

**GRUPPO ENTOMOLOGICO
NATURALISTICO
MELDOLESE**

Sede Sociale: Piazza F. Orsini, 12 - 47014 Meldola (FC)

il germoglio

Fotocopiato in proprio - numero unico

Organo Ufficiale G. E. N. M.



Notiziario di Informazione Naturalistica

APPRENDISTI DELLA NATURA: LA TECNOLOGIA BIOISPIRATA

di Dianora Della Torre Arrigoni

“Ogni cosa che puoi immaginare, la natura l'ha già creata “

Albert Einstein

Nel corso del tempo l'osservazione della Natura ha suggerito forme e modelli da copiare per nuove invenzioni; un esempio significativo di ricaduta diretta sullo sviluppo della società occidentale è stata la scoperta dell'entomologo francese Rène Antoine Ferchault il quale nel 1719, durante una passeggiata nei boschi, trovò un vecchio nido di vespe abbandonato che lo incuriosì; Ferchault lo portò a casa e lo esaminò a fondo; si accorse, tirandone via gli strati uno alla volta, che era fatto di una delicatissima sostanza simile alla carta. Tornò allora nel bosco e si pose ad osservare le vespe mentre costruivano i loro nidi e notò che erano costruiti con una poltiglia di legno che le vespe avevano precedentemente digerito grazie agli enzimi presenti nel loro stomaco. Fu così che a Ferchault venne in mente che la carta poteva essere fatta da una poltiglia di legno lavorata con agenti chimici.



Con la nascita della biologia lo studio degli esseri viventi viene sempre più approfondito, si cerca di comprendere i meccanismi che hanno permesso loro di adattarsi nei più disparati ambienti cercando sempre il massimo risparmio di energie; da queste conoscenze, in un lavoro interdisciplinare, la tecnologia acquisisce un atteggiamento bio-ispirato che viene definito 'biomimetica', la nuova disciplina che parte da dati biologici per l'elaborazione di progetti ovvero una scienza che analizza i processi biologici e biomeccanici della natura considerandoli fonte di ispirazione per il miglioramento delle tecnologie umane; moltissimi i campi di applicazione, architettura, design, nanotecnologie, soft robotica si ispirano a ciò che è già in Natura .Le innovazioni tecnologiche ispirate dalla natura negli ultimi decenni ormai non si contano più e sempre nuovi prototipi vengono testati in ogni campo; non è facile fare una scelta di esempi immediatamente comprensivi. Vediamone comunque alcuni tra i più famosi.

La foglia che salvò la prima Esposizione Universale

Si può dire che la prima Esposizione Universale sia stata salvata da una foglia e da un geniale botanico. Il Crystal Palace, ideato dal botanico- giardiniere ed esperto costruttore di serre Joseph Paxton (1803-1865) per l'Esposizione Universale di Londra nel 1851, è considerato il primo edificio moderno ispirato dalle forme della natura. La sua storia è davvero singolare.

Introdotta nel Regno Unito nella prima metà dell'800, la bellissima *Victoria amazonica* suscitò presto l'ammirazione degli Inglesi; sempre più numerose divennero le riproduzioni dei suoi bellissimi fiori e le foto di bambini tenuti a galla dalle enormi foglie.

