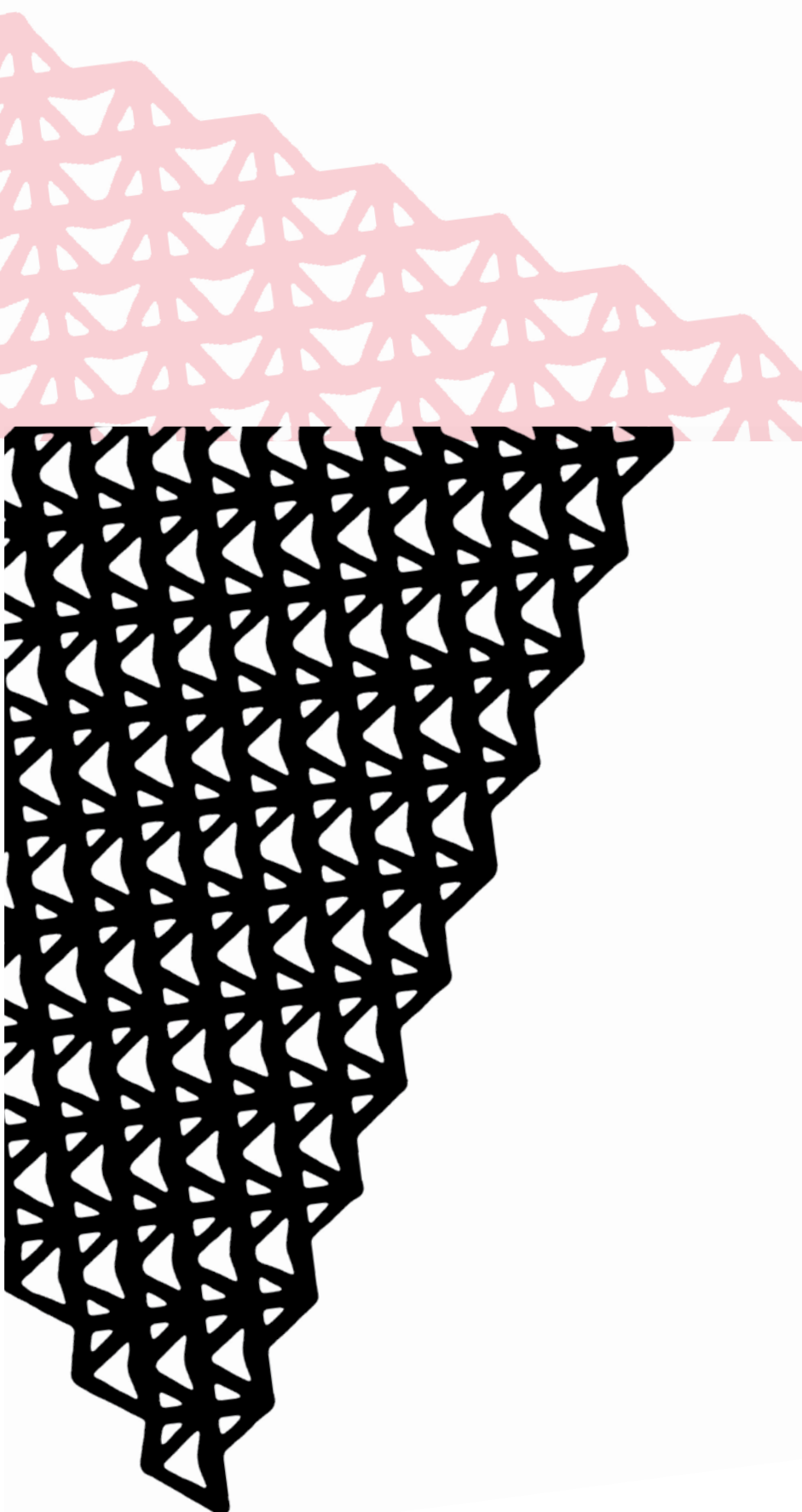


Nati in Europa negli anni Novanta, gli ecoquartieri rappresentano oggi una delle realtà urbane più interessanti e si inseriscono nelle strategie di gestione del territorio e di sviluppo durevole della città. La consapevolezza che progettare e gestire un territorio rappresenti un insieme di azioni irreversibili sull'ambiente apre a visioni e obiettivi ambientali di lungo termine, tali da sostituirsi a quei meccanismi di valorizzazione economica a breve termine, che rappresentano la prassi nell'occupazione e gestione dello spazio. Per questo l'ecoquartiere viene definito anche come quartiere durevole, dove il termine durevole evoca uno sguardo che va oltre le contingenze, per abbracciare il tempo ambientale della lunga durata. Ciò significa che l'ecoquartiere, che rappresenta l'unità di base della città durevole, si pone come obiettivo la creazione di un patrimonio ambientale trasmissibile alle generazioni future.

L'ecoquartiere si iscrive perciò nell'ambito della più recente tradizione dell'urbanistica contemporanea, che adotta una nozione programmatica di progetto. In una prospettiva programmatica, il progetto urbano è di natura performativa, vale a dire che è legato al perseguimento di obiettivi ambientali, economici e sociali di lunga durata. Questi sono definiti chiaramente in sede di progetto in termini qualitativi, quantitativi e di scadenze temporali e sono sottoposti costantemente a monitoraggio e valutazione. La progettazione e gestione dell'ecoquartiere richiede un approccio olistico alla questione ambientale nelle sue molteplici declinazioni. Questo approccio è inteso come insieme integrato di azioni di abbattimento dei consumi e di autosufficienza energetici, di trattamento dei rifiuti a livello locale

- con forme di riciclo "a filiera corta"-, di sviluppo del trasporto collettivo a scapito di quello privato, di trattamento locale dell'acqua e degli agenti inquinanti, fino ad azioni di valorizzazione delle risorse locali per abbattere i costi ambientali di trasporto e ad azioni di protezione delle biodiversità e di salvaguardia di zone, come quelle umide.

Oltre all'attenzione ambientale, la progettazione di ecoquartieri implica anche un'accorta considerazione dei fattori di tipo economico, sociale e partecipativo. L'obiettivo perseguito tramite la realizzazione di un ecoquartiere è infatti il miglioramento della qualità di vita dei suoi abitanti, globalmente intesa. Perciò, per poter parlare di ecoquartiere, sono fondamentali, oltre che i requisiti ambientali, anche un uso percepito come soddisfacente degli spazi, soprattutto di quelli pubblici, ed una altrettanto soddisfacente godibilità estetica dello spazio costruito. L'attenzione sociale che rende tale l'ecoquartiere si esprime inoltre nella sua accessibilità alle fasce più deboli. Per questa sua natura di sostenibilità sociale, l'ecoquartiere si situa al di fuori delle logiche speculative del mercato immobiliare, implicando una stretta sinergia fra attori politici, economici e associazioni del terzo settore. L'ecoquartiere, in più, non nasce con l'intento di rappresentare un'isola felice all'interno della città, ma di rientrare in una strategia organica di sviluppo della città intera. Non solo. Esso rientra anche in una strategia di respiro globale, come stabilito da Agenda 21¹. Difatti, i proponenti a livello globale, come quelli di Agenda 21, che si riferiscono a grandi obiettivi a livello macro, per divenire effettivi, hanno bisogno di prodursi attraverso interventi puntuali a scala micro.



OGNI ECOQUARTIERE HA UNA STORIA STRETTAMENTE RELAZIONATA CON IL LUOGO IN CUI SORGE

Descrivere un modello di ecoquartiere è cosa impossibile, poiché ogni ecoquartiere ha una storia individuale strettamente relazionata con le contingenze del luogo in cui sorge, che richiedono spesso soluzioni specifiche e non esportabili. Può inoltre trattarsi sia di realizzazioni interamente *ex-novo*, così come può trattarsi dell'insieme di interventi di rinnovamento che interessano aree già edificate, a partire dalle operazioni di riabilitazione energetica effettuate sul patrimonio edilizio presente. In molti casi poi, la trasformazione di un quartiere in ecoquartiere passa, più che attraverso operazioni alla grande scala, attraverso il succedersi di interventi minuti, che possono prendere avvio anche solo da un rinnovamento dei dispositivi di illuminazione.

Non bisogna perciò pensare l'ecoquartiere solo come nuova insorgenza urbana in opposizione alla città esistente. Anzi, il caso di interventi sull'esistente rappresenta nella città europea contemporanea la casistica più interessante e quella che sarà, auspicabilmente, la più frequente. Il tessuto urbano europeo è infatti oggi dilatato a coprire intere regioni più o meno estese e più o meno dense.

Dunque il problema non è quello di edificare nuove aree, ma piuttosto quello di ristrutturare e riabilitare l'esistente secondo le nuove esigenze e i nuovi parametri ambientali e sociali. Questa riabilitazione prevede pazienti lavori di ricucitura e di "riammagliatura", più che la creazione di nuovi organismi urbani. Richiede inoltre azioni di riquali-

 **La progettazione dell'ecoquartiere richiede un approccio olistico alla questione ambientale nelle sue molteplici declinazioni**

ficazione ambientale delle molte frange vacanti e degradate di territorio, che un'urbanizzazione divorante ha lasciato come relitti sulla propria scia. La filosofia che sta dietro a diversi ecoquartieri è appunto spesso, più che quella generatrice delle città giardino, quella di un ritorno alla città compatta, con la sua *mixité* di funzioni e di gruppi sociali e con il suo proliferare di servizi e attività di prossimità. Un

ecoquartieri dovrebbe per l'appunto costituire uno spazio di vita in cui sia possibile risiedere, lavorare e fare tutte le attività necessarie senza che siano necessari grandi spostamenti. La dialettica fra tessuto urbano ad alta densità da un lato e alta qualità della vita dall'altro, fra città compatta da una parte e cospicua presenza di spazi verdi dall'altra è, anche nel caso degli ecoquartieri, un nodo di discussione centrale. Più che trovare delle caratteristiche tecnico-formali comuni che definiscano l'ecoquartiere dunque, è possibile riconoscere, come fanno Catherine Charlot-Valdieu e Philippe Outrequin (2009), una strategia condivisa che ne sottende la progettazione. Questa è, secondo i due autori, riassumibile innanzitutto in un approccio sistemico basato sui cicli (ciclo dell'acqua, dell'energia, dei materiali etc.) e sugli ecosistemi (gestione dei rifiuti e dei flussi). In secondo luogo è riassumibile in un processo che mette insieme alle questioni tecnico-ingegneristiche, quelle di fattibilità e di performance economiche e, infine, quelle di godibilità estetica e sociale degli spazi. In terzo luogo, è riassumibile in un processo che vede la partecipazione di una molteplicità di attori pubblici, privati e del terzo settore e, in particolare, la partecipazione degli abitanti. Quest'ultimo aspetto non è così scontato, poiché dovrebbe fondarsi su una cultura urbana condivisa da parte di tutti gli attori e sull'equilibrio dei vari interessi, senza una prevaricazione da parte degli attori più forti. Infine, un ultimo elemento che caratterizza questa strategia programmatica comune agli ecoquartieri è un approccio multidisciplinare alla progettazione



L'ecoquartiere non nasce come un'isola felice, ma entra in una strategia di sviluppo della città intera

urbana, che vede l'intrecciarsi di aree tematiche ambientali, sociali ed economiche e, perciò, la partecipazione di una molteplicità di attori appartenenti a sfere disciplinari diverse. È doveroso infatti ribadire che un ecoquartiere, per essere definito tale, deve ab-

bracciare un'idea di sostenibilità ampia, intesa come sostenibilità non solo ambientale, ma anche sociale ed economica. In caso contrario, l'utilizzo della parola ecoquartiere, come spesso accade, è improprio.

LE RIFLESSIONI TEORICHE PIÙ PROLIFICHE SUGLI ECOQUARTIERI VENGONO DALLA FRANCIA

Se quelli sopra elencati sono i tratti condivisi dagli ecoquartieri, questi ultimi sono, nella pratica, fortemente differenziati, anche perché sorgono in contesti profondamente diversi, che vanno da quello Europeo, con tutte le sue specificità nazionali e locali, fino al contesto Cinese². Tuttavia, se, nella pratica, esempi di ecoquartieri si possono trovare disseminati a livello globale, riflessioni teorico-metodologiche fra le più prolifiche in materia di ecoquartieri vengono dalla Francia, dove si contano fra i più numerosi esempi di ecoquartieri e dove questi sono inquadrati in un piano coerente a scala nazionale promosso dal *Ministère Français de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie* (MEDDE). Fra gli ecoquartieri già realizzati e quelli messi in programma in tutta la Francia se ne possono contare infatti più di duecento. Gli ecoquartieri che si potrebbero citare sono moltissimi. In alcuni di essi la vocazione ambientale è più spiccata. In altri è invece più spiccata la vocazione civica e sociale. Alcuni si caratterizzano per una forte visibilità, altri, minori, sono meno conosciuti. Fra gli ecoquartieri più famosi, c'è quello di BedZed, realizzato a Sud di Londra fra il 2000 e il 2002, dove



Attualmente le aree di produzione cadute in disuso possono fornire l'occasione per la realizzazione degli ecoquartieri

Zed sta per *Zero Energy Development*, ovvero sviluppo urbano che utilizza zero energia fossile. Il quartiere comprende un centinaio di unità residenziali, costituite in larghissima maggioranza da case singole, ed è dotato di numerosi servizi commerciali e pub-

blici di prossimità. Anche se non tutto ciò che è stato progettato per il BedZed è oggi funzionante, come



Gli ecoquartieri vanno inseriti in strategie di lotta alla povertà e diritto al lavoro

un sistema per il riciclo dell'acqua piovana, questo quartiere rimane ancora adesso pionieristico in materia ambientale, sotto diversi aspetti: quello delle sue case passive, dell'utilizzo di materiali sia locali sia di riciclo per abbattere al massimo i costi ambientali, della potente rete di trasporto pubblico, con tram leggeri e treni, e del *carsharing* per disincentivare il trasporto privato atomizzato.

A Friburgo, piccola città nella Germania Ovest quasi al confine con la Francia, nell'area industriale dismessa di Vauban la municipalità, di concerto con associazioni di cittadini, ha realizzato a metà degli anni novanta un ecoquartiere che autoproduce energia da risorse rinnovabili, riuscendone a vendere il surplus. L'ecoquartiere di Vauban si colloca nel quadro di azioni, adottate dall'amministrazione cittadina nei primi anni novanta e mirate a dimezzare il consumo energetico entro il 2030.

Obiettivo del quartiere non è solo l'autosufficienza energetica. Completamente interdetto alle automobili infatti, questo quartiere presenta un interessante trattamento degli spazi pubblici e semipubblici, come quelli condominiali, che per Fremont (1976) rappresentano gli spazi da cui dipende il radicamento al luogo. Le forme di appropriazione e riappropriazione di questi spazi intermediari da parte degli abitanti sono fondamentali per qualificare un *ecoquartiere* come tale, poiché trasformano spazi percepiti come neutri ed indifferenziati in luoghi di partecipazione attiva e dunque significativi. Il ruolo attivo degli abitanti può esercitarsi in tutte le fasi, da quelle di promozione e di progettazione a quelle di realizzazione e di gestione dell'ecoquartiere.

Questi spazi semipubblici possono divenire al contempo spazi di convivialità e di responsabilizzazione

e, trattati come spazi verdi, anche spazi di biodiversità. Possono inoltre divenire parte di un sistema integrato di tracciati verdi che connettono le varie parti della città innervandosi nel tessuto urbano ai diversi livelli, da quello più capillare del singolo isolato, fino alla grande scala della città ed oltre. Gli spazi verdi pubblici appropriati costituiscono anche una valida alternativa per rispondere al sentito bisogno di avere un fazzoletto di terra a giardino, che è alla base del diffuso sogno della casa isolata su lotto e del fenomeno delle "villettepoli". Gli ecoquartieri possono essere l'unità di base di una versione contemporanea della città compatta come città in cui tutto è raggiungibile alla breve distanza e in cui c'è un'alta densità di funzioni e popolazioni diversificate.

Nella sua versione contemporanea, l'alta densità della città compatta può essere bilanciata dall'armatura verde attorno alla quale la città è costruita e che ne costituisce il motivo ordinatore. Il disincentivo all'utilizzo di mezzi di locomozione privata e l'utilizzo dei diversi dispositivi per abbattere le varie forme di inquinamento sonoro e dell'aria possono dare alla città compatta quelle stesse caratteristiche di tranquillità e di contatto con la natura che le aree periurbane offrono a chi fugge dalle aree ad alta densità. È la cosiddetta *eco-density*, ovvero una forma di alta densità che sia anche ecologica³. L'ecoquartiere di Vauban può essere considerato inoltre una forma di rigenerazione virtuosa di aree industriali dismesse. Con la fine dell'era fordista e la dislocazione della grande industria, le aree di produzione cadute in disuso rappresentano uno degli elementi distintivi della città contemporanea europea e possono fornire l'occasione per la realizzazione degli ecoquartieri.

Oltre a quello di Vauban, altri ecoquartieri sorgono infatti in zone ex industriali, come il quartiere Bo01 di Malmö nel sud della Svezia. Realizzare degli ecoquartieri in aree dismesse può rappresentare un'occasione di rilancio per l'intera città. Più in generale, nelle città con un'alta qualità della vita si innescano processi virtuosi di attrazione di capitali e di classi creative che rendono le stesse città più competitive a livello internazionale.

I monitoraggi e le valutazioni fatte sul raggiungimento degli obiettivi sociali, economici ed ambientali di un ecoquartiere, sono fondamentali perché possono, in qualche caso, rivelarne la non perfetta riuscita illuminandone le cause.

È il caso del quartiere di Bonne a Grenoble, sorto sugli spazi di una ex caserma abbandonata e il cui obiettivo sociale è stato rendere edifici di alta qualità in pieno centro-città accessibili anche alle categorie più deboli. Le valutazioni effettuate nel 2012, che hanno avuto grande risonanza sulla stampa nazionale francese, hanno mostrato che gli obiettivi energetici e anche quelli di vivacità sociale degli spazi pubblici sono stati in parte disattesi.

Anche in Italia si possono trovare esempi di ecoquartieri, come quello residenziale di San Rocco a Faenza, iniziato nel 2008 e ancora in parte da ultimare, premiato sia dall'INU che dal ministero dell'Ambiente. E sempre in Italia è da sottolineare il ruolo propositivo assunto dalle cooperative, come il consorzio Coipes di Mestre.

Non mi sono qui soffermata sulle specifiche tecniche e sulle griglie di valutazione di sostenibilità ambientale e sociale degli ecoquartieri citati, rimandando a letterature specializzate.

Per concludere è però importante ricordare che per quanto riguarda gli obiettivi di sostenibilità sociale, gli ecoquartieri vanno necessariamente inseriti in strategie di lotta alla povertà e diritto al lavoro più ampie, in un processo *back-forth* che va dalla dimensione nazionale a fino a quella locale del singolo quartiere. Analogamente, per il raggiungimento degli obiettivi di carattere ambientale è necessaria una nuova cultura urbana ed un capillare processo di sensibilizzazione e di formazione dei soggetti coinvolti nella progettazione e realizzazione dell'ecoquartiere.

Bibliografia

- Charlot-Valdieu, C., Outrequin, P. (2009). *Écoquartier. Mode d'emploi*. Paris, Eyrolles.
 Fremont, A. (1976). *La Région, espace vécu*. Trad. it. (1983) *La regione. Uno spazio per vivere*. Milano, Franco Angeli.
 Mayer, A. (2013). *Les écoquartier de Fribourg: 20 ans d'urbanisme durable*. Paris, Moniteur.
 Namias, O. (2011). *Ecoquartiers*. Paris, S.N.A.L.

Note bibliografiche

¹ Agenda 21, vale la pena ricordarlo, è il programma di sviluppo sostenibile per il ventunesimo secolo, redatto a seguito della Conferenza Onu su Ambiente e Sviluppo tenutasi nel 1992 a Rio de Janeiro. L'importanza di Agenda 21 risiede nel fatto che il programma si propone di integrare le problematiche di salvaguardia ambientale alle diverse scale, da quella globale, fino a quella locale.

² Una lista dei principali ecoquartieri europei ed extraeuropei è reperibile al sito <http://www.developpement-durable.gouv.fr/-EcoQuartier,3863-.html> del Ministère Français de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie.

³ Il termine *ecodensity* è stato coniato dal sindaco di Vancouver Sam Sullivan a seguito del World Urban Forum tenutosi nella città canadese nel 2006, cui è seguito un progetto di densificazione della stessa con l'obiettivo di riuscire a mantenere, rispetto all'alto numero di abitanti, una bassa impronta ecologica.

Fragili, strategiche regioni costiere

Cristiana Pulcinelli

Entro il 2025 il numero di persone che vivranno nelle zone costiere aumenterà del 35% rispetto al secolo scorso. Il problema è che queste regioni, in generale, non godono di buona salute. Da un lato, l'uso intenso da parte dell'uomo le sta mettendo sotto pressione. Dall'altro, il cambiamento del clima potrebbe amplificare la loro vulnerabilità e portarle alla distruzione

Che cosa accadrà alle regioni costiere del mondo nei prossimi decenni? La domanda se la pongono in molti, scienziati e governanti, soprattutto dopo gli eventi catastrofici che negli ultimi anni hanno colpito le popolazioni che vivono vicino al mare: dall'uragano Katrina (New Orleans nel 2005) al ciclone Nargis (Myanmar del sud, 2008), dall'uragano Sandy (New York, 2012), al tifone Haiyan (Filippine, 2013).

