



27

micron

ecologia, scienza, conoscenza

/ Antidarwinismo a stelle e strisce
/ Gli scenari della green economy
/ *Land Art*: natura e cultura

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

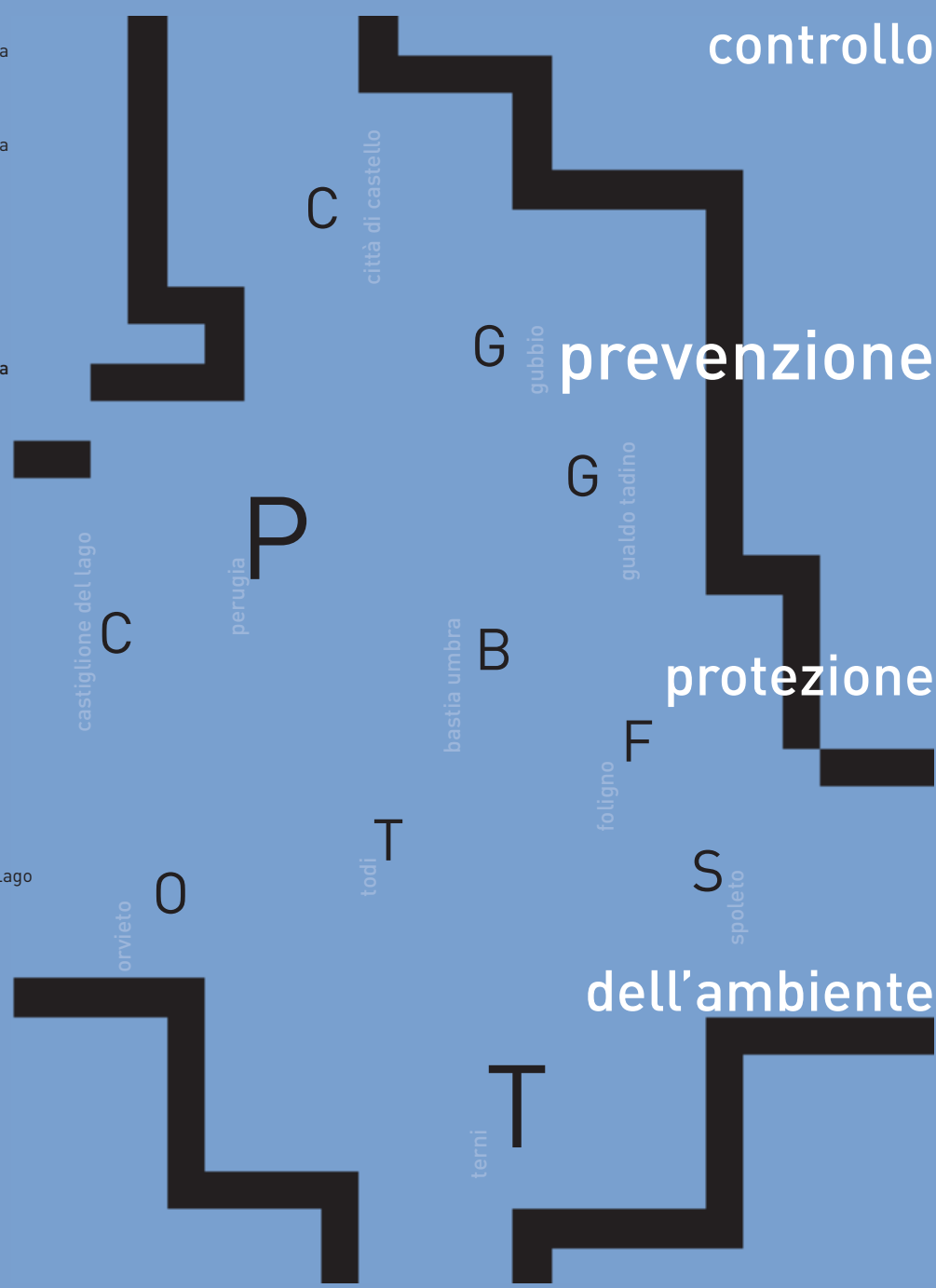
Sezione di Terni - Orvieto

- **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
Paolo Ficola

Stampa
Graphic Masters

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

© Arpa Umbria 2013

Parigi val bene un accordo Svedo Piccioni	05
L'uomo e l'elisir di lunga vita Pietro Greco	06
Antidarwinismo a stelle e strisce Michele Bellone	13
Il nuovo ruolo della comunicazione scientifica Giuseppe Nucera	18
Arte e ambiente: l'esperienza della <i>land art</i> Irene Sartoretti	24
La transizione alla green economy dopo Rio+20 Stefano Pisani	31
Green economy, l'economia del bene comune che guarda al futuro Silvia Zamboni	36
La domanda di energia è destinata a crescere Cristiana Pulcinelli	42
Verso la blue energy Giovanna Dall'Ongaro	47
Stoccaggio di CO₂: l'esperimento del Sulcis Romualdo Gianoli	52
Sono uomini o robot? Viola Bachini, Michela Perrone	57



Lago di Corbara - TR

Parigi val bene un accordo

Svedo Piccioni

A metà novembre si è tenuta a Varsavia la 19° sessione della Conferenza sul Clima dell'Onu, preparatoria del vertice di Parigi del 2015 sulla riduzione dei gas serra.

Il summit, come ormai ci hanno abituato gli incontri mondiali degli ultimi anni, è andato avanti tra estenuanti confronti e dilazioni, che rendono ancora più stretta la strada per Parigi. Il contenzioso sul modello di crescita economica, infatti, non sembra più riguardare solo il sistema dei paesi in via di sviluppo che pretendono di avere le stesse opportunità che abbiamo avuto noi, ma chiama in causa i criteri della competizione, sempre più giocati sulla riduzione del welfare e delle regole, determinate dalla mano ben visibile del mercato e dalle dinamiche della finanza.

Contemporaneamente si è tenuto, sempre a Varsavia, l'*International Coal and Climate summit* dedicato allo sfruttamento e alle tecnologie che ruotano attorno a questo combustibile fossile. Una coincidenza? Molto più realisticamente, la volontà del governo polacco di marcare il proprio orientamento sull'uso e lo sfruttamento del carbone, nonostante le posizioni più avanzate della Comunità europea sulle energie rinnovabili. Deve essere sembrato troppo anche alle Organizzazioni non governative (Ong), che hanno abbandonato Varsavia addirittura prima della chiusura ufficiale dei lavori. Ma ciò che è apparso paradossale, in questo vertice, è stata la discrepanza tra le conclusioni del V° Rapporto dell'Ipcc – che mette in luce l'urgenza di un cambio immediato di rotta nelle scelte energetiche globali – e le politiche dilatorie dei governi che, di fronte ad un futuro così incerto, preferiscono rimandare le decisioni a data da destinarsi. Ad aggravare la situazione ci pensa il rapporto dell'Agenzia internazionale per l'energia (Aie) secondo il quale, nei prossimi anni, il carbone potrebbe diventare il combustibile più usato nel mondo, superando persino il petrolio. In questo clima da prima rivoluzione industriale e in un contesto di recessione economica globale, gli Stati – più o meno industrializzati – sembrano tenere in scarsa considerazione le previsioni di un aumento esponenziale della temperatura, formulato dalla stessa Aie, a fronte di un aumento così alto e repentino dell'uso del combustibile fossile a cui non possono fare freno i tentativi di sequestro della CO₂ ancora in fase di sperimentazione.

E' proprio per mettere in luce queste contraddizioni che abbiamo voluto dedicare una larga parte di questo numero di micron all'energia e ai nuovi fattori che possono dare vita ad una economia più attenta e rispettosa degli equilibri dell'ecosistema. Negli articoli di Cristiana Pulcinelli e Giovanna Dall'Ongaro, infatti, si cerca di "misurare" la distanza che ci separa dall'uso di energie pulite – con risultati, come è intuibile, non proprio consolatori – mentre Silvia Zamboni e Stefano Pisani affrontano le prospettive di un nuovo sviluppo economico che riesca a tenere insieme sostenibilità sociale e ambientale.

La 21° Conferenza di Parigi dovrebbe rappresentare un appuntamento epocale nel quale, almeno negli intendimenti di Durban, si dovrà cercare di costruire un "accordo universale costruttivo sul clima". Ma, soprattutto, dovrà essere l'occasione perché la sfida climatica diventi la leva per creare nuovo lavoro e trasformare il nostro modo di produrre e consumare. Una sfida di questa portata coinvolge tutti, paesi sviluppati e in via di sviluppo. Nessuno può chiamarsi fuori. Non ci sono pretesti. Certo, la strada è lunga e il cammino difficile, ma il mondo merita un'altra opportunità. E possiamo dargliela.



L'uomo e l'elisir di lunga vita

Pietro Greco

La maggior parte delle specie, comprese quelle a noi filogeneticamente più vicine, ha una vita media molto inferiore alla nostra. Comprendere le dinamiche biologiche, sociali e culturali all'origine di queste differenze contribuisce a far luce sul nostro processo evolutivo e può dirci qualcosa su cosa ci attende in termini di aspettativa di vita

Stephen Jay Gould l'avrebbe chiamata una contingenza. La lunga vita media dell'uomo – o, meglio, l'aspettativa di vita alla nascita di un uomo, che ormai raggiunge nel mondo i 70 anni di età e in alcuni paesi, Italia inclusa, gli 80 – potrebbe essere un “pennacchio di San Marco”. Il frutto secondario e non atteso di un cambiamento strutturale nella storia evolutiva dell'uomo. Insomma, la lunga vita come (felice) sottoprodotto di qualcos'altro. Proprio come le quattro vele triangolari della Basilica di San Marco, che ospitano le figure dei quattro Evangelisti, sono l'effetto della sovrapposizione di una cupola su quattro archi a tutto sesto. Nessuno ha progettato San Marco perché ci fossero quelle quattro vele triangolari. Ma le vele triangolari con i quattro Evangelisti sono il risultato, non casuale, ma neppure pensato a tavolino, di una scelta architettonica a monte. Allo stesso modo, la vita media di *Homo sapiens* sarebbe il fortunato sottoprodotto di un cambiamento avvenuto circa due milioni di anni fa, prima ancora che la specie dei *sapiens* nascesse, nello stile di vita alimentare del genere *Homo*. Quando questo particolare ramo delle grandi scimmie antropomorfe ha iniziato a cibarsi sistematicamente della carne di grandi animali. Ma andiamo con ordine.

Diciamo subito che la vita media o – se volete – l'aspettativa di vita alla nascita di un *Homo sapiens* è insolitamente lunga. Certo, ci sono individui di altre specie – tra gli elefanti, tra alcune specie di tartarughe – che vivono anche più di 80 o 100 anni. Ma la maggior parte delle specie ha una vita media di gran lunga inferiore alla nostra. In particolare, la vita media delle specie a noi filogeneticamente più vicine, quella degli scimpanzé (*Pan troglodytes*)

e degli scimpanzé bonobo (*Pan paniscus*) non supera, ad esempio, i 13 anni.

La domanda che si sono posti alcuni biologi evolutivi è: perché? Dove ha origine una tale differenza nell'aspettativa di vita tra noi e i nostri cugini (tra noi e la gran parte delle specie animali viventi)? La domanda ha un valore culturale in sé. Ma ha anche implicazioni pratiche che, almeno in prospettiva, non sono meno importanti. Se scopriamo le cause della nostra attuale longevità, potremo sperare – a meno di limiti invalicabili – di trovare l'*atout* per allungare ulteriormente e magari indefinitamente l'aspettativa di vita. Alcuni antropologi molecolari stanno cercando di rispondere alla domanda – come documenta la giornalista scientifica Heather Pringle in un recente articolo pubblicato nel settembre 2013 sulla rivista *Scientific American* – attraverso l'analisi comparata del DNA prelevato da antiche mummie umane di ogni continente. Giungendo a risultati non del tutto scontati. Il materiale genetico delle mummie dimostra (sembra dimostrare) che i *sapiens* hanno sempre avuto una vita media più lunga degli scimpanzé e delle altre scimmie antropomorfe anche nelle epoche più antiche. Anche nel più remoto paleolitico. Si tratta di un risultato controverso. I critici si chiedono infatti se l'analisi genetica di poche mummie ci possa davvero dire qualcosa sulla vita media degli *sapiens*. E, inoltre, si chiedono se abbiamo dati sufficienti per attribuire agli scimpanzé un'aspettativa di vita alla nascita di 13 anni.

Insomma, occorrono più dati e migliori. Ma quelli che abbiamo sembrano falsificare un antico paradigma secondo il quale la prima, autentica svolta in quel carattere complesso – frutto di mille va-



riabili interagenti – che è l’aspettativa di vita alla nascita si è verificata, per *Homo sapiens*, solo di recente, diecimila anni fa o ancor meno, quando la nostra specie ha smesso la sua antica economia fondata sulla raccolta e sulla caccia e se ne è data una nuova, fondata sull’agricoltura e sull’allevamento. Questa svolta tecnologica ha consentito ai *sapiens* di produrre cibo in grande quantità e con una fatica relativa. Con tanta energia e tanto tempo a disposizione, gli umani hanno potuto così riorganizzare la loro vita sociale, differenziando il lavoro e creando comunità complesse. I *feedback* positivi sono stati moltissimi: i *sapiens* hanno potuto vivere in ambienti più salubri e sicuri (le case), acquisendo anche una certa capacità di curare le malattie (è nata la medicina). Tutto questo e altro ancora si è trasformato in un incremento netto dell’aspettativa di vita. Si calcola che prima della transizione da un’economia fon-



Uno studio sembra dimostrare come la maggiore longevità media di *Homo sapiens* sia un fattore tutt’altro che recente

data sulla raccolta e la caccia a una fondata sull’allevamento e l’agricoltura la vita media sia aumentata di alcuni anni, tanto da consentire un’esplosione demografica. Diecimila anni fa la popolazione di *sapiens* era già distribuita su tutte le terre abitabili, ma non superava i 5 o 10 milioni di individui. All’epoca dell’Impero Romano, la popolazione mondiale era di oltre 400 milioni di individui (la maggior parte abitava già allora nell’Asia orientale): un incremento di due ordini di grandezza. La vita media dell’uomo è di nuovo aumentata in maniera netta con la rivoluzione industriale e, in particolare, nel XX secolo, quando abbiamo avuto la possibilità sia di incrementare ulteriormente le risorse alimentari a disposizione, sia di migliorare le condizioni complessive di vita, sia di migliorare l’igiene, sia infine di sviluppare una medicina scientifica molto efficiente. Il cambiamento è stato tale che nell’ultimo secolo l’aspettativa di vita è più che raddoppiata, passando da circa 30 a quasi 70 anni a scala mondiale e da circa 40 a oltre 80 anni in Italia. Non c’è dubbio alcuno, dunque, che il grande incremento nell’aspettativa di vita dei *sapiens* sia recente e abbia cause strettamente culturali. Tuttavia, gli studi di antropologia

molecolare di cui ci ha informato Heather Pringle sullo *Scientific American* e altri studi di antropologia evolutiva – come quelli riportati, ad esempio, nell’edizione del 2009 dell’*Handbook of Theories of Aging* – dimostrano (sembrano dimostrare) che la divergenza tra la speranza di vita degli umani e quella delle altre grandi scimmie antropomorfe è molto più antica: risale alle prime specie del genere *Homo* ed è (sarebbe) iniziata almeno due milioni di anni fa. È allora che le specie di ominidi avrebbero iniziato a vivere in media non più 10 o 15 anni, come gli scimpanzé, ma 20 o 25. Questa crescita, sostengono tre antropologi evolutivi dell’americana *University of New Mexico* – Hillard Kaplan e Michael Gurven, direttori del *Tsimane Health and Life History Project*, e Jeffrey Winking – sarebbe il frutto di tre diversi fattori su cui hanno agito tanto le forze dell’evoluzione biologica (la selezione naturale) quanto le forze più dirette dell’evoluzione culturale.

Kaplan, Gurven e Winking hanno elaborato una vera e propria “teoria evolutiva della lunga aspettativa di vita dell’uomo”. Poi si sono messi alla caccia di fatti empirici controllabili in grado di corroborarla. Hanno studiato, in particolare, dieci diverse comunità di “raccoltori e cacciatori” che attualmente vivono nella foresta amazzonica o in altre foreste del mondo e cinque diverse comunità di scimpanzé. I loro studi sono stati sia di tipo antropologico classico ed etologico (insomma, hanno osservato uomini e scimpanzé), sia di tipo genetico. Hanno analizzato il Dna di uomini e scimpanzé, pur sapendo che quest’ultimo tipo di studi è limitato nel tempo: non è infatti possibile analizzare con sufficiente grado di accuratezza il Dna fossile di età superiore ad alcune migliaia di anni. Il risultato del loro lavoro, tuttavia, è questo: la divergenza tra l’aspettativa di vita degli *Homo* e quella dei *Pan* è iniziata due milioni di anni fa, quando i due generi hanno iniziato a diversificare la loro dieta. Il 95% dell’alimentazione dei *Pan*, allora come oggi, è costituito da *collected resources*, ovvero da cibo che può essere facilmente raggiunto e semplicemente raccolto: frutta, foglie, fiori e altre parti di piante, piccoli animali invertebrati. Al con-



trario, le *collected resources* rappresentano per gli uomini solo una parte marginale, non più dell'8% della base alimentare.

Il fatto è che, anche molto prima di diventare agricoltore e allevatore, i membri del genere *Homo* hanno iniziato a cibarsi di carne e grassi animali. Frutto non tanto della caccia, quanto di una forma di parassitismo: insomma, i nostri avi si cibavano delle carcasse di animali uccisi da altri predatori. In calorie, la dieta degli umani – che pure è molto variegata – è formata dal 30% fino all'80% da cibo ricavato da altri animali vertebrati, contro il 2% della dieta dei *Pan*. Anche gli uomini mangiano vegetali. Ma anche in questa componente della dieta le differenze con i *Pan* sono molte. Gi *Homo* si sono specializzati nella ricerca di cibo più difficile da trovare, ma molto nutriente come radici, noccioli, semi. In termini evolutivi significa che hanno trovato una fonte energetica capace di sostenere un numero maggiore di cicli riproduttivi. La possibilità riproduttiva si è dunque dilatata nel tempo, rendendo vantaggiosa in termini squisitamente adattativi una vita media più elevata. In sintesi: più energia per più cicli riproduttivi spalmati in un tempo maggiore hanno trasformato la vita media estesa in un vantaggio evolutivo. Ma c'è di più. Cibarsi di animali vertebrati ha esposto l'uomo a una maggiore quantità di agenti patogeni (virus, batteri). Il che ha finito per rafforzare il suo sistema immunitario, ovvero la sua capacità di difendersi. La dieta ha selezionato individui capaci di resistere meglio alle minacce ambientali. Tutto questo, lo ripetiamo, è frutto sia delle osservazioni sul campo del comportamento dei moderni umani raccoglitori e cacciatori e degli scimpanzé, sia degli studi di antropologia molecolare. Molti, ripetiamo anche questo, sostengono che si tratta di studi preliminari, incompleti e da confermare. Tuttavia, il segreto della lunga vita non viene solo e neppure principalmente dall'energia direttamente ricavata dalla carne dei vertebrati. Secondo quanto propongono Kaplan e i suoi colleghi in un saggio, "An Evolutionary Theory of Human Life Span: Embodied Capital and the Human Adaptive Complex", c'è un secondo fattore da tenere in con-

to: la *net production*, ovvero la differenza tra energia prodotta ed energia consumata da parte dei singoli individui di una comunità. Ebbene, tra gli umani, per i primi venti anni di vita – nascita, fanciullezza

La divergenza con le altre specie sarebbe iniziata, quando abbiamo iniziato a diversificare la nostra dieta

e adolescenza – l'energia consumata è superiore all'energia prodotta. Il segno meno nella produzione di energia è crescente e raggiunge un massimo intorno ai 14 anni. Poi il trend si inverte. I giovani umani imparano a produrre energia in maniera crescente fino a che, intorno ai 20 anni, il bilancio da negativo diventa positivo e gli umani diventano produttori netti di energia. Il massimo picco positivo si raggiunge intorno ai 45 anni. È nell'età matura che gli uomini acquistano la loro massima efficienza energetica. Poi di nuovo il ciclo si inverte. La capacità di produrre energia inizia a diminuire con l'età. Tuttavia gli umani restano produttori netti di energia fino almeno ai 65 anni. Poi, di nuovo, il segno diventa negativo. Gli anziani consumano poca energia, ma ne producono pochissima. In termini evolutivi, tutto questo significa che non solo la dieta ma anche la vita sociale – con individui tra i 20 e i 65 anni disposti a dare energia più di quanta ne ricevano – consente all'uomo, nella prima fase del suo sviluppo, di investire molto nel cervello (gran dissipatore di energia) oltre che nel fisico. Investire nel cervello significa potenziare la capacità di apprendere e, dunque, la capacità di contrastare le minacce dell'ambiente. Il che si risolve in un ulteriore *feedback* positivo dell'allungamento della vita.