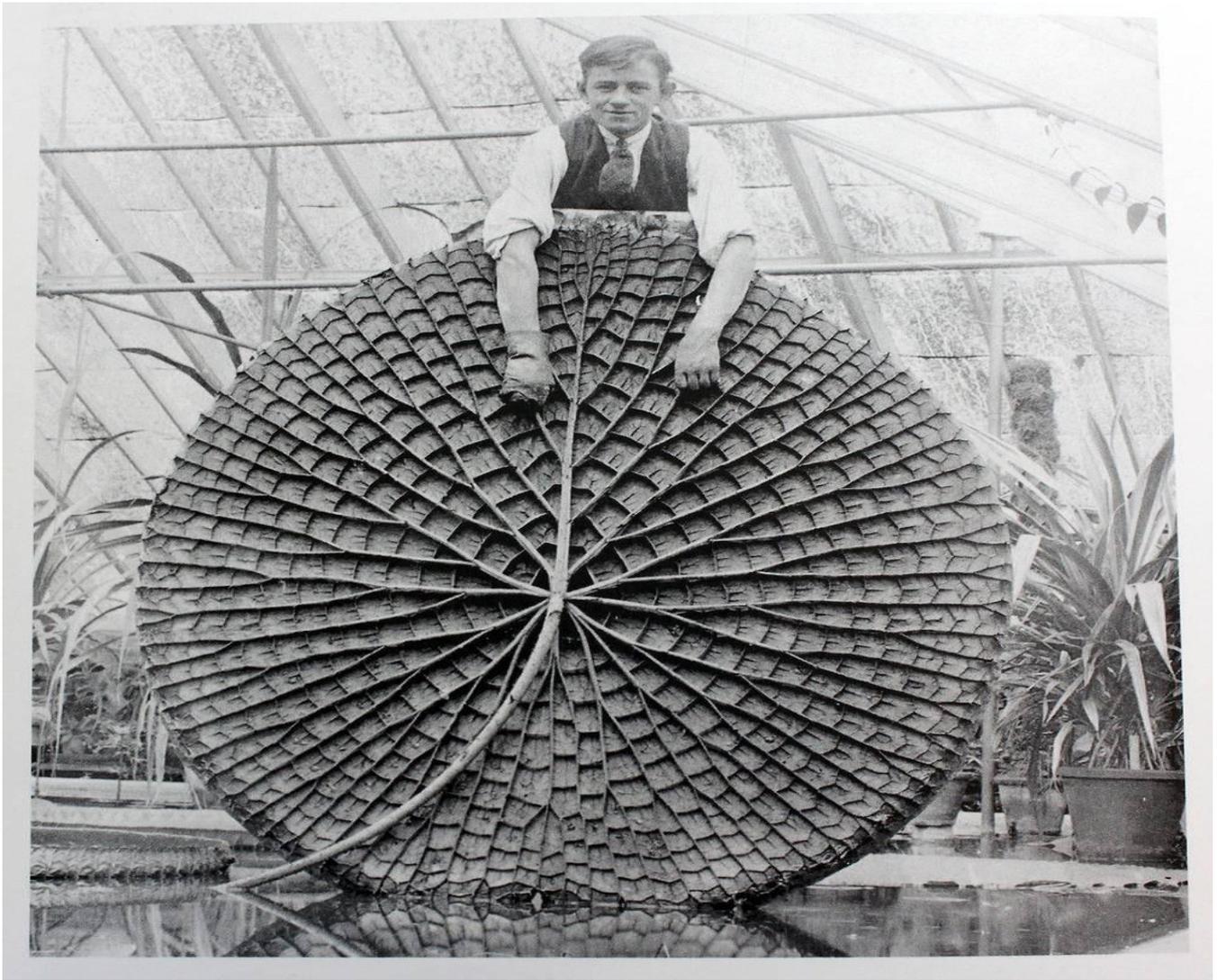
Le sue straordinarie capacità strutturali non sfuggirono all'attenzione degli esperti: come poteva una singola foglia reggere un carico fino a 45 kg, se ben distribuito, senza rompersi o deformarsi ?



La *Victoria amazonica* possiede foglie che hanno l'aspetto di grandi vassoi circolari e possono misurare sino a due metri e mezzo di diametro, con bordi rialzati e ancorate al fondo delle acque calme in cui vive da lunghi steli, derivanti da un fusto sotterraneo sepolto nel fango. La pagina superiore della foglia è cerosa, e se bagnata si ricopre di gocce che scivolano via; quella inferiore è invece munita di spine che servono a proteggerla dai pesci che si nutrono di piante acquatiche. L'aria intrappolata negli spazi tra le nervature permette loro di galleggiare.

Nel 1848, le strade della *Victoria amazonica* e di Joseph Paxton si incrociarono; Paxton infatti riuscì a far fiorire la *Victoria* e divenne famoso come 'il re dei giardinieri'; ma era soltanto l'inizio dei successi che la *Victoria* gli avrebbe procurato.

Nel 1851, a Londra, era in corso l'organizzazione della prima Esposizione universale; si trattava di un evento irripetibile, e per ospitarlo in maniera adeguata si sarebbe dovuto provvedere alla costruzione all'interno di Hyde Park di una costruzione colossale, adatta ad ospitare le delegazioni di tutto il mondo e i milioni di visitatori attesi. La manifestazione che avrebbe fatto epoca richiedeva lo sfarzo necessario a celebrare la grandezza dell'impero britannico, e dunque numerosi erano i requisiti cui il progetto dell'Esposizione avrebbe dovuto rispondere.



J. Paxton mostra la struttura della Victoria amazonica

Primo fra tutti, la costruzione non doveva essere permanente, e andava realizzata in tempi brevi.

Il costo era l'altro punto fermo: in ossequio ai principi di sobrietà che avevano reso grande l'impero, la struttura avrebbe dovuto rispondere alle esigenze di funzionalità con la minima spesa.

Al concorso per il suo progetto parteciparono gli studi di architettura di tutta Europa. La commissione ricevette 245 elaborati, e dopo un lungo lavoro di analisi li scartò tutti !

La valutazione aveva però richiesto molto tempo, e nessuno immaginava che, fra i tanti disegni presentati, nemmeno uno si sarebbe rivelato idoneo. Mancavano ormai pochi mesi all'evento e ancora non si aveva alcuna idea su cosa fare per ospitare la grande Esposizione.

In parlamento, sui giornali e nei pub non si parlava d'altro: come rispondere in così poco tempo ad una sfida tanto grande ? Furono quindi nominati quattro esperti, che si occuparono della progettazione e della realizzazione dell'edificio in tempi brevi.