LA RICCHEZZA DELLE COSTE

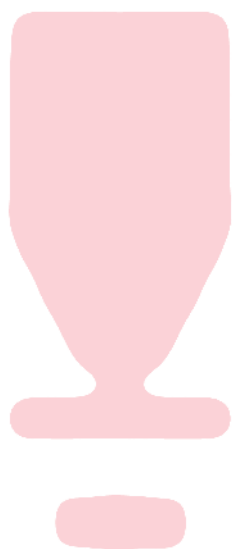
Bisogna fare una premessa: le zone costiere sono strisce di confine tra il mare e la parte interna dei continenti e costituiscono una piccola percentuale della superficie terrestre. Eppure la loro importanza è strategica. Senza voler andare indietro nella storia quando le città venivano fondate sulle coste perché la vicinanza al mare voleva dire possibilità di commercio e sviluppo, anche oggi vivere in una zona costiera rimane un'aspirazione per molti cittadini del mondo. In tutti i continenti infatti la popolazione si concentra lungo le coste e, in uno studio del 2006, si prevede che entro il 2025 il numero di persone che vivono in queste aree aumenterà del 35% rispetto agli anni novanta del secolo scorso. Il fatto è che queste zone non solo sono spesso più accessibili, ma sono anche più ricche di acqua e di cibo. In molti casi ospitano grandi varietà di piante e di animali che sono cruciali per la catena alimentare. Inoltre, il mescolarsi di acqua dolce e salata negli estuari fornisce importanti sostanze nutritive per la vita marina. Insomma, alcune regioni costiere sono grandi riserve di biodiversità ed ecosistemi che hanno un valore economico non indifferente.

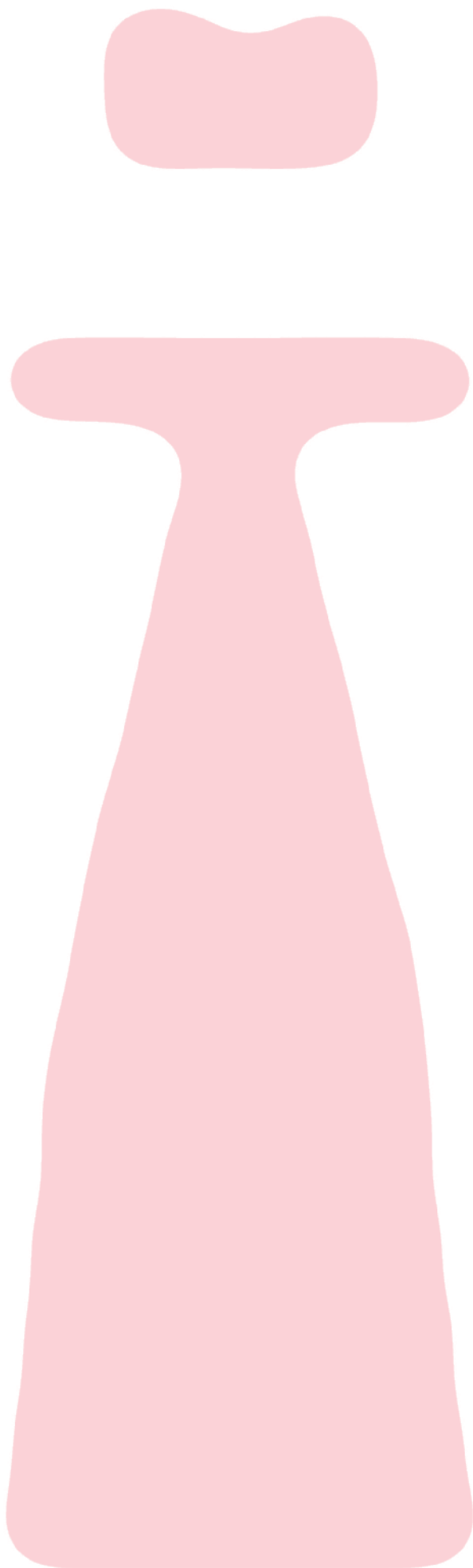
Poi ci sono altre regioni costiere che non sono densamente abitate, ma che svolgono comunque un ruolo importante: ad esempio quelle dell'Artico.

Il problema è che queste regioni, in generale, non godono di buona salute. Da un lato l'uso intenso da parte dell'uomo le sta mettendo sotto pressione. Dall'altro il cambiamento del clima potrebbe amplificare la loro vulnerabilità e portare alla loro distruzione. Senza considerare che proprio la perdita di queste aree del mondo può a sua volta influenzare il clima, come spiega uno speciale pubblicato da poco sulla rivista *Nature*.

GHIACCI E GLACIAZIONI

Un esempio di questo circolo vizioso viene dalla Groenlandia. Le analisi ci dicono che si sta effettivamente sciogliendo come neve al sole: negli ultimi vent'anni la perdita di massa della calotta di ghiaccio che la ricopre è quadruplicata. Questo fenomeno ha contribuito all'innalzamento dei mari per circa 7,5 millimetri, un quarto del valore che si è riscontrato a livello globale. La catena di eventi per cui questo sta accadendo è ancora poco chiara. Si suppone che il riscaldamento dell'oceano, dovuto al cambiamento climatico in atto, abbia avuto come conseguenza lo scioglimento del ghiaccio sottomarino e che questo a sua volta abbia funzionato da innesco per i ghiacciai costieri dell'isola. Le previsioni invece dicono che l'aumento della temperatura dei mari e dell'atmosfera potrebbe far crescere ancora la perdita di ghiaccio e quindi far aumentare il livello del mare. Contemporaneamente la massa d'acqua dolce che si è riversata nell'Artico settentrionale con lo scioglimento dei ghiacciai





potrebbe presto avere un effetto anche sulla Circolazione meridionale atlantica (Amoc), ovvero una delle principali correnti oceaniche dovuta alla variazione di densità delle masse d'acqua. La densità infatti è determinata, oltre che



Nelle aree vulnerabili si dovrebbero ridurre le attività di estrazione di acqua, gas e petrolio perché producono un cedimento del terreno

dalla temperatura, proprio dalla salinità delle acque. La circolazione gioca però un ruolo fondamentale nella regolazione del clima, quindi la sua modificazione avrebbe un impatto non solo sugli animali che popolano quelle acque, ma anche sul clima. In effetti, uno studio pubblicato a febbraio 2014 sulla rivista *Ocean Science* e condotto dal *National Oceanography Centre* di Southampton, segnala un rallentamento di questa corrente, un fenomeno che potrebbe portare a una glaciazione in tempi relativamente rapidi (ovviamente per le scale temporali della geologia).

PROTEGGERSI DAI CICLONI

L'altro grande problema da affrontare è quello dei cicloni tropicali. Non è ancora chiaro quale sarà l'impatto futuro del cambiamento climatico sui cicloni tropicali, quello che è certo però è che l'innalzamento dei mari farà aumentare le alluvioni dovute a questi cicloni.

In media si registrano nel mondo 90 cicloni tropicali ogni anno, di questi circa 18 (uno su cinque) quando toccano terra danno vita a uragani, ma sono proprio questi ultimi che impattano in modo disastroso sulle aree costiere. L'ultimo esempio è il tifone che ha colpito le Filippine a novembre del 2013 causando oltre 6000 vittime e distruggendo completamente mezzo milione di case. Il problema è vasto: negli Stati Uniti, dove hanno fatto i calcoli, si è visto che almeno 40 milioni di persone sono esposte attualmente al rischio alluvione, così come attività umane per un valore pari a 3.000 miliardi di dollari. Si prevede che nel 2070 questi numeri cresceranno: a rischio ci saranno 150 milioni di persone e attività per 35.000 miliardi di dollari. I modelli dei climatologi dicono che alla fine del XXI secolo i cicloni tropicali saranno meno numerosi, ma più

intensi. Sapere qualcosa di più preciso (quanto meno numerosi, quanto più intensi), però, è al momento impossibile perché i modelli utilizzati non concordano su quelli che saranno gli effetti del cambiamen-



Per ridurre l'impatto delle alluvioni si è pensato anche di utilizzare soluzioni ingegneristiche, con risultati controversi

to climatico su questi fenomeni. Tuttavia, due cose sono chiare, dicono gli esperti: primo, che l'innalzamento dei livelli del mare farà comunque aumentare le alluvioni dovute a queste tempeste; secondo, che i danni saranno maggiori non dove l'attività dei cicloni sarà massima, ma nelle zone più popolate e dove alcuni cambiamenti geomorfologici aggraveranno il loro impatto a terra. Che vuol dire questo? Che, come sostengono gli autori di un articolo pubblicato su *Nature* che fa un'analisi di tutte le ultime ricerche su questo tema, bisogna cominciare a pensare a strategie adattive. Ad esempio, in queste aree vulnerabili si dovrebbero ridurre le attività di estrazione di acqua, gas e petrolio perché producono un cedimento del terreno che rende ancora più pericolosa un'alluvione. Oppure, si dovrebbe pensare a dare incentivi alla popolazione per farla spostare verso l'interno e in ogni caso, per tutelare chi rimane, mettere in piedi soluzioni che permettano al territorio di resistere all'impatto.

INGEGNERI ED ECOSISTEMI

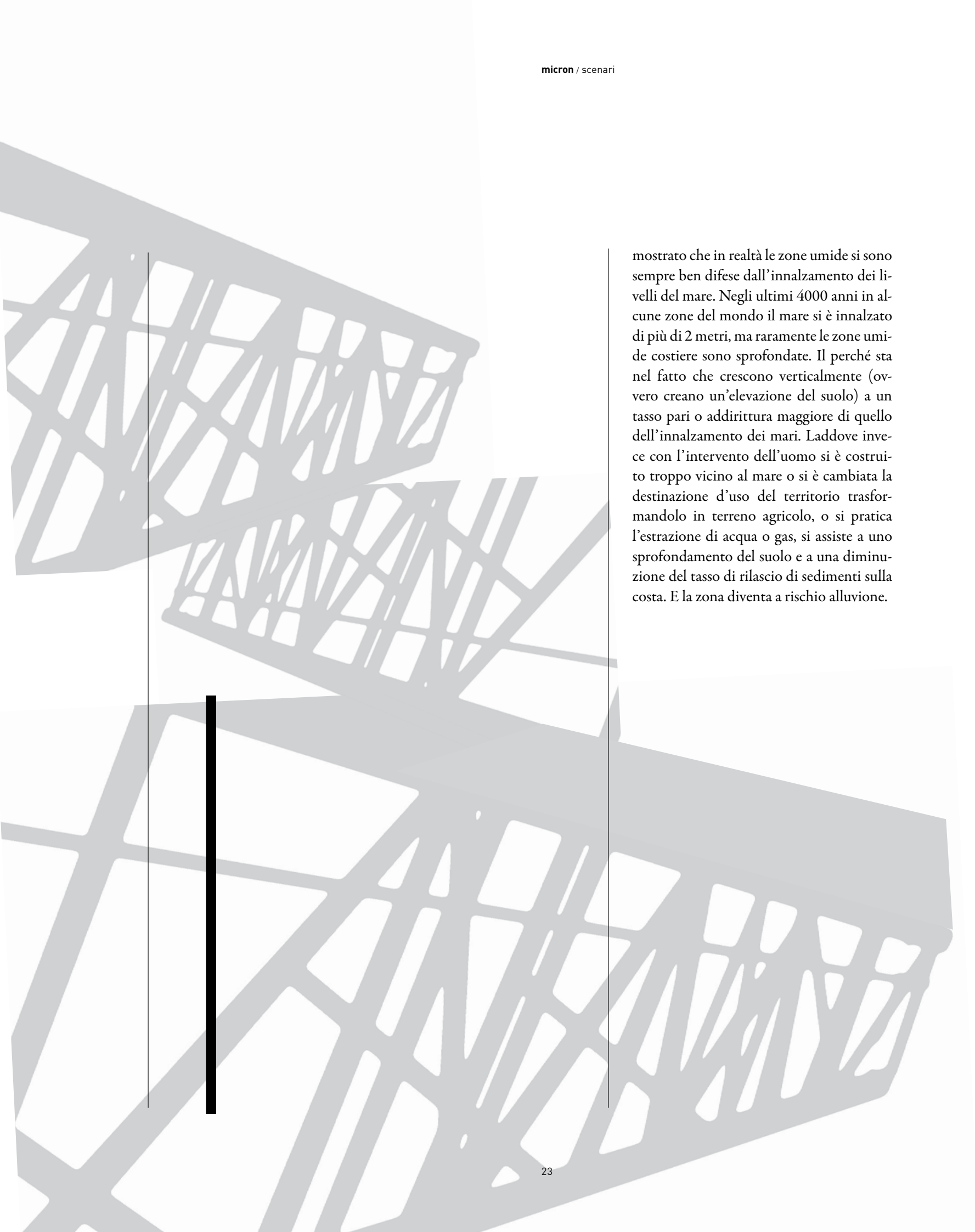
Le soluzioni finora più utilizzate sono quelle ingegneristiche: dighe, dighe foranee (sbarramenti costruiti nell'acqua) e argini. Tuttavia, queste opere sono fortemente criticate perché hanno bisogno di una manutenzione continua e molto costosa. Tra l'altro, per fronteggiare alluvioni più intense, le dimensioni dovrebbero essere sempre più grandi rendendo queste opere insostenibili per molti paesi. Ma c'è di più. Si è constatato che gli sbarramenti spesso aggravano il cedimento del terreno attraverso il dre-

naggio del suolo e ostacolano il naturale accumulo di sedimenti dovuto alle maree e al vento, compromettendo così la capacità naturale di adattamento delle coste all'innalzamento del livello del mare. In alcuni luoghi quindi le opere ingegneristiche sarebbero addirittura controproducenti.

Negli ultimi anni si è sperimentata in alcune zone del mondo una soluzione diversa: un ecosistema difensivo. In sostanza in un'area che si trova tra la zona urbanizzata e la costa si è creato un ecosistema (acquitrini salmastri, dune, mangrovie, barriere coralline) che ha la capacità naturale di ridurre le enormi onde che si formano durante le tempeste ed anche di tenere il passo con l'aumento del livello dei mari grazie alla produzione di un naturale accumulo di sedimenti. I risultati di questi "esperimenti" sono interessanti: i sistemi naturali proteggono meglio di quelli artificiali e hanno anche alcuni effetti collaterali positivi, ad esempio un miglioramento della qualità delle acque e della pesca. Purtroppo non in tutte le aree costiere si possono creare queste difese naturali: ci vuole infatti un grande spazio tra la zona urbanizzata e la costa.

RESISTENTE COME UNA PALUDE

Le zone umide costiere sono gli ecosistemi a un tempo più vulnerabili e più importanti dal punto di vista economico presenti sulla Terra. Le paludi e le foreste a mangrovia proteggono le coste dalle tempeste, sequestrano il carbonio, trasformano i nutrienti e funzionano da vivai per i pesci. Si valuta che il loro valore sia di 10.000 dollari per ettaro, ma questo non è bastato a conservarle. Tra il 25 e il 50% delle zone umide dovute alle maree del nostro pianeta si sono perse perché l'uomo le ha riconvertite in terreni coltivabili o in acquacolture. A minacciarle ora c'è anche il cambiamento climatico. Si ritiene infatti che la trasformazione di queste zone in mare aperto a causa dell'innalzamento del livello dei mari accelererà: secondo alcuni scienziati alla fine di questo secolo sarà scomparso così tra il 25 e il 45% delle paludi salmastre del mondo. Tuttavia, alcuni recenti studi hanno



mostrato che in realtà le zone umide si sono sempre ben difese dall'innalzamento dei livelli del mare. Negli ultimi 4000 anni in alcune zone del mondo il mare si è innalzato di più di 2 metri, ma raramente le zone umide costiere sono sprofondate. Il perché sta nel fatto che crescono verticalmente (ovvero creano un'elevazione del suolo) a un tasso pari o addirittura maggiore di quello dell'innalzamento dei mari. Laddove invece con l'intervento dell'uomo si è costruito troppo vicino al mare o si è cambiata la destinazione d'uso del territorio trasformandolo in terreno agricolo, o si pratica l'estrazione di acqua o gas, si assiste a uno sprofondamento del suolo e a una diminuzione del tasso di rilascio di sedimenti sulla costa. E la zona diventa a rischio alluvione.



I primi migranti ambientali degli USA

Romualdo Gianoli

Guerre, rivolte e persecuzioni politiche non sono le sole cause della migrazione internazionale contemporanea. Tra le motivazioni che inducono larghe masse ad abbandonare il proprio paese entrano sempre più spesso in gioco le degenerazioni e le emergenze di carattere ambientale. I profughi ambientali hanno superato quelli di guerra. Ciò nonostante, queste persone non esistono da un punto di vista giuridico, non essendo stati riconosciuti come "rifugiati" dalla Convenzione di Ginevra del 1951

Le Hawaii sono l'ultimo Stato entrato a far parte degli Stati Uniti d'America. Però sono anche quello da cui proviene il primo presidente di colore dell'Unione e anche il primo ad aver bandito, per legge lo scorso 2 gennaio, i sacchetti di plastica monouso dai supermercati. E così, in questa storia dove gli estremi si toccano, gli ultimi diventano i primi e viceversa, gli Stati Uniti si scoprono, in qualche modo, ambientalisti. Ma proprio perché questa è una storia di estremi, non racconteremo delle Hawaii, ma bensì di un luogo che per molti aspetti è al suo opposto.

Una località remota e pressoché sconosciuta, che si trova molte migliaia di chilometri più a nord, ma che è legata in qualche modo alle Hawaii e ai suoi sacchetti fuorilegge.

Newtok è un piccolo villaggio di poche centinaia di abitanti affacciato sul Mare di Bering, in Alaska. Sorge poco sotto il circolo polare artico e a pochi meridiani di distanza da Honolulu (d'altra parte l'avevo detto che si trattava di una storia di estremi che si incontrano).

Per quanto piccolo e remoto, però, da alcuni anni questo villaggio ha ottenuto gli onori della cronaca per un particolare quanto poco invidiabile primato: entro i prossimi anni i suoi abitanti saranno i primi migranti ambientali degli Stati Uniti. Il territorio su cui sorge il villaggio, infatti, sta sprofondando nel freddo mare del nord o, se vogliamo il livello delle acque si sta innalzando a causa dello scioglimento dei ghiacci provocato dall'aumento della temperatura globale. Comunque la si voglia vedere, resta il fatto che, secondo gli esperti, da qui a 4 o 5 anni al massimo, il villaggio sarà sott'acqua e per quell'epoca i suoi abitanti si saranno dovuti spostare in un'altra zona.

MIGRANTI E RIFUGIATI AMBIENTALI

Se vogliamo, però, gli USA hanno già avuto negli anni scorsi quelli che potremmo definire rifugiati ambientali: basti pensare alle popolazioni colpite dall'uragano Katrina. In quel caso, però, si trattava delle conseguenze di un evento atmosferico episodico e circoscritto nel tempo, per quanto estremo.