Ma c'è un terzo fattore che ha reso la vita lunga un vantaggio adattativo: la specializzazione di genere nella raccolta e nella caccia. La divisione dei compiti tra maschi e femmine. Nelle dieci comunità umane di raccoglitori e cacciatori moderni osservate, i maschi sono gran produttori netti di energia: raccolgono più di quanto consumano e mettono il surplus a

disposizione del resto della comunità. In particolare, i maschi acquisiscono il 68% delle calorie e l'88% delle proteine consumate dalla comunità, mentre consumano solo il 38% delle calorie totali. Il surplus energetico è consumato dalle donne (31% dell'energia disponibile per la comunità) e dai piccoli (31%). Detto in altri termini statistici: il 97% delle calorie consumate dai piccoli sono procurate dagli adulti maschi. Tutto questo consente alle donne non solo di accumulare riserve energetiche per portare avanti con successo la gestazione, ma anche di avere tempo e possibilità per accudire la prole dopo la gestazione. Il che, a sua volta, consente ai cuccioli d'uomo di passare molti anni, almeno 20, ad apprendere. E questo lungo apprendistato favorisce, in molti modi, l'allungamento della vita.

In definitiva, la co-evoluzione di questi tre fattori (dieta e sistema immunitario, picco della produzione netta a 45 anni, differenze di genere), frutto di una contingenza evolutiva, ha creato un bel "pennacchio di san Marco", consentendo agli individui delle diverse specie del genere *Homo* di allungare progressivamente l'aspettativa di vita nel corso di due milioni di anni. Molto prima, dunque, che la rivoluzione dell'agricoltura e dell'allevamento, dapprima, e la rivoluzione industriale, poi, consentissero alle ultime generazioni di *sapiens* nuove, formidabili accelerazioni. Se la teoria evolutiva della lunga vita dell'uomo è vera – o, almeno, è una buona approssimazione della realtà – essa ci offre la possibilità di rispondere anche alla seconda domanda: quella sull'esistenza o meno di un limite superiore all'aspettativa di vita.



Fra i fattori determinanti c'è stata anche la capacità di organizzare i compiti nella raccolta e nella caccia

Finora le scuole di pensiero a proposito sono state due. Da un lato quella che nega l'esistenza di un limite, o almeno, di un limite vicino agli 80 anni, per cui continuando a migliorare le condizioni ambientali, la vita media dell'uomo può giungere e magari supe-





rare i 120 anni. Dall'altro lato c'è la scuola di pensiero che sostiene l'esistenza di un orologio biologico che batte le ore fino più o meno agli 80 anni e secondo la quale, dunque, l'uomo ha sostanzialmente già raggiunto il limite massimo nell'aspettativa di vita.

La teoria evolutiva di Kaplan e degli altri sembra dare un po' ragione e un po' torto a entrambe le scuole di pensiero. Da un lato, essa sostiene che equilibrando la dieta e manipolando con attenzione sia la curva di produzione netta di energia sia le cure parentali, possiamo continuare ad aumentare la nostra vita media. Dall'altro, però, ci dice anche che esiste un limite – i 65 anni, che possono essere estesi a 70 – oltre il quale la produzione netta di energia ritorna negativa e, dunque, cessa il vantaggio evolutivo della lunga età. Non ci sarebbe dunque da sperare in nuovi clamorosi aumenti dell'aspettativa di vita. Kaplan e i suoi colleghi sono infatti piuttosto pessimisti. Dopo i 65 anni, dicono, la curva dell'aspettativa di vita degli umani cambia in maniera brusca il suo andamento e inizia a diminuire in picchiata. Cosa che non si verifica tra gli scimpanzé, la cui curva dell'aspettativa di vita declina in maniera dolce e senza scossoni. In maniera asintotica, direbbero i matematici. In definitiva, la nostra aspettativa vita, raggiunta la tarda età, sembra giungere a un muro difficile da superare. Mentre quella dei nostri cugini scimpanzé e, probabilmente, di tante altre specie animali, si spegne in un "flebile lamento". Ma non perdiamo le speranze. Nel corso della sua storia l'uomo ha dimostrato di poter agire anche sui molteplici fattori dell'evoluzione culturale, oltre che su quelli dell'evoluzione bio-



Secondo alcuni si tratta comunque di studi preliminari, non ancora completi e da confermare

logica. Ed è grazie alla nostra cultura che possiamo sperare di vivere non solo e non tanto più a lungo, ma possiamo sperare, anche e soprattutto, di vivere una vita migliore. Una vita che, anche nella sua parte più tarda, resta degna di essere vissuta.



Nortosco, Rocchette - PG

Antidarwinismo a stelle e strisce

Michele Bellone

Da sempre, negli Stati Uniti, il darwinismo ha dovuto fare i conti con la tenace opposizione dei sostenitori di teorie in diversa forma incentrate su un'idea creazionista dell'universo. Oggi le tesi del Disegno Intelligente sembrano conoscere un nuovo e più diffuso radicamento, grazie anche al successo di vere e proprie strategie di marketing che trovano sponda in un background culturale, religioso e spesso anche politico favorevole

Fin dalla pubblicazione de *L'Origine delle specie*, la teoria dell'evoluzione è stata al centro di un intenso scontro fra scienza e religione. Se c'è un paese che più di altri è stato caratterizzato da questo scontro sono sicuramente gli Stati Uniti, il cui rapporto con Charles Darwin è sempre stato turbolento, nonostante la loro grande cultura scientifica e tecnologica. L'antidarwinismo americano è ben diverso da quello del vecchio continente: è meglio organizzato, più radicato nel territorio e gode di un appoggio politico-religioso che manca al suo corrispettivo europeo. In questo *humus* culturale, diverse forme di presunte spiegazioni alternative hanno proliferato: dal creazionismo della Terra Giovane alla "teoria" del Disegno Intelligente. Ad accomunarle, l'ostilità nei confronti della teoria dell'evoluzione e di ciò che essa rappresenta.

Il primo a usare il termine "creazionismo" fu proprio Darwin, in una lettera scritta a un amico nel 1856, riferendosi alla convinzione, diffusa all'epoca, che le specie viventi fossero state create così com'erano in un unico atto creativo. Lo stesso Darwin era diviso fra una fede inquieta e le prove scientifiche raccolte in anni di studi ed esplorazioni, e visse con difficoltà il lungo processo che lo portò a elaborare la sua teoria. Prima ancora di imbarcarsi sul *Beagle*, dando inizio al viaggio che avrebbe stravolto la sua visione della natura, aveva studiato a Cambridge ed era rimasto inizialmente affascinato dalle argomentazioni dell'arcidiacono William Paley. Nei suoi libri, primo fra tutti la *Natural Theology* del 1802, Paley esaltava la grande armonia della vita, retta da un progetto la cui palese evidenza era la prova dell'esistenza di un disegno intelligente che

non poteva che essere ricondotto a Dio. Famosa è la metafora usata dal teologo di Cambridge: se immaginiamo di trovare un orologio in mezzo alla brughiera, non possiamo che dedurre che qualcuno l'ha costruito. Allo stesso modo, la raffinata e complessa armonia dell'universo non può che derivare dall'azione di un "grande orologiaio", al quale dobbiamo essere riconoscenti per il meraviglioso spettacolo della natura.

Fra il XVII e il XVIII secolo, la teologia naturale esercitava un'enorme influenza sugli ambienti culturali, scientifici e politici, sia in Inghilterra sia in Francia, ed era strettamente legata a una visione fisista della natura, secondo la quale tanto l'uomo quanto le specie animali erano state create così come le si conosceva; un approccio basato sull'infalibilità della Bibbia e sull'idea che il disegno di Dio rappresentasse il fondamento delle immutabili gerarchie su cui si fondava l'ordine politico e sociale.

Su queste basi si era sviluppato quello che venne in seguito chiamato "creazionismo della Terra Giovane", che, basandosi su una lettura letterale della Bibbia, attribuiva al nostro pianeta e all'intero universo un'età inferiore ai diecimila anni (in genere attorno ai seimila). Celebre, da questo punto di vista, la ricostruzione della storia del mondo effettuata nel XVII secolo da James Ussher, arcivescovo di Armagh, secondo il quale l'universo ha avuto inizio il 23 ottobre del 4004 avanti Cristo, di domenica.

A questa versione si affiancò, fra la fine del XVIII e l'inizio del XIX secolo, quella del "creazionismo della Vecchia Terra", detto anche "gap creationism", sviluppatasi in seguito ai sempre più solidi risultati ottenuti dalla geologia, che

smentivano la datazione biblica dell'età della Terra. Secondo i seguaci di questa teoria religiosa, i sei giorni della creazione corrispondevano a un gap temporale indefinito; ciò consentiva di riconoscere l'età scientificamente accettata per la Terra e l'universo senza dover rinunciare all'infalibilità della Bibbia. Pur discordando sulla questione dell'età del mondo, entrambe queste forme di creazionismo concordavano sulla creazione diretta dell'uomo e delle altre specie viventi, e sull'effettivo avvenimento del Diluvio Universale.

Questi creazionismi di prima generazione faticarono a tenere il passo con il progredire delle conoscenze scientifiche sulla storia passata della Terra e andarono incontro a una fase di declino. Ciononostante, i primi anni del Novecento videro una rinascita di queste concezioni religiose negli Stati Uniti, spinte dalla crescente diffusione del fondamentalismo cristiano americano. Si trattava di una reazione istintiva e spontanea alla paura per il modernismo e al timore che la teoria di Darwin potesse scardinare quell'ordine sociale e politico che trovava nella Bibbia la sua principale fonte di ispirazione. Questi creazionismi non manifestavano ancora la pretesa di rigorosa scientificità che avrebbe caratterizzato le loro successive evoluzioni, trattandosi chiaramente di approcci teologici e filosofici, figli della paura che progresso e darwinismo sociale avevano suscitato negli Stati Uniti degli anni Venti. Ciò non significa che passarono inosservati. Al contrario, la crescita del fondamentalismo cristiano negli anni successivi alla Grande Guerra animò la controversia, tuttora molto



Le posizioni creazioniste conobbero una rinascita già negli anni Venti, come reazione ai timori verso il modernismo

intensa, sull'insegnamento della teoria di Darwin nelle scuole pubbliche americane, che in alcuni casi fu proibita per legge, come accadde in Tennessee, con il *Tennessee's Butler Act* del 1925. Sull'onda del progresso tecnologico e della corsa allo spazio,

i programmi scolastici nazionali vennero in seguito ridefiniti per incoraggiare la diffusione della cultura scientifica; con il *National Defense Education Act* del 1958 l'evoluzione rientrò nei libri di testo, ma la battaglia era ben lungi dall'essere terminata. Basti pensare all'approvazione, avvenuta nel 2008, del *Louisiana Science Education Act*, che ha spalancato le porte dell'istruzione pubblica non solo al creazionismo ma anche alle posizioni negazioniste rispetto all'influenza antropica sul riscaldamento globale.

Il confronto fra il *Tennessee's Butler Act* e il *Louisiana Science Education Act* mostra con chiarezza cosa sia cambiato negli ultimi ottant'anni sul fronte dell'antidarwinismo: mentre nel 1925 si proibiva agli insegnanti delle scuole pubbliche americane di deviare da ciò che era scritto nella Bibbia, l'intento dichiarato della legge del 2008 era di promuovere lo spirito critico e un'aperta discussione delle teorie scientifiche, come sosteneva Ben Nevers, senatore democratico noto per le sue posizioni conservatrici e convinto promotore del provvedimento. Da una difesa a oltranza dell'infalibilità biblica si è dunque passati al tentativo di dare supporto scientifico al creazionismo, in modo da poterlo proporre come teoria alternativa a quella di Darwin e quindi insegnabile a scuola nelle ore di scienze. Il momento chiave per comprendere questo cambio di strategia fu il caso *Edwards v. Aguillard* del 1987, che spinse la Corte Suprema degli Stati Uniti a definire il creazionismo un concetto intrinsecamente religioso e a dichiararne incostituzionale l'insegnamento nelle ore dedicate alle materie scientifiche.

Questa sentenza incoraggiò il passaggio da un creazionismo puro a uno che si dichiarava scientifico, passaggio che avvenne seguendo diverse strade – dal creazionismo progressivo al teismo evolutivo – e trovò la sua espressione più efficace nella teoria del Disegno Intelligente, secondo la quale “alcune caratteristiche dell'universo e delle cose viventi sono spiegabili meglio attraverso una causa intelligente, che non attraverso un processo non pilotato come la selezione naturale”. Questa la definizione che si trova sul sito del *Discovery Institute*, un'associazione

no-profit di Seattle che si pone l'obiettivo di migliorare l'educazione scientifica, rendendo gli studenti consapevoli degli errori e delle carenze della teoria di Darwin. E c'è il *Discovery Institute* anche dietro al manifesto chiamato *Wedge Document*, un piano d'azione politico e culturale mirato a "invertire la soffocante visione materialistica del mondo e sostituirla con una scienza concordante con le convinzioni cristiane e teistiche".

Da questo documento prende nome la "strategia del cuneo" (*wedge* in inglese), che consiste nell'insinuarsi nel dibattito scientifico sull'evoluzione per farlo scoppiare dall'interno. L'idea è quella di prendere i temi più discussi all'interno della comunità degli evolucionisti e di presentarli come segni inequivocabili di una profonda frattura fra gli scienziati, dovuta al fatto che molti di essi – questa è la tesi – non riconoscono la teoria di Darwin come una spiegazione efficace dell'evoluzione. Ecco quindi che la biologia evolutiva dello sviluppo (evo-devo), le critiche mosse da Stephen J. Gould e Richard Lewontin all'adattazionismo o l'evoluzione neutrale di Motoo Kimura diventano prove dell'inconsistenza della teoria di Darwin e poco importa se nessuno degli scienziati citati abbia mai sostenuto che tale teoria sia inutile o addirittura non scientifica; l'efficacia della strategia del cuneo sta nell'aggravare il problema sollevando una confusione difficile da dissipare per chi non è pratico della materia. Bersagli di questa strategia sono i non esperti, i cittadini e, di riflesso, i legislatori, non gli scienziati. Barbara Carroll Forrest, professoressa di filosofia alla *Southeastern*



Al centro delle posizioni antidarwiniste c'è oggi il *Wedge Document*, un vero piano d'azione politica e culturale

Louisiana University e critica accanita del creazionismo scientifico, ha paragonato la strategia del cuneo a un cavallo di Troia grazie al quale un insegnamento religioso viene sistematicamente diffuso nei corsi di scienze della scuola pubblica. Le tesi del Disegno

Intelligente sono state smontate dal punto di vista scientifico e la teoria rientra a pieno titolo nella categoria delle pseudoscienze, ma ciò non ha impedito che potesse fare proseliti e potesse continuare a minacciare l'insegnamento pubblico delle scienze. Dietro al suo grande successo c'è una vera e propria campagna di marketing supportata da una forte connotazione non solo religiosa ma anche politica. La battaglia ha assunto i toni della crociata e l'evoluzionismo è stato deformato fino a trasformarlo nella bandiera di un'ideologia materialista, atea, riduzionista, che non lascia spazio alla spiritualità ed è impregnata di quella "cultura della morte" tipica di chi è favorevole ad aborto ed eutanasia. Non a caso, in prima fila nell'attacco alla teoria di Darwin ci sono molti membri di quella destra americana strettamente legata al cristianesimo protestante, per lo più evangelico, che ha la sua roccaforte nella cosiddetta "Bible Belt", una vasta area geografica che include la porzione sudorientale degli Stati Uniti.

A prescindere dalle pretese di scientificità, dalle divergenze filosofiche e dalle strategie comunicative, tutte le diverse forme dell'antidarwinismo americano traggono forza da questo background culturale e religioso, e hanno fatto fronte comune contro il "nemico". Ecco quindi che alle dispute filosofiche sulla scientificità della teoria darwiniana – messa in dubbio dai neo-creazionisti – si affiancano musei creazionisti costati milioni di dollari, dove si mostrano ricostruzioni di uomini che coesistono con i dinosauri e angeli che spiegano l'origine dell'universo. Non bisogna quindi stupirsi quando si analizzano



Quasi un cittadino statunitense su due è oggi convinto che l'uomo sia stato creato da Dio circa diecimila anni fa

i risultati dei sondaggi condotti dall'agenzia di ricerche sociali Gallup sul rapporto che gli americani hanno con evoluzione e fede: quasi un cittadino statunitense su due è infatti convinto che l'uomo, nella sua forma attuale, sia stato creato da Dio circa



diecimila anni fa. È interessante notare come questa percentuale di persone sia rimasta sostanzialmente invariata negli ultimi trent'anni, passando dal 44% del 1982 al 46% del 2012, mentre c'è stata una flessione nella frazione di persone che accettano l'evoluzione benché guidata da Dio (dal 38% al 32%) e un corrispondente aumento di quella ristretta porzione di americani convinti che l'uomo si sia evoluto senza bisogno dell'intervento di una qualsiasi divinità (dal 9% al 15%). Uno spostamento che non intacca minimamente lo zoccolo duro del creazionismo.

Ma i sondaggi dell'agenzia Gallup non si sono fermati qui e hanno analizzato il rapporto fra queste tre posizioni – creazione, evoluzione guidata da Dio ed evoluzione senza Dio – e il background politico, religioso e culturale degli intervistati. Hanno così scoperto che, nel 2012, solo il 5% dei repubblicani crede in un'evoluzione che non necessiti dell'intervento divino, mentre fra i democratici la percentuale sale a un comunque misero 19%. Questa convinzione è anche pressoché ignorata dagli americani che vanno tutte le settimane in chiesa (3%) ma riscuote maggior successo fra chi partecipa raramente, se non mai, alle funzioni religiose (26%). Il dato più significativo è

però quello che riguarda l'istruzione: la percentuale di americani convinta che Dio abbia creato l'uomo così com'è si dimezza passando da chi non è andato oltre la scuola secondaria superiore (52%) a chi ha una laurea (25%) mentre chi confida in un'evoluzione senza dio passa dall'11% al 29% con l'aumentare del grado di istruzione.

L'aspetto interessante è che anche la percentuale di chi crede in un'evoluzione guidata dalla mano del Signore aumenta con il procedere negli studi: si passa infatti dal 25% di chi si è fermato alla scuola superiore al 42% di chi ha una laurea. Difficile capire se ciò sia proprio dovuto alla controffensiva antidarwinista nelle scuole pubbliche o ad altri fattori. Di sicuro questi dati, e tutte le vicende a essi legate, mettono in evidenza come una battaglia ideologica possa arrivare a deformare e invalidare, agli occhi di molte persone, teorie scientifiche provate e validate. Le argomentazioni pseudoscientifiche degli antidarwinisti diventano quindi degli strumenti utili al conseguimento di obiettivi politici e ideologici, e poco importa se, nel fare ciò, il metodo scientifico viene maneggiato in maniera furba e disinvolta. La maggioranza delle persone non lo saprà mai.

Il nuovo ruolo della comunicazione scientifica

Giuseppe Nucera

Gli scienziati sono oggi presenti in festival e caffè scientifici, i loro lavori sono spesso disponibili e accessibili anche attraverso canali semplici quali facebook o blog. Ma questa presenza fisica e mediatica ha arricchito o ristretto il campo della discussione pubblica attorno alla scienza? E attraverso quali canali è possibile instaurare un rapporto di fiducia con il pubblico?



In Italia ultimamente stanno proliferando varie proposte didattiche e diversi festival scientifici che dimostrano come la comunicazione della scienza stia assumendo anche da noi, una certa rilevanza. Si tratta di un risultato significativo, soprattutto in un paese che gode di cattiva fama per gli scarsi investimenti in cultura scientifica. Nonostante i ricercatori stiano impegnando sempre più tempo energie nel comunicare i propri lavori e, contemporaneamente, anche il pubblico si pone con interesse e attiva partecipazione, la comunicazione della scienza è ancora oggi considerata comunque una fase subordinata a ciò che tradizionalmente è stato ritenuto il fulcro del sistema scienza, ovvero la fase di studio e di scoperta.

Raramente elementi fondamentali della ricerca scientifica, quali costanza, caparbità, attenzione e massima responsabilità sono stati riposti con la stessa energia nella comunicazione scientifica, intesa spesso come semplice esposizione o delle teorie o dei risultati ottenuti. Tra i ricercatori è ancora forte l'idea che la comunicazione delle proprie attività debba esser fatta solo quando questa non comporti una sottrazione di risorse e di energia al lavoro di ricerca, partendo spesso dal presupposto che senza produzione scientifica non ci sia nulla da dover comunicare al pubblico della scienza.

In altre parole, prima si prova e si crea lo spettacolo, poi lo si mette in scena.

Questo approccio alla comunicazione come fase comunque marginale, è in contrasto con un nuovo rapporto che scienza e società vivono nella nostra epoca. Una relazione di reciproca influenza, non più esclusivamente *top-down*. Stiamo abbandonando definitivamente una concezione canonica del rapporto scienza e società

in cui, da una parte, si ha una scienza libera di agire, che produce in completa autonomia la conoscenza scientifica e poi la diffonde già impacchettata al resto della società; dall'altra, una società il cui ruolo si limiterebbe a ricevere con fiducia cieca le innovazioni prodotte dal mondo della ricerca. La realtà è ben diversa. Il pubblico è oggi libero di applaudire, di rimanere disinteressato o di fischiare dinanzi allo spettacolo della scienza, e proprio dal grado di apprezzamento dipende la fiducia che lo stesso ripone nel lavoro degli scienziati. In altre parole non è più sufficiente per la scienza esporsi alla società soltanto una volta completata l'opera scientifica, in un contesto in cui la fiducia nell'operato dei ricercatori non è più da dare per scontato, ma bisogna conquistarsela costantemente e anche attraverso la comunicazione scientifica.