Purtroppo, anche questa soluzione fallì; la Gran Bretagna correva il rischio di incorrere in una clamorosa brutta figura davanti all'opinione pubblica mondiale.

L'Esposizione che aveva il compito di celebrare le innovazioni tecnologiche e l'intraprendenza dell'impero rischiava di trasformarsi in un fiasco.

In questa atmosfera da ultima spiaggia, Joseph Paxton si fece avanti con la sua idea rivoluzionaria: costruire un'enorme struttura in ghisa e vetro, utilizzando moduli prefabbricati.

Fu un'intuizione geniale che avrebbe fatto storia. Paxton presentò un progetto di dimensioni colossali. Si trattava di un edificio di oltre 90.000 metri quadri, lungo 564 metri, largo 124 e alto 39, così ampio da contenere al suo interno quattro basiliche di San Pietro. Sarebbe stato impossibile realizzare una costruzione di tali proporzioni, nei tempi e nei costi consentiti, senza la formidabile intuizione di servirsi di moduli

identici prefabbricati.

L'unità base era costituita da un quadrato di circa sette metri e mezzo di lato; così, aggiungendo via via nuovi elementi, la struttura iniziale si poteva ampliare all'infinito.

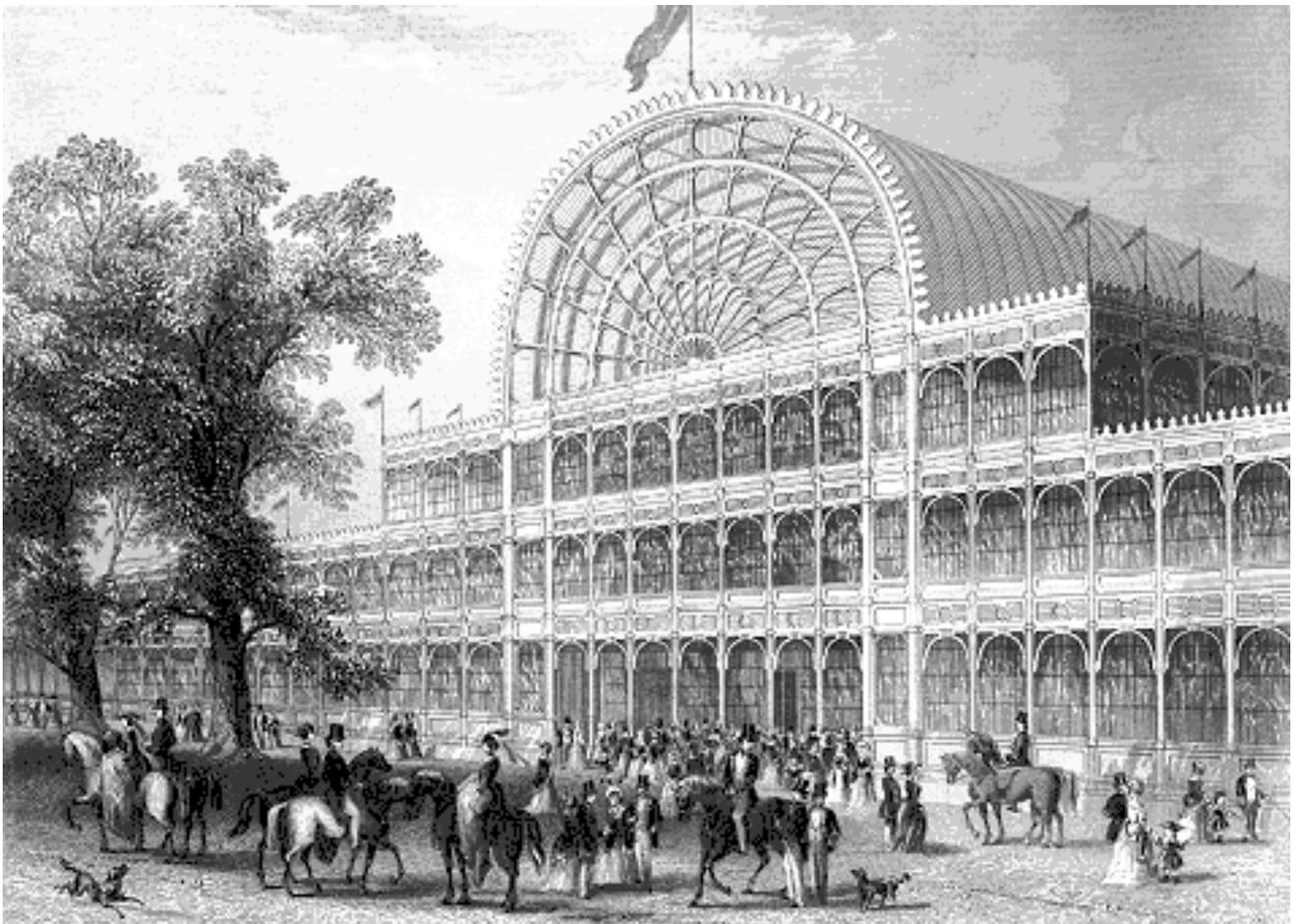
La fabbricazione in serie avrebbe richiesto molto meno tempo e costi infinitamente inferiori a un qualsiasi più convenzionale edificio in muratura. Inoltre, qualora si fosse voluto smantellare il tutto a conclusione dell'Esposizione, le varie parti si sarebbero potute facilmente destinare ad altri usi. In pratica, Paxton propose di erigere una mastodontica serra vetrata; talmente grande che gli alberi di Hyde Park presenti nell'area interessata sarebbero stati inglobati al suo interno. Un edificio di queste dimensioni doveva però rispettare dei requisiti strutturali stringenti; inoltre, i lavori dovevano essere compiuti nei tempi previsti e a costi limitati.