Nel caso di Newtok, invece, ci si trova di fronte a un fenomeno consolidato che va avanti da molti anni, senza dubbio riconducibile ai mutamenti climatici e che finirà per rendere completamente e definitivamente inabitabile la regione. E' una differenza non trascurabile che, in definitiva, spiega il primato di Newtok sui migranti ambientali americani. A voler essere precisi, l'organizzazione internazionale non governativa *International Organization for Migration* ha proposto una definizione al riguardo, distinguendo tra "migranti ambientali" e "rifugiati climatici". I primi sono persone (o gruppi di persone) che forzatamente, per improvviso o progressivo cambiamento delle condizioni ambientali tale da danneggiare le loro vite o abitudini di vita, sono costrette a lasciare le loro abitazioni, temporaneamente o permanentemente, spostandosi all'interno del loro paese o anche all'estero. I rifugiati climatici, invece, sono un sottoinsieme dei migranti ambientali, costretti ad andar via a causa di improvvise o graduali modificazioni dell'ambiente dovute a tre specifici problemi: innalzamento dei mari, eventi meteorologici estremi e siccità. Il fatto che questa definizione non sia stata ancora universalmente accettata porta spesso a fare confusione tra i due termini anche se, alla fine, il risultato è lo stesso: ci sono sempre persone costrette

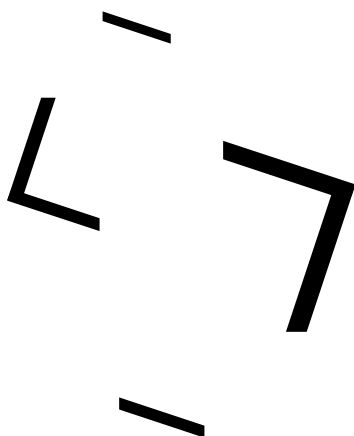
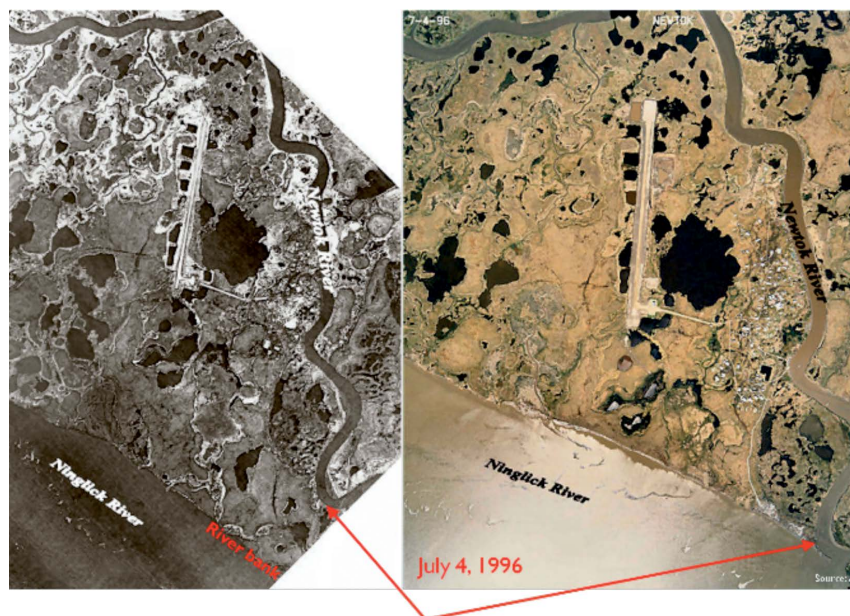


Figura 1 - Erosione della costa di Newtok tra il 1983 e il 1996

Fonte: "Alaska baseline erosion assessment", U.S. Army Corps of Engineers, March 2009



a lasciare le proprie abitazioni a causa del peggiorare delle condizioni dell'ambiente che le circonda. E questo è proprio quanto sta accadendo in Alaska.

NEWTOK, LABORATORIO PER LE FUTURE CRISI AMBIENTALI

La vicenda di Newtok è sicuramente istruttiva e interessante per molti aspetti, prima di tutto quello scientifico, perché evidenzia il legame causa/effetto tra riscaldamento del pianeta e innalzamento dei mari. E poi per gli ovvi risvolti umani e sociali, dal momento che rende concrete e tangibili le conseguenze di que-



Quello di Newtok è forse il primo caso di grave allerta ambientale-sociale legata al *Climate Change*

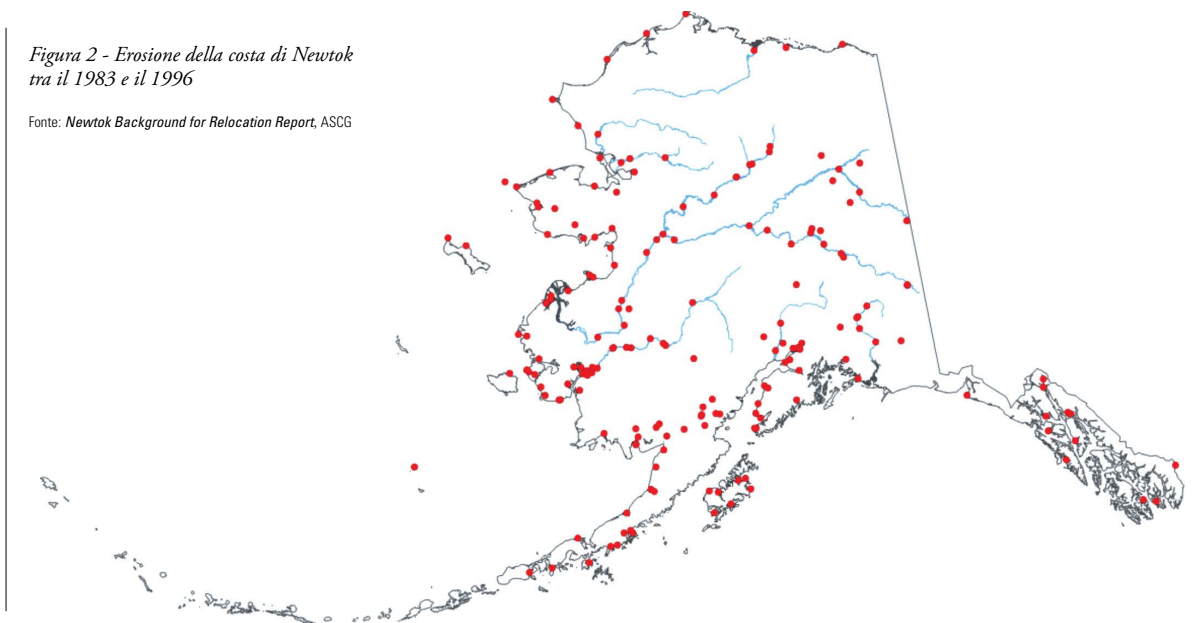
sto fenomeno sulle popolazioni che ne subiscono gli effetti nella vita quotidiana. Insomma, sebbene in scala ridotta, il caso di Newtok indica chiaramente quale potrebbe essere il destino di molte altre zone del mondo, interessate dallo stesso fenomeno. E tan-

to per essere chiari, già ora e nel solo Stato dell'Alaska, quella di Newtok non è certo l'unica comunità colpita dal problema. Secondo un approfondito studio finanziato dal Congresso americano e condotto dal corpo degli ingegneri dell'esercito tra il 2005 e il 2009, su 392 comunità di nativi dell'Alaska, ben 78 risultano colpite in varia misura dal fenomeno dell'erosione (Fig. 1). Nel caso di Newtok il problema è particolarmente evidente e grave perché il villaggio è circondato per tre lati dal fiume Ninglick che, a causa dell'aumento della portata d'acqua (a sua volta originato dall'accelerato scioglimento dei ghiacci) ha eroso costantemente il suolo a una media di 30 metri l'anno, con punte occasionali anche maggiori (Fig. 2). Una velocità assolutamente fuori dalla norma e spiegabile solo con l'accelerazione del riscaldamento globale. Come conferma il rapporto, nel caso di Newtok il fenomeno dell'erosione è talmente marcato e veloce che, secondo i calcoli dei tecnici dell'esercito, finanche la scuola (che con i suoi 6 metri è il punto più alto del villaggio), sarà completamente sommersa entro il 2017.

Alla fine, dopo aver studiato le caratteristiche dei terreni, i militari hanno concluso che non vi è alcuna

Figura 2 - Erosione della costa di Newtok tra il 1983 e il 1996

Fonte: *Newtok Background for Relocation Report*, ASGC



possibilità di rallentare o invertire il fenomeno erosivo: non resta altro che andare via. A questo punto gli abitanti di Newtok si sono trovati di fronte a una scelta cruciale per il loro futuro: andare ognuno per proprio conto a cercare una nuova sistemazione presso altre comunità, disperdendo e cancellando per sempre la propria, oppure restare uniti e spostare completamente il villaggio in un altro sito. Dopo una serie di consultazioni gli abitanti hanno scelto la seconda opzione e hanno deciso di ricostruire il villaggio in una località a circa 14 chilometri dal sito originario, dall'altra parte del fiume ma, questa volta, su un alto costone di origine vulcanica.

Anche per questo aspetto, la vicenda di Newtok prefigura uno dei tanti problemi che situazioni del genere potranno porre alle popolazioni coinvolte: la non secondaria questione antropologica dello sradicamento di intere comunità che magari, come quella dell'Alaska, hanno vissuto per generazioni in uno stesso territorio e che ad esso sono legate. Poi, ovviamente, c'è l'aspetto economico che tali operazioni comportano, di certo non trascurabile. Per farsi un'idea dell'entità delle cifre in gioco, secondo le stime delle autorità americane il costo complessivo per il

trasferimento e la ricostruzione di Newtok nel nuovo sito potrebbe raggiungere i 130 milioni di dollari, una cifra che va ben oltre le possibilità delle famiglie coinvolte. E forse non è casuale che, a distanza di oltre cinque anni dalla prima assemblea pubblica per decidere il trasferimento, Newtok si trovi ancora al suo (precario) posto e i lavori per la costruzione del nuovo insediamento non siano neppure cominciati. È evidente che il governo dovrà contribuire a finanziare l'operazione o, almeno, ciò è quanto si aspettano gli abitanti. E tutto questo solo per un minuscolo villaggio! È lecito, allora, chiedersi quanto costerebbe far fronte a situazioni simili ma di ben altre dimensioni. Una domanda tutt'altro che peregrina in uno scenario ben poco ipotetico dal momento che, secondo un rapporto governativo del 2003, nel solo Stato dell'Alaska ben l'86% delle comunità indigene si trova in condizioni simili, con i villaggi minacciati dall'erosione, dagli allagamenti e dalle tempeste.

ALTRE AREE A RISCHIO NEL MONDO

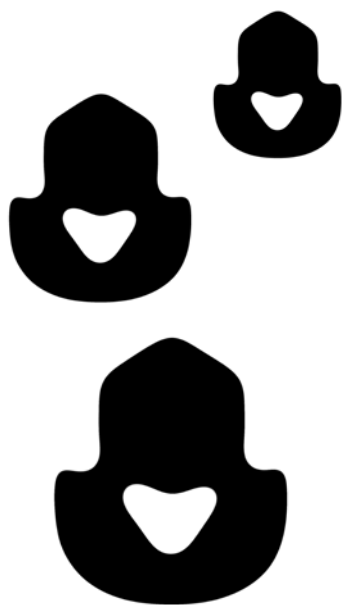
Nonostante i problemi cui abbiamo accennato, il caso dell'Alaska non è certo tra i peggiori al mondo.

Ed è anzi facilmente gestibile, non fosse altro che per le ridotte dimensioni delle comunità coinvolte e l'enorme quantità di spazio a disposizione. Ben diverso è il discorso per altri paesi che potrebbero scomparire. Famosi sono i casi delle Maldive, che rischiano di sprofondare nell'Oceano Indiano, delle isole Tuvalu e Kiribati nell'Oceano Pacifico, ma anche delle isole Salomone e del Bangladesh. Quest'ultimo, in particolare, è il caso che offre più spunti perché riguarda una nazione di notevoli dimensioni, con forte presenza abitativa lungo le coste e che sorge in un'area del mondo già afflitta da notevoli difficoltà sociali, ambientali ed economiche. Per questo, esso rappresenta un'ottima occasione per studiare i possibili nessi causali tra fenomeni, così da tracciare una mappa delle emergenze dovute allo spostamento di grandi masse di persone, innescato da gravi cambiamenti climatici. E' una specie di reazione a catena: salendo la temperatura dei mari cresce il livello delle acque e poiché gran parte della popolazione del Bangladesh vive in zone costiere la cui altitudine media è di soli 5 metri, ciò significa che in pochi anni la densità abitativa avrà un'impennata e ci sarà meno spazio in cui vivere. Ma non solo. La minore disponibilità di suoli e l'aumento della loro salinità si ripercuoterà sulla produzione agricola, che crollerà. Dunque meno cibo per la popolazione e, quindi, carestie, malnutrizione e migrazione forzata verso aree interne del paese o verso Stati confinanti. Di qui la possibilità che le tensioni sfocino in veri e propri conflitti su scala regionale per il possesso dello spazio e il controllo delle risorse vitali.

Bioplastiche, la rivoluzione made in Italy

Giovanna Dall'Ongaro

Nonostante la crisi politica e finanziaria e i disastri ambientali che stanno pesantemente interessando l'Italia, c'è un settore in cui il nostro paese primeggia a livello mondiale: le bioplastiche. Si tratta di plastiche biodegradabili e compostabili che trovano largo impiego in numerosi settori, dall'elettronica agli pneumatici, dal packaging agli shopper



Come salvare l'ambiente e far ripartire l'economia: la lezione, per una volta, potremmo darla noi italiani. Grazie alla nostra pionieristica esperienza nel campo delle Bioplastiche, raccontata nel libro *"Bioplastiche: un caso studio di bioeconomia in Italia"* (Edizioni Ambiente 2013), abbiamo in questo ambito molte cose da insegnare.

Walter Ganapini, chimico ed esperto di politiche ambientali, che è curatore del volume, ne indica essenzialmente tre: come ridurre l'inquinamento, come migliorare la qualità dei rifiuti organici, come attirare investimenti nel campo della bioeconomia. Tutto ciò lo abbiamo appreso, prima di altri, grazie a una piccola ma fondamentale rivoluzione iniziata il 1° gennaio del 2011, data in cui abbiamo abbandonato le tradizionali buste della spesa per sostituirle con nuovi contenitori realizzati in materiale biodegradabile. La stessa strategia ecologica che, tanto per dare un'idea di quanto abbiamo percorso i tempi, le Hawaii hanno iniziato qualche mese fa diventando il primo Stato americano senza buste di plastiche. La legge italiana del 2011 sull'uso di sacchi per l'asporto merci prevedeva che gli unici sacchi monouso commercializzabili fossero quelli biodegradabili e che quelli in plastica tradizionale dovessero avere uno spessore tale da poter essere riutilizzati.

L'avanguardistica scelta italiana, come spiega Catia Bastioli nell'introduzione al libro, non ha avuto solamente effetti positivi sull'ambiente, ma ha rappresentato un nuovo modello di sviluppo economico basato «su una visione sistemica da contrapporre alla cultura di management che ha contribuito al modello di sviluppo dissipativo in cui viviamo». E' soprattutto

per questo motivo che può essere proposta come modello da imitare.

UN NUOVO MODELLO ECONOMICO

Una economia sostenibile, rispettosa dell'ecosistema in cui cresce, capace di imitare l'efficienza degli organismi naturali. Definita in questi termini la green economy rischia di sembrare una utopistica speranza per il futuro.

Eppure una manager di successo come Catia Bastioli, presidente del Kyoto Club e alla guida di Novamont, viene a dirci che una strada del genere è già stata intrapresa, che una iniziativa imprenditoriale che risponde a questi requisiti è già stata sperimentata con successo, tanto da venire considerata una valida soluzione per uscire dalla crisi. E che tutto questo è accaduto in Italia. L'industria delle bioplastiche si fonda infatti sul principio del *cascading* (processo a cascata che prevede il riutilizzo degli scarti della lavorazione), si basa su una collaborazione tra settori imprenditoriali differenti come quello agricolo e biotecnologico e si nutre di idee provenienti da vari ambiti della ricerca scientifica, imitando così la cooperazione in natura tra organismi differenti. Si comporta come un sistema complesso che usa adeguatamente le risorse a disposizione. «L'uso saggio delle risorse, delle tecnologie e dell'innovazione – scrive Catia Bastioli – è il punto di partenza per uno sviluppo responsabile, inclusivo, capace di fare scuola». Questa via italiana alla green economy è stata ideata per risolvere due problemi concreti: eliminare dall'ambiente oggetti così dannosi come le buste di plastica e contemporaneamente migliorare la qua-



lità dei rifiuti organici. E' partito così quel processo virtuoso che Ganapini descrive nel libro e che viene proposto come caso studio da prendere ad esempio. I sacchi monouso in plastica biodegradabile, che vengono utilizzati per il cosiddetto "umido" domestico, contribuiscono alla fertilità del suolo che, a sua volta, ospita quelle coltivazioni che forniscono nuovo ma-



È cresciuta la presenza di sacchetti falsamente biodegradabili, che rischia di vanificare quanto fatto finora

teriale per la realizzazione di altri prodotti biodegradabili. Così il sistema si autoalimenta seguendo alla lettera le regole dell'economia verde: "dalla culla alla culla" o in questo caso, dal terreno al terreno.

A LEZIONE DALL'ITALIA

Un'ideale corso di bioeconomia che ripercorresse la scelta italiana di rinunciare alle buste di plastica potrebbe essere articolato in cinque lezioni. Nella prima apprenderemmo che con l'introduzione dei sacchetti biodegradabili le impurità del compost

sono diminuite dell'8%. Non è una cosa da poco, visto che ciò comporta una riduzione del 30% delle emissioni di gas serra dovute all'energia necessaria per recuperare e smaltire i rifiuti di plastica. Oltre a questo dato positivo, il Consorzio Italiano Compostatori che monitora gli impianti delle industrie di compostaggio, ci informerebbe però che negli ultimi tempi è cresciuta la presenza di sacchi falsamente biodegradabili, ossia che non corrispondono allo standard europeo riconosciuto, e che rischiano di vanificare gli effetti positivi di materiali realmente compostabili. Una seconda lezione ci spiegherebbe che l'aumento della domanda per sacchetti biodegradabili è stata da stimolo per l'intero settore della bioeconomia. Sotto questa nuova spinta alcuni siti deindustrializzati si stanno trasformando in impianti di chimica verde e bioraffinerie integrate. Il polo petrolchimico di Porto Torres in Sardegna, 70mila ettari di terreno abbandonati da decenni, per esempio, tornerà in attività per produrre bioplastiche, biolubrificanti, additivi da oli vegetali. La materia prima verrà fornita dagli agricoltori locali: un modo per legare l'innovazione al territorio secondo «un nuovo modello socio-economico e culturale, prima ancora che industriale», come spiega Ganapini. Nel



sito di Terni di Novamont sono nate tra il 2011 e il 2012 tre nuove linee industriali di amido complessato con un aumento dei posti di lavoro del 26%. Una felice novità nel desolante panorama della crisi è rappresentata anche dalla capacità di attrarre industrie straniere: la francese Roquette ha deciso di produrre bioplastiche in Italia ed è stata seguita dalla azienda DSM dei Paesi Bassi.

Il terzo capitolo del corso ci farebbe conoscere l'opinione dei cittadini sulla legge che ha abolito i sacchetti di plastica: il 94% la ritiene una tappa importante per la sostenibilità ambientale, mentre l'88% riconosce le bioplastiche una innovazione importante e con effetti positivi.

PUNTI CRITICI

A chiarire i legittimi dubbi su alcuni aspetti tecnici ci penserebbero, infine, le due ultime lezioni. Che vuol dire esattamente biodegradabili? Sappiamo che i sacchetti ecologici sono compostabili, ovvero che se sottoposti a un apposito processo di lavorazione si decompongono fino a non lasciare traccia nel suolo. Ma cosa accade se la busta viene abbandonata accidentalmente nell'ambiente e finisce in mare? La pes-

sima reputazione dei tradizionali sacchetti di plastica è ben nota a tutti. Nel Rapporto 2009 dell'UNEP (United Nations Environment Programme), l'agenzia delle Nazioni Unite che "dà voce all'ambiente", dal titolo *Marine Litter: a global challenge*, le buste di plastica si trovano al primo posto nella top ten dei rifiuti riversati in mare. Un fatto preoccupante anche perché la frammentazione microscopica cosiddetta *plastica soup* viene ingerita dai pesci come se fosse plancton e finisce nella catena alimentare. E' naturale quindi chiedersi come si comporta la plastica ecologica. Il suo ciclo di vita è stato esaminato da un gruppo di scienziati inglesi che nel 2010 ha pubblicato i risultati dell'indagine sul *Marine Pollution Bulletin*: la scomparsa totale di sacchi realizzati in modo conforme allo standard europeo richiede un periodo che va dalle 16 alle 24 settimane. Un ottimo risultato se confrontato con le plastiche non ecologiche che dopo 40 settimane mantengono ancora il 98% del loro peso iniziale.

L'altra questione su cui generalmente si pretende un chiarimento riguarda l'impatto che la produzione di bioplastiche ha sulle coltivazioni di prodotti alimentari. La preoccupazione nasce, molto probabilmente, dalle colpe, oramai accertate, dell'industria dei

biocombustibili: in base a molte analisi di mercato il picco dei prezzi dei prodotti agricoli del 2007 è imputabile in larga misura alla crescente domanda di bioetanolo e affini. Viene ancora una volta naturale domandarsi se qualcosa di simile potrebbe verificarsi per le bioplastiche.

Secondo i calcoli della FAO il pericolo è scongiurato: se tutti i paesi europei adottassero i sacchetti di bioplastica, si arriverebbe a 100 miliardi di sacchetti ottenuti con 1.200.000 tonnellate di amido, estratte da 1.820.000 tonnellate di mais, che necessitano di 280.000 ettari di terreno. Un valore pari al 0,06% del terreno agricolo europeo. A conti fatti non sembra possibile che la domanda di bioplastica possa influenzare i prezzi dei generi alimentari.

L'INVERSIONE DI ROTTA, UN ESEMPIO DA IMITARE

Come è riuscito un paese che fino al 2010 deteneva il primato europeo per consumo di sacchetti di plastica usa e getta, con una percentuale di utilizzo pari al 25% del totale commercializzato in Europa, ad abbandonare in pochissimo tempo le cattive abitudini e trasformarsi in esempio virtuoso? Innanzitutto sembra aver compreso che la crisi economica e quella ambientale hanno molto in comune. All'origine di entrambe c'è, citando le parole dell'economista Jean Paul Fitoussi «l'identico problema etico: la preferenza per il presente, il deprezzamento per il futuro». Se l'Italia può fare scuola nel settore delle bioplastiche è soprattutto perché ha abbracciato un nuovo modello economico che riparte dall'ambiente e dal territorio e che è consapevole del fatto che, come dice Catia Bastioli, «la crisi economica e quella ambientale non sono altro che due aspetti di uno stesso fenomeno».