Uno degli errori più comuni che compiono gli scienziati è quello di sintetizzare e di confondere due piani distinti che caratterizzano il rapporto tra scienza e pubblico. Quello della fiducia e quello del consenso. La comunicazione della scienza deve avere come proprio obiettivo quello della creazione di un rapporto fiduciario con il pubblico, non quello creare un mero consenso sociale. Troppo spesso la comunicazione delle ricerche scientifiche è stata effettuata con l'errata convinzione che, una volta offerte al pubblico le stesse nozioni e conoscenze che caratterizzano il bagaglio di conoscenza dello scienziato nell'approccio al suo lavoro, anche la gente meno esperta possa comprendere ed esser d'accordo con il valore delle externalità che le attività scientifiche producono. Tra tanti ricercatori è forte la convinzione che se la gente comune manifesti atteggiamenti negativi e di protesta nei confronti


della scienza, la causa di questa “distorsione” sarebbe da trovarsi nella scarsa conoscenza e nell’errata informazione che i cittadini hanno del mondo della ricerca. La causa principale di tutto ciò sarebbe da trovarsi nei messaggi scientificamente scorretti che verrebbero veicolati sui media, quella che si definisce l’«accusa del messaggero»: ovvero vedere nelle regole e nelle pratiche del giornalismo scientifico, le uniche cause della cattiva comunicazione e del conseguente basso apprezzamento dell’attività scientifica. Ad avviso di molti, la soluzione starebbe nel sostituire questi messaggi con una comunicazione che sia più fedele alla verità scientifica, quindi gestita e che parta direttamente da chi produce scienza. Questo è stato il principio sul quale si è basata un’importante iniziativa promossa lo scorso 8 giugno: “Italia unita per la corretta informazione scientifica”, consistito nella proposta in 15 città italiane, da Milano a Catania, di incontri e con-



È aumentata la fruizione di informazioni scientifiche attraverso i canali diretti, senza alcuna intermediazione

ferenze. Una serie di ricercatori scientifici hanno esposto informazioni teoriche e metodologiche su temi caldi quali la sperimentazione animale, i vaccini e gli OGM. Argomenti scelti proprio perché ambiti in cui le opinioni e le informazioni in campo sono spesso confuse.

E’ emerso che la correttezza scientifica di un messaggio dipende esclusivamente dalla condivisione e dal grado di conoscenza del metodo scientifico da parte di chi lo espone. Il grado di veridicità di un messaggio sarebbe strettamente legato alla fonte da cui viene veicolato; quindi dalla legittimità e autorevolezza scientifica dell’oratore. Senza voler sottovalutare quanto sia importante fare propri gli strumenti e le regole del metodo scientifico per poter discutere e meglio comprendere di scienza, dall’altro lato dietro a una impostazione del genere ci sia il rischio di limitare l’insieme di chi può avere legittimità a parlare di scienza e chi no. Non tanto una limitazione al diritto di espressione, ma la definizione di chi, da una parte, possa parlare con un certo buon senso su questioni scientifiche, quindi gli esperti, e chi, dall’altra, poco ne capisce e con poca chiarezza riesce a discuterne, non appartenendo alla comunità scientifica. Si



corre il rischio di definire un rapporto comunicativo tra scienza e pubblico che sia ancora strettamente limitato a un flusso unidirezionale e *top-down*, un modello che rispecchia esattamente quello canonico del *deficit model* più volte criticato e decostruito: un paradigma comunicativo in cui i ruoli di mittente e di destinatario del messaggio sono ben definibili e distinti. Gli esperti parlano a un pubblico fondamentalemente passivo e ignorante, costituito da teste vuote e disinteressate a questioni di scienza e in cui poter inculcare (senza troppi ostacoli) le informazioni corrette. Un mero trasferimento di conoscenza e di nozioni finalizzato a colmare le lacune, metodologiche e pratiche, di chi della scienza non ne ha fatto il proprio mestiere. Questo paradigma è stato criticato fortemente ponendo due problematiche che caratterizzano in estrema misura la comunicazione della scienza. In primo luogo il problema di traducibilità della complessità della conoscenza scientifica: ovvero, una rielaborato il sapere esperto in una forma semplice, accessibile a tutti ma c'è da chiedersi se questa nuova forma di conoscenza meno tecnica e dettagliata riesca a mantenere ancora le caratteristiche di veridicità e di correttezza da un punto di vista scientifico.

In secondo luogo un problema di decontestualizzazione del messaggio scientifico. Chi è ancorato a un paradigma canonico della comunicazione della scienza, ritiene scontato che la conoscenza trasportata da un contesto all'altro non subisca alcuna significativa alterazione, quindi che il sapere esperto sia interamente «trasferibile» dalla comunità scientifica al pubblico; in secondo luogo che la stessa conoscenza in contesti

La sentenza dell'Aquila innescherà cambiamenti significativi nella comunicazione del rischio

differenti produca gli stessi atteggiamenti. Arrivando così a sostenere che se il cittadino fosse ben informato esprimerebbe di conseguenza fiducia nella scienza e apprezzamento dei risultati scientifici in egual misura di un esperto. Tutto ciò è ancora da dimostrare. In ve-

rità la sfera sociale e quella della scienza sono sistemi che si intrecciano e si influenzano reciprocamente, con dinamiche molto più complicate di quanto un modello semplificato come quello del *deficit model* o del trasferimento possa rappresentare. Ulteriore mito da sfatare della comunicazione della scienza è quello di pensarla necessariamente come pratica che nasce unicamente per colmare il gap informativo tra esperti e coloro che rimangono fuori dai giochi della scienza. In verità la comunicazione come pratica nasce nell'ultima fase delle scienze moderne finalizzata anche a mantenere aggiornate le conoscenze degli esperti soprattutto per quei campi non di loro stretta competenza. Si sviluppa infatti quando l'aumento esponenziale delle conoscenze scientifiche comportano una moltiplicazione e una specializzazione delle diverse professionalizzazioni. Ossia un processo di ramificazione delle discipline scientifiche, in cui gli esperti vedono il proprio sapere diventare sempre più settoriale e specifico. La condivisione della conoscenza avrebbe come obiettivo anche quello di fare in modo che non aumenti il divario di conoscenze tra le diverse figure di scienziato che iniziano a presentarsi. In tal senso, nella scienza moderna gli scienziati vivono una nuova e rivoluzionaria duplicità che caratterizza il loro ruolo: ricoprono non più solo la posizione di mittente del messaggio, ma anche quello di destinatario. Se da un lato, con l'entrata degli scienziati nel pubblico della scienza, il paradigma del *deficit model*, criticato soprattutto perché esclude ogni forma di interpretazione e ruolo attivo da parte del pubblico, non può che perdere ovviamente ogni validità, dall'altro, la comunicazione pubblica della scienza vede così una perdita di nitidezza nella definizione dei ruoli al suo interno.

Allo stesso tempo la divulgazione della scienza assume un nuovo ruolo: non più limitato alla presentazione di risultati finali a ricerche concluse e a sapere istituzionalizzato; ma soprattutto fenomeno che caratterizzerebbe le diverse fasi del processo di produzione del sapere. La comunicazione cioè può anche essere pratica decisiva per ciò che riguarda l'avvio stesso di studi e di ricerche. Infatti, è dalla comunicazio-

ne e dalla condivisione della validità e della rilevanza, anche applicativa, di una ricerca che può dipendere il trovare o meno un finanziamento. In Italia il caso degli OGM è stato in questo senso esemplare, vedendo un intero settore scientifico perdere ogni possibilità di sviluppo, a causa di una campagna d'informazione fortemente occupata dalle voci contrarie a tale metodo di ricerca e di produzione. Se il ricercatore non esce dalla propria torre d'avorio e non entra nel gioco comunicativo, può anche vedere svanire davanti a sé intere possibilità di sviluppo delle proprie attività. Questa è una delle caratteristiche principali della nuova era che caratterizzerebbe il passaggio teorizzato da John Ziman, in cui si parte da un'era della scienza definita come «accademica» per giungere a quella, definita in contrapposizione, come «post-accademica»: punto focale di questo mutamento è l'uscita degli esperti della comunità scientifica dalla torre d'avorio e il moltiplicarsi, in termini di qualità e quantità, dei loro rapporti sociali. Gli scienziati

si spostano da un sistema di relazioni e di comunicazioni limitati all'interno della loro comunità a un nuovo sistema in cui gli interlocutori sono diversi e appartengono a diverse fila del tessuto sociale. In questa nuova era «post-accademica», sempre più «non esperti» partecipano alle decisioni rilevanti che attengono al lavoro degli «esperti». La condanna a sei anni per i sette sismologi della Commissione Grandi Rischi dell'Aquila, colpevoli di aver fatto una «inefficace», «superficiale» e «negligente» analisi del rischio sismico, è stato un caso unico non solo per l'Italia, ma per l'occidente intero. Secondo i giudici, la colpa degli scienziati non sarebbe quella di non aver previsto la possibilità del terremoto, ma quella di aver effettuato una comunicazione su base scientifica sull'improbabilità di tale fatalità. Questo, leggendo la sentenza, ha indotto gli aquilani a una sicurezza e tranquillità, tramutatasi in una maggiore vulnerabilità del sistema al momento del terremoto.

La prima semplice conclusione che si può evincere da

questo fatto è che la comunicazione della scienza ha conseguenze reali, sociali. Dunque, rappresenta una pratica da non dover sottovalutare o in cui muoversi con la massima responsabilità. In secondo luogo dimostra come la fiducia riposta dalla società nei confronti della scienza è un fatto tutt'altro che scontato; anzi mostra come la società non abbia tutti i torti nel non fidarsi sempre e sempre ciecamente della scienza, potendo dire oggi che, se la popolazione aquilana avesse dubitato della veridicità del sapere esperto manifestato dai sette sismologi, le conseguenze del terremoto sarebbero state forse di entità differente; sicuramente differente sarebbe stata la risposta della popolazione. La costruzione di una fiducia sociale è un processo in cui la comunicazione scientifica, in *primis* dagli stesi scienziati, ha un peso fondamentale. Nel rapporto società-scienza che deriva da tale gestione, dipendono inoltre la credibilità e il sostegno concreto che le diverse istituzioni, giudiziarie, politiche ed economiche, possono porre nel sistema scientifico. Così come dipende l'apporto che la società stessa può offrire al sistema scienza in termini di talenti. In questa nuova era «post-accademica», scienza e società sono sempre più mondi interpenetrati. Canale privilegiati, quali le istituzioni politiche o economiche, oltre alla partecipazione diretta degli scienziati all'arena del dibattito pubblico, sono le vie attraverso cui il mondo esperto mette in atto il tentativo di valorizzare, spiegare e difendere le loro attività.

«Non è più soltanto la ricerca che comunica le sue scoperte alla società, ma anche la società che vuole parlare ai produttori di conoscenza». La scienza sempre più aperta alla dimensione sociale, diventa più riflessiva, *socially accountable*, ovvero responsabile dei suoi impatti, di natura ambientale, economica o politico-sociale, tanto sull'individuo quanto sulle società locali o sul globo. Nella società della conoscenza, basata sulla scienza, il dibattito pubblico sposta il proprio asse, affiancando alle tradizionali discussioni e argomentazioni prettamente politiche-economiche, sui nuovi discorsi che abbracciano soprattutto tematiche riguardanti innovazione scientifica e impatto sociale della scienza. Decade in un certo senso l'au-

rea di autorevolezza con la quale l'esperto ha finora esposto le proprie opinioni e considerazioni scientifiche. Una valutazione, seppur basata sulla scienza, nel momento in cui deve confrontarsi con il tessuto e le dinamiche sociali rischia anche di perdere significato e validità. In questo senso è utile ricordare gli ultimi sviluppi che stanno caratterizzando il caso Stamina, con la decisione del Tar del Lazio di sospendere (non di annullare) il decreto di nomina della commissione scelta dal Ministero della Salute. La commissione, che ha espresso una netta bocciatura del metodo di Vannoni, sarebbe stata composta da scienziati che precedentemente avevano già manifestato giudizi negativi sullo stesso metodo. Da qui il ricorso di Vannoni e in seguito la sospensione del decreto.

Questo fatto dimostra come anche il parere autorevole di una commissione possa esser considerato viziato da un pregiudizio preesistente, perdendo quel carattere di assoluta validità e indipendenza, almeno a livello sociale e istituzionale. Come dice Daniela Ovadia, «non si combatte Stamina con la dimostrazione della scarsità scientifica dei suoi prodotti. O meglio: la si combatte così sul piano scientifico e normativo, ma non su quello sociale».

Le decisioni attorno alla scienza non sono più unicamente di stampo scientifico e soprattutto, quando si è all'interno di controversie e le decisioni si misurano in termini di consenso sociale, esse sono spesso dettate da una razionalità di stampo più politico. In questo nuovo *setting*, comunicare la scienza significa avere la consapevolezza di muoversi su un terreno complesso in cui, all'interno del discorso scientifico, si incontrano diverse istituzioni e diversi saperi, dai più esperti a quelli meno esperti; molti di questi ultimi, nella nuova società basata sulla scienza, riescono a prender parte, insieme alla categoria dei più esperti, ai processi di definizione e di guida della produzione scientifica. Valore fondamentale nella società della conoscenza è dunque la formazione di un dibattito vero intorno alla scienza, in cui gli scienziati assumono un ruolo di primaria importanza ma dall'altra parte anche il cittadino possa partecipare attivamente per esprimersi sulle questioni scientifiche.



La scarzuola / Montegabbione - TR

Arte e ambiente: l'esperienza della *land art*

Irene Sartoretti

La land art rappresenta l'espressione della presa di coscienza della questione ambientale da parte del mondo dell'arte. È la prefigurazione artistica di nuovi modelli di vita. È una riflessione sul rapporto dell'uomo con l'ambiente che si iscrive pienamente nella costruzione epistemologica delle categorie natura-cultura, sviluppatasi in seno al pensiero moderno occidentale

Fare arte utilizzando il paesaggio non solo come soggetto ma come materia stessa dell'opera. È questa l'essenza della *land art*. Nata come reazione di molti artisti alle atmosfere museali percepite come asettiche, la *land art* porta l'arte al di là degli spazi espositivi tradizionali. Lo fa tuttavia in modo più radicale rispetto alla "sited sculpture". Le sculture non sono solo situate nel paesaggio con sensibilità al contesto in cui sono inserite. La *land art* consiste in "una forma integrata di scultura come paesaggio e di paesaggio come scultura in cui il contesto con le sue mutevoli condizioni assume valore di soggetto principe nella formazione e nella percezione dell'opera" (Beardsley 1984). Il land-artista fa del paesaggio naturale ed urbano non solo il contesto dell'opera ma l'opera stessa, realizzando su e attraverso di esso interventi a varia scala e invasività. Dalla scala infinitesimale dell'impronta, della debole traccia lasciata dal passaggio dell'artista (si vedano i cicli di opere "Walking a Line" e "Walking a Circle" di Richard Long), alla grande scala dell'intervento che trasforma, anche se in maniera solo effimera, interi paesaggi, distese desertiche, scogliere, isole (si veda per esempio l'opera di Christo & Jean Claude Javacheff "Wrapped Coast, one million square feet", Little Bay, Australia, 1968). Consacrata da una mostra collettiva alla Dwan Gallery di New York del 1968 e poi da un filmato di Gerry Schum dell'anno successivo dal titolo "Land Art", questo movimento si inserisce nelle tendenze artistiche che in quegli anni hanno rivoluzionato l'arte occidentale. Ne hanno rivoluzionato strumenti, materiali e il dogma di eternità. Le opere dei land-artisti non nascono con la volontà di essere imperiture. Hanno vocazione transitoria.

Sono destinate alla rimozione o a essere riassorbite da quello stesso paesaggio che le ha generate. Hanno il carattere effimero dell'evento unico e irripetibile, di cui rimane spesso traccia solo in filmati, fotografie o annotazioni. A volte gli eventi sono eventi atmosferici, come l'accadere di un lampo su un paesaggio desertico (si veda: Walter de Maria "Lighting Field", New Mexico, 1973-79). E allora l'opera d'arte non è data solo dalla testimonianza dell'evento accaduto, ma è costituita anche dal processo che ha portato alla sua realizzazione. I gesti, le sensazioni, l'agire maieutico dell'artista sul paesaggio, il suo sforzo fisico, divengono parte integrante dell'opera. Proprio in quest'attenzione dedicata all'atto performativo si legge una consonanza con la *performance art*, così come la *land art* si situa nello stesso orizzonte culturale dell'arte povera e dell'arte concettuale, o arte minimale. L'esito del gesto dell'artista sul paesaggio, della sua forza performativa, è di fatto per lo più incarnato da forme elementari: una linea d'acqua tracciata su uno spazio desertico (si veda Richard Long, "Water Line in Ladakh" 1984), una fila di foglie che segnano il guado di un torrente (si veda Andy Goldsworthy "Elm Leaves" 1994). "Earth Works" si intitolava la mostra alla Dwan Gallery di New York del 1968, a sottolineare quanto il rapporto con la Terra, con la T maiuscola, fosse fondante per questa corrente artistica. Per prossimità semantica, la *land art* costituisce la presa di coscienza della questione ambientale, ne può essere considerata l'espressione artistica. I land-artisti ricercano luoghi al limite della civiltà e questa loro ricerca vuole essere un ricongiungimento poetico col mondo naturale. La *land art*, in misura in parte inconsapevole, indica nuovi model-

li di vita. Lo fa in modo lirico-poetico, spesso rivendicando un legame con espressioni culturali antiche. Beardsley parla in proposito di un'analogia della *land art* con le espressioni archeologiche, preistoriche, che si inseriscono in una più generale tendenza dell'arte moderna al primitivismo. Parla inoltre di un rapporto con l'ambiente venato di intellettualismo romantico. Per il critico d'arte statunitense la *land art* è una forma contemporanea di sublime che si è avvicinata all'estetica del sublime che, a partire dal '700, aveva trovato espressione col pittoresco. L'immagine della natura veicolata dalle opere di *land art* è quella di una natura primordiale, immensa e potente. La primigenia forza della natura non è qui rappresentata in modo letterale come nel pittoresco. È piuttosto evocata attraverso l'astrazione. Il carattere concettuale della *land art* fa tendenzialmente ricadere la scelta dei paesaggi che andranno a fare da materia e da supporto

La *land art* segna l'irruzione, negli anni Sessanta, della questione ambientale nel mondo dell'arte

dell'opera su territori desolati, tendenti al vuoto e all'infinito. Gli spazi privilegiati sono quelli desertici, al contempo luoghi e non-luoghi per la capacità che hanno di evocare l'astrazione, grazie alla loro smisurata omogeneità. Sono spazi di immensità e di solitudine in cui le tracce dell'uomo sono pressoché invisibili. La loro qualità di astrazione li rende quasi dei non-paesaggi, come ha notato Rosalind Krauss. La Krauss scrive che con la *land art* la scultura si dilata nel territorio, coinvolgendo il paesaggio in quanto tale e l'architettura, che diventano rispettivamente un non-paesaggio e una non-architettura (1998).

È il vuoto degli smisurati spazi desertici che riesce ad esaltare una ricerca figurale basata su forme elementari ed essenziali, caricandole di una forza ancestrale. La stessa, ancestrale forza che comunicano i siti preistorici come quello dei geoglifi di Nazca. L'opera di Richard Long è al riguardo significativa. L'artista ricerca luoghi desolati, privi di tracce umane visibili, paesaggi che rievocano l'infinito in cui la natura appare al suo grado zero, al suo stato primo. Long ricerca paesaggi che evocano una dimensione a-spaziale ed a-temporale, dei luoghi mentali più che fisici. Quello di Long è un poetico

ritorno alle origini dell'umanità attraverso sculture fatte coi materiali naturali direttamente trovati *in situ* e disposti a disegnare forme primigenie: linee, cerchi, spirali. A volte si tratta di una semplice linea tracciata attraverso uno spazio desertico di cui resta documentazione nei filmati e nelle foto scattate in bianco e nero dall'artista. In questa natura allo stato primordiale Long riporta l'atto culturale dell'uomo alla sua forma primitiva, assoluta, universale. Le sue linee, i suoi cerchi e le sue spirali esprimono gli universali della rappresentazione e della comunicazione umane. Nel loro essere presenti in ogni cultura possono essere assimilati a delle idee innate. La dialettica natura/cultura è così riportata anch'essa al suo grado zero. L'arte di Long ripercorre concettualmente il primo confronto dell'uomo con la natura, i primi atti fondativi e di misurazione dello spazio, attraverso i quali lo spazio viene dotato di senso. A proposito di atti fondativi universali, l'architetto austriaco Adolf Loos su cosa fosse l'architettura dava questa celebre definizione: "Se in un bosco troviamo un tumulo, lungo sei piedi e largo tre, disposto con la pala a forma di piramide, ci facciamo seri e qualcosa dice dentro di noi: qui è sepolto qualcuno. Questa è architettura". O meglio è il grado zero dell'architettura e dell'abitare. È l'insieme delle forme prime di astrazione umana della realtà che l'opera di Richard Long vuole riportare in vita. È nel primordiale gesto di tracciare forme geometriche elementari nello spazio, che lo circoscrivono e gli donano una misura, che lo spazio si istituisce e si compie come luogo. L'arte, il rito e la religione rappresentano fin dalle origini un modo di porsi e di interpretare la natura e Long li riprende nella sua forma primaria,



Con la ricerca di luoghi al limite della civiltà la *land art* evoca il ricongiungimento con il mondo naturale

proponendo una sintesi ideale della dialettica natura-cultura. I fiumi sono per l'artista inglese l'elemento privilegiato di una tale sintesi. Sono al contempo opera d'arte naturale e culla delle diverse civiltà, il

cui valore storico è richiamato nei loro stessi nomi. L'artista inglese ne ripercorre gli argini sia fisicamente, coi suoi passi, che idealmente, tracciando per via grafica il loro percorso. Ripercorrendone il tragitto, ha luogo la comunione fra configurazione geografica, storia umana ed epopea. In modo analogo agiscono le poesie visive scritte da Long. Le traiettorie percorse, le sensazioni provate nel percorrerle e gli attimi intensi vissuti nei viaggi fatti dall'artista attraverso lande sconfiniate sono condensati in geometrie di parole e di segni. Le poesie visive riportano distanze percorse, evocativi nomi di luoghi, temperature esperite, forza e direzione dei venti. Anche qui è un ritorno poetico all'origine del linguaggio, ai primi stupori dell'uomo di fronte alle forze della natura, ai primi soggetti di rappresentazione artistica.