Qui intervenne la seconda geniale intuizione di Paxton: rifarsi alle nervature delle foglie di *Victoria amazonica* per la realizzazione dei grandi archi della volta. Ambedue le bioispirazioni – il ricorso a moduli per la costruzione del grande edificio e l'uso della struttura radiale della *Victoria amazonica* erano figlie della straordinaria passione botanica di quest'uomo.

Oltre 2.000 operai lavorarono alacremente alla fabbricazione di quello che, grazie ad una trovata del celebre giornale satirico "Punch", iniziava ad essere conosciuto come il Crystal Palace.

In soli quattro mesi l'edificio venne realizzato. Grazie a Paxton e alla *Victoria amazonica*, Londra era pronta ad ospitare la prima Esposizione universale, con lo sfarzo e la grandezza adeguati a una potenza imperiale.

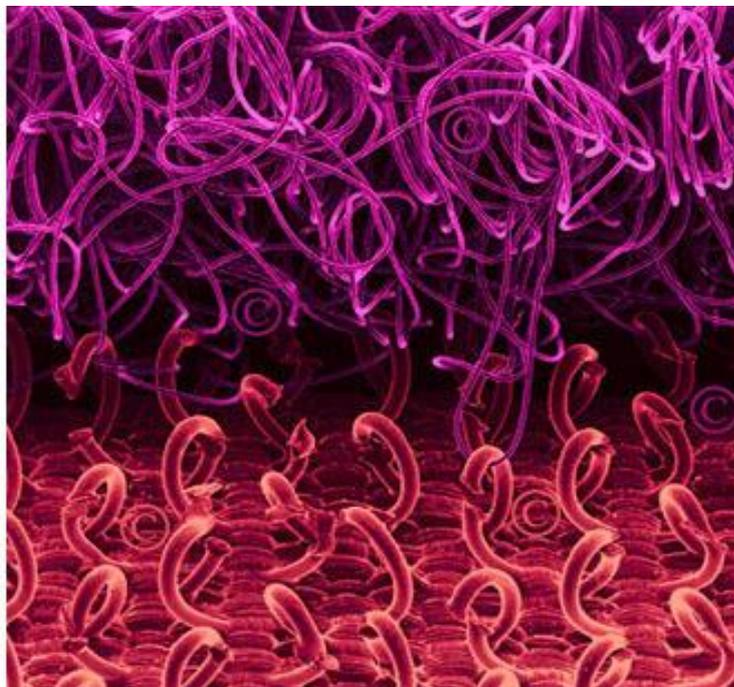
Il Crystal Palace lasciò a bocca aperta gli oltre 14.000 espositori provenienti da tutti i Paesi del mondo, e divenne in breve il biglietto da visita della capacità di innovazione tecnologica dell'impero britannico. L'evento fu un successo memorabile. Più di 5 milioni di persone visitarono l'Esposizione, il ricavato delle vendite dei biglietti, al netto delle spese sostenute, fu utilizzato per la costruzione del Victoria and Albert Museum, del Museo delle Scienze e del Museo di storia naturale, oltre che per istituire un fondo per borse di studio in ricerche industriali attivo ancora oggi. Paxton, l'eroe che rese possibile quest'opera prodigiosa, fu nominato baronetto; non dimenticò mai la *Victoria amazonica* e la botanica, che rimasero le sue grandi passioni, e iniziò una carriera imprenditoriale che lo rese molto facoltoso.