Evo-devo: tra sviluppo ed evoluzione

Michele Bellone

Ora che disponiamo di una buona quantità di genomi completamente sequenziati, il dato più sorprendente che emerge non è costituito dalle differenze, quanto dalle somiglianze tra le composizioni dei diversi corredi genetici. Nasce così l'esigenza di conoscere la sequenza e il significato funzionale del DNA regolativo – che non codifica per proteine – per affrontare lo studio dei fenomeni biologici dello sviluppo degli organismi e della loro evoluzione al di fuori di una ristretta visione gene-centrica



Charles Darwin chiuse *L'origine delle specie* con un riferimento alle “infinite forme bellissime e meravigliose” che si sono evolute e si stanno tuttora evolvendo. In questa frase, spesso ripresa, c'è tutto lo stupore e il senso di meraviglia dello scienziato che contempla la natura, ma c'è anche un riferimento a un tema cruciale nella biologia evolutiva: come si spiega, in un'ottica scientifica, l'impressionante varietà di forme della natura? Ci sono due modi per approcciare questa domanda. Uno è quello del biologo evolutivo, che cerca la risposta nella storia degli organismi per capire se i loro predecessori dividevano le stesse forme o se ne avevano altre e, nel caso, come mai esse sono cambiate. Conferivano un vantaggio adattativo in un determinato ambiente? Se sì, quale? Ci sono altri organismi che sfruttano le stesse forme? Se sì, che rapporto di parentela c'è fra loro? Tutti questi elementi costituiscono la filogenesi di una specie, cioè la ramificazione delle sue relazioni evolutive con altre specie. Un altro possibile approccio alla domanda sulla varietà delle forme è quello di chi studia lo sviluppo embrionale, cioè quell'insieme di processi grazie ai quali, a partire da una singola cellula fecondata, si ottiene un individuo completo. Durante tali processi le cellule si dividono e si differenziano, assumendo identità diverse: cellule muscolari, cardiache, ossee, epatiche, nervose, e via dicendo.

Il biologo dello sviluppo, quindi, di fronte a una particolare forma si chiede quali processi di differenziamento l'abbiano resa possibile. Perché quel paio d'ali si forma sempre su quel segmento e non su quello precedente o successivo? Quali meccanismi molecolari consentono la formazione di un arto con un certo nu-

mero e un certo tipo di dita? L'insieme di questi processi e meccanismi viene chiamato *ontogenesi*. L'incontro fra questi due approcci ha portato alla nascita di una disciplina che, con poco più di trent'anni di età, può essere considerata relativamente giovane dal punto di vista scientifico. Si tratta della biologia evolutiva dello sviluppo, anche nota come *evo-devo* (da una contrazione di *evolution* e *development*). Questa disciplina ha portato nuova linfa al dibattito scientifico sull'evoluzione, riavvicinando due strade che, in realtà, erano più vicine di quanto si pensasse. Che lo sviluppo giocasse un ruolo nella genesi delle forme era infatti chiaro anche a Darwin, secondo il quale le somiglianze fra embrioni di specie diverse erano spiegabili col fatto che queste specie discendessero da un antenato comune. Ma per capire bene questo concetto è necessario fare ancora un passo indietro nel tempo e parlare del dibattito che animò il *Muséum d'histoire naturelle* di Parigi alla fine dell'Ottocento, e che vide come protagonisti Georges Cuvier e Etienne Geoffroy Saint-Hilaire, professori rispettivamente di anatomia comparata e zoologia dei vertebrati. Cuvier riteneva che le differenze fra le specie consentissero a ciascuna di esse di adattarsi alle condizioni di esistenza del proprio ambiente e che, quindi, fosse la funzione adattativa di un tratto a determinarne la forma. Al contrario, Saint-Hilaire pensava che le somiglianze fra gli organismi – le unità di tipo, o omologie – fossero tutte modificazioni dello stesso progetto di base; in questo caso, l'adattamento, e quindi la funzione, perde importanza a scapito della forma. Ben consapevole di questo dibattito, Darwin spiegò le unità di tipo con la discendenza da un antena-



to comune e l'adattamento alle condizioni di esistenza con la sopravvivenza alla selezione naturale. La combinazione di questi due elementi diede origine a quella discendenza con modificazioni che rappresenta il cuore della raffigurazione darwiniana dell'evoluzione. Sull'onda del successo de *L'origine delle specie*, il biologo tedesco Ernst Haeckel formulò la "teoria della ricapitolazione", detta anche "legge biogenetica fondamentale", secondo la quale lo sviluppo embrionale di una specie avanzata attraverso diversi stadi, rappresentati dalle forme adulte delle specie da cui essa deriva. Per dirla in un altro modo, è come se un organismo, durante il proprio sviluppo embrionale, ricapitolasse la propria storia evolutiva. Ecco perché questa teoria può essere riassunta così: "l'ontogenesi ricapitola la filogenesi".

Su una cosa Haeckel aveva visto giusto: lo sviluppo di un embrione riflette il corso dell'evoluzione, ma la legge biogenetica spiegava in maniera troppo semplicistica un'interazione così intricata e complessa. Ciononostante, la teoria di Haeckel rappresenta una tappa di grande importanza nella storia dei rapporti fra biologia dello sviluppo e biologia evolutiva, e fra ontogenesi e filogenesi. Fu un suo allievo, lo zoologo tedesco Wilhelm Roux, a realizzare il passo successivo. Roux fu infatti un pioniere dell'embriologia sperimentale, una disciplina che portò l'analisi dei processi di sviluppo embrionale in laboratorio, allontanandolo dallo studio sul campo e dalla biologia evolutiva. Roux stesso, però, si disse sicuro che queste due discipline si sarebbero incontrate in futuro, e che l'embriologia avrebbe portato con sé nuove informazioni su come gli organismi vengono generati e su come i cambiamenti evolutivi possono avvenire. Era il 1894. Poi arrivò la genetica, e con essa la Sintesi Moderna. Lo studio dei geni e della loro



Varie modalità e diversi meccanismi molecolari producono un continuo rimaneggiamento della composizione dei genomi

distribuzione nelle popolazioni rivelò che la genetica non era in conflitto con la teoria dell'evoluzione per selezione naturale ma, al contrario, le forniva un solido background matematico e ne rinforzava l'architettura. All'interno della Sintesi Moderna fiorirono diverse linee di ricerca, non di

rado in conflitto fra loro, che esploravano la grande quantità di dati che genetica e biologia molecolare sfornavano. Fra le posizioni più critiche nei confronti della Sintesi Moderna, vale la pena ricordare quella



La nascita della genetica non entra in conflitto con la teoria dell'evoluzione, ma ne rafforza l'architettura

di Conrad Waddington, che, nella seconda metà del Novecento, evidenziò le carenze di questo programma di ricerca. Fra le critiche di Waddington ce n'è una molto significativa, cioè quella contro il concetto di mutazione casuale; il biologo britannico riteneva infatti che i processi dello sviluppo embrionale limitassero i cambiamenti possibili. Per dirla con le sue parole, «[...] la forma adulta è prodotta dall'interazione di molti geni, e solo certi tipi di alterazioni dell'intero sistema possono essere generate dalla possibile modifica di un singolo membro del complesso genico.» Insomma, non basta una singola mutazione per generare un nuovo tratto poiché quel tratto è il frutto di un'influenza reciproca di una rete di geni. Waddington definì *canalizzazione* la capacità dei processi di sviluppo di produrre lo stesso tratto anche in presenza di mutazioni. Una prova, questa, di come il rapporto fra genotipo e fenotipo non sia necessariamente lineare. In questo contesto, non bisogna dimenticare il ruolo giocato dall'ambiente, la cui influenza sullo sviluppo embrionale era ben nota. Tramite esperimenti di selezione artificiale effettuati su moscerini della frutta, Waddington osservò che l'esposizione di larve a uno shock termico faceva sì che alcune di esse si sviluppassero in adulti le cui ali mostravano un difetto nelle nervature. Incrociando fra loro moscerini con ali difettose per diverse generazioni, scoprì che era possibile ottenere moscerini le cui ali erano difettose anche quando non venivano esposte a shock termico.

Ciò significava che il tratto "ala difettosa" era stato assimilato nel genoma e trasmesso per via ereditaria. Waddington chiamò questo processo *assimilazione*

genetica. Il sempre più intenso impiego di tecniche di biologia molecolare nell'embriologia portò quest'ultima a evolversi nella biologia dello sviluppo come la conosciamo oggi, cioè nello studio dei meccanismi molecolari, genetici e fisiologici tramite i quali si susseguono le fasi embrionali e fetali.

I tempi erano ormai maturi affinché questa disciplina e la biologia evolutiva si incontrassero di nuovo, realizzando la profezia di Roux. Il 1977 è considerato l'anno del "concepimento" dell'evo-devo, grazie a tre pubblicazioni di grande importanza. Una è il libro *Ontogenesi e filogenesi*, nel quale il paleontologo Stephen Jay Gould mostrava come la legge biogenetica di Haeckel avesse mal rappresentato l'embriologia evolutiva, gettando così le basi per un nuovo modello che integrasse evoluzione e sviluppo. L'articolo di Francis Jacob *Evolution by tinkering* suggeriva quale potesse essere questo nuovo modello tramite l'introduzione dell'idea di bricolage evolutivo.

Scriveva Jacob: «Da una vecchia ruota di bicicletta [il *bricoleur*] costruisce una carrucola, da una seggiola rotta ottiene la scatola per la radio. Allo stesso modo, l'evoluzione costruisce un'ala da una zampa, o un pezzo di orecchio con un frammento di mascella.» In termini molecolari, ciò significa che un gene può anche venire utilizzato per funzioni diverse da quella originaria, come vedremo più avanti. La terza pubblicazione significativa del 1977 è un articolo di Allan Maxam e Walter Gilbert, dal titolo *A new method for sequencing DNA*, che fornì un metodo per testare le nuove ipotesi emergenti. Negli anni successivi vennero descritti i geni *Hox*, responsabili dell'organizzazione del corpo dei moscerini, per poi scoprire che essi hanno una controparte che svolge le stesse funzioni in molti altri animali, uomo compreso. Il fatto che questi geni siano ampiamente condivisi da specie diverse può sembrare un paradosso: come può lo stesso corredo di geni *Hox* portare alle "infinite forme bellissime"? Questo è possibile grazie a una fitta serie di "interuttori" presenti nel genoma, che consentono di attivare o inattivare certi geni in determinate cellule e in determinate fasi dello sviluppo. Questi interuttori

sono influenzati da specifiche proteine, la cui distribuzione non è uguale in tutte le zone dell'embrione. Di conseguenza, in ogni zona ci saranno geni diversi che vengono attivati o inattivati. È grazie a



L'evo-devo ha consentito allo studio dell'evoluzione di fare un grande balzo in avanti, colmando diverse lacune

questo raffinato e complesso meccanismo che, per esempio, un neurone e una cellula muscolare di un individuo sono diverse pur avendo lo stesso DNA. Inoltre, come accennato prima lo stesso gene può ritrovarsi a svolgere funzioni diverse. *Distal-less (Dll)* è un gene coinvolto nella formazione degli arti negli Artropodi; questa sua funzione viene svolta in una fase precoce dello sviluppo embrionale mentre, in un'altra fase, *Dll* si è rivelato essere responsabile della formazione delle macchie colorate caratteristiche delle ali delle farfalle. Ciò dimostra che un gene, nel corso dell'evoluzione, può imparare nuove funzioni in base a come e quando viene regolato.

Risulta chiara, a questo punto, la portata innovativa dell'evo-devo: combinando lo studio dei programmi genetici di sviluppo all'analisi delle relazioni evolutive fra specie diverse, questa nuova disciplina ha consentito allo studio dell'evoluzione di fare un grande balzo in avanti, colmando diverse lacune che la Sintesi Moderna non era stata in grado di affrontare e ridefinendo il rapporto fra ontogenesi e filogenesi. Ma l'innovazione non si ferma qui: per completare il quadro mancavano le interazioni fra processi di sviluppo embrionale ed evoluzione con l'ambiente circostante. Ecco quindi che l'evo-devo, negli ultimi anni, ha incluso nel suo programma di ricerca anche la componente ecologica, compiendo un ulteriore passo verso una nuova biologia integrata, grazie alla quale superare quel paradigma genetico dominante che per un certo periodo di tempo ha messo in ombra molti altri approcci. Questi cambiamenti stanno dando forma a una nuova sintesi delle diverse discipline che studiano

l'evoluzione e, di conseguenza, stanno ampliando e migliorando la nostra comprensione di come essa funziona. Il nocciolo centrale della teoria darwiniana – la discendenza con modificazioni da un antenato comune – rimane un fondamento solido di questa Sintesi Estesa, sul quale si stanno costruendo nuove prospettive di studio; se da un lato si sta abbandonando l'idea di un'evoluzione graduale che ha i suoi sommi registi nei geni, dall'altro emerge l'efficace immagine del *bricoleur* evocata da Jacob, secondo la quale l'evoluzione produce novità con quello che ha, partendo da un "kit di attrezzi" condiviso da tutti gli organismi e condizionata da circostanze accidentali, imprevedibili a priori. Un concetto che Franco Celada, professore di immunologia a New York, riassume così nel suo libro *La nuova immunologia*: «se fosse un collezionista di mobili antichi, [l'evoluzione] non esiterebbe a montare maniglie di plastica su un comò Luigi XV».

Bibliografia

Sean Carroll, *Infinite forme bellissime. La nuova scienza dell'evo-devo*, Codice Edizioni, 2008.

Franco Celada, *La nuova immunologia*, Passigli, 2000.

Alessandro Minelli, *Forme del divenire. Evo-devo: la biologia evoluzionistica dello sviluppo*, Einaudi, 2007.

Scott Gilbert, *The morphogenesis of evolutionary developmental biology*, International Journal of Developmental Biology, 2003.

Scott Gilbert, David Epel, *Ecological developmental biology: integrating epigenetics, medicine and evolution*, Sinauer, 2008.

Stephen Jay Gould, *Ontogenesi e filogenesi*, Mimesis Edizioni, 2013.

Francis Jacob, *Evolution and tinkering*, Science, 1977.

Allan Maxam, Walter Gilbert, *A new method for sequencing DNA*, PNAS, 1977.

Mi specchio nei tuoi gesti

Michela Perrone

La scoperta dei neuroni a specchio si deve a Giacomo Rizzolatti, che poco più di venti anni fa mise in relazione il sistema visivo dei macachi con quello motorio. Qualche anno dopo fu dimostrato che questo meccanismo funzionava anche negli esseri umani; ma ciò che ha reso popolari i neuroni a specchio è principalmente la capacità di spiegare l'empatia

«I neuroni specchio sono per le neuroscienze ciò che il DNA è stato per la biologia». È questa l'ormai celeberrima affermazione di Vilayanur Ramachandran, neurologo e neuroscienziato indiano che da anni lavora negli Stati Uniti. Ramachandran è stato tra i più entusiasti nell'accogliere la scoperta dei neuroni specchio, avvenuta circa 20 anni fa in Italia, a Parma.

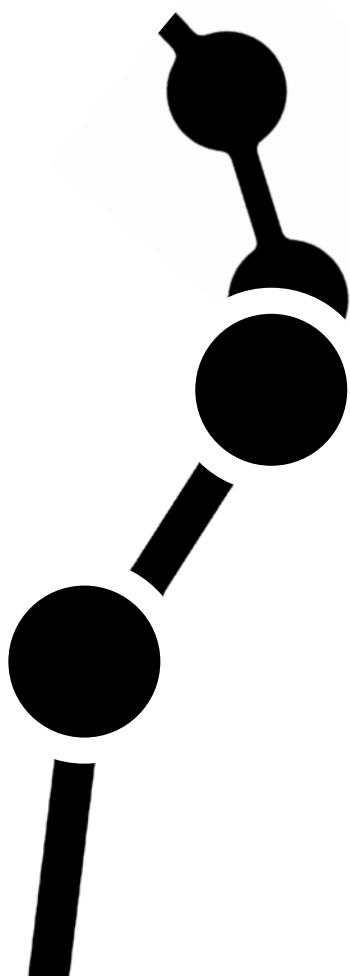
Era il 1992 quando il gruppo guidato da Giacomo Rizzolatti pubblicò il suo primo *paper*. Rifiutato dalla prestigiosa rivista *Nature* per «*lack of general interest*» (mancanza di interesse generale), uscì su *Experimental Brain Research*. Per la prima volta si metteva in relazione il sistema visivo (dei macachi) con quello motorio. La scoperta è stata possibile grazie a un gioco di rimandi: i ricercatori hanno osservato che alcuni neuroni di un macaco si attivavano mentre l'animale stava guardando un ricercatore afferrare del cibo. Queste cellule erano localizzate in un'area della corteccia premotoria, la stessa che si attiva quando la scimmia compie il gesto dell'afferrare che ha osservato. Questo significa che esistono neuroni che si attivano sia quando l'animale compie un gesto, sia quando lo vede eseguire. Dopo la prima pubblicazione la vera sfida diventò dimostrare se questo meccanismo funzionasse anche negli esseri umani.

Qualche anno dopo, grazie anche alle tecniche di *brain imaging*, poco invasive e in grado di mostrare quale parte del cervello si attivi in seguito a un determinato stimolo, arrivò la risposta tanto attesa: i neuroni specchio - questo il nome elaborato nel frattempo - non solo esistono anche negli uomini, ma sono localizzati in diverse zone, non solo in quella moto-

ria. Da quel momento i neuroni specchio hanno goduto di una popolarità enorme negli ambiti più disparati, dall'arte al cinema, passando per le teorie delle emozioni. «Eravamo convinti della rilevanza scientifica della nostra scoperta, ma mai avremo pensato a un successo così grande anche tra i non esperti» sorride oggi Giacomo Rizzolatti, che continua il suo lavoro come professore di fisiologia umana al Dipartimento di Neuroscienze dell'Università di Parma. Una popolarità tale si è vista raramente in Italia per una scoperta scientifica. A dimostrazione dell'eccezionalità dell'evento, qualche mese fa è stato assegnato a Rizzolatti il Premio De Sica, un riconoscimento "pop" che ogni anno riconosce il lavoro di personalità italiane e straniere che si siano distinte in vari ambiti, da quello artistico alle scienze appunto (in passato in quest'ambito sono stati premiati, tra gli altri, Rita Levi Montalcini e Carlo Rubbia).

EMPATIA

Ciò che più di ogni altra cosa ha contribuito a rendere popolari i neuroni specchio è il fatto che spiegano biologicamente l'empatia. Quella capacità di identificarci nelle situazioni e emozioni altrui, quel sentimento che tutti abbiamo provato piangendo di fronte a un film triste oppure gioendo per una bella notizia raccontata da un amico. Ebbene, queste emozioni sarebbero connaturate dentro di noi e i neuroni specchio ne sarebbero la conferma. «Siamo riusciti a dimostrare che l'empatia esiste per davvero, che normalmente proviamo amore per il prossimo, anche se poi la vita può modificare questa attitudine» afferma



Rizzolatti. Meccanismi fisiologici per l'empatia erano stati ipotizzati in precedenza, senza tuttavia mai riuscire a dimostrarli. È grazie al sistema specchio che riusciamo per esempio a codificare le espressioni facciali. I visi sono molto diversi tra loro e di conseguenza lo sono anche le manifestazioni di gioia, dolore, preoccupazione. Eppure, spesso anche di fronte a una semplice fotografia, riusciamo senza troppa difficoltà a ricondurre le smorfie facciali a emozioni che ci appartengono.

Riconoscere le espressioni degli altri e "immedesimarsi" in loro, tuttavia, non è l'unico aspetto interessante dei neuroni specchio. Essi permettono anche di capire l'intenzionalità di un'azione. «Se per esempio in treno una ragazza passa il giornale al suo fidanzato, un osservatore esterno è in grado di capire l'armonia della coppia a partire da quel semplice gesto» spiega Rizzolatti. Se infatti i due sono reduci da un disappunto, il quotidiano sarà passato in modo più brusco, mentre se non ci sono tensioni il movimento sarà più morbido. Si tratta di un'abilità che molti di noi danno per scontata e attuano senza pensarci troppo, ma che è molto complessa dal punto di vista neurobiologico.

AUTISMO

Infatti, non tutti riescono a discernere l'intenzione e l'emozione che accompagnano i gesti delle persone. Chi è affetto da autismo, per esempio, non è in grado di effettuare questa distinzione.