Il rapporto natura/cultura è uno dei temi centrali della *land art*. A questo rapporto la cultura occidentale ha da sempre accordato una grande importanza come tema di riflessione filosofica. Il pensiero occidentale moderno si fonda sulla concezione antinomica di ciò che è natura, inteso come ciò che esisterebbe in assenza dell'uomo, e ciò che è cultura, inteso come corpus materiale e spirituale creato dall'uomo. L'opposizione natura-cultura non è universale come a lungo si è pensato. L'antropologo Philippe Descola ha recentemente mostrato come questa antinomia sia una costruzione epistemologica di categorie nata col pensiero moderno occidentale, sviluppatosi con Cartesio. Tale binomio di opposti è estraneo ad altri popoli e ad altre culture, come quella aborigena (2005). È estraneo anche alla cultura giapponese, come dimostra Berque (1982). Similmente alle culture aborigena e giapponese, anche altre culture non fanno distinzione fra natura e cultura e, laddove la fanno, la fanno in maniera molto meno netta e più fluida. Perciò, argomenta Descola, queste due categorie contrapposte non hanno senso se esportate al di fuori del pensiero occidentale.

Al contrario dell'opera di Richard Long che rappresenta una sintesi artistica del binomio di opposti natura-cultura, l'opera visionaria di Robert Smithson esprime lo scompiglio creato dall'invasione, da parte

dell'elemento artificiale, del paesaggio naturale. Gli interventi umani sulla natura la sconvolgono. Ma è allo stesso tempo la presenza e lo sguardo dell'uomo a conferire un'aura di poesia alla natura. L'uomo è, nella visione dell'artista americano, l'apice della creazione e della distruzione, è al contempo parte del mondo naturale e al di fuori di esso. Le opere di Smithson illuminano questa doppia condizione dell'uomo che è insieme anche una doppia condizione della natura. Gli elementi naturali sono al contempo parte del mondo naturale e del mondo culturale creato dall'uomo. Nell'opera "Upside Down Tree" un albero, dunque un elemento naturale, viene utilizzato come scultura. Per far ciò Smithson lo colloca nel paesaggio naturale in diversi modi, a testa in giù, poi adagiato di lato. Così collocato e fotografato l'albero non appartiene più completamente al mondo naturale, la sua realtà diventa la realtà ambigua dell'oggetto ad un tempo naturale e culturale. Il tema dell'interazione dell'uomo con l'ambiente è ripreso da Smithson anche nella serie di opere dal titolo "Mirror Displacements". Specchi disseminati a terra nelle distese spoglie del paesaggio americano producono qualcosa di simile a delle apparizioni. Spezzoni di cielo entrano a far parte del terreno, attraverso la riflessione prodotta dallo specchio. Quando poi l'artista inserisce intere sequenze di specchi nel paesaggio si producono effetti di ripetizione, come se questo paesaggio naturale quasi balbettasse. L'artificiale invade il naturale creando disordine e scompiglio, ma allo stesso tempo elevando la natura a poema lirico. Lo specchio crea logiche impossibili e immagini di sogno. Per mezzo degli specchi Smithson affronta anche il tema che più



Le opere di Smithson trasmettono lo sconvolgimento del paesaggio naturale ad opera dell'elemento artificiale

lo ha affascinato nel suo percorso artistico: il tema del tempo. Gli specchi sono un presente senza memoria, così come i "Glass Strata", disposizioni di sequenze di lastre di vetro nel paesaggio naturale che animano

giochi di trasparenze, baluginii e deboli riflessi, sono l'intuizione artistica della quarta dimensione temporale. La dimensione spazio-tempo che non può essere esperita, viene così richiamata dalle fugaci intuizioni suscitate dai vetri.

Ciò che più ha affascinato Smithson è anche il tema del tempo come tempo remoto sia nel futuro che nel passato. L'artista statunitense reinterpreta la storia geologica della terra: dal dissotterramento in termini artistici del passato della paleontologia alla prefigurazione del declino dell'universo. Nella serie "Hypotetical Continents" i suoi studi cartografici sulle ere geologiche prendono, attraverso la disposizione di sassi e detriti nel paesaggio naturale, la forma dei continenti esistiti agli albori della terra. Il tema del declino dell'universo è trattato in molte altre sue opere. Per farlo Smithson sceglie di celebrare aree industriali dismesse. In queste frange dimenticate di terra, fra gli anni '60 e '70, realizza delle macrosculture modellando il terreno secondo configurazioni archetipe: cerchi e spirali. Smithson da vita alle prime forme di riciclo a fini artistici di terreni industriali abbandonati, alle prime riqualificazioni poetiche di questi luoghi altrimenti caduti in rovina. Nel 1961 nei pressi di Emmen, Olanda, realizza laddove c'era una miniera abbandonata le due macrosculture "Spiral Hill" e "Broken Circle". Nel 1973 crea un'altra macroscultura a forma di rampa circolare in una cruda landa di terreno ad Amarillo, Texas. È invece del 1970 la sua opera simbolo: "Spiral Jetty", realizzata nel Great Salt Lake in Utah. 450 metri di materiale detritico formano una spirale nel lago, un ciclone immobile destinato ad essere in un tempo lunghissi-



Il tema del declino dell'universo è rappresentato nella celebrazione delle aree dismesse

mo scomposto dagli eventi atmosferici ed ingoiato dall'acqua del lago. I luoghi scelti richiamano alla mente il vuoto spaziale e dunque lo spazio mentale, ma anche l'idea di un'arte lontana dal bello e vicina

alle periferie del mondo, a quei terreni di frangia da sempre esclusi dalla storia dell'arte. Sono questi i terreni che richiamano a Smithson l'immagine dell'universo in declino dove i processi entropici si sono ormai compiuti. In questi spazi desolanti il visionario artista modella cerchi e spirali. In quanto corpi generati dalla rotazione e dalla progressione geometrica, cerchio e spirale sono sempre in equilibrio. E tuttavia anche loro sono destinati ad essere lentamente riassorbiti dalla natura. Smithson immagina queste opere come delle archeologie del futuro, un futuro remoto in cui le sue forme archetipe verranno scoperte come resti di stratificazioni di ere geologiche antiche e di un'umanità ormai scomparsa. Declino ed Entropia sono temi centrali nell'opera di Smithson. I cicli di opere "Asphalt Rundown" and "Glue Pour" sono la rappresentazione degli effetti irreversibili provocati dall'azione dell'uomo. Smithson versa lungo gli scoscesi pendii di cave dismesse materiali come colle e asfalto. Le colate si cristallizzano secondo un proprio equilibrio a scapito dell'entropia generale del sistema, generando processi irreversibili. Asfalto e colla si mischiano col terreno e non si potrà più tornare indietro perché asfalto, colla e terra non potranno più essere separati. Solo le foto e i filmati della realizzazione delle colate fatti dall'artista americano permettono allora una reversibilità del tempo. Ancora una volta è l'arte lo strumento magico col quale sovvertire le leggi della natura.

Il rapporto natura-cultura viene invece declinato da Christo & Jeanne Claude attraverso la spettacolare esperienza del paesaggio sintetico. L'artista bulgaro e sua moglie impacchettano nel 1969 la scogliera di Sidney, nel 1974 una porzione di costa a Rhode Island e nel 1983 i bordi delle isole al largo di Biscayne Bay in Florida, utilizzando ettari ed ettari di popylene. Impacchettando chilometri di coste, Christo & Jeanne Claude trasformano le aree costiere da terreno di confine fra terra e mare ad entità quasi-architettoniche. Fotografate e filmate dall'alto, le coste così impacchettate vedono convertita la loro marginalità in centralità, cui il mare e la terra fanno da sfondo. L'esperienza del cielo e del mare dalla costa

impacchettata è un'esperienza straniante. È la versione epica, realizzata su vastissima scala, dell'effetto di straniamento già caro alle avanguardie storiche surrealista e dadaista. L'artista si fa arbitro delle risorse naturali e dell'ambiente, fa il gesto eroico di creazione di paesaggi interamente nuovi, drammaticamente irreali, morbidi ed elastici. Territori familiari impacchettati offrono visioni oniriche ed enigmatiche, in cui il paesaggio è al contempo oggetto scultoreo, sfondo e luogo di vita. Gli impacchettamenti ambientali di Christo & Jeanne Claude interessano anche i contesti urbani: ponti, torri, mura storiche ed altri edifici situati in punti nodali della città. Impacchettate, le architetture si trasformano in prodotti estetici autonomi rispetto a ciò che sta sotto. Christo li ha definiti gentili disturbi temporanei fra terra e cielo fatti per riequilibrare le nostre impressioni (1995). Li ha impacchettati con l'intenzione di fare qualcosa di inimmaginabile prima e di indimenticabile poi. Li ha fatti in giro per il mondo e anche in Italia: a Spoleto nel 1968, con l'opera "Wrapped Tower" e "Wrapped Fountain", a Roma nel 1969 impacchettando il Ponte Sant'Angelo e poi ancora nel 1973 impacchettando le mura romane.

Come Smithson, anche Christo & Jeanne Claude si divertono ad immaginare logiche impossibili. Con la serie di opere "Air Packages" arrivano ad impacchettare l'immateriale. Grandi palloni aerostatici, dell'ordine di 5.000 metri cubi, sospesi ed immobili nell'aria, sono quasi un monumento al contro-natura, di cui foto, filmati e collages restituiscono immagini fellinianamente suggestive. L'idea di logica impossibile emerge in tutte le opere ambientali di Christo & Jeanne Claude. Il ciclo di opere "Curtain Walls" consiste di tendaggi in nylon che si snodano tagliando per chilometri e chilometri le aree naturali. "Valley Curtain" Colorado, 1971, è un tendaggio in poliammide arancione che per 394 metri sbarra il fondo di una vallata fra due fianchi rocciosi. "The Running Fence" è una tenda-frontiera di nylon bianco che nel 1976 scinde il territorio riarso a nord di San Francisco fino a tuffarsi e proseguire nell'oceano americano per un totale di 40 chilometri. I "Curtain

Walls" sono confini morbidi, permeabili, spazi di filtro che arbitrariamente definisco un dentro ed un fuori, richiamando l'attenzione sull'artificialità dei confini politici, su come il dispositivo di potere costituito dai confini politici si sovrappone allo spazio naturale in maniera del tutto indipendente, tranciando l'unicum originario di un territorio. Utilizzando più di tremila ombrelli, talvolta raggruppati, talvolta distanti gli uni dagli altri, Christo & Jeanne Claude creano una linea che idealmente unisce Giappone e Stati Uniti (*The Umbrellas Japan – Western United States*, 1991). Allo spazio tagliato dai confini politici, sovrappongono altrettanto arbitrariamente, uno spazio artistico inedito definito dall'unione del territorio americano e di quello giapponese.

Questa rassegna di opere di tre dei più grandi land-artisti mostra come la questione ambientale irrompe nel mondo dell'arte a partire dagli anni Sessanta, quando gli artisti iniziano ad interessarsi agli esiti dell'azione dell'uomo sull'ambiente naturale. Con la loro visionarietà offrono un'interpretazione inedita di quest'azione, prefigurano poeticamente modi alternativi di esercitarla e possibili scenari futuri.

Bibliografia

- BEARDSLEY, J. (1984). *Earthworks and beyond: contemporary art in the landscape*. New York, Abbeville Press.
- CHRISTO, J., CHRISTO, J.-C., BAAL-TESHUVA, J., & VOLZ, W. (1995). *Christo & Jeanne-Claude*. Köln, Taschen.
- DESCOLA, P. (2005). *Par de-là nature et culture*. Trad.it.(2011). *Diversità di natura, diversità di cultura*. Milano, Book Time.
- KRAUSS, R., GRAZIOLI, E. (1998). *Passaggi: storia della scultura da Rodin alla Land Art*. Milano, Mondadori.
- LONG, R. (1994). *Richard Long*. Milano, Electa Mondadori.
- LOOS, A. (1972). *Parole nel vuoto*. Milano, Adelphi.
- SMITHSON, R., TSAI, E., BUTLER, C. H., CROW, T. E., ALBERRO, A., & ROTH, M. (2004). *Robert Smithson*. Berkeley, University of California Press.

Siti internet di riferimento
www.richardlong.org



Saffone - TR

La transizione alla green economy dopo Rio+20

Stefano Pisani

“La green economy è un’alternativa alla decrescita infelice”. Le iniziative di economia e di crescita verde fioriscono dappertutto ed è ormai comune la convinzione che la strada per uscire dalla crisi economica, ecologica e sociale sarà green

Il Commissario dell’Ambiente dell’Unione Europea Janez Potonick ha annunciato che il 2014 sarà l’“Anno europeo della green economy”. Di recente, è stato diffuso un rapporto della *AtKisson* di Seattle, commissionato originariamente dal WWF svedese, dal titolo “Green Economy 2013. A Strategic Briefing on the State of Play in the Global Transition”, che analizza lo stato globale della transizione all’economia verde. L’*AtKisson Group* è una realtà mondiale leader nel campo della conoscenza e nel *consulting networks* sulla sostenibilità ed è stata pioniera e innovatore in questo settore sin dalla sua fondazione, nel 1992. Il gruppo comprende società di consulenza e formazione, centri universitari per la sostenibilità e fondazioni *no profit* provenienti da una dozzina di paesi. In questo report, che fa parte della “The Sustainability Intelligence Series”, si analizzano oltre cento fra rapporti, iniziative e programmi nell’ambito della green economy. Si tratta del tema che ha caratterizzato la conferenza Onu di Rio+20 che si è tenuta a giugno 2012 in Brasile: più precisamente, Rio+20 è stata l’occasione per discutere su come le economie possano raggiungere una crescita verde. Prima di questa conferenza, la proposta della green economy si focalizzava sulla necessità di coniugare la protezione dell’ecosistema e la lotta alla povertà con una nuova economia (una prospettiva in linea, peraltro, con gli Obiettivi di Sviluppo del Millennio delle Nazioni Unite). A Rio+20, lo *United Nations Environment Programme Green Economy Report 2011*, citato come documento di background fondamentale per la conferenza, delinea la definizione della – e l’approccio alla – green economy come segue: “L’Unep

definisce la green economy come un’economia che si traduce nel miglioramento del benessere e dell’equità sociale umana riducendo in modo significativo i rischi ambientali e le carenze ecologiche”. In parole più semplici, la green economy è a basso tenore di carbonio, efficiente (sotto il profilo delle risorse) e socialmente inclusiva. In una economia *green*, la crescita del reddito e dell’occupazione dovrebbero essere guidate dagli investimenti pubblici e privati che riducono le emissioni di carbonio e l’inquinamento, aumentano l’energia e l’efficienza delle risorse e prevengono la perdita di biodiversità e servizi ecosistemici. “Questi investimenti devono essere catalizzati e sostenuti da spese pubbliche mirate, riforme politiche e modifiche normative e il percorso di sviluppo dovrebbe mantenere, migliorare – e se necessario ricostruire – il capitale naturale come risorsa economica fondamentale e come fonte di benefici pubblici. Questo è particolarmente importante per le persone che si trovano in povertà, la cui sussistenza e sicurezza dipendono dalla Natura”. Le conclusioni in materia raggiunte da quel vertice non sono state esattamente soddisfacenti: la formula della green economy ha incontrato numerose critiche e resistenze da parte di tutti i fronti politici, anche se, tuttavia, è stata comunque la prima volta che la definizione di green economy è entrata in un documento ufficiale. Dopo una levata di scudi da parte dei paesi del G7 e della Cina, il documento finale concordato affermava, in sostanza, che i paesi che volevano seguire la strada della green economy come uno “sforzo comune” erano liberi di farlo. Dopo Rio+20, il dibattito resta oggi accesissimo, soprattutto sulla desiderabilità – quando non sulla

fattibilità stessa – della green economy, con i critici conservatori che la definiscono uno spreco di denaro e le voci progressiste a sinistra che la ritengono un cambiamento di rotta eccessivo. Nonostante “incidenti di percorso”, dunque, gli sforzi per arrivare a

L'obiettivo del rapporto AtKisson è di investigare sullo spostamento dei capitali in tecnologie verdi

una green economy, o almeno per pianificare il modo in cui realizzarla, continuano ad aumentare in tutto il mondo. Molti paesi, sia nel mondo sviluppato che in quello in via di sviluppo, si sono già impegnati sul fronte politico e economico. Uno in particolare, la Cina, che aveva frenato la *roadmap* europea verso la green economy proprio a Rio+20, si candida a essere in cima al mondo in questa direzione, con un piano di investimento di mille miliardi di dollari in più pianificati nei prossimi cinque anni con il supporto di strategie politiche, ad esempio nel settore bancario, che guidano cambiamento e innovazioni. Considerati i flussi di investimento in settori come le energie rinnovabili, i numeri dell'occupazione nei cosiddetti lavori “verdi” e il valore dei prodotti e servizi *green-badged*, la green economy è già una significativa realtà e costituisce circa il 5% dell'economia mondiale. Se la Cina, infatti, si ripropone di creare un settore del valore di centinaia di miliardi di dollari, i paesi di tutto il mondo hanno stabilito i loro programmi, si legge nel report, secondo scale che vanno dal piccolo al “gargantuesco”. Tuttavia, gli investimenti effettivi, con la notevole eccezione di pochi paesi, finora stentano, dato che l'enorme fiume di fondi che è necessario – e che è stato promesso dai governi nazionali – non si è ancora materializzato.

IL “DISACCOPIAMENTO”

Il disaccoppiamento sistematico è uno dei temi principali nelle iniziative di green economy. Il disaccoppiamento prevede di slegare la tradizionale crescita

economica e il progresso dal consumo di risorse. Una economia che sta disaccoppiando ha lo scopo di “fare più con meno”, incrementando il livello di “produttività” delle risorse, disaccoppiando, appunto, l'intensità di energia e materie prime per unità di Pil. Lo scopo è ottenere una riduzione dell'input di materie prime ed energia per la produzione di beni e servizi e creare valore utilizzando una quantità inferiore di risorse naturali.

Il concetto di disaccoppiamento è stato oggetto di un serio dibattito politico per la prima volta negli anni Novanta, in Olanda. Gli sforzi dei Paesi Bassi per migliorare l'efficienza e ridurre l'inquinamento produssero alcuni misurabili e validi risultati di disaccoppiamento e attirarono l'attenzione di altri paesi. In tempi recenti, molte nazioni hanno mostrato risultati simili a quelli olandesi, specialmente rispetto all'intensità di carbonio delle loro economie. Le reali possibilità offerte dal disaccoppiamento rimangono comunque controverse e non mancano le opinioni critiche, come quella dell'economista Tim Jackson secondo cui si tratterebbe di un meccanismo impossibile da attuare senza abbandonare i tradizionali paradigmi di crescita economica. Possibile o no, il disaccoppiamento assoluto – ossia una crescita economica (misurata tramite il Pil) che risulti in un assoluto e reale decremento complessivo dell'uso di risorse, piuttosto che in un relativo aumento dell'efficienza – si è dimostrata molto impegnativa. Più in particolare, solo pochi paesi hanno raggiunto il disaccoppiamento negli ultimi tempi: Francia, Germania e Italia hanno, in anni recenti, sperimentato l'aumento del Pil e il calo assoluto delle emissioni di carbonio. Altri paesi in via di sviluppo hanno perseguito politiche energetiche risultanti in un disaccoppiamento relativo, ossia in una riduzione delle emissioni di carbonio per unità di Pil ma senza una riduzione assoluta delle emissioni (che continuano a crescere). I Paesi Bassi, nei loro indicatori di *Green Growth* per il 2011, hanno anche riferito progressi in termini di disaccoppiamento e di aver raggiunto il disaccoppiamento assoluto in due aree: surplus di nutrienti e intensità dell'uso dell'acqua.

LE POLITICHE DI PREVENZIONE DEI DANNI AMBIENTALI

Green economy significa anche comprendere i legami fra i danni ambientali e le scelte dell'economia.