Facciata del Crystal Palace

Il Velcro

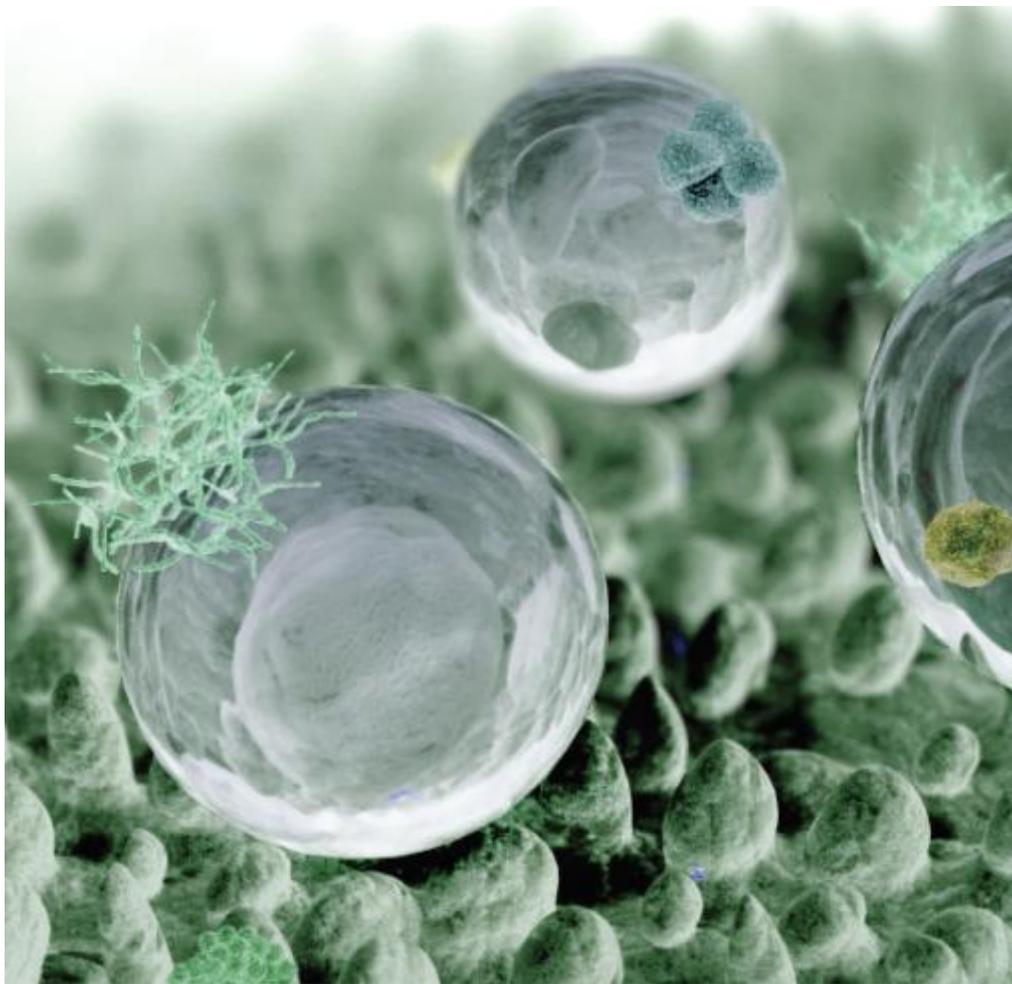
Nel 1941 l'ingegnere svizzero George de Mestral, tornato a casa da una passeggiata in montagna con il suo cane, si accorse che alla stoffa del suo abito ed ai peli del cane si erano attaccati un gran numero di semi di cardo alpino, difficilissimi da staccare. Incuriosito, li analizzò al microscopio e notò che quei semi possedevano uncini elastici i quali si arpionavano ai cappi presenti sui tessuti; gli venne così l'idea di creare un nuovo tipo di chiusura, a incastro: uncini da un lato, cappi dall'altro. Con la collaborazione di un tessitore, nel 1955 brevettava il suo Velcro, migliorandolo negli anni successivi; fu un successo planetario ed il primo settore a beneficiarne fu proprio quello dell'astronautica.



'Effetto LOTO', così viene definita la capacità di un materiale di mantenersi pulito autonomamente; il termine deriva dalla caratteristica tipica della foglia di loto, la cui superficie al tatto risulta liscia e morbida; in realtà, se osservata al microscopio elettronico a scansione, la superficie fogliare rivela una particolare geometria, essa è infatti ricoperta da una serie di protuberanze con cristalli di cera idrofobica di dimensioni nanometriche, l'osservazione al microscopio permette di vedere che grazie al fondo rugoso le gocce d'acqua non slittano sulla superficie ma rotolano via, e nel loro percorso raccolgono e portano con se' le particelle di sporco lasciando la foglia completamente pulita.

L'aver studiato a fondo il 'segreto' del Loto ha stimolato la ricerca di nuove nanotecnologie applicabili ad una vasta gamma di materiali, tegole, tessuti, vernici, dotandoli di superficie altamente idrofobica ed autopulente.





Il *Geco* per arrampicarsi si affida alle forze elettromagnetiche; le sue zampe hanno milioni di setole microscopiche che strisciano lungo una parete e creano forza elettrostatica per consentire all'animale di sfidare la gravità. Molti adesivi ricalcano questa struttura a setole e le loro applicazioni sono potenzialmente infinite.



Lo studio di **un coleottero del deserto** della Namibia ha ispirato gli scienziati a creare diverse tecnologie per condensare l'umidità dell'aria trasformandola in acqua e convogliandola in appositi serbatoi per gli abitanti dei villaggi nelle zone più aride; il coleottero ha una corazza impermeabile che gli permette di condensare su di essa l'umidità dell'aria senza il minimo sforzo: per bere si mette in discesa su una duna e le gocce condensate gli scendono in bocca.