Rizzolatti negli ultimi anni si è occupato molto della



Le persone affette da autismo spesso non riescono a comprendere le metafore nella loro dimensione immaginifica

possibile correlazione tra malfunzionamento del sistema specchio e disturbi dello spettro autistico (così si chiama quell'insieme di patologie caratterizzate da isolamento e incapacità di partecipare al mondo degli altri). «Abbiamo rilevato che nei soggetti au-

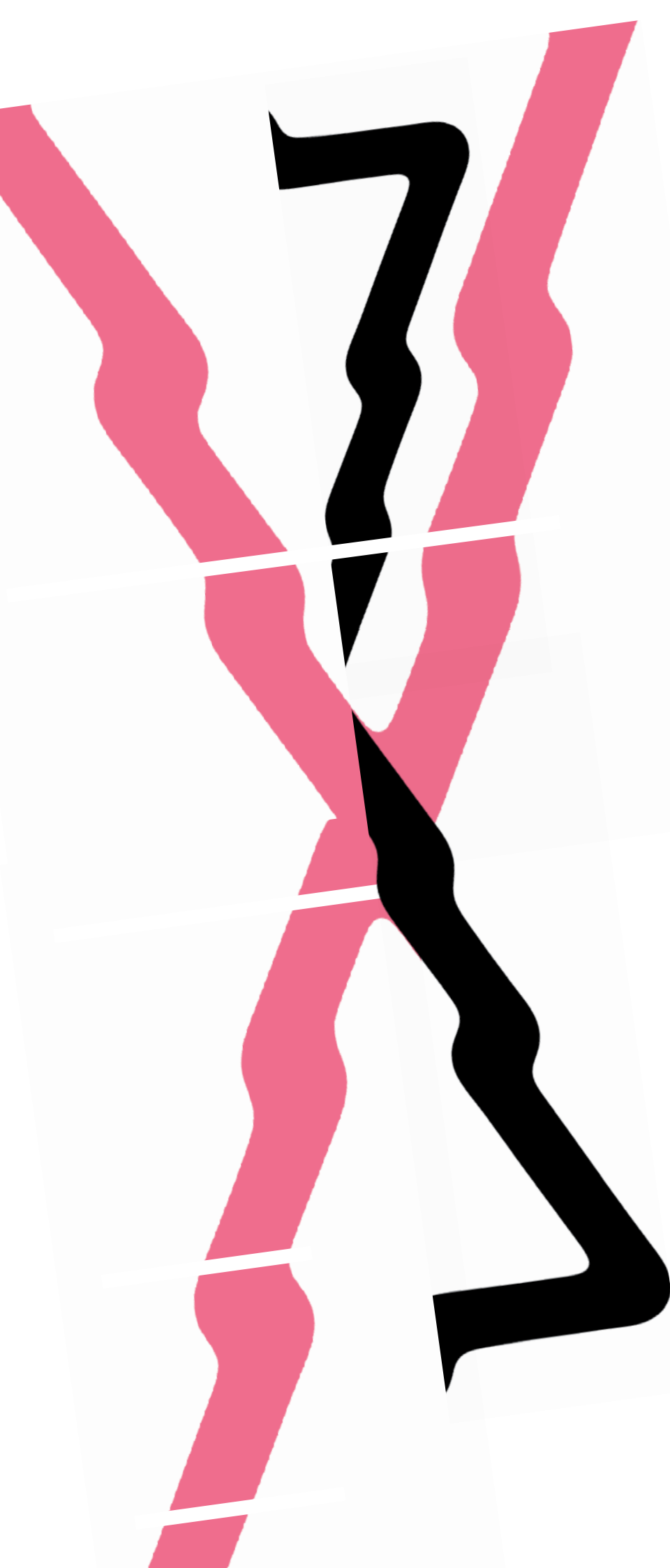
tistici i neuroni specchio non si attivano nello stesso modo dei soggetti a sviluppo tipico, cioè privi della malattia» osserva Rizzolatti. Questo potrebbe significare aver trovato almeno una delle possibili cause di questa malattia.

In questo momento, a Parma stanno studiando le *vitality form*, «una particolare forma di comunicazione umana descritta da Daniel Stern, famoso psicologo e psicoanalista. È una sorta di comunicazione inconscia tra persone, per esempio tra quelle che si vogliono bene, come possono essere madre e figlio o una coppia di fidanzati. Tuttavia queste *vitality form* non si localizzano nelle stesse aree delle grandi emozioni (come odio, rabbia, amore ecc.), ma a livello di organizzazione cerebrale formano un circuito particolare» evidenzia lo scienziato.

Ebbene, proprio questa forma di comunicazione è quella deficitaria nei soggetti autistici, come stanno dimostrando gli studi del gruppo di Rizzolatti. Anche di fronte a un esperimento molto semplice, che consiste nell'osservare una ragazza che passa un biscotto a un'altra persona, soggetti affetti da autismo non riescono a stabilire se si tratti di un gesto gentile o meno (l'esperimento viene invece svolto senza difficoltà dai bambini a sviluppo tipico).

Rizzolatti evidenzia come in queste persone sia il rapporto comunicativo con gli altri a mancare: la loro comprensione è di tipo letterale e non si spinge all'interpretazione dei gesti altrui. Sanno benissimo che la ragazza sta passando un biscotto, ma non riescono a decodificare l'atto motorio capendo con che "spirito" sta compiendo l'azione. È lo stesso motivo per il quale le persone affette da autismo spesso non riescono a cogliere le metafore: interpretano il linguaggio in modo letterale senza riuscire a scorgere l'immaginifico della figura retorica.

Per avere margine di intervento sulla malattia è fondamentale la diagnosi precoce. «I nostri esperimenti hanno questo fine ultimo - ricorda Rizzolatti. Effettuare una valutazione efficace entro un anno di vita. Una volta accertata la predisposizione all'autismo, potremmo sottoporre il bambino a una maggiore ricchezza di stimoli rispetto alla normale in-



terazione madre-figlio. In questo modo si riuscirà a limitare se non a guarire il disturbo». Per Rizzolatti infatti esiste un periodo critico superato il quale i miglioramenti diventano difficili anche con terapie appropriate: «Riprendendo una similitudine non mia, è come imparare una lingua straniera. Se la si apprende da bambini, la si parlerà senza accento. Se invece la si studia da adolescenti o da adulti, indipendentemente dalla conoscenza del lessico, non si avrà la stessa capacità di pronuncia.

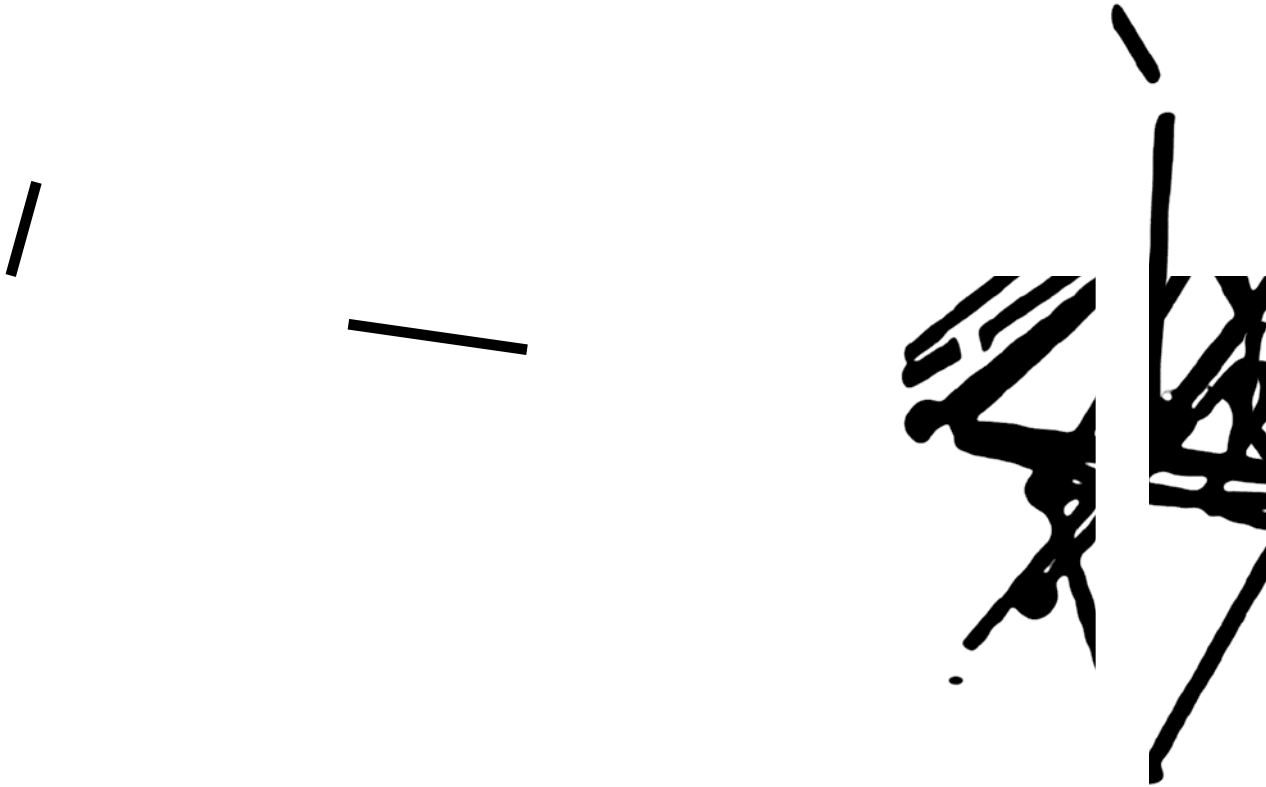
Questo perché si è appresa dopo la soglia critica». Lo stesso succede nell'autismo: c'è una predisposizione genetica che, se scoperta in tempo, può essere attenuata e si possono spingere i bambini a isolarsi meno. Superato il periodo critico, invece, l'intervento è molto meno efficace.

ROBOT

I neuroni specchio, tuttavia, non interessano solo la medicina, ma anche la robotica. All'Istituto Italiano di Tecnologia (Iit), dove attualmente lavora uno dei membri del team iniziale di Rizzolatti, Luciano Fadiga, si sta studiando *iCub*, un robot bambino. L'istituto ha infatti messo a punto questa piattaforma per simulare l'apprendimento nei primissimi anni di vita dell'essere umano. «Serve per diverse ricerche nel campo dell'intelligenza artificiale e della robotica in senso stretto, ma il progetto ha radici nei risultati ottenuti dalle neuroscienze sui neuroni specchio, di cui *iCub* è un banco di prova» afferma Giorgio Metta, direttore del dipartimento *iCub*

Lo studio dei neuroni specchio ha confermato che l'articolazione del linguaggio è un'evoluzione dei gesti

Facility dell'Iit. L'idea è nata una decina di anni fa, da una chiacchierata tra Fadiga, Metta e Giulio Sandini, oggi direttore del dipartimento di robotica, cervello e scienze cognitive dell'Iit. «Pensavamo che sarebbe stato interessante costruire una macchina

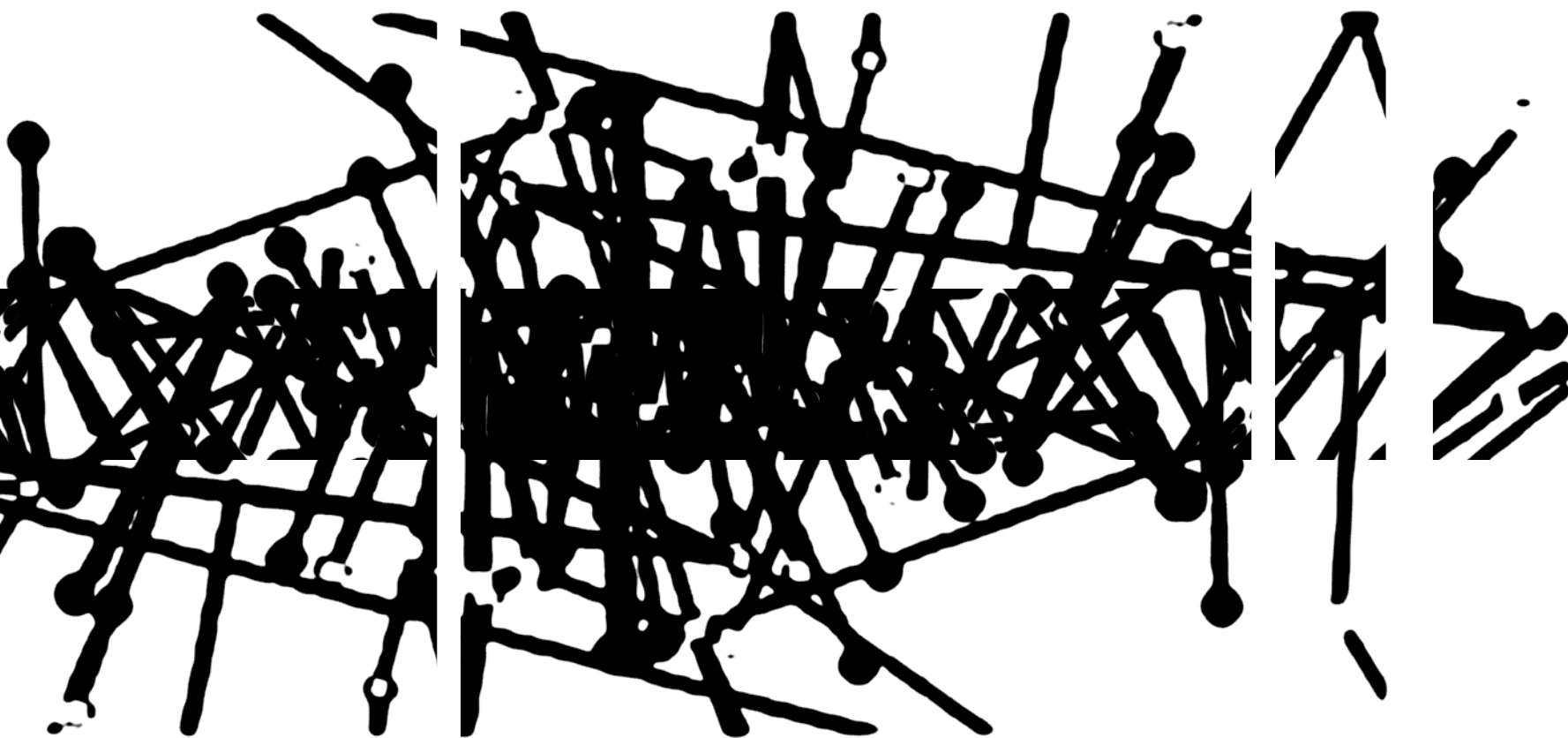


con una risposta simile a quella fornita dai neuroni specchio» ricorda Metta. Detto fatto, i tre si sono messi al lavoro prima su un robot semplificato e poi, seguendo le ricerche di Fadiga sul linguaggio, hanno focalizzato il loro interesse sulla correlazione movimento-parola in un robot umanoide più complesso, quale è l'attuale *iCub*. Tra le scoperte più affascinanti legate ai neuroni specchio, infatti, vi è la conferma che l'articolazione del linguaggio non sarebbe un'evoluzione di suoni pregressi, ma dei gesti. Questa teoria esisteva da tempo, ma grazie alla scoperta dei neuroni specchio ha avuto la prova neurobiologica: parlare è un atto motorio, poiché i neuroni specchio sono stati trovati anche nell'area di Broca, una delle zone dove avviene la comprensione e la generazione del linguaggio. La conferma definitiva è arrivata grazie a studi dell'attività cerebrale tramite stimolazione transcranica: dati alcuni fonemi da riconoscere, si è osservata l'attivazione delle aree motorie del cervello. In *iCub* l'apprendimento si basa sull'imitazione dei meccanismi che il cervello umano mette in pratica, in particolare, l'attivazione dei neuroni specchio. Il passaggio successivo allo sviluppo del

robot è stato quindi quello di concentrarsi su un'interazione tra uomo e robot basata sulla parola. Sono due i filoni di ricerca che si stanno portando avanti in questo momento. Il primo riguarda la creazione di un riconoscitore di fonemi che permetta di parlare al robot a distanza, senza utilizzare un microfono. Questo strumento dovrà essere in grado anche di rendere possibile l'interazione con *iCub* in ambienti dove c'è rumore, come negli ambienti affollati, una stazione, o un aeroporto. Il secondo filone riguarda la comprensione delle azioni eseguite dall'uomo, tramite la loro osservazione, in modo da poterle replicare. Metta sa che gli obiettivi sono ambiziosi: «È un lavoro lungo, ma fondamentale per l'interazione del robot con le persone. Non ci accontentiamo più dell'esperimento dimostrativo, vogliamo mettere a punto un sistema completo».

NEUROMARKETING

I neuroni specchio affascinano anche per le loro applicazioni nei campi più disparati. Alcuni studi di frontiera stanno cercando di applicarli alla politica,



per il momento con risultati giudicati di scarso valore. Sul fronte del marketing, invece, sembrano funzionare molto bene. Le tecniche di *neuroimaging*, che permettono di vedere le diverse aree del cervello colorarsi in risposta a uno stimolo, non hanno aiutato solo la ricerca, ma anche il marketing. È infatti possibile ipotizzare le motivazioni che portano all'acquisto di un determinato prodotto piuttosto che di un altro in base all'area del cervello coinvolta nel processo decisionale. «Abbiamo svolto un esperimento per una ditta alimentare sull'efficacia di una pubblicità - fa sapere Rizzolatti. Si trattava di capire se il prodotto rimanesse più impresso se porto con gentilezza oppure strappato di mano. Ebbene, abbiamo trovato che in questo secondo caso lo spettatore aveva l'attivazione cerebrale più forte; la pubblicità era più efficace se c'era una piccola "violenza"». Grazie alla risonanza magnetica funzionale, tra le tecniche non invasive più utilizzate per studi di questo tipo, il marketing potrà avere ampi margini di sviluppo, arrivando forse anche a sostituire i focus group organizzati dalle aziende per testare la preferenza di un loro prodotto nel consumatore. Proprio i

neuroni specchio possono infatti influenzare negativamente quest'ultima tecnica, ampiamente utilizzata, che consiste nel riunire piccoli gruppi di persone per rispondere a una serie di domande da parte di un intervistatore.

Marco Iacoboni, che dirige il laboratorio di stimolazione magnetica transcranica all'Università della California di Los Angeles ha a lungo studiato questi meccanismi e propone una sostituzione dello strumento focus group con uno più efficace. Secondo i suoi studi, infatti, un'attività del sistema specchio di fronte a un certo prodotto significa identificazione con esso e dunque maggiore propensione all'acquisto.

Bibliografia

- Greco Pietro, *I nipoti di Galileo* - Baldini&Castoldi, 2011
 Iacoboni Marco, *I neuroni specchio* - Bollati Boringhieri, 2008
 Rizzolatti G. et al., *Understanding motor events: a neurophysiological study* - Experimental Brain Research, 1992
 Rizzolatti Giacomo, Voza Lisa, *Nella mente degli altri* - Zanichelli, 2008



Olanda / F.d.W. > Amsterdam - Opera soggetta alla licenza Creative Commons "Attribuzione" - Non commerciale - www.foto.com/creativecommons

Germania: comunicazione e ambiente nel dibattito elettorale

Antonio Pilello

Berlino è la seconda città in Europa per numero di abitanti e rappresenta un vero e proprio laboratorio a cielo aperto, in continua evoluzione. La recente scelta di dismettere le centrali nucleari presenti sul territorio tedesco entro il 2022 ha riportato al centro della vita politica la discussione attorno a temi fondamentali per il futuro, fra i quali la transizione energetica verso le fonti rinnovabili, la lotta al cambiamento climatico, la protezione dell'ambiente e la sostenibilità

Risikogesellschaft, la società del rischio, è una parola coniata dal sociologo tedesco Ulrich Beck nel 1986. Questo termine esprime bene lo stato attuale della società, caratterizzata dalla comparsa di rischi in grado di minacciare alcuni valori base su cui da sempre facciamo affidamento, quali la famiglia, il lavoro o l'ambiente. In effetti, siamo sempre più impegnati a prevenire e gestire i rischi che noi stessi abbiamo creato nel corso del tempo. Tuttavia, assistiamo anche a una maggiore consapevolezza e percezione da parte dei cittadini, che riguarda tre aspetti diversi: la delocalizzazione, l'incalcolabilità e la non-compensabilità del rischio. Questo, infatti, non è più confinato in un determinato spazio geografico e, sebbene la sua entità sia certamente calcolabile, almeno a livello teorico, la logica dell'indennizzo è stata ormai sostituita dal principio di precauzione.