Dal rapporto si sottolinea la necessità promuovere *partnership* con i sindacati per la creazione di *Green Job*

Gli eventi climatici estremi, che sono all'ordine del giorno, vengono collegati in maniera crescente ai cambiamenti climatici – non solo dagli ambientalisti e dagli scienziati del clima, ma anche dalle compagnie di assicurazione. I costi associati ai cambiamenti climatici sono arrivati in primo piano sin dal 2006, con la pubblicazione della “Stern Review on the Economics of Climate Change” che ha cambiato il dialogo globale sull'argomento. I cambiamenti climatici non sono l'unica fonte di danno crescente: incidenti industriali come la fuoriuscita di petrolio della *BP Deepwater Horizon* del 2010 sono in aumento e rendono sempre più necessario un rapido adeguamento delle arene politiche e commerciali. In Cina, ad esempio, nel 2008 ci sono stati 135 incidenti industriali che hanno causato danni ambientali, un numero salito nel 2011 a 542. Si tratta di eventi estremi che, in qualche misura, dovrebbero stimolare nuove metodologie e politiche economiche e che rendono chiaro come alcuni costi e rischi su larga scala siano stati ignorati (fino al momento delle tragedie) e come le politiche debbano in futuro cercare di prevenire simili eventi. Secondo il rapporto, però, è ancora raro trovare iniziative politiche preventive che si basino su valutazioni dei potenziali rischi e dei costi derivanti dai danni ambientali e dagli effetti dei cambiamenti climatici. Di recente, un report Teeb (*The Economics of Ecosystems and Biodiversity*) ha stimato che le attività di business costano circa 4,7 trilioni di dollari, ogni anno, in termini di danno ambientale. Il danno maggiore, sempre secondo questo studio, è stato causato dalle centrali elettriche.

che a carbone dell'Asia orientale, che provocano un onere economico di oltre 450 miliardi di dollari ogni anno (a fronte di un fatturato di soli 443 miliardi di dollari). Tuttavia, l'allevamento di bestiame in Sud America è di gran lunga peggiore, con 350 miliardi di dollari di perdite in termini di capitale naturale contro un fatturato di soli 17 miliardi di dollari. In quest'ambito, un'attività di indirizzo molto importante viene svolta dal Fondo Monetario Internazionale che sta spingendo affinché si ponga fine ai sussidi per i combustibili fossili e il cui direttore, Christine Lagarde, ha messo in guardia circa i costi dell'inazione a proposito dei cambiamenti climatici. Secondo la Commissione Europea (negli studi "The costs of not implementing the environmental acquis" del 2011 e "The economic benefits of environmental policy", del 2010) il costo per l'economia europea derivato dalla non implementazione dei suoi regolamenti ambientali si stima fra i 200 e i 300 miliardi di euro all'anno.


I GREEN JOBS

Sono milioni i nuovi posti di lavoro che rientrano nella categoria dei *green jobs* (ossia disegnati per ridurre il danno all'ambiente): si parla di oltre 7 milioni nella Unione Europea, oltre 3 milioni negli Stati Uniti e circa 3 milioni in Brasile (pari al 6,6% dell'occupazione formale complessiva del paese). Se poi i lavori verdi, per definizione, si mettono in relazione alla gestione delle risorse naturali, come la rigenerazione delle foreste, la conservazione della natura e la protezione della biodiversità, allora la stima nella Ue sale fino a 14,6 milioni. Mentre diversi studi suggeriscono che l'impatto occupazionale degli investimenti su lavori verdi è significativamente più elevato rispetto agli investimenti in "lavori *brown*" (per esempio, quelli del settore dei combustibili fossili), ci sono alcune preoccupazioni, sollevate di solito da voci conservatrici, sul fatto che creare normative che favoriscono posti di lavoro verdi equivarrà a perdere posti di lavoro *brown*. Secondo uno studio dell'Ilo (*International Labour Organization*) questa preoc-

cupazione sarebbe però infondata perché, a livello globale, il passaggio a un'economia verde produrrà un "guadagno netto" dello 0,5-2% dei posti di lavoro. Tuttavia, la transizione sarà difficile, poiché dal 10 al 20% dei posti di lavoro dipende dalla esistente economia *brown* (ad esempio, l'industria dei combustibili fossili). La transizione politica deve essere dunque gestita correttamente per evitare gravi spostamenti. Il report menziona poi alcuni casi interessanti, come quello della Corea del Sud che, con l'iniziativa *Green Growth*, mira a creare circa 1,5 milioni di nuovi *green jobs*. La Germania, che è stata un importante caso studio di successo per la politica dei lavori verdi, ha vissuto di recente alcune battute d'arresto: le politiche di promozione delle energie rinnovabili hanno creato oltre 30 mila posti di lavoro all'anno a partire dal 2004; secondo uno studio del Ministero dell'Ambiente, 370 mila nuovi posti di lavoro sono stati creati nel 2012 solo nel settore delle rinnovabili. Verso la fine del 2012, tuttavia, migliaia di posti di lavoro nel solare sono stati persi a causa della guerra dei prezzi e della competizione con la Cina e alcune società tedesche che si basavano sulle energie rinnovabili sono andate in bancarotta. Comunque, l'impatto dei *green jobs* sull'economia della Germania resta molto significativo. La Spagna ha creato migliaia di posti di lavoro verdi per energie rinnovabili, sostenibilità dei trasporti, gestione dei rifiuti e nel settore delle costruzioni. Purtroppo, si tratta di un impatto che ha dovuto vivere la profonda recessione e la crisi della disoccupazione, anche se un corpo legislativo completo in materia ambientale ha contribuito ad ammortizzare gli effetti di queste difficoltà contingenti. Il settore delle rinnovabili, in Spagna, spera da solo di arrivare a creare circa 200 mila nuovi posti di lavoro verde per la fine del 2013.

LE LEVE PER LO SVILUPPO DELLA GREEN ECONOMY

Il rapporto *AtKisson* si conclude con alcune riflessioni e proposte generali. Innanzitutto, lo sviluppo della green economy non è più solo teorico: sono



in corso grandi cambiamenti, processi innovativi e flussi di investimenti. La green economy ha bisogno di incontrare sul suo cammino strategie che ne accelerino la velocità e i punti su cui far leva potrebbero essere: promuovere l'uso accelerato di indicatori alternativi, come un "Pil verde" o misure equivalenti; promuovere nuove leggi, incentivi e regolamenti che inducano un incremento negli investimenti, in particolare attraverso norme e incentivi per il settore bancario (la Cina, per esempio, ha programmato di investire 1,28 trilioni di dollari nello sviluppo della green economy nell'arco 2011-2015. I livelli di investimento cinesi sono superiori a qualunque altro singolo flusso di capitale, nella transizione, di qualunque altro luogo al mondo); invitare i governi a onorare i loro impegni per il *Green Climate Fund* e, in generale, orientare la politica e l'attenzione degli attivisti al sotto-investimento di fondi per trasformare l'economia; evidenziare, promuovere e tentare di accelerare l'adozione di nuovi strumenti di monetizzazione per mettere servizi e costi ambientali in bilancio; sponsorizzare un serio processo di revisione per affrontare grandi sfide, come le economie di disinvestimento nei combustibili fossili; istituire partnership con i sindacati per la promozione di strategie per *green jobs*, utilizzando le migliori analisi e modelli disponibili e focalizzando l'attenzione, in particolare, sui problemi della disoccupazione giovanile; collaborare con le istituzioni finanziarie per lo sviluppo di nuove strategie di finanziamento e di iniziative per la green economy.

Green economy, l'economia del bene comune che guarda al futuro

Silvia Zamboni

Promosso in occasione di Ecomondo, il secondo appuntamento nazionale con l'imprenditoria verde ha messo all'ordine del giorno una fitta e dettagliata agenda elaborata dai dieci gruppi di lavoro tematici del Consiglio Nazionale della Green Economy, costruendo le coordinate "ecologiche" per l'uscita dalla crisi economica sociale e ambientale

Con oltre 2200 iscritti gli Stati Generali della Green Economy 2013 (SGGE) hanno fatto il pieno anche quest'anno, segno dell'attenzione e delle aspettative con cui si guarda all'economia verde, da considerarsi non come una branca settoriale della catena che produce valore, ma come un nuovo modo di intendere l'economia in rapporto agli obiettivi della sostenibilità ambientale e sociale e della qualità della vita. «L'idea che gli esseri umani potrebbero prosperare consumando di meno è ovviamente allettante. Sarebbe però da pazzi pensare che sia una cosa facile da fare», scrive Tim Jackson, professore di sviluppo sostenibile dell'Università del Surrey, nell'introduzione al volume "Un green new deal per l'Italia" presentato agli SGGE 2013.

«D'altro canto non ci si dovrebbe arrendere facilmente. Potrebbe infatti darci la migliore prospettiva possibile per la green economy: la prosperità sarebbe l'arte di vivere bene su un pianeta finito. La sfida per l'economia verde è quella di creare le condizioni per far sì che ciò avvenga», conclude Jackson.

Promosso in occasione di Ecomondo (Fiera di Rimini, 6-9 novembre 2013), questo secondo appuntamento nazionale con l'imprenditoria verde ha messo all'ordine del giorno una fitta e dettagliata agenda elaborata dai dieci gruppi di lavoro tematici del Consiglio Nazionale della Green Economy. Riforma fiscale in chiave ecologica; migliore utilizzo delle risorse europee e strumenti finanziari innovativi; investimenti per infrastrutture verdi, difesa del suolo e acque; programma nazionale di misure per l'efficienza e il risparmio energetico; misure per sviluppare le attività di riciclo dei rifiuti; rilancio degli investimenti per lo svilup-

po delle fonti rinnovabili; programma di rigenerazione urbana, recupero degli edifici e bonifica per limitare il consumo di suolo; fondo nazionale per la mobilità sostenibile; valorizzazione dell'agricoltura di qualità; piano nazionale per l'occupazione giovanile in ambito green: sono questi i tasselli del pacchetto di misure di "pronto intervento" in chiave green presentato agli SGGE 2013 per cogliere e promuovere le opportunità imprenditoriali e occupazionali offerte dalle attività economiche verdi e dagli eco-investimenti, la cui vocazione è saldare le ragioni dell'ambiente (riduzione del consumo di risorse naturali non rinnovabili, dell'impronta ecologica e dell'impatto sull'ambiente, dei consumi energetici e delle emissioni climateranti) con i vincoli dei bilanci aziendali. Un'agenda tagliata su misura per un programma di *New Deal Verde* per l'Italia che accompagni il nostro paese fuori dal tunnel dell'attuale crisi economica, occupazionale, ambientale ed energetica. Di "liste virtuose", viene però spontaneo obiettare, sono lastricate le strade dell'inconcludente, frustrante *deja vu* nostrano delle enunciazioni che anno dopo anno restano sulla carta. Come si può passare, finalmente, dalle buone intenzioni alla messa in opera, dal virtuoso elenco "del che fare" a quello più concreto e misurabile del "fatto"? «Occorre innescare una spinta convergente che agisca su più piani: governativo, regionale e imprenditoriale», è la risposta di Edo Ronchi, Presidente della Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile che ha l'incarico di coordinare l'organizzazione degli Stati Generali. «A livello governativo abbiamo già incassato l'atteggiamento favorevole del ministro dell'Ambiente

Andrea Orlando, che ha presentato il collegato ambientale alla Legge di Stabilità per lo sviluppo della green economy». Si tratta di un provvedimento in 30 articoli che contiene misure per la protezione del patrimonio naturale, la valutazione di impatto ambientale, gli acquisti ed appalti 'verdi' da parte della Pubblica amministrazione, le infrastrutture verdi, l'occupazione giovanile in chiave *green*, la gestione dei rifiuti per incrementarne recupero e riciclo. Su quest'ultima voce, però, pesa negativamente la dilazione delle scadenze fissate dalla *road map* tracciata dal decreto Ronchi del 1997: il raggiungimento dell'obiettivo del 65% di raccolta differenziata è stato spostato infatti alla fine del 2020. «Una sorta di intollerabile condono per i Comuni in ritardo rispetto alla vigente tabella di marcia che non premia i Comuni virtuosi che quegli obiettivi li hanno già raggiunti» lo definisce Francesco Ferrante, vice

Il felice connubio tra investimenti "eco" e bilanci aziendali è al centro del Rapporto Green Italy 2013 lo scorso novembre

Presidente di Kyoto Club. In materia di servizio idrico il ddl Orlando introduce una tariffa sociale che terrà conto delle condizioni sociali degli utenti, recependo così «un pezzo del referendum sull'acqua pubblica del giugno 2011», secondo le parole del ministro dell'Ambiente. Infine, il collegato ambientale prevede, meritoriamente, il finanziamento degli interventi di demolizione di immobili abusivi realizzati in aree ad elevato rischio idrogeologico. Non sono invece mancate critiche (mentre andiamo in stampa) all'esiguità dei 30 milioni stanziati per la difesa del suolo nella Legge di Stabilità, considerato che, non solo alla luce dei tragici eventi che hanno sconvolto la Sardegna con l'alluvione di metà novembre, il dissesto idrogeologico che corrode il nostro paese richiederebbe l'allocazione di fondi ben più consistenti per *prevenire* le conseguenze dei fenomeni meteo estremi, e non solo per rimediare ai danni post-eventi alluvionali, in particolare avviando un piano di misure di adattamento ai cambiamenti climatici. Secondo il Consiglio Nazionale dei Geologi «negli ultimi 60 anni gli eventi naturali a carattere disastroso sono stati ben 3.362 e sono collegabili principalmente a fenomeni

come improvvise inondazioni, frane di tutti i tipi e di tutte le dimensioni, colate di fango e detriti». Se poi a questa fragilità territoriale si aggiunge, come è accaduto ad esempio in Sardegna, una politica urba-



L'imprenditoria alleata dell'ambiente è stata protagonista anche dei Colloqui di Dobbiaco

nistica scriteriata che consente di costruire in aree a rischio esondazioni, frane e quant'altro, la catena dei disastri non potrà che allungarsi.

Continuando la disanima del "chi/cosa deve fare" per attuare l'agenda degli SGGE, secondo Ronchi «la vera novità dell'edizione 2013 è stata l'attivazione del livello regionale, a partire dall'Agenda Verde del Lazio, regione che l'11 dicembre ha convocato una edizione locale degli SGGE. L'ultimo tassello», conclude il Presidente della Fondazione Sviluppo Sostenibile, «è costituito dalle attività che le aziende e le organizzazioni d'impresa svolgono per conto proprio, dalla formazione alla ricerca e all'innovazione di prodotto e processo, alla elaborazione di una *vision* complessiva, senza limitarsi a chiedere interventi all'esterno, ovvero alle istituzioni, ma muovendosi in autonomia e investendo in proprio».

A maggior ragione in questo quadro è risuonata particolarmente stonata la "stecca" del ministro allo Sviluppo Economico, Flavio Zanonato, che ha risposto picche alla richiesta di introdurre le misure proposte in tema di fiscalità verde, di rilancio delle fonti rinnovabili con un nuovo sistema di incentivi non più in bolletta, e di sostegno all'efficienza energetica. «Mentre gli SGGE hanno offerto la rappresentazione plastica di ciò che le imprese sono state capaci di costruire concretamente, l'approccio del ministro Zanonato, tutto rivolto al passato, ha manifestato l'incapacità di comprendere il futuro iscritto nel DNA della green economy», è il lapidario commento di Ferrante. Il felice connubio tra investimenti "eco" e bilanci aziendali e capacità di stare

sul mercato, anche estero, è al centro dei dati del Rapporto Green Italy 2013 presentato a novembre dalla Fondazione Symbola e da Unioncamere: alle 328mila aziende italiane dell'industria e dei servizi

Le imprese devono trovare il punto di equilibrio tra i costi legati alla performance ambientali e i ricavi

(22%) con almeno un dipendente che dal 2008 hanno investito o lo faranno entro quest'anno in tecnologie *green*, si deve il 38% di tutte le assunzioni programmate nell'industria e nei servizi nel 2013, precisamente 216.500 su un totale di 563.400. Segnali positivi arrivano dalla green economy nazionale anche sul tema dell'occupazione giovanile: il 42% del totale delle assunzioni under 30 programmate quest'anno verrà fatto proprio da quel 22% di aziende. Inoltre, il Rapporto evidenzia che il 42% delle imprese manifatturiere che fanno eco-investimenti esporta i propri prodotti, contro appena il 25,4% di quelle che non investono. Green economy significa anche redditività: il 21,1% delle imprese manifatturiere eco-investigatrici ha visto crescere il proprio fatturato nel 2012, contro il 15,2% delle non investitrici. L'imprenditoria alleata dell'ambiente e ispirata al perseguimento del bene comune è stata protagonista anche dell'annuale appuntamento dei Colloqui di Dobbiaco (29-30 settembre 2013) intitolati "Intraprendere la grande trasformazione" e dedicati alle riflessioni sull'economia del bene comune e all'incontro con un gruppo di imprenditori che hanno intrapreso forme di produzione socialmente ed ecologicamente sostenibili. Gli interventi sono stati aperti dalla relazione di Gabriele Centazzo, presidente della Valcucine e autore del manifesto "Per un nuovo Rinascimento italiano" che ha pubblicato, a proprie spese, su *Il Corriere della Sera* e su *La Repubblica* nell'autunno 2012. Un'accattivante presentazione, la sua, a tratti venata di irriverente ironia verso gli immarcescibili politici italiani dell'intero arco costituzionale, che però non ha convinto su un

punto: la forte presa che le imprese *low cost* hanno sui consumatori (leggi ad esempio IKEA, per restare al settore dell'arredamento) e la rilevanza della massa d'urto delle grandi aziende per determinare il cambiamento. Ovvero: il successo dell'economia del bene comune e della sostenibilità passa anche dall'appetibilità del "cartellino col prezzo" e dalla taglia delle aziende. Lo ha sostenuto Stefan Schaltegger, direttore del *Center for Sustainability Management* dell'Università Leuphana di Lüneburg (Germania). Al contrario di Centazzo, per Schaltegger sono le grandi imprese i motori del cambiamento perché rispetto ad un'azienda di nicchia, sia pur virtuosa, possono incidere di più sul mercato. Per avere una società ecosostenibile bisogna quindi fare il salto verso il mercato di massa sostenibile, «misurando» attentamente l'impatto delle diverse soluzioni disponibili. Prendiamo la mobilità, ha proposto: abbiamo il modello delle auto elettriche, ibride o a celle combustibili da un lato, e il *car sharing* dall'altro. La prima soluzione non è sostenibile perché richiede un elevato consumo di materie ed energia per la produzione di massa di veicoli; mentre lo è il *car sharing*, che riduce il numero di vetture da sfornare. Quanto poi al dibattito in corso sulla decrescita, «non basta non crescere per essere sostenibili», ha sottolineato Schaltegger, «né decrescere è garanzia di sostenibilità, tanto meno sociale. Nel mondo ci sono tre miliardi e mezzo di esseri umani che vogliono consumare di più, muoversi di più: non riusciremo ad impedirglielo, per cui la soluzione è offrirgli il modello del *car sharing* che funziona in Germania, Svizzera e sta decollando a Milano» (con oltre 50mila neoassociati, ndr).

Intervistati dal pubblico seduto in circoli concentrici attorno ad una metaforica boccia di vetro, nel cosiddetto *fish bowl* hanno "nuotato" imprenditori e imprenditrici, presentati come testimonial di un raggiunto equilibrio tra successo di mercato e responsabilità ambientale e sociale di impresa. Tra questi, anche due imprenditori umbri: Federica Angelantoni, amministratrice delegata di Archimede Solar Energy, l'impresa che ha inventato un processo di accumulo del calore ottenuto dagli impianti di solare termodinamico (da convertire in elettricità) che si basa sull'impiego di sali inerti in sostituzione del più costoso e inquinante olio diatermico; e Valentino Mercati, fondatore di Aboca Spa, azienda leader nel settore agro-farmaceutico biologico.

Per Karl Ludwig Schibel, coordinatore della due giorni di Dobbiaco, «parafrasando Marx, i Colloqui 2013 hanno fatto camminare l'economia verde sui piedi anziché sulla testa. In altre parole, le imprese devono trovare il punto ottimale di equilibrio tra i costi legati al miglioramento delle performance ambientali e i ricavi. Può non piacerci perché vorremmo marciare più speditamente verso la sostenibilità. Ma dobbiamo accettare l'evidenza che questa trasformazione è un processo, nel corso del quale anche i conti aziendali devono tornare».



Lago di Piediluco - TR

La domanda di energia è destinata a crescere

Cristiana Pulcinelli

La domanda di energia nel mondo è destinata a crescere di un terzo entro il 2035. In virtù delle nuove tecnologie di estrazione si stanno spostando i picchi di petrolio e gas. Per ciò che riguarda il nucleare, invece, dopo il disastro di Fukushima si è intensificata la ricerca sulla fusione nucleare che però, a parere degli esperti, è ancora lontana da venire. La situazione, quindi, dato che anche le energie rinnovabili si mostrano costose a causa degli incentivi, dimostra ancora una discrepanza tra crescita e sostenibilità dei modelli impiegati finora

Il panorama del mondo sta cambiando anche per quanto riguarda l'energia. Secondo le previsioni contenute nel rapporto annuale *World Energy Outlook* che l'Agenzia Internazionale per l'Energia (Iea) ha pubblicato a metà novembre scorso, in Asia la domanda di energia è destinata a crescere più velocemente che altrove, anche se non in modo omogeneo. Nel decennio 2020-2030, ad esempio, la Cina occuperà un posto di secondo piano, mentre l'India e i paesi del Sud-est asiatico saranno in testa alla graduatoria. Il Medio Oriente diventerà il secondo più grande consumatore di gas al mondo entro il 2020 e il terzo più grande consumatore di petrolio entro il 2030. Nei paesi Ocse (i cosiddetti paesi sviluppati), invece, la domanda di energia crescerà con ritmi più lenti ed entro il 2035 sarà meno della metà di quella dei paesi che non aderiscono all'Ocse. In ogni caso, se guardiamo la cosa da una prospettiva globale, la domanda di energia nel mondo è destinata a crescere di un terzo da oggi al 2035. Di fronte a questo scenario è giusto chiedersi come soddisfare questi nuovi bisogni. C'è chi è convinto che la tecnologia potrà aiutarci. Ma è davvero così? Vediamo cosa sta accadendo sotto questo profilo alle fonti di energia che oggi conosciamo.