Il Giappone è all'avanguardia per i suoi **treni ad alta velocità**; quando venne progettato il primo treno ad altissima velocità per conferirgli da un lato la massima velocità e dall'altro la massima silenziosità ci si ispirò a due uccelli: al Martin pescatore che con il suo lungo becco si scaglia a proiettile sulla preda con un



impatto quasi nullo sulla superficie dell'acqua e alla conformazione delle penne del gufo il quale arriva in velocità sulla preda senza fare con le ali il minimo rumore; così il 'muso' del treno è diventato simile al lungo becco del Martin pescatore mentre le ali del pantografo,

l'apparecchio posto sulla sommità del treno che riceve energia dai fili della linea elettrica, sono state fatte in modo molto somigliante alle piume del gufo che grazie ad una conformazione particolare riescono a non emettere il minimo rumore durante il volo; hanno ricreato sulle ali del pantografo le frastagliature delle ali del gufo per provocare piccoli vortici d'aria: i piccoli vortici evitano un grande vortice che causerebbe grande rumore.



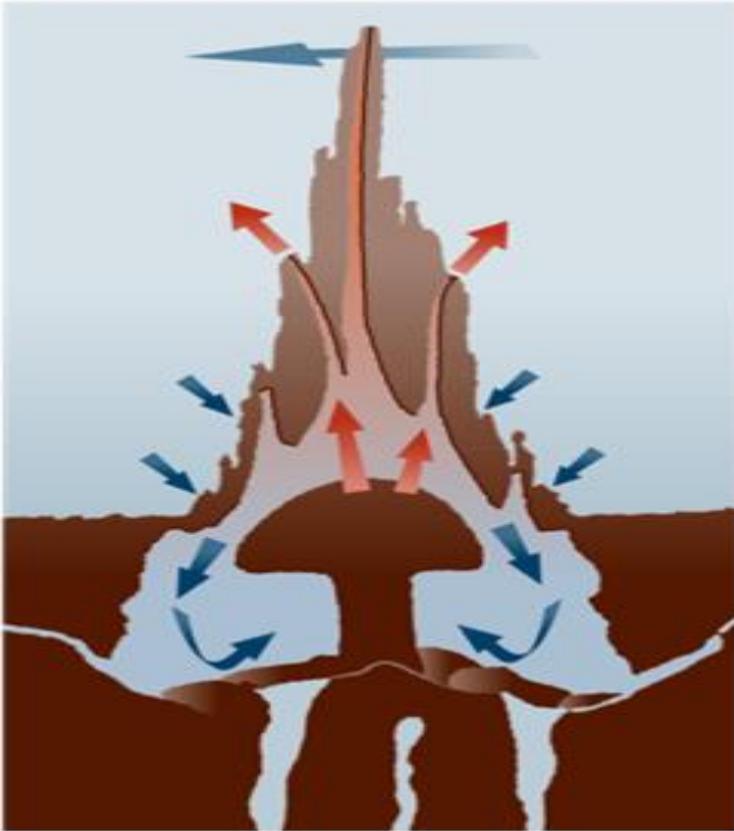
L'architetto sudafricano Mick Pearce osservando il funzionamento di ventilazione all'interno dei *termitai* si è ispirato per la costruzione dell'Eastgate Centre di Harare, Zimbabwe, inaugurato nel 1996; si tratta di due edifici, collegati tra loro, completamente privi di aria condizionata, un esempio pionieristico di ventilazione passiva; il complesso, che accoglie uffici ed attività commerciali, sfrutta infatti energia rinnovabile dall'ambiente circostante al posto di aria condizionata e riscaldamento.

I termitai infatti, sono strutture complesse costituite da cumuli di terra realizzati dalle stesse termiti e all'interno dei quali i piccoli animaletti coltivano un fungo che è la loro fonte di alimentazione. Questo fungo, indipendentemente dalla temperatura esterna, deve essere mantenuto costantemente a 31°C. Per garantire una temperatura costante nel termitaio, gli abili insetti scavano, scavano e scavano per creare canali comunicanti con l'esterno.

L'aria esterna è quindi aspirata per effetto convettivo dal fondo del cumulo di terra e da lì attraversa l'intero termitaio mantenendone la temperatura costante.

Un sistema davvero geniale, da applicare ad un edificio, perché no, magari dello Zimbabwe, paese che importa dall'estero gran parte dell'energia elettrica e nel quale l'escursione termica giornaliera va dai 36°C ai -3°C. Il progetto di Mick Pearce prevede due edifici, uno di fronte all'altro, collegati da una copertura vetrata che lascia spazio alla circolazione dell'aria. Dei ventilatori a basso consumo energetico posti al primo piano, aspirano l'aria dallo spiazzo tra i due edifici e la pompano in appositi condotti verticali all'interno dei due corpi di fabbrica, facendole attraversare tutti i piani per poi espellerla dai camini che danno all'esterno, proprio come avviene in un termitaio. Questo meccanismo ha una duplice funzione: da un lato garantisce il ricambio d'aria degli ambienti, dall'altro li tiene a temperatura sempre costante.