La distribuzione dei rischi sulle spalle degli individui da parte dello Stato e dell'economia pone dunque la comunicazione del rischio al centro del dibattito politico e sociale. L'innovazione scientifica e tecnologica è una fonte di sviluppo irrinunciabile, ma è necessario dare spazio al dialogo e alla discussione tra tutti gli attori coinvolti, ovvero la comunità scientifica, i mass media e i vari componenti della società civile. In Germania, per esempio, la recente scelta di dismettere le centrali nucleari presenti sul territorio tedesco entro il 2022 ha riportato al centro della vita politica la discussione attorno a temi fondamentali per il futuro quali la transizione energetica verso le fonti rinnovabili, la lotta al cambiamento climatico, la protezione dell'ambiente, la sostenibilità, solo per citarne alcuni. Ma come viene affrontato il discorso am-

bientale in questo paese? La principale conclusione è che la cultura ambientale e dei rischi, non è più dominante, almeno a giudicare dai media tradizionali e dai partiti, che riservano a questi temi un'attenzione alquanto relativa. Al contrario, è di ottimo livello la comunicazione delle autorità pubbliche, a partire dai ministeri federali, anche in chiave di servizio per i cittadini. Questo fatto non può che sorprendere, soprattutto pensando al cliché della "verde" Germania, eppure questo è il quadro che è emerso applicando strumenti di analisi linguistica automatica ai programmi dei partiti politici prima delle elezioni politiche del 2013, ai principali siti istituzionali e ai media. Inoltre, anche l'analisi condotta sugli *hashtag* più utilizzati dagli account Twitter di partiti, radio, tv e riviste ha evidenziato questo calo di attenzione.

L'impressione è che il rischio ambientale non sia più un tema "caldo", da inchiesta, ma ormai una dimensione ben conosciuta dalla popolazione tedesca, che si fida delle sue istituzioni e che affronta questo genere di problemi con relativa tranquillità informandosi direttamente dalle fonti istituzionali o dai vari *stakeholder* come il WWF o Greenpeace. Inoltre, ha sicuramente inciso, sul calo di forza dei temi ambientali, l'ombra della crisi economica che non risparmia neppure la ricca Germania. Questo discorso vale ancora di più per il *Land* di Berlino, il cui debito pubblico è molto elevato così come il tasso di disoccupazione.

Infine, è ormai un dato di fatto che i temi ambientali si stiano laicizzando, cioè non vengano più tematizzati come tali dai media, ma in realtà stiano diventando parte integrante del discorso politico ed economico generale. Quello della "laiciz-

AW

zazione” dei temi verdi, d’altra parte, è un fenomeno mondiale, visto che anche una testata importante come il *New York Times* ha deciso di chiudere la propria redazione ambientale per smistarla sulle altre, proprio per coprire in modo trasversale queste tema-



In Germania i temi ambientali stanno uscendo dalla logica settoriale per assumere un connotato trasversale

tiche. Per capire oggi, cosa è veramente un argomento trasversale e condiviso da tutti, la strada da percorrere sta nel porre agli account Twitter istituzionali e agli *hashtag* maggiormente utilizzati. La famosa piattaforma di microblogging non è solo un *second screen* che sta salvando la televisione generalista in tutto il mondo, ma è soprattutto uno strumento fondamentale di partecipazione e condivisione dei contenuti. Per chi fosse scettico sul suo uso, è importante ricordare come Twitter sia uno strumento di comunicazione formidabile che permette la trasmissione di brevi messaggi a migliaia di sostenitori o potenziali elettori. Allo stesso tempo, questo aggregatore permette l’interazione diretta con gli utenti. Secondo il report *Twiplomacy 2013*, il 68% dei leader mondiali o i loro staff hanno dialogato online almeno una volta con i propri *followers*.

Ma andiamo ad analizzare gli account dei principali soggetti in gioco sino alle elezioni del 22 settembre 2013, per cercare di capire se i temi legati alla sicurezza ambientale siano stati effettivamente trattati oppure trascurati. Il *Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau & Reaktorsicherheit* (BMUB) si è rivelato un’ottima fonte per capire quali sono le posizioni del governo tedesco per quanto riguarda l’ambiente, la conservazione della natura e la sicurezza nucleare.

L’analisi dell’account Twitter istituzionale e dei documenti ufficiali ci permette di affermare con una certa sicurezza che il lavoro fatto dal BMUB per diminuire i rischi ambientali è di ottimo livello: i temi affrontati sono numerosi e le pubblicazioni sono

ricche di informazioni e consigli utili per la popolazione. Il sito web è decisamente *user friendly* con un’ampia sezione in inglese pressoché simile a quella tedesca. Un altro fatto importante è la possibilità di scaricare gratuitamente tutti i documenti ministeriali. Il *Bundesregierung* ha in sostanza distribuito i rischi sulle spalle degli individui che formano la *Risikogesellschaft*, ma non li ha lasciati soli e ha fornito loro tutti gli strumenti adeguati per convivere con le eventuali minacce di tipo ambientale.

Da questo punto di vista, bisogna sottolineare l’uso della piattaforma di microblogging per informare in maniera precisa e puntuale tutti coloro che sono collegati. Lo stesso si può dire anche per l’account dell’ex ministro Peter Altmeier, spesso utilizzato per dialogare con i cittadini e i potenziali elettori. Senza trascurare, infine, il ruolo importante dell’*Umweltbundesamt* e del *Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland*. Il primo ente, un’agenzia che fornisce supporto scientifico al governo e a molti ministeri federali, si occupa dell’applicazione delle leggi ambientali (lo scambio di emissioni, l’autorizzazione dei prodotti chimici, farmaceutici e sanitari) e ha il compito di informare la popolazione in merito ai rischi ambientali; il secondo, invece, è un’organizzazione no-profit, apartitica e non confessionale che si occupa della conservazione della natura e della tutela dell’ambiente, ma anche di come i cittadini tedeschi vivranno in futuro. La cosiddetta società del rischio può anche contare sul lavoro di istituzioni quali Greenpeace, WWF, *Energy Transition*, *Öko-Institut* e *Heinrich Böll Stiftung*, i cui account Twitter sono aggiornati costantemente con informazioni importanti sui comportamenti più idonei da adottare per gestire al meglio gli eventuali rischi per l’ambiente.

Greenpeace, come noto, è un’organizzazione ambientale internazionale che difende l’ambiente tramite azioni non violente. Questa associazione è apartitica e totalmente indipendente da soggetti economici o industriali. In Germania, più di mezzo milione di persone ha effettuato una donazione a favore di questo movimento. Il sito *Energy Transition*, destinato a un pubblico internazionale, si occupa dell’Ener-

giewende, la transizione energetica tedesca, spiegando bene come funziona, quali sfide deve affrontare e quali sono i possibili effetti su economia, ambiente e società. L'*Öko-Institut* è un'associazione senza scopo di lucro che studia le strategie per realizzare la visione di uno sviluppo sosteni-



Entro il 2050, la quota di energia rinnovabile è destinata a salire sino all'80% della produzione di elettricità

bile a livello globale, nazionale e locale. L'istituto fornisce consulenza ai ministeri e alle agenzie federali, all'industria e all'Unione Europea. Altri partner sono le organizzazioni non governative e le associazioni ambientaliste. La *Heinrich Böll Stiftung* è un catalizzatore per i progetti green, un *think tank* per la riforma della politica e un network internazionale. Gli obiettivi primari di questa fondazione riguardano la democrazia, la lotta contro il degrado ambientale, la tutela dei diritti umani e l'inclusione sociale, con una risoluzione non violenta dei conflitti.

Lo stesso livello di attenzione in merito ai rischi ambientali purtroppo non si trova sui principali canali televisivi nazionali: *ARD* e *ZDF* solitamente danno poco spazio ai temi su cui lavora il BMUB. Chiaramente, siamo nel campo della televisione generalista, ma desta comunque un certo stupore la mancanza degli *hashtag* più green sugli account Twitter. Da questo punto di vista, anche i quotidiani (*Süddeutsche Zeitung*, *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, *Die Welt*, *Die Tageszeitung*) e le riviste settimanali (*Die Zeit*, *Der Spiegel*, *Stern*, *Focus*) hanno un pò deluso le aspettative, preferendo spesso temi legati alla politica, all'economia e all'attualità.

Solamente l'*Energiewende* e la questione legata alla dismissione delle centrali nucleari entro il 2022 hanno avuto il giusto spazio sulle varie testate nazionali. Anche sui media berlinesi (*Berliner Morgenpost*, *Der Tagesspiegel*, *Rundfunk Berlin-Brandenburg*, *Radio eins*, *Radio Berlin*) si trova davvero poco sulla comunicazione dei rischi ambientali, ma la sorpresa è minore perché si tratta comunque di pubblicazioni o emittenti dal forte carattere regionale. Berlino, tra l'altro, è una città relativamente povera con numerosi problemi che mettono in secondo piano,

almeno per il momento, le questioni strettamente ambientali. Quale è stato il ruolo della politica, specialmente durante la lunga campagna elettorale prima del *Bundestagswahl*? In questo caso ci troviamo di fronte a una sorta di sdoppiamento tra quello che dicono i programmi politici, dove i principali temi ambientali vengono toccati e in alcuni casi anche approfonditi, e quello che invece emerge dall'analisi degli account Twitter, dove gli stessi argomenti sono quasi del tutto assenti. Uno strumento importante è stato il software gratuito *KH Coder*, che ha permesso l'analisi automatica dei contenuti e il *text mining* dei programmi elettorali del 2013 e di quelli berlinesi del 2011. L'impressione finale è che i partiti più grandi abbiano parlato dei temi ambientali spesso in modo strumentale e non per vero interesse, soprattutto per cercare di intercettare eventuali elettori vicini ai Verdi, ma ancora indecisi su chi votare. Se leggiamo i documenti ufficiali, emergono certamente le questioni più importanti su *Energiewende* (transizione energetica), *Klimaschutz* (protezione del clima) e *Umwelt* (ambiente), anche se i problemi più sentiti sono altri. A livello locale, invece, si assiste alla scomparsa dei temi ambientali, forse poco adatti per vincere una consultazione regionale. Gli account Twitter dei partiti berlinesi e i programmi scritti nel 2011 trattano numerose questioni, ma per lo più legate ai problemi del territorio.

In conclusione, attualmente la comunicazione del rischio ambientale in Germania sembra essere veramente efficace solo a livello istituzionale o quando se ne occupano i principali stakeholder. La qualità dei loro interventi e delle loro pubblicazioni è molto elevata e siamo certi che la loro attività sia di valido aiuto per i cittadini interessati a queste tematiche. Tuttavia, sembra più difficile coinvolgere tutte le altre persone perché i media più generalisti e quelli locali non danno grande spazio a questa questione.

Spendere senza soldi, un ossimoro virtuoso a portata di web

Silvia Zamboni

“Spendere senza soldi” è un progetto pilota che ha l’obiettivo di informare gli amministratori locali e gli operatori tecnici sugli strumenti di finanziamento nel settore energetico-ambientale, grazie a un aggiornamento di contenuti e una classificazione degli strumenti che tiene conto sia della bontà degli stessi, sia dell’incidenza sui vincoli del Patto di Stabilità

Alzi la mano quel Sindaco che, in questa fase di crisi di liquidità e col Patto di Stabilità che incombe, non vorrebbe poter “spendere senza soldi” (e senza indebitarsi). *Mission impossible*. Tutt’altro, come insegna il progetto *Spendere senza soldi* lanciato nel 2013 da Kyoto Club, l’associazione non profit costituita da imprese, associazioni, amministrazioni locali ed enti impegnati a raggiungere gli obiettivi di riduzione delle emissioni di gas-serra assunti con il Protocollo di Kyoto e, successivamente, con il cosiddetto Processo post-Kyoto. Si tratta in prima linea di uno strumento informativo online finalizzato ad aiutare gli enti locali a individuare l’esistenza di fonti di finanziamento e a investire il minimo (o anche niente) in campo energetico-ambientale ricavandone il massimo. Sponsor ufficiale dell’iniziativa è la Fondazione Cariplo che per il secondo anno consecutivo ha rinnovato il finanziamento per tutto il 2014 per una somma pari a trentamila euro.

L’architrave del progetto è il portale *spenderesenzasoldi.eu* che - ovviamente a costo zero - in un’unica sede offre un’aggiornata panoramica degli strumenti di finanziamento disponibili a livello nazionale ed europeo in materia di impiego di fonti rinnovabili e di interventi di resa energetica. Inoltre sono presenti informazioni sulle normative, sull’evoluzione delle procedure amministrative relative agli affidamenti per la realizzazione degli interventi e sulle modalità di approccio e di accesso agli strumenti finanziari esistenti sul mercato. Gli amministratori locali a caccia di fondi e di idee già collaudate e vincenti non devono fare altro che cliccare sui “bottoni” presenti nell’*home page* del sito: *strumenti di finanziamento, bandi incentivi, best practice*. Un ulte-

riore obiettivo perseguito dal progetto è quello di favorire l’integrazione dell’uso dei cosiddetti *social*, ossia dei canali di comunicazione quali Facebook e Twitter, nelle attività di diffusione delle informazioni, con uno sguardo rivolto non solo agli enti locali, ma anche agli operatori privati del settore energetico-ambientale e bancario. Da quest’anno, poi, il portale ospita e promuove anche un forum in cui gli enti locali possono scambiare informazioni e richieste di collaborazione su progetti da avviare, in itinere o già realizzati. Attualmente nella sezione *strumenti di finanziamento* sono presenti dieci voci: “Come si finanzia l’efficienza energetica”, “Programma *European Local Energy Assistance* (E.L.E.N.A.)”, “Nuovo Conto Energia Termico”, “Opportunità offerte da Consip e gli acquisti verdi”, “Il Fondo Europeo per l’Efficienza Energetica (EEEF)”, “Investimenti sostenibili nelle aree urbane: l’iniziativa Jessica della Commissione Europea”, “Il Nuovo Fondo Kyoto”, “Conto Energia Fotovoltaico”, “I Titoli di Efficienza Energetica (TEE)”, per finire con “Partenariato Pubblico Privato”.

Venendo all’efficienza energetica, il sito comunica che per favorire la realizzazione di interventi in questo campo la BEI (Banca Europea degli Investimenti) fino al 2015 ha stanziato circa sei miliardi di euro all’anno nel comparto energia. Al fine di poterli utilizzare, però, “la filiera della *white economy* deve prima acquisire conoscenze e capacità che permettano di sviluppare progetti duraturi e di valore”, ammonisce il portale di Kyoto Club. Che riporta anche l’opinione di Andrea Tinagli, capo della divisione infrastrutture, energia ed enti locali Italia e Malta della BEI, secondo il quale, per compiere



passi in avanti nell'ambito dell'efficienza energetica, in aggiunta agli strumenti finanziari al nostro Paese servono "risorse da investire nelle diagnosi energetiche... È necessario anche diffondere competenze nel settore e prendere esempio dalle *best practice* sviluppate all'estero. Bisogna poi diffondere la cultura dell'efficienza energetica, anche mediante gli sgravi fiscali, come ad esempio l'ecobonus".

Proprio l'efficienza energetica, anticipa il portale, sarà al centro di *Smart Energy Expo*, la prima fiera internazionale dedicata all'efficienza energetica e alla *white-green economy*, in programma a VeronaFiere dall'8 al 10 ottobre prossimi. Per restare in ambito europeo, ELENA è un programma di assistenza tecnica e finanziaria attivato dalla Commissione europea e dalla BEI per promuovere progetti di investimento nell'ambito dell'efficienza energetica, delle fonti di energia rinnovabili e del trasporto urbano sostenibile, con l'obiettivo di replicare progetti già realizzati in altre aree europee. L'iniziativa, ricorda *spenderesenzasoldi.org*, è finanziata dal programma *Intelligent Energy Europe II* (EIE) e prevede uno stanziamento iniziale di 15 milioni di euro per il primo anno di attività. Dell'assistenza tecnica, supportata dal fondo ELENA, possono usufruire autorità locali e regionali, altri enti pubblici o raggruppamenti di enti nei paesi che partecipano al programma EIE. Il contributo comunitario di ELENA copre fino al 90% dei costi sostenuti per l'assistenza tecnica e finanziaria.

Infine, due parole anche sul Partenariato Pubblico Privato (PPP), una formula che, dal punto di vista degli enti locali, ha il vantaggio di ridurre i costi di

burocratici. In relazione a questa voce il portale *spenderesenzasoldi.eu* offre non solo informazioni sulla normativa italiana e sulle svariate tipologie di PPP previste dal Libro Verde della Ue, ma mette anche a disposizione svariati link di approfondimento per attingere a banche-dati e rassegne di esperienze già realizzate o in corso di realizzazione in questo campo, come è il caso, ad esempio, del sito di SIOP Lazio, il Servizio Informativo sulle Opportunità di PPP attivato per il Lazio che propone notizie e approfondimenti su promotori e opere realizzate in *project finance* e aggiornamenti sulle normative di settore.

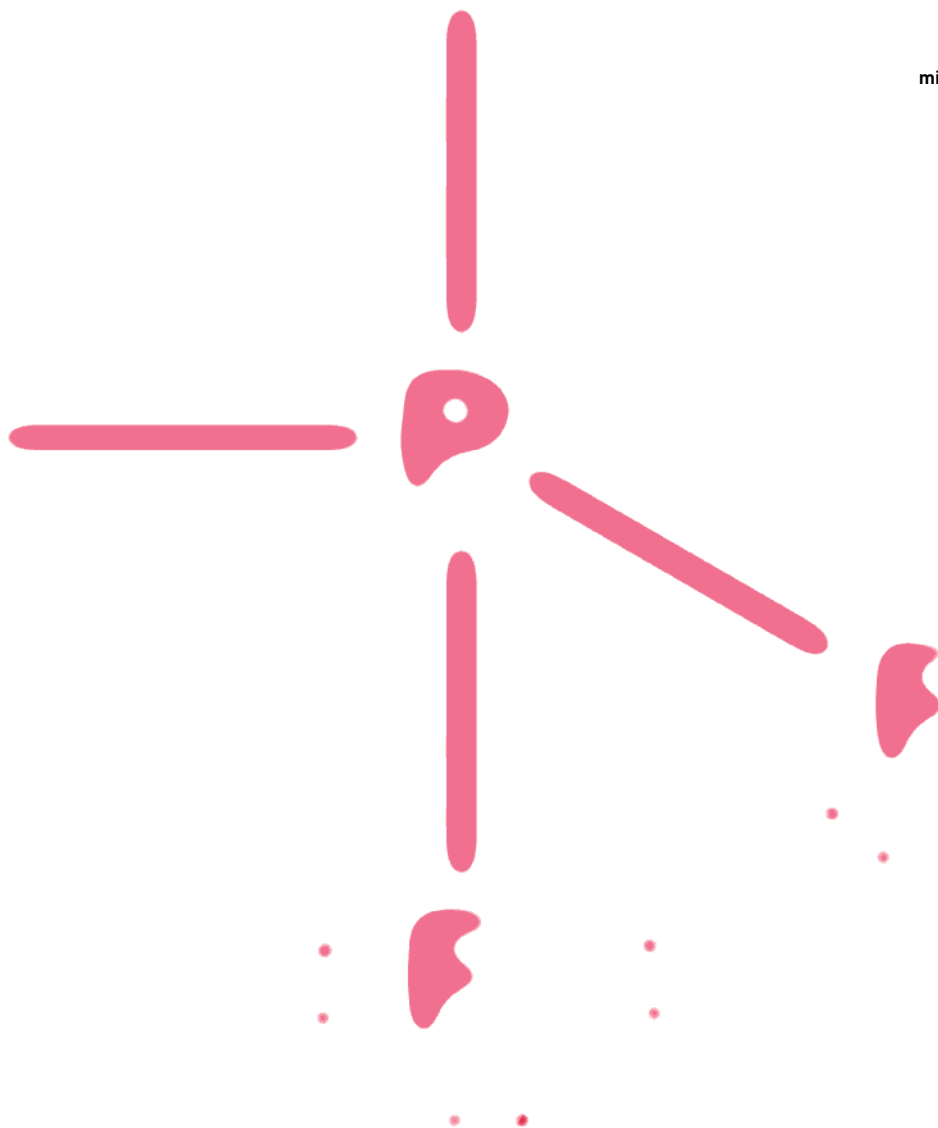
Nella sezione del portale "Bandi e Incentivi" sono presenti, in particolare, i richiami a due iniziative avviate dalla Regione Umbria: si tratta del "Bando per Interventi di riqualificazione energetica negli edifici pubblici di proprietà comunale" e del "Bando per la realizzazione di reti di riscaldamento di proprietà di Amministrazioni Comunali connesse ad impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili". Gli altri bandi riguardano le Regioni Campania, Lazio (con una dotazione di 25 milioni di euro per l'efficientamento energetico degli edifici pubblici), Marche, Puglia, Lombardia, Piemonte, il CNR e la provincia Autonoma di Trento, la Provincia di Mantova, la Fondazione Cariplo e, infine, i contributi del Ministero dello Sviluppo Economico, attivati da marzo 2013, per l'acquisto di veicoli a basse emissioni. Da sottolineare anche il bando del Ministero dell'Ambiente "Il sole negli enti pubblici", grazie al quale sono stati finanziati 547 impianti di solare termico su edifici pubblici, bando al momento chiuso per esaurimento dei fondi ma in odore di essere rifinanziato.

L'altra miniera di informazioni presente sul portale *spenderesenzasoldi.org* è rappresentata dalla sezione dedicata alle buone pratiche, i classici esempi da imitare, eventualmente adattandoli alla specifica situazione del contesto locale. Apre la rassegna delle *best practice* il Comune di Pesaro con un tipico esempio di progetto *win-win* ad alto tasso di replicabilità. Poiché il Patto di Stabilità non consente di realizzare investimenti neanche nel caso di impianti fotovoltaici.