IL NUCLEARE

Dopo il disastro di Fukushima, il nucleare tradizionale è in forte difficoltà. Tuttavia, rimane la speranza di poter usufruire un giorno dell'energia da fusione nucleare. E' un sogno che ci accompagna dagli anni Cinquanta del secolo scorso: una fonte di energia illimitata che non produce emissioni di gas serra

e che crea pochissime scorie radioattive. Si tratta di imitare il processo di reazione che alimenta il nostro Sole e le altre stelle, ovvero comprimere i nuclei di due o più atomi tanto da farli fondere l'uno con l'altro, dando vita a un terzo nucleo con una massa maggiore dei primi due. Il processo di fusione dei nuclei richiede una grande energia, ma, in alcune circostanze, ne emette di più di quanta ne utilizza. E' quel "di più" di energia che i fisici sperano di imprigionare e utilizzare, ma naturalmente non si tratta di cosa semplice. A Cadarache, nel sud della Francia, ci stanno lavorando. E' lì infatti che sorge Iter, il più grande progetto al mondo destinato a dimostrare che l'energia da fusione nucleare è possibile. Il cuore di Iter è una macchina chiamata Tokamak in grado di creare un plasma di gas che raggiunge la temperatura di 200 milioni di gradi centigradi, condizione senza la quale i nuclei di deuterio e trizio non potrebbero fondersi e rilasciare energia. Ma Tokamak è ancora un'idea: solo ad agosto scorso i tecnici hanno ricevuto il primo di un milione di componenti che servono per la costruzione del reattore. L'idea di Iter è del 1985, nacque da un summit a cui parteciparono Gorbaciov, Reagan, Mitterand e Thatcher. Era davvero un altro mondo, ma, nonostante i cambiamenti epocali avvenuti nel frattempo, il progetto è andato avanti e oggi vi aderiscono Cina, India, Giappone, Russia, Corea del Sud e l'Unione Europea che da sola si sobbarca la metà dei costi. A proposito di costi, va notato che nel corso degli anni sono parecchio lievitati, mentre i lavori di costruzione hanno almeno due anni di ritardo rispetto alle previsioni. A quanto ammonterà la spesa finale non è chiaro: si dice tra i 13 e i 15



miliardi di euro. Ma il problema principale è che non si è sicuri della riuscita. A essere in dubbio non è la capacità di produrre una fusione nucleare: nell'impianto pilota Jet che sorge nell'Oxfordshire ci sono riusciti utilizzando la stessa



**Il nucleare tradizionale è in forte difficoltà.
Rimane la speranza di poter usufruire
un giorno dell'energia da fusione nucleare**

tecnologia di Iter, sia pure su scala ridotta. Purtroppo, però, il piccolo reattore nato in Gran Bretagna per funzionare richiede più energia di quanta ne produca. Questo sarà il nodo che Iter dovrà sciogliere e ci vorrà molto tempo. Durante una conferenza che si è svolta in Belgio a settembre si è detto che il primo reattore a fusione in grado di generare corrente sarà pronto, se tutto va bene, tra 40 anni, ma altri esperti dicono che dovremo aspettare 50 o 60 anni.

IL PETROLIO

Il picco del petrolio, ovvero il momento in cui la produzione raggiunge il massimo e poi comincia a declinare, forse si sta allontanando. Guardiamo ad esempio agli Stati Uniti: fino a qualche anno fa, si pensava che la produzione fosse già in un declino irreversibile e che il paese avrebbe dovuto fronteggiare in futuro un aumento costante dell'importazione di greggio. E invece oggi, secondo l'Iea, gli Stati Uniti stanno andando verso l'autosufficienza e nel 2020 potrebbero arrivare a produrre tanto petrolio quanto l'Arabia Saudita. Cosa è successo? È successo che nuove tecnologie hanno permesso di estrarre da alcuni tipi di rocce quel petrolio che solo fino a qualche anno fa non si sperava neppure di poter raggiungere. In particolare, la visualizzazione di dati sismici in 3D permette di individuare le argille e gli scisti (che sono rocce nate dalla trasformazione delle argille) dalle quali si può estrarre petrolio. Molte argille, infatti, possono contenere elevate quantità di sostanza organica non ancora trasformata completamente in idrocarburi dispersa in piccole particelle o concentrata in lamine sottili. Dal 2002 l'*Oil and Gas Journal* annovera gli scisti bituminosi tra le riserve petrolifere. Una notizia che sicuramente ha suscitato l'entusiasmo dei paesi in cui queste

riserve si concentrano: gli Stati Uniti, il Brasile, l'Australia, la Cina e l'Estonia. E forse anche di chi ha pensato di rendere il mondo meno dipendente dal petrolio del Medio Oriente. Tuttavia, l'estrazione è estremamente complessa perché la sostanza da cui si può poi produrre il petrolio si trova intrappolata nella roccia. Ma ecco che alcune nuove tecnologie sono giunte in aiuto. In primo luogo, la tecnica della perforazione orizzontale, ovvero la capacità di guidare le perforatrici lateralmente attraverso la roccia, ha aperto la possibilità di estrarre petrolio da interi strati di scisto. E poi la pratica del *fracking*, ovvero l'uso della pressione di un fluido per creare fratture in uno strato roccioso, permette di liberare petrolio e gas intrappolati. Certo, estrarre il petrolio da queste fonti costa molto di più e richiede molta più energia. E questo non può non influenzare i prezzi che sono destinati a salire. Ma non è l'unica critica che viene mossa a questa nuova frontiera. C'è infatti da dire che alcune di queste tecnologie hanno un impatto ambientale preoccupante: elevate emissioni di CO₂ e produzione di zolfo in primo luogo. Per non parlare della controversa pratica del *fracking* che aumenterebbe i rischi di contaminazione chimica delle acque sotterranee e dell'aria e potrebbe generare una micro-sismicità, ovvero dei piccoli (ma quanto?) terremoti locali. Il problema fondamentale, tuttavia, è quello che mettono in luce gli ambientalisti: la possibilità di sfruttare questi nuovi giacimenti fa dimenticare che, secondo quanto sostiene il gruppo di esperti dell'Ipcc, per limitare gli effetti dei cambiamenti climatici c'è bisogno di un abbandono graduale dei combustibili fossili.

IL GAS

Anche per l'estrazione di gas si stanno aprendo nuove prospettive. A cominciare dallo stesso *fracking*, o fratturazione idraulica, di cui abbiamo parlato prima. Già, perché la stessa tecnica viene utilizzata per estrarre dalle rocce anche il gas. Ma ci sono anche altre novità. Ad esempio, la Statoil, un'azienda norvegese che produce gas e petrolio, ha piazzato sul

fondo dell'oceano a circa 200 chilometri dalla costa della Norvegia una struttura grande come un campo da calcio che ospiterà un compressore in grado di pompare gas per un valore pari a 30 miliardi di dollari. La novità sta nel fatto che la piattaforma, invece di essere piazzata sulla superficie del mare, è stata inabissata e poggiata sul fondale, ovvero più vicino al deposito. Questo fa sì, dicono alla Statoil, che la macchina possa succhiare una quantità maggiore di gas con un risparmio di energia che oscilla tra il 30 e il 50%. E già qualcuno sogna di adagiare piattaforme sul fondo del mare Artico a una profondità tale che nessun iceberg possa sfiorarle. Gli ambientalisti norvegesi, però, sono insorti: come si può pensare di produrre ancora combustibili fossili quando gli esperti dicono che per evitare catastrofi ambientali possiamo bruciarne solo un terzo di quelli che abbiamo già recuperato?

La cosa interessante è che la Statoil è anche l'azienda leader nel mondo per le tecniche di cattura e sequestro del carbonio considerate importanti per far fronte alla crescente concentrazione nell'atmosfera di CO₂. Frank Ellingsen, a capo del centro che si occupa di questa tecnologia, ha dichiarato alla Bbc: "Sappiamo di poter catturare il 90% della CO₂ emessa, ma è un lavoro troppo costoso". Il governo, dice, deve dare gli incentivi.

IL CARBONE

Il vecchio carbone negli ultimi anni ha conosciuto una rinascita. La generazione di elettricità da carbone nel mondo dal 2010 al 2012 è aumentata infatti del 6%. Anche l'Europa, che vuole dare di sé l'immagine del continente più "verde", ha visto un ritorno dell'uso dello "sporco" carbone probabilmente incentivato dal fatto che i prezzi di questo combustibile sono crollati. Solo nel vecchio continente le centrali a carbone sono circa 300 e producono un quarto dell'energia elettrica consumata nell'Unione. Al contempo, secondo un rapporto di Greenpeace, da quelle centrali fuoriesce il 70% degli ossidi di zolfo e più del 40% degli ossidi di azoto provenienti dal

settore elettrico; sono la fonte di circa la metà di tutte le emissioni industriali di mercurio e di un terzo di quelle di arsenico. E producono quasi un quarto del totale delle emissioni europee di CO₂. Se allarghia-



Estrarre petrolio da argille richiede molta energia, oltre al possibile inquinamento delle acque sotterranee

mo il nostro orizzonte, vediamo che nel mondo nel 2012 erano in costruzione più di 1.200 nuove centrali a carbon fossile, localizzate in 59 paesi. Quanto inquineranno?

RINNOVABILI

Secondo il rapporto Iea: «Le fonti energetiche a basse emissioni di carbonio soddisfano circa il 40% della crescita della domanda globale di energia. In alcune regioni, la rapida espansione dell'energia eolica e solare solleva questioni fondamentali circa la progettazione di mercati dell'energia e la loro capacità di garantire investimenti adeguati e affidabilità a lungo termine». Quindi, anche le rinnovabili crescono, ma non dappertutto nello stesso modo.

La Germania è uno dei paesi all'avanguardia in questo senso essendosi data l'obiettivo di ridurre le emissioni dei gas serra dell'80-90% entro il 2050 e di portare le fonti rinnovabili a coprire il 60% del consumo del paese. La Energiewende, ovvero la transizione energetica, sta accelerando l'abbandono di nucleare e fossile a favore delle rinnovabili. Si calcola che nella sola Baviera ci siano più pannelli solari che in tutti gli Stati Uniti, mentre nel 2012 le fonti rinnovabili hanno fornito il 22% dell'elettricità consumata dal paese. Si tratta di un progetto costoso - qualcuno dice il più costoso dalla caduta del muro di Berlino - al quale però hanno aderito anche molti cittadini. Ad esempio a Berlino molti nuovi edifici sono nati proprio con l'intento di abbattere i consumi energetici: l'immissione di aria dall'esterno è controllata, mentre l'aria calda proveniente dalle cucine e dalle

docce passa attraverso uno scambiatore di calore che ne fa recuperare il 90%. Un sistema anche piuttosto economico. Non è economico invece il prezzo pagato per usare le rinnovabili: circa la metà di quello che un cittadino spende in un anno se ne va in tasse per gli incentivi alle rinnovabili. Per contenere i costi, si è dovuto far ricorso anche qui al carbone. Cosicché la Germania, nonostante tutto, ha visto crescere le sue emissioni di CO₂ nel corso del 2012 .

La parola d'ordine dei prossimi anni sarà quindi ridurre i costi dell'energia. Ma questo – spiega il rapporto dell'Iea – non deve far diminuire gli sforzi per quello che è l'obiettivo principale: abbattere le emissioni di gas serra. Se le cose continueranno così invece, si legge nel documento, «l'energia correlata alle emissioni di CO₂ crescerà ancora del 20 % entro il 2035, lasciando che il mondo vada verso un aumento della temperatura media a lungo termine di 3,6° C, molto al di sopra del 2° C, obiettivo concordato a livello internazionale».



Verso la blue energy

Giovanna Dall'Ongaro

E' tanta, si comporta in modo prevedibile ed è pulita. Per questo l'acqua degli oceani sembra la fonte rinnovabile "perfetta". Ma le tecnologie per ottenere energia dalle onde e dalle correnti sono ancora troppe costose e i tempi per svilupparle troppo lunghi. Un progetto europeo viene incontro alle piccole e medie imprese che vogliono investire nel settore

E' lungo 180 metri con un diametro di 4 e un peso di 1.350 tonnellate il serpente rosso (*sea snake*) che affiora dalle agitate acque del Mare del Nord al largo delle isole Orcadi nella Scozia settentrionale. E mentre fluttua "cullato" da onde alte fino a 9 metri produce quasi 100 KW di energia elettrica. Promosso a pieni voti dai tanti test a cui è stato sottoposto all'European Marine Energy Centre (EMEC), l'avanguardistico laboratorio scozzese *offshore* dove si sperimentano le tecnologie per ricavare energia dal mare, ora il potente convertitore P2 dell'azienda inglese Pelamis Wave Power è pronto per entrare in azione e contribuire insieme alle tecnologie messe a punto da altre società, tra cui la Aquamarine Power, a rendere la Scozia "l'Arabia Saudita" dell'energia marina. Almeno così vorrebbe il ministro dell'Energia Fergus Ewing che lo scorso settembre ha dato carta bianca, insieme a un finanziamento di 13 milioni di sterline (20,6 milioni di euro), per la realizzazione di un gigantesco impianto, il più grande al mondo, per catturare la potenza del mare e trasformarla in energia elettrica. La scelta di puntare sull' "energia blu" è fortemente caldeggiata dal Carbon Trust, l'ente non governativo inglese promotore della politica di abbandono delle fonti fossili, pronto a sostenere che il 15-20% della domanda dell'intero Regno Unito potrebbe essere soddisfatta dal mare. Si parte con una fase di rodaggio: una centrale da 6 turbine installate nello stretto di Pentland che dovranno raggiungere una potenza di 9MW entro il 2020 sufficiente ad alimentare 42.000 abitazioni. L'obiettivo finale sarà raggiunto quando gli altri progetti (dieci in tutto) lavoreranno a pieno regime. Allora si arriverà a 1,2 GW

di potenza installata capace di soddisfare i bisogni energetici di 750.000 case. Più il mare è mosso più energia si ricava (il movimento delle onde viene infatti trasferito a pistoni idraulici collegati a generatori elettrici). Secondo una stima del *UK Marine Foresight panel* del 2010 una percentuale pari allo 0,1 del potenziale energetico degli oceani, che coprono il 70% della superficie del pianeta, potrebbe soddisfare una richiesta pari a 5 volte quella che attualmente proviene da tutto il mondo. Non tutti i mari, però, sono agitati quanto quelli del Nord Europa. Le regioni lambite da acque assai più calme devono rinunciare a questa fonte rinnovabile dalle eccezionali potenzialità? No, perché esistono altri modi per ricavare energia dal mare.

NON SOLO ONDE

Danimarca, Inghilterra, Francia, Spagna, Portogallo. Sono questi paesi affacciati sull'Oceano Atlantico a ricavare i maggiori vantaggi dallo sfruttamento delle onde. Sì perché in quei luoghi si verificano le condizioni ideali: venti molto forti che viaggiano su lunghe distanze. Ma il mare non è fatto solo di onde. E se le tecnologie basate sulle differenze di temperatura o sul gradiente salino sono ancora in fase di studio, quelle che ricavano energia dalle correnti sono già in uso, programmate per sfruttare la principale e ineguagliabile caratteristica di questa fonte, ovvero la sua eccezionale prevedibilità. Delle correnti oceaniche, quella del Golfo per esempio, o di quelle associate alle maree si conosce con esattezza quando, dove e a che velocità viaggiano.

Così, mentre la macchina Pelamis sperimentata in Scozia e poi installata al largo

A

delle coste portoghesi si alimenta con i “cavalloni”, il sistema Kobold della società Ponte di Archimede sfrutta le correnti delle maree. Per questo è adatta allo Stretto di Messina, attraversato ciclicamente da flussi d’acqua della velocità media di 2 metri al secondo. La struttura, composta da turbine ad asse verticale installate su una piattaforma galleggiante a 150 metri dalla costa di Ganzirri a nord di Messina, dal 2006 riversa sulla rete elettrica 40 kilowatt di potenza. È il massimo che può fare in un’area di mare dove le correnti non superano i tre metri al secondo. Ben altri risultati ci si aspetta dai prototipi che entreranno in funzione in Indonesia, Cina e Filippine, dove le correnti viaggiano a 8 metri al secondo: lì si potrebbe arrivare a 150 KW. Il suo scopo, infatti, è quello di fornire un prototipo da sviluppare e poter commercializzare anche all’estero.

«È evidente che la geografia dei luoghi incide sulle tecnologie utilizzabili», spiega Francesco Salvatore dell’INSEAN (Istituto Nazionale per Studi ed Esperienze di Architettura Navale con sede a Roma, centro di ricerca di ingegneria navale e marittima, nonché Istituto del CNR). «Prendiamo ad esempio il Mediterraneo. In confronto agli oceani è svantaggiato: le onde non arrivano alle altezze dei mari del Nord e le correnti di velocità elevata si trovano solo in alcuni punti, non tutti adatti all’installazione delle macchine. Le correnti presenti nelle Bocche di Bonifacio, per fare un esempio, non sono sfruttabili perché l’area fa parte del santuario dei cetacei ed è un parco marino protetto. Ma quando si parla di energia dal mare bisognerebbe citare anche l’eolico off-shore



Il potenziale energetico degli oceani potrebbe soddisfare una richiesta 5 volte quella che proviene da tutto il mondo

che ha un grandissimo potenziale. Per dare un’idea: una moderna macchina eolica offshore può produrre fino a 7 MW ed esistono fattorie eoliche formate da decine di macchine di queste dimensioni». In Europa l’eolico *offshore* è in rapida crescita. I dati

dell’European Energy Association per il 2013 parlano chiaro: il numero delle turbine installate nei primi sei mesi dell’anno (277) è raddoppiato rispetto al 2012. Ancora una volta, però, sono i paesi nordici (Germania in primis) a puntare su queste tecnologie. «Il vento del Mediterraneo potrebbe essere una risorsa paragonabile a quella del nord Europa. Il problema questa volta è di natura tecnologica. Mentre le acque al largo della costa della Danimarca, per esempio, sono poco profonde e consentono l’installazione di pale eoliche sui fondali, le zone del Mediterraneo dove soffiano i venti più forti hanno fondali profondi inadatti a impianti di quel genere. Al problema si può ovviare con la costruzione di piattaforme galleggianti su cui posizionare le turbine eoliche. Inoltre, per massimizzare il profitto, queste piattaforme potrebbero diventare “multi-obiettivo”, ospitando strutture diverse: pale eoliche, pannelli fotovoltaici, convertitori di energia dalle onde, ma anche vasche per la piscicoltura, acquacoltura o altro».

L’EUROPA IN BLU

L’obiettivo della Comunità Europea è ambizioso: ottenere entro il 2050 una produzione di energia marina pari a 188 GW, capace di soddisfare il 15% della domanda dei paesi dell’UE. Un traguardo che permetterebbe, secondo le stime della *European Ocean Energy Association*, anche di garantire 400.000 nuovi posti di lavoro e una riduzione di 5 miliardi di tonnellate di CO₂.

Ma a ostacolare il cammino ci sono i costi elevati delle tecnologie e i tempi lunghi per la verifica del funzionamento dei macchinari. «La fase di sperimentazione in mare implica costi enormi che raramente piccole imprese possono permettersi. I pochi esempi di tecnologie arrivate alla fase dello sfruttamento industriale, come Pelamis, dimostrano come lo sviluppo di un concept study richieda tempi dell’ordine di 10 anni e oltre», spiega Salvatore.

Il progetto europeo MaRI-net (*Marine Renewables Infrastructure Network*), che coinvolge 29 organizzazioni di 11 paesi per un budget di 12 milioni di euro,

nasce proprio con l'intento di ridurre tempi e costi delle fasi di collaudo dei sistemi innovativi per estrarre energia dal mare. Alle piccole e medie imprese europee viene infatti consentito di eseguire studi e sperimentazioni a costo zero presso gli impianti messi a disposizione dai partner del progetto. Così accade che nelle vasche navali dell'INSEAN, uno dei partner italiani insieme all'università della Tuscia e di Firenze, vengano messe alla prova le tecnologie più disparate. A patto però che non siano *made in Italy*. I laboratori dove si eseguono le prove e le aziende che producono i dispositivi da testare non possono infatti condividere la stessa bandiera. La strategia ha un nome, *Trans-National Access*, e un obiettivo: favorire lo scambio di conoscenze tra i paesi, a vantaggio soprattutto di chi è rimasto indietro. «Per noi italiani uno dei vantaggi del *Trans-National Access* è che stiamo finalmente collaborando ad attività di ricerca e sviluppo con le aziende più qualificate nel settore provenienti dai paesi dove queste tecnologie si sono sviluppate, come Regno Unito, Irlanda, Francia, Spagna. Il beneficio dal punto di vista della crescita del *know-how* è enorme e a tutto vantaggio della competitività delle aziende italiane che vorranno iniziare ad investire in questo settore destinato ad esplodere nei prossimi anni», conclude Salvatore.