Con il sistema di raffreddamento e riscaldamento naturale di un termitaio, l'Eastgate Centre, non avendo bisogno di un sistema di condizionamento artificiale, ha fatto risparmiare fino ad ora oltre 3,5 milioni di dollari e, nel corso della sua vita, continuerà a farne risparmiare ancora.



*Circolazione dell'aria calda
e fredda all'interno di un termitaio*



'IL CETRIOLO' DI LONDRA

Nel 2004 l'architetto Norman Foster completa il 30 St. Mary Axe nel distretto finanziario di Londra, un edificio di forma conica, che si innalza per 180 metri, contiene 40 piani ed il suo esoscheletro in acciaio è rivestito da strisce colore blu 'navy', pannelli di vetro prefabbricati a forma di diamante. I pannelli avvolgono l'edificio in un vortice di finestre. Si tratta di un affascinante esempio di architettura biomimetica; il modello naturale è in questo caso una *spugna di mare* detta Cestello di Venere; questa spugna sopravvive a grandi profondità grazie al suo esoscheletro simile ad una struttura a traliccio e alla sua forma cilindrica che le conferiscono solidità e flessibilità che le permettono di minimizzare la forza delle forti correnti sottomarine. L'integrità strutturale del suo corpo è data da una rete di spicole di silice che possono incurvarsi nei punti d'intersezione per assorbire le sollecitazioni esterne.

Questo scheletro siliceo forma il cestello vuoto della spugna attraverso il quale l'acqua di mare è filtrata per assorbire i nutrienti. L'acqua fluisce attraverso la struttura a traliccio ed è poi direzionata verso l'alto da lunghe e sottili appendici dette flagelli.

L'edificio londinese imita la forma e la struttura a traliccio della spugna per fare con l'aria ciò che la spugna fa con l'acqua.

L'involucro esterno è costituito da una struttura in acciaio vetrata a spirale che corre lungo l'edificio e che, a differenza di un classico edificio a pianta rettangolare, consente al vento di defluire facilmente attorno all'edificio, evitando così zone di turbolenza e pressioni locali a livello della piazza. La stabilità laterale dell'edificio è garantita da un perimetro di strutture triangolari.

Prese d'aria a livello stradale incanalano il vento e lo dirigono verso l'alto; ampi spazi vuoti in ciascun piano, detti 'atria', creano questa ventilazione naturale facendo circolare l'aria attraverso i piani; in ogni piano ci sono intercapedini nelle pareti che funzionano come condotte realizzando un sistema di ventilazione naturale per l'intero edificio. D'estate l'aria calda dell'edificio viene incanalata nelle condotte e raffreddata, mentre d'inverno la presenza della vetrata esterna che delimita l'intercapedine, sfrutta l'effetto serra che si crea per riscaldare l'ambiente con un sistema di riscaldamento solare passivo riducendo così il consumo energetico fino al 50%.