Su *spenderesenzasoldi.org* è disponibile una sezione dedicata alla descrizione di *best practice* avviate dagli enti locali

realizzazione di un'infrastruttura o di gestione di un servizio, superando i vincoli di spesa pubblica imposti ai comuni dal Patto di Stabilità; mentre per il partner privato, al contrario, non è escluso il rischio che comporti, anziché un beneficio, un aggravio di costi



taici incentivati con il conto energia che assicura un rientro economico in tempi brevi della cifra inizialmente spesa, l'amministrazione comunale pesarese è ricorsa al sistema dell'affidamento dell'investimento a soggetti terzi. Nel 2008 ha pubblicato due bandi attraverso i quali, seguendo una pratica adottata anche da altri Comuni, ha concesso in comodato d'uso oneroso alcuni tetti comunali e un parcheggio per l'installazione di impianti fotovoltaici su pensiline. Con gli introiti percepiti in base al conto energia la ditta aggiudicatrice ha potuto recuperare i costi dell'investimento iniziale, quelli della manutenzione dell'impianto (completamente a suo carico) e il canone d'affitto erogato al Comune.

A febbraio del 2010 sono stati inaugurati i primi tre impianti realizzati sui tetti del mercato ortofrutticolo, di una scuola e di una palestra. Nel dicembre successivo è stato inaugurato l'impianto sulle pensiline di un parcheggio per la sosta gratuita che con i suoi 25mila metri quadrati di pannelli FV e una produzione annuale di 2,6 milioni di kWh risultava, all'epoca, il più grande parcheggio d'Europa con copertura fotovoltaica. Infine, su un altro edificio pubblico è stato inaugurato un impianto fotovoltaico in monocristallino nel 2012. Per quanto concerne invece la ricerca di finanziamenti extra bilancio, il Comune di Pesaro si è mosso per la solarizzazione di una scuola primaria, che dal febbraio 2009 sfrutta un impianto fotovoltaico realizzato grazie al progetto *"My Future - Energia e riuso a scuola"* promosso e sostenuto da Vodafone Italia, Enel e Legambiente. Il ricavato dell'energia prodotta dall'impianto, al netto delle spese di manu-



**Realizzare un'iniziativa con la maggiore
leva finanziaria dà diritto a un
un "premio" per le Amministrazioni**

tenzione e assicurazione, viene devoluto dal Comune all'istituto scolastico per effettuare interventi mirati al risparmio energetico e a progetti educativi in materia di energia rinnovabile. Il Comune di Pesaro è inoltre capofila del progetto europeo *Sea-r (Energia*

sostenibile nelle regioni adriatiche: conoscenze per investire), con i cui finanziamenti ha realizzato altri due impianti fotovoltaici su altrettante scuole. Grazie ai fondi del progetto *Sea-r*, tutti gli impianti FV compresi nel progetto saranno collegati al “misuratore di sostenibilità” *Leafmeter* della Loccioni, l'azienda leader nel settore della progettazione di edifici ad alta



“Consumi intelligenti” è un progetto che interviene sull'efficienza energetica delle grandi strutture immobiliari

efficienza energetica integrata con l'uso di fonti rinnovabili, la cui casa-madre ha sede nella in provincia di Ancona, e che conta rappresentanze anche in Usa, Cina e Germania. Attraverso il *Leafmeter* sarà possibile conoscere in tempo reale i dati sulla produzione di energia.

Sempre dalla banca dati di *spenderesenzasoldi.org*, da segnalare anche l'innovativo progetto della provincia di Genova “Condomini intelligenti in Provincia di Genova”, realizzato in collaborazione con Fondazione Muvita, Camera di Commercio di Genova, Banca Carige e con tutti i soggetti istituzionali ed economici locali coinvolti sul tema “casa”. Attraverso il ricorso alle ESCO (*Energy Service Company*) locali, sollevando quindi i cittadini proprietari dall'onere dell'investimento a proprio carico, questa iniziativa punta a promuovere interventi di efficienza energetica e ad aumentare la quota di energia prodotta da fonti rinnovabili in condomini privati già esistenti. In base al progetto “Condomini intelligenti”, grazie ad un Fondo di Garanzia che copre fino all'80% del costo, le ESCO locali possono finanziare gli interventi utilizzando i normali canali bancari; mentre per stimolare la domanda il progetto prevede la realizzazione di campagne di audit energetico gratuito per gli edifici. Si stima che il completamento del progetto consentirà di evitare, nella sola provincia di Genova, l'emissione di 70.000 tonnellate di CO₂ annue, corrispondenti all'installazione, su edifici privati, di oltre 24.000 MWh di impianti solari. Altre buone

pratiche in vetrina su *spenderesenzasoldi.org* sono i progetti realizzati dal Comune di Monselice, tra cui “*Green City*” (2006 – 2015), in base al quale l'amministrazione intende acquistare da fonti rinnovabili il 100% dell'energia elettrica consumata per le proprie attività (riduzione prevista di emissioni di CO₂: 130 tonnellate all'anno).

Venendo a Lodi, per acquisire credibilità da investire nell'invito rivolto ai privati a fare la loro parte, con il suo Paes (Piano di azione per l'energia sostenibile) questo virtuoso Comune lombardo ha puntato in primo luogo a dare il buon esempio in casa propria promuovendo un programma di riduzione dei consumi per l'illuminazione pubblica e il condizionamento, e un programma di riqualificazione e ottimizzazione dei consumi per riscaldamento delle grandi utenze (uffici pubblici, supermercati, grandi utenze private). È previsto l'azzeramento dei consumi di energia fossile per gli usi elettrici e la riduzione di circa il 40% dei consumi di gas metano. Il fatto che Lodi abbia elaborato il piano in proprio, senza avvalersi di consulenze esterne, segnala anche che si tratta di un processo non etero diretto bensì guidato dalla volontà del Comune. Queste caratteristiche del Paes erano già valse a Lodi, nel 2012 (analogamente a Pesaro nel 2013), l'aggiudicazione della prima edizione del premio A+CoM istituito da Alleanza per il Clima (*climatealliance.it*) in collaborazione con Kyoto Club per premiare i piani migliori.

A conferma, poi, che anche dalle amministrazioni di taglia ridotta possono venire contributi positivi, il portale *spenderesenzasoldi.org* segnala le buone pratiche di Torri di Quartesolo (VI), Sasso di Castalda (PZ), Loceri (OG), Quartu Sant'Elena (CA). La riedizione 2014 del progetto, denominato “Spendere senza soldi *plus*”, prevede anche quest'anno l'assegnazione di un premio di eccellenza promosso congiuntamente da Kyoto Club e dal Coordinamento delle Agende 21 Locali Italiane, con il supporto economico di Cariplo. Il premio è finalizzato a portare sul podio i comuni italiani che vantano la migliore leva finanziaria, ovvero il migliore rapporto tra l'investimento effettuato con risorse prese dal bilancio

comunale e la capacità di generare investimenti di soggetti terzi e l'uso dei fondi europei. Nell'ambito della prima edizione 2013 rivolta ai Comuni che negli anni 2009-2012 hanno investito con proprie risorse generando investimenti di terzi nell'ottica dello sviluppo sostenibile, l'anno scorso sono stati premiati: per la categoria *comuni fino a 5.000 abitanti* Calvello (PZ) e Melpignano (LE) a pari merito, il primo perché ha investito le *royalty* petrolifere in 79 caldaie ad alto rendimento e in 45 impianti solari fotovoltaici di privati cittadini e aziende, per un importo pari a 62mila euro corrispondenti al 50% del costo dell'investimento, e il secondo per avere, tra l'altro, co-finanziato l'installazione di una rete di 30 impianti FV privati che hanno contribuito a creare occasioni di nuova occupazione sul territorio.

Per la categoria *comuni da 5001 a 20mila abitanti* è risultato vincitore Montechiarugolo (PR) che, con risorse in parte proprie e in parte regionali, ha avviato alcuni progetti per l'uso del FV e il risparmio energetico, reinvestendo in una pista ciclabile gli utili ricavati dagli impianti; San Benedetto del Tronto ha vinto per la categoria *comuni da 20.001 a 90mila abitanti* per aver concesso alcune coperture di edifici pubblici per installazione di impianti FV in cambio della realizzazione di opere di interesse pubblico, generando investimenti terzi per un importo superiore ai 5 milioni di euro.

Padova e Ferrara, infine, sono risultate vincitrici ex aequo per la categoria *oltre 90.001 abitanti*: la prima per aver promosso e co-incentivato l'installazione di impianti solari FV e termici per uno esborso dal bilancio comunale di 293mila euro che hanno generato investimenti di privati per oltre 6.770.000; la seconda per un progetto che si colloca all'interno del percorso legato all'adesione al Patto dei Sindaci, all'insegna dell'uso delle rinnovabili e dell'efficienza energetica e di una intensa campagna di comunicazione e sensibilizzazione della cittadinanza, senza costi diretti per l'amministrazione comunale se non quelli del personale coinvolto, ma generando oltre 3.300.000 di euro di investimenti di soggetti terzi. Il bando per l'edizione 2014 del premio verrà pubblicato a giugno, men-

tre la premiazione è già stata fissata a Ecomondo, la manifestazione fieristica internazionale dedicata allo sviluppo sostenibile e alle tecnologie per il recupero di materia ed energia, in calendario nei padiglioni di Rimini Fiera dal 5 all'8 novembre.

«Il progetto *Spendere senza soldi*, nato un'idea originale di Kyoto Club, ha il merito di colmare una lacuna informativa e di offrire ai comuni la possibilità di conoscere in modo sistematico le opportunità di finanziamento per progetti energetico-ambientali disponibili in Italia e in Europa», commenta Sergio Andreis, direttore dell'associazione. «Oltre a ciò, le banche dati disponibili online e le esperienze dei comuni che si aggiudicano l'annuale premio di eccellenza possono essere d'esempio ad altre Amministrazioni per migliorare la leva finanziaria dei loro investimenti. Siamo quindi grati a Fondazione Cariplo per aver condiviso con noi l'obiettivo di supportare i comuni nel loro impegnativo cammino verso la sostenibilità».



Europa: un freno ai gas refrigeranti

Stefano Pisani

I gas refrigeranti sono considerati molto dannosi per l'ozono e, oltre ad avere un rilevante potenziale climalterante, contribuiscono all'effetto serra. A questo proposito il Consiglio Europeo ha sottoscritto un accordo per la riduzione del 70% dell'uso dei gas refrigeranti entro il 2030 e il divieto di utilizzo dei gas fluorurati nei nuovi sistemi di refrigerazione commerciale a partire dal 2022

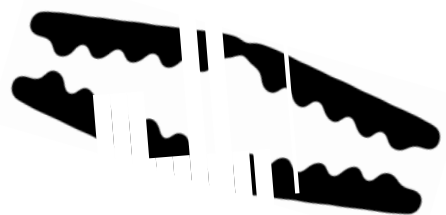
Lo scorso dicembre, è stato siglato a Bruxelles un accordo, che qualcuno ha definito storico, per regolamentare e frenare la diffusione dei gas refrigeranti in Europa. Ora, gli Stati membri del Consiglio Europeo dovranno impegnarsi per arrivare ad approvare la nuova normativa, che permetterà di giungere alla ratifica in Parlamento nella primavera del 2014, prima della scadenza della legislatura. Si prevede che queste nuove misure consentiranno di risparmiare, in termini di emissioni di gas refrigeranti fluorurati, circa 100 miliardi di tonnellate di CO₂ equivalenti entro il 2050. Si tratta di sostanze che, sebbene siano state introdotte per trovare un'alternativa all'uso dei CFC e degli HCFC, molto dannosi per l'ozono, hanno comunque un significativo potenziale climalterante e contribuiscono all'effetto serra.

GAS REFRIGERANTI: COSA E QUANTO

I gas fluorurati a effetto serra si possono dividere in tre categorie: HFC (idrofluorocarburi), PFC (perfluorocarburi), e SF₆ (esafluoruri di zolfo). I primi due rientrano nel gruppo dei fluorocarburi, sono fluidi frigoriferi sintetici e vengono ottenuti dall'industria chimica come derivati di idrocarburi tipo metano (CH₄) ed etano (C₂H₆). Questi trovano impiego come gas refrigeranti, per esempio nei frigoriferi delle nostre case, nei condizionatori delle automobili e nelle celle frigorifere per la conservazione di grandi quantità di alimenti per lunghi periodi. Gli HFC sono stati introdotti in seguito all'eliminazione completa del cloro dalla composizione dei refrigeranti: la produzione dei CFC è stata vietata dalla Comunità

Economica Europea a partire dal 1995¹ a causa dei danni che queste sostanze arrecavano al buco dell'ozono, mentre l'utilizzo degli HCFC è possibile solo in caso di rigenerazione e, in ogni caso, soltanto fino alla fine del 2014. Gli HFC costituiscono il gruppo più diffuso di gas fluorurati e vengono utilizzati per diverse applicazioni: per esempio, come refrigeranti negli impianti di refrigerazione e nei condizionatori d'aria e pompe di calore. Sono però utili anche in altri settori, e spesso vengono impiegati come agenti espandenti per schiume, agenti estinguenti in sistemi antincendio, propellenti per aerosol e solventi. Si tratta di gas molto potenti, che hanno un potenziale di riscaldamento globale anche migliaia di volte superiore a quello della CO₂ e la cui presenza in atmosfera può durare fino a 400 anni. Non essendoci traccia di cloro, una delle sostanze più dannose per l'ozono, gli HFC hanno un potenziale di distruzione dell'ozono nullo.

Anche i PFC sono utilizzati, sebbene in misura minore degli HFC, negli impianti di refrigerazione, e anche in questo caso subentrando ai CFC e in combinazione, spesso, con altri gas. Si tratta però di sostanze note anche nell'ambito dell'elettronica, dove trovano impiego per la pulizia al plasma di wafer di silicio, nella fabbricazione di semiconduttori, e nell'industria cosmetica e farmaceutica dove fanno parte del processo di estrazione di prodotti naturali come nutraceutici e aromi. In passato i PFC venivano usati come agenti estinguenti ed è probabile trovarli ancora oggi nei sistemi di protezione antincendio più datati. L'SF₆ viene principalmente impiegato come gas di isolamento e di spegnimento d'arco in apparecchi di manovra (commutatori)





di alta tensione e come gas di protezione nella produzione di magnesio e alluminio. Nel complesso, i gas fluorurati sono estremamente persistenti nell'atmosfera, i loro effetti durano a lungo dopo la loro emissione e hanno un potenziale di riscaldamento globale (Gwp) superiore a quello dell'anidride carbonica. Le stime effettuate², calcolate sulla base del potenziale di riscaldamento in 100 anni di un chilogrammo di gas rispetto a un chilogrammo di anidride carbonica, parlano di un Gwp da 97 a 12.000 (a seconda del tipo di gas preso in considerazione) volte superiore a quello della CO₂ per gli HFC, di 22.200 volte per gli SF₆ e di 5.700/11.900 volte per i PFC. Uno dei gas più utilizzati in condizionatori e refrigeratori, l'HFC-143a, arriva ad avere un potenziale di riscaldamento globale pari a 4.300 volte quello dell'anidride carbonica. Nell'Europa-27 le emissio-



Gli idrofluorocarburi costituiscono il gruppo più diffuso di gas fluorurati e vengono utilizzati per diverse applicazioni

oni di gas fluorurati³ sono passate da circa 60 mila Gg di CO₂ equivalente del 1990 a quasi 100 mila del 2010, con l'Italia che ha incrementato di 7.288 Gg le sue emissioni di fluorurati nello stesso ventennio (arrivando a 10.459 Gg nel 2010). Questo aumento corrisponde a oltre due volte e mezzo quello della Germania (che però è partita da 11.861 Gg nel '90 per arrivare a 15.155 Gg nel 2010). Se la maggior parte dei settori industriali diminuisce le proprie emissioni di gas serra, quelle dei gas refrigeranti sono in costante aumento: in Italia, negli ultimi dieci anni si è infatti assistito a una riduzione generale delle emissioni di gas serra del 9%, mentre per quanto concerne gli HFC si è avuto un notevole aumento, addirittura del 34%. Stando ai dati dell'Agenzia Europea per l'Ambiente, negli ultimi vent'anni in Europa è stata registrata una diminuzione generale delle emissioni di gas serra del 15%, a fronte di un aumento del 60% delle emissioni di gas refrigeranti. Principalmente, si tratta di contributi che hanno la loro origine in impianti di refrigerazione e condizionamento dell'aria: si stima⁴ che nel mondo, al giorno d'oggi, siano funzionanti circa 1,5 miliardi di apparecchi di questo tipo, il che può dare un'idea di quale possa essere la portata del loro impatto ambientale compless-

sivo. Le perdite maggiori, tuttavia, si registrano nel settore della refrigerazione commerciale, come quello dei grandi supermercati. Fra i condizionatori d'aria, sono inclusi gli impianti residenziali e commerciali di condizionamento



Le alternative naturali ai cosiddetti F-gas sono rappresentate, principalmente, da ammoniaca e idrocarburi

ambientale, sia per raffreddamento che riscaldamento. Nel 2010 in Italia, stando ai dati forniti dal Servizio rifiuti di Ispra, sono state prodotte 265 tonnellate di CFC, HCFC e HFC da rifiuto, 25 in più rispetto al 2009. In testa alla classifica della produzione di refrigeranti da rifiuto sono le regioni Lombardia, Veneto e Piemonte, in cui si concentra quasi il 50% del totale nazionale. Gran parte di questi rifiuti è stata recuperata in attesa di altre operazioni o trattamenti e 122 tonnellate sono state avviate a riciclo/recupero delle sostanze organiche; si tratta di quantitativi gestiti prevalentemente in Piemonte (121 tonnellate).

PROSPETTIVE E CONTENUTI DELL'ACCORDO

Secondo l'accordo a cui si è giunti dopo l'incontro fra le delegazioni degli Stati membri, l'utilizzo complessivo dei gas refrigeranti dovrebbe già incontrare una riduzione del 70% entro il 2030, e il divieto di utilizzo dei gas fluorurati nei nuovi sistemi di refrigerazione commerciale dovrebbe diventare attivo dal 2022. Se queste regole saranno ratificate, trovando accoglimento prima di tutto nella legislazione nazionale dei singoli paesi Ue, si tratterà di un risultato molto importante, sebbene non si sia riusciti ad arrivare alla messa al bando degli HFC nei condizionatori domestici, nonostante la dimostrata maggiore efficienza, in questo settore, di gas naturali alternativi. «Queste regole promuoveranno l'innovazione e daranno un beneficio immediato per le numerose aziende europee innovative già leader nel settore del freddo, stimolando la domanda di refrigeranti naturali», ha commentato l'eurodeputato Bas Eickhout. Inoltre, l'intesa raggiunta prevede un sistema di tracciabilità per gli apparecchi contenenti gas fluorurati e l'introduzione di un limi-

te sul potenziale di riscaldamento globale per gli impianti di refrigerazione più piccoli e per quelli di condizionamento dell'aria piccoli con split. Riportiamo di seguito una tabella riassuntiva contenente le principali deliberazioni dell'accordo che, dopo la ratifica di Parlamento e Consiglio Europeo, dovrebbe entrare in vigore nel 2015.

LE ALTERNATIVE NATURALI AI GAS FLUORURATI

Le alternative naturali ai cosiddetti F-gas sono rappresentate, principalmente, da ammoniaca, idrocarburi come propano e anidride carbonica. Storicamente, prima di essere abbandonati negli anni Trenta in favore dei CFC e degli HCFC, per refrigerare si usavano soprattutto acqua, ammoniaca, anidride solforosa, anidride carbonica ed eteri, etano e propano. Attualmente, l'ammoniaca è tornata in auge soprattutto negli impianti di refrigerazione industriale (in questo settore si registra in Europa già il 90% della quota di mercato conquistata da tecnologie che usano ammoniaca; una cifra che sale al 95% negli Stati Uniti) e uno dei suoi punti di forza è l'alta reperibilità e il bassissimo costo. Attualmente, è completamente refrigerato ad ammoniaca il terminal 5 dell'aeroporto di Heathrow, l'*Energy Center* delle Olimpiadi a Londra, gli edifici governativi di Mauritius e l'aeroporto di Auckland. Gli idrocarburi come propano, isobutano, propilene ed etano sono refrigeranti che non provocano effetto serra (almeno non direttamente). Hanno un *Ozone Depletion Potenzial* praticamente nullo e un Gwp molto basso. Si tratta di refrigeranti già ampiamente impiegati in sistemi frigoriferi di piccola capacità (perché la bassa carica refrigerante non presenta rischi di infiammabilità) e il 90% dei frigoriferi domestici venduti in Europa è servito da idrocarburi. L'isobutano è l'idrocarburo maggiormente impiegato nei frigoriferi domestici, mentre il propano è usato per la refrigerazione dell'Abbazia di Westminster a Londra e dell'ospedale universitario di Aarhus, Danimarca, mentre riscalda, con pompa di calore geotermica, l'asilo di Buntisgale, Inghilterra.