LE INCERTEZZE

Costano molto, ma è difficile stimare esattamente quanto. Questa è in estrema sintesi la valutazione sulle tecnologie impiegate nel settore dell'energia marina che si legge nell'ultimo Rapporto dell'*Ocean Energy Systems*, l'organizzazione internazionale che ne monitora lo stato dell'arte. Le previsioni sulla spesa sono talmente incerte che il bud-

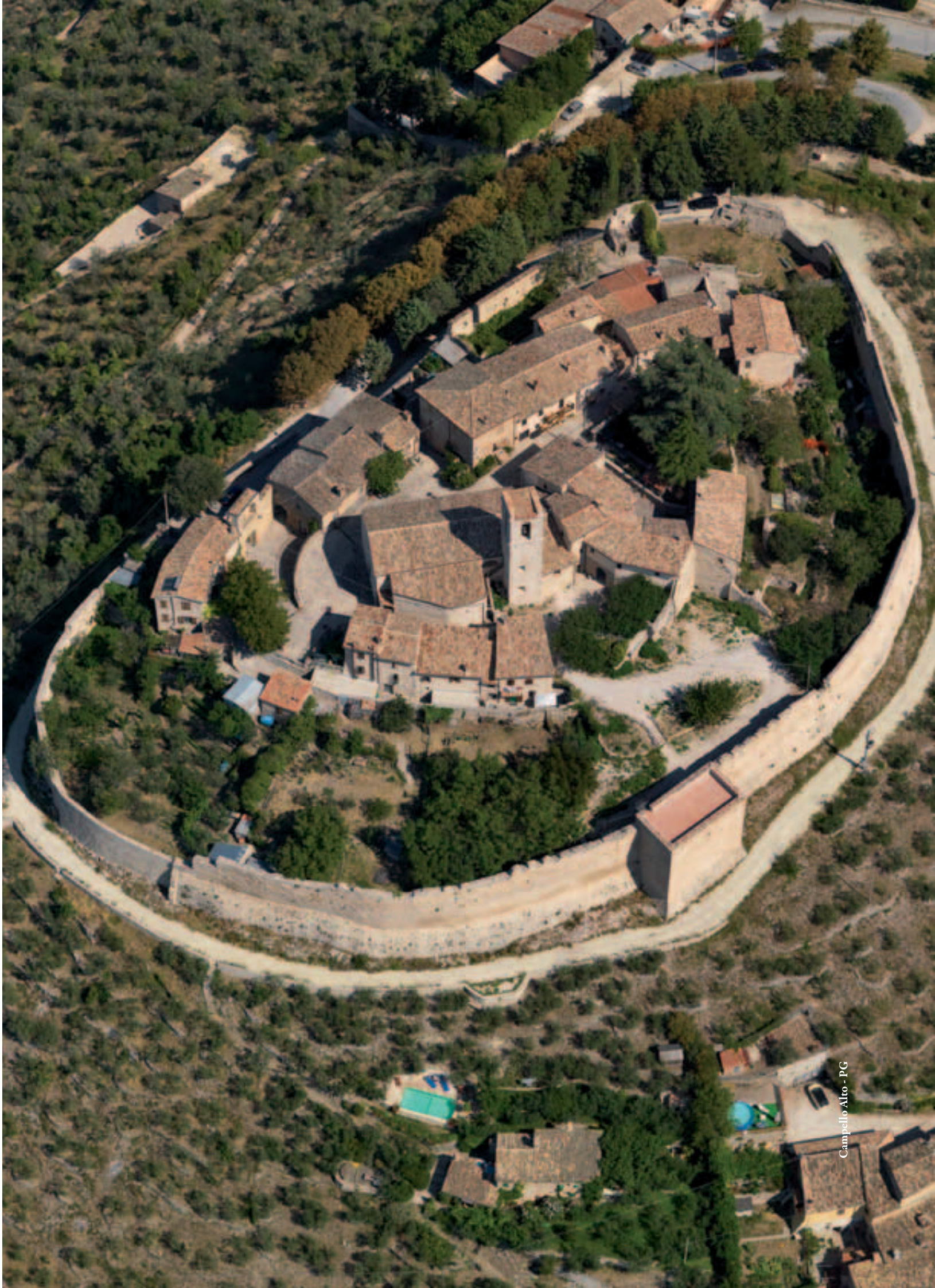


L'European Energy Association mostra che il numero delle turbine installate nei primi mesi dell'anno è raddoppiato rispetto al 2012

get iniziale potrebbe variare addirittura del 200%. Tutto ciò accade per una sorta di "legge del mercato" che sembra accompagnare la diffusione di tutte le nuove tecnologie, una condizione "fisiologica" che hanno già attraversato, per esempio, le pale eoliche e i pannelli fotovoltaici e che fun-

ziona grosso modo così: a un prima fase di progettazione piuttosto ottimistica ne segue una di sperimentazione dove vengono al pettine nodi inaspettati con una conseguente crescita dei costi previsti che si ridurranno solamente con la commercializzazione dei prodotti su larga scala. Ebbene, le tecnologie marine si trovano tutte grosso modo nella seconda tappa “evolutiva”, quella, per intenderci, dove si presentano sempre nuovi problemi da risolvere. Allo stato attuale le centrali marine funzionanti a pieno regime sono troppo poche per poter venire considerate un campione affidabile per la valutazione delle risorse economiche da investire. Così le stime si fanno per lo più su prototipi non ancora commercializzati.

Ma c'è una seconda questione ancora da chiarire, al di là degli aspetti economici: l'impatto che le turbine e i convertitori avranno sull'ambiente e sulla fauna. Di questo si sta occupando un team di scienziati di vari istituti britannici che entro il 2015 tirerà le somme di un monitoraggio triennale nelle acque scozzesi delle isole Orcadi. Il progetto FLOWBEC valuterà, grazie all'installazione di sonar sui fondali oceanici, quali effetti i mutamenti delle correnti marine provocati dai giganteschi macchinari hanno sulle abitudini degli animali. Per saperlo bisognerà aspettare ancora un paio d'anni.



Campello Alto - PG

Stoccaggio di CO₂: l'esperimento del Sulcis

Romualdo Gianoli

La cattura e lo stoccaggio dell'anidride carbonica sono generalmente considerati come un importante contributo alla riduzione delle emissioni di CO₂ in atmosfera. L'implementazione a livello mondiale di tecnologie CCS potrebbe consentire una significativa riduzione a medio termine e su larga scala delle emissioni di CO₂

I dati raccolti da decenni a questa parte parlano chiaro: più aumenta la CO₂ immessa in atmosfera, più sale la temperatura globale, con tutte le conseguenze negative per il clima e per l'equilibrio dell'ecosistema planetario.

Ma se l'aumento della concentrazione di CO₂ in atmosfera è il problema, qual è la sua origine? Quali sono le sue cause? Perché è chiaro che se si individuassero con certezza, si potrebbe cercare il modo di eliminarle o, quanto meno, limitarle. A ben guardare la CO₂ prodotta dalle attività umane è il risultato di due tipi di sorgenti: quelle 'diffuse' sul territorio e quelle concentrate o 'puntuali'. Alla prima categoria appartengono le emissioni prodotte dal traffico veicolare di ogni genere, dagli impianti di riscaldamento e anche dagli allevamenti intensivi. Nella seconda categoria rientrano, invece, tutti quelle strutture responsabili di grandi emissioni però fortemente localizzate sul territorio e quindi: centrali termoelettriche, acciaierie, cementifici e così via.

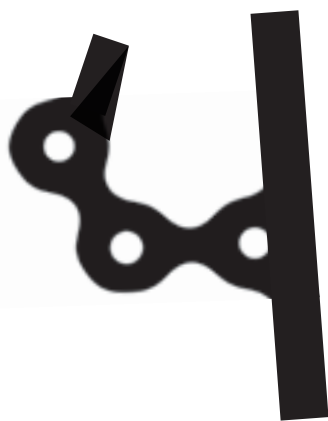
Intervenire sulla prima categoria è molto difficile, mentre nel secondo caso esiste già una tecnologia utilizzabile la cui applicazione, però, è ostacolata dagli alti costi di implementazione e, prevedibilmente, dal grado di accettazione da parte del pubblico, per la natura stessa della tecnologia in questione.

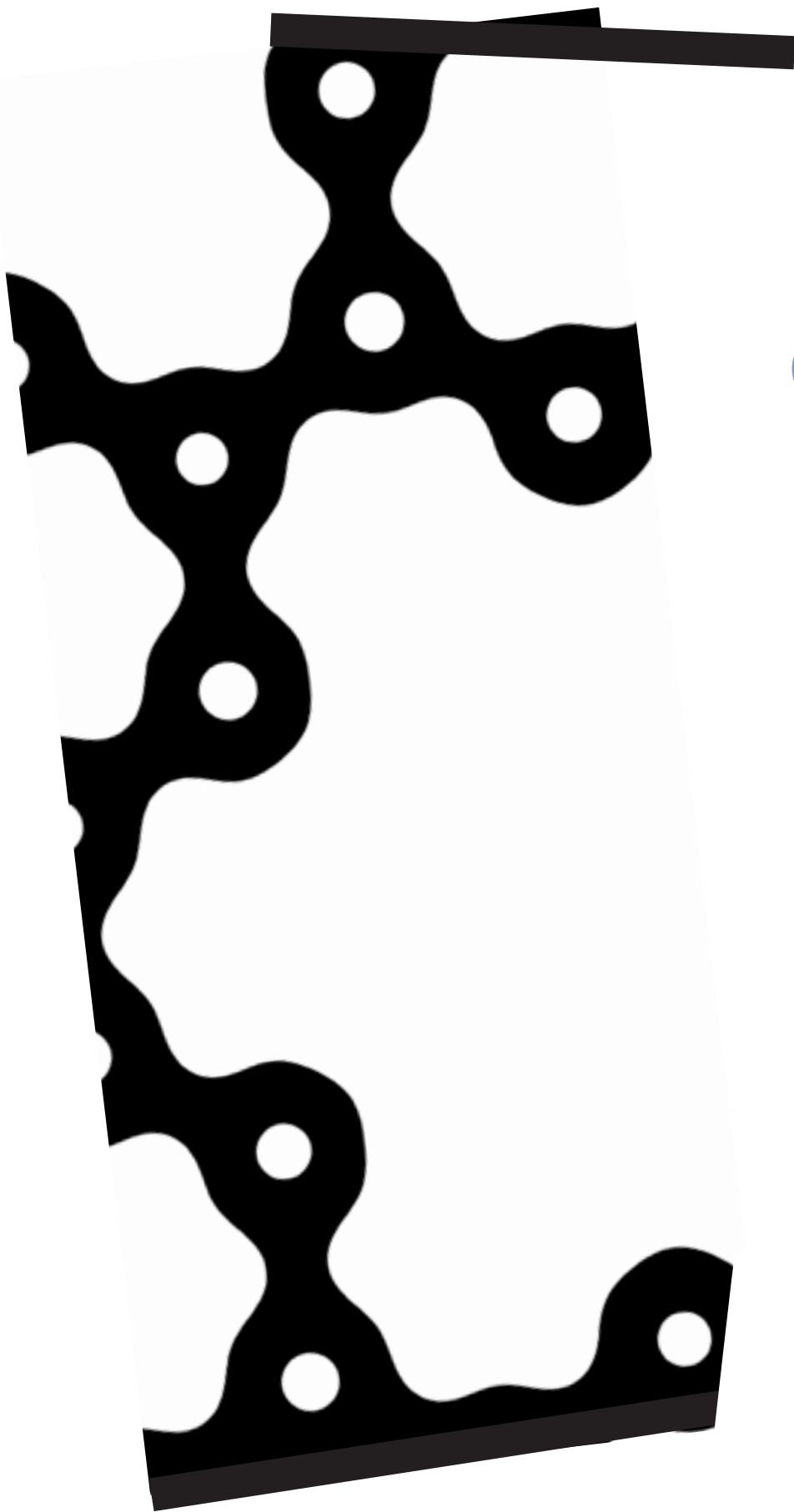
UNA POSSIBILE (PARZIALE) SOLUZIONE

Per risolvere il problema dell'eccesso di CO₂ esistono solo due possibilità: limitarne all'origine la quantità prodotta o evitare che finisca in atmosfera. Visto che a livello globale non solo non si riesce a ridurre la produzione, ma neppure a man-

tenere stabili i livelli già raggiunti (anche a causa della crescita di paesi come Cina e India), ciò che si potrebbe fare è evitare che almeno quella originata dalle sorgenti puntuali finisca in atmosfera. Come? Con la tecnica della cattura e stoccaggio geologico dell'anidride carbonica o *Carbon Capture and Sequestration*, abbreviata in CCS¹.

L'idea di fondo, almeno nei suoi principi generali, è molto semplice e consta di tre fasi principali: la cattura della CO₂ alla fonte, il suo trasporto e infine lo stoccaggio in strutture geologiche particolari, chiamate 'trappole geologiche' luoghi, cioè, dove l'anidride carbonica resta confinata nel sottosuolo senza avere più la possibilità di raggiungere l'atmosfera se non in tempi lunghissimi. Questo sistema è già stato ampiamente usato per altri fini ed è noto come tecnica di *Enhanced Oil Recovery* (E.O.R.)². Chiaramente non tutti i suoli sono adatti alla CCS. Occorre, infatti, la presenza di un sistema geologico formato da due tipi di rocce con caratteristiche molto diverse e ben precise. Il primo è una roccia del tutto impermeabile (ad esempio l'argilla) che può tenere dei fluidi al proprio interno ma non si lascia attraversare né dall'acqua, né dai gas: è quella che viene chiamata roccia di copertura e contenimento. La seconda roccia, invece, è molto più granulosa (tipo l'arenaria), presenta una struttura con vuoti e interstizi tutti collegati tra loro, che possono essere riempiti di fluidi e si lasciano quindi attraversare dalle acque o dai gas. È questa che costituisce il serbatoio vero e proprio. La coesistenza di questi due tipi di roccia forma un sistema serbatoio-copertura impermeabile. La situazione ideale si ha quando tale sistema ha una forma del tipo a 'tazza capovolta',





perché impedisce ancor meglio l'eventuale risalita dei fluidi verso la superficie. Strutture geologiche e zone adatte alla CCS sono presenti un po' in tutto il mondo e, se si considera un altro fattore, quello dei volumi stoccabili, il discorso



Il progetto Sulcis prevede la realizzazione di una centrale a carbone della potenza di 50 megawatt termici

diventa veramente interessante. Iniettando la CO₂ a profondità superiori agli 800-1000 metri, la pressione diventa tale che 1000 metri cubi di gas a condizione ambiente, si riducono a soli 2,7 metri cubi, con un evidente guadagno che permette di stoccare grandi quantità di CO₂. Dal momento che su scala globale l'abbattimento della CO₂ ottenibile con la CCS è stimato in circa il 21%, questo metodo da solo non è certo in grado di risolvere il problema (e quindi bisognerà prendere altri provvedimenti), tuttavia è pur sempre un apporto significativo. In ogni caso oggi la CCS è considerata una tecnica sufficientemente matura (seppur di transizione) da poter essere implementata da subito in situazioni reali.

LA SICUREZZA DEL SISTEMA

A tutti gli effetti il sistema è ritenuto sicuro dagli esperti del settore che hanno avuto a disposizione molti dati e molte sperimentazioni precedenti per valutare la questione, a cominciare dalle esperienze accumulate dalle compagnie petrolifere in circa quarant'anni di attività di E.O.R. o dalle attività di stoccaggio stagionale di metano, condotte per questioni economiche. Ulteriori conoscenze sono arrivate anche dai progetti di ricerca internazionali che l'Unione Europea ha cominciato a finanziare fin dal 1993 o da progetti privati in cui alcuni industriali hanno messo a disposizione i loro siti di E.O.R. per condurre studi sulla migrazione dei gas₃ o, ancora, progetti pilota⁴ in molte nazioni del mondo. Tutti questi studi hanno permesso di determinare i criteri di sicurezza da seguire per tenersi al riparo da eventuali rischi derivanti dalla CCS. Innanzi tutto vi è l'accurata scelta del sito idoneo che avviene attraverso l'uso di una vasta serie di metodologie quali il rilievo geologico strutturale, i model-

li di migrazione dei gas, il rilievo geofisico e quello geochemico, cui fa seguito l'attività di monitoraggio del sito, che comprende tecniche geofisiche, geochimiche e di *remote sensing*⁵.

I timori principali legati alla CCS sono due: il primo è che una volta stoccata in questi serbatoi geologici, la CO₂ trovi la strada per risalire in superficie. Date le profondità in gioco la struttura geologica del serbatoio, normalmente, risulta coperta da strati rocciosi spessi 1000, 2000, 3000 metri a seconda dei casi, ed è molto difficile che la CO₂ possa fuoriuscire improvvisamente o esplodere (anche perché l'anidride carbonica non esplosa). Tuttavia una naturale fuoriuscita avviene sempre, seppure con tempi lunghissimi. Basti pensare che un serbatoio realizzato correttamente, in assenza di vie di fuga quali pozzi creati dall'uomo o faglie naturali che intacchino l'integrità della struttura, impiega circa 500 milioni di anni solo per arrivare alla metà dello svuotamento!

Il secondo timore (il più sentito dalla popolazione) è quello che l'iniezione di anidride carbonica in profondità possa innescare terremoti o che, viceversa, terremoti di origine naturale possano liberare la CO₂ stoccata. Su questo punto la posizione ufficiale dei tecnici e degli scienziati europei che si occupano della materia è chiara: escludono pericoli di tale natura, affermando che «...questa tecnologia può essere sviluppata in maniera sicura ed efficiente per ridurre le emissioni di CO₂, con ciò contribuendo sostanzialmente al controllo dei cambiamenti climatici⁶».

In maniera molto onesta, però, gli stessi scienziati ammettono che è possibile che si verifichino dei microterremoti di livello strumentale e non percepibili dalla popolazione a seguito di attività di stoccaggio, ma proprio per questo tutte le operazioni si svolgono secondo le indicazioni della direttiva europea che impone di mettere in atto attività di monitoraggio. Va sottolineato che sulla questione dei rischi derivanti dalla CCS è stato aperto un utile dialogo tra mondo scientifico e società civile per condividere le informazioni con il pubblico, così da giungere (come già accaduto in alcuni casi all'estero) a scelte condivise che possano evitare situazioni di muro contro muro

vissute in altri casi come, ad esempio, la gestione dei rifiuti o la costruzione della TAV Torino-Lione⁷.

IL PROGETTO INTEGRATO SULCIS IN ITALIA

Già a partire dagli anni '90 sono stati avviati importanti programmi di ricerca sulla CCS in molti Paesi europei così come negli Stati Uniti, Canada, Australia e Giappone. Tra i progetti più grossi che hanno avuto riscontri positivi e sono attualmente in esercizio, troviamo le località di Sleipner in Norvegia con circa 1 milione di tonnellate all'anno iniettate a partire dal 1996, Weyburn in Canada, un sito già ampiamente sfruttato per l'estrazione petrolifera ma ormai pressoché esaurito, dove circa 1,8 milioni di tonnellate all'anno di CO₂ sono state iniettate a partire dal 2004. E ancora In Salah (Algeria) con circa 1 milione di tonnellate all'anno iniettate a partire sempre dal 2004, più altre decine di località minori dove sono in corso progetti pilota con finalità dimostrative come, ad esempio, Lacq in Francia, Compostilla in Spagna e Schwarze Pumpe in Germania. Complessivamente, in Europa, si prevede di realizzare almeno 12 progetti dimostrativi su grande scala entro il 2020.

La scommessa su questa tecnologia è forte non solo per le positive ricadute sull'ambiente ma anche per le grandi potenzialità economiche che già si delineano. A livello mondiale, soprattutto nei paesi delle economie emergenti, esiste infatti un enorme mercato potenziale per la CCS perché si prevede l'installazione di numerosi nuovi impianti termoelettrici che potranno essere dotati di questa tecnologia. Quindi è chiaro che chi oggi sviluppa questa tecnologia, presumibilmente, nel prossimo futuro occuperà quote rilevanti di questo nuovo mercato. Anche l'Italia si sta muovendo in questa direzione, acquisendo competenze anche attraverso un progetto sperimentale di notevole livello che, per alcune caratteristiche, è del tutto unico nel panorama internazionale. Si tratta del progetto integrato dell'area Sulcis in Sardegna. Questo progetto si inquadra in un più ampio accordo, sviluppato lo scorso anno tra Regione Sardegna



e Ministero dello Sviluppo Economico, per avviare iniziative di innovazione industriale e contrasto del processo di deindustrializzazione della zona. Una concreta possibilità per raggiungere tale scopo è stata individuata proprio nella tecnologia di CCS. Il progetto prevede la realizzazione di una centrale a carbone dimostrativa di taglia industriale, della potenza di 50 megawatt termici, che è la dimensione tipica degli impianti pilota su cui l'Unione Europea sta puntando molto. L'impianto, da realizzarsi entro il 2015, sarà di nuova concezione perché basato sulla tecnologia dell'ossicombustione, una metodologia che usa ossigeno al posto dell'aria per la combustione, con il risultato che i gas di scarico sono essenzialmente composti da anidride carbonica e acqua. Ciò rende molto più facile ed estremamente meno costoso separare queste due sostanze ottenendo, inoltre, un gas che non contiene altri tipi di inquinanti. La centrale userà carbone di basso rango del Sulcis (o di tipo analogo ma di importazione, perché l'Ue ha voluto che il funzionamento non fosse vincolato al carbone prodotto da quelle miniere per non trasformare l'impianto in un progetto assistenziale) e riutilizzerà le miniere per lo smaltimento delle ceneri. La CO₂, invece, sarà stoccata sia negli strati sotterranei profondi del bacino carbonifero, che nell'acquifero salino⁸.