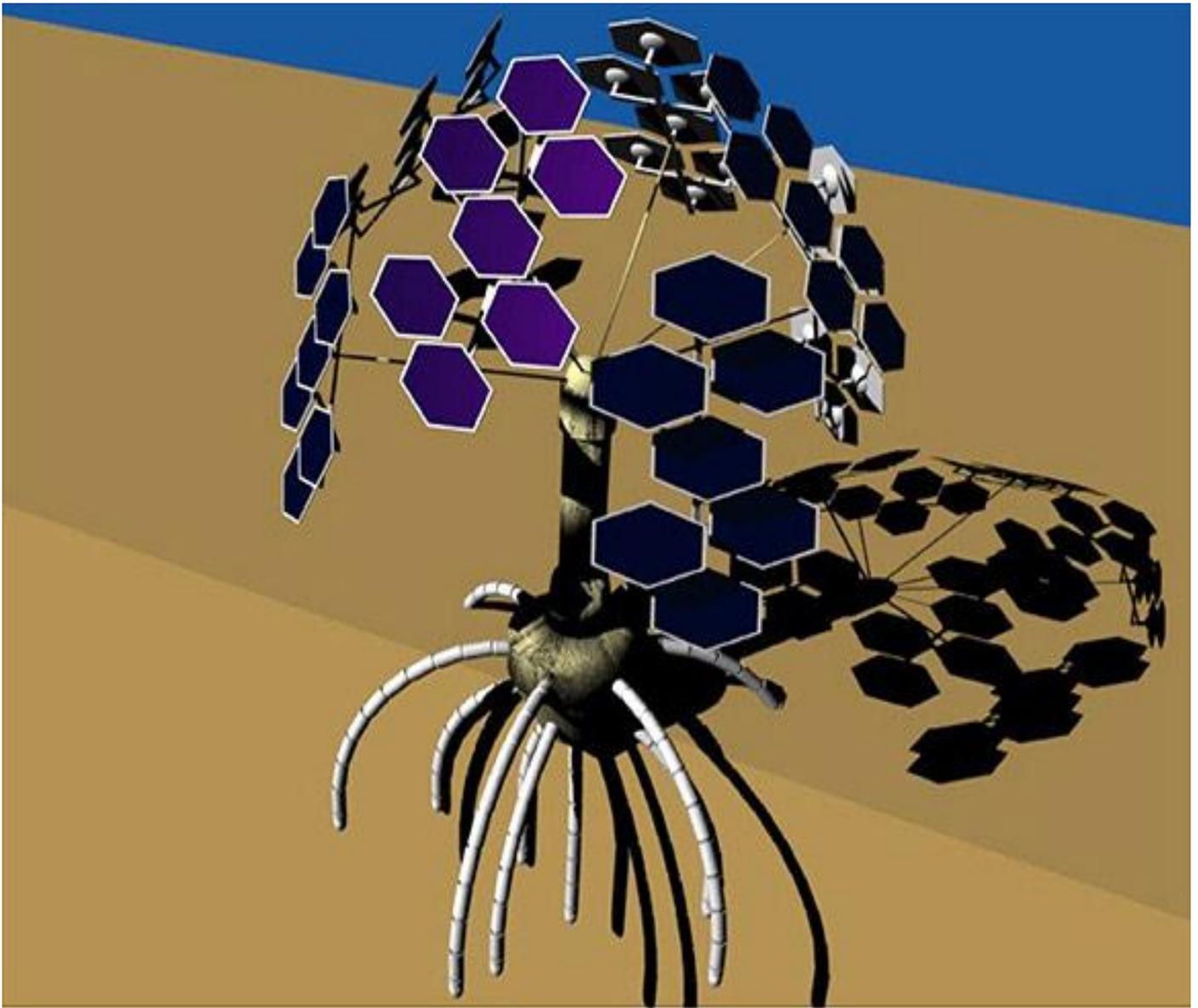
Bioispirazione vegetale

Un esercito di piccoli robot impegnati ad esplorare terreni per analizzarne il contenuto cercando la presenza di risorse nel sottosuolo o quella di contaminanti: un sogno ed un progetto che il prof. Stefano Mancuso, esperto in neurobiologia vegetale all'Università di Firenze, aveva in mente da tempo; il suo progetto di un robot vegetale, un 'plantoide' come lo aveva definito, si ispirava alla capacità delle piante di esplorare ed analizzare ogni aspetto del terreno grazie alle proprie radici e alla continua crescita della loro parte più sensibile, gli apici radicali. Il progetto, che sembrava destinato a restare come tanti altri nel cassetto, è stato invece realizzato grazie al fortunato incontro tra il prof. Mancuso e la biologa Barbara Mazzolai, direttrice del Centro di Microbiorobotica dell'Istituto Italiano di Tecnologia a Pisa dove si occupava, nell'ambito di monitoraggio ambientale, della realizzazione di sensori per tracciare la presenza di inquinanti, con lo scopo di ampliare le aree di monitoraggio e predirne l'impatto su ambiente e salute, e cercava soluzioni per integrare tali sensori in dispositivi robotici. I vegetali sono in grado di percepire molti parametri, tra i quali azoto, fosforo, luce, salinità, metalli pesanti, persino la gravità e le vibrazioni e i due scienziati si sono chiesti come trasferire queste capacità alla macchina. Biologia e ingegneria iniziano la loro collaborazione. L'ambizioso progetto, tutto italiano, aveva lo scopo di realizzare una pianta robot, alimentata ad energia solare, dotata di un apice radicale munito di sensori, attuatori e unità di controllo, e da un tronco robotico dotato di piccoli pannelli solari, disposti a mo' di foglie. Il compito affidato alle "radici intelligenti" è quello di monitorare la composizione dei suoli, ritenendoli più o meno indicati alle colture, fornire alle aziende agricole un report completo su quali concimi servono e in quali dosi, evitando di stipare nel terreno dosi eccessive di fertilizzante, di andare a caccia di radon e metalli pesanti in un terreno inquinato.

L'analisi ambientale e chimica del suolo è molto costosa, per questo oggi viene fatta a campione.

Le piante-robot sono in grado di fornire dati precisi e in tempo reale, a seconda delle sostanze che viene chiesto loro di cercare.

Oggi 'Plantoid' è già una realtà, qualcosa di unico al mondo, e ha dimostrato che, a partire dalla capacità di moto e percezione delle piante, si generano tecnologie del tutto innovative.



© International Laboratory of Plant Neurobiology

Comunicazioni: La sede Sociale G.E.N.M. è in
piazza Felice Orsini, 12 - 2[^] piano - 47014 Meldola (FC)

Info: 3387492760

Sito web: www.genm.it - **E.mail:** info@genm.it