L'anidride carbonica viene sempre più utilizzata nella refrigerazione industriale e nelle pompe di calore. Ad oggi in Europa solo il 3% delle pompe di calore domestiche funziona a CO₂, con 16 produttori Ue, mentre in Giappone il mercato è già quasi completamente stato invaso da questa tecnologia (3,5 milioni di pezzi, 20 produttori e il 98% del mercato); la Cina sta potenziando la sua capacità produttiva ed è arrivata già a superare le 100mila unità annue. In Giappone viene riscaldato, grazie alla CO₂, l'ospedale ASA di Hiroshima. Altre applicazioni importanti: i frigoriferi di 1.134 supermercati europei (alcuni dei quali appartenenti alle grandi catene come Tesco, Lidl e altri), e il computer centrale della banca ABN Ambro, una delle maggiori al mondo, interamente raffreddato a CO₂.

Bibliografia

¹ <http://www.casaportale.com/public/uploads/norme-3256-pdf1.pdf>

² IPCC-TAR, Terza relazione di valutazione IPCC sui cambiamenti climatici, 2001, http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.shtml

³ UNECCC GHG Inventory Data

⁴ http://www.basilicatainnovazione.it/sites/default/files/publication/pdf/Fludi_Frigogeni.pdf

Che robot mi metto oggi

Viola Bachini

Un consorzio di università italiane ha ottenuto un importante grant dall'Unione Europea proprio per la ricerca di sistemi robotici indossabili basati su feedback tattili, che potranno essere applicati in diversi ambiti, dalla chirurgia alla creazione di video-giochi con realtà aumentata. Si tratta di piccoli dispositivi simili ad anelli o bracciali in grado di vibrare a seconda dello stimolo che ricevono

Gli appassionati di tecnologia aspettavano da tempo il 2014, l'anno dell'arrivo sul mercato dei Google Glass. Attraverso le lenti di questi occhiali la percezione del mondo non sarà più la stessa e la realtà diventerà aumentata. In altre parole, sarà come avere sempre un computer poggiato sul naso. Tuttavia, se la tecnologia ci seguirà ovunque non sarà solo grazie ai Google Glass perché migliaia di nuovi dispositivi vengono creati nei laboratori e immessi sul mercato. Si chiamano *Wearable device* e per molti sono l'ultima frontiera della robotica. Le potenzialità delle tecnologie indossabili sono enormi e gli ambiti di applicazione spaziano dalla medicina ai videogiochi. La possibilità di collegarli a internet, poi, crea altre infinite occasioni. La rete è sempre più diffusa, nel 2008 il numero di dispositivi connessi ha superato la popolazione mondiale e secondo le stime è destinato a crescere fino a raggiungere i 20 miliardi nel 2020. La diffusione degli *wearable device* sta cambiando sensibilmente l'utilizzo di internet, che si sta trasformando in una grande banca dati da alimentare e consultare ovunque ci si trovi.

Ma anche se rappresentano la moda robotica degli ultimi mesi, le tecnologie indossabili non sono poi così nuove.

ESOSCHELETRI

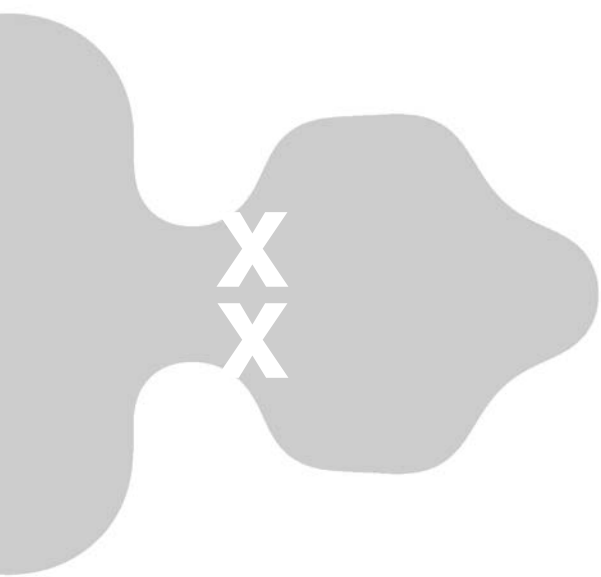
I primi robot indossabili sono stati creati in America negli anni '60 nell'ambito della ricerca bellica. Proprio come internet, che ha avuto origine da un progetto per creare una rete in grado di resistere durante un attacco nucleare, anche gli esoscheletri sono nati su commissione della Darpa (il dipartimento della Difesa degli Stati Uniti). Sono appendici robo-

tiche in grado di amplificare la forza di chi le indossa oltre a proteggerne il corpo. Uno dei primi esoscheletri, disegnato dall'Università di Berkeley in California, aveva le sembianze di uno zaino. Bleex, questo il suo nome, poteva essere collegato attraverso dei cavi alle terminazioni nervose delle gambe del soldato, simulando un meccanismo di autocompensazione. Lo zaino poteva così essere riempito con apparecchiature molto pesanti, senza tuttavia che l'utente avvertisse troppa fatica nel trasportarle. Lo scopo di queste tecnologie era quello di agevolare il trasporto dei feriti e delle armi nei campi di battaglia.

Negli anni la ricerca è proseguita e i modelli più moderni ricoprono l'intero corpo e contengono sensori per monitorare continuamente le condizioni fisiologiche come la temperatura corporea, la frequenza cardiaca e il livello di idratazione. Negli anni '90 gli esoscheletri iniziarono a essere sperimentati anche per uso civile, nell'ambito della riabilitazione medica. Tra i primi a pensarci i ricercatori della Tsukuba University in Giappone, che hanno sviluppato *Hybrid Assistive Limb*, una struttura pensata per le persone che hanno difficoltà nei movimenti. Oggi il dispositivo è utilizzato negli ospedali come supporto per potenziare le capacità di camminare e di portare pesi di pazienti disabili.

CYBORG

Sono nate in ambito militare anche le *Brain Machine Interface*, le tecnologie di interfaccia uomo-robot che sfruttano i segnali elettrici emessi dal cervello per comandare una macchina a distanza. Letteralmente con la sola forza del





pensiero. Sono celebri gli esperimenti di John Donoghue, neurofisiologo statunitense che aveva impiantato un elettrodo nella corteccia motoria di una paziente disabile. La corteccia è la zona del cervello da cui parte la trasmissione dei segnali nervosi e Donoghue era riuscito a far riconoscere questi segnali a un braccio robotico in modo che fosse la paziente stessa a poterlo comandare. Con un po' di allenamento la donna riusciva a muovere la protesi, ad afferrare un bicchiere pieno d'acqua, portarselo alla bocca e bere. Quando gli sviluppi della robotica sono volti al miglioramento delle funzioni umane sollevano una questione molto delicata: un essere umano con un impianto è avvantaggiato? La discussione sull'ammissione dell'atleta paralimpico sudafricano Oscar Pistorius ai giochi olimpici di Pechino nel 2008 ruotava proprio intorno a questa

Gli scienziati del MIT hanno realizzato un libro indossabile che permette di percepire le emozioni dei protagonisti delle storie

domanda. Secondo diversi esperti, chiamati a esprimersi sull'argomento, le gambe artificiali facevano correre il ragazzo molto più veloce di un normodotato. Alla fine il velocista poté partecipare ma i laboratori producono protesi robotiche sempre più efficienti e il problema rimane ancora aperto.

Nel 2012, durante una conferenza sulla tecnologia in Inghilterra, si è verificato un episodio piuttosto singolare. Hugh Herr, ingegnere robotico del *Massachusetts Institute of Technology*, stava parlando di disabilità quando all'improvviso si è tirato su i pantaloni scoprendo una gamba bionica. La questione che ha posto suonava più o meno così: «In futuro le persone potranno scegliere di rimpiazzare i propri arti vecchi e malati con nuovi e funzionali arti robotici. Perché non farlo?». Andando ancora più a fondo è evidente che da un punto di vista legale dovrà essere data una nuova definizione di disabilità. E le domande non finiscono qua: la protesi legalmente fa parte del corpo? La definizione delle protesi robotiche è uno degli obiettivi del team di *Robolaw*, la prima ricerca europea completamente dedicata allo studio del diritto delle tecnologie robotiche. Pericle Salvini, ricercatore presso l'Istituto di Biorobotica



della Scuola Sant'Anna di Pisa e Project Manager di progetto, è convinto che sia necessario rivedere la definizione di questi dispositivi. «Non manca molto alla commercializzazione delle *Brain Machine Interface*, che saranno immesse sul mercato a un prezzo molto alto. Se non saranno catalogate come protesi mediche e messe a disposizione dalle Asl solo una piccola parte dei pazienti potrà acquistarle».

WEARABLE GAMES

Mentre la ricerca biomedica prosegue, si progettano ormai da decenni anche tecnologie indossabili con un costo contenuto, pensate per l'ambito ludico e il tempo libero. A fine anni '70 l'arrivo del walkman, il primo lettore portatile di musicassette distribuito dalla Sony, ha cambiato per sempre il modo di ascoltare le canzoni. Offrendo la possibilità di portare la musica ovunque, anche durante gli allenamenti e il jogging, il walkman divenne uno dei prodotti di più grande successo commerciale del decennio successivo. Dal Giappone si diffuse in modo capillare in

tutto il mondo fino a diventare una delle icone dei giovani degli anni '80.

Da quel momento la ricerca sulle tecnologie indossabili per il tempo libero non si è più fermata e anche nel nostro paese ci sono diversi progetti. Proprio l'anno scorso un consorzio di università italiane ha vinto un grant per il progetto *Werhap (Wearable Haptics for Human and Robots)* per lo sviluppo di sistemi robotici indossabili basati sul tatto. Il gruppo di ricerca sta realizzando un guanto robotico che permetterà di trasmettere le sensazioni tattili. «Attraverso chat a realtà aumentate potremo toccarci a distanza» racconta Domenico Prattichizzo, ricercatore all'Università di Siena, ente capofila del progetto. I dispositivi tattili potranno essere incorporati anche all'interno di bracciali o altri accessori. «Mi immagino l'integrazione dei prototipi indossabili con oggetti di moda, che siano anche belli da vedere e piacevoli da indossare» conclude Prattichizzo. A Pisa una startup ha realizzato una scarpa in grado di dialogare con lo smartphone e interagire con i giochi. Calzatura e telefono saranno collegati tramite



wifi e una app riprodurrà sullo schermo i movimenti realmente eseguiti dall'utente. Mentre nel laboratorio proseguono i test, Mario Tesconi, co-fondatore di Adatec, immagina alcune possibili applicazioni: «Potremo usare la scarpa per i classici giochi in cui un personaggio si deve spostare all'interno di un mondo e saltare gli ostacoli». E non sono escluse altre applicazioni. «Per il momento stiamo lavorando solo in ambito ludico ma la scarpa potrebbe essere utilizzata anche come supporto medico, sostituendo la pedana del fisioterapista nell'analisi della postura e del modo di camminare» conclude Tesconi. Anche gli startupper di Adatec si sono trovati di fronte un quadro giuridico ancora incerto e sono stati a lungo indecisi sulla classificazione commerciale del loro prodotto: immetteranno sul mercato una scarpa o un dispositivo elettronico?

Infine, grazie a una ricerca d'oltreoceano, anche il modo di leggere potrebbe cambiare. Gli scienziati del MIT Media Lab di Massachusetts hanno realizzato un libro indossabile che permette di percepire fisicamente le emozioni dei protagonisti delle sto-

rie. Prima di immergersi nella lettura della *Sensory Fiction* si deve indossare un gilet da collegare ai sensori di cui è ricoperto il libro. Se, per esempio, il personaggio del romanzo sarà imbarazzato si azionerà il congegno riscaldante all'interno della giacca e anche il lettore arrossirà. C'è chi si chiede se questi dispositivi non rovineranno la magia di un buon romanzo, tuttavia questo aspetto sembra non preoccupare le grandi aziende di distribuzione e anche la Disney sta lavorando a prototipi di libri a realtà aumentata.

QUANTIFIED SELF

La *wearable* mania ha ormai conquistato gli Stati Uniti, dove si assiste al boom del *quantified self*, un movimento eterogeneo di persone che cercano di migliorare la propria qualità della vita attraverso la misurazione di alcuni parametri fisici. I sensori indossabili permettono di controllare il raggiungimento degli obiettivi prefissati e di modificare lo stile di vita qualora il risultato non fosse stato raggiunto. Così dalla salutista *West Coast* stanno arrivando an-

che in Italia la cintura che controlla la postura, i gadget per gli sportivi che monitorano il battito cardiaco e il braccialetto che misura la temperatura corporea e stima il livello di stress giornaliero. Alla fiera dell'e-



Entro il 2017 i sensori utilizzati solo per scopi medici saranno ottanta milioni

lettronica di Las Vegas è stato presentato persino il calzino smart che registra il numero di passi. Pensare solo ad accessori per il benessere sarebbe riduttivo perché queste tecnologie possono essere incorporate anche all'interno degli abiti delle persone che lavorano in ambienti di rischio. I pompieri del futuro, per esempio, indosseranno tute sensorizzate per il monitoraggio dei parametri fisiologici e ambientali. Si potrà sapere in tempo reale la posizione dell'operatore, le sue condizioni di salute e la composizione chimica dell'aria che sta respirando. «Uno dei primi esempi di *portable technology* nel *quantified self* è rappresentato dai glucometri per diabetici all'inizio degli anni '80», ricorda Mariachiara Tallacchini, ricercatore al Centro Comune di Ricerca della Commissione Europea. All'epoca internet non era così diffuso, mentre oggi la tendenza è quella di mettere in rete e condividere le informazioni per alimentare una sorta di produzione scientifica dal basso. «Questi dispositivi incorporano un tipo di conoscenza e ne possono generare un altro. Il fatto di rendere misurabili molti aspetti della vita fisica e psicologica e di poter utilizzare in prima persona i risultati fa intravedere infatti forme nuove di conoscenza. Come una medicina personalizzata e modalità di comparazione dei dati mai utilizzate prima». I sistemi *wearable*, inoltre, sono in grado di interagire con altri per scambiare informazioni. «Le nuove tecnologie permettono una forte interoperabilità di cui spesso non ci rendiamo neanche conto», suggerisce Tallacchini.

Anne Wright, responsabile del progetto Bodytrack alla Carnegie Mellon University di Pittsburgh, ha unito tecnologia digitale e fisiologia e ha teorizzato

il *self Tracking*. La sua idea è che nessuno conosce il corpo del paziente meglio del paziente stesso e invita gli ammalati a raccogliere tutte le loro informazioni per produrre i protocolli medici. Secondo Anne Wright, c'è una radicale differenza tra il *self-tracking*, in cui l'individuo ha il controllo sulle tecnologie che utilizza, e l'*other-tracking*, dove la persona viene monitorata da altri.

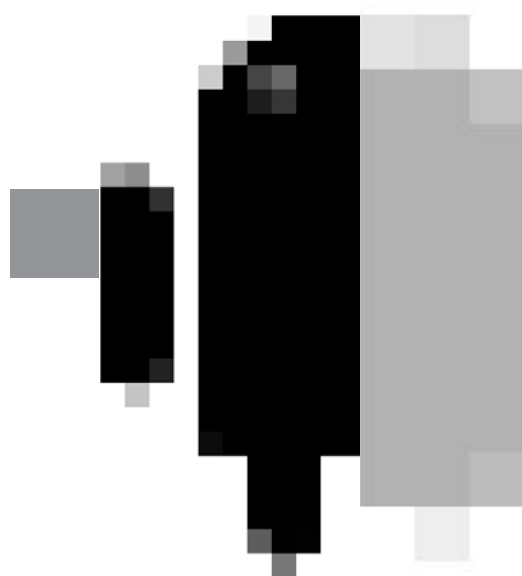
MICROCHIPS

Oltre agli impianti robotici direttamente controllabili da chi li indossa, esistono dispositivi che funzionano indipendentemente dalla volontà, come i microchip per il controllo dei parametri fisiologici. Sono attualmente allo studio anche piccoli robot in grado di muoversi all'interno del corpo umano per svolgere funzioni utili per la salute. Alla Scuola Internazionale Superiore degli Studi Avanzati di Trieste Antonio De Simone svolge ricerche proprio in questo ambito. «Studiamo la mobilità di piccoli organismi unicellulari per creare mini-robot in grado di nuotare e strisciare. Queste capacità permetteranno al chip, una volta iniettato nel circolo sanguigno, di trasportare farmaci, ripulire vasi ostruiti, selezionare cellule tumorali e molto altro ancora», commenta De Simone. Secondo la stima di una rivista del settore, entro il 2017 i sensori utilizzati solo per scopi medici saranno 80 milioni, una quantità otto volte maggiore rispetto a quelli in uso oggi. Eppure, da un punto di vista legale, c'è ancora molto da fare, perché questi chip una volta entrati nell'organismo registrano in continuo informazioni sensibili sulla salute.

Un problema riguarda l'attendibilità dei risultati. «Questi strumenti producono grandi quantità di dati. Tuttavia, il loro uso corretto è cruciale per la produzione di conoscenza affidabile», conclude Tallacchini.

Infine, pur nella loro grande utilità, i microchip aprono questioni inerenti alla privacy. Come devono essere trattati i dati che vanno a produrre? Per i dispositivi attualmente sul mercato, la paura di es-

sere spiati a propria insaputa prevale. Qualche anno fa negli Stati Uniti non riscontrò alcun successo commerciale Verichip, un chip proposto come dispositivo medico per identificare l'anziano con crisi di memoria, perché c'è un problema di fiducia in chi gestisce i dati. Tutti sarebbero disponibili a fornire indicazioni sulla propria salute se sapessero che il fine ultimo è quello di sviluppare una nuova cura. Ma come cambierebbe lo scenario se ci fosse anche solo il minimo sospetto che l'Nsa - l'agenzia di intelligence degli Stati Uniti che tanto sta facendo parlare di sé per le intercettazioni - possa accedervi?



Bibliografia

Bonifati Nunzia, Et voilà i robot. Etica ed estetica nell'era delle macchine - Springer, 2010

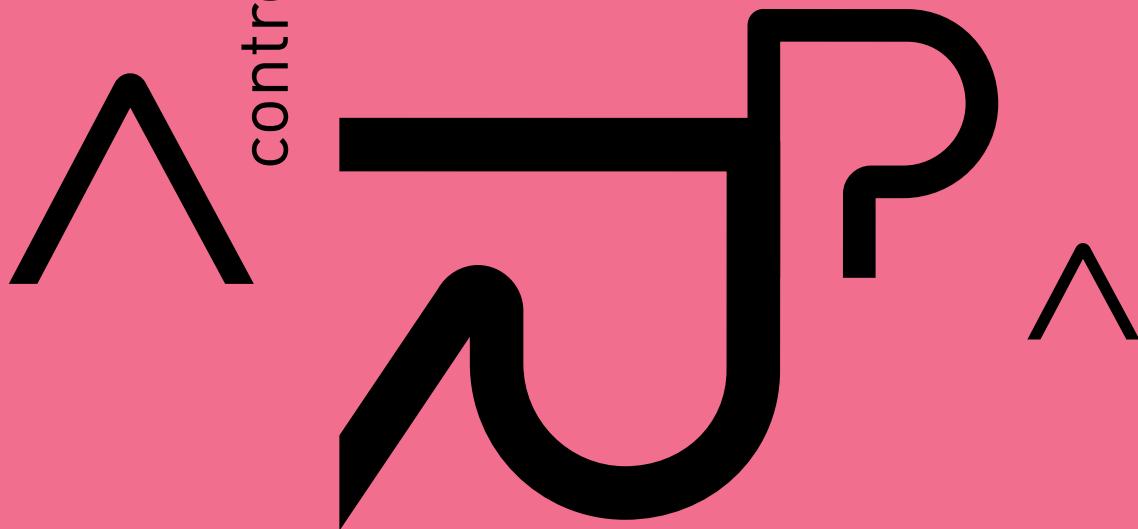
Heibeck Felix, Sensory Fiction, Mit Lab (<http://scifi2scifab.media.mit.edu/>)

Nosengo Nicola, I robot ci guardano - Zanichelli, 2013

Piesing Mark, Beyond Asimov: the struggle to develop a legal framework for robots - Wired Uk, Febbraio 2013

Swam M., Sensor Mania! The Internet of Things, Wearable Computing, Objective Metrics, and the Quantified Self 2.0 - Journal of Sensor and Actuator Networks, Novembre 2012





controllo prevenzione protezione dell'ambiente

Hanno collaborato a questo numero:

Viola Bachini

Giornalista Scientifica

Michele Bellone

Comunicatore della scienza

Giovanna Dall'Ongaro

Giornalista Scientifica

Romualdo Gianoli

Giornalista Scientifico

Pietro Greco

Giornalista Scientifico

Michela Perrone

Giornalista Scientifica

Antonio Pilello

Comunicatore della scienza

Stefano Pisani

Giornalista Scientifico

Cristiana Pulcinelli

Giornalista Scientifica

Irene Sartoretti

Architetta

Silvia Zamboni

Giornalista Scientifica

Le foto utilizzate per questo numero mostrano aspetti diversi del profilo architettonico di alcune città europee.