Il fatto di poter provare nello stesso sito due tecnologie diverse (l'ossicombustione e la CCS) che per di più possono interagire tra loro, rappresenta davvero un elemento di unicità in Europa del sito sardo, indipendentemente da qualsiasi altra considerazione, perché realizza un esempio concreto di *clean coal technology*. Quello del Sulcis, dunque, si presenta come un vero programma di innovazione industriale con il quale sviluppare una tecnologia nuova. Un piano che prevede tutte le fasi necessarie: quella di ricerca, quella di prova su un impianto pilota, quella dimostrativa e, finalmente, anche quella volta a informare la popolazione. A questo riguardo va ricordato, infatti, che l'anno scorso è stata attivata una *summer school*, un canale di comunicazione con la società civile, che proseguirà anche nei prossimi anni e con cui affrontare le problematiche legate alla CCS.

L'esperienza maturata con il progetto Sulcis sarà utile, in prospettiva, anche in vista di coinvolgimenti su più vasta scala delle competenze italiane. Il progetto, infatti, è stato già inserito nel database del SETIS (*Strategic Energy Technologies Information System*), il registro degli impianti con tecnologia *low carbon* presenti in Europa e rappresenta un'opportunità enorme per partecipare ai prossimi bandi del programma Horizon 2020 non più rivolti a finanziare singoli progetti, ma interi programmi che richiedono una forte presenza degli Stati e dei governi. In altre parole, saranno bandi che richiederanno la definizione di vere politiche industriali tracciate a livello di sistema-paese, con tutto il relativo *know-how* necessario. Questo vuol dire che d'ora in poi l'Italia si troverà a competere con paesi che già si sono dotati di politiche energetiche e le stanno implementando (si veda il caso della Norvegia).

Ecco, il progetto integrato del Sulcis è un'ottima occasione per verificare se è possibile immaginare una politica energetica diversa anche per l'Italia. Le professionalità non mancano perché sono coinvolti i più importanti attori della ricerca italiana (come l'ENEA che sta seguendo questa tecnologia da almeno dieci anni) e i migliori operatori tecnologici e industriali per quanto riguarda la parte impiantistica e lo stoccaggio della CO₂. Alla fine, come sempre, però, è soprattutto una questione di risorse finanziarie, oltre che di volontà politica e competenze scientifiche. Per quanto riguarda le prime, sono disponibili fondi per un ammontare complessivo di 60 milioni di euro in 10 anni, una cifra non elevatissima in senso assoluto, ma tale da permettere all'Italia di restare nel gruppo dei Paesi che puntano sulle nuove tecnologie della CCS e della produzione energetica *low carbon*.

Note bibliografiche

¹ Sull'argomento si veda il materiale informativo presente al seguente link: <http://www.enea.it/it/produzione-scientifica/pdf-eai/gennaio-febbraio/speciale-stoccaggiogeologico.pdf>

² E' un sistema che consiste nell'iniezione di CO₂ in profondità per estrarre ulteriore petrolio o gas naturale da giacimenti in via di esaurimento, aumentando la pressione interna

³ Gran parte delle formazioni idonee si trova a profondità comprese tra 1.000 e 4.000 metri dove la pressione è sufficientemente elevata per immagazzinare la CO₂ in fase liquida.

⁴ Sleipner (Norvegia) dal 1996, Weyburn (Canada) dal 2000, In Salah (Algeria) dal 2004.

⁵ Frio (USA), Nagaoka (Giappone), Ketzin (Germania), Otway (Australia), K12B (NL), Lacq (Francia).

⁶ Le attività di monitoraggio comprendono tecniche di: geofisica profonda (Seismic, EM, Gravity), geochimica profonda (Water Composition), geofisica marina di superficie (Side-scan sonar, hydroacoustics), geochimica marina (Spatial, Intermittent and continuous monitoring), geochimica terrestre di superficie (Soil gas, gas flux), geochimica dell'atmosfera (eddy covariance, laser, groundwater), remote sensing (Airborne hyperspectral, Satellite INSAR).

⁷ Citazione dal documento ufficiale reperibile sul sito CO₂GeoNet (<http://www.co2geonet.com/>), il network di eccellenza europeo sullo stoccaggio geologico della CO₂, in risposta all'articolo: "Earthquake triggering and large-scale geologic storage of carbon dioxide", di Zoback e Gorelick, pubblicato in Proceedings of the National Academy of Sciences, vol. 109 no. 26, nel quale si sollevano dubbi sui rischi sismici legati alla CCS. L'articolo di Zoback e la risposta degli scienziati di CO₂GeoNet possono essere consultati al seguente link: <http://www.co2geonet.com/NewsData.aspx?IdNews=74&ViewType=Actual&IdType=18>

⁸ Su questo punto è utile la lettura dello studio: "La percezione pubblica dello stoccaggio dell'anidride carbonica" di Samuela Vercelli e Jonathan Andreucci, pag. 13-21 del supplemento al numero 1-2/2011 della rivista Energia, Ambiente e Innovazione dell'ENEA.

⁹ In merito alle attività di stoccaggio della CO₂ relative a questo progetto, va ricordato che non si parte da zero ma dall'esperienza acquisita già qualche anno fa con un programma coordinato dall'Ordine dei Geologi della Sardegna, che ha coinvolto una serie di soggetti membri della rete europea CO₂GeoNet, l'Università di Cagliari, l'ENEA e l'Università La Sapienza

Sono uomini o robot?

Viola Bachini, Michela Perrone

I robot sono sempre più presenti nelle nostre vite: che si tratti di elettrodomestici, sistemi automatizzati per la gestione dei pagamenti, protesi o computer, sono ormai oggetti che ci accompagnano ovunque. Secondo la Japan Robot Association, entro 20 anni i robot sostituiranno fisioterapisti, badanti e insegnanti

Secondo la *International Federation of Robotics* i robot sono destinati a influenzare praticamente tutti gli aspetti della nostra vita. Gli automi entreranno sempre più a far parte della società: nelle case aiuteranno i disabili a ritrovare l'indipendenza, in ospedale saranno validi supporti nelle terapie psicologiche e affiancheranno i chirurghi arrivando a sostituirli. In ambito militare miglioreranno i livelli di sicurezza delle nazioni e, infine, ottimizzeranno l'industria alimentare, grazie alla produzione automatizzata e sostenibile di cibo. I numeri dell'ultimo rapporto *World Robotics*, recentemente pubblicato, parlano chiaro. Sono circa 3 milioni i robot acquistati nel mondo per uso personale e domestico nel 2013, il 20% in più rispetto al 2011. Anche i robot a uso industriale sono sempre più diffusi e nel 2012 si contavano 41.200 unità nella sola Europa. All'interno di questo panorama l'Italia non se la cava male, sia a livello industriale, dove vanta importanti marchi di robotica, sia nell'ambito della ricerca, che vede impegnate diverse università e scuole accademiche. Tuttavia, questa convivenza - più o meno forzata - tra uomini e robot fa sorgere diversi interrogativi anche di natura etica. Tra le questioni più immediate c'è quella che riguarda l'estetica di queste tecnologie.

UOMINI O ROBOT?

Uno studio del *Georgia Institute of Technology* sostiene che l'aspetto giusto per ogni robot dovrebbe essere considerato in virtù del compito principale per cui è stato pensato e comunque avere un'estetica che non disturbi gli utenti. Già in passato era stato dimostrato che l'interazione tra esseri umani e robot di-

pende in gran parte da come questi ultimi si presentano ai nostri occhi. Per fare luce sulla naturale repulsione dell'uomo davanti a un robot eccessivamente somigliante a se stesso nel 1970 Masahiro Mori, esperto giapponese di robotica, ha teorizzato l'esistenza dell'*Uncanny Valley*, tradotto in italiano come "valle del perturbante". Secondo Mori l'empatia e il senso di familiarità verso l'automa aumentano man mano che le fattezze ricordano quelle umane. Quando la somiglianza diventa quasi perfetta, tuttavia, il robot suscita diffidenza e repulsione. L'intervallo in cui si percepisce fastidio è detto *Uncanny Valley*. Non è un caso che la valle del perturbante, prima di essere applicata alla robotica, sia stata teorizzata nell'ambito dei videogiochi, dove si è osservato che *avatar* molto simili all'essere umano creano sensazioni negative. Nei protagonisti dei videogiochi moderni alcune caratteristiche fisiche sono state amplificate per questo motivo. La stessa Lara Croft di *Tomb Raider*, per esempio, ha le fattezze di una ragazza con un seno molto grande proprio per non farla sembrare troppo reale. Il meccanismo repulsivo rispetto a ciò che ci somiglia troppo sembrerebbe scattare a qualsiasi età. Emanuele Micheli, vicepresidente della Scuola di Robotica di Genova, ha potuto osservare il comportamento dei bambini al lavoro con i robot durante le sessioni di didattica organizzate dalla scuola. Di fronte a robot umanoidi la reazione, sia per gli adulti sia per i bambini, è la medesima: un fastidio che non è cosciente. Quello che cambia con il passare degli anni, invece, è l'atteggiamento verso la tecnologia: i bambini sono molto coinvolti nel capire come utilizzare gli oggetti interattivi indipendentemente



dalla loro forma e non hanno preconcetti che limitano la fantasia. La somiglianza con l'essere umano fa parte dell'immaginario più che della realtà e, a dire la verità, è un aspetto che a chi progetta i robot non



In Occidente, a differenza del Giappone, si tende a sviluppare poco i robot tipo umanoidi

interessa più di tanto. Gran parte degli scienziati concordano sul fatto che quello della robotica umanoide non è il fine ultimo della ricerca. Che è un po' come costruire macchine di Formula Uno: in sé non sono indispensabili, anche se possono riservare scoperte interessanti. Sull'utilità del robot legata alla forma, Micheli riflette: «Ci dimentichiamo spesso che il robot dovrebbe servire a qualcosa». E infatti al momento l'unico robot domestico che ha avuto successo è stato *Roomba*, l'aspirapolvere automatico, che con il suo *design* ha rinunciato completamente all'interazione con l'essere umano, ma svolge un compito ben preciso. E nonostante non abbia le sembianze un animale domestico, una ricerca ha stabilito che due terzi dei suoi possessori gli dà un nome, proprio come farebbe con un cane o un gatto. In realtà non esistono molti buoni motivi per progettare robot che ci assomigliano anche perché il corpo umano presenta diversi limiti. L'andatura eretta, per esempio, ha giocato un ruolo chiave nell'evoluzione perché ha accelerato lo sviluppo del cervello ma non è molto efficiente per spostarsi nello spazio e svolgere attività che comportano grandi sforzi. È emblematico il caso del Giappone, che nel 2011 ha dovuto chiedere aiuto agli Stati Uniti poiché non disponeva di robot in grado di entrare nella zona contaminata di Fukushima. Eppure il Giappone è uno dei paesi al mondo che ha investito di più nella robotica, ma ha concentrato le risorse soprattutto su quella umanoide.

CHE COS'E' UN ROBOT?

Se pensiamo a un automa ci vengono subito in men-



te *hardware* e circuiti ma, al contrario di quello che ci si potrebbe aspettare, la robotica non è sempre stata legata in modo così indissolubile con l'elettronica. La parola "robot" è stata utilizzata per la prima



Non esistono motivi per progettare robot che ci assomigliano perché il corpo umano presenta diversi limiti

volta nel dramma fantascientifico R.U.R. - tradotto in italiano con "I robot universali di Rossum" - dove robot umanoidi vengono utilizzati per liberare gli esseri umani dalla fatica fisica, ma a un certo punto si ribellano ai loro creatori. Era il 1920 quando il ceco Karel Čapek si inventò questo termine partendo dal ceco "robota", che significa "lavori forzati" e successivamente è stato tradotto come "schiavo", ma i primi automi avevano visto la luce già diversi secoli indietro. Non è facile risalire al primo robot della storia ma rimanendo in Italia si può osservare come il cavaliere meccanico progettato nel '500 da Leonardo da Vinci sia già un esempio di automa. I disegni di Leonardo mostrano infatti un umanoide completo di armatura capace di alzarsi in piedi e muovere testa, braccia e mascella grazie a un sistema di cavi e manovelle decisamente sofisticato per l'epoca. Tuttavia, per la prima vera "macchina da lavori forzati" si è dovuto attendere fino agli anni '60 del secolo scorso. Questo automa era molto diverso sia dal cavaliere di Leonardo sia dai replicanti apparsi nella commedia di Čapek: si trattava di un braccio meccanico, progettato per inserirsi nelle catene di montaggio delle fabbriche statunitensi. Era l'inizio della robotica industriale, un settore che avrebbe conosciuto una crescita esponenziale fino ai giorni nostri. Ma se è vero che i robot sono entrati a far parte della società e tutti quando ne vediamo uno lo riconosciamo come tale, una definizione precisa per il termine "robot" ancora manca. Oggi la tassonomia robotica, che impegnava già filosofi e ingegneri, sta diventando anche un problema da giuristi. Pericle Salvini, ricercatore all'Istituto di Biorobotica del Sant'Anna di Pisa, è

Project Manager di Robolaw, un progetto europeo dedicato allo studio della regolamentazione della robotica. Salvini si è occupato di tassonomia e robot: «L'idea più diffusa è che il robot sia una macchina, solitamente di metallo, autonoma - cioè che opera senza l'aiuto di una persona - e dall'aspetto umanoide. Tuttavia chiamiamo così anche i nanorobot, che sono costituiti da materiale organico, o i softobot, fatti solo codice, come i motori per le transazioni commerciali online. Inoltre, ci sono robot che non hanno un aspetto umanoide, come quelli teleoperati in uso in chirurgia, che sono controllati da un operatore, o come i robot aspirapolvere in commercio». Proprio per questo motivo il gruppo di *Robolaw* per rispondere alla difficile domanda «che cos'è un robot?» si sta impegnando nel difficile compito di individuare gli aspetti comuni a tutti. «Credo che, ridotta all'essenziale, la definizione di robot sia legata alla capacità di far fare una cosa a un oggetto inanimato», spiega Salvini, avendo ben chiaro come questa definizione potrebbe includere moltissimi oggetti di uso quotidiano, come una lavastoglie o una lavatrice.

ROBOT & RICERCA

Nel frattempo c'è chi con i robot ci lavora quotidianamente, seppur in forme molto diverse tra loro. Il Sant'Anna di Pisa, per esempio, ha un laboratorio congiunto con l'Università giapponese di Waseda, dove si lavora con i robot umanoidi. Sabian, versione italiana di Wabian - un robot in grado di simulare espressioni umane e con gambe e braccia simili alle nostre - viene utilizzato come modello dell'essere umano. Al contrario del cugino nipponico, Sabian non ha le braccia e ha un volto artificiale.

La filosofia alla base della scelta, che si discosta un po' dall'approccio giapponese, è che un robot che ci somiglia va bene solo per riprodurre le nostre capacità percettive e i nostri movimenti nello spazio, ma non deve creare disagio. Sabian, in particolare, viene utilizzato soprattutto per studi sulla locomozione guidata dalla visione. «La nostra idea è quella di restare

sulla sponda sinistra dell'*Uncanny Valley*, cioè mantenere, per quanto possibile, un aspetto artificiale del robot umanoide. Se si osserva Sabian, si capisce che è una macchina» precisa Cecilia Laschi, vicedirettore dell'Istituto di BioRobotica del Sant'Anna. Sempre in Toscana troviamo Patrizia Marti, ricercatrice presso il Dipartimento di Scienze Sociali, Politiche e Cognitive dell'Università di Siena, che da alcuni anni usa Paro, un robot a forma di foca. Lo scopo è terapeutico e i destinatari sono bambini autistici e anziani affetti da demenza senile. «L'aspetto familiare può essere un'arma a doppio taglio - evidenzia Marti - Paro non ricorda nessun animale domestico verso cui le persone potrebbero nutrire aspettative o vecchie paure. Il robot rievoca invece un animale dolce e tranquillo ed è della misura giusta per essere tenuto in braccio». Paro è ideato e assemblato in Giappone, ma nel laboratorio guidato da Patrizia Marti i ricercatori si costruiscono da sé molti dispositivi di cui hanno bisogno.

«Le nostre tecnologie assomigliano poco a computer - afferma Marti - Di solito quando si progetta un robot si privilegia l'approccio funzionale, mentre noi focalizziamo l'attenzione sull'aspetto umano». Patrizia Marti cerca di trasmettere questa convinzione anche ai suoi studenti: «Dico sempre loro che posso tollerare una macchina che non funziona, ma non qualcosa che non sia bello, che svolga il suo compito senza trasmettere emozioni».

Nel laboratorio al terzo piano dell'ex Istituto psichiatrico di Siena, dove oggi sorge l'Università, i dottorandi e gli studenti si cimentano nella costruzione di software in grado di interagire con le persone. La struttura *hardware* è lasciata alla libera creatività, purché - appunto - sia bella: «Utilizziamo molto micro-processori e sensori semplici da programmare e molto versatili, un sistema di costruzione economico, che di solito appassiona gli studenti» sorride Marti. In alternativa, carta, cartone, polistirolo. «È importante riscoprire la dimensione dell'artigianato digitale.

La competenza manuale non è meno importante di quella progettuale» conclude.

ROBOT & DIRITTI

L'Unione Europea ogni anno investe grosse somme di denaro nella ricerca della robotica di servizio. Per questi automi, progettati fin dall'inizio per soddisfare compiti ben precisi, il dilemma dell'estetica si risolve piuttosto in fretta: i robot che assisteranno i nostri anziani, per esempio, dovranno avere un aspetto umanoide per adattarsi alle nostre abitazioni - muoversi liberamente nelle stanze e salire le scale, ma anche per facilitare l'interazione. Le questioni che invece rimangono aperte per questi robot sono quelle di carattere giuridico. Una su tutte: chi potrà fruire davvero delle tecnologie? Il rischio più grande per il futuro forse non è quello di una rivolta dei robot nei confronti degli uomini, come immaginato nei film di fantascienza, ma una società che risulterà spaccata in due: da un lato chi potrà trarre vantaggio dalle tecnologie e dall'altro chi non potrà usufruirne. Per garantire i diritti di accessibilità alle tecnologie i giuristi dovranno muoversi essenzialmente su due fronti. Una questione da risolvere è quella legata ai costi. A questo proposito, per esempio, il team di lavoro di Robolaw sta elaborando strategie per immettere sul mercato robot a prezzi accessibili. Un altro problema, non certo secondario, riguarda la facilità di utilizzo e quindi lo studio di interfacce accessibili da tutti. «Le interfacce dovrebbero essere *user-friendly*», suggerisce Mariachiara Tallacchini, ricercatrice del Centro Comune di Ricerca della Commissione Europea. «La questione non riguarda solo il fatto che i cittadini possano o meno acquistare un certo tipo di tecnologia. Il *digital divide* si gioca anche su una differenza di competenze».

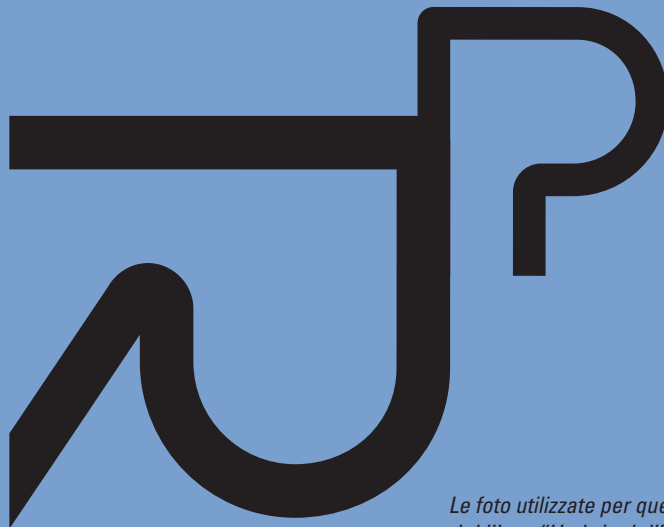
Bibliografia

- Bonifati Nunzia, *Et voilà i robot. Etica ed estetica nell'era delle macchine* - Springer, 2010
- International Federation of Robotics, *World Robotics 2013 Industrial Robots Statistics, Market Analysis, Forecasts, Case Studies and Profitability of Robot Investments* - 2013
- International Federation of Robotics, *World Robotics 2013 Service Robots Statistics, Market Analysis, Forecasts, Case Studies* - 2013
- Lecher Collin, *How Human Do We Want Our Robots To Look?* - Popular Science, 2013
- Mori Masahiro, *Bukimi no tani - The uncanny valley* (K. F. MacDorman & T. Minato, Trans.) - Energy, 7(4), 33-35. (Originale in Giapponese, traduzione inglese), 1970
- Nosengo Nicola, *I robot ci guardano* - Zanichelli, 2013
- Atti del Convegno mondiale di robotica ICRA 2007, *Animism, Rinri, Modernization; the base of the Japanese Robotics*





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

Giuseppe Nucera
Comunicatore della scienza

Michela Perrone
Giornalista Scientifica

Stefano Pisani
Giornalista Scientifico

Cristiana Pulcinelli
Giornalista Scientifica

Irene Sartoretti
Architetta

Silvia Zamboni
Giornalista Scientifica

Le foto utilizzate per questo numero sono tratte dal libro: "Umbria dall'Alto" di Paolo Ficola e Mimmo Coletti, Edizioni Quattroemme; 2011

